



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Avdelningen för Industriell Produktion LTH
Lunds universitet

Lokalisering och konkurrenskraftsanalys för tillverkning under olika internationella förhållanden

- *Produktion av flexibla bulkmaterialförpackningar*

Av

Johannes Bertha

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av SafeSack Scandinavia AB (SFS), där produktionsförbättringspotentialen har undersökts och jämförts i tre olika produktionsanläggningar i tre olika länder.

Under arbetets gång har jag fått möjlighet att få en större insikt i skillnader i produktion i olika länder.

Jag vill rikta ett särskilt tack till:

Jan-Eric Ståhl och Fredrik Schultheiss, examinator respektive handledare vid Industriell produktion LTH, Lunds universitet för vägledning, uppmuntran, samt ovärderliga feedback.

SafeSack Scandinavia AB – att jag fick möjlighet att utföra detta arbete, all ovärderlig feedback samt uppmuntran.

Alla medverkande företag – utan deras vilja att dela med sig av deras kunskap och gästvänlighet hade denna studie aldrig varit möjlig att genomföra.

Sist men inte minst vill jag tacka alla personer runt omkring mig som har ställt upp med feedback, uppmuntran och granskning av detta arbete.

Örkelljunga, juni 2014

Johannes Bertha

Sammanfattning

SafeSack Scandinavia (SFS) är ett företag som är verksamma inom förpackningsindustrin, med Skandinavien som huvudmarknad. Deras huvudprodukt är FIBC (storsäckar), som de importerar från Europa och Asien. SFS har länge haft ett önskemål att fördjupa sitt samarbete med sina leverantörer för att gemensamt kunna öka konkurrenskraften. Av denna anledning har SFS valt att tillsammans med LTH och SFS leverantörer göra en kostnadsanalys av tillverkningen för att analysera förbättringspotentialen, samt utvärdera hur den skiljer sig mellan respektive underleverantör.

De medverkande underleverantörerna kommer från Turkiet, Indien och Kina. Anledningen att dessa länder har valts är att de är ledande inom FIBC produktion. Från varje land har en leverantör valts ut, de medverkande företagen är välrenommerade inom FIBC tillverkning för sina kvalitetsprodukter.

Kostnadsmodellen¹ för denna analys är framtagen av Jan Eric Ståhl, professor i Industriell Produktion LTH. Detta analysverktyg kopplar samman tillverkningens prestation med dess kostnad. Genom denna analys kan man bryta ner tillverkningskostnaden och påvisa vilka kostnadsfaktorer som påverkar och i vilken utsträckning de gör detta. Företagen får en bra bild över vilka kostnadsfaktorer de bör fokusera på för att öka sin konkurrenskraft och därigenom minska tillverkningskostnaden.

Analysen har gjorts på de mest kapitalintensiva tillverkningsstegen i FIBC produktion, d.v.s. Tape Line Extrusion, Weaving och Coating. De mindre kapitalintensiva tillverkningsstegen såsom: skärning av väv, tillverkning av öglor, tryckning samt konfektioneringen har valts bort. Anledningen att de stegen har valts bort är att fokus på denna studie kommer att ligga på hur respektive företag utnyttjar sina maskiner efter deras förutsättningar.

Studiens kostnadsanalys (råvarukostnad inkluderat) visar att den turkiska tillverkaren (2049 \$/ ton) har den lägsta kostnaden efter de tre produktionsstegen, därefter följer Indien (2203 \$/ton) respektive Kina (2288 \$/ ton).

De två dominerande kostnadskällorna för den turkiska respektive indiska produktionen är maskinkostnad vid produktion och materialspillkostnad. För Kina är de dominerande kostnadskällorna i Weaving och Coating materialspillkostnad och lönekostnad. Medan för Tape Line Production är det materialspillfaktorn och maskinkostnad vid produktion som dominerar hos den kinesiska leverantören.

Studien har varit mycket uppskattad av de medverkande företagen, förhoppningen är att underlaget ska komma att användas för att finna förbättringsmöjligheter i produktionen. Genom att belysa vilka utmaningar företagen står inför är målsättningen att motivera företagen att arbeta kontinuerligt för produktionsförbättringar.

¹ Ståhl J-E., Andersson C., Jönsson M. (2007) A basic economic model for judging production development, Proceedings of the 1st Swedish Production Symposium, August 2007, Gothenburg Sweden.

Abstracts

SafeSack Scandinavia (SFS) is a company working in supplying packages to the Scandinavian market. Their main product is FIBC, which they are importing from Europe and Asia. SFS has wished for a long time to deepen their cooperation with their suppliers to increase their mutual competitiveness.

Due to this reason SFS together with LTH and their suppliers agreed to investigate potential improvements in production and to examine how they differ between the companies. The participating companies come from: Turkey, India and China, the reason these countries are chosen is because they are leading manufacturing countries in the FIBC industry. From every country one supplier has been chosen, every supplier is well-reputed within the FIBC production for their high quality products.

The cost model used for this master thesis is developed by Jan-Eric Ståhl, professor in Industrial Production, LTH. The model is connecting the production performance with production cost. Through this analysis you are able to break down the production costs and visualize which factors that are affecting the production cost and to which extent. The participating companies will through this analysis get a picture on which cost factors they need to focus on to improve their competitiveness.

The cost analysis has been conducted on the most capital intensive parts of the production, Tape Line Extrusion, Weaving and Coating. The other less capital intense production steps such as: cutting fabric, loop production, printing and assembling has been chosen not to be a part of the study. The reason these steps hasn't been a part of the study is because the focus of the study is to see how every company is utilizing their machines after prerequisite.

The cost analysis (raw material cost included) shows that the Turkish manufacturer (2049 \$/tonnage) has the lowest cost for the three manufacturing steps, followed by India (2203 \$/tonnage) and China (2288 \$/tonnage).

The two most common cost sources for the Turkish and Indian manufacturer are: machine cost at production and material losses. For the Chinese manufacturer are the most common cost sources material losses and salary cost in the Weaving and Coating process. But for Tape Line Extrusion they are material losses and machine cost at production.

The response of the survey has been positive by the participating companies; the hope is that the material from the analysis will be used to find potential improvements in the production. Through highlighting the challenges that the companies are facing, the expectations is to motivate the companies to work continuously to improve production.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	II
SAMMANFATTNING	III
ABSTRACTS	IV
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	V
SYMBOLLISTA	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 PROBLEMATISERING.....	1
1.3 MÅL OCH SYFTE	2
1.4 FOKUS OCH AVGRÄNSNINGAR.....	2
1.5 MÅLGRUPP	2
1.6 METOD	2
1.6.1 DATAINSAMLING	2
2 TEORI	5
2.1 DEMOGRAFISKA SKILLNADER.....	5
2.1.1 LÄSKUNNIGHET	5
2.1.2 FÖRVÄNTAT ANTAL ÅR I SKOLAN.....	6
2.1.3 UPPSKATTAD BNP/CAPITA I US DOLLAR.....	6
2.1.4 ÅLDERSFÖRDELNING	7
2.2 SYSTEMATISK PRODUKTIONS ANALYS (SPA).....	8
2.2.1 PRODUKTIONS SÄKERHETSMATRISEN, (PSM)	8
2.2.2 FAKTORGRUPPER.....	9
2.2.3 RESULTATPARAMETRAR	9
2.2.4 UPPFÖLJNING MED HJÄLP AV PSM.....	10
2.3 TILLVERKNINGSKOSTNAD.....	10
2.3.1 BERÄKNING AV NYCKELTAL	10
2.3.2 KOSTNADSMODELL VID REDUCERAD BELÄGGNING.....	13
2.3.3 KOSTNADSMODELL VID FLERA FÖRÄDLINGSSTEG (VID FULL BELÄGGNING).....	14
2.4 MÅTT PÅ EFFEKTIVITET	15
2.4.1 OEE, OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY	15
2.4.2 TILLVERKNINGSEKONOMISK VERKNINGSGRAD, TEV.....	15
2.4.3 AUTOMATIONSGRAD	15
3 EMPIRI	17
3.1 FÖRETAGSPRESENTATION.....	17
3.1.1 TURKIET	17

3.1.2	INDIEN	17
3.1.3	KINA	17
3.2	PROCESSBESKRIVNING	17
4	<u>ANALYS</u>	<u>19</u>
4.1	GENERELL JÄMFÖRELSE MELLAN LÄNDERNA.....	19
4.1.1	KVALITET OCH UNDERHÅLLSARBETE.....	19
4.1.2	PERSONAL.....	19
4.2	INDATA.....	20
4.3	ANTAGANDEN	20
4.4	KOSTNADSANALYS	21
4.4.1	TAPE LINE EXTRUSION.....	21
4.4.2	WEAVING.....	23
4.4.3	COATING.....	25
4.5	TILLVERKNINGSEKONOMISK VERKNINGSGRAD & AUTOMATIONSGRAD.....	26
5	<u>DISKUSSION</u>	<u>29</u>
6	<u>SLUTSATS</u>	<u>31</u>
7	<u>REFERENSER.....</u>	<u>32</u>
	TRYCKTA KÄLLOR.....	32
	MUNTLIGA KÄLLOR.....	32
	ELEKTRONISKA KÄLLOR.....	32
	FIGURKÄLLOR.....	32
	<u>BILAGA</u>	<u>34</u>
1.1	<u>BILAGA 1 - INTERVJUFRÅGOR.....</u>	<u>34</u>
	<u>GENERAL QUESTIONS.....</u>	<u>34</u>
	<u>HOW IS YOUR COMPANY DOING?.....</u>	<u>34</u>
	<u>HOW HAS THE FINANCIAL CRISIS STRUCK YOU?.....</u>	<u>34</u>
	<u>WHICH MARKETS ARE YOU IN?</u>	<u>34</u>
	<u>WHICH MARKETS WILL YOU SAY IS YOUR STRONGEST, DEVELOPING THE MOST?.....</u>	<u>34</u>
	<u>FROM WHICH COUNTRIES DO YOU HAVE THE MOST COMPETITION?.....</u>	<u>34</u>
	<u>WHAT WOULD YOU SAY IS THE TRENDS IN THE FIBC MARKET THESE YEARS?</u>	<u>34</u>

<u>WHERE IS THE FUTURE IN FIBC PRODUCTION?</u>	<u>34</u>
<u>FROM ORDER TO LOGISTICS.....</u>	<u>34</u>
<u>PLEASE EXPLAIN THE PROCESS FROM YOU RECEIVE A PRICE REQUEST UNTIL YOU HAVE IT SHIPPED?... 34</u>	
<u>PROCESS MAPPING</u>	<u>34</u>
<u>PRODUCTION.....</u>	<u>34</u>
PLANNING	35
LOGISTICS AND WAREHOUSING	35
MACHINERY	35
MAINTENANCE	35
SET UP TIME.....	35
BATCH SIZE	35
QUALITY CONTROLS.....	35
<u>PERSONNEL</u>	<u>36</u>
EDUCATION	36
IN PRODUCTION	36
IN STAFF.....	36
<u>COST MODEL.....</u>	<u>36</u>
<u>CHALLENGES</u>	<u>36</u>

Symbollista

Beteckning	Beskrivning	Enhet
k_B	Materialkostnad per detalj	\$/st
N_0	Nominell seriestorlek	st
N	Totalt antal erforderliga ämnen för tillverkning av N_0 detaljer	st
t_0	Teoretisk cykeltid	min
q_Q	Kassationsandelar	-
q_B	Materialspillfaktor	-
k_{CP}	Maskinkostnad per timme vid förädling	\$/timme
k_{CS}	Maskinkostnad per timme vid stillestånds och omställningar	\$/timme
q_P	Taktförlust	-
q_s	Stilleståndsandel	-
k_D	Lönekostnader	\$/timme
T_{su}	Ställtiden	min
U_{RB}	Beläggningsgrad	-
Maskintimkostnaderna		
K_0	Grundinvestering	\$
a	Annuiteten	\$/år
p	Räntefaktor	-
n	Antal år	
T_{plan}	Produktionsplanerade timmar	timmar
h_Y	Antal timmar per skift och år	timmar/skift
n_{syren}	Antal skiftår mellan varje helreovering	
k_{ren}	Renoveringskostnad i förhållande till grundinvestering	
Y	Yta (m^2) knuten till maskinutrustning	m^2
k_Y	Lokalkostnad per kvadratmeter	\$/ m^2
N_{ren}	Antalet reoveringar vid sidan av ordinarie underhåll	
k_{Uhh}	Underhållskostnad i \$ per timma	\$/timme

h_{UH}	Antal driftstimmar per underhållstimme	
k_{ph}	Rörlig maskintimkostnad	\$/timme
U_{RB}	Beläggningsgrad	-
T_{pb}	Produktionstid per batch	min/ N
n_{op}	Antal operatörer	
T_{SFK}	Stilleståndstid som utgörs av fri kapacitet	
n_{line}	Antal maskiner/produktionslinjer som liknar varandra i deras kapabilitet som kan användas för att tillverka en karakteristisk produkt	
f_{NO}	Batch faktor, som beskriver relationen mellan batch storlek och antalet produkter levererade till kunden	
MD	Market Demand, marknadsefterfrågan	
n_b	Totalt antal batcher som tillverkas under den planerade tiden T_{plan}	
k_C	Kostnadsfaktor för processutveckling	-
x_p	Processutvecklingsfaktor med hänsyn till cykeltid	-
x_{su}	Processutvecklingsfaktor med hänsyn till omställning	-
TPL	Tape Line Extrusion	-
SFS	SafeSack Scandinavia	
Assembling	Montering	
Weaving	Väver ihop trådarna	
Coating	Plastbeläggning	

1 INLEDNING

I det första kapitlet kommer grundförutsättningarna för examensarbetet att beskrivas och diskuteras. En djupare förståelse av detta examensarbete kommer att beskrivas i avsnittet som berör bakgrund, därefter kommer problematisering, målsättning och syfte, samt metod ge läsare en djupare inblick i vad detta examensarbete kommer att beröra.

1.1 Bakgrund

En ökad globalisering i världen medför att företag från olika världsdelar har möjlighet att konkurrera på samma marknad. Avstånden mellan olika länder och kulturer krymper, vilket innebär att konkurrensen ökar och medför en tuffare vardag för det tillverkande företaget. Högre krav på kvalitet, produktionskapacitet och produktspecialisering krävs för att skapa konkurrensfördelar.

Detta ställer krav på det producerande företaget att förbättra sitt produktionsutnyttjande och eliminera onödiga kostnader. De senaste decennierna har ett flertal olika metoder/filosofier uppkommit angående hur man skapar ett effektivare företag för att bibehålla och öka sin konkurrenskraft. Många av dessa filosofier bygger på ett ökat ansvar för operatörerna att medverka till att förbättra processen och arbetsplatsen. En av filosofierna som har varit populär under många år är Lean Production. En av svårigheterna med många produktionsfilosofier är att det svårt att koppla effektivitet till de olika kostnaderna inom tillverkningsprocessen.

För att kontinuerligt utveckla sin produktionsteknik investerar företagen mycket pengar i de olika metoderna för att bibehålla sin konkurrenskraft. Inom produktionen försöker man identifiera olika problem som uppstår för att förbättra processen och minska onödiga kostnader.

Bland produktionsföretag finns ett behov att kunna koppla ihop kostnader med effektivitet, därför kommer detta examensarbetet att bygga på en kostnadsmodell som är utvecklad av Jan-Eric Ståhl, professor vid institutionen för Industriell Produktion LTH, Lunds universitet. Med denna modell blir det lättare att visualisera var i processen som kostnaderna inträffar och kunna identifiera potentiella kostnadsbesparingar.

