



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Tillverkningsekonomisk kostnadsmodell som stöd vid beslutsfattande

- En fallstudie knuten till plastisk formning av fordonskomponenter

Jeton Salihu

Division of Production and Materials Engineering

Lund University

2016

CODEN:LUTMDN/(TMMV-5275)/1-77/2016

Abstract

Title: The production economic cost model to support in decision-making.

Background: Volvo Cars Body Components (VCBC) is a company that manufactures car body parts, mainly for Volvo Cars. The company has seven years ago made the largest investment by purchasing a new production line in which many different details are pressed. In recent years, issues related to efficiency of production has become increasingly important, which led to a desire to financially be able to analyze different development scenarios.

The purpose: The study aims to introduce and apply a cost model that can be used in decision makings. This cost model is the core of the new concept or philosophy called “The Next Step”. This new philosophy is often considered to be the successor of “Lean Management” or as a part that complements the more concrete requirements that “Lean Management” lacks. The objective of the cost model is to calculate the actual cost per produced part and based on this cost various manufacturing- economic analyzes and simulations can be made. One of these is to calculate the cost of quality lack and analyze whether it is more profitable to proceed with an investment instead. In order to set a clear link between technology performances and the economic considerations, but also simplify production-economic analysis and simulations, the chosen cost model has been coded into a program with VBA programming. Another purpose of the study is to designate the more profitable raw material choice, where the difference is how the method of the coating protection is enforced.

Method: The approach is of qualitative and quantitative nature. A case study has been chosen as the scientific method for describing and analyzing real data. For the data collection various scientific techniques came into use, such as observations, interviews and literature studies.

Conclusions: Tool costs, material costs, equipment costs (during production and during downtime), labor costs and external costs are the six different cost terms that have been chosen to be included in the cost model. Based on these the total production cost per part was calculated. The cost model with all the formulas and designations was programmed in Visual Basic (VBA) and thereby various manufacturing-economic simulations and results of various scenarios were possible to make. The cost model includes three important variables which operate in different cost terms and account for the quality costs; rejections, production rate losses and downtimes. The quality cost calculated based on these variables can be analyzed and depending on its quantity an investment can be introduced. In the case study, two different details where compared and their values of the cost terms inserted in the VBA program and then analyzed. Based on that analyze and discussions with relevant personnel at the company, the more profitable raw material selection could be nominated, which was hot dip galvanizing instead of zinc electroplating. One important recommendation for the company is to use the cost model with the VBA program when important decisions needs to me made, for example investments.

Keywords: Cost Model, The Next Step, decision making processes, galvanizing

Sammanfattning

Titel: Tillverkningsekonomisk kostnadsmodell som stöd vid beslutsfattande

Bakgrund: Volvo Cars Body Components (VCBC) är ett företag som tillverkar karosskomponenter främst till Volvo Cars. Företaget har för sju år sedan gjort den största investeringen genom inköp av en ny produktionslinje där många olika detaljer formas. Under senare år har frågeställningar knutna till effektivisering av produktionen accentuerats, vilket medfört önskan om att ekonomiskt kunna analysera olika utvecklingsscenarier.

Syftet: Studiens syfte är att introducera och tillämpa en kostnadsmodell som kan användas som stöd vid beslutsfattande. Kostnadsmodellen som introducerats ingår i konceptet, The Next Step. Modellen går ut på att beräkna den verkliga tillverkningskostnaden per detalj och baserad på det kan olika tillverkningsekonomiska scenarier analyseras genom tillverkningsekonomisk simulering. Ett utav dessa är att beräkna kvalitetsbristkostnader och analysera huruvida det är mer lönsamt att göra en investering istället för att reducera dessa brister. Med målet att upprätta en klar länk mellan teknisk prestanda och ekonomiskt utfall, men även möjliggöra och simplificera produktions-ekonomiska analyser och simuleringar, kodades den valda kostnadsmodellen till ett program med hjälp av VBA programmering. Ett annat syfte är att exemplifiera framtagna modell genom att jämföra två olika alternativa utgångsämnen ur bl.a. ekonomiska hänseenden. I föreliggande fall har plåtämnen med två olika typer av korrosionsskydd jämförts.

Metod: Angreppssättet är både av kvalitativ och kvantitativ karaktär. Ur vetenskapligt perspektiv har fallstudier använts för att utvärdera utvecklad arbetsmetodik. För datainsamling har olika tekniker använts såsom observationer, intervjuer, arkivmaterial samt litteraturstudier.

Slutsatser: Verktygskostnader, materialkostnader, utrustningskostnader (vid produktion och vid stillestånd), lönekostnader samt övriga kostnader är de sex olika kostnadstermer som valdes att ingå i kostnadsmodellen. Baserad på dessa räknades den totala tillverkningskostnaden per detalj. Kostnadsmodellen med alla formler och beteckningar programmerades i Visual Basic (VBA) och därigenom möjliggjordes olika tillverkningsekonomiska simuleringar och utfall av scenarier. I kostnadsmodellen ingår tre olika viktiga variabler som opererar i de olika kostnadstermerna och utgör kvalitetsbristkostnaderna, dessa är kassationer, taktförlust samt stillestånd. Genom dessa beräknas kvalitetsbristkostnaderna och beroende på kvantiteten kan den användas till en möjlig investering. För studiefallet där två olika detaljer jämförts, har kostnadstermer införts i VBA för var och en och därefter analyserats. Baserad dels på kostnadsmodellen och diskussioner med berörd personal har den mer lönsamma råmaterialvalet utsetts, vilket var varmförzinkning istället för elförzinkning. En viktig rekommendation är att använda kostnadsmodellen med tillhörande VBA program när viktiga beslut ska fattas, t.ex. investeringar.

Nyckelord: Kostnadsmodell, The Next Step, beslutsfattning, förzinkning

Förord

Detta arbete utgör en avslutande del av min civilingenjörsutbildning i Maskinteknik vid Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet. Arbetet motsvarar 30 högskolepoäng och har utförts på uppdrag av Avdelningen för Industriell produktion och av Volvo Personvagnar i Olofström.

Min förhoppning är att ha bidragit med tillförd kunskap och effektivisering för resultatuppföljning samt utgöra ett stärkt stöd i samband med beslutsfattande.

Jag skulle vilja tacka alla personer som har varit inblandade och tagit sig tiden att besvara mina frågor. Ett särskilt tack vill jag även rikta till följande personer som väglett och ägnat tid åt mig:

- Fredrik Schultheiss, Biträdande lektor och handledare vid LTH/LU.
- Jan-Eric Ståhl, Professor och examinator vid LTH/LU.
- Alf Andersson, Technical Expert, Adj. Professor
- Roger Judinsson, Manager Incoming Material Quality
- Carina Svensson, Quality Coordinator
- Markus Kronberg, Manager Incoming Material Quality

Jeton Salihu

Lund 2015

Symbollista

t_0	Nominell cykeltid per detalj	Min
t_m	Maskintid	Min
T_h	Hanteringstid	Min
T_{vb}	Verktygsbytestid	Min
t_{n0}	Resttid(spilltid)	Min
T_f	Operativ förädling	Min
T_{tr}	Transporttid för verktygsförflyttningar inom t_0	Min
T_{sp}	Tidsåtgång för stödprocesser inom t_0	Min
T_{kvs}	Tid för kvalitetskontroll inom t_0	Min
T_p	Produktionstid per detalj	Min
T_s	Medelstilleståndstid per detalj	Min
T_{0v}	Verklig cykeltid	Min
T_{pb}	Produktionstid per detalj för hel batch med N_0 detaljer	Min
Q_s	Andel produktionsstillestånd	-
Q_p	Relativ taktförlust	-
Q_q	Andel kassationer	-
N	Totalt antal erforderliga ämnen för tillverkning av N_0 detaljer	St
N_0	Nominell seriestorlek	St
N_Q	Antal kasserade detaljer i en serie med N_0 detaljer	St
T_{su}	Ställtid(omställningstid)	Min
T_p	Produktionstakt i detaljer per h för en batch	St/h
T_{plan}	Planderad produktionstid under given tidsperiod	H
k_B	Materialkostnad per detalj	Kr/st
k_{CP}	Maskintimkostnad under produktion	Kr/st
k_{CS}	Maskintimkostnad vid stillestånd och omställning	Kr/st
k_D	Lönekostnad	Kr/h
K_A	Verktygskostnad per timme	Kr/h
U_{RB}	Utnyttjandegraden vid reducerad beläggning	-
X_p	Processutvecklingsfaktor, takt	-
X_{su}	Processutvecklingsfaktor, omställning	-

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemformulering.....	2
1.3 Syfte och frågeställning.....	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Disposition	2
2. Metod	5
2.1 Forskningsprocessen	5
2.2 Studieriktningar.....	5
2.3 Vetenskapliga metoder	6
2.4 Vetenskapliga tekniker.....	6
2.5 Forskningskvalitet	7
2.6 Teori-empiri relationen.....	8
2.7 Metod- och teknikval	9
3. Företagsbeskrivning	11
3.1 Volvokoncernen	11
3.2 Volvo Personvagnar	11
3.3 VCBC.....	11
4. Teoretisk referensram	13
4.1 Tillverkningsindustrins förutsättningar.....	13
4.2 The Next Step.....	14
4.3 Systematisk ProduktionsAnalys (SPA).....	15
4.4 Resultatparametrar	16
4.5 Faktorgrupper	17
4.6 Produktionssäkerhetsmatrisen	18
4.7 Produktionstid och produktionskostnader	19
4.7.1 Produktionstid och takt.....	20
4.8 Kostnadsmodell för tillverkningskostnad och planeringspunkt.....	21
Kostnadsmodell för en planeringspunkt.....	22
Maskintimkostnad	23
4.9 Deterministisk produktionsutveckling	24

4.10. Korrosion och materialnedbrytning.....	25
4.10.1 Korrosion av metaller.....	26
4.10.1 Korrosionsskydd.....	27
4.10.3 Galvaniseringskorrosion.....	27
4.10.4 Varmförzinkning.....	28
4.10.5 Elektrolytisk förzinkning/Elförzinkning:.....	28
4.10.6 Jämförelse mellan Varm- och elförzinkning.....	28
5. Empiri	31
5.1 Processbeskrivning.....	31
5.2 Ämnesbeskrivning.....	33
5.3 Detaljbeskrivning	34
5.4 Kostnadstermer.....	35
5.5 Jämförelse mellan varm- och elförzinkning.....	35
6. Analys	37
6.1 Beräkning av kostnadstermer	38
6.1.1 Verktygskostnader	38
6.1.2 Materialkostnader	38
6.1.3 Utrustnings kostnader vid stillestånd och vid produktion.....	40
6.1.4 Lönekostnader	40
6.1.5 Övriga kostnader.....	41
6.1.6 Eventuella investeringskostnader.....	41
6.1.7 Totala kostnader för vänster framdörr, bilmodell V.40.....	42
6.2 VBA programmet	43
6.2.1 Möjligheterna med VBA programmet är följande:.....	43
6.2.2 Arbetsblock: Tillverkningskostnad	44
6.2.3 Arbetsblock: Jamfora_k	45
6.2.4 Arbetsblock: kTabell.....	46
6.2.5 Arbetsblock: QKombination.....	47
6.2.6 Arbetsblock: Jamfora_fall	47
6.3 Analysen för jämförelse mellan elförzinkning och varmförzinkning	48
6.3.1 Jämförelse i siffror	50
6.3.2 Känslighetsanalys	52
7. Slutsats	54

8. Rekommendationer	56
9. Referenser	58
Elektroniska källor	58
Publicerade källor	58
Muntliga källor	59
10. Bilagor	60
10.1	60
10.2	61
10.3	62
10.4	63
10.5	64
10.6	65
10.7	66
10.8	67
10.9	68
10.10	69
10.11	70
10.12	71
10.13	72
10.14	73
10.15	74
10.16	75
10.17	76
10.18	77

1. Inledning

Detta kapitel börjar med en kort bakgrund till problemet avseende föreliggande examensarbete, därefter beskrivs syftet och frågeställningarna och till sist avslutas med avgränsningar i projektet. Även en kort disposition av hela rapporten skildras.

1.1 Bakgrund

Sedan tillverkningsindustrins framfart i Sverige har både den ekonomiska utvecklingen och välfärden ökat parallellt, och dessutom fungerat som en stabil tillväxtmotor under de tuffare och längre ekonomiska uppförsbackarna. Inte bara direkta jobbtillfällen har skapats utan även många kringtjänster som är kopplade till industrin. Idag är tillverkningsindustrin en mycket viktig del av Sveriges ekonomi och utgör ca 20 % av hela Sveriges BNP (Ekonomifakta, 2015).

Med globaliseringens framfart har kraven på tillverkningsföretag ökat. Dessa krav har medfört stor internationell konkurrens, och har tvingat företag att se över sin verksamhet och sträva ännu mer efter effektiviseringar genom t.ex. lägre tillverkningskostnader eller kortare produktframtagningstider. Den ökade globala konkurrensen har snabbt flyttat tyngdpunkten i världsekonomin från västvärlden till tillväxtmarknader, i synnerhet i Asien, där även många Svenska företag etablerat sig. Denna förflyttning till öst är främst baserad på ekonomiska fördelar och på så sätt möjlighet till expansion och utveckling.

På senare tid har dock ett nytt mönster börjar utvecklas där det i flera branscher syns hur lokala asiatiska aktörer till en början snabbt vinner marknadsandelar på sin stora hemmamarknad och därefter utnyttjar sin volymfördel globalt. Globalismen har även medfört mer än en dubbling av antalet ingenjörer världen över, detta har medfört att innovationsförmågan och teknikens utveckling har ökat avsevärt (McKinsey, 2015)

De flesta tillverkningsföretag jobbar idag med produktionsutveckling och förbättringar för att behålla sin konkurrensfördel, dels för att få utökad marknadsandel men framförallt säkerställa sin överlevnad från låglöneländer. Till sitt förfogande utnyttjas en hel del olika metoder och filosofier som går ut på ständiga förbättringar, t.ex. idéerna i filosofikonceptet Lean-produktion men även det som är på väg att utvecklas nämligen The Next Step. Professor Jan-Eric Ståhl vid Lunds Tekniska Högskola har utvecklad en kostnadsmodell som föreliggande examensarbete kommer baseras på. Modellen är omfattande som inkluderar många olika kostnadsposter och dess grundläggande idé är att beräkna kostnader baserad på drivande parametrar. En viktig fråga som kan besvaras är huruvida beslut och hänsyn angående investeringar och utvecklingsaktiviteter är baserade på korrekta och adekvata kunskaper som beslutsunderlag. Verklighetsanpassade beräkningsmodeller där viktiga parametrar såsom stillestånd, kvalitetsförluster, taktförluster samt kostnader kopplade till bl.a. löner bör studeras och utvecklas samt fungera som beslutsunderlag (Ståhl et al., 2007).

En produktionslinje i VCBC har sedan en längre tid haft processproblem i form av kvalitetsbrister som har skapat kostnader för produktionen. Företaget vill nu få bukt med dessa genom att investera i processen men vill få beslutsunderlag om det är ekonomiskt lönsammare att justera problemen i efterhand, som man har gjort hitintills, kontra investeringens utfall. Vidare vill Volvo få ett klagande huruvida råmaterialets beläggningsmetod medför ökande kostnader.

1.2 Problemformulering

Två år efter att Volvo införskaffat en av Europas största presslinjer, linje 38, har kontinuerliga processproblem i form av kvalitetsbrister skapat kostnader för produktionen. Nu vill företaget få svar på om det är mer lönsamt med en investering i processen eller hantera problemen i efterföljande processteg vilket också medför ökande löpande kostnader. Exempel på kostnader som uppstår i efterhand är kas-sationskostnader eller justeringskostnader. Vidare kommer en jämförelse göras mellan varm- och elförzinkning, där den mest lönsamma metoden kommer bestämmas.

1.3 Syfte och frågeställning

Syfte: Målet med examensarbetet är att utveckla kostnadsmodeller som kan användas som beslutstöd för lämpliga åtgärder vid detaljtillverkning av fordonskomponenter.

Följande frågeställningar ska behandlas:

- Hur skulle en kostnadsmodell kunna se ut och som kan fungera som beslutsunderlag vid eventuell investering kontra kontinuerliga kostnader i efterföljande processteg?
- Vilken förzinkningsmetod är mer lönsam, elförzinkning eller varmförzinkning?

1.4 Avgränsningar

Alla beräkningar som gjorts är insamlade för linje 38 och berör dörrarna till bilmodellerna XC60 och V40, om liknande teorier eller modeller används i andra produktionslinjer eller produkter kan resultatet skilja sig från slutsatserna i detta projekt. Modellen är baserad på en förädlingspunkt och det är viktigt att rätt detaljer bär på rätt kostnader.

Ett viktigt antagande gjordes för beläggningsgraden, det råder full beläggning i produktionen, detta pga. ökning av komplexitet samt svårigheter att få korrekta siffror.

1.5 Disposition

Kapitel 1: Inledning

Detta kapitel börjar med en kort bakgrund till problemet avseende föreliggande examensarbete, där-efter beskrivs syftet där relevanta frågeställningar lyfts upp och till sist avslutas med avgränsningar i projektet. Även en kort disposition av hela rapporten skildras.

Kapitel 2: Metod

Detta kapitel redogör för tillvägagångssättet som utnyttjats med arbetet, dvs. vilka metoder och tek-niker som användes och dess bakomliggande teorier samt den lösningsprocess som utnyttjats.

Kapitel 3: Företagsbeskrivning

Föreliggande kapitel beskriver Volvokoncernen, en kort skildring av VCBC's historia samt produktions-fakta.

Kapitel 4: Teoretisk referensram

Här beskrivs alla bakomliggande teorier. Börjar med tillverkningsindustrins förutsättningar och de olika produktionsutvecklingsfaserna belyses. The Next Step beskrivs mer detaljerat, och då i synnerhet

kostnadsmodellen och alla dess beteckningar. Vidare redogörs för förzinkning och förklaring på de två olika beläggningsmetoderna.

Kapitel 5: Empiri

Detta kapitel behandlar den information som är insamlad på VCBC, dels genom observationer, intervjuer och Volvos egna intranät med varierande presentationsmaterial. Kortfattad beskrivning av kostnadstermerna som kommer ingå samt några kriterier för jämförelsen mellan varm respektive elförzinkning.

Kapitel 6: Analys

Detta kapitel innefattar analysen som baseras på referensramen och empirin. Diskussioner samt analyser över kostnadsmodellen, VBA programmet samt förzinkning redogörs.

Kapitel 7: Slutsatser

Detta kapitel presenterar slutsatserna grundade från analysdelen. Slutsatserna avser att besvara studiens frågeställningar.

Kapitel 8: Rekommendationer

Här beskrivs de rekommendationer som författaren vill överlämna till VCBC i syftet att bidra till förbättringar.

Kapitel 9: Referenser

Kapitel 10: Bilagor

2. Metod

Detta kapitel redogör tillvägagångssättet som utnyttjats under arbetet, dvs. vilka metoder och tekniker som användes och dess bakomliggande teorier samt den lösningsprocess som utnyttjats.

2.1 Forskningsprocessen

Startpunkten för ett forsknings- eller utredningsarbete börjar alltid med ett problem, som antingen ämnas belysas eller lösas genom undersökningen i fråga. Problemet behöver inte vara något problematiskt såsom ordets rätta bemärkelse egentligen definieras, utan kan också beröra något man vill skaffa sig ny eller fördjupad kunskap om, dvs. ett utforskande syfte.

Forskningsprocessen kan beskrivas av ett antal steg som i tur och ordning består av:

- Identifiering av problemområdet
- Formulering av syfte och frågeställningar
- Litteraturgenomgång
- Eventuell precisering av problemet
- Val av undersökningsuppläggning
- Val av undersökningsgrupp
- Val av teknik för informationsinsamling
- Genomförande
- Bearbetning och analys
- Rapportering.

Denna ordning kan inte alltid fullföljas i verkligheten på grund av många anledningar, såsom överlappningen mellan stegen där gränsen inte är helt klart eller det faktum att nya kunskaper och erfarenheter erhålls under hela forskningsprocessen (Patel et al., 2011).

2.2 Studieriktningar

I ett vetenskapligt arbete finns det en mängd valbara inriktningar för studiens utförande, dessa kategoriseras beroende på studiens mål och karaktär. Inriktningarna beskrivna nedan är de vanligaste:

Utforskande syfte

En studie där forskningen berör något helt nytt eller ett forskningsområde med begränsade vetenskapliga kunskaper. Målet med denna inriktning är att införskaffa så mycket kunskaper och förståelse som möjligt för ett bestämt problemområde. Resultatet som erhålls formar ofta basen för vidare studier (Patel et al., 2011)

Beskrivande syfte

Som namnet antyder innebär detta syfte ett problemområde där man vill beskriva och förstå mer om ett fenomen som redan är bevisat i annan forskning (Blomkvist et al., 2014).

Förklarande syfte

Denna studie syftar till att förklara varför olika samband uppstår, alltså ett orsak-verkan-samband (Blomkvist et al., 2014).

Förutsäggande syfte

Ett förutsäggande syfte går ut på att försöka förutspå konsekvenserna av något (Blomkvist et al., 2014). Forskarens mål är att illustrera problemet från flera olika perspektiv, föreslå lösningar och visa inverkan av konsekvenserna som respektive lösning kommer ha på alla involverade partier (Wallén, 1996).

2.3 Vetenskapliga metoder

Ordet metod härstammar från grekiskans *methodos*, och betyder "efter vägen", dvs. den väg man följer för att undersöka det man vill undersöka (Blomkvist & Hallin, 2014). Vetenskapliga metoder går ut på att på ett vetenskapligt sätt närma sig ämnet i fråga och hur man tänker behandla ämnet. Den valda metoden influerar och genomsyrar hela studien (Elvegård, 2012). En metod är ett redskap som möjliggör införskaffning av ny kunskap och på så sätt lösa ett problem (Holme & Solvang, 2001).

Kvalitativ metod och kvantitativ metod

I metodlitteraturen görs det ofta uppdelningen mellan den kvalitativa och kvantitativa metoden. Vilken metod som väljs är helt beroende på vad det är för kunskap som önskas. Den kvalitativa metoden innebär att informationsinsamlingen och analysen är fokuserad på kunskap som kan hjälpa till att inventera, uttyda och förstå fenomen. Den kvantitativa metoden innebär undersökningar som görs av sådant som är mätbart, dvs. insamlad data består av siffror (Patel et al., 1987). En undersökning kan få högre värde om man använder flera olika metoder och tekniker (Ejvegård, 2009). Även Holme och Solvang (2001) påpekar att en kombination av kvalitativa och kvantitativa metoderna är fördelaktigt.

Fallstudie

För att kunna beskriva samt analysera en studie med verklig data görs fallstudier eller case studies, som de också betecknas. Omfattande och täckande information ligger till grund för fallstudier men på en mindre avgränsad grupp, följaktligen behöver forskaren använda sig av flera olika informationsinsamlingstekniker såsom intervjuer, enkäter eller observationer. Fallstudier har ofta betraktas som explorativa, men har under senare år kommit att användas vid deskriptiva studier. Ekologisk validitet, dvs. möjlighet att kunna generalisera från en kontext till en annan, är en av fallstudiers största fördel. En viktig nackdel är populationens validitet, dvs. möjlighet att generalisera till en större grupp. (Patel et al., 1987).

Experimentell studie

I en experimentell studie observeras några variabler samtidigt som forskaren försöker få kontroll över andra faktorer som kan påverka de variabler av intresse (Patel et al., 2011).

Modell

En vidareutveckling av en teori är begreppet modell, vars uppgift är att fungera som en länk mellan en teori och verklighet. Modellen alstras ofta i form av en teckning eller diagram och har som syfte att illustrera teorin samt ge en tolkning på fenomenen (Patel et al., 1987). En förenklad modell lär inte återspegla den synnerligen komplicerade verkligheten. Modellens användningsområde är avgörande för hur komplicerad och detaljrik modellen får vara (Ejvegård, 2009).

2.4 Vetenskapliga tekniker

När valet av ämne samt en närmare anblick över vad som ska undersökas är det dags att bestämma hur datainsamlingen ska göras. Det finns många olika sätt att samla information i hopp om att besvara

frågeställningarna. Vilken teknik som väljs är beroende på vilken som besvarar frågeställningen tillfredställande med hänsyn till den tid och medel som står till förfogande (Patel & Davidsson, 2011).

Litteraturundersökning

I forskningssammanhang avser litteratur mer eller mindre allt tryckt material såsom böcker, artiklar, rapporter eller uppsatser. Dessutom tillkommer all information från internet. Förstudier för forskning som bedrivits tidigare är att rekommenderas som översiktsarbete (Ejvegård, 2009).

Enkät- och intervju

Intervjuer och enkäter är bra sätt att samla viktig information, intervjun är en muntlig kommunikation och enkät skriftlig. Båda bygger på frågor och går ut på att man vill ta reda på åsikter, tyckanden, uppfattningar, kunskaper mm. hos en population. Vid intervjuer är det vanligaste att fråga ut en respondent i taget, medan enkäter bestående av ett frågeformulär sänds ut till ett större antal personer. Intervjuer är ofta mer tidskrävande både på det empiriska planet men även bearbetningsplanet. Röstinspelning är mer praktiskt än att föra anteckning, men kan vara hämmande för vissa personer (Ejvegård, 2009).

Observation

Observationer är det främsta medlet för införskaffning av information om omvärlden, och därmed räknas som en av de vetenskapliga teknikerna för att samla information. I vetenskapliga sammanhang måste observationer vara systematiskt planerade och systematiskt registrering av informationen. Observationer ger möjligheten att studera beteenden och skeenden i ett naturligt sammanhang under samma stund som de faktiskt sker, vilket har både för- och nackdelar däribland representations- och spontanitetsfrågor (Ejvegård, 2009).

