

Formsprutning för Skalfördelar

– verktygsutveckling vid Nolato Telekom

Fredrika Spånberg

Runar Åsly

© Fredrika Spånberg och Runar Åsly

Institutionen för Designvetenskaper
Avdelningen för Maskinkonstruktion
Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 Lund

Företagsekonomiska Institutionen
Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet
Box 7080
220 07 Lund

Examensarbete i Technology Management - Nr 107/2005

ISSN 1651-0100

ISRN LUTVDG/TVTM--05/5107--/SE

KFS i Lund AB

Lund 2005

Typsnitt Times new roman normal 11 p

Sammanfattning

- Titel:** Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom.
- Författare:** Fredrika Spånberg och Runar Åsly
- Handledare:** Robert Bjärnemo, professor vid Institutionen för Designvetenskaper, Avdelningen för Maskinkonstruktion, Lunds Tekniska Högskola
Carl-Henric Nilsson, lektor vid Företagsekonomiska Institutionen, Lunds Universitet
- Problemställning:** Under vilka förutsättningar har formsprutningsverktyget F1 bättre prestanda än befintlig teknologi? Finns det potential i verktyget som kan utvecklas vidare för att skapa ett bättre erbjudande till kund och ge nya konkurrensfaktorer? Bör vidareutveckling av verktyget ske och i så fall inom vilka områden?
- Syfte:** Att utvärdera F1-verktyget jämfört med traditionell teknologi. Jämförelsen ska ge underlag för en beskrivning av lämpliga produktområden för vilka F1-verktyget har störst sannolikhet att utgöra det bättre alternativet och ge riktning för vidare utveckling.
- Metod:** Uppfinningens påverkan undersöks i olika frihetsgrader. Den första frihetsgraden – uppfinningen, undersöks genom en kartläggning av F1-teknologin och traditionell teknologi för verktygsframställning. Den andra frihetsgraden - mikromiljön, visar hur F1 fungerar i produktion hos Nolato. Den tredje frihetsgraden - branschen, har undersökts med hjälp av intervjuer, Resursbaserad teori och Värdeinnovationsteori. Den fjärde frihetsgraden - komplementära och närliggande branscher, berörs genom en utredning kring hur eventuell orealiserad potential kan bli en källa till varaktig konkurrensfördel genom innovationsteori.
- Slutsatser:** F1-verktyget bygger på en högre grad av standardisering av verktygsframställningen, vilket begränsar de sannolikt gynnsamma användningsområdena. I rapporten har nödvändiga produkttegenskaper definierats för de produktområden där F1 har störst sannolikhet att utgöra det bättre alternativet.

För att vidareutveckling av F1 till en produktinnovation skall ha förutsättningar att lyckas, krävs dock både reducerade framtagningstider för verktyget och förbättrade cykeltider för den specifika produkten. Cykeltiderna har goda förutsättningar att förbättras inom de i rapporten angivna begränsningarna. Vidareutveckling återstår dock för att fastställa om potentialen för kortare verktygsframtagningstider kan realiseras. För att tillföra serietillverkningskompetens till verktygsframställningen kan därför en formsprutningsmaskinstillverkare vara en tänkbar allianspartner. Om framtagningstiderna kan förkortas och om det finns underlag i form av tillräckligt stora produktområden har F1-verktyget goda förutsättningar att lyckas.

En specialmaskin som är anpassad efter F1:s kravspecifikation har inte visat sig ekonomiskt lönsam.

Oberoende av den exakta metodmodellen har kombinationen av teknik och ekonomi skapat ett mervärde som enskilda rapporter inom respektive område har svårare att uppnå. Det är genom förståelse för tekniken, i kombination med ekonomiska verktyg och teorier, som resultaten kan utgöra underlag för bättre beslut som tar hänsyn till en större kontext. Vid beslut om innovationer kan det därför anses centralt att använda både tekniska och ekonomiska hjälpmedel.

Nyckelord: Formsprutning, formverktyg, innovation, värdeinnovation,

Förord

Detta examensarbete kombinerar teknik och ekonomi både i form av kunskapsområden och i form av studenter. Arbetet har givit oss båda många nya erfarenheter och kunskaper inom de båda områdena. Nyfikenhet inför andra kompetensområden har visat sig kunna tillföra både efterfrågade kunskaper och kunskaper som ingen av oss visste att vi hade behov av.

Vi vill särskilt tacka Robert Bjärnemo, professor vid institutionen för maskinkonstruktion på LTH, för att han tagit sig tid och delat med sig av sin specialistkunskap inom formsprutning. Han har dessutom bidragit till att vi har haft de bästa faciliteter under arbetets gång och alltid tagit sig tid för våra frågor. På Nolato Alpha vill vi särskilt tacka processingenjör Tomas Lindhe för att han tagit sig tid att förklara F1-teknologin oftare än vad han haft tid till. Vi tackar även Carl-Henric Nilsson, lektor vid företagsekonomiska institutionen, Lunds Universitet och Lars ”Malte” Persson, Vice President, R & D på Nolato Alpha för handledning.

Avslutningsvis vill vi tacka våra respektive, Pär och Ebba, för stöd och konstruktiv kritik under det gångna halvåret.

Ingvar Kamprad Design Center, Lund 13:e maj 2005

Fredrika och Runar

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.1.1. Omvärld	1
1.1.2. Innovationen – F1-verktyget	1
1.2. Problemdiskussion	2
1.3. Syfte	3
1.4. Fokus och avgränsningar	3
1.5. Målgrupp	3
1.6. Rapportens disposition	3
1.7. Ordlista	4
2. Metod	7
2.1. Metodsynsättet	7
2.2. Systemsynsättet	8
2.3. Arbetsparadigmet	8
2.4. Datasamlingen och källkritiken	8
2.4.1. Primärdata	8
2.4.2. Sekundärdata	9
2.4.3. Källkritiken	9
2.4.4. Metodmodellen	10
3. Teori	11
3.1. Det Resursbaserade synsättet på strategi	11
3.1.1. Bakgrund	11
3.1.2. Verktyget för strategisk analys - VRIO	12
3.2. Konkurrensstrategier	14
3.2.1. Värdeinnovation – konkurrensstrategi ur ett nytt paradig	14
3.2.2. Värdekurvan	18
3.3. Innovationsteori	19
3.3.1. Innovationens karaktär	19
3.3.2. Innovationsgrad	19
3.3.3. Innovationsgraden som marknadskonsekvens	19
3.3.4. Svårigheter med innovationsprognoser	21
3.3.5. Branschöverskridande innovationer	22
3.3.6. Alliansers förutsättningar och villkor	23
4. Empiri	25
4.1. Fallföretaget Nolato Alpha - företagsbeskrivning	25
4.2. Ekonomiskt kalkylunderlag	26
4.3. Traditionell verktygsteknologi	28
4.3.1. Material	28
4.3.2. Maskinteknologi	29
4.3.3. Processbeskrivning	38

4.4.	Verktügskonceptet F1 – teknisk beskrivning	39
4.4.1.	Inledning	39
4.4.2.	Processförlopp	40
4.4.3.	Stamformsbordet	42
4.4.4.	Stamformerna	42
4.4.5.	Kaviteterna	43
4.4.6.	Låsenheten	44
4.4.7.	Användning av F1 i traditionella maskiner	46
4.4.8.	Konstruktionsförlopp	47
4.5.	Branschöversikt	48
4.5.1.	Plastbranschen generellt	48
4.5.2.	Formsprutningsbranschen	49
4.5.3.	Mobilskalsbranschen	49
4.5.4.	Hotet från lågkostnadsländer	51
4.5.5.	Telekommarknaden	52
4.5.6.	Kundens tankar om F1	56
5.	Analys	59
5.1.	Ekonomisk jämförelse	59
5.1.1.	Ekonomisk analys	59
5.1.2.	Sammanfattning av kalkylresultat	72
5.1.3.	Jämförelse mellan konstruktionsprinciperna	73
5.1.4.	Sammanfattning av resultat	76
5.2.	Branschen – Resursbaserad strategi	77
5.2.1.	Kan en teknologi utgöra en varaktig konkurrensfördel?	77
5.2.2.	F1 genom VRIO	77
5.3.	Värdeinnovation	80
5.3.1.	Inledning	80
5.3.2.	Värdeinnovation – analysen	80
5.3.3.	Ny värdekurva för Nolato Telekom	82
5.3.4.	Komplementära marknader genom innovationsteorin	84
5.3.5.	Eventuell allians	85
5.3.6.	Metodanalys	86
6.	Slutsats	87
6.1.	Sannolikt användningsområde	87
6.2.	Vidareutveckling	87
6.3.	Metod för utvärdering av innovationer	88
6.4.	Vidare forskning	88
	Referenser	89

Inledning

Inledningskapitlets mål är att ge läsaren en grundläggande förståelse för rapportens problemområde. Bakgrunden beskrivs ur ett omvärldsperspektiv, innan själva innovationen introduceras. Därefter diskuteras studiens olika problem innan syftet formuleras. Definitionen av syftet följs av studiens avgränsningar och beskrivning av målgrupper, innan strukturen som tillämpats i rapporten beskrivs. Kapitlet avslutas med en ordlista som klargör centrala ord och begrepp i rapporten.

1.1. Bakgrund

Formsprutade produkter och komponenter ingår i dag som en viktig del av vårt vardagsliv. Formsprutade förpackningar och konsumentprodukter, medicinska artiklar, bilinteriörer och cd-skivor är bara några exempel på formsprutningsteknik i modern kostnadseffektiv produktion.

1.1.1. Omvärld

Formsprutningsbranschen är kapitalintensiv och har därför utsatts för konkurrensen från lågkostnadsländer vid en senare tidpunkt än andra, mer arbetsintensiva branscher. I dag, formsprutas dock många plastdetaljer i Asien, framförallt i Kina. I en marknad som i stor grad har konkurrerat på pris, har västliga formsprutare allt svårare att tävla med kinesiska aktörer. Detta i sin tur, har lett till att europeiska företag har ställts inför tre val: Slå igen, flytta eller anpassa och förbättra sig radikalt, oftast genom att använda avancerad teknologi.

Marknadsaktörerna är därför på ständig jakt efter nya sätt att utveckla formsprutning och verktygstillverkning. En klar trend är ökad efterfrågan på produktionsteknologi som gör det ekonomiskt möjligt att producera högkvalitativa produkter i kortare serielängder. Ett annat tecken i tiden, för att reducera tid till marknaden, är kraven på snabbare tillverkningstider för verktygen.

Troligtvis kommer Europa i framtiden inte att kunna konkurrera med Asien inom de områden där priset är det enda som skiljer alternativen åt. Därför är det viktigt att hitta andra sätt att möta konkurrensen. Överlägsen teknologi och unika kunderbudanden kommer troligen att spela en viktig roll för att skapa varaktiga konkurrensfördelar för produktion i Europa.

1.1.2. Innovationen – F1-verktyget

Nolato har vid sin forsknings och utvecklingsanläggning i Kristianstad utvecklat F1, ett nytt verktyg för formsprutning av mindre detaljer. Genom en annorlunda uppbyggnad jämfört med traditionell teknologi har Nolato lyckas förbättra den egna processen för formsprutningen av mobiltelefonskal.

De viktigaste skillnaderna jämfört med existerande teknologi, är att F1-verktyget är modulärt uppbyggt och har ett system för låsning som radikalt reducerar formsprutningsmaskinens låskraftsbehov. Verktygets modulära konstruktion, med standardiserade verktygsgränssnitt, ger sannolikt Nolato en potential att reducera både tid och kostnader för att ta fram verktyg jämfört med andra aktörer.

Ur ett kundperspektiv kan detta leda till kortare utvecklingstider och lägre kostnader för verktygstillverkning. Det i sin tur ger kunden möjlighet till större produktvariation till samma eller lägre pris.

I dagsläget existerar F1-verktyget i drift endast som patenterad processinnovation på Nolato Telekoms fabriker i Kristianstad och i Beijing, men Nolato är intresserade av verktygskonceptets potential för en eventuell kommersialisering som eget produkt.

Eftersom F1-verktyget förändrar kraven på formsprutningsmaskinen, har även möjligheten att utveckla en specialanpassad maskin övervägts. Eftersom F1-verktyget är relativt nytt och oprövat, kvarstår många frågor, både av teknisk och av ekonomisk karaktär. Detta examensarbete har ambitionen att ge svar på några av dessa frågor.

1.2. Problemdiskussion

Den bakomliggande orsaken till att Nolato utvecklade F1-verktyget var att reducera kostnader och ledtider. En central fråga i arbetet är därför om Nolato med F1 kommer att lyckas tillverka formsprutade detaljer på ett bättre sätt än traditionell teknologi. Verktyget är utvecklat specifikt för formsprutning av mobiltelefonskal, vilket endast är en liten nisch av formsprutningsmarknaden. För att utvärdera F1:s potential i ett större perspektiv är det önskvärt att undersöka under vilka förutsättningar F1 har bättre prestanda än befintlig teknologi.