Detta examensarbete kommer att utföras i samarbete med SFS. De använder sig av flera underleverantörer främst från Turkiet, Indien och Kina. Anledningen till att just dessa länder har valts är att alla tre är ledande tillverkningsländer inom FIBC industrin. SFS har från respektive land valt ut ett tillverkande företag. Med detta examensarbete hoppas SFS kunna fördjupa sitt samarbete med de deltagande företagen och att tillsammans med dem kunna se vilka olika utmaningar företagen kan ställas inför framtiden för att bibehålla konkurrenskraften.

1.2 Problematisering

Detta examensarbete har fokus på att visualisera vilka förbättringsmöjligheter det finns inom de tre deltagande länderna, som representeras av tre företag. Inom tillverkningsindustrin har det länge saknats en kostnadsmodell där man kopplar ihop effektivitet med kostnader. Med detta examensarbete är förhoppningen att belysa vilka kostnader som utmärker de olika länderna och vilken utvecklingspotential som finns i tillverkningsprocessen för att minska kostnaden och för att vara konkurrenskraftiga gentemot varandra.

1.3 Mål och syfte

Målet med detta examensarbete är att göra en jämförande studie för motsvarande tillverkning i olika delar av världen. Studien avser att visualisera vilka förbättringsmöjligheter det finns hos de olika tillverkande företagen och hur de skiljer sig åt mellan länderna.

1.4 Fokus och avgränsningar

Fokus kommer att läggas på de mest kapitalintensiva tillverkningsstegen i FIBC produktion. De produktionssteg som fokus kommer att läggas på är:

- Tape Line Extrusion.
- Weaving och Coating.

Dessa förädlingssteg är generella för alla tillverkande företag inom denna industri. Detta innebär att andra viktiga områden inom aktuella företag inte kommer att tas upp såsom processerna vid ordermottagande, responstid, logistik (ledtid skeppningstid) och resterande tillverkningssteg samt administration.

1.5 Målgrupp

Detta examensarbete riktar sig främst till de involverade företagen men kan även vara av intresse för företag eller personer som är intresserade att se vilka produktionsförutsättningar som finns i respektive land.

1.6 Metod

Metoden för insamlandet av data kommer att beskrivas i avsnitten nedan.

1.6.1 Datainsamling

Data kan indelas i två grupper, primär- och sekundärdata. Primärdata består av intervjuer, enkäter och observationer. Sekundärdata består mestadels av litteratur, företagsmaterial, och annat sammanställt material som inte direkt behöver ha en anknytning till studien som görs². I arbetet kommer främst primärdata att användas då arbetet kommer att genomföras fysiskt på plats i produktionsanläggningarna. Sekundär data kommer att användas, främst i form av en genomgång av berörd litteratur samt för att ge ett större djup och förståelse knutet till arbetet. Den litteratur som detta arbete främst kommer att använda sig av har författats av forskare på institutionen Industriell Produktion vid Lunds Tekniska högskola.

Studier kan vara av både kvalitativ och kvantitativ karaktär, kvantitativ studie innebär att man samlar in data som kan beräknas medan kvalitativ studie syftar på data som kan sorteras och kategoriseras³. Då insamlingen av data kommer att ske fysiskt på plats vid respektive produktionsanläggning, kommer analysen huvudsakligen vara kvantitativ.

² Jacobsen, D. I. 2002 *Vad, hur och varför? Om metodval i företagsekonomi andra samhällsvetenskapliga ämnen.*

³ Höst, M, Regnell, B, Runesson, P 2006 Att genomföra ett examensarbete.

Det är viktigt att data som används i analysen har hög tillförlitlighet, för att göra en djup och utförlig analys. För att öka resultatets validitet är viktigt att analysen sker objektivt och att rätt data samlas in.

Det matematikprogram som kommer att användas för att göra denna analys är Mathcad version 15.

2 TEORI

Teoriavsnittet är indelat i fyra delar:

I första delen kommer vi att gå igenom vilka demografiska skillnader det finns mellan länderna, i denna jämförelse har även Sveriges demografi tagits med för att användas som referens.

Avsnittet för Systematisk Produktions Analys kommer teorin beskrivas för hur man skapar mallar för att på ett effektivt sätt samla in data för att göra en så utförlig analys som möjligt.

I Tillverkningskostnad, beskrivs vilken teoretisk formel som kommer att användas vid analys av kostnaden för en detalj.

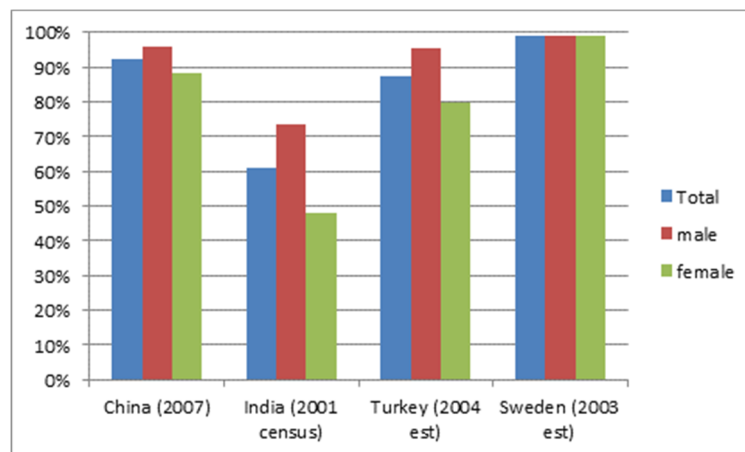
Mått på effektivitet, här kommer olika mätetal på effektivitet att förklaras och diskuteras, detta för att kunna komma fram till vilka som bör användas.

2.1 Demografiska skillnader

För att kunna ge ett större djup och förståelse är det viktigt att belysa de demografiska aspekterna för att med ett långsiktigt perspektiv kunna utvärdera de olika produktionsanläggningarna. De deltagande ländernas demografi kommer endast att diskuteras, Sveriges demografi är endast med som referens. Ingen djupare jämförelse mellan kön i respektive land kommer att göras, utan jämförelsen kommer endast att ske mellan totala befolkningen.

2.1.1 Läskunnighet⁴

Definitionen som används på läskunnighet är människor som är 15 år och äldre och kan läsa och skriva.



Figur 1 Läskunnighet – jämförelse.

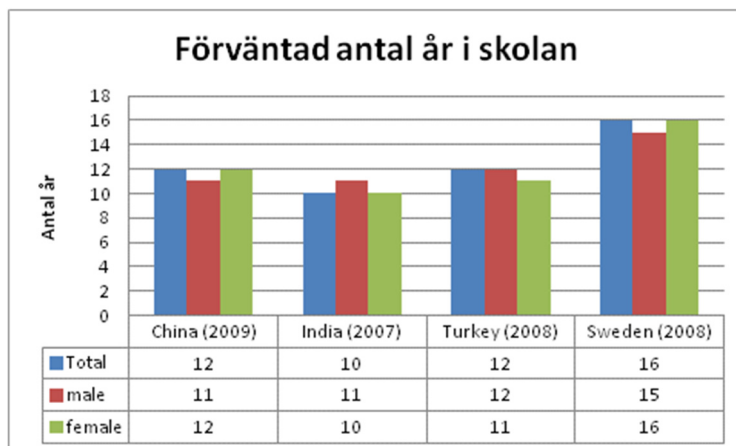
⁴ källa 2013-01-29:

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2103.html#ch>

I tabellen ovan, som visar läskunnighet i respektive land, ser vi att Indien har klart lägst procentuell läskunnighet bland sin befolkning, därefter följer Kina och sedan Turkiet.

2.1.2 Förväntat antal år i skolan⁵

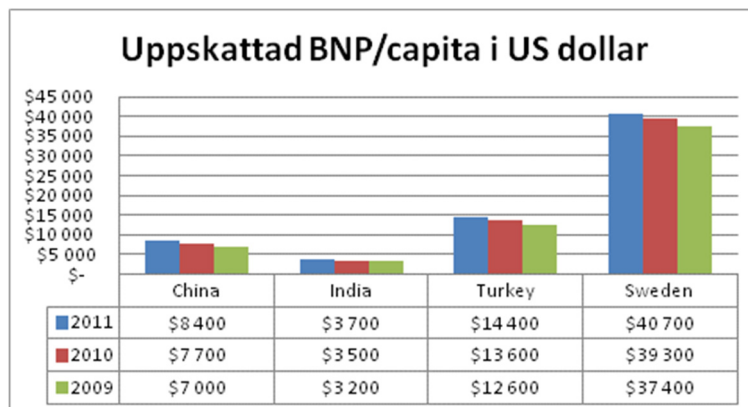
Det förväntade antal år i skolan, skiljer sig inte markant mellan de olika länderna, Indien är det land där förväntningarna är 10 år, i förhållande till Kina och Indien.



Figur 2 Förväntat antal år i skolan.

2.1.3 Uppskattad BNP/capita i US dollar⁶

I tabellen ovan visas den uppskattade BNP/capita, i denna tabell ser vi en markant skillnad mellan länderna, Turkiet har högst och Indien lägst.



Figur 3 Uppskattad BNP/capita i US dollar.

⁵ källa 2013-01-29:

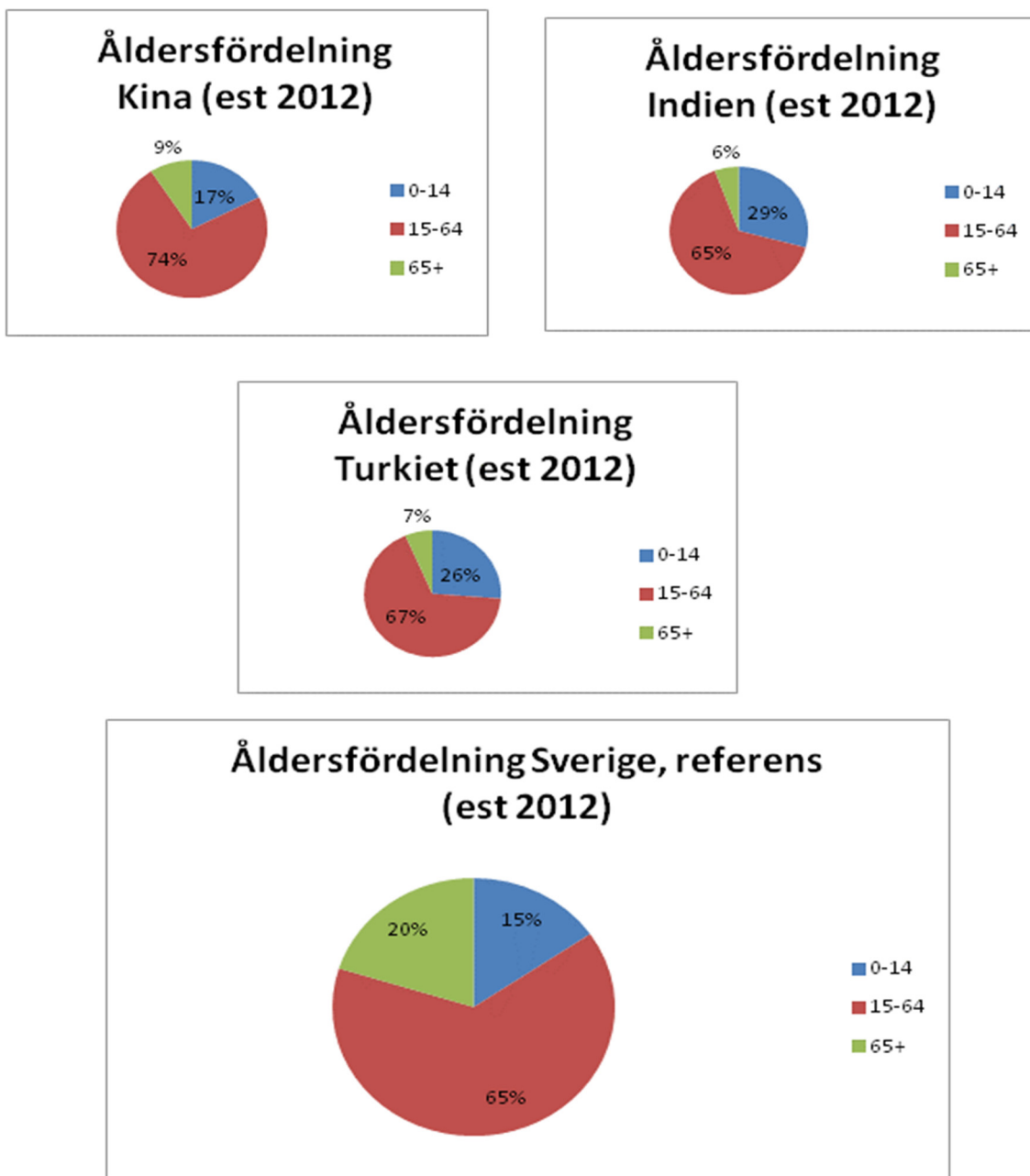
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2205.html#ch>

⁶ källa 2013-01-29:

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2004.html#ch>

2.1.4 Åldersfördelning⁷

I både Indien och Turkiet har man en ung befolkning (0-14 år) som står för 29 % respektive 26 % till skillnad från Kina som har 17 % av den totala befolkningen. Kina har den största delen mellan 15-65, med 74 %, i förhållande till Indien med 65 % och Turkiet 67 %.



Figur 4 Åldersfördelning.

⁷källa 2013-01-29:

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2010.html#ch>,

2.2 Systematisk Produktions Analys (SPA)

En systematisk Produktions Analys är ett verktyg som används för att visualisera vilka möjligheter det finns för förbättring inom ett produktionssystem.

2.2.1 ProduktionsSäkerhetsMatrisen⁸, (PSM)

En produktionssäkerhetsmatris kommer att användas som underlag för att på ett effektivt sätt kunna bryta ned olika ”problem” som uppstår i produktionen. Denna ger en bra överblick av hur problemen har uppstått och underlättar för att kunna förbättra flödet genom produktionen. Genom PSM kan man på ett enkelt beräkna effektiviteten i de olika processerna.

Det finns ett flertal fördelar och anledningar att man använder sig av en PSM, här följer ett antal anledningar⁹:

1. Genom att följa produktionen blir det lättare att hitta kritiska processer och deras förbättringspotential.
2. Få insikt i hur det nuvarande produktionssystemet fungerar.
3. Få en bättre bedömning av de möjliga effekterna vid förbättring av produktionssystemet, såsom val av verktyg, process metoderna m.m.
4. Skapa en bas för dokumentation och bedömning, så att kompetens byggs upp och stannar i företaget.

Ofta förekommer det problem med insamlings- och uppföljningssystemet¹⁰, dessa beror ofta på:

5. Dålig informationsupplösning.
6. Bristfällig användning av insamlad information.
7. Systemen har låg flexibilitet.
8. Dålig anpassning till aktuell applikation.
9. Bristande sambandsidentifiering.

En Produktions Säkerhets Matris är uppbyggd av olika faktorgrupper och resultatparametrar.

⁸ Ståhl Jan- Eric, Industriella tillverkningssystem del 2 2011, KFS AB

⁹ Ståhl Jan- Eric, Development of Manufacturing Systems 2013

¹⁰ Ståhl Jan- Eric, Development of Manufacturing Systems 2013

	Resultatparametrar				
Faktorgrupper A-G och H	kvalitetsparametrar Q	Stilleståndsparametrar S	Produktionsparametrar P	Miljö och kretsloppspar. MK	Summa Faktorer
A. Verktyg					
B. Arbetsmaterial					
C. Process					
D. Personal och org.					
E. Slitage och underhåll					
F. Speciella faktorer					
G. Kringutrustning					
H. Okända faktorer					
Summa Resultatparametrar	0	0	0	0	0

Figur 5 Produktionssäkerhetsmatris, PSM.