2.5 Forskningskvalitet

Reliabilitet

Forskarens noggrannhet vid informationsbearbetning kommer vara avgörande för reliabiliteten i en studie. Hög reliabilitet uppnås om flertal oberoende mätningar på samma observerade objekt presenterar exakt eller nästan exakt samma resultat. Vid många faktorer inblandade är det oundvikligt att undvika fel vid insamling och bearbetning av information. Därför måste forskaren sträva efter att minska dessa fel för att erhålla hög reliabilitet i forskningsstudien (Holme & Solvang 2001). Vid en kvalitativ studie har reliabiliteten en annan innebörd jämförd med en kvantitativ studie. Om en respondent blir intervjuad vid flertalet tillfällen och svaret till samma frågor varierar för varje gång, då är reliabiliteten i en kvantitativ studie låg. Detta behöver inte vara fallet för en kvalitativ studie. Respondenten kan ha ändrat uppfattning för varje tillfälle, eller lärt sig något nytt från tidigare tillfälle och därmed blir studien förbättrad. Därför bör omständigheterna för en kvalitativ studie ses som en korrelation av den unika situationen som råder vid undersökningstillfället och den reliabilitet som erhålls (Patel et al., 2011).

Validitet

Hög validitet erhålls om forskaren faktiskt mäter det som är avsett att mätas. Följaktligen är validitet starkt förknippad med formuleringen av problemet och de specifika frågeställningarna forskaren ämnat undersöka. Både reliabiliteten och validiteten måste beaktas samtidigt i en forskningsstudie eftersom båda begreppen står i ett visst förhållande till varandra. Hög validitet i en kvantitativ studie

uppnås genom att studera de rätta fenomen, stödja den med god teoretisk underlag och forskningsmetodik, och genom att utföra noggranna mätningar. Validiteten i en kvalitativ studie gäller inte bara för datainsamlingen utan för hela forskningsprocessen, och är dessutom förknippad med forskarens förmåga att tolka flera uppfattningar även om vissa är motsägelsefulla. Validiteten kan inte garanteras genom att rutiner och regler eftersom varje kvalitativ studie är unik (Patel et al., 2011).

2.6 Teori-empiri relationen

Enligt Patel et al.(2011) är missionen för en forskare att relatera teorin och verkligheten mot varandra. Underlaget för teorin består av data, som ofta benämns empiri, och går ut på att avspegla teorin till verkligheten så bra som möjligt. Tre olika tillvägagångssätt som forskare kan arbeta med för att åstadkomma teori-empiri relationen är begreppen deduktion, induktion och abduktion. Informationskällorna kan vara av primär eller sekundär karaktär. Närmare beskrivning följer nedan.

Induktion

En forskare med ett induktivt arbetssätt studerar forskningsobjektet och formulerar en teori baserad på den samlade empirin, detta utan att först ha förankrat undersökningen i en redan befintlig och etablerad teori. Eftersom den samlade empirin är typisk för en speciell situation, tid eller grupp av människor råder det svårigheter att applicera teorin i allmänhet. Forskarens egna idéer och föreställningar kommer ha inflytande på de teorier som produceras. (Patel et al., 2011)

Deduktion

En forskare som använder allmänna principer och redan befintliga teorier vid studie av ett fenomen, utnyttjar det s.k. deduktiva arbetssättet. På detta sätt dras slutsatser om enskilda företeelser, där hypoteser härleds och sedan provas empiriskt i det aktuella fallet, ett annat ord för detta är hypotetiskt-deduktiva. Den redan befintliga teorin redogör vilken information som ska samlas in, hur den ska tolkas och hur resultaten ska relateras till den befintliga teorin. Ett deduktivt arbetssätt anses ge större objektivitet eftersom utgångspunkten ligger i redan befintlig teori. En nackdel med detta arbetssätt är att den befintliga teorin påverkar forskningen så att nya och intressanta iakttagelser inte upptäcks. (Patel et al., 2011)

Abduktion

Abduktion är en kombination mellan induktion och deduktion. Det induktiva arbetssättet kommer leda till en formulering av en tillfällig teori baserad på ett enskilt fall. Därefter kommer den erhållna teorin utvecklas ytterligare och därmed bli mer applicerbar i allmänhet efter att ha blivit beprövad i nya fall. En viktig fördel med detta arbetssätt ligger i den ökade flexibiliteten jämförd med en strikt deduktivt eller induktivt arbetssätt. En nackdel kan vara att alla forskare är färgade från tidigare erfarenheter, vilket påverkar objektiviteten. (Patel et al., 2011)

Informationskällor

Den samlade informationen är kategoriserad som primär och sekundär data. Rådata som är erhållet från ursprungskällan, såsom intervjuer, refereras som primärdata. Sekundärdata är befintlig data som erhålls från komplicerade rapporter i andra sammanhang, såsom tillgänglig statistik eller tidigare studier (Lekvall et al., 2001). Enligt Patel et al. (2011) måste forskaren kritiskt analysera erhållna dokument i strävan att göra en rättvis bedömning. Ett centralt intresse för källkritik är att ta reda på när och var dokumentet är skrivet. Dessutom är det viktigt att överväga trovärdigheten författaren ger och själva syftet med det dokumentet.

2.7 Metod- och teknikval

Den lösningsgång som valdes följer i grova drag den generella forskningsprocessen som Patel och Davidson (2011) summerat. De studieinriktningarna som redovisades ovan är vanligt förekommande under olika delar av arbetets gång. Vart gränsen mellan de olika inriktningarna går är svårt att bestämma, det beskrivandet syftet är bäst lämpad för arbetets inledning och beskrivning av nuläget i produktionen. I framtagandet av kostnadsmodellen och analysen där målet är att utreda olika alternativ och ge rekommendationer är både det förklarande- och förutsäggande syftet lämpliga att utnyttjas.

Datainsamlingen från företaget accepteras som reliabel om det inte finns misstanke till annat. Vidare kommer datainsamlingen ske från flera olika system i strävan att uppnå hög reliabilitet och korrelationen för överrensstämmelser mellan källorna.

För validitetssäkring ligger problemformuleringen som grund för insamlingen av data. Dessutom kommer kontinuerlig diskussion hållas med handledarna från företaget, vilka ska vägleda till valid datainsamling.

För att bli familjär med examensarbetets mål tillägnades initialfasen till samling av sekundär data i form av skrivbordstudie av aktuell litteratur inom ämnesområdet. Ett deduktivt arbetssätt utövades i vilken kärnan av det teoretiska ramverket återfanns i olika vetenskapliga artiklar. Återstående teori fanns främst i litteraturen som användes i kurser vid LTH. Ytterligare sekundär data samlades in från olika kompulerade rapporter som var författade av anställda på Volvo Cars.

Intervjuer genomfördes med personalen på VCBC med avsikten att få fördjupade kunskaper i vilka aspekter som är av särskilt betydelse. Diskussioner hölls även med personalen på avdelningen för industriell produktion vid LTH, avsikten med diskussionerna var att få en djupare förståelse för de matematiska modellerna samt hur en anpassning för studiens fallstudie kan göras. Information som erhöles var huvudsakligen av kvalitativ karaktär.

Parallellt med litteraturstudien och genomförda intervjuer utfördes en nulägesbeskrivning. Denna beskrivning baserades på kvalitativa intervjuer med medarbetarna på Volvo Ab. Även medarbetare inom andra områden med kunskaper och värdefull information intervjuades löpande. Syftet med dessa kvalitativa intervjuer var att få en klarare bild över delproblem samt få överblick över hur företaget arbetar i dagsläget. Respondenterna för de kvalitativa intervjuer som genomfördes under löpande tidsperiod tillhörde olika avdelningar på företaget, från kvalitetsavdelningen till produktion - och finansavdelning. Vidare erhöles kontinuerlig kontakt samt rådgivning med handledaren på LTH. En mer detaljerad lista över respondenterna finns i referenser, muntliga källor.

Bildörrarna till Volvo XC 60 och V40 som tillverkas i linje 38 valdes till fallstudien. Detta val baserades på processrelaterade kostnader i form av höga kassationsandelar som tillkommit under de två senaste åren. Processproblemen som genererat höga kostnader i nämnda linje är av intresse för många och därmed fått många att medverka vilket tyder på rätt val av fallstudie.

Analyser av insamlat material gjordes och utifrån den kunskapen beräknades och programmerades en kostnadsmodell, där bland annat tillverkningskostnaden per detalj erhålls. Denna kostnad beräknades för båda bilarna och utfallen jämfördes och analyserades. Vidare utnyttjades de teoretiska kunskaperna för analyser av resultatet för svar till frågeställningarna. Kostnadsmodellen programmerades via

Visual Basic(VBA) och därifrån möjliggjordes analyser och möjligheter att efterlikna samt eftersträva ett verklighetstroget utfall. Rapporten avslutas med diskussion och slutsats.



Figur 1 Lösningsprocessen som utnyttjades för föreliggande examensarbete.

3. Företagsbeskrivning

Detta kapitel beskriver Volvokoncernen, en kort beskrivning av VCBC's historia samt produktionsfakta och produktutbud.

3.1 Volvokoncernen

År 1927 bestämde sig två ingenjörer som tidigare varit verksamma på Svenska Kullagerfabriken (SKF), Assar Gabrielsson och Gustav Larsson, att bilda företaget Volvo i Göteborg. Namnet Volvo valdes efter ett dotterbolag till SKF som skulle sälja kullager i USA (Volvo Group Sverige, 2015).

Volvo blev med åren en stor aktör på en global marknad som idag tillverkar allt från lastbilar, bussar, anläggningsmaskiner till marina- och industrimotorer. Även kompletta finansiella tjänster och service tillhandahålls. Volvokoncernen - med huvudkontoret i Göteborg och noterat på Stockholmsbörsen - sysselsätter cirka 110 000 personer världen över, har produktionsanläggningar i 18 länder och försäljning i mer än 190 marknader (Volvo Group, 2015).

3.2 Volvo Personvagnar

Vid millenniumskiftet sålde Volvo sin bilproduktion, Volvo Personvagnar, till det Amerikanska företaget Ford Motor Company. En dekad senare köpte det Kinesiska företaget Geely upp Volvo Personvagnar och äger idag 51 % (Volvo säljs till Geely, 2015).

Volvo Personvagnar AB är ett välkänt namn inom bilindustrin som alltsedan den första tillverkade Volvobilen, ÖV4 (Jakob) den 14 april 1927, har haft en stadig ström av olika Volvomodeller som lämnat Volvofabrikerna. Huvudkontoret ligger i Torslanda på Hisingen i Göteborg, liksom monteringsfabriken. Även andra viktiga enheter såsom krocktestcenter, centrallager eller utvecklingsavdelningen är belägna här. Andra viktiga produktionsorter finns i Gent, Chengdu, Chongqing, Zhangjiakou, Skövde och Olofström.

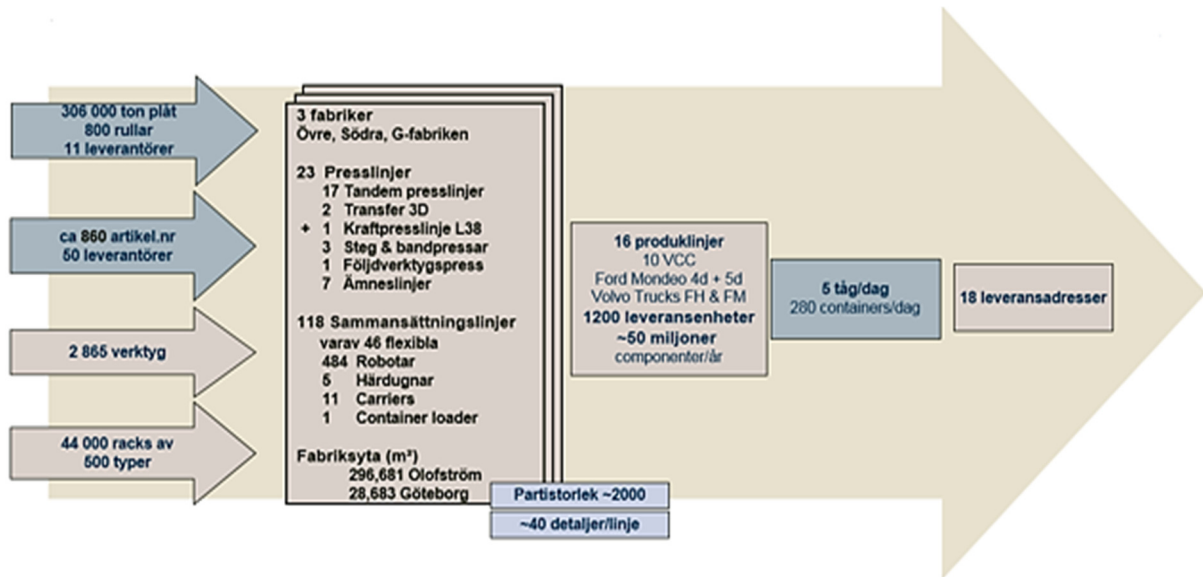


Figur 2 Volvos första bil ÖV4 eller Jakob 1927 (t.v.) och Volvos senaste bil XC90 2015 (t.h.).

3.3. VCBC

Olofströms tillväxt började inte förrän en driftig handelsman från Karlshamn vid namn Olof Ohlsson, som också gett orten dess namn, drev det industriella järnbruket som grundades 1735 och som senare benämndes Olofströms bruk. Olika typer av produktutveckling provades fram och vid början av 1900-talet började man framställa emaljerade kärl som blev bättre än förväntad men bildelstillverkningen började dominera. Företaget växte snabbt och är idag Blekinges största företag (Olofströms Historia, 2015).

VCBC levererar karosskomponenter till Volvo Personvagnars bilfabriker i Sverige, Belgien, Malaysia, Kina, Volvo Lastvagnar och Ford of Europe. VCBC är unikt med upp till 8 Volvomodeller i produktionen. Kärnverksamheten är produktion av karosskomponenter där pressning, delsammansättning och material och logistik är viktiga områden. Volvos "mission" är att: "Utveckla, tillverka och leverera högkvalitativa verktyg och karosskomponenter i en robust, Lean och miljövänlig produktionsprocess". Produktionsfakta till VCBC illustreras i figur 3 nedan.



Figur 3 Illustration över produktionsfakta i VCBC's tre fabriker.

4. Teoretisk referensram

Detta kapitel beskriver teorin som är relaterad till detta examensarbete. Kapitlets mål är att ge läsaren förståelse för de matematiska samband och uttryck samt teoretiska modeller som ligger i grund för examensarbetets fortskridande.

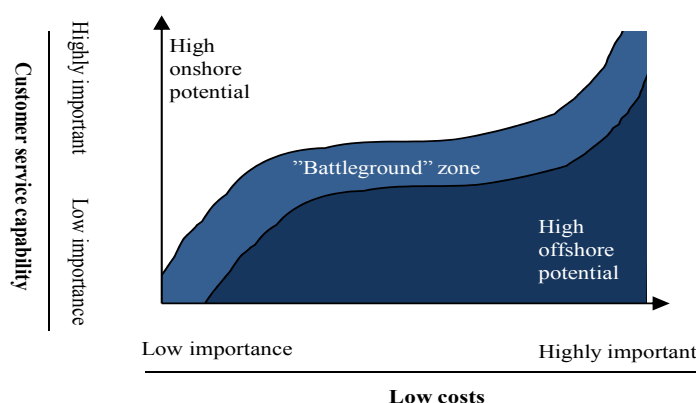
4.1 Tillverkningsindustrins förutsättningar

Allt för ofta påstås att Sverige och andra västländer har lämnat industriåldern och istället övergått till informationsåldern, trots detta utgör tillverkningsindustrin en stor andel av Sveriges totala BNP. Tillverkningsindustrin sysselsätter nästan en fjärdedel av Sveriges totala arbetskraft (Jönsson, 2012). Denna andel har minskat med tiden i förhållande till flera olika faktorer såsom automatisering eller globaliseringens påtagliga framfart.

I Sverige och andra västländer är tillverkningsindustrin under stark förändring, en betydande medverkande kraft är globaliseringens konkurrenssituation. En majoritet av tillverkningsföretagen jobbar med produktionsutveckling och effektiviseringar för att möta konkurrensen från låglöneländer i t.ex. Asien. Enligt Ståhl et al. (2007) läggs för mycket vikt på lönenivåerna när beslut för outsourcing görs. Vidare anser Ståhl att tillväxten i tillverkningsindustrin sker till största del genom effektiviseringar inom redan etablerade verksamheter, och att detta är minst lika viktigt för sysselsättningen som att skapa nya företag.

För att fortsätta vara konkurrenskraftiga är det därför viktigt att ha hög kostnadsmedvetenhet. Denna kännedom om kostnader innebär bl.a. att produktionspersonalen är medvetna om hur tillverkningskostnaden är fördelad mellan olika kostnadsposter och har förstått innebörden över hur olika parametrar influerar produktkostnaden (Jönsson, 2012).

Enklare tillverkning som kräver hög andel manuellt arbete är mycket osannolik att vara lönsam i länder med höga lönenivåer såsom Sverige. Samtidigt finns det en risk att lönsamma tillverkningar, med lämpliga utvecklingsaktiviteter också flyttar till låglöneländer. Figuren 1.1 nedan illustrerar just detta, där x-axeln står för vikten av löner och y-axeln vikten av kundservice. "Battleground" motsvarar ett område där det inte är självklart att lönsamhet kommer råda (Bay Area Economy, 2005).



Figur 4 Faktorer som påverkar potentialen för onshore (hemmaproduktion) och offshore (utomlands) produktion. Källa: Bay Area Economy, *One million Jobs at Risk*, 2005:

De kändaste svenska tillverkningsföretag (Volvo, SKF, Ericsson m.fl.) har haft en organisation som från början avspeglat det klassamhälle som rådde på denna tid, detta gav en pyramidliknande företagsorganisation med många beslutsnivåer. Med tiden då samhället utvecklades och blev mer jämställd har

även företagen anpassats och fått en mer "platt organisation" som struktur. Förutom det sociala levnadsmönstret i samhället var även den tekniska utvecklingen en avgörande drivkraft bakom tillverkningsindustrins utveckling.

Den industriella verksamheten har allt sedan början genomgått två stora utvecklingsfaser:

1. Hantverksindustrins transformation till massproduktion.
2. Massproduktions transformation till Lean Produktion.

Den första utvecklingsfasen ägde rum i slutet av 1800-talet då biltillverkare som bl.a. Daimler-Benz och Ford påbörjade sin tillverkning. I samband med den sistnämnda föddes massproduktionen i USA. En mer precis tidpunkt anses vara när Henry Ford startade tillverkningen av bilmodellen Ford Model T, som är mera känd som T-Ford, i Detroit år 1909. Under denna tid var det endast ett fåtal som hade möjlighet att äga en bil, Henrys dröm var att producera en bil som alla skulle kunna ha råd med. Detta genom att masstillverka bilar med så simpel design som möjligt och det till den minsta utförbara kostnaden. Den andra utvecklingsfasen kom till när Toyota motor Companys grundare Kiichiro Toyoda planerade att tillverka bilar för den japanska marknaden. Han insåg bristerna som massproduktionen hade och ville även forska och utveckla en produktionsmetod som skulle passa Japans situation samt uppfylla kraven på flexibilitet och resurssnålhet. Ett utav dem viktigaste begrepp som myntades var "Just in Time", som spreds världen över. Början på det välkända uttrycket "Lean produktion" tog vid och många företag insåg dess positiva konsekvenser och ville implementera det själva. Båda dessa utvecklingsfaser bygger på de positiva inslagen från tidigare steg. Vid kontinuerlig utveckling är det svårt att se om införda förändringar har lett till någon ny filosofi, det kan dock säkerställas att ett nytt utvecklingssteg alltid är på väg (Ståhl, 2012).

4.2 The Next Step

Numera är det utvecklingssteg som blir mer och mer vedertaget döpt till "The Next Step". Mycket utav de positiva inslagen från tidigare steg, i synnerhet "Lean produktion". Huvudsyftet med The Next Step är att skapa ekonomiskt baserat beslutsunderlag vid produktionsutveckling, detta genom att göra tillverkningsekonomiska analyser och simuleringar på möjliga utfall.

Andra viktiga mål inom The Next Step är:

- Redogöra kompletta kostnadsuppdelning baserad på en genomgripande kostnadsmodell.
- Skapa en koppling mellan det ekonomiska utfall och den tekniska prestandan i ett produktionsystem.
- Vid kostnadsuppdelning erhålla parametrarna som är drivande för kostnader och prestandan.
- Formulera målbaserad utveckling och målfunktioner.
- Genom simulering erhålla möjliga utfall av olika utvecklingsscenarier.
- Jämföra kostnadstermer mellan olika produktionsystem.
- Sätta en siffra på hur mycket kvalitetsbristkostnader utgör.

Skillnaden mellan de olika produktionsutvecklings- och utvecklingstransformationer som skett under åren visas i bilden nedan (Ståhl, 2012).



Figur 5 Figuren ovan visar hur produktionstransformationer utvecklats genom tiden. Källa: Jan-Eric Ståhl Lunds universitet 2011.

Syftet i The Next Step är tillverkningsekonomiska analyser och möjlighet till simulering på olika scenarier. En modell för beräkning av tillverkningskostnaden, utvecklad av Jan-Eric Ståhl, visas i bilden nedan. Denna kostnadsmodell utgör kärnan i The Next Step och utnyttjas för beräkning av tillverkningskostnaden för en detalj. Eftersom den verkliga kostnaden per tillverkad detalj erhålls, innebär det att kostnadsmodellen även kan ligga till grund för en s.k. kostnadsbaserad prissättningsmodell genom olika former av påslag med hjälp av s.k. beta faktorer (β -faktorer). Skillnaden mellan försäljningspriset och tillverkningskostnaden per detalj är det överskott som erhålls för varje såld detalj (Ståhl, 2015).

$$\begin{aligned}
 k = & \underbrace{\frac{k_A}{N_0} \left[\frac{1}{n_{PA}} \right]_a}_{\text{Verktögskostnader}} + \underbrace{\frac{k_B}{N_0} \left[\frac{N_0}{(1-q_Q)(1-q_B)} \right]_b}_{\text{Materialkostnader}} + \underbrace{\frac{\kappa_C \cdot k_{CP}}{60N_0} \left[\frac{x_p \cdot t_0 \cdot N_0}{(1-q_Q)(1-q_P)} \right]_{c1}}_{\text{Utrustningskostnader, under produktion}} + \\
 & \underbrace{\frac{\kappa_C \cdot k_{CS}}{60N_0} \left[\frac{x_p \cdot t_0 \cdot N_0 \cdot q_S}{(1-q_Q)(1-q_S)(1-q_P)} + x_{su} \cdot T_{su} + \frac{1-U_{RB}}{U_{RB}} T_b \right]_{c2}}_{\text{Utrustningskostnader, vid stopptid}} + \\
 & \underbrace{\frac{\kappa_D \cdot k_D}{60N_0} \left[\frac{x_p \cdot t_0 \cdot N_0}{(1-q_Q)(1-q_S)(1-q_P)} + x_{su} \cdot T_{su} + \frac{1-U_{RB}}{U_{RB}} T_b \right]_d}_{\text{Lönekostnader}} + \frac{k_{sum}}{N_0}
 \end{aligned}$$

Figur 6 Kostnadsmodellen inkl. kostnadsposterna som inkluderats.

Här har olika kostnadstermer summerats för att erhålla den totala kostnaden per tillverkat detalj, k . Kostnadsformeln och alla dess beteckningar förklaras mer genomgående längre ner.

4.3 Systematisk ProduktionsAnalys (SPA)

SPA är ett användbart verktyg som används för att följa upp produktionsprocesser med syftet att få underlag för beslut kring förändringar och utveckling. SPA ska avspegla och beskriva det verkliga produktionsförhållandet. Huvudsyftet med denna analys är att bestämma förlusttermer. För att utföra

en SPA kan en produktionssäkerhetsmatris utnyttjas, som byggs upp av faktorgrupper och resultatparametrar (Ståhl, 2012).

Ett annat sätt att beskriva resultatet från en produktion är produktionssäkerhet och den innefattar:

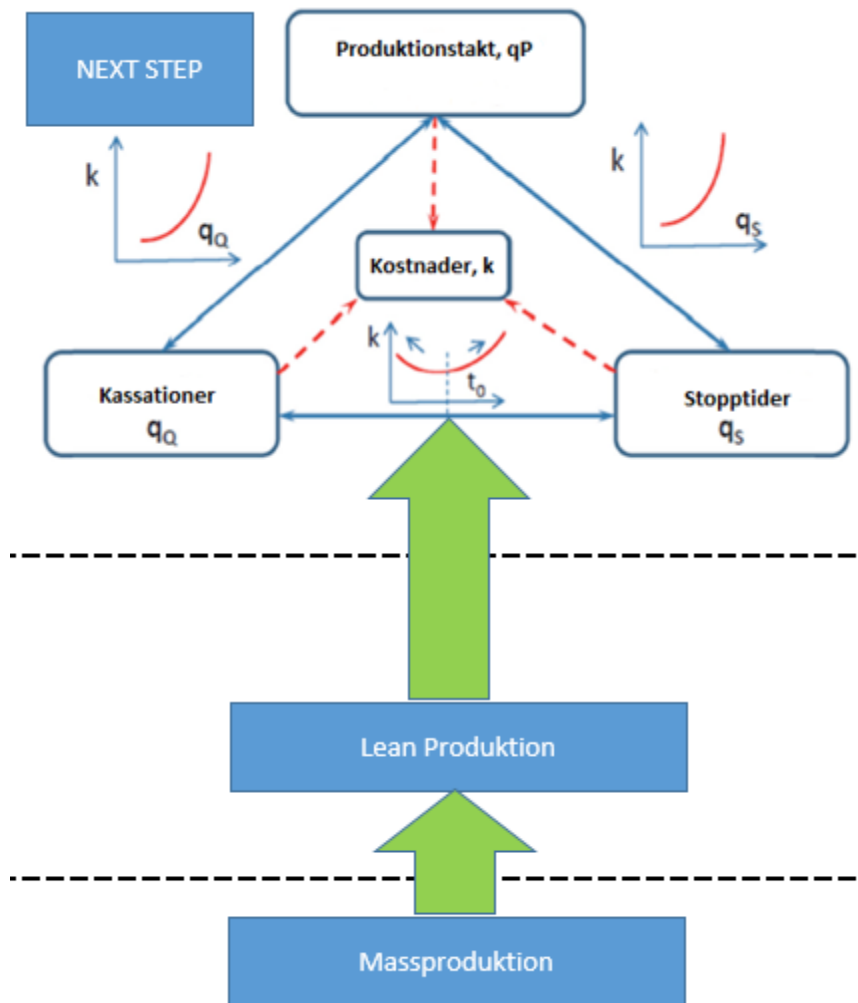
- Rätt kvalitet: Avseende detaljens dimension, ytkaraktär, egenskaper och funktion samt prestanda.
- Rätt tid: Detaljens leveranstidpunkt hålls.
- Rätt tillverkningskostnad: Detaljen får inte kosta mer än beräknad.