I branscher med hård konkurrens, där priset är en av de viktigaste konkurrensfaktorena, är avtagande marginaler en vanlig utveckling. Förbättrad operationell effektivitet och nyutveckling är därmed viktiga satsningsområden för att upprätthålla företagets marginaler. Modern industriproduktion börjar dock närma sig gränsen för vad som är möjligt att förbättra genom operationell effektivitet.¹ En intressant fråga blir därför huruvida det finns potential i F1 som kan utvecklas vidare för att skapa ett bättre erbjudande till kund och därmed även skapa nya konkurrensfördelar.

En annan intressant fråga att besvara är vilken typ av vidareutveckling av F1-verktyget som har högst sannolikhet för framgång. Alternativ som diskuterats inom Nolato är intern processutveckling av konceptet, licensiering av verktyget och eventuell tillverkning av en specialanpassad formsprutningsmaskin för F1.

Med det nya verktygskonceptet står formsprutarföretaget Nolato inför ett strategiskt vägval beträffande hur företaget ska dra nytta av den nya teknologin. Grundförutsättningen för dessa alternativ är dock att F1-verktyget måste vara ett bättre alternativ än befintlig teknologi och därmed ge ökad nytta för företagets kunder. Om så är fallet undersöks i rapporten, liksom vad den ökade kundnyttan ska bestå av. Vidare undersöks hur Nolato kan tjäna pengar på att erbjuda en sådan nytta.

Då F1 är en verktygsteknologi kan Nolato sägas ha frångått sin kärnkompetens något genom att driva fram en innovation utanför den egna branschen. Eftersom kommersialisering av produkter utanför den egna branschen kan vara problematisk blir en viktig fråga därför hur innovationen skall föras till marknaden under så gynnsamma förhållanden som möjligt.

¹ Barney, J (2005-02-08)

1.3. Syfte

Det första syftet med arbetet är att utvärdera F1-verktyget för att se hur det skiljer sig prestandamässigt jämfört med traditionell teknologi. Jämförelsen ska ge underlag för en beskrivning av produkttegenskaper för vilka F1-verktyget har störst sannolikhet att utgöra det bättre alternativet.

Arbetets andra syfte är att se hur Nolatos bäst kan utnyttja de eventuella förbättringar F1 erbjuder för att kapitalisera på verktygsinnovationen genom nya kunderbjudanden.

1.4. Fokus och avgränsningar

Detta examensarbete har som mål att presentera en väl genomarbetad teknoekonomisk analys, enligt intentionerna med utbildningen inom Technology Management vid Lunds Universitet. Eftersom teknologin och förståelsen av denna är central, kommer teknologibeskrivningen därför att ges ett visst utrymme. Det är författarnas uppfattning att analysen i arbetet är mycket svårtillgänglig utan en elementär teknisk insikt i hur formsprutning generellt och speciellt F1 fungerar.

Arbetet kommer vidare att fokusera på och hämta sina beräkningar från empiri ur Nolatos befintliga bransch inom formsprutning av detaljer till mobiltelefoner och telekom produkter. För att skapa en rimlig avgränsning läggs marknadsfokus i huvudsak på samma segment av formsprutningsbranschen. Bakgrunden för en sådan avgränsning är att omfånget av att definiera konkreta produkter hade medfört ett arbete med mycket större omfattning än ett examensarbete. Utanför mobiltelefonsegmentet kommer därför endast gynnsamma produkttegenskaper och produktionstekniska faktorer att undersökas utan kompletterande marknadsanalys.

1.5. Målgrupp

Examensarbetet har två målgrupper. Den första är beslutsfattarna på Nolatos Telekom, där arbetet har som ambition att bistå med underlag för framtida beslut om F1. Den teknoekonomiska analysen och utvärderingen av F1 syftar till att, på ett objektivt sätt, klargöra teknologins möjligheter och begränsningar samt viktiga faktorer för vidare utveckling.

Den andra målgruppen är individer inom akademiens tekno/ekonomiska gränsländ. Syftet här är att åskådliggöra allmänna förekommande problemställningar vid kommersialisering av branschöverskridande produktinnovationer.

1.6. Rapportens disposition

Det första kapitlet ger en kort introduktion till examensarbetets tema och problemområden. Syftet är att underlätta förståelsen och skapa intresse för att dyka ned i materien i de efterföljande kapitlen. Rapportens fokus och avgränsningar diskuteras, samtidigt som grundläggande terminologi och förkortningar förklaras.

I kapitel två presenteras grundläggande antaganden om kunskapsutveckling genom en beskrivning av vald metod för examensarbetet. Metodmodellen, som säkerställer rapportens röda tråd, utreds också i detta kapitel.

Examensarbetets teoretiska förankring redovisas i kapitel tre. Det teoretiska fundamentet utgörs av det *Ressursbaserade synsättet på strategi* och strategiutveckling genom *Värdeinnovation*. För att studera innovationen F1 används även elementer från *Innovationsteorin*.

I rapportens kapitel fyra beskrivs arbetets insamlade empiri. Efter en kort beskrivning av examensarbetets fallföretag, går rapporten vidare med att beskriva den omvärld och de branschsystem verktygssystemet F1 ingår i eller måste förhålla sig till. För att rusta läsaren inför den efterföljande analysen, görs sedan en detaljerad teknisk genomgång av båda formsprutning, traditionell verktygsteknologi och F1-teknologin.

Kapitel fem ägnas sedan åt analys. Den första delen, den ekonomiska jämförelsen, syftar till att jämföra traditionell teknologi med F1 teknologin. Därefter analyseras F1-konceptet ur ett resursbaserat perspektiv, innan möjligheterna för Nolato att värdeinnovera genom att utnyttja verktygets orealiserade potential analyseras. Slutligen analyseras verktygskonceptets möjligheter att överföras till andra marknader med stöd i innovationsteorin.

Det avslutande kapitlet, kapitel sex, innehåller rapportens slutsatser och rekommendationer för vidare forskning. Slutsatsen är delad i två delar, där verktygets användningsområden och potential för vidareutveckling diskuteras.

1.7. Ordlista

I rapporten förekommer fackuttryck, vars betydelse redovisas nedan. Alla begrepp som används i traditionell teknologi är hämtade från ett utdrag ur den officiella verktygsstandarden DIN 24450². Begrepp som är specifika för F1, är definierade utifrån hur de använts i rapporten.

Bakströmsspärr	Konstruktionselement på främre delen av skruven som förhindrar bakåtströmmar i den plastificerade formmassan.
Cykel	Omfattar alla nödvändiga arbetsmoment för framställning av en detalj.
Cykeltid	Den tid som behövs för att den periodiska cykeln skall återupprepa sig.
Detalj	Den genom processen erhållna produkten
Doseringstid	Den tiden som plastificeringsskruven /plastificeringskolven rör sig bakåt och skruven fylls med ny formmassa.
Doseringsväg	Den totala sträckan plastificeringsskruven/plastificeringskolven har rört sig under doseringstiden.
Duroplast³	Plastmolekyler uppbyggda av kedjor med starka sammanlänknings mellan kedjorna.

² Johannaber, F & Michaeli, W (2004, ss 285- 296)

³ Johannaber, F & Michaeli, W (2004, s 40)

Kapitel 1 – Inledning

Eftertryck	Det tryck som under eftertryckstiden utövas från plastificeringskolven för att förhindra volymkontraktion av formmassan.
Formmassa	Ej format tillverkningsmaterial som under inverkan av mekaniska krafter under ett bestämt temperaturområde formas till hel- eller halvfabrikat.
Holmar⁴	Pelare som tar upp krafter under låsningsförfarandet.
F1	Ett modulärt formsprutningsverktyg som använder både aktiva och passiva låskrafter. Utvecklat och patenterat av Nolato.
Formlåsningsbord	Bär upp verktygshalvorna. I regel utför ett formbord låsningsrörelsen
Formsprutningsmaskin	Maskin som i en process framställer detaljer av makromolekyler (utökning: eller andra material). Formningen sker i ett formverktyg under tryck. En mängd formmassa som plastificerats, sprutas omedelbart in genom inloppskanalerna till verktyget. De väsentligaste beståndsdelarna av en formsprutningsmaskin är insprutningsenhet och låsenhet.
Ingjöt	Del av skottet som inte tillhör den önskade detaljen.
Insprutningstid	Den tid som behövs för att fylla inloppskanalerna och verktygshålrummet fullständigt med plastificerad formmassa.
Insprutningstryck	Det tryck som utövas på formmassan från plastificeringskruven/plastificeringskolven.
Kavit	Formrum där detaljen formas
Kyltid	Den tid som börjar med insprutningstiden och slutar med kommando för verktygsöppning.
Plastificering	Överförande av formmassa från fast till flytande form.
Skott	Det som formsprutningsmaskinen framställer i en arbetscykel.
Skottal	Antal skott per tidsenhet.
Skruv	Axel med en eller flera spiralfomiga skenor i bestämda områden, vanligtvis en spets framtill.
Termoplast⁵	Plastmolekyler uppbyggda av raka eller förgrenade kedjor utan ömsesidig sammanlänkning.
Utstötare	Mekanism för att frigöra detaljen från verktygsväggen och i förekommande fall, stöta ut detaljen.
Verktyg	Det som formar formmassan

⁴ Stitz, S & Keller, W (2004, s 253)

⁵ Johannaber, F & Michaeli, W (2004, s 40)

Metod

I metodkapitlet beskrivs det metodsynsättet som ligger till grund för rapporten och klargör rapportens vetenskapliga kopplingar. Förutom att redovisa hur data samlats in presenteras en metodmodell som visar hur arbetets tema är behandlat i fyra olika frihetsgrader.

2.1. Metodsynsättet

I akademisk kunskapsutveckling finns det ett beroende mellan synen på kunskap och metoden för kunskapsutveckling. Metodsynsättet omfattar en rad grundläggande föreställningar, samtidigt som det utgör grunden för arbetsparadigmen, det vill säga planen för det mer konkreta tillvägagångssättet. Metodsynsättet utgör därmed grunden från vilken rapportens problemformulering, val av metodik och dylikt utformas från.⁶ Det finns tre principiellt olika metodsynsätt, analytiskt-, system- och aktörsynsätt. De olika synsätten förhåller sig till varandra som illustrerat i figur 1 nedan. Extrempunkterna utgörs av de analytiska – och aktörsynsätten. Systemsynsättet överlappar de två andra synsätten med vissa gemensamma drag. Överlappningen är dock störst i förhållande till det analytiska synsättet, vilket även framgår av figuren.⁷

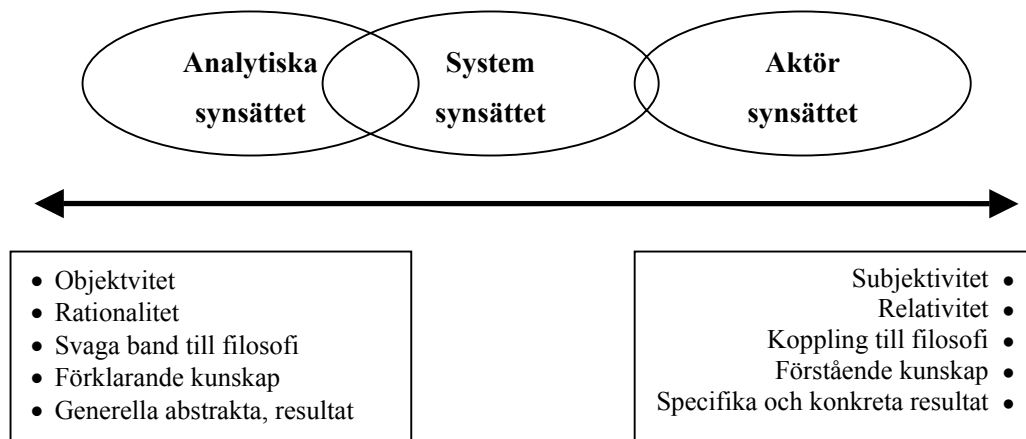


Fig. 1 Metodsynsätten och deras inbördes förhållande.⁸

Detta examensarbete baserar sig på systemsynsättet. Vid instuderingen inför rapporten visade det sig att synsättet har en rad klara fördelar utifrån arbetets bakgrund och grundförutsättningar. Nedan följer en koncentrerad redogörelse av vad som kännetecknar systemsynsättet och även en motivering till varför synsättet utgör en lämplig grund för arbetet.

⁶ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, s 31)

⁷ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, ss 60-61)

⁸ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, s 61)

2.2. Systemsynsättet

Inom forskning finns en vedertagen definition som beskriver systemet som "... en mängd komponenter och relationen mellan dess⁹." Dessa relationer gör att komponenternas egenskaper inte kan summeras för sig eftersom systemets komponenter interagerar och skapar genom detta synergier.¹⁰ Systemet kan vara både öppet och slutet, men i företagsekonomisk forskning är det öppna systemet mest utbrett. Karakteristiskt för det öppna systemet är att systemet studeras i en miljö, på samma sätt som komponenterna inom systemet inte enbart studeras var för sig, i sig, utan även som en helhet.¹¹

För att undersöka Nolato's F1-verktygskoncept ansågs systemsynsättet vara det mest lämpliga eftersom verktygets framgångar inte endast beror på F1:s egna prestanda, utan även på komponenter både inom Nolato och inom formsprutnings- och mobiltelefon branscherna.