2.2.2 Faktorgrupper

Beroende på vilka tillverkningsmetoder som används kan man koppla ett antal faktorgrupper till processens effektivitet. Om man tittar på faktorgrupperna kan man se A-D som indata för produktionssystemet och E-F som kopplade till hur den löpande produktionen fortgår.

- A. Verktyg** – geometrirelaterade (mikro- och makrogeometri), ytrelaterade (ytteknik, beläggningar etc.) och materialrelaterade (hårdhet, seghet etc.) faktorer
- B. Arbetsmaterial** – geometrirelaterade (styvhet, värmekapacitet etc.), ytrelaterade (topografi, kemi, struktur, hårdhet etc.) och materialrelaterade (skärbarhet, plastisk formbarhet etc.) faktorer
- C. Process** – utrustningsrelaterade faktor och alla faktorer rörande processen såsom indata (ex. skärdata, gjutningstemperaturer etc.), tillsatser (smörjmedel, skyddsgas, ympmedel etc.) och övriga beredningsrelaterade faktorer (operationsföljd, verktygsbyten etc.)
- D. Personal och organisation** – Användande, instruktioner och arbetsformer (ansvar, befogenhet etc.).
- E. Slitage och underhåll** – faktorer som påverkar behovet av underhåll för produktionen (verktyg, process- och utrustningsrelaterat, planerat resp. akut underhåll)
- F. Speciella faktorer** – faktorer som är unika för den specifika produktionen.
- G. Kringutrustning** – utrustning som är till för materialhantering (transportband, gripdon etc.).
- H. Okända faktorer** – de faktorer som inte passar in någon annanstans.

2.2.3 Resultatparametrar

Man kan dela in resultatparametrarna i tre olika grupper:

- **Kvalitetsparametrar Q** – Förlusterna inom kvalitet härstammar ofta från en produkts dimension, ytor, egenskaper och funktion. Man beskriver kvalitetsförlusterna med kassationsandelar q_Q .
- **Stilleståndsparametrar S** – Stillestånds-förluster uppkommer p.g.a. en inre eller yttre störning som påverkar produktionen och leder till ett stopp. Ofta delar man in stillestånden i planerade, t.ex. underhåll, och oplanerade, t.ex. strömavbrott, maskinhaveri m.m. Stillestånds-förluster beskrivs som stilleståndsandelar q_S .
- **Produktionsparametrar P** – Produktionsförluster innebär att produktionstakten R_p (antal detaljer per tidsenhet) eller produktionstid per detalj t_p är lägre än den relativa. Produktionsförlusterna beskrivs som q_p .

2.2.4 Uppföljning med hjälp av PSM

Produktionssäkerhetsmatrisen är skapad för att på ett effektivt sätt kunna utvärdera sin produktionseffektivitet och hitta förbättringspotentialen. Man kan göra den i nio steg:

1. Identifiera de resultatparametrarna som är kritiska för detaljens funktion och produktionsförutsättningar.
2. Finna de påverkande faktorerna i matrisen för respektive resultatparameter.
3. Finna möjliga samband mellan resultatparametrarna och faktorerna.
4. Prioritera de olika sambanden.
5. Produktionsuppföljning där störningarna registreras med hänseende till resultatparametrarna och identifiera de faktorer som styr störningarna.
6. Analysera insamlad data.
7. Ta fram en åtgärdsplan utifrån analyserad data och göra de nödvändiga förändringarna i produktionen.
8. Gör en tillverkningsekonomisk analys som beslutsunderlag för implementering av åtgärdsplanen.
9. Följ upp och utvärdera de implementerade åtgärderna.

2.3 Tillverkningskostnad

I detta avsnitt kommer en noggrann genomgång av de olika nyckeltalen att beskrivas samt de samband som används för att beräkna kostnaden för de aktuella tillverkningsstegen. Använda beräkningsprinciper är hämtade från Ståhl^{1, 12}.

2.3.1 Beräkning av nyckeltal

Kvalitetsförluster, q_Q , för en batch beräknas genom att dividera antalet defekta produkter med antalet producerade produkter.

$$q_Q = \frac{N_Q}{N} = \frac{N-N_0}{N} \quad \text{Ekvation 2.1}$$

Taktförlust, q_P , beräknas genom division av verklig cykeltid med den nominella. Det är viktigt att förstå att omställningstiden inte ingår i taktförlust.

$$q_P = 1 - \frac{t_0}{t_{ov}} \quad \text{Ekvation 2.2}$$

Stilleståndsförluster, q_S , Är den förlust som uppstår när produktionen stannar. Omställningstiden beräknas inte som en stilleståndsförlust.

$$q_S = \frac{t_p - t_0}{t_p} = \frac{t_s}{t_p} \quad \text{Ekvation 2.3}$$

Produktionstiden för en batch, T_{pb} , beräknas som:

$$T_{pb} = T_{su} + \frac{N_0 \cdot t_0}{(1-q_Q)(1-q_S)(1-q_P)} \quad \text{Ekvation 2.4}$$

Reducerad beläggning, $U_{RB} < 1$

En optimal beläggningsgrad är 96-97 % för att klara skiftbyten, omställningar och olika möten¹¹.

De kostnader som uppstår vid reducerad beläggning kommer att bäras av de tillverkande enheterna i produktionen. ”Denna situation kan ses både som en tillgång och som en ekonomisk belastning beroende på den aktuella situationen”¹². Har man låga lokal och utrustningskostnader så behöver denna överkapacitet inte enbart vara negativt, detta kan innebära en effektivare utnyttjande av personalens tid och medföra minskade köer och väntetid¹³. Denna överkapacitet kan ses som en ställtid¹⁴.

$$U_{RB} = \frac{T_{plan} - T_{SFK}}{T_{plan}} = 1 - \frac{T_{SFK}}{T_{plan}} \quad \text{Ekvation 2.6}$$

$$T_{SFK} = \frac{1 - U_{RB}}{U_{RB}} T_{plan} = \sum_{i=1}^{n_b} T_{SFKb_i} \quad \text{Ekvation 2.7}$$

$$T_{SFKb} = \frac{1 - U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \quad \text{Ekvation 2.8}$$

Om beläggningen är större än 1 ($U_{RB} > 1$) innebär detta att övertid behövs för att nå de uppsatta produktionsmålen.

Maskintimkostnaden under produktion, k_{Cp}

Vid beräkning av maskintimkostnaden är det viktigt att man tar hänsyn till fler faktorer än grundinvesteringen och räntefaktorn, de faktorer som kan vara intressanta att hålla reda på är:

- Underhålls och reparationskostnader, inkluderat kostnader för reservdelar och dess lagerhållning.
- Lokalkostnader, värme m.m. Dessa kostnader räknas per m² som utgörs av en hyra.
- Rörliga driftkostnader för maskinen per timme, såsom elkostnad verktygskostnader.

$$k_{Cp} = \frac{a \cdot (1 + k_{ren} \cdot N_{ren}) + Y \cdot k_Y + T_{plan} \cdot \left(\frac{k_{UHh}}{h_{UH}} + k_{ph} \right)}{T_{plan}} \quad \text{Ekvation 2.9}$$

¹¹ Ståhl Jan- Eric, Development of Manufacturing Systems 2013

¹² Ståhl Jan- Eric, Industriella tillverkningsystem del 2 2011, KFS AB

¹³ Ståhl Jan- Eric, Industriella tillverkningsystem del 2 2011, KFS AB

¹⁴ Ståhl Jan- Eric, Industriella tillverkningsystem del 2 2011, KFS AB

Beskrivning av de olika faktorerna som påverkar k_{CP}

Den totala kostnader för **lokalhyra** under ett år för maskinen:

$$(Y \cdot k_Y)$$

Renoveringskostnader i förhållande till grundinvesteringen per år.

$$(k_{ren} \cdot N_{ren})$$

Antalet renoveringar (heltal) av kvoten mellan totala antalet skift under hela maskinens brukningstid:

$$N_{ren} = trunc \left(\frac{n \cdot \frac{T_{plan}}{h_y}}{n_{syren}} \right)$$

Annuitetskostnad, a ,

$$a = K_0 \cdot \frac{p \cdot (1+p)^n}{(1+p)^n - 1}$$
$$K_0 = \frac{a}{(1+p)} + \frac{a}{(1+p)^2} + \dots + \frac{a}{(1+p)^n}$$

En vanlig räntefaktor p som bör användas är ca 7 % (Jan-Eric Ståhl), dock beroende av kostnaden för kapital.

Den totala nuvärdeskostnaden:

$$K_{tot} = a \cdot n$$

Kostnaden för **underhållet/driftstimme** och de rörliga kostnaderna per driftstimme. Med rörliga kostnader menar man elförbrukningen, verktygskostnader:

$$\left(\frac{k_{UHh}}{h_{UH}} + k_{ph} \right)$$

Maskintimkostnaden vid stillestånd, k_{CS} ,

Vid stillestånd kommer alla rörliga kostnader att vara noll (såsom ex. elkostnader för drift, vissa verktygskostnader), då maskinen inte används.

$$k_{CS} = \frac{a \cdot (1 + k_{ren} \cdot N_{ren}) + Y \cdot k_Y}{T_{plan}}$$

Ekvation 2.10

2.3.2 Kostnadsmodell vid reducerad beläggning

Vid beräkningen av produktionskostnad kommer produkten att följas genom produktionen för ett optimalt resultat.

Kostnadsmodell för en produkt, ki ,

$$\begin{aligned}
 ki = & \frac{k_B}{N_0} \left[\frac{N_0}{(1-q_Q)(1-q_B)} \right]_b \\
 & + \frac{k_{CP}}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1-q_Q)(1-q_P)} \right]_{c1} \\
 & + \frac{k_{CS}}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1-q_Q)(1-q_P)} \cdot \frac{q_S}{(1-q_S)} + T_{su} + \frac{1-U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \right]_{c2} \\
 & + n_{op} \frac{k_D}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1-q_Q)(1-q_S)(1-q_P)} + T_{su} + \frac{1-U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \right]_d
 \end{aligned} \tag{Ekvation 2.11}$$

1. **Den första kostnadstermen, b ,** beskriver materialkostnaden per detalj med hänsyn till kassationer och materialspillfaktor.

$$\frac{k_{B0}}{N_0} \left[\frac{N_0}{(1-q_Q)(1-q_B)} \right]_b = K_B$$

2. **Den andra kostnadstermen, $c1$,** beskriver maskintimkostnaden med hänsyn till cykeltid, kassationsandelar och taktförluster.

$$\frac{k_{CP}}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1-q_Q)(1-q_P)} \right]_{c1}$$

3. **Den tredje kostnadstermen, $c2$,** beskriver maskintimkostnaden vid stillestånd med hänsyn till cykeltid, kassationsandelar, stilleståndsandelar, omställningstid, reducerad beläggning och taktförluster.

$$\frac{k_{CS}}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1-q_Q)(1-q_P)} \cdot \frac{q_S}{(1-q_S)} + T_{su} + \frac{1-U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \right]_{c2}$$

4. **Den fjärde kostnadstermen, d ,** beskriver lönekostnaden per timme med hänsyn till cykeltid, kassationsandelar, stilleståndsandelar, omställningstid, reducerad beläggning och taktförluster.

$$n_{op} \frac{k_D}{60N_0} \left[\frac{t_0 N_0}{(1-q_Q)(1-q_S)(1-q_P)} + T_{su} + \frac{1-U_{RB}}{U_{RB}} T_{pb} \right]_d$$

2.3.3 Kostnadsmodell vid flera förädlingssteg (vid full beläggning)

Vid tillverkning av produkter genomgås oftast flera olika förädlingssteg. För att beräkna den totala kostnaden för alla förädlingssteg k_{tot} , använder man sig av kostnaden för föregående förädlingssteg som den inkommande kostnaden k för nästa steg. Nedan redovisas principen för beräkning av förädlingskostnad för en produkt med tre förädlingssteg.

2.3.3.1 Steg 1

$$\begin{aligned}
 k_1 = & \frac{k_B}{N_{01}} \left[\frac{N_{01}}{(1 - q_{Q1})(1 - q_{B1})} \right]_b + \frac{k_{CP1}}{60N_{01}} \left[\frac{t_{01}N_{01}}{(1 - q_{Q1})(1 - q_{P1})} \right]_{c1} \\
 & + \frac{k_{CS1}}{60N_{01}} \left[\frac{t_{01}N_{01}}{(1 - q_{Q1})(1 - q_{P1})} \cdot \frac{q_{S1}}{(1 - q_{S1})} + T_{su1} \right]_{c2} \\
 & + n_{op} \frac{k_D}{60N_{01}} \left[\frac{t_{01}N_{01}}{(1 - q_{Q1})(1 - q_{S1})(1 - q_{P1})} + T_{su1} \right]_d
 \end{aligned}$$

2.3.3.2 Steg 2

$$\begin{aligned}
 k_2 = & \frac{k_1}{N_{02}} \left[\frac{N_{02}}{(1 - q_{Q2})(1 - q_{B2})} \right]_b + \frac{k_{CP2}}{60N_{02}} \left[\frac{t_{02}N_{02}}{(1 - q_{Q2})(1 - q_{P2})} \right]_{c1} \\
 & + \frac{k_{CS2}}{60N_{02}} \left[\frac{t_{02}N_{02}}{(1 - q_{Q2})(1 - q_{P2})} \cdot \frac{q_{S2}}{(1 - q_{S2})} + T_{su2} \right]_{c2} \\
 & + n_{op} \frac{k_D}{60N_{02}} \left[\frac{t_{02}N_{02}}{(1 - q_{Q2})(1 - q_{S2})(1 - q_{P2})} + T_{su2} \right]_d
 \end{aligned}$$

2.3.3.3 Steg 3

$$\begin{aligned}
 k_{tot} = & \frac{k_2}{N_{03}} \left[\frac{N_{03}}{(1 - q_{Q3})(1 - q_{B3})} \right]_b + \frac{k_{CP3}}{60N_{03}} \left[\frac{t_{03}N_{03}}{(1 - q_{Q3})(1 - q_{P3})} \right]_{c1} \\
 & + \frac{k_{CS3}}{60N_{03}} \left[\frac{t_{03}N_{03}}{(1 - q_{Q3})(1 - q_{P3})} \cdot \frac{q_{S3}}{(1 - q_{S3})} + T_{su3} \right]_{c2} \\
 & + n_{op} \frac{k_D}{60N_{03}} \left[\frac{t_{03}N_{03}}{(1 - q_{Q3})(1 - q_{S3})(1 - q_{P3})} + T_{su3} \right]_d
 \end{aligned}$$

2.4 Mått på effektivitet

Det finns flera olika mätetal på effektivitet som används för att beskriva hur effektiva produktionsflödena är. Här nedan följer några olika.

2.4.1 OEE, Overall Equipment Efficiency

OEE är ett nyckeltal som ursprungligen kommer från TPM¹⁵. Man tar hänsyn till kvalitetsutbyte, takt-tid och stillestånd. Det svenska namnet på detta mått är TAK, Tillgänglighet, Anläggningsutbyte och Kvalitetsutbyte.

$$OEE = (1 - q_Q)(1 - q_S)(1 - q_P) \quad \text{Ekvation 2.12}$$

I variabler:

$$OEE = \frac{t_0 \cdot N_0}{T_{su} + \frac{t_0 N_0}{(1 - q_Q)(1 - q_S)(1 - q_P)}}$$

Tillverkningsföretag som uppnår en total utrustningseffektivitet på 85 % har möjlighet att vinna det japanska TPM-priset.¹⁶

2.4.2 Tillverkningsekonomisk verkningsgrad, TEV

I detta mått jämför man den ideala enhetskostnaden, utan stillestånd, kassationsförluster etc., med den verkliga produktionskostnaden. Genom att belysa denna skillnad ser man hur stor procentuell del av det ideala priset man uppnår och vilken utvecklingspotential som finns.