4.4 Resultatparametrar

Resultatparametrar beskriver resultatet från en förädlingsstation. De delas in i tre huvudgrupper:

- Kvalitetsparametrar: Avseende krav på dimensionen, ytan, egenskaper, funktionen och prestandan, $Q_1, Q_2, \dots Q_n$.
- Stilleståndparametrar: Avseende stillestånd som orsakas av processrelaterade händelser, $S_1, S_2, \dots S_n$. Stilleståndparametrarna delas i sin tur i planerade och oplanerade stopp.
- Takt- eller produktionshastighetsparametrar: Beskriver eller uttrycker produktionshastigheten t.ex. antalet detaljer per tidsenhet eller avverkad spånvolym per tidsenhet, $P_1, P_2, \dots P_n$.

Figuren nedan illustrerar förhållandet mellan de tre resultatparametrar beskrivna ovan. Skulle produktions takten ökas då krävs generellt sett teknisk utveckling och kompetenshöjning för att inte påverka kassationer och stillestånd. De ökade kostnaderna som tillkommer då är relaterade till kvalitetsstörningar och oplanerade stopp. Resultatparametrarna påverkade var och en tillverkningskostnaden, och tillsammans utgör de kvalitetsbristkostnaderna (Ståhl, 2012).



Figur 7 Förhållandet mellan produktionstakt, kvalitetstörningar och stillestånd.

På senare tid har miljö- och återvinningsfrågor fått en större vikt och blivit vanligare. Följaktligen intresset att kunna bedöma miljöpåverkan som tillkommer med produkten. Hela produktens livscykel måste beaktas, och förutom detaljens ingående material och materialkombinationer även inkludera de verktyg, utrustningar och processtillätsor som utnyttjas vid tillverkningen. Detta har lett till introduktionen av ytterligare en resultatparameter, s.k. MK-parametrar (Ståhl, 2012).

- Miljö- och Kretsloppsparametrar: Beaktar bl.a. verktyg, utrustning, processtillätsor, energiförbrukning, samt produktionsspill och återvinningsbarhet, MK_1 , MK_2 , ... MK_n .

4.5 Faktorgrupper

Faktorgrupper från A till G används för att beskriva hur produktionssäkerheten och tillverkningsmetodens resultatparametrar påverkas. Inom varje faktorgrupp finns olika faktorer som antingen enskild eller i kombination kan påverka. Därför är det nödvändigt att systematisera dessa faktorer för att så optimalt och effektivt som möjligt kunna påverka och utveckla produktionsresultatet.

Faktorgrupperna kan indelas enligt följande (Ståhl, 2012):

A: Verktyg: Geometri-, Yt- och materialrelaterade faktorer. Samtliga resultatparametrar får stort inflytande från verktygets prestanda. Det finns en samverkan mellan verktygsfaktorn och de andra faktorerna. Förbättringar eller utveckling av verktygsfaktorn görs i samverkan med arbetsmaterialet.

B: Arbetsmaterial och ämne: Geometri-, Yt- och materialrelaterade faktorer. Vid förbättring av arbetsmaterialets producerbarhet är det viktigt att den färdiga produktens egenskaper försämras.

C: Förädlingsprocessen: Många enskilda faktorer styr tillverkningsutrustningens prestanda, såsom: Utrustningsrelaterade faktorer(styvhet, dämpning etc.), processdata(skärdata, presskraft etc.), process-tillsatser(smörjmedel, skyddsgaser, tillsatsmaterial etc.) men även andra beredningsrelaterade faktorer(verktygsbyten, operationsföljd etc.).

D: Personal- och organisation: Handhavande, instruktioner samt åtgärdsplaner, ansvar, befogenheter, arbetsformer etc.

E: Slitage och underhåll: Verktygsrelaterade. Process- och utrustningsrelaterad faktorer. Planerat och akut underhåll. Underhåll efter produktionen.

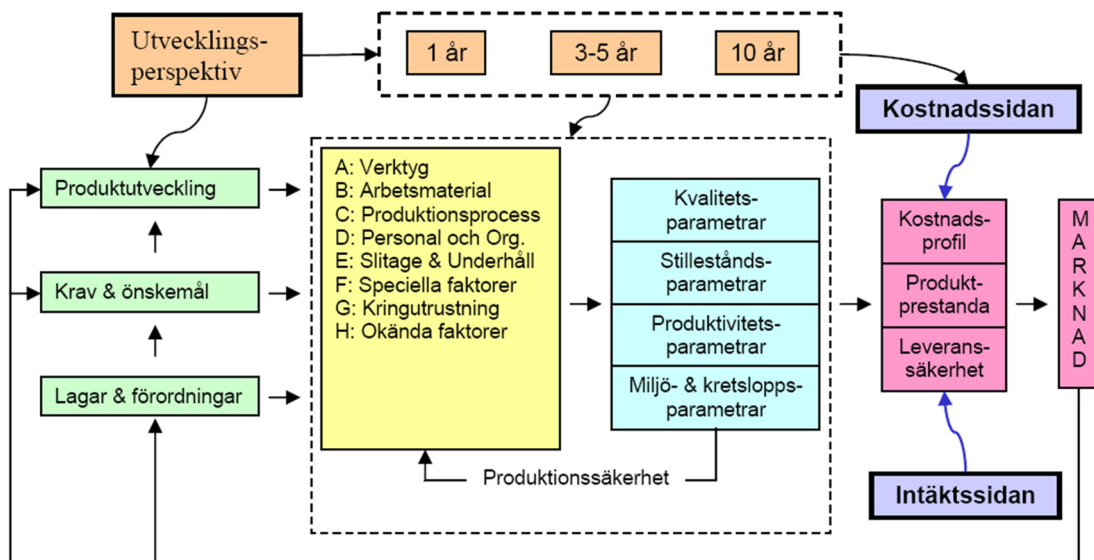
F: Speciella processbeteenden: Unika uppträdanden. T.ex. stänk vid svetsning eller löseggsbildning vid skärande bearbetning.

G: Kringutrustning: Materialhanteringsutrustning, gripdon, transportband etc.

H: Oidentifierade faktorer inverkan: Denna faktorgrupp finns med vid oidentifierbara faktorer inverkan, främst för att inte försämr precisionen för de andra faktorerna.

Indelningen i de olika faktorgrupperna som syns ovan är generell, vilket möjliggör implementering i de flesta tillverkningsmetoder. Den mänskliga faktorn, faktorgrupp D, är en viktig faktor i synnerhet i kunskapsintensiva företag. Ett företag anses styras av både företagets medelkompetens och spetskompetens, därför bör kontinuerlig kompetensutveckling av personalen ske.

Figuren nedan illustrerar hur faktorgrupperna är kopplade till produktionssäkerheten och resultatparametrarna i ett större industriellt sammanhang (Ståhl, 2012).



Figur 8 Samband mellan faktorgrupperna A-G och produktionssystemets resultatparametrar.

4.6 Produktionssäkerhetsmatrisen

Kombination av resultatparametrar och faktorgrupper kan ProduktionsSäkerhetsMatrisen (PSM) bildas. Matrisen binder samman styrande faktorer med produktionsresultatet. Matrisen (PSM) har bl.a. utvecklats i samarbeten mellan LU, Alfa Laval och Volvo Personvagnar i Olofström under 1990-talet

och har sedan dess legat till grund i många studier och projekt. De tre resultatparametrarna, kassationer, stillestånd, taktförluster och miljö- och kretsloppsparmetrarna beskriver förlusterna i processen. Resultatparametrarna har ett specifikt förhållande till varandra, där en förbättring av en kan leda till en försämring av den andra (Ståhl, 2012).

PSM's primära användningsområden är:

- Uppföljning av löpande produktion med målet att hitta områden som kan förbättras, således underlag för förbättringsarbeten.
- Underlag för framtida uppbyggnad av nya produktionssystem.
- Underlag för dokumentation av erfarenheter och kompetens.

Faktorgrupper	Kvalitetsparametrar Q_1, Q_2, \dots	Stilleståndsparametrar S_1, S_2, \dots	Produktionshastighetsparametrar P_1, P_2, \dots	Miljö- och Kretsloppsparmetrar MK_1, MK_2, \dots	Σ Faktorer
A. Verktyg					100
B. Arbetsmaterial					100
C. Process					300
D. Personal & Org.					100
E. Slitage & underhåll					100
F. Speciella faktorer					100
G. Kringutrustning					100
H: Okänt					0
Σ Resultatparametrar	200	400	200	100	

Figur 9 Produktionsäkerhetsmatrisens principiella uppbyggnad.

Produktionsuppföljning kan göras enligt följande steg:

1. Identifiera de resultatparametrar som är kritiska för detaljens funktion och produktionsförutsättningar.
2. Identifiering av de faktorer som påverkar under respektive faktorgrupp.
3. Identifiering av möjliga samband mellan faktorerna och resultatparametrarna.
4. Prioritering av sambanden från punkt 3.
5. Produktionsuppföljning med händelser knutna till resultatparametrarna registrerar och styrande faktorer identifieras.
6. Analys och beredning av alla data som är insamlad.
7. Åtgärdsplan i hopp att optimera och förändra aktuell produktionsavsnitt.
8. Implementering av hela eller delar av föreslagen åtgärdsplan efter att beslut som är baserade på tillverkningssekonomisk analys gjorts.
9. Uppföljning och utvärdering av implementerade åtgärder.

Erhållen matrisdata räknas om till minuter för att därefter räkna ut kostnader eller jämföra med andra tider. T.ex. utgörs en kasserad detalj antalet minuter som tillverkningen tagit.

4.7 Produktionstid och produktionskostnader

Kostnadsmodellen som ska redovisas och utnyttjas i föreliggande studie kan fungera som ekonomisk underlag vid beslutsfattande. Modellen har flera användningsområden, men de huvudsakliga är att utgöra ekonomisk grund för styrning av kontinuerliga förändrings- och förbättringsarbete men även

utnyttjas som underlag för forskning och utveckling. Vid introduktion av nya produkter kan modellen utgöra ett hjälpmedel och implementeras i simuleringsprogram för att lättare kunna erhålla produktionslösningar.

Modellen som är utvecklad på avdelningen för Industriell produktion, LTH, redovisar själva kostnaden på förädlingsnivå och inkluderar de faktorer som har störst påverkan på tillverkningskostnaden. Nedan redovisas de samband och resonemang vars ändamål är att ge bättre förståelse om de olika kostnadsposternas påverkan av den produktionsrelaterade kostnaden för att tillverka en produkt.

För att räkna ut vad en detalj kostar att tillverka är produktionstiden, taktförluster, kassationsförluster, stilleståndsandel och ställtid några parametrar som är mycket viktiga. Kostnaden i sin tur är avgörande för konkurrenskraften för ett tillverkningssystem och en viktig indikation vid beslutfattande om en produkt (Ståhl, 2012).

4.7.1 Produktionstid och takt

Produktionskostnaden påverkas i hög grad av detaljens produktionstid. Den nominella förädlingstiden, cykeltiden t_0 , beskrivs som:

$$t_0 = t_m + t_h + t_{vb} + t_{no} \quad \text{Ekvation 4.1}$$

Sambandet ovan förutsätter att händelserna sker sekventiellt och kan därmed betraktas utgöra en planeringspunkt. Ekvationen ovan beskriver hur cykel tiden t_0 erhålls som summan av maskintid t_m , hanteringstid t_h , verktygsbytestid t_{vb} och resttid(spilltid) t_{no} .

Maskintiden t_m byggs upp som summan av flera sekventiella moment såsom operativ förädling t_f , maskinintern transporttid t_{tr} , olika stödprocesser t_{sp} och kvalitetssäkrings t_{kvs} enligt formeln nedan.

$$t_m = t_f + t_{tr} + t_{sp} + t_{kvs} \quad \text{Ekvation 4.2}$$

Tiderna i ekvationerna ovan kan vara svåra att bestämmas för varje arbetsstycke, därför kan det underlätta att bestämma tiderna för hela batchen (Ståhl, 2012).

Det är en självklarhet att den nominella tiden är en ideal tid som bör strävas efter men den mer verklighetsanpassade tiden- den verkliga förädlingstiden t_p - kommer vara längre på grund av störningar som leder till stillestånd.

Summan av stilleståndstiden och cykeltiden ger produktionstiden. Vidare kan stillestånd uttryckas som kvoten mellan stilleståndstiden t_s och den observerade eller verkliga produktionstiden t_p . Enligt ekvationerna nedan (Ståhl, 2012).

$$t_p = t_0 + t_s \quad q_s = \frac{t_s}{t_p} = \frac{t_p - t_0}{t_p} \quad \text{Ekvation 4.3}$$

Ekvationerna i 2.3 kan utnyttjas för att beräkna produktionstiden med avseende på stillestånds-förluster. Detta samband förutsätter dock att ingen taktförlust förekommer. Termen $1-q_s$ är tidsutnyttjandet (Ståhl, 2012).

$$t_p = \frac{t_0}{1-q_s} = t_0 \left(1 + \frac{q_s}{1-q_s}\right) \quad \text{Ekvation 4.4}$$

Kvalitetsförluster erhålls genom kvoten mellan antalet kasserade detaljer N_Q och totalt antal tillverkade detaljer N . Detta samband utgör kassationsandelen q_Q , enligt ekvationerna nedan. Termen $1-q_Q$ är kvalitetsutbytet. N_0 är det nominella antalet korrekta detaljer (Ståhl, 2012).

$$q_Q = \frac{N_Q}{N} = \frac{N-N_0}{N} \quad N = \frac{N_Q}{1-q_Q} = 1 - \frac{q_Q}{1-q_Q} \quad \text{Ekvation 4.5}$$

En maskinutrustnings hastighet begränsas efter kvalitetskrav men även när oplanerade stillestånd uppstår. Därmed ökar detaljens nominella cykeltid t_0 och det genereras en taktförlust q_p enligt nedan ekvation. Taktförluster kan uppstå när cykeltiden måste ökas för att erhålla givna kvalitetskrav (Ståhl, 2012).

$$q_p = \frac{t_{0V}-t_0}{t_{0V}} = 1 - \frac{t_0}{t_{0V}} \quad \text{Ekvation 4.6}$$

Där t_{0V} är verklig cykeltid.

Definitionerna ovan möjliggör beräkning utav tiden för en batch genom ett förädlingssteg, inklusive förlusterna knutna till stillestånd, kvalitet, takt och ställtid. Enligt ekvationen nedan:

$$T_P = T_{Su} + N * t_P = \frac{T_{Su0}}{1-q_{SSu}} + \frac{N_0 * t_0}{(1-q_Q)(1-q_P)} \left(1 + \frac{q_S}{1-q_S}\right) = \quad \text{Ekvation 4.7}$$

$$\frac{T_{Su0}}{1-q_{SSu}} + \frac{N_0 * t_0}{(1-q_Q)(1-q_S)(1-q_P)}$$

Den genomsnittliga produktionstiden t_{pb} för en detalj i en batch med N_0 detaljer som är godkända fås enligt ekvationen nedan (Ståhl, 2012):

$$t_{pb} = \frac{T_P}{N_0} \quad \text{Ekvation 4.8}$$

Det inverterade värdet utav sambandet ovan ger produktionstakten uttryckt i detaljer per tidsenhet, som:

$$R_{pb} = \frac{N_0}{T_P} \quad \text{Ekvation 4.9}$$

4.8 Kostnadsmodell för tillverkningskostnad och planeringspunkt

En kostnadsmodell för en planeringspunkt kan baseras på följande krav:

- Modellens utfall kan utnyttjas som underlag till beslutsfattande.
- Modellens indata bör vara objektiv men även verifierbar.
- Känslighets- och osäkerhetsanalyser på modellen ska kunna bedömas.
- Modellen ska vara möjlig att implementera i matematisk eller kalkylprogram samt vara användarvänlig.

Olika antaganden bör göras beroende på vad modellen skall användas till. Modellens precision behöver inte vara större än osäkerheten i de viktigaste kostnadsposterna. Eftersom det finns flera kritiska indata som har stor påverkan på modellens utfall är det viktigt att inte belasta fel kostnadspost med icke produktionsrelaterade kostnader, annars erhålls felaktigt beslutsunderlag. Denna kostnadsmodell är lämplig att användas på samma nivå som där förändringar och utveckling ska göras (Ståhl, 2012).

Kostnadsmodell för en planeringspunkt

Med planeringspunkt åsyftas en eller flera förädlingsutrustningar eller s.k. stationer, t.ex. en flödeslinje. Vidare identifieras en planeringspunkt då det finns en förutbestämd nominell cykel- och ledtid för en detalj och batch. Cykeltiden är styrande med förlusttermer som t.ex. kvalitet eller stillestånd.

Kostnadsmodellen för en planeringspunkt som ska introduceras i föreliggande rapport baseras på följande kostnadsposter:

- Materialkostnaden för detaljen, k_B , i kr/detalj.
- Utrustningskostnad under drift, k_{CP} , inkl. omkostnader i kr/h.
- Utrustningskostnad vid stillestånd, k_{CS} , inkl. omkostnader i kr/h.
- Lönekostnader, k_D inkl. omkostnader i kr/h.

Lönekostnaden, k_D , är oförändrad vid produktion eller produktionsstillestånd eller omställning. Den totala utrustningskostnaden i planeringspunkten ger de båda utrustningskostnaderna k_{CS} och k_{CP} . I kostnadsmodellen nedan beaktas inte restvärdet på kasserade detaljer (Ståhl, 2012).

Tillverkningskostnaden k per detalj erhålls enligt *ekvation 4.10* nedan:

$$k = \frac{k_A}{N_0} \left[\frac{1}{n_{pA}} \right]_a + \frac{k_B}{N_0} \left[\frac{N_0}{(1 - q_Q)} \right]_b + \frac{k_{CP}}{60N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_P)} \right]_{c1} + \frac{k_{CS}}{60N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_P)} * \frac{q_S}{(1 - q_S)} + T_{su} \right]_{c2} + \frac{k_D}{60N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_S)(1 - q_P)} + T_{su} \right]_d + \left[\frac{k_{sum}}{N_0} \right]_e$$

Vid hakparentesernas nedre högra hörn finns beteckningarna b, c(c_1 och c_2) samt d. Dessa står för respektive kostnadsterm beskrivna nedan.

Kostnadsterm b: Denna term beskriver materialkostnaden per detalj. k_B är materialkostnaden per detalj. De kasserade detaljernas kostnad slåss ut på den nominella seriestorleken N_0 . q_B står representerar en materialspillfaktor, denna kan vara intressant att inkludera då mycket spill förekommer. Då skrivs kostnadsterm b som:

$$K_B = \frac{N_0 * k_{B0}}{(1 - q_B)(1 - q_Q)} \quad \text{Ekvation 4.11}$$

$$q_B = \frac{m_{tot} - m_{det}}{m_{tot}} \quad \text{Ekvation 4.12}$$

k_{B0} är den färdigförädlade detaljens materialkostnad och k_B är hela matchens materialkostnad inkl. kassationer och materialspill. Andra ekvationen ovan, materialspillfaktorn q_B tar hänsyn till den totala materialåtgången m_{tot} per detalj och involverar även det material som är avverkat eller bortklippt, som t.ex. material i tillhållarytor vid formning av tunnplåt. m_{det} är den färdiga detaljens materialmängd.

Kostnadsterm c_1 : Denna term representerar utrustningskostnaden per detalj vid förädling, dvs. då maskinerna är i bruk. k_{CP} innefattar utrustningskostnaden men även hyror samt andra omkostnader såsom underhållskostnader i produktionen per timme.

Kostnadsterm c2: Beskriver utrustningskostnad per detalj vid stillestånd samt omställning av maskin(T_{SU}). k_{CS} till skillnad från kostnadsterm c1 inkluderar inte kostnader för underhållskostnader men tar hänsyn till övriga omkostnader.

Kostnadsterm d: Beskriver lönekostnaden både vid förädling och stillestånd men även omställningstider. Lönekostnaden innefattar lön med samtliga sociala kostnader såsom försäkringar och semesterersättningar etc. Direkta kostnader för personalutrymmen samt för arbetsledning som är knutna till det aktuella produktionsavsnittet bör också ingå. k_D uppgår erfarenhetsmässigt upp till maximalt ca 2,5 gånger bruttolönen i Kr/h (Ståhl, 2012).

Maskintimkostnad

Utrustningskostnaderna, för produktion och stillestånd, erfordrar beräkning av maskintimkostnader. Dessa kostnader utgörs främst av grundinvesteringen och baseras på annuitetsmetoden som uppskattar en konstant årlig kostnad över den totala tekniska tidsperioden i n antal år. Formeln nedan visar hur grundinvesteringen delas upp.

$$K_0 = \frac{a}{(1+p)} + \frac{a}{(1+p)^2} + K + \frac{a}{(1+p)^n} \quad \text{Ekvation 4.13}$$

Serien ovan bebyggs av nuvärdessumman med lika stora belopp för varje år. Denna summa kan betraktas som:

$$K_0 = \frac{a*((1+p)^n-1)}{p*(1+p)^n} \quad \text{Ekvation 4.14}$$

Hur mycket årsandelskostnaden eller annuitetsfaktorn a_f samt annuiteten a är beräknas genom formeln nedan:

$$a_f = \frac{a}{K_0} = \frac{p*(1+p)^n}{(1+p)^n-1} \rightarrow a = K_0 * \frac{p*(1+p)^n}{(1+p)^n-1} \quad \text{Ekvation 4.15}$$

För beräkning av maskintimkostnaderna kan olika kostnadsposter ingå. Som t.ex. lokalkostnader, underhålls- och reparationskostnader, rörliga driftkostnader, renoveringskostnaden knuten till en viss användningsperiod samt grundinvesteringen. Dessa kostnader måste slåss ut på totala antalet produktionsplanerade timmar, T_{plan} . Ekvationen nedan illustrerar hur en maskintimkostnad under produktion beräknas.

$$k_{CP} = \frac{a_f * K_0(1 + k_{ren} * N_{ren}) + Y * k_Y + T_{plan} * (\frac{k_{UHh}}{h_{UH}} + k_{ph})}{T_{plan}} \quad \text{Ekvation 4.16}$$

a_f är annuitetsfaktorn beräknad enligt ekvation 4.15 för grundinvesteringen K_0 . Renoveringskostnadsens nuvärde uttryckt i andel av grundinvesteringen betecknas med k_{ren} . Medan N_{ren} betecknar antalet renoveringar exklusive ordinarie underhåll. Eftersom antalet måste vara heltal, används formeln nedan för beräkning av N_{ren} :

$$N_{ren} = trunc \left\{ \frac{n * \frac{T_{plan}}{h_y}}{n_{syren}} \right\} \quad \text{Ekvation 4.17}$$

h_y står för antalet timmar per skift och år, medan n_{syren} för antalet skiftår mellan varje helrenovering.

För beräkning av maskintimkostnaden vid stillestånd reduceras ekvation 4.16 med de rörliga kostnaderna men beräknas på liknande sätt.

4.9 Deterministisk produktionsutveckling

Produktionsutveckling är en nödvändig aktivitet och kan antingen ske stegvis eller fortlöpande. Stegvis produktionsutveckling kan i vissa fall bero på tekniksprång som betydande, t.ex. förbättra kvalitet eller minska produktkostnaden. Utveckling brukar ofta ställas mot deterministisk och målstyrd produktionsutveckling mot utveckling i kontinuerlig form eller s.k. ständiga förbättringar. Ett viktigt mål med deterministisk produktionsutvecklingens är att påverka resultatparametrarna dit man vill genom att nå ett givet uppställt mål, -målfunktioner. För att identifiera utvecklingsbehov och dess prioriteringar kan målfunktioner ligga som grunden till en tillverkningsekonomisk modell. Denna modell kan även baseras för tillverkningsekonomisk simulering som möjliggör analys av många olika utvecklingsinsatser eller scenarier.

För effektiv produktionsutveckling krävs tydliga mål, som antingen är i förhållande till företagets nuvarande produktionsförhållande eller till någon konkurrent. Några exempel på typiska mål kan vara:

- Förbättring av produktens kvalitet.
- Sänkning av tillverkningskostnaderna med 20 %.
- Reduktion av ställtiden T_{su} med 50 %.
- Ökning av produktionstakten från 100 till 120 enheter per vecka.
- Förbättring av tillverkningsstoleranser.

Eftersom en ändring av flera olika parametrar kan leda till samma kostnadseffektivisering är det viktigt att identifiera de som är mest kostnadseffektiva. Denna identifiering kan vara svår att tyda då flera parametrar kan påverka varandra på oberäkneliga sätt. Vid beslutsfattning är det därför viktigt att förutom inhämtning av rätt information och kunskaper även inbegripa viktiga erfarenheter (Ståhl, 2012).