2.3. Arbetsparadigmet

Arbetsparadigmen är länken mellan metodsynsättet och det praktiska arbetet enligt fig. 2 och 3. Paradigmet beskriver de metoder, riktlinjer och tekniker som använts i arbetet med den konkreta forskningsuppgiften.¹² I den efterföljande texten redogörs för valet att arbeta med fallstudie, litteraturval, samt examensarbetets perspektiv enligt egen metodmodell.

2.4. Datainsamlingen och källkritiken

Enligt systemsynsättet lämpar sig fallstudien som teknik för att förstå systemet.¹³ Utgångspunkten för studien har varit en konkret innovation som i dagsläget endast finns i begränsad omfattning inom ett enskilt företag. Datainsamling relaterad till själva innovationen i arbetets empiri har därför huvudsakligen åstadkommit genom att söka primärinformation genom intervjuer. Eftersom examensarbetet utgår från systemperspektivet och har som mål att sätta innovationen i en större helhet, har innovationens omvärld och branschbeskrivningar framtagits primärt med hjälp av sekundärinformation.

2.4.1. Primärdata

Innovationen examensarbetet tar utgångspunkt i har tidigare inte studerats. Alla data med direkt anknytning till själva innovationen har därför framtagits vid intervjuer. Dessa var alltid personliga, vilket är helt i linje med praxis inom systemsynsättet.¹⁴ Syftet med intervjuerna var initialt att skapa en grundläggande förståelse för teknologin. Icke-styrda intervjuer kändes därför mest lämpliga.

⁹ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, s 127)

¹⁰ Arbnor; I & Bjerke, B (1998, s 81)

¹¹ Arbnor; I & Bjerke, B (1998, s 128)

¹² Arbnor, I & Bjerke, B (1998, s 234)

¹³ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, s 259)

¹⁴ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, ss 243-244)

På det sättet tilläts både intervjuare och den intervjuade att avvika för att fördjupa, exemplifiera och ta tag i frågor när de dök upp. För att validera insamlad data har även resultaten av kalkylerna verifierats av produktionstekniker på Nolato med erfarenhet av formsprutning både med F1-verktyg och traditionella verktyg.

2.4.2. Sekundärdata

Sekundärdata har samlats in kontinuerligt och har haft två olika syften i olika faser av arbetet. I början, med utgångspunkt i hypoteser från den initiala tolkningen av uppgiften, var målet att hitta gångbara teorier att bygga arbetet på. Senare vreds fokus mot att hitta empiri som speglade omvärlden som arbetets reella system existerar inom. Det senare syftet åstadkoms även med stöd av primärdatakällor för att verifiera insamlad sekundärdata.

Detta ansågs nödvändigt för att öka tillförlitligheten eftersom systemsynsättet normalt använder sekundärkällor med anknytning till omvärlden med försiktighet.¹⁵

Sekundärdata samlades in genom sök i artikeldatabaser, använd litteratur från utbildningen inom Technology Management programmet, samt genom Internet.

2.4.3. Källkritiken

En faktor som berör reliabiliteten i rapporten är att primärkällorna vid intervjuer inte har gett stöd till sina uttalanden genom t.ex. skriftliga interna utvärderingar eller utskrifter från produktionsdata. I stället är all information tagen från minnet, vilket i sin tur, avsiktligt eller oavsiktligt, kan vara en felkälla.

Framtagandet av kalkylen och underlaget för denna har varit en del av examensarbetet eftersom Nolato, med hänvisning till affärshemligheter och sekretesskäl, har varit restriktiva med att lämna ut sina operativa kalkyler. Eftersom kalkylen som presenteras i denna rapport endast inkluderar direkta kostnader som kan hänföras till en del av den totala processen, kan det finnas en viss divergens i jämförelse med hur Nolato kalkylerar internt. Arbetets kalkyl, både underlag och resultat, har dock undersökts och verifierats av Nolato.

Produktionsprocessen och verktygens prestanda beror, vilket analysen kommer visa, på en rad faktorer och deras inbördes relation. Det resultat rapporten visar är därför giltigt endast för den typen av produkter examensarbetet grundar sig på, medan det för andra typer av produkter kan vara andra samband mellan de olika faktorerna i processen. Resultaten från detta examensarbete har därför begränsad överförbarhet till andra produktkategorier.

¹⁵ Arbnor, I & Bjerke, B (1998, s 245)

2.4.4. Metodmodellen

Metodens syfte är att bygga en logisk forskningsmodell som gör det möjligt att utvärdera fallstudiens specifika innovation och även framlägga välgrundande förslag på hur denna skall utnyttjas i framtiden. Komponenterna i modellen utgörs av en bred teknisk studie, ekonomisk teori samt uppgifter från kunder och andra marknadsaktörer för att förstå det strukturella system innovationen är en del av.

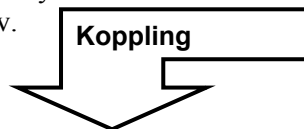


Fig. 2 Metodmodellens komponenter

Innovationen verkar i dagsläget endast i den begränsade mikromiljön inom fallföretaget Nolatos affärsområde Telekom.



För att kunna kartlägga uppfinningens potential i alla dimensioner, kopplas komponenterna till totalt fyra olika frihetsgrader i metodmodellen enligt figurerna 2 och 3.

Fig. 3 Uppfinningens påverkan i olika frihetsgrader (mod).¹⁶

Den första frihetsgraden, själva *uppfinningen*, undersöks genom en kartläggning av F1-teknologin och traditionell verktygsteknologi, vilket resulterar i en jämförelse av konstruktionsprinciperna.

Den andra frihetsgraden, *mikromiljön*, visar hur F1 fungerar i produktion hos Nolato. Denna miljö undersöks med utgångspunkt i Nolatos produktionsdata. Olika variabler varieras för att jämföra traditionell och ny teknologi, för att sedan utvärdera om och under vilka förutsättningar F1-teknologin är överlägsen den traditionella.

Den tredje frihetsgraden, *branschen*, har undersökts med flera verktyg. Kundens krav har undersökts genom intervjuer både inom och utanför fallföretaget. Resultaten har sedan analyserats med hjälp av den Resursbaserade teorin. Detta för att undersöka vilka av F1-teknologins egenskaper och resurser som kan ge Nolato förmågan att skapa en varaktig konkurrens fördel.

Teorin om Värdeinnovation används sedan för att utveckla satsningsområden för hur Nolato kan rikta sin teknologiutveckling för att etablera nya varaktiga konkurrens fördelar genom en markant differentiering från konkurrenterna.

Slutligen visar den fjärde och sista frihetsgraden, *komplementära och närliggande branscher*, på teknologins orealiserade potential. Genom att använda teorier kring innovationer och förutsättningar för att kommersialisera dessa som verktyg utreds hur och i vilken riktning Nolato bör utveckla F1 vidare.

¹⁶ Nieto, M, (2003, s 137)

Teori

Teorikapitlet utvecklar den teori som används som bas för att lösa examensarbetets problem och bemöta syftet. Kapitlet inleds med en presentation av det Resursbaserade Synsättet på strategi (RBV) som hjälpmedel, för sedan att definiera förmågor möjliggjorda genom FI i metodmodellens andra frihetsgrad. Därefter introduceras Värdeinnovation, ett nytt och spännande strategiskt paradig som öppnar möjligheter för utveckling av nya, osedda affärsmöjligheter inom den tredje frihetsgraden. Avslutningsvis lyfts innovationsteorier fram för att ge möjlighet att sedan sätta studiens problemområde in i en större kontext enligt metodmodellens fjärde frihetsgrad.

3.1. Det Resursbaserade synsättet på strategi.

3.1.1. Bakgrund

De senaste 10 åren har präglats av en ideologisk kamp mellan det Positioneringsbaserade synsättet, känt genom bl.a. Michael Porter, och det Resursbaserade synsättet (Resource-Based View, RBV) som Barney representerar. Bland akademiker har det Resursbaserade synsättet vunnit flest anhängare, medan Porter har flest anhängare bland praktiker ute i företagen.¹⁷

En viktig skillnad mellan positioneringssynsättet och RBV är att medan positioneringsteorierna utgår från branschen för att bedöma dennas attraktivitet,¹⁸ utgår det Resursbaserade synsättet från det enskilda företaget och dess resurser och förmågor. RBV-anhängarna anser att ”en bransch attraktivitet kan inte bli utvärderad oberoende av resurserna ett företag tar med sig in i branschen”¹⁹, vilket i sin tur förklarar hur företag som t.ex. Southwest Airlines har lyckats i en fullkomligt oattraktiv bransch som flygbranschen.²⁰

”Resursbaserad logik utgår från två antaganden om företag: (1) att resurser och förmågor kan vara heterogent fördelat mellan konkurrerande företag (resursheterogenitet) och (2) att skillnaderna i dessa resurser och förmågor kan vara stabila över tid (resurs immobilitet).”²¹

För att förstå grundtankarna bakom RBV är det viktigt att ha klart för sig vad resurser och förmågor innefattar. Enligt Barney ”... inkluderar [företagets resurser] alla finansiella, fysiska, mänskliga och organisatoriska tillgångar företaget använder för att utveckla, tillverka och leverera produkter eller tjänster till sina kunder”.²²

¹⁷ Barney, J (2005-02-08)

¹⁸ Porter, M. (1983, ss 25-28)

¹⁹ Barney, J (2005-02-08)

²⁰ Barney, J (2005-02-08)

²¹ Barney, J. (1994, s 3)

²² Barney, J. (1996, s 3)

3.1.2. Verktyget för strategisk analys - VRIO

En praktisk tillämpning av det Resursbaserade synsättet har utvecklats av Barney genom VRIO-modellen. Syftet med modellen är att, genom fyra centrala frågor, utvärdera vilka av företagens alla resurser och förmågor som kan ge upphov till konkurrensfördelar. Namnet VRIO är en akronym för de fyra frågorna i modellen, där analysen börjar med att fråga om resursen är värdefull (**V**aluable). Karakteristiskt för en värdefull resurs är att den kan användas för att "... utnyttja möjligheter och/eller neutralisera hot"²³.

Den andra frågan är om resursen är sällsynt (**R**are). Barney hävdar här att om flera företag har samma resurs eller förmåga leder detta endast till konkurrens-jämlikhet. För att åstadkomma en konkurrensfördel måste företaget vara ensamt om resursen eller förmågan. Detta i sin tur innebär dock inte att de värdefulla, icke-unika resurserna inte är viktiga för företaget.²⁴

Skillnaden mellan sällsynta och icke-sällsynta resurser, kan jämföras med Hills "Order-winners" och "Order qualifiers". "Order winners" är här de värdefulla, unika resurserna som leder till att kunderna föredrar det aktuella företaget, medan "Order-qualifiers" är värdefulla, icke-unika resurser och förmågor som behövs för att företaget över huvud taget ska få en plats på marknaden.²⁵ I dagens marknad är ett ordinärt datoriserat orderhanteringssystem ett exempel på en värdefull, icke-sällsynt resurs. Systemet är en "Order-qualifier" eftersom frånvaro av ett sådant system medför en konkurrensnackdel, medan de företag som har systemet inte får fördelar jämte sina konkurrenter, utan endast åstadkommer konkurrensjämlikhet.²⁶

Tabell 1 "VRIO-modellen för utvärdering av konkurrensmässiga implikationerna av företagets resurser och förmågor"²⁷

Värdefull?	Sällsynt? (Rare)	Kostbart att Imitera?	Effektivt Organiserad?	Implikationer för Konkurrenskraften
Nej	–	–	Nej ↑ ↓ Ja	Konkurrensnackdel
Ja	Nej	–		Konkurrensjämlikhet
Ja	Ja	Nej		Temporär konkurrensfördel
Ja	Ja	Ja		Varaktig konkurrensfördel

Ur tabellen framgår det att resurser och förmågor som är både värdefulla och sällsynta kan ge upphov till konkurrensfördelar. Om resurserna är svårimiterbara (Barney refererar till Costly to Imitate) kan resursen/förmågan ge varaktig konkurrensfördel, annars är fördelen endast av temporär karaktär.²⁸

²³ Barney, J (1996, s 6)

²⁴ Barney, J (2005-02-08)

²⁵ Hill, T (2000, s 39)

²⁶ Barney, J (2005-02-08)

²⁷ Barney, J. (1996, s 4) Noten gäller även själva tabellen.

²⁸ Barney, J (2005-02-08)

Kapitel 3– Teori

Inom positioneringssynsättet har en produkts egenskap en viss betydelse, eftersom dessa egenskaper kan vara en källa till differentiering.²⁹ Det Resursbaserade synsättet utgår däremot från att ”produktgenskaper är nästan aldrig en källa till varaktiga komparativa fördelar; [medan] förmågor att skapa olika egenskaper kan vara [det]”³⁰.