Den uppskattningsvisa TEV värdet är mellan 0.4 och 0.8¹⁷. Dessa värden varierar beroende på: produkttyp, producerbarhet, tillverkningsutrustningens prestanda m.m.

Vetskapen om:

$$\eta_E = \frac{k_{ideal}(q_Q, q_S, q_P, T_S \dots = 0, U_{RB} = 0)}{k} \quad \text{Ekvation 2.13}$$

Den potentiella produktionsutvecklingen i kr/ enhet blir då $\Delta k_{pot} = k - k_{ideal}$

2.4.3 Automationsgrad

Automationsnivån, x_{LoA} kan beskrivas med följande samband:

$$x_{LoA} = \frac{k_{CP}}{k_{CP} + k_D} \quad \text{Ekvation 2.14}$$

¹⁵ Ståhl Jan- Eric, Industriella tillverkningsystem del 2 2011, KFS AB

¹⁶ TPM "Vägen till ständig förbättring" Örjan Ljungberg

¹⁷ Ståhl Jan- Eric, Industriella tillverkningsystem del 2 2011, KFS AB

3 EMPIRI

I detta kapitel kommer vi att starta med en företagsrepresentation av uppdragsgivaren i Sverige och sedan gå igenom de medverkande företagen var för sig. För att läsaren ska få en bild av ländernas konkurrenskraft kommer en kort jämförelse att göras.

Till sist kommer en kortfattad processbeskrivning av flödet att göras för att ge läsare en större förståelse av tillverkningsprocessen.

3.1 Företagspresentation

SafeSack Scandinavia AB grundades 1999 i Örskelljunga. Deras affärsidé är att leverera olika förpackningslösningar till industrin, främst i form av storsäckar (FIBC), ventiläckar och planfilm.

Produkterna importeras i sin helhet främst från Asien, som domineras av Turkiet och Indien, men även från Europa.

3.1.1 Turkiet

Samarbetsföretaget från Turkiet är lokaliserat i den sydvästra delen av landet. Företaget är valt då de anses vara huvudleverantör till SFS. De har under årens lopp samlat på sig stor kunskap och kompetens inom FIBC produktion och anses vara en av de ledande tillverkarna i världen.

3.1.2 Indien

Deltagande företaget från Indien är lokaliserat i Gujarat. Anledningen att de har blivit inbjudna att medverka i denna studie är att de är välkända för att producera högkvalitativa produkter.

3.1.3 Kina

Den kinesiske leverantören som har blivit inbjuden att medverka i denna studie är lokaliserad i Qingdao som ligger i Shandong regionen. Leverantören har producerat storsäckar under många år och är en av de ledande tillverkarna i Kina.

3.2 Processbeskrivning

Processen vid tillverkning av väv går till i flera steg som kommer att förklaras nedan.

Steg 1 Tape Line Extrusion

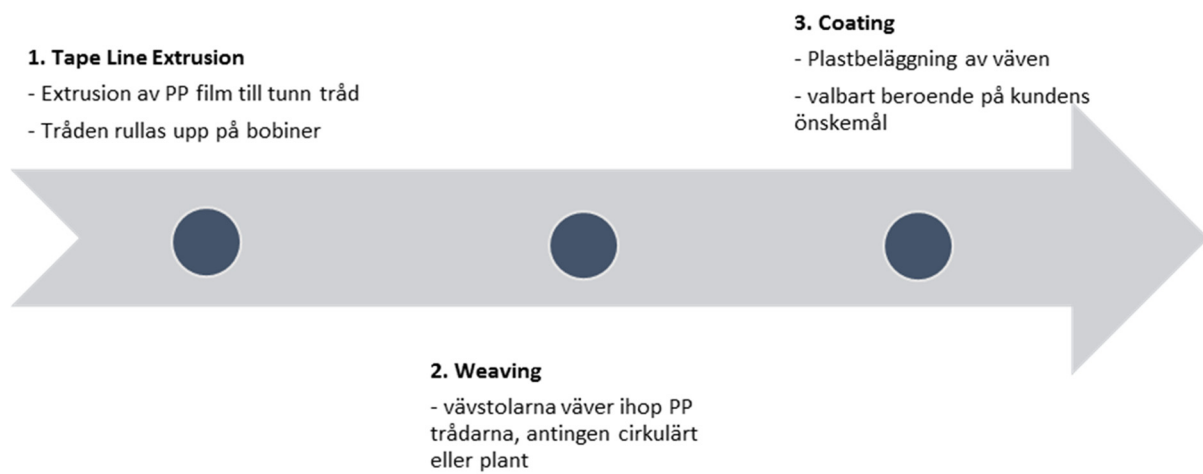
I detta steg extruderar man en film av polypropylen som sedan sträcks ut under upphettning för att senare kylas ned. Filmen skärs i mindre trådar och rullas upp på bobiner. När bobinerna är fulla så förs de till lagret i väntan på vidare transport till vävstolarna.

Steg 2 Weaving

Tråden hämtas från lagret till vävstolarna. Därefter vävs trådarna ihop antingen på rundvävstolar eller på planvävstolar för att därefter väven rullas upp. Rullen transporteras till lagret i väntan på vidare förädling.

Steg 3 Coating

Om kunden önskar så kan man belägga väven med en tunn plastfilm, som gör väven tätare och minskar dess genomsläpplighet av fukt.



Figur 6 Beskrivning av förädlingsprocessen i 3 steg.

4 ANALYS

Analyskapitlet kommer att börja med en generell jämförelse i synen på: kvalitet och underhåll samt personalfrågor mellan länderna.

Därefter kommer en generell förklaring hur data har samlats in, vilka antaganden som har gjorts och hur de skiljer sig mellan de olika länderna.

Kostnadsanalysen kommer att göras för varje delsteg i tillverkningen och visa hur den totala kostnaden är fördelad för varje land.

I det sista delkapitlet kommer effektiviteten för vart land att redovisas, efter de teoretiska måtten som har beskrivits i tidigare kapitel.

4.1 Generell jämförelse mellan länderna

För att få en större förståelse för vilka skillnader det finns i sättet att tänka kring produktion kommer en kortfattad genomgång av olika ämnen tas upp såsom kvalitet och underhållsarbete samt personalfrågor.

4.1.1 Kvalitet och Underhållsarbete

I Indien har man filosofin att man försöker undvika kvalitetsproblem genom att öka antalet kvalitetskontroller, då man anser att lönekostnaden är låg. Dock uppstår problematiken att man bygger in produktionsstörningar.

I Turkiet har man arbetat en längre tid med att förbättra kvalitén på sina produkter, främst genom ett automatiskt med ett datasystem som loggar alla felkällor. Denna information ger ett brett underlag för att kontinuerligt förbättra produktionen. De har olika projektgrupper som arbetar med olika utvecklingsprojekt inom produktionen. Kunskapen om de olika produktionsfilosofierna såsom Lean Production, TPM etc. är välkänd sedan tidigare och används kontinuerligt i deras förbättringsarbete.

I både Indien och Kina samlar man in data för de automatiserade tillverkningsstegen, dock samlas data in manuellt av berörd personal. Kunskapen för hur data ska hanteras och användas för att åstadkomma förbättringar i produktionen är begränsad.

Alla länder har regelbundna inplanerade underhåll, som sker efter ett förutbestämt schema. Intervallen varierar beroende på maskin, underhållen kan ske veckovis, månadsvis eller årsvis allt efter behov.

4.1.2 Personal

Hos alla medverkande företag finns en svårighet att hitta kvalificerad personal som är lojala och stannar en längre tid.

Alla studerade företag brottas med hög personalomsättning. Genom att kontinuerligt utbilda ny personal har företagen möjlighet att snabbt ersätta personal som lämnar, utan att drabbas av större förluster i produktionskapacitet eller kvalitet.

Denna problematik möter främst företag i Indien då personalstyrkan varierar kraftigt olika perioder. Maj är den månad som är mest kritisk, den kallas "giftemåls månaden", då gifter många sig och slutar arbetet för att flytta till annan ort, vissa företag kan förlora 20 % av sin arbetskraft över en månad.

Levnadskostnaderna i Turkiet och Kina ökar kraftigt varje år, vilket medför att lönerna också behöver höjas för att kunna behålla personal.

4.2 Indata

ProduktionsSäkerhetsMatrisen har inte behövts användas då företagen redan hade klara mallar de använde för att samla in data samlades vid driftsstopp.

Insamlandet av data skiljer sig mycket mellan länderna, det finns en generell skillnad mellan Turkiet, Indien och Kina, där Turkiet har ett mer avancerat system med högre tillförlitlighet.

I Turkiet har man ett system som heter DAS, Data Acquisition System, detta system samlar in data då maskinerna stannar. Operatören måste skriva in orsaken till maskinstoppet för att kunna starta maskinen igen. Programmet ger operatören ett antal orsaker som operatörerna har att välja mellan. Detta system gör att data från Turkiet som används till analysen kan betraktas som tillförlitlig.

I Indien och Kina samlas data in manuellt av underhållspersonalen. Operatören kontaktar underhållspersonalen, som nedtecknar orsaken till haveriet och tiden det tar att reparera maskinen. Denna metod skapar en osäkerhet kring tillförlitligheten på data.

4.3 Antaganden

Vid insamlingen av data har det visat sig att all data som krävs inte alltid varit tillgänglig, därför behövs vissa antaganden göras. Alla antaganden kommer att beskrivas nedantill med en förklaring till varför dessa antaganden görs och varför de är rimliga.

Kostnadsanalysen kommer att beräknas i \$/ton (USD/ton), då dollarn oftast används inom internationell handel.

Materialkostnaden, k_B , kommer antas vara lika mycket för all tre länder, trots att det kan förekomma vissa regionala skillnader i inköpspris. Det värde som kommer att användas är: $k_B=1415\text{€}/\text{ton}^{18}$ (PP copolymer Folie Qualität) för Maj 2013.

För Turkiet och Indien är $q_B = 0$, då materialspill uppkommer vid kassation.

För att kunna göra en rimlig jämförelse mellan de olika företagens maskinkostnader kommer en återbetalningstid på $n = 8$ år att användas.

$T_{SU} = 0$, Då man inte loggför data för omställningstiden måste man anta att den är noll, den räknas in i stilleståndsandelen.

$U_{RB} = 1.0$, beläggningen antas vara full, vilket inte alltid stämmer då efterfrågan varierar kraftigt, men för att underlätta beräkningarna och kunna göra en generell jämförelse görs detta antagande.

N_0 , är en faktor som inte kommer att användas då priset kommer att kalkyleras i \$/ton.

t_0 , denna faktor kommer inte att behöva användas då k_{CS} och k_{CP} kommer att beräknas som maskinkostnad per ton.

$k_Y = 0$, kostnaden för lokalhyra, har ej beaktas vid beräkning av tillverkningskostnaden då de medverkande företagen inte har uppgifter angående detta.

Valutorna¹⁹ som användes vid beräkningen är från datumet 31 Maj 2013 00:00 UTC.

$$1 \text{ TRY} = 0.53393 \text{ USD}$$

¹⁸ <http://www.kiweb.de/default.aspx?pageid=22222&typ=100031&jm=201312#tab2monate-tab>

¹⁹ www.xe.com

1 INR = 0.01774 USD

1 EUR = 1.30430 USD

Kinas ränta p_k är bestämd till 6 %²⁰, detta värde har tagits fram då medverkande företaget inte använder sig av internränta vid investeringskalkylering.

Vid beräkning av produktionssteg tre, Coating, kommer inte materialkostnaden för plastbeläggningsen att beräknas med, då tjockleken varierar efter kundens önskemål.

Den reviderade kostnadsformeln blir efter antaganden och förenklingar:

$$k_i = k_B \left[\frac{1}{(1 - q_Q)(1 - q_B)} \right]_b + k_{CP} \left[\frac{1}{(1 - q_Q)(1 - q_P)} \right]_{c1} \\ + k_{CS} \left[\frac{1}{(1 - q_Q)} \cdot \frac{q_S}{(1 - q_S)(1 - q_P)} \right]_{c2} + n_{op} \cdot k_D \left[\frac{1}{(1 - q_Q)(1 - q_S)(1 - q_P)} \right]_d$$

4.4 Kostnadsanalys

I detta delkapitel kommer en genomgång av alla produktionssteg för varje land att redovisas, där hänsyn tas till prestation, antalet anställda och andra faktorer som påverkar kostnadsbilden.

Stapeldiagrammen kommer att visa den totala kostnaden för varje land vid varje tillverkningssteg.

I cirkeldiagrammen har råvarukostnaden tagits bort för att visualisera den aktuella kostnadsfördelningen vid produktion. Diagrammen visar den procentuella fördelningen mellan de olika kostnadskällorna. Med detta diagram har man möjligheten att se vilka kostnadskällor som dominerar.

Kina har en konstant produktionstaktsförlust på 10 % i varje produktionssteg.

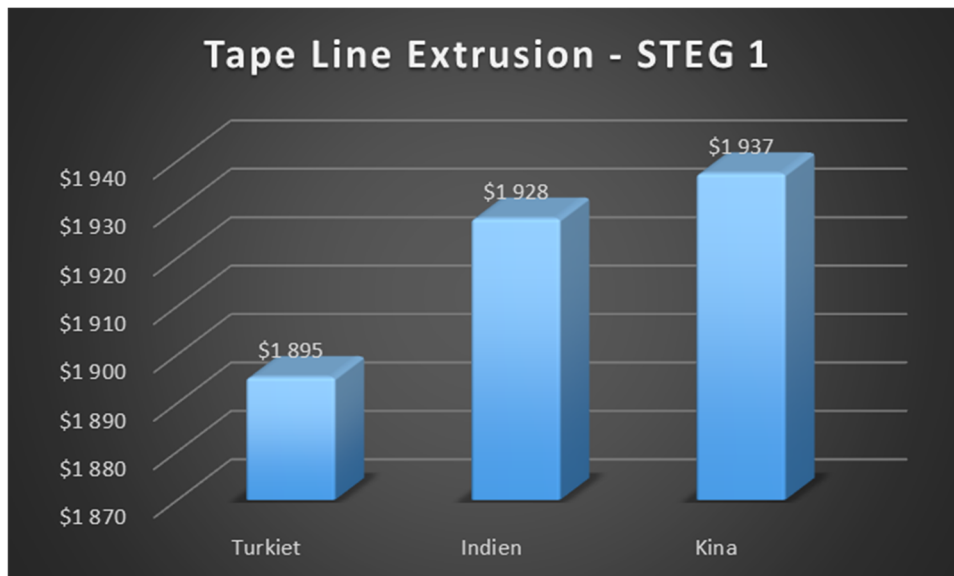
4.4.1 Tape Line Extrusion

I diagrammet ovan ser man att Turkiets kostnad för extrudering av PP-väven är lägst, \$ 1895/ton, följt av Indien \$ 1928/ton och Kina som är dyrast på \$ 1937/ton.