Tillverkningskostnaden för en detalj kan beräknas enligt ekvation 4.18. För att studera två olika produktionsfall 1 och 2 kan kostnaderna beräknas genom att införa index $i = 1, 2$ på de faktorer eller variabler som styr detaljens eller produktens kostnad. På så sätt är det möjligt att jämföra en nuvarande produktkostnader med önskade kostnader.

$$\begin{aligned}
 k_i = & \frac{k_A}{N_0} \left[\frac{1}{n_{pA}} \right]_a + \frac{k_B}{N_0} \left[\frac{N_0}{(1 - q_{Qi})(1 - q_B)} \right]_b + \frac{K_C k_{CP}}{60N_0} \left[\frac{x_{pi} t_{0i} N_0}{(1 - q_{Qi})} \right]_{c1} + \\
 & \frac{K_C k_{CS}}{60N_0} \left[\frac{x_{pi} t_{0i} N_0}{(1 - q_{Qi})(1 - q_P)} * \frac{q_{Si}}{(1 - q_{Si})} + T_{sui} + \frac{1 - U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \right]_{c2} + \\
 & \frac{k_D}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_S)(1 - q_P)} + T_{su} + \frac{1 - U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \right]_d
 \end{aligned}
 \tag{Ekvation 4.18}$$

Som synes har utvecklingsfaktorn x_p ersatt den tidigare införda taktförlusten q_p , och det råder ett samband dessa emellan enligt:

$$q_P = 1 - \frac{1}{x_P}
 \tag{Ekvation 4.19}$$

och

$$t_{0v} = x_p * t_0 \quad \text{Ekvation 4.20}$$

$$T_{suv} = x_{su} * T_{su} \quad \text{Ekvation 4.21}$$

I kostnadsmodellen ovan har två processutvecklingsfaktorer x_{pi} och x_{sui} samt en kostnadsfaktor K_C tillkommit jämfört med förra modellen. Faktorn x_{pi} opererar på cykeltiden och faktorn x_{sui} på ställtiden. Processutvecklingsfaktorerna med värden mindre än 1 innebär en minskning av cykel- och ställtiden. Om t.ex. x_{sui} är 0.5 innebär det halvering av ställtiden.

Tabell 1 De variabelers eller parametrars inflytande på detaljkostnaden k.

	Bet.	±	Inflytande på detaljkostnaden k
1	q_Q	-	Reducerat k genom minskade kassationer
2	t_0	-	Reducerat k genom minskad cykeltid t_0
3	q_P	-	Reducerat k genom minskade taktförluster
4	q_S	-	Reducerat k genom minskade stillestånd
5	T_{su}	-	Reducerat k genom minskade ställtider
6	N_0	+	Reducerat k genom ökad seriestorlek

Kostnadsfaktorn opererar på utrustningstermerna k_{CP} och k_{CS} , denna faktor används för att beskriva kostnadsförändringen av nuvarande utrustning. Vidare kan kostnadsfaktorn vid bedömning av vilken investeringsgräns som är försvarbart, t.ex. motsvarar en faktor på 1.20 en ökning av utrustningskostnaden med 20 % uttrycks i kr/h.

Genom analys av kostnadsmodellen ovan kan olika strategier formuleras för att minska produktionskostnaden. De variabler eller parametrar som har inflytelse på detaljkostnaden skildras i tabellen nedan (Ståhl, 2012).

4.10. Korrosion och materialnedbrytning

På ett eller annat sätt kommer de flesta material att uppleva någon typ av interaktion med olika miljöer. Oftast försvagar denna interaktion materialets användbarhet som en följd av en försämring av dess mekaniska egenskaper t.ex. duktilitet och styrka, andra fysiska egenskaper samt utseende. Emellanåt ignoreras beteendet hos ett material för vissa tillämpningar, dock med negativa konsekvenser.

Många material kan uppfylla specifika krav såsom styrka, vikt, styvhet eller olika spännings och töjningskrav, men det är beständigheten mot korrosion i en specifik omgivning som oftast är avgörande för det slutgiltiga materialvalet. Korrosion kan förekomma i olika former på de flesta typer av material, allt från metaller till polymerer eller keramer (Callister & Rethwisch, 2008).

Deutschen Industrie-Normen (DIN) är Tysklands standardiseringsorganisation samt medlem i den internationella standardiseringsorganisationen ISO, definierar korrosion enligt följande:

”Korrosion är reaktionen av en metallisk substans med sin omgivning, som leder till en mätbar förändring av den substansen och på så sätt försämrar funktionen av den metalliska komponenten eller ett helt system. I de flesta fall är en elektrokemisk reaktion involverad, men det kan vara antingen kemiskt eller av metallfysiskt natur” (ISO 8044).



Figur 10 Bild illustrerar hur metallisk korrosion påverkar.

Försämrande mekanismer varierar beroende på materialtyper. I metaller förekommer materialförlust antingen vid upplösning (korrosion) eller genom bildning av icke-metallisk skala eller film (oxidation). Keramer och polymerers försämrings mekanismer skiljer sig från metallers. I föreliggande rapport kommer fokus ligga på metaller samt galvaniseringskorrosion, då fallstudievalet kretsar kring detta.

4.10.1 Korrosion av metaller

Korrosion på metaller är en destruktiv och ofrivillig attack på en metall som ofta är en elektrokemisk process och börjar vanligtvis på ytan. Den metalliska korrosionen utgör signifikanta proportioner, i ekonomiska termer. Den beräknas utgöra ungefär 5 % av ett industrialiserat lands inkomst som spenderas mot korrosionsförebyggande och underhållning eller ersättning av produktförlust eller produktförorenade, som ett resultat av korrosions reaktioner (Callister& Rethwisch, 2008).

För metalliska materialer, är korrosionsprocessen ofta elektrokemiska, vilket innebär en kemisk reaktion där överföring av elektroner sker från ett kemiskt ämne till ett annat. Metallatomer förlorar eller ger upp elektroner i det som kallas oxideringsreaktion.

Oxidation sker beroende på vilken metall som används, oxidationsbenägenheten för metaller rangordnas i den s.k. galvaniska spänningsserien. I den återfinns guld längst upp och har således minst förmåga att oxidera, magnesium och b.l.a. zink finns längst ner. Det bästa beläggningsmaterial, både ur ekonomiskt och ekologisk synvinkel, är beläggningen med zink. Tabellen nedan visar hur avfrättningshastigheten för zink varierar i några olika miljöer (Konstruktörs Lotsen, 2015).

Tabell 2 Zinken avfrättningshastigheten för olika miljö.

Atmosfärstyp	Korrosionshastighet [mm/år]
Inomhus	< 0,15
Landsbygd, inland	< 0,5
Havsatmosfär, västkust	1 - 2
Havsatmosfär, ostkust	1 - 1,5
Mindre stad	0,75 - 1,5
Storstad	1 - 2
Industri	2 - 10

Variablerna i korrosionsmiljö, som omfattar allt från fluidhastighet, temperatur och sammansättning, har en direkt inverkan på korrosionsegenskaperna hos de material som kommer i kontakt med. Exempel på korrosiva miljöer är atmosfären, vattenlösningar, jord(mark), syror, baser, oorganiska lösningsmedel, smälta salter, flytande metaller och människokroppen. Den första, atmosfären, står för den

största förlusten. I tabellen ovan syns skillnaderna mellan korrosionshastigheten inomhus och storstäder samt industri. Eftersom svaveldioxid har den största inverkan på zinkens korrosion och det faktum att dess halt i luften på senare år sjunkit kraftigt, har det även medfört längre livslängd på zinkbeläggningar (Miljömål, 2015).

4.10.1 Korrosionsskydd

Korrosionsskydd kan ske genom organiska och -oorganiska beläggningar samt genom katodiskt skydd.

Organiska beläggningar via lackering skyddar metallytan genom tre mekanismer:

- Barriärskydd
- Inhiberande pigment
- Katodiskt skyddande pigment

Barriärskydd ger en långsam förflyttning av skadliga ämnen till metallytan. I ett färgsystem bör barriärskydden erhållas via täcklacken och mellanlacken. Inhiberande pigment minskar korrosionen genom att passivisera metallytan via substanser såsom fosfater och kromater i framförallt grundfärgen. Vid katodisk skyddande pigment på stål används metalliska zinkpartiklar, katod är ett annat ord för det området där reducering sker. Eftersom zinken är oädlare än stålet blir den en anod i korrosionsprocessen, vilket kan likställas mot en inbyggd offeranod i grundfärgen. Viktiga förutsättningar för zink är kontakt med stålet samt högt innehåll, 90-95 %.

Oorganiska beläggningar ger bra korrosionsskydd och erhålls via påläggning genom elektrolys, varmdoppning eller termisk sprutning.

Varmdoppning sker oftast på konstruktionsmaterial med zink som den vanligaste beläggningen. Den tredje, termisk sprutning innebär beläggning med ett korrosionsskyddande och slitstarkt skikt av något annat material. Termisk sprutning kan mer eller mindre utnyttjas på alla material och används t.ex. för att skydda metaller med keramiskikt i tillämpningar vid hög temperatur och aggressiva miljöer (Konstruktörs Lotsen, 2015).

4.10.3 Galvaniseringskorrosion

Denna korrosion inträffar när två metaller eller legeringar med olika kompositioner är elektriskt kopplade medan de exponeras av en elektrolyt. Elektrolyt är en substans som innehåller fritt rörliga joner som gör ämnet elektriskt ledande, den vanligaste är jonlösning. Elektrolyter med jonlösning påverkar korrosionens hastighet, exempel på bra elektrolyter är surt regnvatten eller havsvatten. Ju mindre ädelt eller mer reaktiv metall ju mer korrosion (Callister& Rethwisch, 2008).

Katodisk skydd och galvanisering är en av de mest effektiva medel för korrosionsförebyggande är det s.k. katodisk skydd, och kan utnyttjas på alla de åtta olika former. Katodisk skydd kan i vissa situationer helt stoppa korrosion. Den bygger helt enkelt på tillförsel av elektroner till metallen som ska skyddas, och detta från en extern källa. Tillförseln blir katoden, och därmed ett skyddande lager.

En katodiskskyddsteknik använder ett galvaniskt par, denna teknik går ut på att den metall som ska skyddas är elektriskt ansluten till en annan metall som är mer reaktiv i den speciella miljön. Den reaktiva metallen upplever oxidation, och genom att ge upp elektroner skyddar den första metallen från korrosion. Den oxiderade metallen kallas ofta för skyddsanod, anod är ett annat ord för det område

där oxidation sker. Två mycket vanliga skyddsanoder är magnesium och zink. (Callister& Rethwisch, 2008)

Vid galvaniseringsprocessen läggs ett lager av zink på ytan av stål eller järn, den vanligaste metoden är varm-dopnings-galvanisering, förenklas varmgalvning. Vid varmgalvning sänks hela metallen eller delar utav den i ett bad av smält zink. Varmgalvningen skyddar den önskade metallen genom korrosionsresistenta zinkbeläggningen. Andra metoder är elgalvanisering som tillsammans med varmgalvning ingår i fallstudien (Callister& Rethwisch, 2008).

4.10.4 Varmförzinkning

Vid denna förzinkningsmetod doppas detaljerna i ett bad av flytande zink med en temperatur på ca 460 grader. Zinkens smältpunkt är på 420 grader, vilket förklarar den höga temperaturen som erfordras. Efter sänkning i badet bildas en legering mellan stålet och zinken. Denna vidhäftning ger ett väldigt bra skydd mot rost och används mycket för detaljer som måste klara av slitage och fuktiga miljöer. Livslängden på legeringen emellan som bildas är beroende på bland annat antalet mikrometer zink som beläggs. Ju tjockare zinkskikt, ju längre livslängd. Och ju längre livslängd, desto mer miljövänligare produkt eftersom livslängdskostnader i form av underhåll eller ersättning kräver naturresurser. En varmförzinkad detalj kan klara av upp till 100 års exponering i utomhusmiljöer. En annan miljöbesparing är att både stålet och zinken är återvinningsbara material, vilket möjliggör tillvaratagning av detaljen efter förbrukning. Då kan stålet smältas om och bli ett nytt konstruktionsmaterial (Nordic Galvanizers, 2015).

4.10.5 Elektrolytisk förzinkning/Elförzinkning:

Appliceringen av zinken i elförzinkningsmetoden görs på elektrolytiskt väg. Vilket beroende på elektroplacering kan innebära ojämn applicering. Efter förzinkningen kromteras ytan för att skydda zinken. Ytan blir blank och något skiftande mellan blå eller gul beroende på vilken kromat eller passivering som används. Elförzinkning är mer lämplig på inomhus detaljer, men kan även användas för utomhus. Ytan blir mycket vacker, och används oftast när kraven för korrosionsskydd inte är så stora. Eftersom beläggningstjockleken från zinken är avgörande för korrosionsskyddets långvarighet, medför det att mer zink läggs på och som i sin tur medför högre kostnader (Förzinkning, 2015; Nordic Galvanizers, 2015).

4.10.6 Jämförelse mellan Varm- och elförzinkning

Tabellen nedan visar för- och nackdelarna dessa två metoder emellan. Vid jämförelse av kostnaderna är initialkostnaderna för varmförzinkning 1,0 (i relativa tal) och för elförzinkning 0,90. Eftersom variation förekommer i livslängd är det intressant att även inkludera underhållskostnaderna. Då blir den totala livslängdskostnaden, räknat med 40 års livslängd och 2 mikrometer korrosionshastighet per år, Varmförzinkning 1.0 och elförzinkning(endast dekorativ ytbehandling) 1,5 – 3,0 (Nordic Galvanizers, 2015).

Tabell 3 Informationen hämtat från Nordic Galvanizers.

	Varmförzinkning	Elförzinkning
Skiktthjocklek	70 - 215 µm	3- 12 µm ¹
Standard	SS-EN ISO1461:2009	SS-ISO 2081
Vidhäftning	Legering med stålet	Elektro-kemisk
Applicering	Doppning i smält zink	Elektrolytisk utfällning
Utseende	Blank och/eller grå	Blank
Finish	Bra	Mycket bra
Spridning vid applicering	Jämn	Ojämn ²
Beläggning hålrum	Ja	Nej
Korrosionsskydd utomhus ⁴	Mycket bra (25 - 75 år)	Dåligt (1 - 6 år)
Kontroll av utförandet	Lätt	Lätt ⁵
Storleksbegränsning max.	I Sverige ca 20 m längd	I Sverige ca 6 m längd
Storleksbegränsning min.	3 mm träskruv (ex.)	Perforering trumma (ca 2 mm)
Användningsområden	Utomhus för lång livslängd	Inomhus eller begränsad tid utomhus
Livslängdskostnad	Mycket låg	Hög
Katodiskt skydd	Mycket bra	Begränsat
Deformation vid applicering	Kan förekomma ⁶	Nej

1) Tjockare skikt kan påläggas men dessa blir då dyrare att utföra än varmförzinkning

2) Beroende av elektrodplacering

3) Beroende av sprutskötarens skicklighet

4) Lokala variationer kan förekomma

5) Kräver dock fler mätningar pga spridningen

6) Inbyggda spänningar hos stora ytor kan utlösas i det varma zinkbadet

5. Empiri

Detta kapitel behandlar den information som är insamlad på VCBC, dels genom observationer, intervjuer och Volvos egna intranät med varierande presentationsmaterial.

VCBC klipper, pressar och sammansätter karrosdetaljer i fabrikslokalerna, dessa levereras därefter till kund. Kunden är monteringsfabrikerna i Torslanda, Uddevalla och Gent. Det förekommer leverans även till andra kunder såsom Ford of Europe eller Volvo Lastvagnar. Med 23 presslinjer och 118 sammansättningslinjer, där flera olika modeller tillverkas samtidigt betraktas VCBC som ett unikt pressverk. VCBC konsumerar årligen över 300 000 ton plåt som levereras till 18 leverantörer med en daglig frekvens av 5 tåg eller 280 containers.

En normal partistorlek brukar ligga på ca 2000 detaljer. Eftersom produktionen sker mot batchstyrning produceras förutbestämd storlek på detaljserien. Vid tid över försöker man pressa något mer, dock inte för mycket pga. lagerkapitalbindning. När problem uppstår vid pressningen, beroende på magnituden, bestämmer de ansvariga för linjen vad som ska ske för att inte förlora värdefull tid. Antingen får linjen pressa färdigt de bestämda detaljerna eller så byter man till nästa detalj.

Vid kvalitetsdefekter kallas detta för "Containment", som är en aktivitet som körs utanför de vanliga standardiserade metoderna och är helt enkelt till för att skydda kunderna mot kvalitetsdefekter. När detta uppstår för lagledaren en checklista med sex olika steg enligt nedan:

- 1) Stoppa produktionen
- 2) Spärra vid maskin
- 3) Avgränsa
- 4) Kontakta kund
- 5) Fyll i kontrollrapport/processlogg

Det är avgörande för hur snabbt man reagerar vid alarm för kvalitetsdefekter, därefter görs rotorsaker och införs permanenta lösningar för att undvika återuppståendet av defekter. Det finns fyra olika alarmnivåer, helt beroende på problemets magnitud. Alarm 1 berör endast lagledaren och alarm 4 Shop managern.

En grov beskrivning av produktionsprocessen inleds med ämnesklippning där en plåtrulle klipps i lämpliga längder av ett plåtband. Därefter förpackas de klippta längderna på ämnespallar och lagras innan de går vidare till själva pressningen. Vid pressningen erhålls de önskade detaljerna varpå de packas i emballage för vidare transport till lager och kund. Nedan beskrivs rapportens studiefall, press linje 38 och de valda detaljerna mer detaljerad men även flödet under denna förädlingspunkt.

5.1 Processbeskrivning

I studien har det valts två fall att studeras närmare, V.40 och XC.60 modellernas vänster framdörrar. Anledningen till detta val är baserad på tillverkningsmaterialets olika beläggningsmetod. V.40 har en ytbeläggning som läggs på via varmförzinkningsmetoden, och XC.60 med elförzinkning. Frågeställning två gick ut på denna jämförelse. Nedan beskrivs detaljerna och ämnena som klipps innan de anländer till presslinje 38. Valet på den valda linjen, linje 38, var den höga andelen processproblem som linjen skapat i form av löpande kostnader på justeringar och kassationer.



Figur 11 Bilmodellerna, XC.60 och V.40, som dörrarna tillverkas för

Linje 38 anses vara den dyraste investeringen på över 20 år. Linjen invigdes officiellt år 2008 och köptes från det tyska företaget Müller Weingarten. För att få plats med denna stora linje behövdes en tillbyggnad byggas på ca 4000 kvadratmeter. Effektiviteten ökade med 45 procent, eftersom den pressar dubbelt så många detaljer per slag och upp till 40 detaljer per minut. Möjliga detaljer som pressas här är dörrar, motorhuv, framskärmar, hjulhus och baklucka. Med sammanlagt tio robotar och fem hydrauliska pressar som vardera väger 500 ton rankas linjen som en av Europas modernaste press system. Det första pressteget kan utöva ett presstryck på 3200 ton, medan de andra 1600 ton. Linjen köptes in för ca 300 miljoner kronor och beräknades ha en livslängd på 25 år. Investeringskostnaden skrivs av genom bokföringsmässiga avskrivningar, hittills över 90 miljoner kronor.

När detaljer pressats klart görs manuella kvalitetskontroller på detaljerna för att verifiera kvaliteten. Några vanligt förekommande materialavvikelser brukar vara drosspartiklar, slagginneslutningar som är början av sprickor vid formningen eller zinkvidhäftnings defekter som får genomslag i korrosionskyddet. När dessa uppstår räknas detaljen som kasserad. Vid justering förekommer olika feltyper, enligt tabell 4. Verifieringsmetoden är beroende på feltyp, vanligast är dock blänkning i ljusramp, brune i samband med blänknings samt visuellt.

Tabell 4 Beskrivning på de olika feltyper som kan uppstå vid processfel.

Feltyp	
Svacka:	När ytan buktar inåt.
Noppa/bula:	När ytan buktar utåt.
Orolig yta:	Ojämn yta kombinerad med defekter.
Dragrepor:	Orsakades maskinellt.
Hanteringsrepor:	Orsakades av felaktig hantering av material eller verktyg.
Linje:	Kan vara orsakad av pressning.
Rygg:	Långsträckt vass utbuktning i ytan.
Rynkor:	Kan vara orsakad av pressning.
Tryckmärke:	Fördjupning i plåten.
Porositet:	Mindre hållighet i ytan.
Materialskägg:	Delaminering pga. Överskott av material.
Platthet:	När ytan saknar kurvatur.



Figur 12 Bilden ovan visar hur några defekter kan se ut.

5.2 Ämnesbeskrivning

Ämnet som anländer för pressning till linje 38 har stått i lagerförrådet efter att plåtrullen klippts. Dessa ämnen har olika vikter och dimensioner beroende på bilmodell och i båda fallen, XC60 och V40, utgörs ett ämne utav två dörrar. Både vänster och höger. Plåtrullarna väger allt från två ton till 24 ton och fyller ett stort lager som VCBC strävar att hålla inom acceptabel kvantitet för att slippa kapitalbindning i form av lager. Detta görs genom att komma överens med leverantörerna som står för kostnaden av material och lager ända fram tills materialet anlärt till VCBC's portar. De utländska leverantörerna, men även några utav de svenska, transporterar råmaterialet först till Sölvesborgs Stuveri & Hamn AB och när VCBC efterfrågar transporterar leverantörerna det till VCBC's portar. Detta möjliggör minskning av kapitalbindning samt snabb leverans av råmaterialet. Dessa avtal med leverantörer görs av inköpsavdelningen i Göteborg och målet är att alla leverantörer ska leverera först till mellanlagret och när behovet uppstår vidare till VCBC.

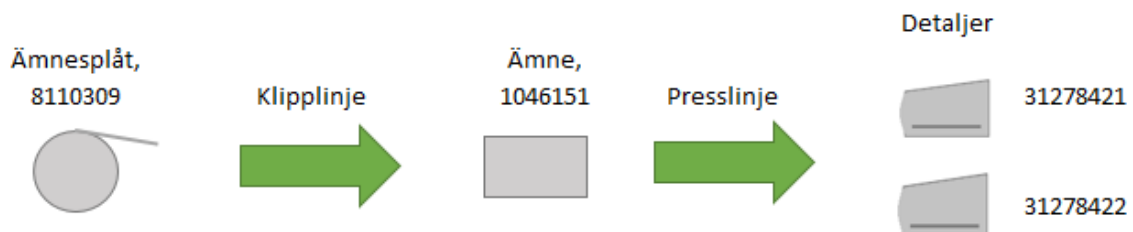
Mellanlagret innebär en stor säkerhet för att dels material behovet tillgodoses men även kapitalbindningen hålls under kontroll, men ändå förekommer kapitalbindning hos VCBC. Anledningen är att VCBC och personalen i mellanlagret måste kompromissa med varandra för att båda parter ska bli nöjda. VCBC vill endast ta hem de antal plåtrullar som behövs medan andra partner vill fylla lastbilarna till max. Andra faktorer som är problematiska är att Sölvesborgs Hamn inte kan dela på plåtrullarna och måste lasta lasten på rätt sätt för att undvika turbulens. Detta skapar antingen lagerbindning eller materialbrist, därför har VCBC inget annat val än att ta in fler plåtrullar än vad som behövs vilket binder kapital. Förrådet där plåtarna förvaras utgör en kapacitet på ca 850 kvadratmeter och rymmer ca 250 plåtrullar. En leverans mellan 70-120 plåtrullar sker dagligen med tre lastbilar som kör i snitt åtta rundor var per dag. Plåtrullarna kostar olika mycket beroende på typ av plåt.



Figur 13 Bild på plåtrullarna.

5.3 Detaljbeskrivning

Då plåtrullarna blivit klippta hamnar ämnena i ett mellanlager tills de transporteras vidare till presslinjen. De ämnen som klipps har ett ämnesnummer, och beroende på vilken bil ämnet är till, kan olika många detaljer erhållas från ett ämne. I fallstudien blir ett ämne till två detaljer, både vänster och höger dörr. Enligt bilden nedan.



Figur 14 Bilden ovan illustrerar hur plåtförädlingen går till för V.40 framdörrar. Här visas hur en plåtrulle blir till två detaljer.

När det är dags för pressning hämtas de klippta ämnena från ett mellanlager till linje 38, som är ca 80 meters avstånd.

Innan pressning påbörjas av detalj 31278421 måste personalen på linje 38 se till att maskinen är laddad med rätt verktyg. Eftersom all omställning för nästa pressning förbereds under föregående pressning finns ingen yttre ställtid. Den inre brukar däremot variera från 3 minuter upp till 20. Några minuter brukar vara ren väntetid på dataöverföring. När pressningen väl är igång och ut kommer de pressade dörrarna, fyra stycken samtidigt, kontrolleras dörrarnas kvalitet. Detta görs manuellt av 8 st. medarbetare. Kvalitetsbristerna brukar delas in i två delar, processfel och materialfel. Är det materialfel skickas detaljerna tillbaka till leverantörerna alternativt säljs till skroten, för ca 2 kr per kg. Inköpspriset är nästan fyra gånger dyrare, ca 8 kr.

5.4 Kostnadstermer

Efter att linje 38 studerats väl bestämdes vilka kostnadstermer som bör beaktas för studiefallet. Kostnadsmodellen som ligger till grund för hela arbetet beskrivs genom behandling utav de olika kostnadsposterna, som utmynnar i att räkna ut tillverkningskostnaden för en detalj. Modellen har anpassats efter linjen och de kostnader som är relaterade till den. Tabellen nedan skildrar de valda kostnadsposter där beteckningarna som visas i tabellen motsvarar de i formeln.

Tabell 5 Illustration över de kostnadsposter som beaktats.

Kostnadspost	Beteckning
Verktygskostnader	a
Materialkostnader	b
Utrustningskostnader, vid produktion	c1
Utrustningskostnader, vid stillestånd	c2
Lönekostnader	d
Övriga kostnader(Justeringskostnader)	e
Totala detaljkostnaden, k, per år	- kr

Kostnadsposterna som erhålls införs sedan i kostnadsmodellen, då beräknas den totala kostnaden per tillverkad detalj. Kostnadsmodellen anpassades efter linjen och illustreras i ekvationen nedan. För att verifiera den kostnaden infördes värdena även i VBA-programmet som möjliggjorde även andra analyser.

$$\begin{aligned}
 k = & \frac{k_A}{N_0} \left[\frac{1}{n_{pA}} \right]_a + \frac{k_B}{N_0} \left[\frac{1}{(1 - q_Q)} \right]_b + \frac{k_{CP}}{60N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_P)} \right]_{c1} + \\
 & \frac{k_{CS}}{60N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_P)} * \frac{q_S}{(1 - q_S)} + T_{su} \right]_{c2} + \\
 & \frac{k_D}{60N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_S)(1 - q_P)} + T_{su} \right]_d + \left[\frac{k_{sum}}{N_0} \right]_e
 \end{aligned}$$

Ekvation 5.1

5.5 Jämförelse mellan varm- och elförzinkning

Andra frågeställningens syfte är att exemplifiera framtagna modell genom att jämföra två olika alternativa utgångsämnen ur bl.a. ekonomiska hänseenden. Andra frågeställningen innebar huruvida varmförzinkning är mer lönsam än elförzinkning. För att göra denna jämförelse fördes diskussioner med berörda medarbetare på VCBC, men även i Torslanda. Jämförelsen påbörjades med en för- och nackdelsavvägning, och för att bekräfta detta med siffror infördes även värdena i VBA-programmet. I VBA-programmet kunde de olika kostnadstermerna ställas mot varandra och viktiga kostnadsdrivare identifieras på var och en utav fallen. Baserad på detta utväljs den mest lönsamma metoden.