³¹

Barney hävdar att det är meningslöst att kopiera ett annat företags resurser och förmågor, eftersom det kopierande företaget i bästa fall kan åstadkomma konkurrensjämlighet. ”Det är vanligtvis bättre att vara en utmärkt dig själv än att vara en medelmåttig dem”³² är hans tes. Vidare utgår Barney från att: ”Teknologi i sig är nästan aldrig en källa till varaktig konkurrens fördel”³³, vilket i sin tur har medfört att forskningsfokus har riktats mot organisatoriska faktorer. Dessa faktorer har ansetts vara ”... svårare att imitera på grund av brist, specialisering och dold kunskap”³⁴,³⁵.

Det finns tre viktiga skäl till att det är svårt att exakt kopiera andra företag. Det första är historiska skäl, eftersom det är omöjligt att återskapa förutsättningar för vissa resurser som skapades i en viss historisk kontext i samverkan med andra aktörer. Utöver detta tillkommer det faktum att företagets resurser sällan har uppstått genom ett fåtal stora beslut, men snarare som en konsekvens av många små beslut. Företaget, och därmed konsekvenserna av alla de små besluten kan i regel observeras av konkurrenterna. Svårare är det dock att hitta formeln för hur besluten hänger ihop, och i vilka kritiska skeden de fattats. Det sista skälet till det är svårt att kopiera är att även om ett företag lyckas kopiera allt annat, är det omöjligt att kopiera de komplexa sociala strukturer som kännetecknar olika företag eftersom alla individer är olika.³⁶

Den avgörande frågan är om företagets resurser och förmågor är organiserade (**O**rganized) och syftar på företagets organisation. I VRIO-modellen innefattar organisation parametrar som ”... företagets formella *struktur*, dess *kontrollsystem*, dess *ledarstil*, och så vidare”³⁷. Om företaget förfogar över resurser som är värdefulla, sällsynta och svårimiterbara, sjunker kravet på att det skall vara välorganiserat. Företaget kan göra allt ”fel” och tjäna pengar beroende på den monopolsituation resurserna sätter företaget i. Om företaget helt saknar unika resurser, är överlägsen organisation av avgörande betydelse för företagets möjlighet att skapa konkurrensfördelar.³⁸

²⁹ Porter, M. (1983, ss 30-31)

³⁰ Barney, J (2005-02-08)

³¹ Barney, J (2005-02-08)

³² Barney, J (2005-02-08)

³³ Barney, J (2005-02-08)

³⁴ Fiol, C. M. (2001, s 692)

³⁵ Fiol, C. M. (2001, ss 691-699)

³⁶ Barney, J. (1995, s. 49-61)

³⁷ Barney, J. (1996, s 14)

³⁸ Barney, J. (2005-02-08)

3.2. Konkurrensstrategier

3.2.1. Värdeinnovation – konkurrensstrategi ur ett nytt paradigm³⁹

I mogna marknader kan konkurrensen vara mycket hård. Aktörer i dessa branscher talar själva ofta om att innovation är det enda sättet att differentiera sig. De flesta företag fokuserar då på att besegra sina konkurrenter och delar en övertygelse om ”hur vi konkurrerar i vår strategiska grupp”⁴⁰. De delar också en traditionsbunden uppfattning om vem deras kunder är och vad de värdesätter, liksom uppfattningen om vilka produkter och tjänster de skall erbjuda i branschen. Ju mer vedertagen denna övertygelse blir, desto mer konvergerar konkurrensen och företagen baserar sin marknadsstrategi uteslutande på inkrementella förbättringar i kostnad och kvalitet.⁴¹

”Medan rivaler imiterat varandras förbättringar i kvalitet, cykeltider eller partnerskap med leverantörer, konvergerar strategierna och konkurrensen blir en serie tävlingar långsmed lika vägar, där ingen kan vinna. Konkurrens baserad på endast operationell effektivitet är ömsesidigt förödande, och leder till uthållighetskrig som endast kan kontrolleras genom att begränsa konkurrensen.”⁴²

För att skapa nytt utrymme på marknaden krävs ett annat mönster för strategiskt tänkande, ett tänkande bortom de gränser som tidigare definierat konkurrensens villkor. En sådant nytt strategiparadigm har introducerats av W. Chan Kim and Renée Mauborgne från det högt respekterade INSEAD i Fontainebleau, Frankrike. Efter att ha studerat ett 30-tal företag i lika många branscher över hela världen, hittade de ett klart samband mellan hög tillväxt och företagsledares förhållningssätt till strategi. Ledare i företag med hög tillväxt, oberoende av varandra och av bransch, visade sig alla att ha ett strategiskt synsätt som skilde sig avsevärt från andra, mer traditionella synsätt. De traditionella synsätten visade sig däremot att vara högt representerade bland lågpresterande företag. Enligt Kim och Mauborgne handlar det hela om en helt ny strategisk logik som de har valt att kalla Value Innovation (hädanefter: Värdeinnovation).⁴³

Logiken har sedan inarbetats i ett nytt strategitänkande som Kim och Mauborgne har gett det metaforiska namnet ”Blue Ocean Strategy” – *blått hav*. Den traditionella strategiska logiken omtalas som ”Red Ocean Strategy” – *rött hav*.⁴⁴

Syftet med dessa metaforer är att illustrera och förtydliga vissa aspekter av en teori eller ett system, genom att tolka detta genom ett annat objekt.⁴⁵

³⁹ Paradigm avser här ett nytt sätt att se på et känt problem eller situation, där tidigare etablerade sanningar omkullkastats och ifrågasätts.

⁴⁰ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (1999, s 83)

⁴¹ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (1999, s 83)

⁴² Porter, M. (1996, s 64)

⁴³ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, ss 103-112)

⁴⁴ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004, ss 76-84)

⁴⁵ Alvesson, M. (2002, ss 16-17)

Rött hav strategi syftar här på den klassiska strategins logik för existerande industri inom de allmänt vedertagna branschgränserna. När konkurrensen ökar och marginalerna minskar, blir konkurrensen tuffare och havet färgas rött av blod.

Blått hav symboliserar de industrier och branscher som inte existerar idag eller det okända marknadsutrymmet där efterfrågan är något som skapas och inte något företagen strider om. Även om det finns några exempel på hur nya branscher skapats genom ett enskilt företag, skapas som oftast ett *blått hav* av möjligheter från ett *rött hav* när ett företag bryter ut över gränserna i en existerande bransch.⁴⁶

Vi kan jämföra *blått-hav*-strategi med fyra traditionella strategiska synsätt genom att använda Whittingtons strategimatrix. Eftersom den nya logiken kräver en medveten process och har ett klart vinstdrivande syfte, framgår det med all tydlighet att den hör hemma tillsammans med det klassiska synsättet.⁴⁷ Den nya logiken gör dock att strategin kan ses på som ett helt nytt paradigm. Detta eftersom en jämförelse visar att den enskilt viktigaste skillnaden mellan Värdeinnovation och traditionell klassisk strategi, är att med Värdeinnovation kan företag åstadkomma både lägre kostnader och differentiering till en massmarknad samtidigt.⁴⁸

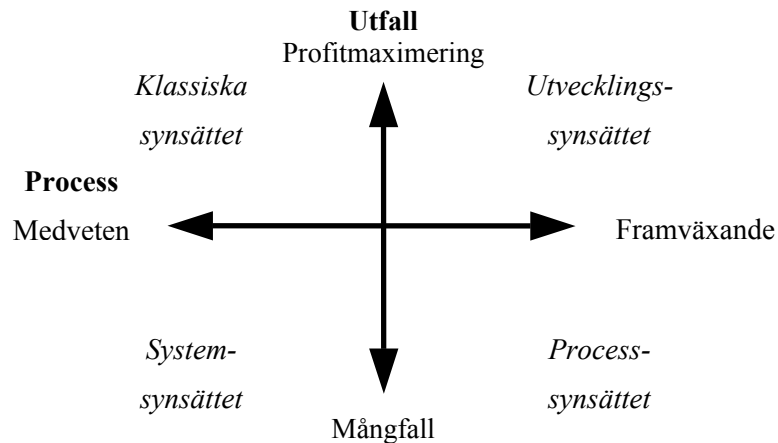


Fig. 4 Generiska perspektiv på strategi enligt Whittington⁴⁹

⁴⁶ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004, ss 77-78)

⁴⁷ Whittington, R (2001, ss 9-40)

⁴⁸ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004, ss 83)

⁴⁹ Whittington, R (2001, s 3)

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

För att visa hur den nya logiken skiljer sig har Kim och Mauborgne genom sin forskning tagit fram fem olika dimensioner där Värdeinnovationens logik och traditionell strategisk logik skiljer sig radikalt åt.

Tabell 2 Jämförelse av den traditionella- och Värdeinnovationens strategiska logik⁵⁰

Strategiska dimensioner	Två olika sorters strategisk logik	
	Traditionell logik	Värdeinnovations logik
Antaganden om industrin	Industrins förhållanden och regler är givna	Branschens förhållanden och regler kan formas
Strategisk fokus	Företaget skall bygga komparativa fördelar. Målet är att vara bättre än konkurrenterna	Konkurrenterna är ingen mått i sig. Företaget skall försöka åstadkomma ett stort språng i värde för att dominera marknaden.
Kunder	Företaget skall behålla och utöka sin kundbas genom mera segmentering och differentiering för att fokusera på olikheter i vad kunderna ser på som värdefullt.	Värdeinnovatörer söker till massmarknad och volym. Kan släppa vissa kunder. Fokus på gemensamma drag i vad kunderna efterfrågar.
Resurser & förmågor	Ett företag skall utnyttja sina tillgångar och förmågor.	Ett företag måste inte vara beroende av vad det har, men redo att fråga: Vad hade vi gjort om vi började om på nytt?
Produkt- och tjänste-erbjudanden	Branschgränser avgör vilka produkter och tjänster företaget erbjuder. Målet är att erbjuda högsta värdet för dessa erbjudanden.	Tänker i termer av totallösningar till kunderna, även om det leder företaget utanför traditionella erbjudanden från branschen.

De olika sorternas strategiska logiker ger helt olika sätt att driva företag på, eftersom logiken lägger grunden för vilka frågor företagsledarna ställer sig, deras riskbenägenhet, samt vilka möjligheter och begränsningar de ser. Skillnaden framgår tydligt genom att exempelvis se på dimensionen Strategisk fokus.⁵¹ Enligt den traditionella logiken genomförs en branschanalys och en basstrategi utformas beroende på övriga aktörer i branschen.⁵²

Värdeinnovationens logik däremot, utgår från den strategiska ambitionen att dominera marknaden genom att erbjuda ett gigantiskt nytt värde för kunderna. Företag som anammar denna logik fokuserar på de faktorer där företaget kan leverera överlägset värde bland alla branschens konkurrensfaktorer.⁵³ Essensen i strategin är att "... välja att utföra aktiviteter annorlunda eller att utföra andra aktiviteter än det konkurrenterna gör."⁵⁴

⁵⁰ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, s 106)

⁵¹ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, ss 105-106)

⁵² Porter, M. (1983, ss 15-63)

⁵³ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, s 106)

⁵⁴ Porter, M. (1996, s 64)

Genom att inte konkurrera med befintliga aktörer på marknaden på deras premisser, utan i stället göra konkurrenterna överflödiga genom värdeinnovationer, skapar det värdeinnovationsföretaget helt nya marknadsförutsättningar⁵⁵, vilket i sin tur leder till en större komparativ fördel än vad som hade varit möjligt inom ramen av traditionell strategi.⁵⁶

Nya teorier och tankesätt möts ofta med skepsis, så för att kvantifiera värdeinnovationers ekonomiska påverkan, genomförde Kim och Mauborgne en studie av över 100 företags nya affärs lanseringar. Resultaten av denna studie var uppseendeväckande. De flesta, 86 %, av dessa var inkrementella förbättringar och utgjorde 62 % av omsättningen men bara 39 % av företagets vinst. De resterande 14 % utgjordes av verkliga värdeinnovationer, som utgjorde 38 % av omsättningen och hela 61 % av företagets vinst.⁵⁷

Kim och Mauborgne's forskning har visat att de företag som varit mest framgångsrika med värdeinnovationer är de som har utnyttjat de tre tillgängliga plattformarna för Värdeinnovation. Med plattformar syftas här själva produkten, serviceerbjudandet, och logistiklösningen. Alltför ofta fokuserar företagsledare på själva produkten, medan det i verkligheten finns möjlighet att skapa hävstångseffekter i företagets Värdeinnovation vid integration med de andra plattformarna.⁵⁸

Ett exempel på företag som har lyckas att värdeinnovera med alla tillgängliga plattformar är IKEA. Företaget skiljer sig från andra genom att ha stora utställningslokaler med möbler uppställda i en miljö och med intilliggande lager där kunden kan ta med sig varorna hem direkt. Dessutom förväntas kunden att stå för delar av logistiken, vilket i sin tur ger lägre kostnader. IKEA har också etablerat en del unika tjänster, så som barnpassning, matservering och utvidgade öppettider.⁵⁹