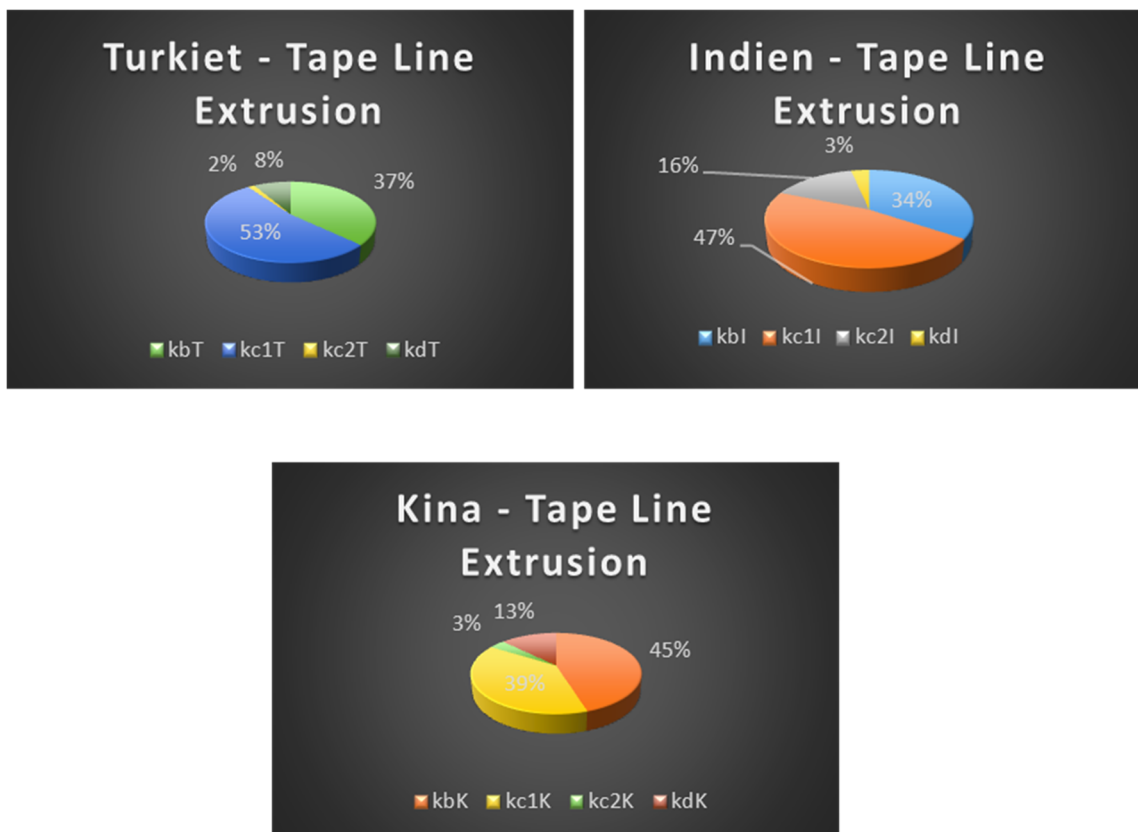
I cirkeldiagrammet enligt Figur 8 ser man hur kostnaderna procentuellt är fördelade efter första produktionssteget. Som diagrammet visar står maskinkostnaden för en stor del av produktionskostnaden vid Tape Line Extrusion, mellan 39 respektive 53 %.

Det andra kostnadskällan som har en större påverkan är materialspillkostnaden, som varierar mellan 34 % och 45 %. Tillsammans utgör dessa två kostnaderna en majoritet av kostnaderna, mer exakt Turkiet, 80 %, Indien, 81 % och Kina 84 %.

²⁰ <http://www.tradingeconomics.com/china/interest-rate>



Figur 7 Tape Line Extrusion kostnadsjämförelse.



Figur 8 Kostnadsfördelning Tape Line Extrusion.

I tabell 1 ser man hur prestation varierar mellan de olika länderna, stillestånd varierar från 33 %, Indien, ner till 3.4 %, Turkiet. Denna variation i Indien varierar kraftigt beroende på säsong, exempelvis ökar antalet strömavbrott under regnsäsongen vilket resulterar i en kraftig höjning av stilleståndstiden.

Tabell 1 Prestation av Tape Line Extrusion.

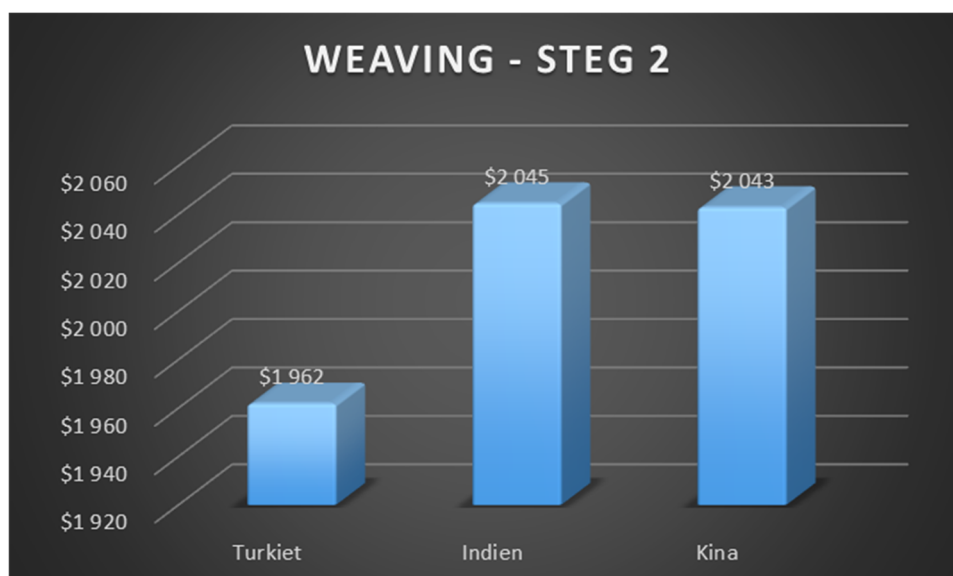
Land	Stillestånd	Kassation	n_{op}	Produktionstaktsförlust	OEE
Turkiet-I	3.4 %	1 %	2.25	0 %	95.6 %
Indien – R	33 %	1.5 %	4	0 %	66 %
Kina - Q	15.3 %	1 %	3	10 %	75.3 %

Effektiviteten varierar kraftigt mellan länderna från Turkiets 95.6 % till Indiens 66 %.

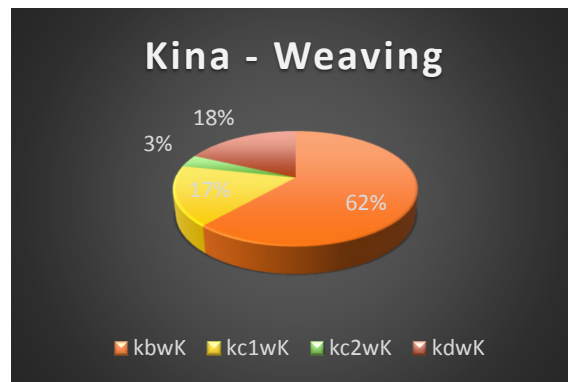
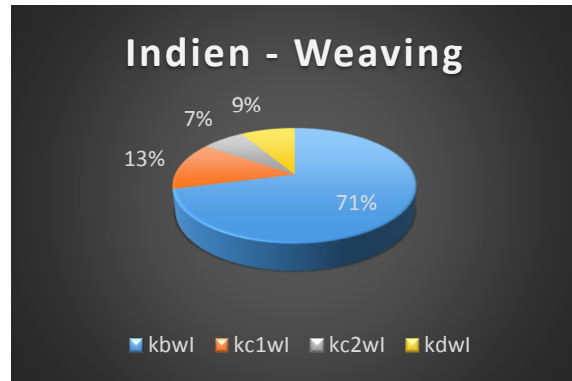
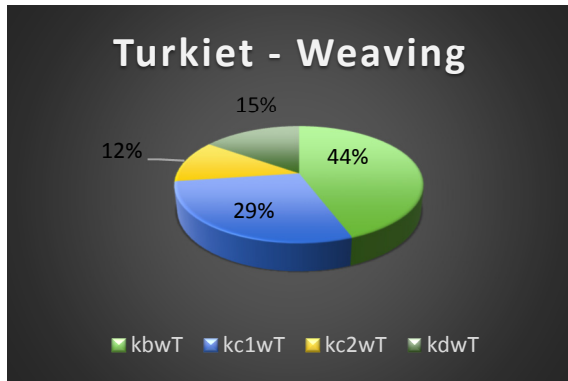
I stapeldiagrammet enligt Figur 7 ser man att Turkiets kostnader vid Tape Line Extrusion är lägst. Detta beror bl.a. på låga stilleståndsandelar, få operatörer och hög effektivitet.

4.4.2 Weaving

I andra tillverkningssteget, Weaving, ser man att Turkiets totala produktionskostnad fortfarande är lägre än både Indien och Kina. Däremot är kostnaden nu lägre i Kina än i Indien.



Figur 9 Weaving kostnadsjämförelse.



Figur 10 Kostnadsfördelning under produktionssteget Weaving.

Största kostnadsstället i Weaving processen är materialspillfaktorn, den varierar från höga 71 % (Indien) till 44 % (Turkiet). Näst största kostnadskällan varierar mellan länderna, både i Turkiet och Indien så står maskinkostnaden vid produktion för den största kostnaden, 29 % respektive 13 %. Medan i Kina är den andra största kostnadsfaktor lönen, med 18 %.

De dominerande kostnadskällorna mellan länderna varierar, i både Turkiet och Indien är det materialspillfaktorn och maskinkostnaden vid produktion som dominerar med respektive 73 % och 84 %. I Kina så är de två dominerande kostnadskällorna materialspillfaktorn och lönefaktor, dessa utgör tillsammans 80 %. I tabell 2 ser man hur stilleståndet vid tillverkningssteget, Weaving, varierar från Indiens 42,5 % ner till 27,5 % i Kina.

Antalet anställda per maskin skiljer sig markant mellan länderna, detta avspeglar sig i lönekostnadsfaktor som är störst i Kina (18 %), där är antalet anställda tre gånger fler än Turkiet (15 %).

Kassationsandelarna varierar mellan 3 %, Indien och 0,062 %, Turkiet. Antalet operatörer per maskin varierar också mellan länderna från 1 (Kina) till 0,33 (Turkiet) per maskin.

Effektiviteten i tillverkningssteget Weaving varierar inte mycket. Kina har högst effektivitet med 65 % till skillnad från Indien som har lägst med 56 %.

Tabell 2 Prestation av produktionssteget Weaving.

Land	Stillestånd	Kassation	n_{op}	Produktionstaktsförlust	OEE
Turkiet-I	39 %	0.062 %	0.33	0 %	61 %
Indien - R	42.5 %	3 %	0.5	0 %	56 %
Kina - Q	27.5 %	1 %	1	10 %	65 %

4.4.3 Coating

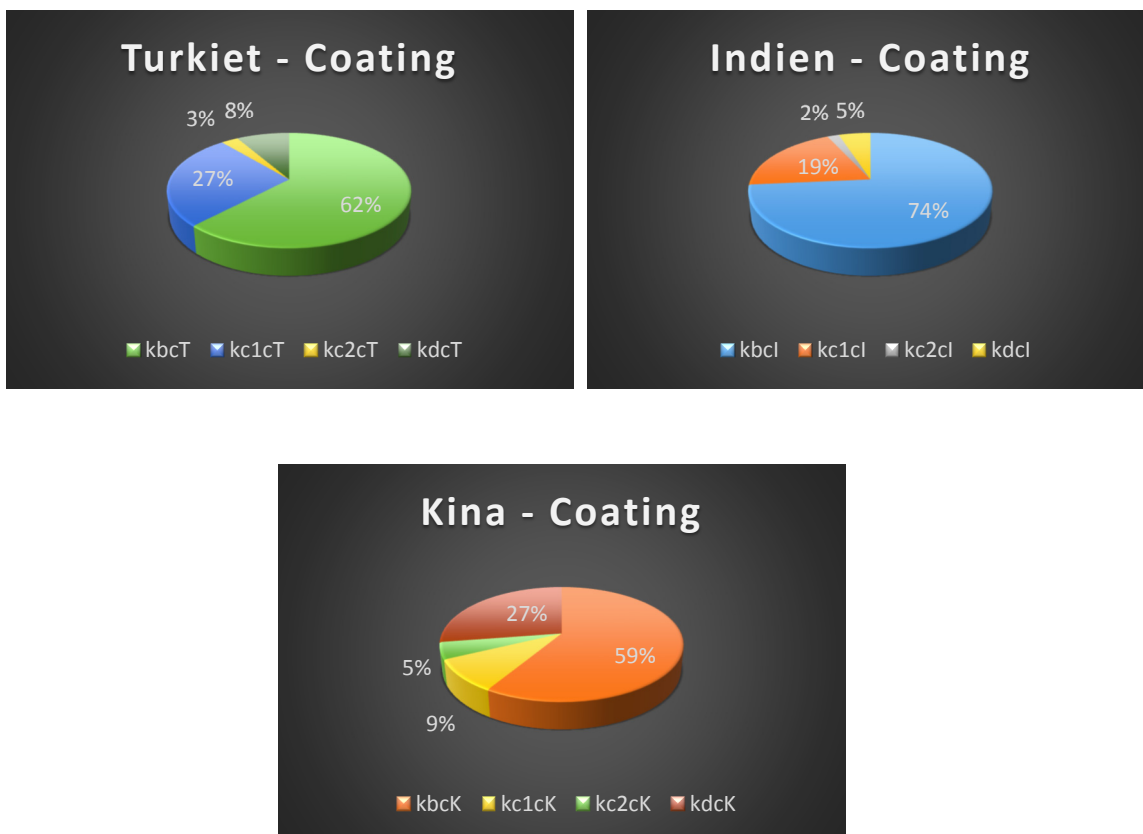
Efter det sista steget för vår analys har Turkiet (\$ 2049) fortfarande lägst tillverkningskostnader per ton, därefter följer Indien (\$ 2203) och Kina (\$ 2288).



Figur 11 Coating kostnadsjämförelse mellan respektive land.

Den dominerande kostnadskällan är materialspill, den varierar från 74 % (Indien) till 59 % (Kina). Andra största faktorn för Turkiet och Indien är maskinkostnad vid produktion vilken står för 27 % respektive 19 %. För Kina är den andra stora kostnadskällan personalkostnader motsvarande 27 %.

De två dominerande källorna för Turkiet och Indien är materialspill och maskinkostnad vid produktion de står tillsammans för 91 % respektive 93 %, medan för Kina är de dominerande kostnadskällorna materialspill och löner som står för 86 %.



Figur 12 Kostnadsfördelning för produktionssteget Coating i respektive land.

I tabellen 3 ser man hur stillestånden varierar mellan 58.3 % i Kina, till 9.6 % i Turkiet. Anledningen att stillestånden är så hög i Kina är att de inte har samma möjlighet att utnyttja maskinen, då kunderna inte efterfrågar detta förädlingssteg i samma utsträckning.

Tabell 3 Prestation av produktionssteget Coating.

Land	Stillestånd	Kassation	n_{op}	Produktionstaktsförlust	OEE
Turkiet-I	9.6 %	0.5 %	1.5	0 %	90 %
Indien – R	12.2 %	3 %	4	0 %	86 %
Kina - Q	58.3 %	1 %	3	10 %	37 %

Kassationsandelarna varierar från 3 % i Indien till 0.5 % i Turkiet.

Turkiet har högst effektivitet med 90 %, medan Kina har lägst 63.8 %.

4.5 Tillverkningsekonomisk verkningsgrad & Automationsgrad

Som tabellen visar så har Turkiet högst TEV 0.71, Indien och Kina ligger på ungefär samma nivå, 0.44 och 0.41. TEV kan ses som ett mått på potential för produktionsutveckling. I vissa tillverkningssteg

inom FIBC-produktion blir det dock omöjligt att minska stillestånden markant, exempelvis inom Weaving, där en stilleståndsandel på 25-30 % är vad man anser är som bäst möjligt.

Tabell 4 Tillverkningsekonomisk verkningsgrad vid produktionen i respektive land.

<i>Land</i>	<i>TEV</i>
Turkiet	0.71
Indien	0.44
Kina	0.41

Indien och Kina har en stor utvecklingspotential, det är viktigt att de arbetar kontinuerligt och målinriktat för att minska stilleståndsandelarna, kassationsandelar osv.

Tabell 5 Automationsgrad X_{LoA} .