Viktiga aspekter som vägdes in för jämförelsen är:

- 1) Tekniska egenskaper och utseendet: Frågor såsom hur grundmaterialet påverkas eller vilka krav det ställs på utseendet undersöktes.
- 2) Ekonomin: Hur inköpspriset varierar för de två olika fallen. Och hur totala kostnaden blir över en längre period, livslängden.

- 3) Miljön: Hur påverkas beläggningen i olika miljöer samt hur själva miljön påverkas beroende på den metod som väljs.
- 4) Tiden: Hur livslängden på beläggningen varierar för de två olika metoderna. (PTAB, 2015).

6. Analys

Detta kapitel innefattar analysen som baseras på referensramen och empirin. Diskussion samt analys över kostnadsmodellen, VBA programmet samt om förzinkning redogörs.

De kostnadsposter som valdes är baserade på observationer och intervjuer med personalen i VCBC. Meningen är att kostnadsmodellen ska vara så omfattande som möjligt, med målet att beräkna den verkliga tillverkningskostnaden per detalj. VCBC använder idag inga omfattande kostnadsmodeller för att beräkna verkliga kostnader. Därför är allt skapat från grunden, och kostnader hämtade från olika avdelningar och olika medarbetare med olika befattningar. Vid andra omfattande analyser liknande detta, bör någon sakkunnig och som är väl insatt i de olika avdelningarna anta sig utmaningen för en mer detaljrik kartläggning på de olika kostnadsposterna. När den verkliga tillverkningskostnaden beräknats, baserad på kostnadsmodellen, inses vart problemet ligger för att få bättre förståelse över kostnaderna som förekommit. Identifikation utav problemet förenklar problemsökning.

Skulle andra eventuella kostnader uppstå kan de tilläggas i efterhand, antingen som egna kostnadsposter eller som övriga kostnader. De sex kostnadstermer som ingår i föreliggande rapport och som beskrivs detaljerat nedan, är väldigt täckande och motsvarar verkligheten mycket bra. Den enda kostnadstermen som skulle kunna införas är IT-kostnaden, denna erhöles som en årssumma men eftersom ingen fördelningsnyckel var tillräckligt väl matchande valdes att bortse från denna kostnadspost. En maximal ökning denna hade medfört understiger en tiondelskrona och därför inte av betydelse. Det är inte nödvändigt att varje liten detalj skall inkluderas utan det viktigaste är att förstå helheten och inkludera de största och viktigaste kostnaderna. Genom förståelsen identifieras snabbt härkomsten och vikten för de olika kostnadsposterna.

Kostnadsmodellen är uppbyggd utefter de kriterier och formler som är redovisade i teoridelen, och genom beskrivningarna i empirin analyseras data och det valda studiefallet. De flesta siffror är hämtade från VCBC's egna system och resten genom diskussioner med vederbörande samt egna observationer.

The Next Step filosofin bygger på att sätta upp målfunktioner, göra ekonomiska simuleringar, skapa en tydlig länk mellan ekonomiska utfall och teknisk prestanda samt skapa beslutsunderlag baserad på siffror och målfunktionerna. För att underlätta hantering av beräkningarna samt utföra simuleringar valdes att programmera in kostnadsmodellen i ett datorprogram, med hjälp av VBA-programmet. Koden är skriven med hjälp av VBA och Makro. Programmet är ett generiskt program och kan därför utnyttjas utav andra linjer på VCBC än just den studiefallet behandlat, om rätt kostnadsposter ämnas att inkluderas. En begränsning är att det endast har tagits hänsyn till en förädlingspunkt, vilket innebär att kostnader och annan data inte får komma från andra linjer än den studien handlar om dvs. linje 38. Anledningen till detta är att rätt kostnader ska bäras på rätt detaljer.

Nedan beskrivs hur de olika kostnadstermerna beräknades för studiefallet, dvs. V.40 dörrar. Eftersom frågeställning två innebar en jämförelse mellan V.40 och XC.60 gjordes beräkningarna även för den sistnämnda men dessa med hjälp av VBA-programmet.

De olika verktygen i VBA-programmet som kan användas för ytterligare djupgående analyser med möjlighet för simulering på olika scenarier beskrivs i del 6.2. I nästa del beskrivs analysen för frågeställning två, dvs. jämförelsen mellan varm - och elgalvning. Både i ekonomiska termer men även diskussionsmässiga.

6.1 Beräkning av kostnadstermer

6.1.1 Verktygskostnader

Linje 38 pressar fyra olika detaljer samtidigt, och för varje detalj finns ett specifikt verktyg. Verktyget som studerades för V.40 fram dörr har verktygsnumret 31278421 - 021. Kostnader per detalj för detta verktyg beräknades enligt formeln nedan. Där de direkta verktygskostnaderna fördelats på antalet tillverkade detaljer och batcher. Beteckningen i formeln motsvarar rätt kostnadsterm i tabellen nedan.

$$a = \frac{k_A}{n_{pA} * N_0} \quad \text{Ekvation 6.1}$$

Tabell 6 Verktygskostnader

Verktygskostnader, k_A	Antal batcher, n_{pA}	Seriestorleken, N_0
35751 kr	80 st	117811 st
Totala verktygskostnader, a	0,00379329 kr	

Verktygskostnaden erhöles från medarbetarna som jobbar på verktygskontoret i övre fabriken. I denna siffra ingår verktygets tvätt- och rengöringskostnad och materialkostnader. Verktyget erhöles som en lista med den totala kostnaden under året 2014 och då ingick även kostnaderna för de resterande verktygen på V.40 bilens fyra dörrar. Därför sorterades de olika verktygen ut och endast kostnaden för det sökta verktygen summerades. Denna kostnad under just detta år hade inga haverier och är därför lägre än de andra samt vad den själv brukar kosta.

6.1.2 Materialkostnader

Beräkningen för materialkostnader inkluderar endast direkt material. Detta genom att beräkna totala plåtköpet för en detalj för vald period (år 2014) inklusive processpillsintäkter. Tabell X nedan visar uppställningen av materialkostnaderna och nedan beskrivs hur dessa beräknades.

Mängden plåt som köptes in för ämne 8110309, vilket är den material som Volvo V.40 dörrar tillverkas av, multipliceras med inköpspriset för plåten under det året. Eftersom två dörrar, både vänster och höger, tillverkas utav ämnet 8110309 dividerades den summan med två för att erhålla inköpsmängden för en detalj. Inköpspriset för ämnet erhöles i valutan Euro per ton för år 2014, därför beräknades genomsnittsvärdet för valutakursen omvandlat till Svenska kronor samt i kilo.

Tabell 7 Tabellen visar materialkostnader erhållna från VCBC's system.

Inköpsmängd för ämne 8110309 under år 2014:	1 588 565 kg
Per detalj:	794 282,5 kg
Inköpspriset för ämne 8110309 under år 2014:	789,55 Euro/ton.
Inköpspriset för ämne 8110309 under år 2014:	7,184 SEK/kg
Genomsnittliga valuta kursen från Euro till SEK för år 2014:	9,0989 kr*
* Valutaomvandlingen visas i bilaga 10.3	

*Inköpsmängd av plåt * inköspriset för plåt = Utbetalning för plåt*

$$\text{Beräkning: } 794\,282,5 \text{ kg} * 7,1840689 \frac{\text{kr}}{\text{kg}} = 5\,706\,180,179 \text{ kr}$$

Eftersom pressningen av detaljen inte uppnår till en "near to shape" form, innebär det att mycket processpill uppstår. Detta spill säljs vidare till skrothandlare och bör därför räknas in som en intäkt. Beräkningen görs genom att multiplicera skrotmängden med försäljningspriset för skroten. För att beräkna skrotmängden dividerades ämnets vikt med två och därefter subtraherades med detaljens vikt. Då erhålls skrotvikten i kg.

Tabell 8 Tabellen visar hur skrotvikten erhöles för detaljen.

Ämnesvikt:	12,905 kg
Ämnesvikt per detalj:	6,4525 kg
Detalj vikt:	3,414 kg
Skrotvikt:	3,0385 kg
Skrotpriset(kr/kg):	2,217 kr/kg
Totala antalet tillverkade detaljer:	117811 st
Antalet kasserade detaljer:	1702 st

*Plåtskrotsmängden * skrotförsäljningspriset = Intäkt från skrot*

$$\text{Beräkning: } 3,0385 \text{ kg} * 2,217 \text{ kr/kg} = 6,73635 \text{ kr per detalj}$$

$$\text{För totala antalet tillverkade detaljer: } 6,73635 \text{ kr} * 117811 = 793\,616,66 \text{ kr}$$

Utbetalningarna för plåten subtraheras med intäkterna från skroten för att erhålla den verkliga totala detaljens materialkostnad.

Utbetalning för plåt – Intäkt från skrot = Totala materialkostnaden för vald detalj(år)

$$\text{Beräkning: } 5\,706\,180,179 \text{ kr} - 793\,616,66 \text{ kr} = 4\,912\,563,519 \text{ kr}$$

Totala materialkostnaden(inklusive processpillintäkter) infördes i kostnadsmodellens rätt kostnadsterm, k_B . Enligt formeln nedan. I tabellen syns den totala detaljkostnaden för materialet.

$$b = \frac{k_B}{(N_0)(1 - q_Q)} \quad \text{Ekvation 6.2}$$

Tabell 9 Tabellen visar vilka parametrar som inkluderades för beräkning av materialkostnad per detalj.

k_B Totala Materialkostnad/år	q_Q (kassationsandel)	N_0 (Seriestorlek)
4 912 563,519 kr	0,0142	117811 st
Totala detaljkostnaden för material år 2014, b: 42,30109 kr		

För beräkning av q_Q fördelades antalet kasserade detaljer med det totala antalet tillverkade och antalet kasserade, enligt teoridelen i avsnitt 4.7 och ekvation 2.5.

6.1.3 Utrustnings kostnader vid stillestånd och vid produktion

Maskintimkostnaderna K_{CP} och K_{CS} har tillhandahållits av VCBC's system. Därefter fördes de in i formelerna nedan och då erhöles totala kostnaden för utrustningskostnaderna vid produktion och vid stillestånd. Maskintimkostnaderna som förs och uppdateras indelas i rörliga och fasta. De fasta är när produktionen står stilla och när produktionen är igång inkluderas även de rörliga. Dessa kostnader uppdateras veckovis, därför beräknades de som ett genomsnittligt värde under året 2014. Taktförlustandelen och resterande erhöles från erhöles från Performance systemet.

Tabell 10 Tabellen visar vilka parametrar utrustningskostnaden inkluderades med.

K_{CP} (maskintimkostnad, vid produktion)	t_0 (cykeltid)	q_Q (kassationsandel)	q_P (Taktförlust)	N_0 (Seriestorlek)
12115 kr	0,2325	0,0142	0,07868	117811
Utrustningskostnad, vid produktion, c1: 51,688 kr				

$$c1 = \frac{k_{CP}}{60 * N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q) * (1 - q_P)} \right] \quad \text{Ekvation 6.3}$$

Beräkning av maskintimkostnaden vid stillestånd, k_{CS} , illustreras i tabellen och formeln nedan.

Tabell 11 Tabellen nedan visar vilka parametrar utrustningskostnaden beräknades med.

K_{CS} (maskintimkostnad, vid stillestånd)	t_0 (cykeltid)	q_Q (kassationsandel)	q_S (stilleståndsandel)	q_P (Taktförlust)	T_{Su} (Ställtid)	N_0 (Seriestorlek)
7510 kr	0,2325	0,0142	0,3355	0,07868	1363	117811
Utrustningskostnad, vid stillestånd, c2: 17,6255 kr						

$$c2 = \frac{k_{CS}}{60 * N_0} \left[\frac{t_0 * N_0}{(1 - q_Q) * (1 - q_P)} * \frac{q_S}{(1 - q_S)} + T_{Su} \right] \quad \text{Ekvation 6.4}$$

6.1.4 Lönekostnader

Eftersom en förädlingspunkt studeras innebär det att kostnadsmodellen och antalet detaljer måste bära på rätt kostnader, dvs. som ingår i den valda förädlingspunkten. Som i fallstudiet utgör linje 38. För lönekostnaderna inräknades endast den personal som är i direktkontakt med linje 38. Lönekostnaden, k_D , erhöles från finansavdelningen på VCBC och i den ingår samtliga sociala kostnader inkl. försäkringar och semesterersättningar. Jan-Eric Ståhl, som ligger bakom formeln hävdar att lönekostnaden erfarenhetsmässigt brukar uppgå med ca 2,5 gånger utbetald bruttolön. Därför har lönekostnaden multiplicerats med detta samt antalet medarbetare. Vidare påstår Jan-Eric Ståhl att även kostnader för arbetsledning och gemensamma specialister bör ingå, men eftersom arbetsledningen på linje 38 inte kan knutas endast till linje 38 valdes att inte ha med dessa kostnader.

Hur totala lönekostnaden per detalj beräknades samt vilka parametrar som inkluderas visas i formeln och tabellen endan. De andra värdena hämtades från VCBC's egna data system.

$$d = \frac{k_D}{60 * N_0} * \left[\frac{N_0 * t_0}{(1 - q_S) * (1 - q_Q) * (1 - q_P)} + T_{Su} \right] \quad \text{Ekvation 6.5}$$

Tabell 12 Tabell över lönekostnader och parametrarna som ingick vid beräkning.

k_D timlön	T_{SU} (ställtid)	t_0 (cykel- tid)	q_S (stilleståndsandel)	q_Q (kassat- ionsandel)	q_P (Taktförlust)	N_0 (Seriestor- lek)	Antalet medar- betare
266 kr	1363 min	0,2325	0,3355	0,0142	0,07868	117811	8 perso- ner
Totala lönekostnad, d: 35,1835 kr							

6.1.5 Övriga kostnader

Denna kostnadsterm utnyttjades för att belasta tillverkningskostnaden med en specifik kostnad som linje 38 medför, justeringskostnader. Justeringskostnader innebär att detaljen inte behöver kasseras utan kan rättas till och därmed bli godkänd. Justeringskostnaden erhöles från systemet Kass&Just och det som en summa per år, därför fördelas den med antalet tillverkade detaljer. Dessa detaljer får bära på denna kostnad eftersom det sker inom linje 38.

$$e = \frac{k_{sum}}{N_0} \quad \text{Ekvation 6.6}$$

Tabell 13 Justeringskostnader och antalet detaljer.

Justeringskostnad, per år	Antalet tillverkade detaljer, N_0
72868	117811
Totala justeringskostnader, e	0, 6185 kr

Vilka olika justeringsfel det förekommer beskrevs i Empirin och tabell 4.

6.1.6 Eventuella investeringskostnader

Hur en eventuell investering påverkar detaljkostnaden är högtintressant att studera. Beroende på vilken investering som görs och hur många olika detaljer som gynnas utav denna, kan dessa tillverkade detaljer bära den kostnaden. I linje 38 pressas 12 olika detaljer, och detaljantalet är inom intervallet 100 000 – 140 000 st. Därför antogs en likformig fördelning på investeringskostnaden, där var och en utav detaljerna som gynnas får bära på kostanden.

Exempelvis, skulle en investering göras på linje 38 och den används bara utav två detaljer. Då fördelar man investeringens kostnad på antalet tillverkade detaljer och antalet olika detaljer som gynnas. Enligt figuren nedan:

$$f_{inv} = \frac{\text{investering}}{N_0 * (N_N)} \quad \text{Ekvation 6.7}$$

Totala investeringen fördelas på antalet detaljer samt de olika detaljer som gynnas utav investeringen. Detta antagande gjordes även vid programmeringen i VBA.

6.1.7 Totala kostnader för vänster framdörr, bilmodell V.40

Tabell 14 Tabell över alla de kostnadstermer som inkluderats.

Kostnadspost	
Verktygskostnader	0,0038
Materialkostnader	42,3011
Utrustningskostnader, vid produktion	51,6880
Utrustningskostnader, vid stillestånd	17,6255
Lönekostnader	35,1835
Övriga kostnader(Justeringskostnader)	0,6185
Ev. investering	0,0000
Total kostnad för detaljen:	147,4204 kr

Tabellen ovan visar den totala kostnaden för vänster dörr. Hur stor andel de olika kostnadsposterna utgör illustreras i cirkeldiagrammet nedan.

DETALJKOSTNADEN, VÄNSTER DÖRR V.40

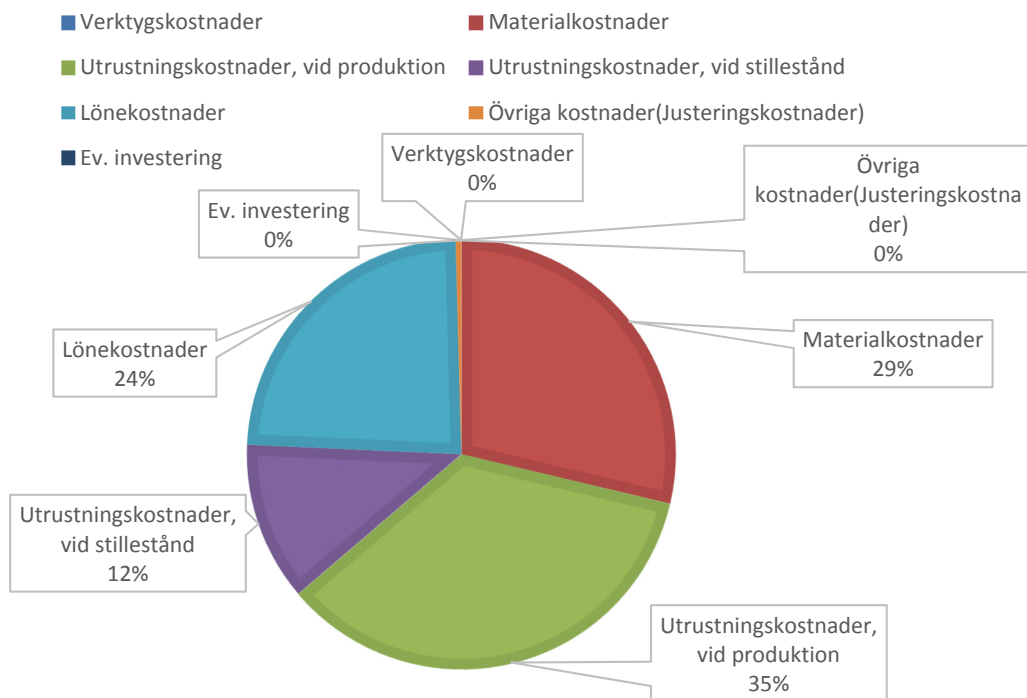


Diagram 1- Kostnadsfördelning, V.40 framdörr.

Diagram 7 ovan visar hur fördelningen av kostnaden för de olika kostnadsposterna ser ut. Ev. Investering är inräknat, fastän ingen har inkluderats. Av diagrammet framgår att utrustningskostnaden vid produktion utgör största andelen. Då det handlar om en relativt ny och dyr presslinje är det inte konstigt anser författaren. Eftersom denna kostnadspost är en fast sådan så finns det inte så mycket att göra åt det, däremot kommer de rörliga kostnader såsom material- och lönekostnader på andra respektive tredje plats. Detta anser författaren vara en tillgång eftersom det är lättare att påverka de

rörliga kostnaderna. Exempelvis kan inköpspriset för plåten falla alternativt förhandlas till ett billigare, och då skulle det påverka totala detaljkostnaden mycket.

6.2 VBA programmet

Ett av huvudmålen för kostnadsmodellen och själva konceptet med "The Next Step" är att skapa ekonomiskt baserat beslutsunderlag samt simulera olika tillverkningsekonomiska analyser. För att åstadkomma med det sistnämnda valde författaren i föreliggande studie att programmera in kostnadsformeln med hjälp av VBA programmering. I sex arbetsblock finns verktyg för att göra olika analyser.

6.2.1 Möjligheterna med VBA programmet är följande:

- **Beräkna verklig kostnad per producerad detalj:** I första arbetsblocket skrivs värden för de olika parametrarna och genom en knapptryckning beräknas den verkliga tillverkningskostnaden per detalj.
- **Identifiera kostnadsdrivare:** I första arbetsblocket fördelas kostnaderna beroende på kostnadsterm och då illustreras de olika kostnaderna i tabell och grafer. Genom att ändra på värden för de tre olika resultatparametrarna kan det snabbt inses vilken kostnad de tillsammans medför men även individuellt.
- **Identifiera kostnadseffektiva utvecklingsaktiviteter och erhålla prioriteringslista för investeringar:** Denna möjlighet är viktig vid eventuell investering och prioritering av sådan. Vid olika möjliga simuleringar kan det snabbt inses vart det behövs mest att investera i, i hopp om att minska på de olika resultatparametrarna. Ska det investeras i minskning av kassationer, stillestånd eller produktionstaktförluster är t.ex. frågor som kan besvaras. Andra frågor är eventuell övervägning av materialbyte(från el till varm), då kan det snabbt inses vilken påverkan det kommer ha på tillverkningskostnaden. Dessa frågor är bara exempel, det finns många fler frågor och simuleringar som kan studeras. Även eventuell investeringskostnad kan inkluderas och då erhålla den tillverkningskostnad som den kommer medföra.
- **Simulera utfall av olika utvecklingsscenarier:** Som benämnt ovan, finns det många olika typer av simuleringar och utfall där olika scenarier erhålls. Enligt tabellen nedan.

Tabell 15 Beskrivning av hur detaljkostnaden, k, kan påverkas.

	Bet.	±	Inflytande på detaljkostnaden k
1	q_Q	-	Reducerat k genom minskade kassationer
2	t_0	-	Reducerat k genom minskad cykeltid t_0
3	q_P	-	Reducerat k genom minskade taktförluster
4	q_S	-	Reducerat k genom minskade stillestånd
5	T_{su}	-	Reducerat k genom minskade ställtider
6	N_0	+	Reducerat k genom ökad seriestorlek

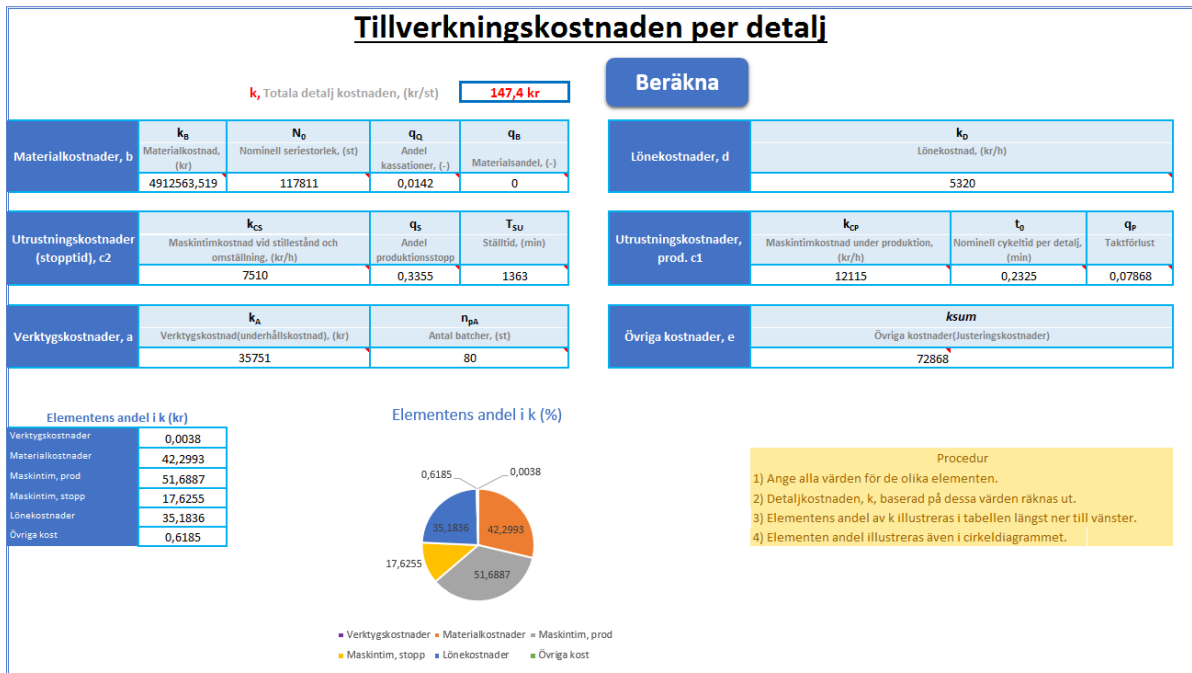
- **Jämföra kostnader mellan olika detaljer och produktionssystem:** I arbetsblocket benämnd Tillverkningskostnad2 kan värden för en annan detalj införas och sedan jämförs med de värden som är i Tillverkningskostnad för en annan detalj. Denna jämförelse görs i Jamfora_fall. På VCBC är det högtintressant att jämföra olika linjer mellan varandra och därmed skildra på vilken linje eller produktionssystem som behöver förbättras mer i form av investeringar.