Nya produkter eller tjänster involverar ofta en viss grad av teknologi och innovation, men i själva verket hävdar *blått hav* strategins upphovsmän att *blå hav* inte är en fråga om teknologi i sig. Ofta har teknologin existerat ett tag, men företagen tar sig till det blåa havet genom att knyta ihop teknologin med vad kunderna värdesätter. Henry Fords löpande band var t.ex. inte Fords egen teknologi, utan en tillämpning av en teknologi redan känd från slakteribranschen. Ford lyckades vid hjälp av denna teknologi värdeinnovera, genom att möjliggöra väsentligt mycket lägre bilpriser genom högre effektivitet.⁶⁰

⁵⁵ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004, ss 81-82)

⁵⁶ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, s 106)

⁵⁷ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004, s 80)

⁵⁸ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, ss 109-111)

⁵⁹ Porter, M. (1996, ss 65-66)

⁶⁰ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004, s 81)

3.2.2. Värdekurvan

Kim och Mauborgne förespråkar att företagsledare ska försöka bryta med de vedertagna ”reglerna” för vad som gäller i branschen genom att ställa sig frågorna:

- Vilka faktorer, som branschen har tagit för givna, kan elimineras?
- Vilka faktorer kan reduceras kraftigt under gällande branschstandard?
- Vilka faktorer kan hävas högt över branschstandard?
- Vilka faktorer kan skapas som inte har existerat i branschen tidigare? ⁶¹

Frågorna har stöd hos Porter, som säger att: ”Strategi är att genomföra i kompromiss i konkurrensen [med andra]... Utan kompromiss ville det inte vara behov för val och därmed ej heller behov för strategier.”⁶²

För att kunna svara på dessa frågor måste företaget givetvis först analysera vilka nyckelfaktorer som dominerar den aktuella branschen. Kurvan ger en överskådligt grafisk framställning av konkurrensfaktorernas betydelse och relativa innebörd inom en bransch. (se diagram 1) När branschens struktur är klarlagd, kan de fyra frågorna användas för att skapa värdeinnovationer. Dessa kännetecknas av ett tänkande bortom de gränser som tidigare definierat konkurrensens villkor inom branschen. Genom att se bortom traditionellt substituerbara branscher, strategiska grupper inom egna branschen, kundgrupper, bortom här och nu, samt att se på kompletterande produkter och tjänster kan företagsledare hitta nya nyckelfaktorer. Dessa, i sin tur, kan ge företagen värdekurvor som skiljer sig väsentligt från den konvergerade branschkonkurrensens.⁶³

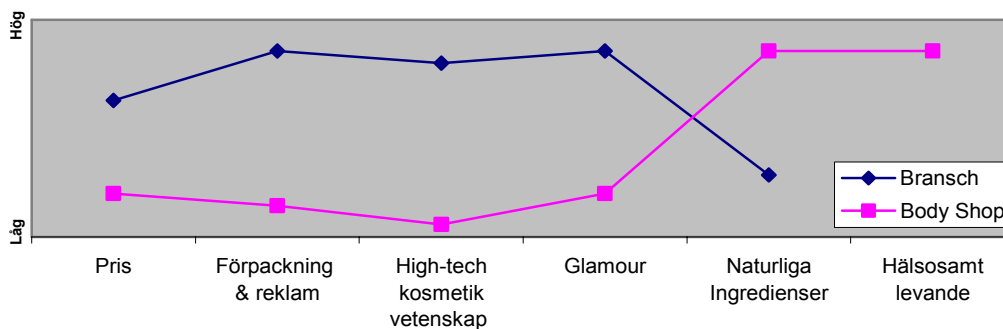


Diagram 1 *The Body Shop lyckades växa inom den kraftigt homogena kosmetikbranschen genom att införa nyckelfaktorer tidigare okända inom branschen. Samtidigt reducerade företaget kraftigt vedertagna faktorer som ledde till höga kostnader.*⁶⁴

⁶¹ Kim, W. C. & Mauborgne, R (1997, s 107)

⁶² Porter, M. (1996, s 70)

⁶³ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (1999, ss 83-93)

⁶⁴ Kim, W. C. & Mauborgne, R. (1999, s 91)

3.3. Innovationsteori

3.3.1. Innovationens karaktär

”En *uppfinning* är skapandet av nya produkter och processer genom utveckling av ny kunskap eller genom nya kombinationer av existerande kunskap.”⁶⁵

”En *innovation* är det initiala kommersialiserandet av en uppfinning. Antingen genom att producera och marknadsföra en ny produkt eller tjänst eller genom att använda en ny metod för att producera.”⁶⁶

3.3.2. Innovationsgrad

Nyhetsvärdet i innovationen kan variera kraftigt. För en enklare kategorisering, används klassningen inkrementella förbättringar och radikala innovationer, då de olika graderna av innovation ger något annorlunda fingervisningar om problembilder. En radikal innovation har en väsentligt annorlunda teknologi än vad som redan finns och marknadsosäkerheten kan därför vara väldigt hög. Inkrementella förbättringar har en oförändrad basteknologi och produktens konfiguration är i stort sätt oförändrad, med endast små förändringar på prestanda, utseende eller andra karakteristika. Inkrementella förbättringar lanseras ofta på mogna marknader.⁶⁷

I den klassiska innovationsteorin föregår produktinnovationen processinnovationen. Alternativet att processinnovationen ska förgå produktinnovationen är inte lika väl studerat, men har tillämpats i hög utsträckning i Kina. Detta möjliggörs av att teknologier ofta är kända utifrån och sedan imiteras, vilket leder till att processinnovationen föregår den framtida egna produktinnovationen.⁶⁸

3.3.3. Innovationsgraden som marknadskonsekvens

Schumpeter I marknader karakteriseras av flera små företag med låga inträdesbarriärer. Konkurrensen är inte så intensiv och innovande företag har stort marknadsinflytande. Produktförändringarna blir då ofta både stora och frekventa.⁶⁹ Schumpeter II marknader domineras av stora aktörer, konkurrensen är intensivare, marknadspositionen stabil och inträdesbarriärerna höga. Produktförändringarna är oftast inkrementella liksom processförbättringarna.⁷⁰

När konkurrensen är högre tenderar företag med högkvalitativa produkter att gynna produktinnovation framför processinnovation. Detta därför att kostnadsreducerande processinnovationer i slutändan har en negativ strategisk effekt. Den primära orsaken till detta är att i den intensifierade konkurrensen sänker även konkurrenterna sina priser till en jämviktsnivå som är lägre än innan innovationen, vilket eliminerar vinsten av innovationen.⁷¹

⁶⁵ Grant, R.M, (2002, s 333)

⁶⁶ Grant, R.M, (2002, s 333)

⁶⁷ Balachandra, R. (1997, ss 276-287)

⁶⁸ Xu, Q. et al, (ss 381-386)

⁶⁹ Hommen, L. (2004-09-07)

⁷⁰ Hommen, L. (2004-09-07)

⁷¹ Bonanno, G. & Hayworth, B. (1996, ss 495-510)

Konkurrens som baseras på operationell effektivitet höjer ribban för samtliga aktörer och även om den operationella effektiviteten förbättras, leder det inte till någon relativ förbättring av företagets situation.⁷²

För produktinnovationer ser det annorlunda ut eftersom den generella tendensen är att produktinnovationer gör att det innoverande företaget kan höja sina priser oberoende om konkurrenterna höjer eller sänker sina.⁷³

Innovationens karaktär har stort inflytande på hur den kommer att påverka den aktuella industrin. Företag som driver teknisk utveckling i försök att skapa nya radikala innovationer strävar efter att bli den första som utvecklar morgondagens teknik för att kunna dominera morgondagens marknader. Riskerna med att vara pionjär är dock stora i kommersialiseringsfasen av nya teknologier. Trots att skapandet av nya industrier och teknologier är en allmänt vedertagen nyckel till tillväxt och välfärd, får dess pionjärer ofta offra den egna existensen för att nå dit. De som sedan får framgångar med de nya teknologierna är ofta efterföljare. Edison, Ford och Apple är kända efterföljare som blivit inskrivna som pionjärer i historien.⁷⁴

En ny teknologis pionjärer kan slås ut genom

Svårigheter i skapandet av ny teknologi och ny marknad:

Många initiala åtgärder för att nå ut med ny teknologi syftar primärt till att presentera den nya teknologin och dess användningsområden. Dessa åtgärder gynnar inte nödvändigtvis ett specifikt företag utan verkar allmänt marknadsskapande. Dessa initiala åtgärder kan även gynna andra marknadsaktörer. Efterföljare kommer att kunna dra nytta av pionjärens ansträngningar för att skapa en hållbar teknologi och trovärdighet på marknaden.⁷⁵

Hög marknadsosäkerhet:

När innovationen kan betecknas inkrementell, är det ofta ett problem för företaget som introducerade innovationen att introduktions- och tillväxtfasen är alltför kort. Finansiell styrka och etablerade distributionssystem får snabbt avgörande betydelse.

Vid radikala innovationer är problemet ofta det omvända, innovationen får ett utdraget fosterstadium som kraftigt förlänger pay-backtiden. Förutom att det tar tid att nå ut till potentiella kunder med en ny teknologi, tar det tid att reducera kundernas osäkerhet⁷⁶. Radikala innovationer, till skillnad från inkrementella, är ofta både ekonomiskt kostsamma och inte färdigutvecklade ur ett tekniskt perspektiv. Dessutom är radikala innovationer ofta inte processtabila när de först kommer till marknaden.⁷⁷

⁷² Porter, M. (1996, ss 61-78)

⁷³ Bonanno, G. & Hayworth, B. (1996, ss 495-510)

⁷⁴ Olleros, F-J. (1986, ss 5-18)

⁷⁵ Olleros, F-J. (1986, ss 5-18)

⁷⁶ Ehrnberg, E. Jacobsson, S. (1993, ss 27-48)

⁷⁷ Ehrnberg, E. Jacobsson, S. (1993, ss 27-48)

Marknadsosäkerheten och en förlängning av paybacktiden kan, som följd av riskkapitalmarknadens krav, innebära försäljning eller nedläggning av företaget. En viktig orsak till risk för ökad pay-backtid är att den radikala innovationen kanske vänder sig till ett nytt, icke-inarbetat marknadssegment⁷⁸, alternativt omdefinierar det nuvarande segmentets gränser. Vidare krävs ofta kompletterande produkter som tillhandahålles av en tredje part (t.ex. vägar för bilar och datorer för mjukvara). Innan försäljningen av den radikala innovationen når en viss nivå, är utbudet av kompletterande teknologier ofta begränsat. Utöver de första kundernas förhöjda risktagande, får dessa även bära större del av kostnaden. De första produkterna med utgångspunkt i en radikal innovation kännetecknas ofta av lägre prestanda innan intäkterna tillåter påföljande tekniska förbättringar. Detta får till följd att den första generationens produkter åldras snabbare, då de påföljande innovationerna ofta är betydligt mer radikala än de tidiga kunderna kunde misstänka. Andra- och tredje generationens produkter är därför ofta inte bara starkt överlägsna, utan också ojämförbara med den första generation produkter.⁷⁹

Hög teknisk osäkerhet

Nya teknologier har en utvecklingskurva som till en början ofta ”hoppas” fram i diskontinuerliga språng. En ny teknologi kan verka som det första steget till ett nytt system där valutrymme finns för en mängd alternativa utvecklingsvägar innan en teknisk standard kan anses definierad. Konkurrensen dessa vägar emellan skapar osäkerhet hos blivande kunder vad som i framtiden blir rådande standard.⁸⁰

3.3.4. Svårigheter med innovationsprognoser

Thomas Watsons, dåvarande VD på IBM, sade på 1940-talet att han inte kunde se någon anledning till att en privatperson skulle vilja ha en dator i sitt hem – ett uttalande som ofta citeras i innovationsteorin. Med tanke på att dåtidens datorer innehöll 18 000 vakuumtuber, var ständigt otillförlitliga och fyllde ett helt rum, var uttalandet kanske inte så orimligt.⁸¹

Många stora innovationer innebär ofta helt nya teknologiska system. Ett nytt teknologiskt system har okända begränsningar och ramar, vilket gör det mycket svårt att definiera ramarna för systemet. Tänkandet begränsas ofta av den gamla teknologins ramar. Det är också vanligt att en ny teknologi till en början ses som ett komplement som löser begränsningar i den redan existerande teknologin. Järnvägarna sågs som en kompletterande försörjningsled till kanalsystemen, men endast i områden där terrängen inte var lämplig för kanaler.⁸²

⁷⁸ Ehrnberg, E. Jacobsson, S. (1993, ss 27-48)

⁷⁹ Olleros, F-J. (1986, ss 5-18)

⁸⁰ Olleros, F-J. (1986, ss 5-18)

⁸¹ Rosenberg, N, (1995, s 173)

⁸² Rosenberg, N, (1995, s 178)

I ett system får prestandaförbättringar som bara äger rum i en del av systemet utan parallell förbättringar i övriga delar, bara begränsat genomslag. Tekniska system kan därför sägas utgöra ett kluster av komplementära innovationer, där varje del behövs för att tillfullo kunna utnyttja nyttan av andra delar.⁸³ Inom tekniska system är sällan en slutgiltig prestandaförbättring en produkt av en enda innovation, utan det behövs en kumulativ effekt av multipla förbättringar som samverkar.⁸⁴

Tekniska system kan ge mycket långa ledtider, men fenomenet är vanligt även bland de uppfinningar som till en början betraktas som en fristående innovation. Många teknologier kommer nämligen till världen i mycket primitivt skick och deras framtid beror helt på en förbättringsprocess som dels förbättrar prestanda och dels utvidgar innovationens tillämpningsområde.⁸⁵

Innovationer skapar ofta ett sökande efter komplementära innovationer. Lasern kunde till exempel inte användas inom telekommunikation före fiberoptiken var uppfunnen. Ett viktigt syfte för den första innovationen blir då att öka efterfrågan på den komplementära innovationen.⁸⁶ Det är delvis därför det tar ofta många år för större nya teknologier att ersätta de gamla.⁸⁷

Innovationer har ofta speciella karakteristika vars användningsområde inte är tydliga från början. Historiskt sett är en av svårigheterna med att förutspå en ny teknologisk genomslag just att många uppfinningar framkommer som lösning på ett specifikt problem. När lösningen väl är upptäckt visar den sig ofta ha oväntade användningsområden. Ångmaskinen, som på 1700-talet ursprungligen uppfanns för att pumpa ut vatten från översvämmade gruvor, är ett exempel på en sådan uppfinning.⁸⁸

3.3.5. Branschöverskridande innovationer

Det är svårt att fastslå exakta empiriska samband mellan lönsamhet och graden av diversifiering. Det finns dock bevis för att hög grad av diversifiering försämrar ett företags lönsamhet. En smalare branschnärvaro har visat sig mer framgångsrik än en kraftigt diversifierad. Empiriska belägg finns också för att företag som diversifierar sig till en mycket närliggande bransch presterar bättre än de som diversifierar sig på marknader långt från kärnverksamheten.⁸⁹

Som en följd av undersökningar har PM-matrisen utvecklats. Även om dess siffror inte har heltäckande empiriskt belägg är den användbar som tumregel. Sannolikheten att lyckas med försäljning av en produkt beror till stor del av företagets tidigare verksamhet.