<i>Land</i>	<i>Automationsgrad</i>
Turkiet	0.79
Indien	0.83
Kina	0.56

Automationsgraden är beräknad för alla analyserade produktionssteg, den är högst i Indien (83 %) och lägst i Kina (56 %). De tre produktionsstegen som analyseras är automatiserade, vilket borde visa sig i tabellen. Kina är det land som har lägst automationsgrad, detta beror på deras höga personalkostnader i förhållande till maskinkostnaden.

5 Diskussion

Diskussionen kommer att behandla de olika ämnen som har berörts under denna studie, med början i datainsamling och avslutas med att diskutera hur framtiden skulle kunna se ut.

Målet med detta arbete har varit att uppmuntra SFS:s samarbetspartners att arbeta kontinuerligt för att förbättra sin produktion.

Datainsamling

Som tidigare har nämnts så varierar metoden för datainsamling beroende på vilket land som studeras. Den manuella insamlingsmetoden som används i Indien och Kina gör att datas tillförlitlighet måste ifrågasättas. Samlas regelbundet data in? Hur noggrann är den? Hur intresserade är underhållspersonal att nedteckna felorsaker?

Personalomsättningen är hög i Indien vilket kan medföra att all personal inte har blivit utbildad i hur data samlas in eller vikten av denna funktion, detta kan medföra osäkerheter i datainsamlingen.

Kostnadsanalys

Vissa nyckeltal kan diskuteras om de verkligen är tillförlitliga, exempelvis kan Kinas stilleståndsandel på 27.5 % i Weaving ifrågasättas, då de andra medverkande företagen pendlar mellan 39 och 42.5 %.

I analysen finns det fler kostnadsfaktorer som inte redovisas såsom:

- Overhead kostnader i form av byggnader och inventarier
- Administrationskostnader, lönenivån för tjänstemän i Turkiet är betydligt högre än både Indien och Kina
- Logistikkostnader, både interna och externa

Dessa kostnader har inte tagits med då analysens huvudsyfte har varit att fokusera på de mest kapitalintensiva tillverkningsstegen för att se hur tillverkningskostnaden samt utnyttjandegraden skiljer sig åt mellan de olika länderna.

TEV & Automationsgrad

TEV är ett bra mått på produktionsutvecklingspotentialen, men detta nyckeltal ger endast en beskrivning av den procentuella potential, där alla nyckeltal (kassationsandelar, stilleståndsandelar, materialspill m.fl.) är noll. Detta tal visar inte om företaget har lyckats optimera de olika fasta kostnaderna främst i form av underhållskostnader.

Då de undersökta tillverkningsstegen är automatiserade är det intressant att se hur Kina kan ha ett så lågt värde på automationsgraden, 0.56. Detta beror främst på höga personalkostnader i förhållande till maskintimkostnaden.

Utmaningar

I Turkiet möter företaget utmaningen att lönekostnaderna ökar i samband med att BNP växer, vilket gör att de måste fokusera på att minimera antalet anställda och finna olika vägar för att öka automatiserings- och utnyttjandegraden.

I takt med att Kinas BNP/capita ökar och befolkningen blir allt äldre (endast 17 % mellan 0-14, jämfört med Turkiet 26 %, Indien 29 %) kommer lönerna att stiga. De senaste 10 åren har lönerna fördubblats²¹. Detta sätter stor press på de kinesiska FIBC producenterna att finna olika lösningar för att effektivisera produktionen och bibehålla konkurrenskraften.

Trots hög arbetslöshet²² i Indien är den främsta utmaningen att hitta personal som stannar en längre tid och har rätt teknisk kompetens. För att Indien som produktionsland ska vara konkurrenskraftig på längre sikt krävs att läskunnighet bland befolkningen (runt 50 %) ökar då den är grundläggande för ett en god utbildning.

Nya tillverkande företag från andra länder börjar också konkurrera mer på den internationella marknaden, detta ställer höga krav på ständig förbättring för att kunna bibehålla sin konkurrenskraft.

²¹ Intervju med produktionsansvarig personal december 2013

²² <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2129.html>

6 Slutsats

En kort slutsats till diskussionen kommer att göras, samt förslag på fördjupande undersökningar som kan vara intressanta att göra.

Denna studie visar att Turkiet har de lägsta produktionskostnader, följt av Indien och Kina. De största kostnadsfaktorerna skiljer sig inte markant mellan länderna. I Indien och Turkiet är maskinkostnad vid produktion och materialspill de största produktionskostnaderna. Medan det i Kina är materialspillkostnader och lönekostnader som generellt är de största kostnadsfaktorerna.

På maskinnivå visar undersökningen att i Tape Line Extrusion är de största kostnadsfaktorerna materialspillfaktorn och maskinkostnaden vid produktion. Medan för Weaving och Coating är materialspillfaktorn och lönekostnadsfaktorn

Trots högre löner i Turkiet ser man att i en kapitalintensiv produktion kan länder med högre löneläge vara konkurrenskraftiga mot länder som Indien och Kina trots deras lägre lönenivåer. Dock ställer detta högre krav på företagen att ha rätt investeringsstrategi, där man balanserar låg maskinkostnad med hög output, samt fokus på minskade kassationsandelar, stilleståndsandelar samt optimerade underhållsrutiner.

Lönerna kommer även att öka i Turkiet, därför gäller det att ständigt söka efter nya innovativa förbättringar inom produktionen för att inte förlora konkurrenskraften. Deras höga utbildningsnivå ger dem goda förutsättningar för denna utveckling.

Så länge som indiska företag har tillgång till billig arbetskraft behöver de inte ha samma fokus på optimering av personal utan måste arbeta fokuserat på att förbättra maskinutnyttjandet. I Indien måste det till stora förbättringar i infrastrukturen för att landet ska fortsätta utvecklas.

Fortsätter lönerna att stiga i Kina kommer de kinesiska tillverkarna få svårt att klara konkurrensen från Indien och Turkiet. Därför är det viktigt att de fokuserar på att optimera maskinutnyttjandet och minska lönekostnaderna.

Resultatet kan inte användas som en generell slutsats kring de olika ländernas konkurrenskraft då omfattningen av jämförelsen är alldeles för ringa och begränsad, däremot kan den användas för att förstå vilka grundläggande utmaningar företagen möter vid kapitalintensiv produktion, hur de skiljer sig åt mellan företagen i de olika länderna samt vart de bör fokusera för att kunna stärka sin konkurrenskraft.

Fördjupande studier

Som komplement till denna undersökning skulle de återstående tillverkningsstegen analyseras för att kunna ge en mer djupgående förståelse hur tillverkningskostnaden är fördelad.

Fördjupande studier kring vardera land och en generell undersökning kring vilka regioner inom länderna som på längre sikt har potential att kunna vara konkurrenskraftig. Områden som borde undersökas i en sådan studie är: infrastruktur i landet, politisk stabilitet, elförsörjningstillförlitligheten, utbildningsnivån, landets rättsväsen etc.

7 Referenser

Needan följer de olika källor som har använts under arbetets gång.

Tryckta källor

- Örjan Ljungberg, *TPM "Vägen till ständig förbättring"* 2000 Studentlitteratur AB, Lund
- Ståhl Jan- Eric, *Industriella tillverkningssystem del 2* 2011, KFS AB.
- Ståhl Jan- Eric, *Development of Manufacturing Systems* 2013, Lunds Tekniska Högskola.
- Höst, M, Regnell, B, Runesson, P *Att genomföra ett examensarbete* , 2006 Studentlitteratur AB, Lund
- Jacobsen, D.I. *Vad, hur och varför? Om metodval i företagsekonomi andra samhällsvetenskapliga ämnen* 2002 Studentlitteratur AB, Lund.

Muntliga källor

- Intervjuer med Inköpsansvariga på Safesack Scandinavia, kontinuerligt under 2013
- Intervju med produktionsansvariga på Rishi- Joseph Fransis, juli 2013
- Intervju med kvalitetschef på Isbir, Gencer juni 2013
- Intervju med produktionsansvarig, Lester Liu på Qingdao Politex december 2013

Elektroniska källor

- <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html> 2013-01-29
- <http://www.kiweb.de/default.aspx?pageid=22222&typ=100031&jm=201312#tab2monate-tab>
- www.xe.com
- <http://www.tradingeconomics.com/china/interest-rate>

Figurkällor

Figur 1 Läskunnighet - jämförelse	5
Figur 2 Förväntat antal år i skolan.....	6
Figur 3 Uppskattad BNP/capita i US dollar	6
Figur 4 Åldersfördelning	7
Figur 5 Produktionssäkerhetsmatris, PSM	9
Figur 6 Processbeskrivning	18
Figur 7 Tape Line Extrusion kostnadsjämförelse.....	22
Figur 8 Kostnadsfördelning Tape Line Extrusion	22
Figur 9 Weaving kostnadsjämförelse	23
Figur 10 kostnadsfördelning Weaving	24
Figur 11 Coating kostnadsjämförelse.....	25
Figur 12 Kostnadsfördelning Coating	26

1.1 Bilaga 1 - Intervjufrågor

General questions

How is your company doing?

How has the financial crisis struck you?

Which markets are you in?

Which markets will you say is your strongest, developing the most?

From which countries do you have the most competition?

What would you say is the trends in the FIBC market these years?

Where is the future in FIBC production?

From order to logistics

Please explain the process from you receive a price request until you have it shipped?

Process mapping

1. Have you done any process mapping before? Please show.
2. Where do you think the bottlenecks are?
3. Which steps of the processes are the most critical? And most cost consuming?
4. Which symbols are preferable?
5. Do you have any materials (maps etc.) available to make it easier?
6. How would you describe your process?
7. In which steps would you divide them into?

Production

1. How many production hours is planned? Last year/this year?
2. How many shifts? Number of hours per shift?
3. How often is the factory standing still per year? due to different factors ex electricity
4. How do you register errors in production? Do you have any routines for continuous improvement? so the errors occurring will not come back?
5. What is your deliver reliability?

Planning

1. How do you plan your production?
2. Do you have any system for it?
3. How do you get scale of economics, with the various bags?

Logistics and warehousing

1. What is your average lead time for one bag? How have you calculated it?
2. Do you have any purchasing strategy regarding raw material? Stock quantities?
3. How do you plan which yarn should be stored? Regarding thickness and width?
4. Do you have any traceability regarding the products in the production?

Machinery

1. In which state would you describe your machinery? State of the art/old?
2. When do you believe you will be making new investments?
3. What is the interest rate for the machines? How did you choose this?
4. What is your calculated machine time cost? Do you differ between cost of producing and cost of standing still?

Maintenance

1. How often is maintenance done? Ordinary maintenance, cleaning etc? And larger maintenance?
2. Is it made on regular basis? If so how often?
3. Why are you doing it/ Why not?
4. When are you doing it?
5. Who are responsible for it? Which education do they have?
6. Can the operators do the simple reparations? If no why not? → TPM?

Set up time

Which stages in the process do you need to set up time between different batches?

Batch size

1. What is your minimal batch size?
2. What is your optimal batch size?
3. How do you trace your bags? When getting complaints?

Quality controls

1. Where do you have your quality controls?
2. Which steps would you say is the most critical and in need of quality control?

3. Do you have any standards for the different quality controls? Were and how to check?
4. Do you have any certifications regarding the quality?

Personnel

1. What is your turn over for employees?
2. Sickness rate?
3. What is the spread between females/men in the production? Howcome?
4. What is the average salary in the production?

Education

In production

1. How do you educate your employees to maintain good quality products?
2. How do you educate the newly employees to maintain the quality level?
3. How long does it take?
4. Do you follow up the training?

In staff

1. Which educations does the staff in the production have?
2. Have you worked with Lean prod/ TPM before? Are people aware of these philosophies?
3. Have you implemented some tools? Which outcome?

Cost model

1. How do you calculate the production cost for one bag?
2. Which parts in the process do you think is the most cost consuming? Why?
3. What is your general thought about the cost model?

Challenges

1. Which are the challenges in the production now and in the future?
2. What are the challenges for the country?
3. Do you have any challenges finding qualified labor?

Generell Indata för kostnadsanalys

$Ex_{rate} := 0.5339\%$ Turkisk lira mot USD
 $eur := 1.3043\text{€}$ Euro mot USD
 $Ex_{RSrate} := 0.0177\%$ RS mot USD
 $k_B := 1415\text{ eur} = 1.846 \times 10^3$ materialkostnad USD per ton

ISBIR Turkiet

$k_{DTI} := 1200$

lönekostnad för en arbetare i TL

$k_D := k_{DTI} \cdot Ex_{rate} = 640.704$

lönekostnad i USD

INdata för Tape Line Extrusion

$q_{S1} := 0.034$, Andel stillestånd May 2013

$q_{Q1} := 0.01$ kassationsandelar May 2013

$n_{op1} := 2.25$

$q_{B1} := 0$

$T_{TPLT} := 430\text{€}$

$k_{DTPLT} := (k_D \cdot 12) \div T_{TPLT}$, personalkostnad för en anställd per ton

$k_{DTPLT} = 1.786$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

$I_{TPLT} := 60000\text{€}$, Investeringskostnad i USD

$p := 0.05$, räntefaktor

$n := 8$, förväntad livslängd

$A_T := \left[\frac{p \cdot (1 + p)^n}{(1 + p)^n - 1} \right] = 0.155$, Annuitetsfaktor

$I_{0T} := A_T \cdot I_{TPLT}$, Annuitetskostnad per år

$I_{0T} = 9.283 \times 10^4$

Maintenance + flexible costs

$$m_{TPLT} := 8 \cdot Ex_{rate} = 4.271 \text{ , kostnad för underhåll per år per ton USD}$$

$$m_{flexT} := 82.5 \text{ eur} \cdot 12 = 1.291 \times 10^3 \text{ , flexibla kostnader för ett helt år, genomsnitt}$$

$$k_{CPT} := \frac{I_{0T} + m_{flexT}}{T_{TPLT}} + m_{TPLT} = 26.13 \text{ maskinkostnad per ton}$$

$$k_{CS} := (I_{0T} \div T_{TPLT}) = 21.559 \text{ , maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

KOSTNAD per ton Tape Line Extrusion

$$k_{bT} := k_B \cdot \frac{1}{(1 - q_{B1}) \cdot (1 - q_{Q1})} = 1.864 \times 10^3$$

$$k_{c1T} := k_{CPT} \frac{1}{(1 - q_{Q1})} = 26.394$$

$$k_{c2T} := k_{CS} \left[\frac{1}{(1 - q_{Q1})} \cdot \frac{q_{S1}}{(1 - q_{S1})} \right] = 0.766$$

$$k_{dT} := n_{op1} \cdot k_{DTPLT} \frac{1}{(1 - q_{Q1}) \cdot (1 - q_{S1})} = 4.201$$

$$k_{TPLT} := k_{bT} + k_{c1T} + k_{c2T} + k_{dT} = 1.896 \times 10^3$$

INdata för Weaving

Maskin Lohia 3

$$q_{Sw} := 0.39 \text{ , Andel stillestånd May 2013}$$

$$q_{Qw} := 0.00062 \text{ kassationsandelar May 2013}$$

$$n_{opw} := 0.33$$

$$T_{wT} := 234$$

$$q_{Bw} := 0$$

$$k_{DwT} := \frac{(k_D \cdot 12)}{T_{wT}} = 32.857$$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden, weaving

$$T_w := 234 \text{ , ton per år}$$

$$I_w := 25000 \text{ eur} = 3.261 \times 10^4, \text{ Investeringskostnad i USD}$$

$$p_w := 0.05, \text{ räntefaktor}$$

$$A_T = 0.155, \text{ annuitetsfaktor}$$

$$I_{w0} := A_T \cdot I_w = 5.045 \times 10^3, \text{ Annuitetskostnad per år}$$

Maintenance + flexible costs

$$m_w := 9 \cdot \text{eur} = 11.739, \text{ kostnad för underhåll under hela året i USD/ton}$$

$$m_{\text{flex}wT} := 0$$

$$k_{CPw} := (I_{w0} \div T_w) + m_w + m_{\text{flex}wT}, \text{ maskinkostnad per ton}$$

$$k_{CPw} = (33.299), \text{ maskinkostnad när producerad per ton producerad vara}$$

$$k_{CSw} := (I_{w0} \div T_w) = 21.56, \text{ maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