- **Prissättningsmodell:** Efter den verkliga kostnaden beräknas per detalj kan det enkelt inses om man tjänar eller inte på tillverkningen utav den detaljen, detta genom att jämföra med försäljningspriset. Därav kan det vara fråga att öka eller minska på försäljningspriset och därmed fungera som en prissättningsmodell.
- **Sätta upp målfunktioner:** Efter de tre byggstenarna (q_p , q_Q och q_S) utgör kvalitetsbristkostnaderna kan man efter beräkning av verkliga utfall sätta upp målfunktioner för kommande produktion. Vid produktionens slut kan dessa mål jämföras med det verkliga utfallet och på så sätt beräkna kvalitetsbristkostnader. Målfunktioner kan även baseras på totala kostnaden per tillverkad detalj och sedan erhålla möjliga värden på resultatparametrarna som finns inom intervallet för att uppnå målet.
- **Räkna ut kvalitetsbristkostnaderna:** Som benämns ovan är beräkning av kvalitetsbristkostnader möjlig när man jämför olika värden för resultatparametrarna. Vid en erhållen kvalitetsbristkostnad, bör det undersökas om denna kostnad istället kan användas till en investering.

Nedan beskrivs vilken typ av information som är möjlig att erhålla samt en kort beskrivning på proceduren för de sex olika arbetsblocken.

6.2.2 Arbetsblock: Tillverkningskostnad

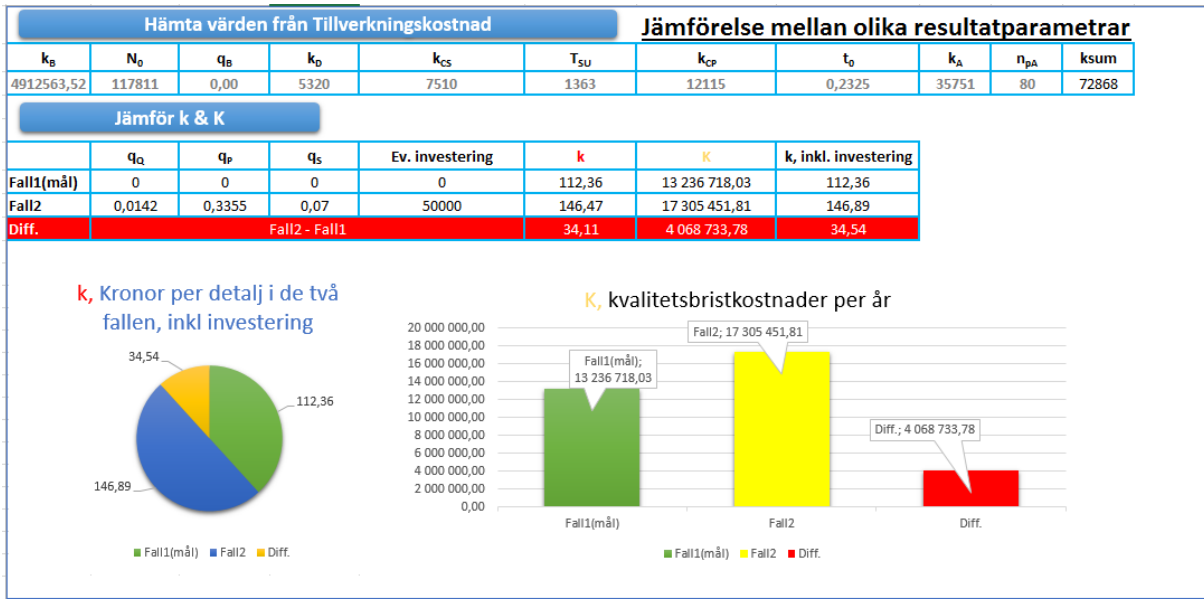
I det första arbetsblocket, benämnt Tillverkningskostnad och som syns i bilden nedan, införs de olika värdena för kostnadstermerna och därefter beräknas tillverkningskostnaden per detalj genom att trycka på knappen Beräkna. Hur stor andel de olika kostnadsposterna utgör illustreras i en tabell och i en cirkelgraf. Totala detaljkostnaden erhålls efter att värdena är hämtade och uträknade. Det enda som man behöver beräkna innan införingen i programmet är materialkostnaderna, k_B . Denna kostnad skall beräknas såsom i tidigare exempel. Detta eftersom enligt den proceduren erhålls summan för alla tillverkade detaljer under året, varpå de i programmet räknas ut till en tillverkad detalj. Detta innebär att q_B , dvs. materialspillsfaktorn som finns i programmet inte behöver inkluderas och kan därför sättas till noll. Resterande termer är enkelt att hitta i VCBC's system, och då främst Performance-systemet. Som det syns i bilden nedan motsvarar kostnadstillverkningen för vänster framdörr den som erhöles i beräkningarna ovan. Vilket innebär att kostnadsmodellen beskriven i VBA verifieras med egna beräkningar.



Figur 15 Bilden ovan visar hur programmet i första arbetsblocket ser ut.

6.2.3 Arbetsblock: Jamfora_k

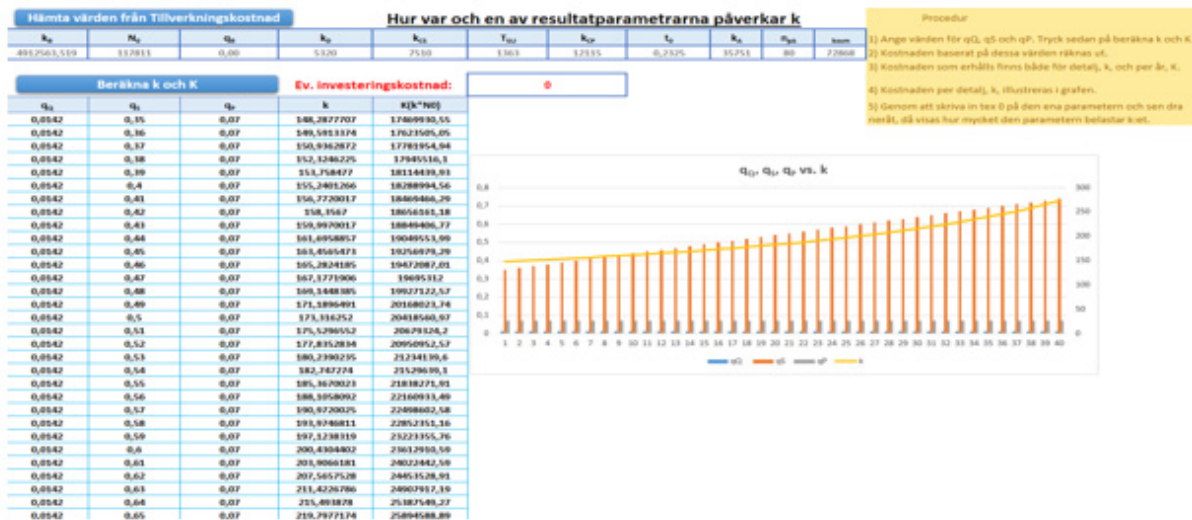
Det tre byggstenarna i formeln, resultatparametrarna (q_p , q_s och q_a), utgör kvalitetsbristkostnaderna och är programmerade som variabler i föreliggande arbetsblock som benämns Jamfora_k. Genom att jämföra två fall med olika resultatparametrar kan både skillnaden per detalj erhållas liksom kvalitetsbristkostnaden. För beräkning av den senare kan det ena fallets värden sättas till noll, och i det andra utfallet för de studerade värdena. En annan viktig funktion som ingår i The Next Step är att skapa målfunktioner, vilket kan alstras i föreliggande arbetsblock. Detta genom att jämföra målvärdet i resultatparametrarna mot det verkliga utfallet och baserad på detaljkostnaden sätta upp ett nytt målvärde. I detta arbetsblock kan även en eventuell investeringskostnad läggas på detaljerna för de olika fallen. För investeringsinsättning är det mycket viktigt att dess summa endast berör de studerade detaljerna, såsom beskrivet i teoridelen. För illustration av siffrorna och jämförelse visas grafer där det tydligt framgår både kvalitetsbristkostnaderna man även detaljkostnaderna för respektive fall. Bilden nedan är ett skrämsklipp på programmet och dess design. Som synes skall värden för den studerade detaljen hämtas genom knapptryckningen längst upp till vänster. Dessa värden kommer från första arbetsblocket, beskriven ovan och som benämns Tillverkningskostnad. När värden är hämtade återstår införing av kvalitetsbristparametrarna för respektive fall. Viktig möjlighet är att jämföra lilla k och stora k, skillnaden mellan dessa är tillverkningskostnaden per detalj och per år.



Figur 16 Bilden visar hur arbetsblock Jämföra_k ser ut.

6.2.4 Arbetsblock: kTabell

I detta arbetsblock kan olika värden på resultatparametrarna studeras, och hur de påverkar tillverkningskostnaden per detalj och år, både enskild men också i kombination. För att matcha ett verkligt utfall och göra olika typer av simuleringar kan kvalitetsbristparametrarna kombineras på många olika sätt. Denna kombination ger detaljkostnaden både per år och per detalj. Dessa kostnader illustreras i grafen. Här kan även en eventuell investeringskostnad inkluderas och då jämföras med hur stor påverkan blir. Om man t.ex. är intresserad av att veta hur stor andel kassationerna utgör kan dess parameter, q_0 , sättas till noll och utfallet kommer påverkas i båda kolumnerna där tillverkningskostnaden per år och per detalj skildras. Genom liknande analyser kan det enkelt inses hur stor andel de olika parametrarna belastar och då bestämma en åtgärd för att minska storleken på dessa.



Figur 17 Bilden visar hur detta arbetsblock ser ut.

6.2.5 Arbetsblock: QKombination

I arbetsblock kTabell hittas detaljkostnaderna per år, det kan användas till att sätta upp en målfunktion i nästa arbetsblock, QKombination. Proceduren för detta är att sätta upp ett mål för hur mycket K ska vara, och då hitta möjliga resultatparametrar som motsvarar detta. När målen inte uppnås, kan kvalitetsbristkostnaderna beräknas och eventuell investering införs baserad på hur stor den summan är. Detta förhållningssätt brukar benämnas "reverse engineering", och syftar på att istället för att få ut kostnaden per tillverkad detalj, sätta ett mål för hur mycket den kostnaden kan vara och utifrån det hitta möjliga resultatparametrar. Till en början insågs att det kan finnas oändligt många olika kombinationer, därför infördes ett startvärde samt en ökning alternativt minskning av de två värden man inte söker i första hand. Här kan även eventuell investeringskostnad inkluderas vilket kommer läggas på den totala årskostnaden detaljer får inneha. De möjliga resultatparametrarna som tillsammans i kombination matchar den uppsatta eller önskade kostnaden kan även beräknas och fås i intervaller, vilket möjliggör förenkling vid analyser för huruvida målen är uppnådda eller inte.

Hämta värden från Tillverkningskostnad						Baserad på totala K och ev.					
k_B	N_B	q_B	k_D	k_{CS}	T_{SU}	k_{CP}	t_C	k_A	n_{PA}	ksum	
4912563,519	117811	0,00	5320	7510	1363	12115	0,2325	35751	80	72868	
$K(k \cdot N_B)$		18000000		Ev. investering		0					
Start värde:		q_P	q_S	Start värde:		q_A	q_S	Start värde:		q_A	q_P
Ökas/minskas med:		0,0003	0,001	Ökas/minskas med:		0,0001	-0,0011	Ökas/minskas med:		0,004	0,001
Fyll värden för q_P & q_S			Fyll värden för q_Q & q_S			Fyll värden för q_Q & q_P					
Hitta q_Q			Hitta q_P			Hitta q_S					
q_A	q_P	q_S	q_A	q_P	q_S	q_A	q_P	q_S			
0,055819848	0,07	0,3355	0,04	0,421121423	0,1445805	0,03	0,02	0,4996459			
0,054794804	0,0703	0,3365	0,0401	0,421454467	0,1434805	0,034	0,021	0,4957342			
0,053766652	0,0706	0,3375	0,0402	0,421786625	0,1423805	0,038	0,022	0,4917677			
0,052735377	0,0709	0,3385	0,0403	0,4221179	0,1412805	0,042	0,023	0,4877454			
0,051700965	0,0712	0,3395	0,0404	0,422448296	0,1401805	0,046	0,024	0,4836661			
0,050663402	0,0715	0,3405	0,0405	0,422777815	0,1390805	0,05	0,025	0,4795285			
0,049622674	0,0718	0,3415	0,0406	0,423106461	0,1379805	0,054	0,026	0,4753314			
0,048578765	0,0721	0,3425	0,0407	0,423434238	0,1368805	0,058	0,027	0,4710736			
0,047531662	0,0724	0,3435	0,0408	0,423761149	0,1357805	0,062	0,028	0,4667537			
0,04648135	0,0727	0,3445	0,0409	0,424087197	0,1346805	0,066	0,029	0,4623704			
0,045427813	0,073	0,3455	0,041	0,424412385	0,1335805	0,07	0,03	0,4579223			
0,044371038	0,0733	0,3465	0,0411	0,424736716	0,1324805	0,074	0,031	0,453408			
0,04331101	0,0736	0,3475	0,0412	0,425060195	0,1313805	0,078	0,032	0,448826			
0,042247712	0,0739	0,3485	0,0413	0,425382823	0,1302805	0,082	0,033	0,4441748			
0,041181131	0,0742	0,3495	0,0414	0,425704605	0,1291805	0,086	0,034	0,4394528			
0,040111251	0,0745	0,3505	0,0415	0,426025543	0,1280805	0,09	0,035	0,4346585			
0,039038057	0,0748	0,3515	0,0416	0,426345641	0,1269805	0,094	0,036	0,4297901			
0,037961533	0,0751	0,3525	0,0417	0,426664902	0,1258805	0,098	0,037	0,424846			
0,036881665	0,0754	0,3535	0,0418	0,426983328	0,1247805	0,102	0,038	0,4198245			
0,035798435	0,0757	0,3545	0,0419	0,427300924	0,1236805	0,106	0,039	0,4147236			

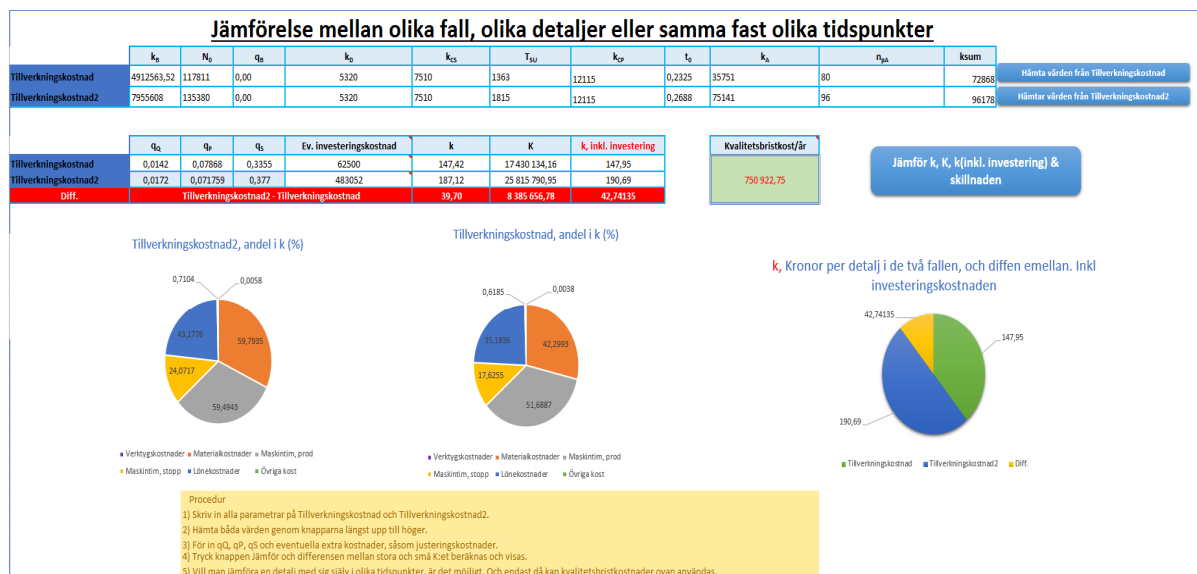
Figur 18 Bilden visar QKombination.

6.2.6 Arbetsblock: Jamfora_fall

De två sista arbetsblocket återfinns i arbetsblocken benämnda Tillverkningskostnad2 och Jamfora_fall. Den första ser precis likadan ut som första arbetsblocket, Tillverkningskostnad, här införs värden för en annan detalj detalj eller batch. Och i Jamfora_fall kan dessa sedan jämföras mot värden erhållna för detaljen från Tillverkningskostnad. Eftersom man ställer två detaljer mot varandra är det enkelt att se var de olika kostnaderna härrör och då göra en jämförelse dem emellan. Vid identifieringen av härkomsten för kostnaderna kan rätt beslut enklare fattas. I föreliggande arbetsblock möjliggörs även jämförelse av en nuvarande produkts kostnader med önskade kostnader.

Figur 19 nedan visar hur arbetsblocket Jamfora_fall ser ut. Proceduren för denna är införing av värdena för önskat produkt/produkter i respektive tillhörande arbetsblock, Tillverkningskostnad1 och Tillverkningskostnad. Därefter hämtas värdena genom knapptryckning längst upp till höger, och då hämtas värdena från respektive arbetsblock. Efter det införs värdena för kvalitetsbristparametrarna, q_D , q_P och q_S . För jämförelse mellan tillverkningskostnader jämförs och illustreras skillnader i grafer och siffror. Detta görs både för kostnaden per detalj men även per år. Skall en eventuell investering inkluderas i analysen bör den inskrivas enligt teoridelens föreskrifter.

Vid analys av en enda detalj för t.ex. olika tidpunkter, kan kvalitetsbristkostnaden erhållas antingen per år eller för den tidsperioden analysen berör.



Figur 19 Bilden ovan visar hur arbetsblocket där jämförelse mellan två fall ser ut.

6.3 Analysen för jämförelse mellan elförzinkning och varmförzinkning

För jämförelsen mellan elförzinkning och varmförzinkning valdes två detaljer att ställas mot varandra, V.40 vänster framdörr och XC.60 vänster framdörr. För att skydda dörrarna mot korrosion beläggs de med zink innan de anländer till presslinje 38. Denna beläggning gör underleverantörerna och det finns tre olika metoder att belägga zinken, dessa är varm-, el- och sprutförzinkning. V.40's dörrar beläggs med varmförzinkning, medan XC.60 med elförzinkning. Skillnaden dessa metoder emellan och hur lönsamma de är, är baserad dels på diskussioner med berörd personal på VCBC samt egna analyser baserad bl.a. på VBA-programmet.

Viktiga aspekter som vägdes in vid jämförelsen är:

- 1) Tekniska egenskaper och finish: Frågor såsom hur grundmaterialet påverkas eller vilka krav det ställs på utseendet och finishen undersöktes.
- 2) Ekonomin: Hur inköspriset varierar för de två olika fallen. Och hur totala kostnaden blir över en längre period, livslängden.
- 3) Miljön: Hur påverkas beläggningen i olika miljöer samt hur själva miljön påverkas beroende på metod som väljs.
- 4) Tiden: Hur livslängden på beläggningen varierar för de två olika metoderna.

Tekniska egenskaper: De krav som ställs på utseendet är finishen på plåtens yta, vilket var anledningen till att det bestämdes att ha XC.60 dörrars zinkbeläggning med appliceringsmetoden elförzinkning. Efter diskussioner med ansvariga för plåtköp, är differensen för slutproduktens finish inte avsevärt märkbart. På de elförzinkade detaljerna blir finishen mycket bra, men på de varmförzinkade bara "godkänd". Deformation vid applicering är anledningen till att det uppkommer materialfel, vilket innebär att detaljerna eller ämnen måste skickas tillbaka. Denna defekt uppstår sällan vid elförzinkning, men händer rätt ofta på varmförzinkade detaljer. När materialfel upptäcks, beroende på kvantiteten, blir ansvariga för linjen upplysta och eventuell avbrott av hela batchen kan föreslås. Detta kan medföra försening till kund men brukar lösas snabbt med nya batcher och ny material från mellanlagret i Sölvesborg.

Ekonomi: Inköspriset är ca 11 % högre för elförzinkning. Detta medför en stor skillnad i materialkostnader. Eftersom varmförzinkningen även håller längre och inte ger löpande kostnader, medför det även lägre livslängdskostnad på längre sikt. Prisskillnaden, både inköspriset och löpande livslängdskostnad, är en utav de största skillnaderna metoderna emellan.

Miljö: Eftersom varmförzinkningen håller längre medför det lägre miljöpåverkan i form av transportkostnader eller elkostnader på längre sikt. Även efter detaljens förbrukning kan den återigen smältas och användas på nytt. För elförzinkning gäller inte samma sak då den korroderar snabbare och därmed inte kan återanvändas.

Tiden: Beläggningen för varmförzinkningen håller längre än den för elförzinkning. En anledning är skillnaden i vidhäftningen, där varmförzinkning sker via en legering med stålet medan elförzinkningen får en elektro-kemisk vidhäftning.

Efter diskussioner med berörd personal framkom varmförzinkade detaljer som mer pressvänliga och därför inte behöver anoljas innan själva pressningen. Anoljningen sker via ett automatiserat anoljningssystem som är installerat på linje 38 och är bara till för de elförzinkade detaljerna. Anoljningssystemet har varit den dyraste investeringen på hela linjen som överstigit miljonbelopp vid införskaffningen. Eftersom vidhäftningsförmågan och korrosionsskyddet är bättre och därmed längre förväntad livstid på ytbehandlingen medför det även lägre miljöpåverkan på sikt. Som nämnt tidigare inkluderas faktorerna allt från transportkostnader, elkostnader och återanvändning efter förbrukning som miljöbovar. Ur dessa synpunkter är varmförzinkning definitivt att föredra. En annan viktig fördel för varmförzinkning är det billiga inköspriset, som är ca 11 procent billigare.

Det som talar för elförzinkningen är finishen, som är mycket bra jämfört med bara bra för varmförzinkningen. Vidare medför elförzinkningen lägre materialfel. I figuren nedan är materialfelen ställda mot varandra, de två första staplarna är från år 2013 och de andra två 2014. Här syns klart och tydligt att elförzinkningen medför lägre materialfel. Som nämnt tidigare skickas detaljer med materialfel tillbaka till leverantören som i sin tur är skyldig att betala tillbaka de pengarna. Därför blir den enda nackdelen risken för försening av detaljer till kund.

I tabellen nedan sammanställs de största skillnaderna mellan varmförzinkning och elförzinkning. Dessa skillnaders för- och nackdelar ställs mot varandra och den metoden med flest fördelar föreslås.

Tabell 16 Sammanställning över karaktärsdrag för var och en av metoderna.

	Varmförzinkning	Elförzinkning
Vidhäftning	Legering med stålet	Elektro-kemisk
Applicering	Doppning i smält zink	Elektrolytisk utfällning
Utseende	Blank och/eller grå	Blank
Finish	Bra	Mycket bra
Spridning vid applicering	Jämn	Ojämn ²
Korrosionsskydd utomhus	Mycket bra	Dåligt
Livslängdskostnad	Mycket låg	Hög
Katodiskt skydd	Mycket bra	Begränsat
Deformation vid applicering	Kan förekomma ³	Nej

2) Beroende av elektroplacering.

3) Inbyggda spänningar hos stora ytor kan utlösas i det varma zinkbadet.

6.3.1 Jämförelse i siffror

För att sätta dessa jämförelser mot varandra och få ytterligare beslutsunderlag till det slutgiltiga svaret om huruvida varmförzinkning verkligen är den bättre metoden än el, beräknades kostnaden per detalj i kostnadsmodellen i VBA-programmet. Dessutom gjordes andra känslighetsanalyser.

Tabellen nedan visar totalkostnaden per detalj för V.40 och XC.60. Detalkostnaden för V.40 är billigare med nästan 22 %, 146 kr respektive 186 kr för. Vad gäller kassationsandelen, både materialfel och processfel, medför V.40 lägre kassationsandelar med ca 3 %. Enligt jämförelsen är även verktygskostnaderna dubbelt så stora på XC.60. En annan viktig jämförelse är materialkostnader per detalj, här syns klart och tydligt att kostnaden är nästan 30 % större för XC.60, och då är även skrotintäkter inräknade.

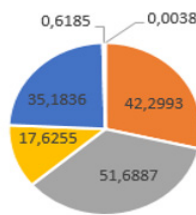
Siffrorna ovan är hämtade från VBA-programmet, men för att återigen stärka jämförelsen undersöktes justeringskostnader och kassationskostnader hämtade från VCBC's egna system(kass&just). Även här redovisas att kostnaden för V.40 är billigare både för justering och kassationer.

Jämförelse mellan XC60 och V40 dörrar, m.a.p. kostnadsmodellen från Excelfilen

	V.40	XC.60
Totalkostnaden per detalj under året 2014.	146 kr	186 kr
Kassationsandelar under året 2014.	0,0142	0,0173
Verktygskostnader under året 2014	35 751	75 141
Inköpspriset(per detalj och år 2014)	7,18	8,02
Materialkostnader per detalj (inkl. skrotintäkter)	42,3 kr	59,8 kr
Justeringskostnader(per detalj)	72 868 (0,62)	96 178 (0,71)
Kassationskostnader(per detalj)	113 762 (0,97 kr)	190 121(1,40 kr)

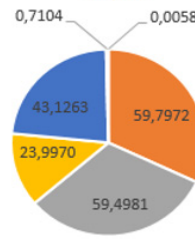
} Kass&Just

V.40: Elementens andel i k (%)
146 kr



■ Verktygskostnader ■ Materialkostnader ■ Maskintim, prod
■ Maskintim, stopp ■ Lönekostnader ■ Övriga kost

XC.60: Elementens andel i k (%)
186 kr



■ Verktygskostnader ■ Materialkostnader ■ Maskintim, prod
■ Maskintim, stopp ■ Lönekostnader ■ Övriga kost

Figur 20 Ovan fakta är hämtat från VBA-programmet.

Tabellen nedan visar de olika värden för V.40 och XC.60 dörrarna. Dessa värden fördes in i VBA-programmet och detaljkostnaden erhöles. Kassationsandelen för V.40 var 1702 detaljer, medan XC.60 hade 2378 kasserade detaljer. Stoptiderna skiljer sig ca 4 procent emellan, enligt tabellen. Taktför-lusterna lite högre.