⁸³ Rosenberg, N, (1995, s 178)

⁸⁴ Rosenberg, N, (1995, s 178)

⁸⁵ Rosenberg, N, (1995, s 178)

⁸⁶ Rosenberg, N, (1995, s 177)

⁸⁷ Rosenberg, N, (1995, s 177)

⁸⁸ Rosenberg, N, (1995, ss 171-185)

⁸⁹ Grant, R.M. (2002, s 466)

Ju längre bort från företagets kärnprodukter och kärnmarknader, desto mer avtar sannolikheten att lyckas.⁹⁰

Tabell 3 PM-matrisen(Produkt/Marknad) visar att sannolikheten för ökad försäljning avtar längre bort från huvudprodukten och huvudmarknaden⁹¹

–	Nuvarande produkter	Nya, men närstående produkter	Helt nya produkter
Nuvarande marknad	90 %	60 %	30 %
Ny, men närstående marknad	60 %	40 %	20 %
Helt ny marknad	30 %	20 %	10 %

För att dela risker och kostnader för innovationer över branschgränserna finns en mängd affärsmodeller att tillgå. Inom de olika affärsmodellerna är det viktigt att identifiera både potentiella massmarknadssegment och vilka tekniska prestandamått som är avgörande.⁹² Utöver att lägga ut stora delar av eventuell tillverkning på underleverantörer, kan ett innovande företag också gå in i ett marknadsorienterat joint-venture med ett marknadsbolag eller licensiera ut företagets teknologi.⁹³

3.3.6. Alliansers förutsättningar och villkor

Allianser mellan entreprenörsföretag och stora företag kan verka både värdeskapande och problemskapande. I de flesta exempel på problemskapande beror problemet på att vinsten från den gemensamma innovationen huvudsakligen har disponerats av det större företaget.⁹⁴

Entreprenörsföretaget lider över lag högre risk för att utnyttjas av den större allierade partnern. Det finns en rad faktorer som konstaterats medföra högre risk för att alliansen bli ogynnsam för entreprenörsföretaget.⁹⁵

En förhöjd risk har observerats i de fall där den enda resurs entreprenörsföretaget för in i alliansen är en ny teknologi. Nya teknologier presenteras ofta av entreprenörsföretag inbäddade i specifika produkter eller tjänster. Detta gör det mycket enkelt för det större företaget att lära sig den nya teknologin. Det lilla företagets iver att mycket ingående presentera sin innovation, syftar naturligtvis till att öka intresset från det större företaget. Samtidigt reduceras dock även tiden för lärandeprocessen för det större företaget.

⁹⁰ Karlöf, B. (1994, s 308)

⁹¹ Karlöf, B. (1994, s 308)

⁹² Ehrnberg E. & Jacobsson, S. (1997, ss 229-261)

⁹³ Olleros, F-J. (1986, ss 5-18)

⁹⁴ Alvarez, S. & Barney, J. (2001, ss 393-404)

⁹⁵ Alvarez, S. & Barney, J. (2001, ss 393-404)

Entreprenörsföretaget har också mycket att lära om sin allianspartner. Lärandeprocessen här omfattar kunskapen om organisatoriska förmågor så som försäljningskanaler, distributionsnät, marknadsföring etc. Detta lärande är mycket svårare och mer tidskrävande att tillgodogöra sig jämfört med lärandet av en specifik produkt. Lärandehastigheten är en viktig faktor, eftersom den första allianspartnern som lärt det som alliansen syftade till, kan dra sig ur till lägst kostnad. När ett företag drar sig ur omöjliggörs vidare lärande från alliansen och förorsakar en förlust, oftast för det lilla entreprenörsföretaget.⁹⁶

Risken med att den större partnern lär sig den nya teknologin fort är att det ökar incitamentet för det större företaget att börja underinvestera i relationen. Detta tar vanligen uttryck som förflyttning av resurser från alliansfrämjande åtgärder till andra områden eller genom att det större företaget ställer orimligt höga krav som kan skada entreprenörsföretagets övriga verksamhet. Riskerna för att utnyttjas av en större partner kan reduceras genom en rad åtgärder:⁹⁷

- *Satsa själv* - Ofta inte ett relevant alternativ eftersom företaget är beroende av andra.
- *Använda allianskontrakt* - Genom att omsorgsfullt utforma ett kontrakt där det specificeras hur företagets teknologi skall användas och hur licensbetalningar skall skötas, kan riskerna för det mindre företaget reduceras. Ett kontrakt kan dock aldrig fullt ut täcka riskerna med en allians. Särskilt i branscher där den ekonomiska och tekniska kontexten kraftigt förändras över tiden, kan det vara svårt att skatta hur samarbetet kommer att se ut på sikt redan i den inledande fasen.
- *Bygga upp förtroende* - Det råder inget tvivel om att ömsesidigt förtroende ökar chanserna för ett gynnsamt samarbete. Däremot finns det ofta en övertro på förtroende som gör att andra riskminimerande åtgärder försummas. Detta kan visa sig mycket kostsamt för det lilla entreprenörsföretaget.
- *Föra med sig innoverande förmåga i alliansen* - Det innoverande företaget har möjlighet att bidra till mer än bara en ny teknik. Innovationsförmågan är ofta mera sällsynt i ett större företag, där anställda i lägre grad har personligt ägarintresse samt informell och flexibel kommunikation. Samarbete med det mindre företaget kan då ge upphov till många nya innovationer som en följd av kontinuerlig gemensam utveckling.
- *Fördröja det större företagets lärande om den nya teknologin* - Det är ofta inte nödvändigt för samarbete att förmedla hela teknologin. Genom förhandlingar kan det större företaget få tillgång till specifika delar av teknologin, men genom att inte förmedla kärnan i teknologin, skapas ytterliggare incitament till samarbete.

⁹⁶ Alvarez, S. & Barney, J. (2001, ss 393-404)

⁹⁷ Alvarez, S. & Barney, J. (2001, ss 393-404)

Empiri

Fallföretaget Nolato Alpha introduceras i empirikapitlet. Därefter följer en beskrivning av underlaget för den ekonomiska kalkylen, innan rapporten redovisar hur både traditionella- och F1-verktygen fungerar. Kapitlet avslutas med en omfattande branschöversikt av de branscher som F1 påverkar och påverkas av.

4.1. Fallföretaget Nolato Alpha - företagsbeskrivning

Fallföretaget för detta examensarbete är Nolato Alpha, ett bolag som är del av affärsområdet Nolato Telekom inom Nolato-koncernen. Koncernen består av totalt 12 decentraliserade dotterbolag inom fyra olika affärsområden. Utöver Nolato Telekom består koncernen av Nolato Industrial Sweden, Nolato Industrial Central Europe och Nolato Medical.⁹⁸ Koncernen hade under 2004 en samlad omsättning på 2 401 Milj. kronor och ett rörelseresultat på 179 milj. kronor, varav affärsområde Telekom stod för 1 342 Milj av omsättningen och 133 Milj av rörelseresultatet.⁹⁹ De olika affärsområdena inom koncernen är totalt autonoma, och kommunikation och stordriftsfördelar över områdesgränserna förekommer i princip inte.¹⁰⁰

Eftersom Nolato Telekoms kunder i stor grad har flyttat sin produktion av telekomprodukter österut till Öst-Europa och Kina, har Nolato flyttat med. Majoriteten av affärsområdets verksamhet är i dag därför utlokaliserad till Nolato Tallinn, Estland och Nolato Beijing, Kina¹⁰¹. Tillväxten är störst i Kina, där antalet anställda under ett år har ökat från 600 till 1600¹⁰². Den utspridda lokaliseringen inom affärsområde telekom medför en rad olika utmaningar. Kulturella skillnader är mest iögonfallande, men företaget har även fyra olika produktionsplaneringssystem att förhålla sig till.¹⁰³

Kristianstadfabriken, som i dag är hemmaadress för Nolato Alpha, var ursprungligen en fabrik som etablerades av LM Ericsson 1963. Året 1997 förvärvade Nolato fabriken, men Ericsson stannade kvar som bolagets största kund¹⁰⁴.¹⁰⁵ Medan företaget på sin höjd hade 1000 anställda i Kristianstad, drabbade kollapsen inom telekomindustrin bolaget hårt.¹⁰⁶

⁹⁸ <http://www.nolato.se/default.asp?id=246> (2005-03-04)

⁹⁹ http://www.nolato.se/downloads/financial/2004/nolato_2004_annual_swe.pdf (2005-03-24, ss 4-5)

¹⁰⁰ Landgren, C. (2005-01-25)

¹⁰¹ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁰² Sydsvenskan (2005-04-28, s A36)

¹⁰³ Lindhe, T. (2005-03-01)

¹⁰⁴ Persson, L. (2005-01-18)

¹⁰⁵ <http://www.nolato.se/default.asp?id=213> (2005-03-04)

¹⁰⁶ Persson, L. (2005-04-07)

Den senaste neddragningen kom i februari 2005 då ytterligare 32 av företagets då 220 anställda varslades eftersom den egna verktygsstillverkningen beslutades nedlagd som ett resultat av konkurrens från lågkostnadsländerna.¹⁰⁷ Utöver en viss produktionskapacitet, finns i dag lednings- och administrativa funktioner kvar i Kristianstad. Dessutom finns det resurser för utveckling, projektledning, och inköp.¹⁰⁸

4.2. Ekonomiskt kalkylunderlag

För att F1-teknologin skall kunna bli ett konkurrenskraftigt alternativ måste tillverkningskostnaderna för produkterna som produceras i verktyget motsvara eller vara lägre än kostnaden för nuvarande teknologi. För att bryta ned olika variablers genomslag på artikelkostnaden har dessa undersökts i en kalkylmodell¹⁰⁹.

Kalkylen används för att jämföra nuvarande teknologi med F1-teknologi för att undersöka under vilka ekonomiska termer som F1 har störst förutsättningar att bli framgångsrik. Kalkylen tar hänsyn till de verktygs- eller maskinberoende variabler som redovisas i tabell 4. Eventuella ekonomiska konsekvenser av olika långa verktygsframtagningstider ger dock kalkylen inget stöd för. Framtagningstiderna är dock lika för traditionell teknologi och F1-teknologi¹¹⁰.

För tillverkning av mobilskal i PC-ABS utgår vi från empirisk data från produktionen. Alla kalkyler utgår från tillverkning med en formsprutningsmaskin med 110-tons låskraft. Tillverkningskostnaden för ett verktyg för mobiltelefonstillverkning beror på många olika produktspecifika variabler. Dessa är dock analoga för F1 och för traditionell teknologi. Traditionell teknologi har en total kostnad för hela verktyget och den kostnaden måste skrivas av på en produktlivscykel. F1-teknologin sprider kostnaderna på kaviteter, stamform och låsenhet. Låsenheten och stamformen kan användas för alla produkter tillverkade i F1-teknologin, medan kaviteterna är produktspecifika.

Utöver olika verktygsprinciper, tillkommer robotutrustning för plundring av verktyget som ser olika ut både konstruktions- och prismässigt för de olika verktygsprinciperna.