KOSTNAD per ton för weaving och TPL

$$k_{bwT} := k_{TPLT} \frac{1}{(1 - q_{Bw}) \cdot (1 - q_{Qw})} = 1.897 \times 10^3, \text{ materialkostnad}$$

$$k_{c1wT} := k_{CPw} \frac{1}{(1 - q_{Qw})} = (33.32), \text{ kostnad för maskin vid produktion}$$

$$k_{c2wT} := k_{CSw} \left[\frac{1}{(1 - q_{Qw})} \cdot \frac{q_{Sw}}{(1 - q_{Sw})} \right] = 13.793, \text{ maskinkostnad vid stillestånd}$$

$$k_{dwT} := n_{opw} \cdot k_{DwT} \frac{1}{(1 - q_{Qw}) \cdot (1 - q_{Sw})} = 17.786, \text{ personalkostnad per ton}$$

$$k_{totT} := k_{bwT} + k_{c1wT} + k_{c2wT} + k_{dwT} = (1.962 \times 10^3), \text{ total kostnad för producerad väv}$$

$$k_{2T} := k_{totT}$$

INdata för Coating

Maskin SML 98

$$q_{Sc} := 0.09\%, \text{ Andel stillestånd May 2013}$$

$$q_{Qc} := 0.005, \text{ kassationsandelar May 2013}$$

$$n_{\text{opcT}} := 1.5$$

$$q_{\text{Bc}} := 0$$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

$$T_{\text{cT}} := 0.1 \cdot 24 \cdot 26 \cdot 12 = 748.8, \text{Antal ton per år}$$

$$I_{\text{cT}} := 25000, \text{Investeringskostnad i USD}$$

$$r := 0.05, \text{räntefaktor}$$

$$I_{\text{c0T}} := A_T \cdot I_{\text{cT}} = 3.868 \times 10^4, \text{Annuitetskostnad per år}$$

$$k_{\text{DcT}} := \frac{k_D \cdot 12}{T_{\text{cT}}} = 10.268, \text{kostnad per anställd per ton}$$

Maintenance + flexible costs

$$m_{\text{cT}} := 0.25 \cdot \text{Ex}_{\text{rate}} \cdot \frac{45}{(0.10024)} = 2.503, \text{kostnad för underhåll under hela året i USD}$$

$$m_{\text{cflexT}} := 0$$

$$k_{\text{CPcT}} := (I_{\text{c0T}} \div T_{\text{cT}}) + m_{\text{cT}} + m_{\text{cflexT}} = (54.159), \text{maskinkostnad per ton producerad vara}$$

$$k_{\text{CScT}} := (I_{\text{c0T}} \div T_{\text{cT}}) = 51.657, \text{maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

KOSTNAD per ton för coating

$$k_{\text{bcT}} := k_{2T} \cdot \frac{1}{(1 - q_{\text{Bc}}) \cdot (1 - q_{\text{Qc}})} = (1.972 \times 10^3)$$

$$k_{\text{c1cT}} := k_{\text{CPcT}} \cdot \frac{1}{(1 - q_{\text{Qc}})} = (54.431)$$

$$k_{\text{DcT}} = 10.268$$

$$k_{\text{c2cT}} := k_{\text{CScT}} \left[\frac{1}{(1 - q_{\text{Qc}})} \cdot \frac{q_{\text{Sc}}}{(1 - q_{\text{Sc}})} \right] = 5.513$$

$$k_{\text{dcT}} := n_{\text{opcT}} \cdot k_{\text{DcT}} \cdot \frac{1}{(1 - q_{\text{Qc}}) \cdot (1 - q_{\text{Sc}})} = 17.123$$

$$k_{\text{ctofT}} := k_{\text{bcT}} + k_{\text{c1cT}} + k_{\text{c2cT}} + k_{\text{dcT}} = (2.049 \times 10^3)$$

Rishi Indien

$k_{DI} := 275$, lönekostnad för en arbetare i USD

INdata för Tape Line Extrusion

$q_{STPLI} := 0.33$, Andel stillestånd, May 2013

$q_{QTPLI} := 0.015$, kassationsandelar, May 2013

$n_{opTPLI} := 4$

$q_{BTPLI} := 0$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

Maskin Lohia Lomex 120

$T_{TPLI} := 68640.600 = 4.118 \times 10^3$, antal ton per år

$I_{TPLI} := 400000 \text{ eur} = 5.217 \times 10^5$, Investeringskostnad i USD

$p_I := 0.12$, räntefaktor

$A_I := \left[p_I \cdot (1 + p_I)^n \right] \div \left[(1 + p_I)^n - 1 \right] = 0.201$, Annuitetsfaktor

$I_{0I} := A_I \cdot I_{TPLI} = 1.05 \times 10^5$, Annuitetskostnad per år

$k_{DTPLI} := \frac{k_{DI}}{600} = 0.458$, lönekostnad per producerad ton TPL

Maintenance + renovation costs

$m_{TPLI} := 500 \cdot \text{ExRSrate} = 8.87$, total kostnad för underhåll per ton USD

$m_{flexTPLI} := 1500$

$ren_{TPLI} := 0$, total kostnad för renovering under hela året USD

$k_{CPTPLI} := (I_{0I} + m_{flexTPLI}) \div T_{TPLI} + m_{TPLI} = 38.013$, maskinkostnad per ton

$k_{CSTPLI} := (I_{0I} + ren_{TPLI}) \div T_{TPLI} = 25.501$, maskinkostnad vid stillestånd per ton

KOSTNAD per ton Tape Line Extrusion

$$k_{bI} := k_B \left[\frac{1}{(1 - q_{BTPLI})} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLI})} \right] = 1.874 \times 10^3$$

$$k_{c1I} := k_{CPTPLI} \frac{1}{(1 - q_{QTPLI})} = 38.592$$

$$k_{c2I} := k_{CSTPLI} \left[\frac{1}{(1 - q_{QTPLI})} \cdot \frac{q_{STPLI}}{(1 - q_{STPLI})} \right] = 12.752$$

$$k_{dI} := n_{opTPLI} k_{DTPLI} \frac{1}{(1 - q_{QTPLI})(1 - q_{STPLI})} = 2.778$$

$$k_{TPLI} := k_{bI} + k_{c1I} + k_{c2I} + k_{dI} = 1.928 \times 10^3$$

INdata för Weaving

Maskin Lohia

$$q_{SwI} := 0.425, \text{ Andel stillestånd}$$

$$q_{QwI} := 0.03, \text{ kassationsandelar}$$

$$n_{opwI} := 0.5$$

$$q_{BwI} := 0$$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

$$T_{wI} := 171.6, \text{ ton per år}$$

$$I_{wI} := 15000, \text{ Investeringskostnad i USD}$$

$$p := 0.12, \text{ räntefaktor}$$

$$k_{DwI} := \frac{(k_{DI} 12)}{T_{wI}} = 19.231, \text{ Lönekostnad per ton W}$$

$$I_{wwI} := A_I I_{wI} = 3.02 \times 10^3, \text{ Annuitetskostnad per år}$$

Maintenance + flexible costs

$$m_{wI} := 1000$$

kostnad för underhåll under hela året i USD

$$m_{flexwI} := 150 \cdot Ex_{R\text{Rate}} = 2.661$$

$$k_{CPwI} := (I_{wI} + m_{wI}) \div T_{wI} + m_{flexwI} = 26.085, \text{ maskinkostnad per ton}$$

$$k_{CSwI} := (I_{wI} \div T_{wI}) = 17.596, \text{ maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

$$T_{wI} = 171.6$$

KOSTNAD per ton för weaving och TPL

$$k_{bwI} := k_{TPLI} \frac{1}{(1 - q_{BwI}) \cdot (1 - q_{QwI})} = 1.987 \times 10^3, \text{ materialkostnad}$$

$$k_{c1wI} := k_{CPwI} \frac{1}{(1 - q_{QwI})} = 26.892, \text{ kostnad för maskin vid produktion}$$

$$k_{c2wI} := k_{CSwI} \left[\frac{1}{(1 - q_{QwI})} \cdot \frac{q_{SwI}}{(1 - q_{SwI})} \right] = 13.408, \text{ maskinkostnad vid stillestånd}$$

$$k_{dwI} := n_{opwI} \cdot k_{DwI} \frac{1}{(1 - q_{QwI}) \cdot (1 - q_{SwI})} = 17.24, \text{ personalkostnad per ton}$$

$$k_{totI} := k_{bwI} + k_{c1wI} + k_{c2wI} + k_{dwI} = 2.045 \times 10^3, \text{ total kostnad för producerad väv}$$

$$k_{2I} := k_{totI}$$

INdata för Coating

$$q_{ScI} := 0.1219, \text{ Andel stillestånd May 2013}$$

$$q_{QcI} := 0.03, \text{ kassationsandelar May 2013}$$

$$n_{opcI} := 4$$

$$q_{BcI} := 0$$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

$$T_{cI} := 6864 \frac{125}{1000} = 858, \text{ Antal ton per år}$$

$$I_{cI} := 200000, \text{ Investeringskostnad i USD}$$

$$I_{wI} := A_I I_{cI} = 4.026 \times 10^4, \text{ Annuitetskostnad per år}$$

$$k_{DcI} := \frac{(k_{DI}^{12})}{T_{cI}} = 3.846, \text{ lönekostnad per ton}$$

Maintenance + flexible costs

$$m_{cI} := 10000, \text{ kostnad för underhåll under hela året i USD}$$

$$m_{\text{cflex}} := (125 \cdot 68640.5 \cdot \text{ExpRSrate}) \div T_{\text{cI}} = 8.87$$

$$k_{\text{CPcI}} := \left[(I_{\text{cI}} + m_{\text{cI}}) \div T_{\text{cI}} \right] + m_{\text{cflex}} = (67.449) , \text{ maskinkostnad per ton}$$

$$k_{\text{CScI}} := (I_{\text{cI}} \div T_{\text{cI}}) = 46.924 , \text{ maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

KOSTNAD per ton för coating

$$k_{\text{bcI}} := k_{2I} \frac{1}{(1 - q_{\text{BcI}}) \cdot (1 - q_{\text{QcI}})} = 2.108 \times 10^3$$

$$k_{\text{c1cI}} := k_{\text{CPcI}} \frac{1}{(1 - q_{\text{QcI}})} = (69.535)$$

$$k_{\text{c2cI}} := k_{\text{CScI}} \left[\frac{1}{(1 - q_{\text{QcI}})} \cdot \frac{q_{\text{ScI}}}{(1 - q_{\text{ScI}})} \right] = 6.716$$

$$k_{\text{dcI}} := n_{\text{opcI}} \cdot k_{\text{DcI}} \frac{1}{(1 - q_{\text{QcI}}) \cdot (1 - q_{\text{ScI}})} = 18.062$$

$$k_{\text{ctotI}} := k_{\text{bcI}} + k_{\text{c1cI}} + k_{\text{c2cI}} + k_{\text{dcI}} = (2.203 \times 10^3)$$

Qingdao, Kina

$k_{DK} := 500$, lönekostnad för en arbetare i USD

$n := 8$

INdata för Tape Line Extrusion

$q_{pTPLK} := 0.1$, produktionstaktsförlust

$q_{STPLK} := 0.1533333$, Andel stillestånd,

$q_{QTPLK} := 0.01$, kassationsandelar

$n_{opTPLK} := 3$

$q_{BTPLK} := 0.012$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

Maskin Hengli

Antal ton per år, 340 dagar x 6t per dag

$T_{TPLK} := 6 \cdot 340 = 2.04 \times 10^3$

$I_{TPLK} := 200000$, Investeringskostnad i USD

$p_K := 0.06$, räntefaktor

$A_K := \left[p_K \cdot (1 + p_K)^n \right] \div \left[(1 + p_K)^n - 1 \right] = 0.161$, Annuitetsfaktor

$I_{0K} := A_K \cdot I_{TPLK} = 3.221 \times 10^4$, Annuitetskostnad per år

$k_{DTPLK} := (k_{DK} \cdot 12) \div T_{TPLK} = 2.941$, lönekostnad per ton TPL

Maintenance + renovation costs

$m_{TPLK} := 32000 = 3.2 \times 10^4$, total kostnad för underhåll per ton USD

$ren_{TPLK} := 300$, total kostnad för reovering under hela året USD

$k_{CPTPLK} := (I_{0K} + m_{TPLK} + ren_{TPLK}) \div T_{TPLK} = 31.621$, maskinkostnad per ton

$k_{CSTPLK} := (I_{0K} + ren_{TPLK}) \div T_{TPLK} = 15.935$, maskinkostnad vid stillestånd per ton

KOSTNAD per ton Tape Line Extrusion

$$k_{bK} := k_B \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{BTPLK})} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLK})} \right] = 1.887 \times 10^3$$

$$k_{c1K} := k_{CPTPLK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLK}) \cdot (1 - q_{pTPLK})} = 35.49$$

$$k_{c2K} := k_{CSTPLK} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{QTPLK}) \cdot (1 - q_{pTPLK})} \cdot \frac{q_{STPLK}}{(1 - q_{STPLK})} \right] = 3.239$$

$$k_{dK} := n_{opTPLK} \cdot k_{DTPLK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLK}) \cdot (1 - q_{pTPLK}) \cdot (1 - q_{STPLK})} = 11.696$$

$$k_{TPLK} := k_{bK} + k_{c1K} + k_{c2K} + k_{dK} = 1.937 \times 10^3$$

Indata för Weaving

$$q_{SwK} := 0.275, \text{ Andel stillestånd}$$

$$q_{QwK} := 0.01, \text{ kassationsandelar}$$

$$n_{opwK} := 1$$

$$q_{BwK} := 0.005$$

$$q_{pwK} := 0$$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

$$T_{wK} := 234$$

$$I_{wK} := 26000, \text{ Investeringskostnad i USD}$$

$$p := 0.12, \text{ räntefaktor}$$

$$k_{DwK} := \frac{(k_{DK} \cdot 12)}{T_{wK}} = 25.641, \text{ kostnad per anställd per producerad ton}$$

$$I_{wK} := A_K \cdot I_{wK} = 4.187 \times 10^3, \text{ Annuitetskostnad per år}$$

$$A_K = 0.161$$

Maintenance + flexible costs

$$m_{wK} := (10000) \div 3 = 3.333 \times 10^3, \text{ kostnad för underhåll under hela året i USD}$$

$$ren_{wK} := 200, \text{ Kostnad i USD per år för renovering}$$

$$m_{flexwK} := 0$$

$$k_{CPwK} := (I_{wK} + m_{wK} + m_{flexwK} + ren_{wK}) \div T_{wK} = 32.993, \text{ maskinkostnad per ton}$$

$$k_{CSwK} := (I_{wK} \div T_{wK}) = 17.893, \text{ maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