Tabell 17 Sammanställning över alla kostnadstermer detaljerna emellan.

	V.40	XC.60
k_B	4912564	7955608
N_0	117811	135380
k_D	5320	5320
k_{CS}	7510	7510
T_{SU}	1363	1815
k_{CP}	12115	12115
t_0	0,2325	0,2688
k_A	35751	75141
n_{pA}	80	96
ksum	72868	96178
q_Q	0,0142	0,0172
q_P	0,07868	0,071759
q_S	0,3355	0,377
Totala k, kr/detalj	146	186

6.3.2 Känslighetsanalys

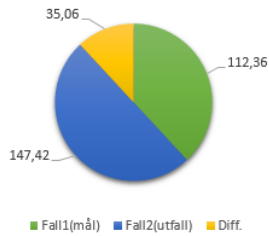
En intressant analys är att införa värdet på inköpspriset för varmförzinkning på XC.60 detaljen. Detta gjordes och detaljkostnaden sänktes till ca 7 kronor, som inräknat med alla andra tillverkade detaljer medför en total skillnad på 947 660 kr. Denna summa gäller för bara en dörr, den borde vara lika stor för resterande tre dörrarna men även för andra detaljer inom XC.60 som körs med elförzinkning. Dessutom är denna vinst under bara ett år, XC.60 har körts många år med det dyrare inköpspriset.

En intressant analys är att jämföra hur mycket kvalitetsbristkostnader detaljerna har medfört. Därför infördes värden från tabellen ovan i VBA-programmet och resultatparametrarna jämfördes med utfallet och noll, noll är en omöjlighet att sträva mot men det valdes bara som en jämförelse.

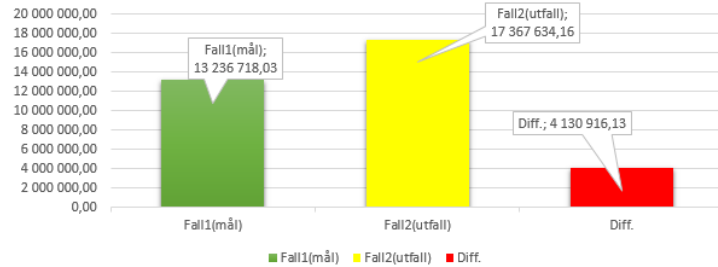
V.40 detaljen, dvs. varmförzinkningen, erhöll en kvalitetsbristkostnad på 35,06 kr per detalj. För alla detaljer gav det en kostnad på ca 4 130 900 kr. Enligt bilden nedan.

	q _a	q _p	q _s	Ev. investering	k	K	k, inkl. investering
Fall1(mål)	0	0	0	0	112,36	13 236 718,03	112,36
Fall2(utfall)	0,0142	0,3355	0,07868	0	147,42	17 367 634,16	147,42
Diff.	Fall2 - Fall1				35,06	4 130 916,13	35,06

k, Kronor per detalj i de två fallen, inkl investering



K, kvalitetsbristkostnader per år

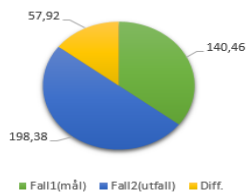


Figur 21 Bilden ovan är hämtat från VBA-programmet.

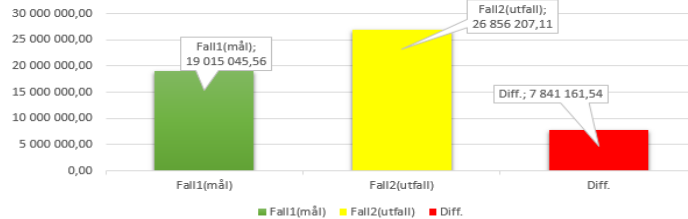
XC.60 detaljen medförde en större kvalitetsbristkostnad, 57,92 kr per detalj. Enligt bilden nedan.

	q _a	q _p	q _s	Ev. investering	k	K	k, inkl. investering
Fall1(mål)	0	0	0	0	140,46	19 015 045,56	140,46
Fall2(utfall)	0,0172	0,071759	0,3778	0	198,38	26 856 207,11	198,38
Diff.	Fall2 - Fall1				57,92	7 841 161,54	57,92

k, Kronor per detalj i de två fallen, inkl investering



K, kvalitetsbristkostnader per år



Figur 22 Bilden ovan är hämtat från VBA-programmet.

7. Slutsats

Detta kapitel presenterar slutsatserna erhållna från analysdelen. Slutsatserna avser att besvara studiens frågeställningar.

- **Hur skulle en kostnadsmodell kunna se ut och som kan fungera som beslutsunderlag vid eventuell investering kontra kontinuerliga kostnader i efterföljande processteg?**

Kostnadsmodellen som introducerades och anpassades efter linjen som studien begränsat sig inom är utvecklat av professor Jan-Eric Ståhl, professor på Lunds Tekniska Högskola. Kostnadsposterna som inräknades är kostnader för verktyg, material, maskintim(stopp och produktion), lönekostnader och övriga kostnader. I den sistnämnda ingick även justeringskostnader, en kostnad som är specifik för linjen i fråga. För att beräkna detaljkostnaden inkluderades kostnadsposterna och räknas ut per tillverkad detalj.

Kostnadsformeln modelleras baserad på tre drivande parametrar, kassationer, stopptider och taktförluster. Dessa resultatparametrar i kombination utgör också kvalitetsbristkostnaderna vid beräkning av detaljkostnaden i formeln, där de tre opererar i de olika kostnadstermerna. För att veta när en investering bör ske, ska kvalitetsbristkostnader beräknas för en detaljtyp eller för flera beroende på om investeringen i fråga gynnar fler detaljer, och den erhållna summa ställas mot storleken för en erforderlig investering. För att beräkna kvalitetsbristkostnaderna jämförs de målsatta värdena för resultatparametrarna med det verkliga utfallet, och därefter kan kvalitetsbristkostnaderna erhållas. Denna procedur har förenklats genom VBA-programmet där önskade värden beräknas och erhålls. För målsättning kan dels mål för resultatparametrar uppsättas men även mål för själva tillverkningskostnaden, k , och baserad på detta mål erhålla möjliga resultatparametrar inom ett visst intervall. Vid bestämningen utav en investering kan den inkluderas i kostnadsmodellen och beräkningar göras för hur den kommer belasta tillverkningskostnaden, samt fastställa nya mål för resultatparametrar baserad på de effekter investeringen kommer medföra.

Eftersom denna kostnadsmodell är så pass omfattande, med nästan alla kostnadsposter inklusive kvalitetsbristkostnaderna inkluderade, erhålls den verkliga tillverkningskostnaden per detalj, och detta innebär att modellen även kan fungera som en prissättningsmodell. Genom att jämföra tillverkningskostnaden som erhålls enligt modellen med försäljningspriset kan det snabbt inses huruvida företaget går i vinst eller i förlust med den produkten som tillverkas. Detta är något mycket viktigt och nödvändigt för många företag.

För VCBC's produktion är nästa steg att utöka formeln där flera produkter inom en och samma linje beräknas, och därmed erhålla siffror över kvalitetsbristkostnaderna som ställs mot förbättringsåtgärd såsom investeringar. Genom detta kan det enklare inses vilken linje man bör prioritera vid investeringsbedömning. När väl den linjen är vald, bör de olika produkternas andel för kvalitetsbrister utgöra ännu en prioriteringslista som kan utnyttjas vid investeringsbedömningen. När det väl är bestämt vilken detalj investeringen ska riktas mot, kan investeringen specificeras mer mot vilken kostnadspost den bör läggas på.

Avslutningsvis kan sägas att kostnadsmodellen, med tillhörande VBA program, möjliggör flera prioriteringar för vart det är mer lönsamt med en investering i produktionen och hur denna kommer påverka den totala kostnaden. Dessutom möjliggörs riktningar och målfunktioner för hur vinster skall genereras genom rätt val av investering och åtgärd.

- **Vilken beläggningsmetod är mer lönsam, varmförzinkning eller elförzinkning?**

För att besvara frågan studerades inledningsvis dessa två metoder och därefter bestämdes vilka två detaljer från var och en ska väljas ut för att ställas mot varandra. Via diskussioner och intervjuer med kunniga medarbetare inom olika områden, både från VCBC men även Torlanda, erhöles värdefull och viktig empirisk information. Via en matris på fyra viktiga punkter, miljö, ekonomi, tid och tekniska egenskaper jämfördes detaljerna emellan. Checklisten för dessa punkter la grunden för jämförelserna tillsammans med kostnadsmodellens resultat. Kostnadsmodellens resultat godkändes även utav diskussionerna som fördes med medarbetarna, samt stämde överens med VCBC's egna system för fastställandet utav den dyraste detaljen.

Efter dessa tre kriterier kunde det fastställas att varmförzinkningen bör väljas pga. den är:

- 1) Mer kostnadseffektiv
- 2) Mer pressvänligt, inte i behov av extra anoljning
- 3) Längsta korrosionsskyddet

Det som talade emot denna var materialfelkostnaderna men dessa är låga i jämförelse med t.ex. inköpskostnaderna, dessutom erhålls de tillbaka från leverantörerna. Försening av leverans till kunden från VCBC är väldigt riskfritt eftersom nytt material snabbt kan beställas från Sölvesborg som är mellanlagret och ligger nära till. En försening pga. materialfel förekommer väldigt sällan. En annan faktor som talade emot varmförzinkning är finishen, författaren överlåter frågan till VCBC som får undersöka huruvida det är mer lönsamt att nöja sig med bra finish jämfört med mycket bra samt ställa denna skillnad i korrelation till de extra kostnader som erhålls vid varmförzinkning istället.

En jämförelse mellan materialkostnaden för varmförzinkning istället för elförzinkning, på en XC.60 dörr, gav en vinst på 947 660 kr för alla tillverkade detaljer. Denna vinsten gäller för en dörr, läggs de tre kriterierna ihop samt andra tillverkade detaljtyper som berörs blir vinsten större.

8. Rekommendationer

Detta kapitel beskriver de rekommendationer som författaren vill överlämna till VCBC i syftet att bidra till förbättringar och utveckling för deras produktion.

Författaren vill i detta kapitel beskriva de rekommendationer och lyfta fram de tankar och idéer som erhållits efter undersökning av VCBC's produktion och system.

- ✓ Eftersom jämförelsen för de två olika beläggningsmetoderna påvisade dels genom kostnadsmodellen och diskussioner med erfaren och kunnig personal inom olika områden samt VCBC's egna system bör VCBC's ledning överväga ett byte för beläggningsmetoden från elförzinkning till varmförzinkning. Undersökningar bör göras över hur mycket finishen påverkas och om det kan ställas mot den vinsten som annars erhålls.
- ✓ Använda beslutsunderlag baserad på kostnadsmodellen och simulera tillverkningsekonomiska analyser i strävan att efterlikna ett verklighetsbaserat utfall. Detta möjliggör överblick över var kostnaderna härrör samt var investeringar bör tillämpas. Hade detta gjorts och punkten ovan verkställdts, så hade inte den dyraste investeringen för linje 38 gjorts. Denna investering, benämnt Eckardt, är ett anoljningssystem som kostade 3,8 miljoner kronor och är endast användbar för två detaljer som körs med elförzinkning, XC.60 dörrar och XC.60 skärmar. I linjen körs 11 andra detaljer, och dessa behöver inte anoljas innan pressning.
- ✓ Minska på personalkostnaderna. Linje 38 är en nästan helt automatiserad linje, med mycket hög automationsnivå. Antalet medarbetare, 8-10 personer, är för många för en så pass automatiserad och modern linje. Medarbetarnas jobbuppgifter är kvalitetskontroll av de färdigpressade detaljerna, denna manuella kontroll utgör ca 30 % av all stopptid och bör därför effektiviseras. Författaren rekommenderar realtidskameror då utvecklingen för dessa har kommit långt med en precisionsgrad som brukar ligga på en mycket tillfredsställande nivå.
- ✓ Sträva mot en "Near to shape"-pressning, dvs. undersökning över hur en mer precis pressning av detaljen kan göras. Detta hade minskat på mängden spill som säljs till skroten för ca 2 kronor per kg och som köps in för nästan 8 kr. Denna undersökning innebär att nya verktyg bör utformas så att pressningen mer precist skär ut önskat del av ämnet och därmed minskar den skrotspill som i dagsläget utgör nästan lika stor andel som själva detaljen.
- ✓ Skall en investering på pressar göras, så bör den ske på första pressen. Detta eftersom många processfel uppstår vid den första pressen vilket är självklart då dess funktion är att skapa själva formen på plåten. Enligt produktionsmedarbetarnas erfarenheter är det den pressen som främst genererar processfel.
- ✓ Verktygstvätten är för långt från Linje 38, på vägen från tvätten kan det samlas föroreningar. Ett återkommande scenario är att verktygen inte alltid täcks för. Dessa föroreningar som kan vara allt från bananflugor till hårstrån eller små partiklar, fastnar i verktyget som vid pressningen gör uttryck i detaljen.
- ✓ Förnyelse eller förbättringar på bristerna i de olika systemen såsom Frappen, Kass&Just och Artikelportalen. Systemen ovan behöver underhållning alternativt förnyas helt. I Frappen kunde inte antalet justerade detaljer räknas ut längre än ett år tillbaka, detta eftersom data

längre än ett år inte sparas i systemet. Systemet ArtikelPortalen var inte synkroniserat med de andra systemen, vilket ställde till med problem då författaren från början utgick ifrån detta.

9. Referenser

Elektroniska källor

Bay Area Economy, 2005: Hämtat från: <http://www.bayareaeconomy.org/media/files/pdf/CAManufacturingReport.pdf>

Ekonomifakta, 2015: Industriproduktionens sammansättning. Hämtat från: <http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Ekonomi/Produktion-och-Investeringar/Industriproduktionens-sammansattning/>

Företagspresentation, 2015. Hämtad från VCBC's intranät.

Forzinkning, 2015: Hämtat från: <http://www.ytbehandling.eu/se/forzinkning.html>

ISO 8044 (2014): Definition av korrosion. Hämtad från: <http://www.schrauben-lexikon.de/download/pdf/910-Korrosionsarten.pdf>

McKinsey (2015): Tillväxt och förnyelse I den svenska ekonomin. Hämtat från: http://www.mckinsey.se/PDF/Sverigerapporten_2012.pdf

Miljömål, 2015: Hämtat från: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikator-sida/?iid=125&pl=2&t=Lan&l=14>, [KonstruktörsLotsen, 2015] <http://lotsen.ivf.se/KonsLotsen/Bok/Kap3/Korrosionsegenskaper.html>

Nordic Galvanizers, 2015: Hämtat från: <http://www.zincinfo.se/narvar/narvar.htm>, <http://www.nordicgalvanizers.com/Frontpage%20links/documents/Zinkisamhalletsammanfattning.pdf>

Olofströms Historia (2015): <http://www5.k.lst.se/version1/kultur/olofhist.htm>

PTAB, 2015: Hämtad från: <http://www.produktionsteknik.nu/Ytbehandling.htm>

The Volvo Way, 2015: Presentationsmaterial. Hämtad från: http://www.volvogroup.com/SiteCollectionDocuments/VGHQ/Volvo%20Group/Volvo%20Group/Our%20values/volvo_way_swe.pdf

Volvo Group, 2015: Presentationsmaterial. Hämtat från: <http://www.volvogroup.com/SiteCollectionDocuments/VGHQ/Volvo%20Group/Volvo%20Group/Presentations/Volvo%20Group%20presentation%202015%20English.pdf>

Volvo Group Sverige, 2015: Presentationsmaterial. Hämtat från: http://www.volvogroup.com/group/sweden/sv-se/Volvo%20Group/history/volvosfounders/pages/volvo_founders.aspx

Volvo säljs till Geely, 2015: Nyhetsreportage från SVT Nyheter. Hämtad från: <http://www.svt.se/nyheter/inrikes/volvo-saljs-till-geely>

Publicerade källor

Blomkvist, P., & Hallin, A. (2014): *Metod för teknologer- Examensarbete enligt 4-fasmodellen*. Lund: Studentlitteratur.

Callister, W.D., & Rethwisch, D.G (2008): *Fundamentals of Materials Science and Engineering* (3:e uppl.)

Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod (4:e uppl.)*. Lund: Studentlitteratur.

Holme, S., & Solvang, B.k (2001): *Forskningsmetodik om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.

Holme, S., & Solvang, B.K. (1997): *Forskningsmetod om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.

Jönsson, M. (2012). *Cost conscioud manufacturing- models and methods for analyzing present and future performance from a cost perspective*. Lund: Industriell produktion, Lunds Universitet.

Lekvall, P., & Wahlbin, C. (2001): *Information för marknadsföringsbeslut*.

Patel, R., & Davidsson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.

Patel, R., Tebelius, U. (1987): *Grundbok i forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.

Ståhl, J.E. (2012): *Industriella tillverkningssystem, Del 2- Länken mellan teknik och ekonomi*. Lund: Industriell produktion, Lunds Universitet.

Ståhl, J.E. (2015): *NEXT STEP a Philosophy concerning, Development of Manufacturing Systems – The link between technology and economics*, Lund 2015.

Ståhl, J.-E., Jönsson, M., Andersson, C. (2007). *A basic economic model for judging production development, 2007*

Wallén, G. (1996): *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Lund: Studentlitteratur.

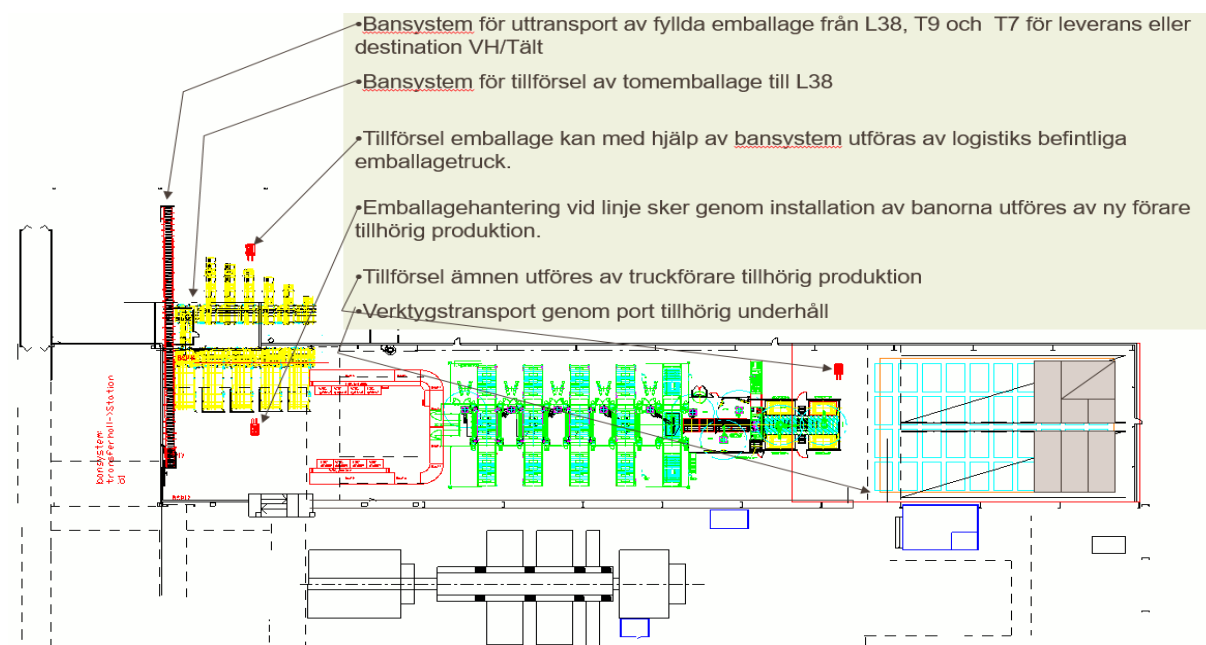
Muntliga källor

Författaren har haft kontinuerlig kontakt med följande personer:

- Alf Andersson, Technical Expert (Adj. Professor)
- Bengt Johansson, Incoming Material Quality Engineer
- Carina Svensson, Quality Coordinator
- Christer Johansson, Maintenance stamping
- Ingvar Olsson, produktionstekniker
- Joacim Kindvall, Coordinator Maintenance
- Markus Kronberg, Manager Incoming Material Quality
- Marie Adamsson, Controller Maintenance & Investments
- Mats Jönsson, Finance
- Peter Karlsson, Purchaser Raw Material
- Richard Johansson, Technical expert
- Richard Olsson, Technical support
- Roger Judinsson, Manager Incoming Material Quality
- Stefan Boking, Plant Controller

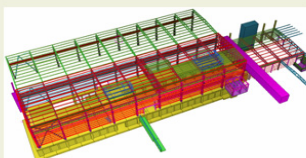
10. Bilagor

10.1



Figur 23 Bilden ovan visar linje38. De grönmärkade är verktygen och pressarna. Det rödkantade visar hur detaljerna fördelas i två riktningar mha löpband, varpå operatörerna gör kvalitetskontroller.

Linje 38 – Ett steg mot Best-in-Class ”Europas modernaste presssystem!”



Utrustningsleverantör

Müller Weingarten

5 Hydrauliska pressar

- 1x3200 ton

- 4x1600 ton

- 10 Växelbord

Plåtskiljare och ämnestvätt (Schuler)

Pressautomation

-10 Robotar (ABB)

Byggtreprenör ny Presshall TB06

Peab

-Högstaplingsförråd pressverktyg

Utnyttjandegraden av ytor +60%

Figur 24 Sammanställning av fakta om linje 38.

10.3



Figur 25 visar VCBC's utbud. [Volvo presentationsmaterial, 2015]

10.4

Tabell 18 Valutaväxlingen, Euro-SEK, 2014. Omräkningen från Euro till svenska kronor och beräkning av genomsnittets värde. Valutorna hämtade från Nordeas hemsida: http://www.nordea.se/foretag/utland/valutahantering/valutakurser.html#tab=Daglig-mittkurs_Genomsnitt

Euro sek	Genom snitt
Januari	8,8346
Februari	8,8735
Mars	8,8667
April	9,0411
Maj	9,0294
Juni	9,0927
Juli	9,2321
Augusti	9,1851
September	9,1907
Oktober	9,1782
November	9,2489
December	9,4143
	9,098941667

10.5

Artikelpgifter		Artikelnr		Pk	
Benämning		00038017		-	
DÖRR YTTRE FR/BA Y555					

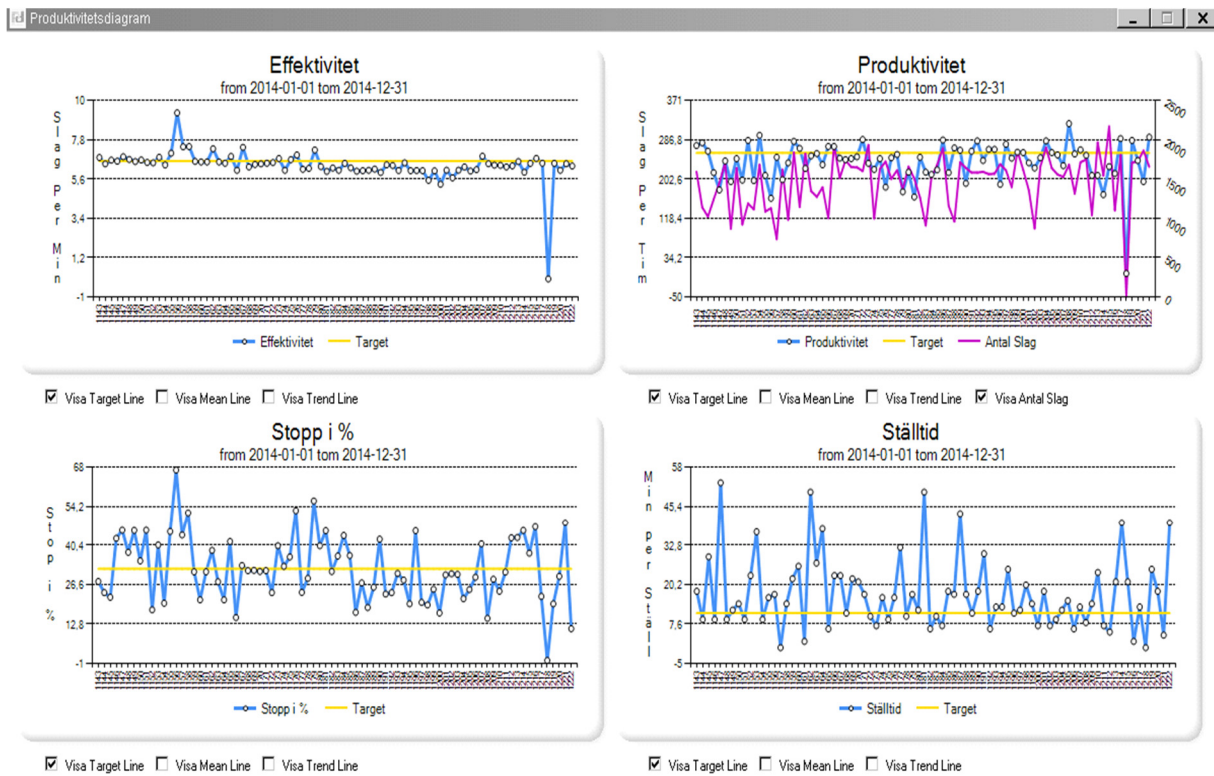
Mål / Utfall	Ställ min	Effektivitet	Stopp i %	Produktivitet	Fast Parti	Antal Slag	Antal Batcher
Artikelmål	11	6,6	32	258	0		
Utfall Gitt. Art.	15,9	6,41	33,6	237,7	1362	117169	80

No.	Enhet
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Linje 38

<input checked="" type="checkbox"/> Produktion	Från	2014-01-01
<input type="checkbox"/> Launch	Till	2014-12-31
<input type="checkbox"/> Utgångna		
<input type="checkbox"/> Reserv	<input type="checkbox"/> Visa För Skift	
Skift	Alla Skift	
Hämta Data		

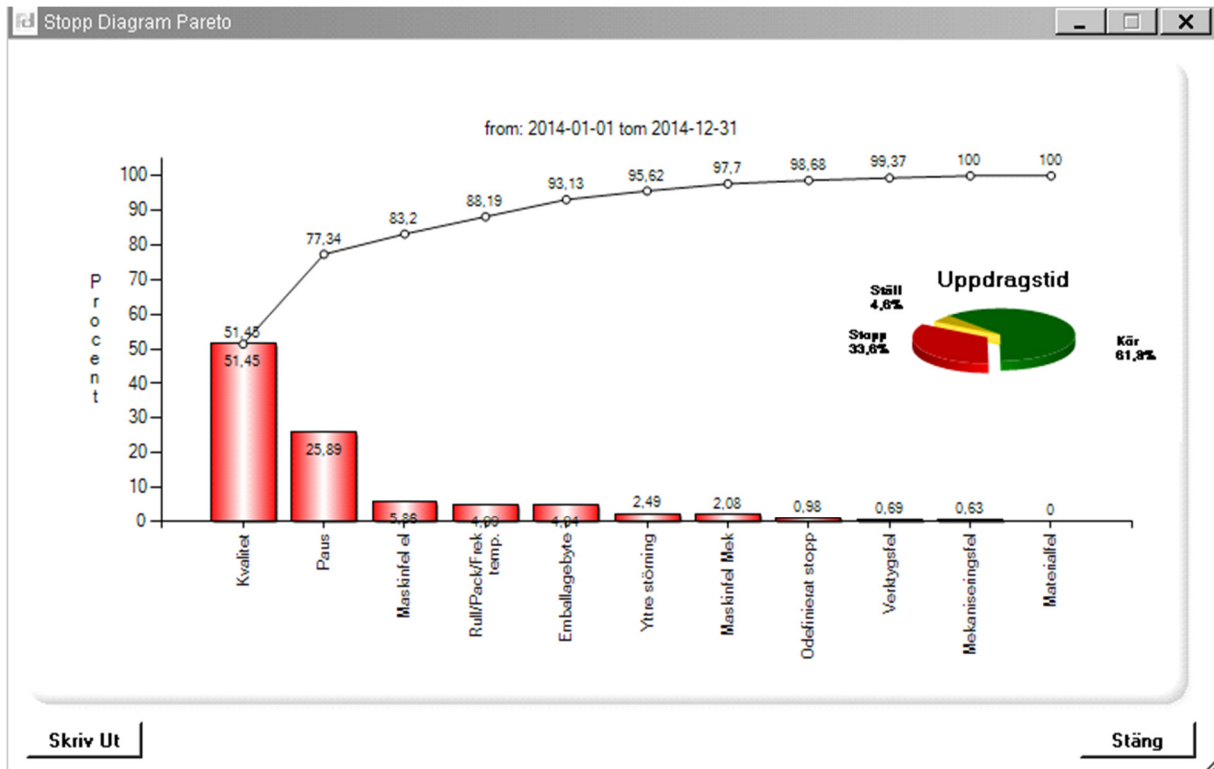
Figur 26 Bilden ovan är ett skärmbild från systemet Performance. Här hämtades ställtider, effektivitet, produktivitet, andelen stopp i procent, antalet tillverkade detaljer samt antalet batcher. V.40 2014

10.6



Figur 27 Bilden nedan visar grafer som kunde hämtas i Performance. V.40 2014

10.7



Figur 28 Hämtades från Performance systemet, och illustrerar hur stor andel stopptiderna utgör.