Låsenheten och stamformen skrivs enligt Nolatos standardförfarande av på tre projekt och kaviteterna skrivs av på det specifika produktprojektet. I alla övriga sifferuppgifter har Nolatos egna kalkylmässiga siffror använts om inte annat särskilt nämnts i texten. Kalkylen använder endast direkta kostnader och tillämpar inga ytterligare pålägg. Vidare behandlar kalkylen endast formsprutningsdelen av framställningsprocessen.

¹⁰⁷ http://www.nolato.se/downloads/nolato_050201_sw.pdf, (2005-03-04)

¹⁰⁸ Persson, L. (2005-04-07)

¹⁰⁹ Kalkylmodellen har framtagits i samarbete med Markus Betsche, Product Manager, KraussMaffei Kunststofftechnik, 2005-02-26 – 2005-03-02

¹¹⁰ Lindhe, T. (2005-04-01)

Tabell 4 Beräkningsvariabler i kalkylmodellen

Maskinspecifik produktionsdata	Finansieringskostnader
Produktionsdagar/år	Kalk. räntekostnad maskin
Skift	Avskrivning maskin
Timmar/Skift	Kalk. räntekostnad verktyg
Andel producerande tid	Avskrivning verktyg
Strömkostnad	Underhållskostnader
Installerad elektrisk effekt	Underhåll maskin
Utnyttjande	Underhåll verktyg
Strömkostnad	
Maskingrundkostnad	Lokalkostnader
Kostnad maskin inkl kringutrustning	Platsbehov
Efterbearbetning	Kostnad
Hantering	
Omkostnader pålägg	
Vattenkostnad	Produktionsomkostnader
Vattenbehov	Förbrukningsmaterial
Vattenkostnad	
Artikelspecifik produktionsdata	Verktygskostnader
Kavitetsantal	Verktygpris
Artikelvikt	Avskrivningstid
Ingjövsvikt	
Skottvolym	
Cykeltid	
Personalkostnader	Materialkostnader
Timplön	Materialpris material
Löneomkostnader	Bikostnader för material
Bemanningsgrad	Materialåtgång

Alla kalkyler på mobilskalstillverkning är baserade på kostandsuppgifter för en del av tre i ett standardskal. Avskrivningsprinciperna för maskin och verktyg följer Nolatos standard, utom i de fall då verktyg med olika kavitetsantal jämförs. I dessa fall anpassas verktygsavskrivningstiden så att kostnaden för verktyget fördelas på lika många produkter. Detta anges löpande i texten i förekommande fall.

4.3. Traditionell verktygsteknologi

4.3.1. Material

Plast är uppbyggt av organiska enkla molekyler som kallas monomerer. Flera monomerer tillsammans bildar en polymer genom en kemisk polymerisationsprocess. För att få slutråvaran plast måste dock polymeren gå igenom antingen en fysikalisk fasförändring eller en kemisk reaktion beroende på vilken plasttyp som skall framställas. Plast definieras som bestående av en polymer med adderade tillsatser. De material som oftast används vid formsprutning kallas termoplaster. En termoplast består av antingen raka eller förgrenade molekyler som övergår till flytande form vid uppvärmning och åter stelnar när materialet kyls av. Fasövergångarna från fast till flytande form anger att materialet skall vara helt återvinningsbart, men då materialets molekylkedjor bryts ner av bearbetning, försämras detaljens egenskaper för varje omarbetning.¹¹¹

Termoplasten sprutas ofta vid högt tryck, vilket förändrar molekylernas riktning, vilket även den påföljande snabba avkylningen också gör. Detta ger också försämrade egenskaper för detaljen. För att detaljens egenskaper skall bli bättre kan tiden för avkylning förlängas så att molekylerna hinner rikta in sig, detta ger dock sämre produktionsekonomi.¹¹²

Till mobiltelefonskal används oftast en blandning av polykarbonatplast (PC) och akrylnitrilbutadienstyrenplast (ABS).¹¹³ ABS har mycket goda mekaniska egenskaper, så som hög slagseghet och god ytfinish, i kombination med ett lågt pris. ABS har dock begränsad livslängd genom att materialet åldras och blir sprött samt att det är känsligt för vissa lösningsmedel. ABS lämpar sig väl för artiklar som behöver svetsas eller limmas. PC är motståndskraftigt mot lösningsmedel som svaga syror och vissa typer av kolväten. Utöver detta är PC en utmärkt isolator som ger god isolering som påverkas mycket lite av fukt och temperaturvariationer i kontakter och bärare av elektriska komponenter. Även PC har goda mekaniska egenskaper.

Blandningen av materialen ger bättre mekaniska egenskaper än de två plasterna var för sig, samtidigt som de goda isolerande egenskaperna hos PC finns kvar. Även om de elektriska egenskaperna är väderbeständiga, är inte materialet i sig väderbeständigt beroende på att blandningar med ABS har samma egenskaper för åldrande som ren ABS. För att få god livslängd på plasten bör detaljerna därför lackeras.¹¹⁴

Temperaturen på en smälta av PC-ABS ligger mellan 240-280 grader och formtemperaturen på 70-100 grader. En högre formtemperatur ger mindre inre spänningar i detaljen.¹¹⁵

¹¹¹ Becker, J. et al, (2000, ss 8-15)

¹¹² Becker, J. et al, (2000, ss 8-15)

¹¹³ Lindhe, T. (2005-01-25)

¹¹⁴ Becker, J. et al, (2000, ss 8-15)

¹¹⁵ Becker, J. et al, (2000, ss 36-114)

4.3.2. Maskinteknologi

Historik

- 1925 En handdriven formsprutningsmaskin byggs av tysken Hermann Buchholz 1921. Fyra år senare kommer den första produktionsdugliga formsprutningsmaskinen på marknaden. Amerikanska Grotelite Company och tyska Gebrüder Eckert & Ziegler är företagen som med sin handdrivna maskin pionjerar formsprutningen.
- 1930-talet På trettioalet lanseras de första automatiska maskinerna, men då plast ännu inte är tillräckligt efterfrågat, dröjer genombrottet för formsprutningsteknik ända till efter det andra världskriget.
- 1956 Plastificeringsskraven uppfinns av Hans Beck vid BASF som förbättrar plastificeringsteknologin radikalt. De första maskinerna med plastificeringsskrub byggs i Nürnberg i Ankerwerk, nuvarande Demag Ergotech. Ännu idag byggs formsprutningsmaskiner enligt Becks princip.
- 1960 Formsprutningsmaskinen vidareutvecklas så att även gummi och duroplaster kan bearbetas i processen.
- 1970-talet Styrningstekniken förbättras genom mikroprocessorn.
- 1980-talet Hydrauliken styrs elektriskt och inställningar förs in genom ett datagränssnitt.
- 1990-talet Maskiner som endast drivs elektriskt introduceras.¹¹⁶

Maskinbeskrivning

En traditionell elektrisk eller hydraulisk formsprutningsmaskin består principiellt av ett flertal sammansatta aggregat.¹¹⁷ Bland huvudkomponenterna monterad på den fasta maskinbasen finns låsenheten. Denna har till uppgift att låsa verktygen under formning av detaljerna. Låsenheten kan slutas antingen i horisontal- och vertikalled, men horisontalledsmaskiner dominerar.

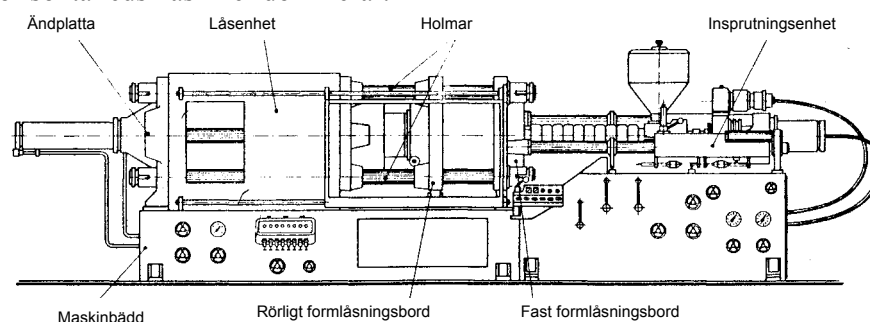


Fig. 5 Principskiss – formsprutningsmaskin¹¹⁸

¹¹⁶ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 249)

¹¹⁷ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 20)

¹¹⁸ Stitz, S. & Keller, W. (2004, s 253)

Den vanligaste formen av maskin har pelare som löper genom formlåsningsbordens hörn. Pelarna kallas holmar och tar upp vridkrafterna under låsningstiden. De fyra holmarna fästs på ändplattan respektive på det fasta formlåsningsbordet. Mitt emellan ändplattorna befinner sig det rörliga formlåsningsbordet som är förskjutbart i axialled. På formlåsningsborden fästes verktyget.¹¹⁹ Låsenheten skall kunna öppna för att ge plats för uppsättning av verktyget. Verktyget skall också hållas stängd och exakt låst under insprutningen. Efter att detaljen kylts av skall formlåsningsborden öppnas för att verktyget skall kunna stöta ut skottet.¹²⁰ Ett skott består av detalj och injöt.

Plastificeringsaggregatet, även kallad insprutningsenhet, består av ett cylindriskt rör med en inre plastificeringsskruv som vrider sig med hjälp av en elektrisk eller hydraulisk motor. Plastificeringsskruven kan även röra sig framåt och bakåt i axial led inuti cylindern.¹²¹ Plastificeringsaggregatet är också placerat på den fasta maskinbasen för att injektorn som sprutar in plast i verktyget skall kunna gå rakt igenom centrum på det fasta formbordet. I den fasta maskinbasen under plastificeringsenheten finns enheter som driver maskinen som elektrisk motor, hydraulikpump, filter och oljekylning. Under låsenheten finns även oljetank och några styrenheter för oljeflödet.¹²²

Elektriska styrorgan och temperaturreglering finns i större maskiner i ett skilt kontrollskåp medan det är inbyggt i maskinbasen hos mindre maskiner.¹²³ Hur en maskin är uppbyggd styrs av standarder som alla maskintillverkare följer.

Låsenheten

I dagligt tal brukar formsprutningsmaskiner benämnas efter vilken kraft låsenheten stänger med. En maskin som sluter med en kraft på 1500 kN benämns ofta 150-tonnare. Kraften med vilken verktygshalvorna låses är dock underordnad betydelsen av att låsenheten öppnar och stänger exakt och jämt för att detaljen och verktyget inte skall deformeras.¹²⁴ Låskraften har betydelse för vilket insprutningstryck som krävs och påverkar också detaljens ytkvalité.¹²⁵ Låskraften ställs in via maskinens gränssnitt till styrningen.¹²⁶

Det finns en mängd olika låsenhetsmodeller, men de delar samma princip i och med att de öppnar och stänger två halvorna där verktyget sitter.¹²⁷ Låsenheten rör sig mycket långsamt under stängnings och öppningskedet för att undvika skador på verktyg och detalj. Fram till dess att verktygshalvorna får kontakt rör sig formlåsningsbordet snabbt.¹²⁸

¹¹⁹ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 253)

¹²⁰ Wahlandt, J & Leisering, G. (1974, s 28)

¹²¹ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 20)

¹²² Stitz, S & Keller, W. (2004, s 253)

¹²³ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 253)

¹²⁴ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 278)

¹²⁵ Lindhe, T. (2005-04-01)

¹²⁶ Lindhe, T. (2005-04-01)

¹²⁷ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, ss 827-841)

¹²⁸ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 278)

Behovet av låskraft styrs av detaljens storlek, väggjocklek, övrig geometri och projicerad area mot insprutningsenheten.¹²⁹ Låskraftens storlek, F_S , måste alltid vara högre än öppningskraften i verktyget, F_A . Öppningskraften är proportionell mot verktygets inre tryck, p_w och den projicerade arean av detaljen mot insprutningsenheten, A_p ¹³⁰

$$F_A = p_w * A_p$$

$$F_S \geq F_A$$

Även om maskinerna i dagsläget både beställs och benämns efter låskraft, är låskraften i dagsläget ofta inte den kritiska punkten. Det är storleken på formlåsningsborden kunderna betalar för. Formbordens storlek avgör hur stort verktyg som kan användas i maskinen. Formbordens storlek begränsar därför både storleken på detaljen och hur många kaviteter som kan användas.¹³¹

För att få en högre låskraft på en mindre maskin behöver bara låsningscyldern bytas ut till en något större. Det är möjligt att bygga en maskin med större formbord, men eftersom formborden byggs i härdat stål är det mycket dyrt. Skillnaden mot att köpa en större maskin är marginell. Även om en eventuell lägre låskraft skulle möjliggöra användande av tunnare formbord, får en liten minskning av formbordstjockleken mycket stort genomslag i försämrade hållfasthet. Utöver den ökade stålåtgången i formborden, måste både maskinbasen och maskinbeklädnaden täcka storleksökningen, vilket höjer priset ytterligare. Flera av maskintillverkarna har större formbord som option vid köp av standardmaskiner. Den medföljande prishöjningen blir dock mycket stor, trots att priset anses gynnsamt med tanke på den höga kostnadsökningen.¹³²

För att komma runt en större utbyggnad av maskinbädden finns alternativet att använda en s.k. vertikalmaskin, en maskin som sluter i vertikalled. Vertikalmaskiner byggs dock inte så ofta längre eftersom tillgängligheten till verktyget är betydligt sämre. Detta medför att ställtiderna ökar och att maskinen kräver mer plats runt omkring. Även den starkt ökade höjden gör maskinens placering mindre flexibel.¹³³

Verktyg

Verktygskostnaden är oftast den kostnad som får störst genomslag bland tillverkningskostnaderna.¹³⁴ För en mindre tunnväggig engångsartikel dominerar verktygskostnaden helt i jämförelse med andra tillverkningskostnader i serier upp till en miljon, enligt diagrammet på nästa sida. Den svåraste uppgiften vid projektering av tillverkning av formsprutade detaljer, är just att fastlägga verktygstyp.