Total KOSTNAD per ton för weaving och TPL

$$k_{bwK} := k_{TPLK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{BwK}) \cdot (1 - q_{QwK})} = 1.967 \times 10^3, \text{ materialkostnad}$$

$$k_{c1wK} := k_{CPwK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QwK}) \cdot (1 - q_{pwK})} = 33.326, \text{ kostnad för maskin vid produktion}$$

$$k_{c2wK} := k_{CSwK} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{QwK}) \cdot (1 - q_{pwK})} \cdot \frac{q_{SwK}}{(1 - q_{SwK})} \right] = 6.856, \text{ maskinkostnad vid stillestånd}$$

$$k_{dwK} := n_{opwK} \cdot k_{DwK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QwK}) \cdot (1 - q_{SwK}) \cdot (1 - q_{pwK})} = 35.724, \text{ personalkostnad per ton}$$

$$k_{totK} := k_{bwK} + k_{c1wK} + k_{c2wK} + k_{dwK} = 2.043 \times 10^3, \text{ total kostnad för producerad väv}$$

$$k_{2K} := k_{totK}$$

INdata för Coating

$$q_{ScK} := 0.583, \text{ Andel stillestånd May 2013}$$

$$q_{QcK} := 0.01, \text{ kassationsandelar May 2013}$$

$$n_{opcK} := 3$$

$$q_{BcK} := 0.02$$

$$q_{pcK} := 0.1$$

Indata för beräkning av maskintimkostnaden

$$T_{cK} := 400, \text{ Antal ton per år,}$$

$$I_{cK} := 33000, \text{ Investeringskostnad i USD}$$

$$I_{wK} := A_K \cdot I_{cK} = 5.314 \times 10^3, \text{ Annuitetskostnad per år}$$

$$k_{DcK} := \frac{(k_{DK} \cdot 12)}{T_{cK}} = 15$$

Maintenance + flexible costs

$$m_{cK} := 9000 = 9 \times 10^3, \text{ kostnad för underhåll och renovering under hela året i USD}$$

$$k_{CPcK} := \left[(I_{cK} + m_{cK} + ren_{cK} + m_{cflexK}) \div T_{cK} \right] = (36.285) \text{ , maskinkostnad per ton}$$

$$k_{CScK} := (I_{cK} \div T_{cK}) = 13.285 \text{ , maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

KOSTNAD per ton för coating

$$k_{2K} = 2.043 \times 10^3$$

$$k_{bcK} := k_{2K} \cdot \frac{1}{(1 - q_{BcK}) \cdot (1 - q_{QcK})} = 2.105 \times 10^3$$

$$k_{c1cK} := k_{CPcK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QcK}) \cdot (1 - q_{pcK})} = (40.724)$$

$$k_{c2cK} := k_{CScK} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{QcK}) \cdot (1 - q_{pcK})} \cdot \frac{q_{ScK}}{(1 - q_{ScK})} \right] = 20.872$$

$$k_{dcK} := n_{opcK} \cdot k_{DcK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QcK}) \cdot (1 - q_{ScK}) \cdot (1 - q_{pcK})} = 121.202$$

$$k_{ctotK} := k_{bcK} + k_{c1cK} + k_{c2cK} + k_{dcK} = (2.288 \times 10^3)$$

Beräkning av tillverkningsekonomisk verkningsgrad och Automationsgrad

ISBIR Turkiet

$k_{DTI} := 1200$ lönekostnad för en arbetare i TL

$k_D := k_{DTI} \cdot \text{ExRate} = 640.704$ lönekostnad i USD

INdata för Tape Line Extrusion

$q_{S1} := 0$ $q_{Q1} := 0$ $q_{B1} := 0$

$n_{op1} := 2.25$

KOSTNAD per ton Tape Line Extrusion

$$k_{bT} := k_B \cdot \frac{1}{(1 - q_{B1}) \cdot (1 - q_{Q1})} = 1.846 \times 10^3$$

$$k_{c1T} := k_{CPT} \cdot \frac{1}{(1 - q_{Q1})} = 26.13$$

$$k_{c2T} := k_{CS} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{Q1})} \cdot \frac{q_{S1}}{(1 - q_{S1})} \right] = 0$$

$$k_{dT} := n_{op1} \cdot k_{DTPLT} \cdot \frac{1}{(1 - q_{Q1}) \cdot (1 - q_{S1})} = 4.017$$

$$k_{TPLT} := k_{bT} + k_{c1T} + k_{c2T} + k_{dT} = 1.876 \times 10^3$$

INdata för Weaving

Maskin Lohia 3

$q_{Sw} := 0$ $q_{Qw} := 0$ $q_{Bw} := 0$

$n_{opw} := 0.33$

KOSTNAD per ton för weaving och TPL

$$k_{bwT} := k_{TPLT} \cdot \frac{1}{(1 - q_{Bw}) \cdot (1 - q_{Qw})} = 1.876 \times 10^3$$

materialkostnad

$$k_{c1wT} := k_{CPw} \cdot \frac{1}{(1 - q_{Qw})} = (33.299)$$

kostnad för maskin vid produktion

$$k_{c2wT} := k_{CSw} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{Qw})} \cdot \frac{q_{Sw}}{(1 - q_{Sw})} \right] = 0$$

maskinkostnad vid stillestånd

$$k_{dwT} := n_{opw} \cdot k_{DwT} \frac{1}{(1 - q_{Qw}) \cdot (1 - q_{Sw})} = 10.843 \quad \text{personalkostnad per ton}$$

$$k_{totT} := k_{bwT} + k_{c1wT} + k_{c2wT} + k_{dwT} = (1.92 \times 10^3) \quad \text{total kostnad för producerad väv}$$

$$k_{2T} := k_{totT}$$

INdata för Coating

Maskin SML 98

$$q_{Sc} := 0 \quad q_{Bc} := 0 \quad q_{Qc} := 0.0$$

$$n_{opcT} := 1.5$$

$$k_{CPcT} := (I_{c0T} \div T_{cT}) + m_{cT} + m_{cflexT} = (54.159) \quad \text{maskinkostnad per ton producerad vara}$$

$$k_{CScT} := (I_{c0T} \div T_{cT}) = 51.657 \quad \text{maskinkostnad vid stillestånd per ton}$$

KOSTNAD per ton för coating

$$k_{bcT} := k_{2T} \frac{1}{(1 - q_{Bc}) \cdot (1 - q_{Qc})} = (1.92 \times 10^3)$$

$$k_{c1cT} := k_{CPcT} \frac{1}{(1 - q_{Qc})} = (54.159)$$

$$k_{c2cT} := k_{CScT} \left[\frac{1}{(1 - q_{Qc})} \cdot \frac{q_{Sc}}{(1 - q_{Sc})} \right] = 0$$

$$k_{dcT} := n_{opcT} \cdot k_{DcT} \frac{1}{(1 - q_{Qc}) \cdot (1 - q_{Sc})} = 15.402$$

$$k_{idealT} := k_{bcT} + k_{c1cT} + k_{c2cT} + k_{dcT} - k_B = (143.85)$$

Rishi Indien

$$k_{DI} := 275 \quad \text{lönekostnad för en arbetare i USD}$$

INdata för Tape Line Extrusion

$$q_{STPLI} := 0 \quad q_{QTPLI} := 0 \quad q_{BTPLI} := 0$$

$$n_{opTPLI} := 4$$

KOSTNAD per ton Tape Line Extrusion

$$k_{bI} := k_B \left[\frac{1}{(1 - q_{BTPLI})} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLI})} \right] = 1.846 \times 10^3$$

$$k_{c1I} := k_{CPTPLI} \frac{1}{(1 - q_{QTPLI})} = 38.013$$

$$k_{c2I} := k_{CSTPLI} \left[\frac{1}{(1 - q_{QTPLI})} \cdot \frac{q_{STPLI}}{(1 - q_{STPLI})} \right] = 0$$

$$k_{dI} := n_{opTPLI} k_{DTPLI} \frac{1}{(1 - q_{QTPLI}) \cdot (1 - q_{STPLI})} = 1.833$$

$$k_{TPLI} := k_{bI} + k_{c1I} + k_{c2I} + k_{dI} = 1.885 \times 10^3$$

INdata för Weaving

Maskin Lohia

$$q_{SwI} := 0 \quad q_{QwI} := 0 \quad q_{BwI} := 0$$

$$n_{opwI} := 0.5$$

KOSTNAD per ton för weaving och TPL

$$k_{bwI} := k_{TPLI} \frac{1}{(1 - q_{BwI}) \cdot (1 - q_{QwI})} = 1.885 \times 10^3$$

$$k_{c1wI} := k_{CPwI} \frac{1}{(1 - q_{QwI})} = 26.085$$

$$k_{c2wI} := k_{CSwI} \left[\frac{1}{(1 - q_{QwI})} \cdot \frac{q_{SwI}}{(1 - q_{SwI})} \right] = 0$$

$$k_{dwI} := n_{opwI} k_{DwI} \frac{1}{(1 - q_{QwI}) \cdot (1 - q_{SwI})} = 9.615$$

$$k_{totI} := k_{bwI} + k_{c1wI} + k_{c2wI} + k_{dwI} = 1.921 \times 10^3$$

INdata för Coating

$$q_{ScI} := 0 \quad q_{QcI} := 0 \quad n_{opcI} := 4 \quad q_{BcI} := 0$$

KOSTNAD per ton för coating

$$k_{bcI} := k_{2I} \frac{1}{(1 - q_{BcI}) \cdot (1 - q_{QcI})} = 1.921 \times 10^3$$

$$k_{c1cI} := k_{CPcI} \frac{1}{(1 - q_{QcI})} = (67.449)$$

$$k_{c2cI} := k_{cScI} \left[\frac{1}{(1 - q_{QcI})} \cdot \frac{q_{ScI}}{(1 - q_{ScI})} \right] = 0$$

$$k_{dcI} := n_{opcI} \cdot k_{DcI} \frac{1}{(1 - q_{QcI}) \cdot (1 - q_{ScI})} = 15.385$$

$$k_{ideall} := k_{bcI} + k_{c1cI} + k_{c2cI} + k_{dcI} - k_B = (158.38)$$

Qingdao, Kina

INdata för Tape Line Extrusion

$$q_{pTPLK} := 0 \quad q_{STPLK} := 0 \quad q_{QTPLK} := 0$$

$$n_{opTPLK} := 3 \quad q_{BTPLK} := 0$$

KOSTNAD per ton Tape Line Extrusion

$$k_{bK} := k_B \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{BTPLK})} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLK})} \right] = 1.846 \times 10^3$$

$$k_{c1K} := k_{cPTPLK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLK}) \cdot (1 - q_{pTPLK})} = 31.621$$

$$k_{c2K} := k_{cSTPLK} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{QTPLK}) \cdot (1 - q_{pTPLK})} \cdot \frac{q_{STPLK}}{(1 - q_{STPLK})} \right] = 0$$

$$k_{dK} := n_{opTPLK} \cdot k_{dTPLK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QTPLK}) \cdot (1 - q_{pTPLK}) \cdot (1 - q_{STPLK})} = 8.824$$

$$k_{TPLK} := k_{bK} + k_{c1K} + k_{c2K} + k_{dK} = 1.886 \times 10^3$$

INdata för Weaving

$$q_{SwK} := 0 \quad q_{QwK} := 0 \quad q_{BwK} := 0 \quad q_{pwK} := 0$$

$$n_{opwK} := 1$$

Total KOSTNAD per ton för weaving och TPL

$$k_{bwK} := k_{TPLK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{BwK}) \cdot (1 - q_{QwK})} = 1.886 \times 10^3$$

$$k_{c1wK} := k_{cPwK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QwK}) \cdot (1 - q_{pwK})} = 32.993$$

$$k_{c2wK} := k_{cSwK} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{QwK}) \cdot (1 - q_{pwK})} \cdot \frac{q_{SwK}}{(1 - q_{SwK})} \right] = 0$$

$$k_{dwK} := n_{opwK} \cdot k_{DwK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QwK}) \cdot (1 - q_{SwK}) \cdot (1 - q_{pwK})} = 25.641$$

$$k_{totK} := k_{bwK} + k_{c1wK} + k_{c2wK} + k_{dwK} = 1.945 \times 10^3$$

$$k_{2K} := k_{totK}$$

INdata för Coating

$$q_{ScK} := 0 \quad q_{BcK} := 0 \quad q_{QcK} := 0 \quad q_{pcK} := 0$$

$$n_{opcK} := 3$$

KOSTNAD per ton för coating

$$k_{2K} = 1.945 \times 10^3$$

$$k_{bcK} := k_{2K} \cdot \frac{1}{(1 - q_{BcK}) \cdot (1 - q_{QcK})} = 1.945 \times 10^3$$

$$k_{c1cK} := k_{CPcK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QcK}) \cdot (1 - q_{pcK})} = (36.285)$$

$$k_{c2cK} := k_{CScK} \cdot \left[\frac{1}{(1 - q_{QcK}) \cdot (1 - q_{pcK})} \cdot \frac{q_{ScK}}{(1 - q_{ScK})} \right] = 0$$

$$k_{dcK} := n_{opcK} \cdot k_{DcK} \cdot \frac{1}{(1 - q_{QcK}) \cdot (1 - q_{ScK}) \cdot (1 - q_{pcK})} = 45$$

$$k_{idealK} := k_{bcK} + k_{c1cK} + k_{c2cK} + k_{dcK} - k_B = (180.364)$$

Beräkning av idealkostnaden

$$k_B := 1415 \text{ eur} = 1.846 \times 10^3 \quad \text{materialkostnad USD per ton}$$

$$k_{\text{ctotT}} = (2.049 \times 10^3) \quad k_{\text{ctotI}} = (2.203 \times 10^3) \quad k_{\text{ctotK}} = (2.288 \times 10^3)$$

$$k_{\text{ctotT}} := 2049 - k_B = 203.416$$

$$k_{\text{ctotI}} := 2203 - k_B = 357.416$$

$$k_{\text{ctotK}} := 2288 - k_B = 442.416$$

$$k_{\text{idealT}} = (143.85)$$

$$k_{\text{idealI}} = (158.38)$$

$$k_{\text{idealK}} = (180.364)$$

$$k_{\text{verknT}} := \frac{k_{\text{idealT}}}{k_{\text{ctotT}}}$$

$$k_{\text{verknI}} := \frac{k_{\text{idealI}}}{k_{\text{ctotI}}}$$

$$k_{\text{verknK}} := \frac{k_{\text{idealK}}}{k_{\text{ctotK}}}$$

$$k_{\text{verknT}} = (0.707)$$

$$k_{\text{verknI}} = (0.443)$$

$$k_{\text{verknK}} = (0.408)$$

Automationsgrad

Turkiet

$$k_{\text{CPtotT}} := k_{\text{CPT}} + k_{\text{CPw}} + k_{\text{CpCT}} = (113.589)$$

$$k_{\text{DtotT}} := k_{\text{dT}} + k_{\text{dwT}} + k_{\text{dcT}} = 30.262$$

$$J := k_{\text{CPtotT}} + k_{\text{DtotT}} = (143.85)$$

$$x_{\text{LoAT}} := \frac{k_{\text{CPtotT}}}{(k_{\text{CPtotT}} + k_{\text{DtotT}})} = 0.79$$

Indien

$$k_{\text{CPtotI}} := k_{\text{CPTPLI}} + k_{\text{CPwI}} + k_{\text{CpCI}} = (131.547)$$

$$k_{\text{DtotI}} := k_{\text{dI}} + k_{\text{dwI}} + k_{\text{dcI}} = 26.833$$

$$I := k_{\text{CPtotI}} + k_{\text{DtotI}} = (158.38)$$

$$x_{\text{LoAI}} := \frac{k_{\text{CPtotI}}}{(k_{\text{CPtotI}} + k_{\text{DtotI}})} = 0.831$$

Kina

$$k_{\text{CPtotK}} := k_{\text{CPTPLK}} + k_{\text{CPwK}} + k_{\text{CpCK}} = (100.899)$$

$$k_{\text{DtotK}} := k_{\text{dK}} + k_{\text{dwK}} + k_{\text{dcK}} = 79.465$$

$$K := k_{\text{CPtotK}} + k_{\text{DtotK}} = (180.364)$$

$$x_{\text{LoAK}} := \frac{k_{\text{CPtotK}}}{(k_{\text{CPtotK}} + k_{\text{DtotK}})} = 0.559$$