10.8

Stopporsaker

Huvudgrupp	Stopptid	%	Antal	%
Kvalitet	2.02:21:11	30,46	490	30,1
Paus	1.01:51:00	15,64	82	5
Maskinfel el	0.23:02:31	13,94	289	17,8
Rull/Pack/Frek...	0.19:36:40	11,86	191	11,7
Emballagebyte	0.19:25:15	11,75	120	7,4
Yttre störning	0.09:47:51	5,93	179	11
Maskinfel Mek	0.08:10:10	4,94	65	4
Odefinierat stopp	0.03:51:54	2,34	168	10,3
Verktygfel	0.02:43:53	1,65	26	1,6
Mekaniseringsfel	0.02:29:24	1,51	18	1,1
Materialfel	0.00:00:00	0	0	0

Summa 6.21:19: 100% 1628 100%

Diagram Urval

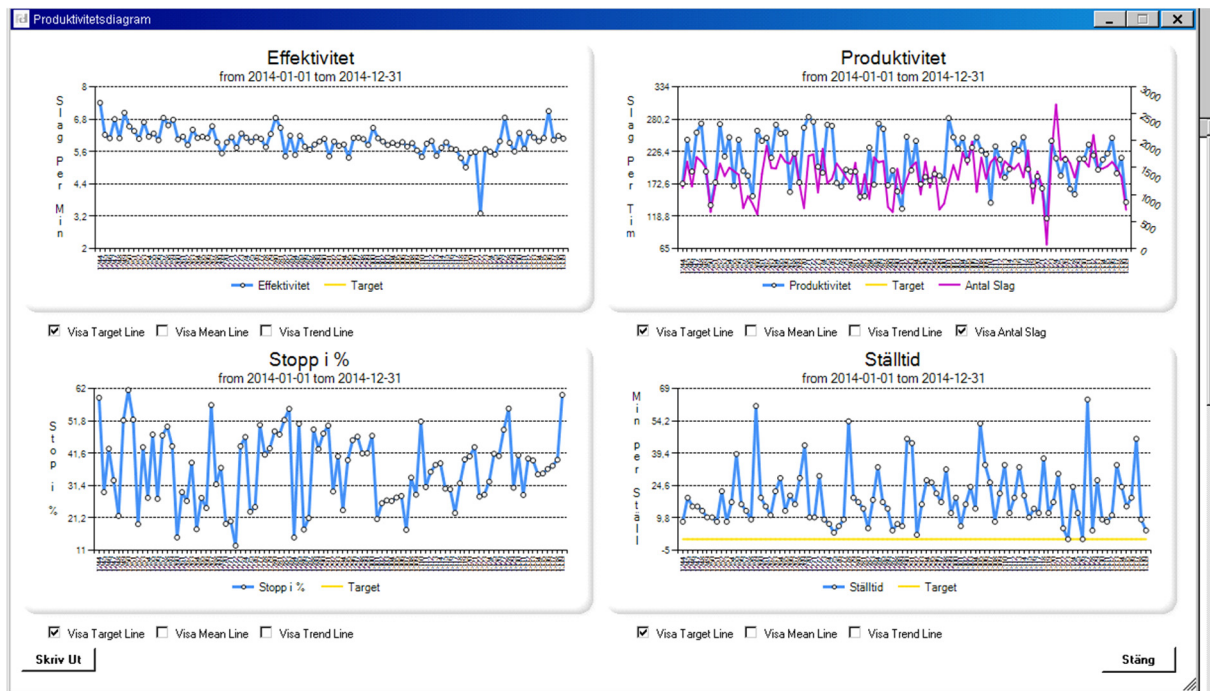
Visa Med Procent

Visa Med Tid

Stopp Diagram

Figur 29 Bilden visar stoppsaker, hämtat från Performance systemet.

10.9



Figur 30 Bilden nedan visar grafer som kunde hämtas i Performance. XC.60 bilmodell, 2014.

10.10

Artikelpgifter		Artikelnr		Pk	
Benämning		00038002		-	
DÖRR YTTRE					

Mål / Utfall	Ställ min	Effektivitet	Stopp i %	Produktivitet	Fast Parti	Antal Slag	Antal Batcher
Artikelmål	N/A	N/A	N/A	N/A	0		
Utfall Gilt. Art.	16,5	6	37,7	207,2	1210	133209	96

No.	Enhet
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Linje 38

Produktion **Från** 2014-01-01

Launch **Till** 2014-12-31

Utgångna

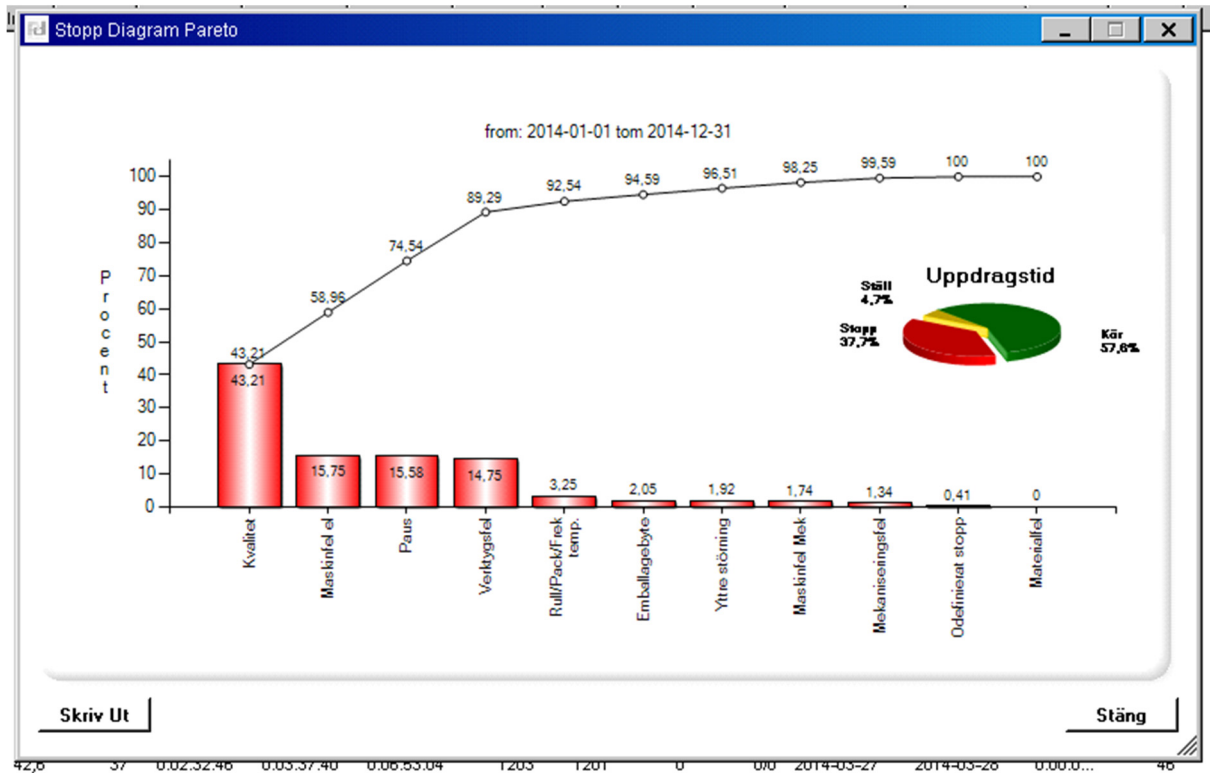
Reserv Visa För Skift

Skift: Alla Skift

Hämta Data

Figur 31 Bilden ovan är ett skärmsklipp från systemet Performance. Här hämtades ställtider, effektivitet, produktivitet, andelen stopp i procent, antalet tillverkade detaljer samt antalet batcher. Gäller för XC60 bilmodell, år 2014.

10.11



Figur 32 Hämtades från Performance systemet, och illustrerar hur stor andel stopptiderna utgör. Gäller för XC.60

10.12

Stopp Orsaker

Huvudgrupp	Stopptid	%	Antal	%
Kvalitet	3.01:37:18	30,41	699	27,5
Maskinfel el	1.09:58:51	14,03	426	16,8
Paus	1.08:44:19	13,52	103	4,1
Verktygsfel	1.02:57:49	11,14	320	12,6
Rull/Pack/Frek...	0.22:42:50	9,38	242	9,5
Emballagebyte	0.14:17:08	5,9	98	3,9
Yttre störning	0.13:23:29	5,53	292	11,5
Maskinfel Mek	0.12:08:53	5,02	144	5,7
Mekaniseringsfel	0.09:23:02	3,88	54	2,1
Odefinierat stopp	0.02:53:15	1,19	164	6,5
Materialfel	0.00:00:00	0	0	0

Summa 10.02:06 100% 2542 100%

Diagram Urval

Visa Med Procent

Visa Med Tid

Stopp Diagram

Figur 33 Bilden visar stoppsaker, hämtat från Performance systemet. Gäller för XC.60

10.13

Urval										Mål / Utfall											
Från Datum	Fabrik	<input checked="" type="checkbox"/> Produktion	<input type="checkbox"/> Utgångna	Ställ Min	Effektivitet	Stopp %	Produktivitet	Fast Parti	Antal Slag	Batcher	Ställ	FTT									
2014-01-01	Dve	<input type="checkbox"/> Launch	<input type="checkbox"/> Reserv	11,1	7	24	309,6	1906													
Till Datum	Linje/Maskin			Viktat Artikel Mål	Utfall Gånga Artiklar																
2014-12-31	Linje 38	<input type="checkbox"/> Visa Alla Jobb	Hämta Data	11	7,32	19,1	340,4	1644	1520766				14,2	6,6	23,5	285,7	1692	1443779	853	925	98,61
Nr	Art.Nr	Benämning	PK	Batcher	Ställ min	Stopp %	Kontid	Fast Parti	Art. slag	P>Värde	Pb>Värde	Eff	Diff %	Vägd Andel	PB i PB	Diff PB>Prod	Mål Datum	PBSTD...	Diff PBSTD>...	FTT	
<input type="checkbox"/>	1	00038002	-	96	16,5	37,7	612,8	0	133209	207,2	217,4	6	-14,3	9,2	0	217	2014-12-01	0	217	96,75	
<input type="checkbox"/>	2	00038003	-	76	12,2	14,6	410,7	0	156479	365,2	381	7,49	7	10,8	0	381	2014-12-01	0	381	100,00	
<input type="checkbox"/>	3	00038004	-	55	12,4	17,4	384,3	0	132452	333,7	344,7	7	0	9,2	0	345	2014-12-01	0	345	98,26	
<input type="checkbox"/>	4	00038005	-	89	14,8	26,2	447,3	0	133843	282,9	299,2	6,9	-1,4	9,3	0	299	2014-12-01	0	299	97,54	
<input type="checkbox"/>	5	00038007	-	71	12,9	15,8	364	0	130604	343	358,8	7,17	2,4	9	0	359	2014-12-01	0	359	99,74	
<input type="checkbox"/>	6	00038008	-	62	13,9	14	387,4	0	132991	330,6	343,3	6,69	-4,4	9,2	0	343	2014-12-01	0	343	99,02	
<input type="checkbox"/>	7	00038009	-	18	14,5	17,9	119	0	42690	345,5	358,9	7,35	5	3	0	359	2014-12-01	0	359	99,06	
<input type="checkbox"/>	8	00038011	-	77	11,2	15,1	387,4	0	129198	322,6	333,5	6,59	-5,9	8,9	0	334	2014-12-01	0	334	100,00	
<input type="checkbox"/>	9	00038012	-	40	12,9	18,4	198,9	0	63636	305,4	319,9	6,61	5,6	4,4	0	320	2014-12-01	0	320	99,69	
<input type="checkbox"/>	1	00038016	-	80	14,4	23,4	400,8	0	116973	277,3	291,6	6,44	-8	8,1	0	292	2014-12-01	0	292	97,81	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	00038017	-	80	15,9	33,6	470,1	0	117169	237,7	249,2	6,41	-9,4	8,1	0	249	2014-12-01	0	249	99,67	
<input type="checkbox"/>	1	00038018	-	108	15,8	27,6	651	0	154645	227	237,6	5,57	-20,4	10,7	0	238	2014-12-01	0	238	98,72	
<input type="checkbox"/>	1	30754601	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-100	0	0	0	9999-12-31	0	0	NAN	

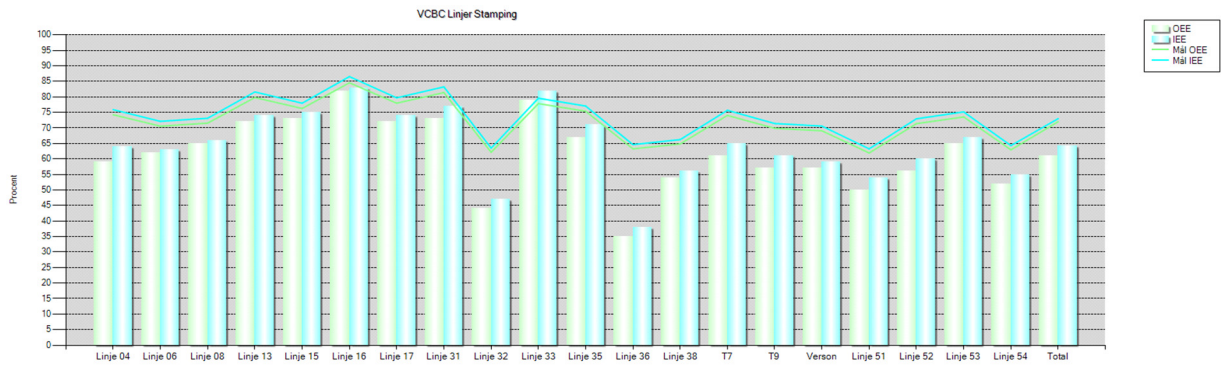
Figur 34 Bild för Performancesystemet, här hämtades teknisk prestanda både för XC.60 samt V.40 detaljer.

10.14

KST	MASKINNR	MASKINBEN	TIMFASTINNEV	TIMRORLINNEV	TOT
730	111914	Press Hydraul, Enkel	1502	921	2423
730	111913	Press Hydraul, Enkel	1502	921	2423
730	111912	Press Hydraul, Enkel	1502	921	2423
730	111911	Press Hydraul, Enkel	1502	921	2423
730	111910	Press Hydraul, Enkel	1502	921	2423

Figur 35 Timkostnader, både rörliga och fastna, för pressarna.

10.15



Figur 36 Jämförelse mellan de olika presslinjernas prestanda och uppsatt mål.

10.16

Line Engineering report

Selection Criteria..!!!

Cost Center Group	C158S1PR		
Cost Center		to	
Cost Carrier Group	RD_COST_CARRIER_1		
Cost Carrier		to	
Controlling Area	SEPV		
Period	1	to	12
Fiscal Year	2014	to	
Layout	/R1		

With Cost Carrier group
 Without Cost Carrier group
 Display without Drilldown

Figur 37 Linje information hämtat från SPA.

10.17

```

GH01011 6010          K S T - I N F O          13-07-12 09:41:37 RAD 1 ( 59 )
KOMMANDO:
Ä = Ändring
Kst from: 730 tom: 999 Fabrik:      ProdKst:      PreSam:      Datum: 130712
          730          999

```

Rnr	Ä	Kst	Adr. bet.	Fab- rik	Prod. ket omr	P/ S	Utlastning kod	Ärb- tid	Giltig tom	Nytt ket.	Sta- tion
1		730		VV	J	P		15.4	131231		
2		731		VV	J	P		15.4	131231		Ö1
3		732		VV	J	P		15.4	131231		Ö1
4		733		VV	J	P		15.4	131231		Ö1
5		734		VV	J	P		15.4	131231		Ö1
6		735		VV	J	P		15.4	131231		Ö1
7		736		VV	J	P		15.4	131231		Ö1
8		737		VV	N				131231		
9		738			N				131231		
10		739		VV	N	P			131231		Ö1
11		741		VV	J	S		24.0	131231		Ö1
12		742		VV	J	S		15.4	131231		Ö1
13		744		VV	J	S		15.4	131231		Ö1
14		745		VV	J	S		15.4	131231		Ö1
15		746		VV	J	S		15.4	131231		Ö1
16		748		VV	J	S		15.4	131231		Ö1
17		749		VV	J	S		15.4	131231		Ö1
18		750		VV	N	S		24.0	131231		
19		755			N				131231		
20		763		VV	J	S		15.4	131231		Ö1

Figur 38 Bild på PROBAS, där information om linjen erhålls.

10.18

380		Timmar	Timkostnad	Matrealkostnad	380 Ordrar		334					
AC-nr	Ur	2117,8	572 312,89 kr	21 643,31 kr	Långbeskrivning	Placering	Status	Ägare	Minut	Skift	Klockan	Dag
Bl:AA	Bl: AA	Beskrivning	Åtgärd									
1631348	30745532-021	Rengöring	rengjort			L.38.VTG	KLAR		180	EM	22:33	2
1631345	30745508-021	Rengöring	Torkat vtg, inget galv.			L.38.VTG	KLAR		102	EM	22:31	2
1630454	30745532-021	Torka/polera	torkat			L.38.VTG	KLAR		180	Höjd	17:55	6
1630431	30745508-021	Polering/rengöring	Rengjort			L.38.VTG	KLAR		180	Höjd	07:07	6
1630433	30745508-021	Polering/rengöring	Rengjort			L.38.VTG	KLAR		0	Höjd	07:09	6
1629308	30745508-021	Rengöring. Montera tillbaka botningsmärke	Satt ditt ett nytt botningsmärke + rengjort	Börjat med att göra en uppföljning på detta vtg.		L.38.VTG	KLAR		240	EM	19:38	2
1629310	30745532-021	Rengöring, montera tillbaka botningsmärke	Rengjort + monterat tillbaka botningsmärken.			L.38.VTG	KLAR		120	EM	19:40	2
1629166	30745508-021	Kontroll av vtg	vtg ok			L.38.VTG	KLAR	GEKHOLM1	12	FM	13:26	2
1629044	30745508-021	Kontroll av vtg	Kontroll, inget att anmärka på.			L.38.VTG	KLAR	KLINDEM1	30	FM	09:27	2
1628854	30745508-021	Rengöring, ta bort botningsmärken	Rengjort + demonterat botningsmärken.			L.38.VTG	KLAR		180	EM	17:27	1
1628852	30745532-021	Rengöring, ta bort botningsmärke, kontrollera	Rengjort + demonterat botningsmärken.			L.38.VTG	KLAR		180	EM	17:25	1
1627003	30745508-021	Rengöring	rengjort.			L.38.VTG	AVSLUTA		150	FM	06:54	2
1627002	30745532-021	rengöring	Rengjort + polerat dragvulsterna.			L.38.VTG	AVSLUTA		330	FM	06:52	2
1624932	30745532-021	Rengöring	Rengjort vtg, inget galv.			L.38.VTG	AVSLUTA		258	FM	09:32	2
1624030	30745508-021	Rengöring	Rengjort vtg, inget galv.			L.38.VTG	AVSLUTA		264	FM	09:31	2
1624228	30745532-021	Rengöring	Rengöring			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	12:43	5
1624227	30745508-021	Rengöring	Rengöring			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	12:42	5
1622465	30745532-021	Rengöring	Klart.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	09:47	1
1621428	30745508-021	F.U.30745508-021	lu			L.38.VTG	AVSLUTA	PDANIEL6	264	FM	12:50	4
1622463	30745508-021	Rengöring	rengjort			L.38.VTG	AVSLUTA		120	FM	09:46	1
1619621	30745532-021	Rengöring	inget galv i vtg.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	11:19	4
1619620	30745508-021	Rengöring	inget galv i vtg.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	11:18	4
1619614	30745508-021	Ämningsarort	Ämningsarort vtg ok			L.38.VTG	AVSLUTA	KLINDEM1	30	FM	10:54	4
1618769	30745508-021	Rengöring	rengjort			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	06:26	2
1618768	30745532-021	Rengöring	rengjort.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	06:25	2
1618156	30745532-021	Rengöring	rengjort inte mycket galv.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	EM	15:18	5
1618154	30745508-021	Rengöring	rengjort inte mycket galv.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	EM	15:17	5
1617406	30745532-021	Rengöring	Borrat upp nya hål till ämnesstyrning. rengjort	Gert: Ändrat formen på ämnesstyrningarna.		L.38.VTG	AVSLUTA		624	FM	12:56	3
1617405	30745508-021	Rengöring	Klart			L.38.VTG	AVSLUTA		180	FM	12:55	3
1617403	30745508-012	Skrot fastnar i verktyg	Bytt det bakre tryckstillet + uppföljning.			L.38.VTG	AVSLUTA	KLINDEM1	24	FM	12:53	3
1617381	30745508-012	Skrot fastnar	Bytt tryckstillet			L.38.VTG	AVSLUTA	KLINDEM1	30	FM	11:42	3
1616501	30745508-021	Rengöring av vtg	Rengjort inte mycket galv i vtg.			L.38.VTG	AVSLUTA		84	Höjd	17:43	6
1616504	30745532-021	Rengöring	Puffsat dragvulstspår + rengöring			L.38.VTG	AVSLUTA		60	Höjd	17:56	6
1616502	30745532-021	Rengöring av vtg	Puffsat dragvulstspår + rengöring			L.38.VTG	AVSLUTA		90	Höjd	17:45	6
1616773	31265508-077	grader i hål + botningsmärken V+H mats n info	byte slats och svetsade dynor. soomsade	botningsmärket		620.VTG	AVSLUTA		1458	FM	13:51	1
1616765	31265508-077	botnings märke har försvunit	rivor jobbet			620.VTG	AVSLUTA	MNASLUN5	60	FM	13:47	1
1616063	30745532-021	Rengöring	rengjort			L.38.VTG	AVSLUTA		252	FM	09:02	3
1616061	30745508-021	rengöring	rengjort			L.38.VTG	AVSLUTA		252	FM	09:00	3
1614790	30745532-021	Rengöring och ombyggnad av styringar U-del. Gert	Rengjort, jobbar med styringarna, vtg klart för körning med dom gamla ämnesstyrningarna tills dom nya är klara.			L.38.VTG	AVSLUTA		1158	EM	14:55	4
1614791	30745508-021	Rengöring	Rengjort + Puffsat dragvulst spår.			L.38.VTG	AVSLUTA		180	EM	14:56	4
1614868	30745508-022	skrot i vtg	bockat till skrottråna på skörd			L.38.VTG	AVSLUTA	PDIMANTI	30	EM	19:41	4
1613526	30745532-021	Rengöring	Rengjort inte mycket galv.			L.38.VTG	AVSLUTA		240	Höjd	06:15	7
1613525	30745508-021	Rengöring	Rengjort. inte mycket galv			L.38.VTG	AVSLUTA		222	Höjd	06:13	7

Figur 39 Sammanställning av verktygskostnader under året.