¹²⁹ Lindhe, T. (2005-01-25)

¹³⁰ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 436)

¹³¹ Hunold, D. Dr. (2005-02-21)

¹³² Hunold, D. Dr. (2005-02-21)

¹³³ Hunold, D. Dr. (2005-02-21)

¹³⁴ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, s 1105)

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

När serielängden går under 100 000 detaljer står verktygskostnaden för mer än 90 % av de totala tillverkningskostnaderna enligt diagram 2. Antal kaviteter, kvalitetsstandard och typ av injöt, är de faktorer som påverkar verktygspriset mest.

¹³⁵

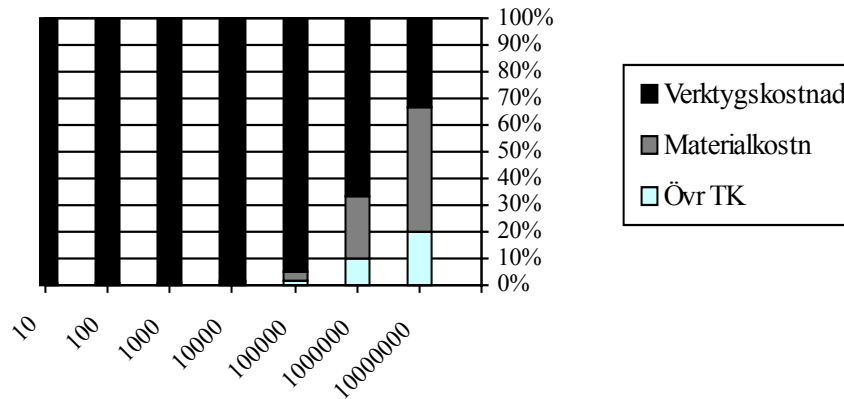


Diagram 2 Kostnadsfördelning för olika serielängder vid tillverkning av engångskaffekopp. Typisk fördelning för tunnväggiga produkter.¹³⁶

Formverktyget är en unik detalj och kan därför inte masstillverkas så som plastråvara, formsprutningsmaskiner. Tillverkning av formverktyget betraktas också som den mest komplicerade delen då verktyget måste repeterbart forma felfria detaljer i stor skala. Fel i verktyg kostar väldigt mycket pengar i form av produktionsstopp och specialisthantering. För formverktyg finns det inte kompletta och helt genomprövade konstruktionslösningar att falla tillbaka på. Formverktygets konstruktion och funktion måste individuellt anpassas till sprutdetaljens och plastråvarans krav. Den formsprutade detaljens utseende, ytkvalitet och tillverkningsekonomi avgörs i stor omfattning av verktygets konstruktion. För olika begränsade delfunktioner finns utprovade lösningar, men helheten måste samordnas i varje formverktyg var för sig.

Verktyget har dels en mekanisk funktion och dels en sprutteknisk. Den mekaniska funktionen skall tillgodose krav för att undvika deformation av verktyg och detalj. Hit hör dimensionering, styrning och utstötning tillpassad detaljen. Till den spruttekniska delen hör krav på placering, injöt och temperering.¹³⁷

¹³⁵ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 435)

¹³⁶ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 434)

¹³⁷ Wahlandt, J & Leisering, G. (1974, ss 30-31)

Kavitetsbestämning

Bestämning av antalet kaviteter är en av de faktorer som påverkar produktionsekonomin mest. Ju fler detaljer som tillverkas i en cykel, desto mer kostnadseffektiv kan storskalig produktion bli. Verktøget blir dock dyrare och tar ofta längre tid att tillverka ju fler kaviteter som byggs in. Ett ökat antal kaviteter ökar också kraven på formsprutningsmaskinen, då det totala kravet på låskraft, F_{tot} omfattar en detalj, F_{det} , och är proportionellt mot kavitetsantalet, n .¹³⁸

$$F_{tot} = F_{det} * n$$

Förutom att kraven på låskraft ökar, ökar också kraven på plastificeringsenheten när kavitetsantalet höjs. Det som begränsar det maximala kavitetsantalet utöver detta, är storleken på formborden och det maximala avståndet mellan formborden. Ett större kavitetsantal ger ett större verktyg vilket också ställer krav på att maskinen klarar av att hantera en högre skottvolym. Nedåt begränsande verkar utöver den lägsta skottvolymen även den maximala tid som plasten exponeras för plastificeringsvärmen. Eventuella deadlines för då verktyget behöver användas i produktion kan också påverka valet av kavitetsantal.¹³⁹

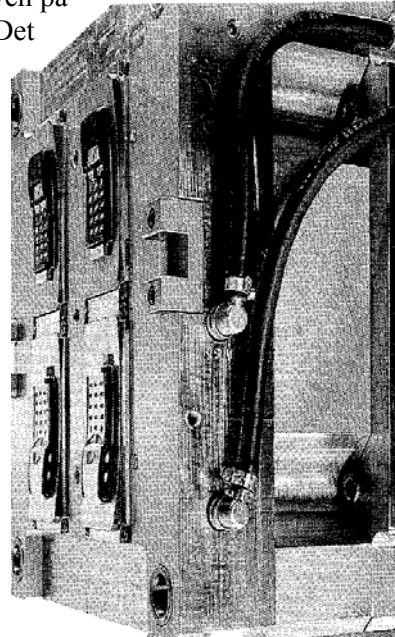


Fig. 6 Traditionellt formsprutningsverktyg med fyra kaviteter Här syns fyra skal till mobiltelefoner¹⁴¹

Teoretiskt maximalt facktal:¹⁴⁰

$$F_1 = \frac{S_v}{A_v}$$

S_v [cm³] maximalt insprutningsvolym.

A_v [cm³] skottvolym

Teoretiskt minimalt facktal¹⁴²

$$F_2 = \frac{L}{Z * A_v}$$

L [cm³/min] Plastificeringskapacitet

Z [1/min] Skottal

¹³⁸ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, ss 1108-1111)

¹³⁹ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, ss 1108-1111)

¹⁴⁰ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, s 1111)

¹⁴¹ Hågeryd, L. et al. (2002, s390)

¹⁴² Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, s 1111)

A_v [cm^3] Skottvolym

Det finns riktlinjer för vad som anses standard när det gäller bestämning av kavitetsantal. Verktyg med endast en kavitet är vanligast vid stora detaljer med en projicerad area på mer än 1000 cm^2 , serier under 10 000 detaljer, testverktyg och vid detaljer med mycket höga krav på kvalitet.

Två kavitetsverktyg är vanliga när detaljen kan sprutas från sidan och vid produkter som utgör symmetriska par. Vid mobiltelefonstillverkning är det vanligast att verktygen tillverkas med två kaviteter¹⁴³. När tillverkningsprocessen är bekant och erfarenhet finns från liknande produkter, kan flerkavitetsverktyg innehållande fler än två kaviteter övervägas. Kavitetsantalet måste, med undantag för när endast en kavitet används, ofta vara ett jämt antal, då ytorna på vardera sida om insprutningen måste vara ungefär lika stora för att fyllnadshastigheten på varje sida skall vara lika. Fyra till åtta kaviteter används vid medelstora detaljer, medan åtta till tvåhundra kaviteter mest används till bulkprodukter.¹⁴⁴ Utöver verktygsframställningspriset begränsas kavitetsantalet i praktiken normalt av formbordens storlek och maskinens låskraft.¹⁴⁵

Kylning av verktyget

De två viktigaste faktorerna vid tillverkning av formsprutade detaljer är kvalitet och pris.¹⁴⁶ Kvaliteten på produkterna bestäms till stor del av verktyget och är lätt att kontrollera okulärt och även med utrustning som är standard vid framställning av en given produkt som till exempel mobiltelefonskal.¹⁴⁷ Den mest påverkbara delen av framställningskostnaden är därför, utöver verktygets sammansättning som behandlats tidigare, processtiden.

Den totala processtiden omfattar flera steg, varav cykeltiden är den mest påverkbara. Cykeltiden bestäms till stor del av kyltiden som oftast utgör den största delen av cykeltiden. Kylningen kan lösas på flera olika sätt. Vanligast inom traditionell teknologi är borring av kanaler rakt igenom verktyget. Det är möjligt att låta kylkanalerna få en annan form som är mera anpassad till den specifika produkten. Detta är emellertid mycket dyrt, varför det inte tillämpas i normala fall.¹⁴⁸

Övriga faktorer

Beroende på vilken kvalitet som detaljerna behöver ha, måste verktyget ha olika hög precision. Detaljens ytkvalitet och struktur liksom till vilken grad märken från ingjöt tillåts. Ingjötstypen har också stor inverkan på verktygspriset. Materialåtgången kan påverkas då ingjötet inte alltid kan återanvändas vid renrumsklassad produktion. Ingjötssystemet kan också bidra till att sänka cykeltiden.¹⁴⁹

¹⁴³ Kjellqvist, M. (2005-03-18)

¹⁴⁴ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 435)

¹⁴⁵ Hunold, D. Dr. (2005-02-21)

¹⁴⁶ Hunold, D. Dr. (2005-02-21)

¹⁴⁷ Lindhe, T. (2005-01-25)

¹⁴⁸ Svensson, B.C. (2005-04-01)

¹⁴⁹ Lindhe, T. (2005-03-01)

Matematisk modell för avkylningen i ett mobilskal

För att kunna undersöka hur olika tjocklekar på detaljen och variationer i avkylningstider inverkar på kylningen av ett mobilskal, måste en matematisk modell över stelningsförloppet tas fram. Om $u(x,t)$ är temperaturen i grader, x är tjockleken på detaljen i millimeter och t är tiden i sekunder, kan värmeledningsekvationen skrivas

$$\frac{\partial u}{\partial t} - a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \tag{1}$$

där a beskriver den materialspecifika värmediffusiviteten med enheten area per tidsenhet och där ingen värme produceras.¹⁵⁰ För att lösa denna ekvation kan Fouriers metod, även kallad variabelseparationsmetoden användas.¹⁵¹ Approximationen att all avkylning kommer från de båda långsidorna, då detaljens längd är så pass mycket längre än dess tjocklek görs, vilket leder till att vi kan approximera mitten av skalet till att vara isolerat på kortsidorna. Därav följer att tjockleken av skalet kan approximeras till en stav med längden L med isolerad yta förutom vid ändarna som hålls vid den lägsta möjliga kyltemperaturen 70 grader. Vidare blir smältans temperatur, 270 grader, stavens temperatur vid tiden 0.

För att modellen skall bli lättare att beräkna används variabelsubstitution för att skala om temperaturskalan och sätta den fysikaliska konstanten a till 0,01. Denna variabelsubstitution ger att u grader i modellen motsvaras av $u + 70$ verkliga grader. Kyltemperaturen 70 grader blir då 0 och smältans temperatur 270 grader, blir 200. Randvillkoren till ekvation (1) kan därmed sammanfattas i

$$\begin{aligned} u(0,t) = u(L,t) = 0, & \quad t > 0 \\ u(x,0) = 200, & \quad 0 < x < L. \end{aligned} \tag{2}$$

Lösningen till ekvation (1) kan därmed ansätts till

$$u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \sin \frac{k\pi x}{L} \tag{3}$$

till följd av de homogena randvillkoren. De termvisa derivatorna av ekvation (3) insätts sedan i ekvation (1), vilket ger

$$\sum_{k=1}^{\infty} (u'_k(t) + \frac{ak^2\pi^2}{L^2} u_k(t)) \sin \frac{k\pi x}{L} = 0.$$

Lösningen till differentialekvationen $u'_k(t)$ ges till följd av Fourierutvecklingar och skrivs

$$u_k(t) = c_k e^{-ak^2\pi^2 t / L^2}, \quad \text{där } k \text{ är ett heltal.} \tag{4}$$

¹⁵⁰ Sparr, G & Sparr, A (2000 s 7-9)

¹⁵¹ Sparr, G & Sparr, A (2000 s 69-71)

Ekvation (4) insatt i lösningen till värmeledningsproblemet i ekvation (3) ger

$$u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} c_k e^{-ak2\pi^2 t / L^2} \sin \frac{k\pi x}{L}, \quad (5)$$

och med randvillkoret i ekvation (2) insatt i ekvation (5) fås uttrycket

$$u(x,0) = 200 = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \sin \frac{k\pi x}{L}.$$

För att serien skall vara konvergent gäller då att

$$c_k = \frac{2}{L} \int_0^L 200 \sin \frac{k\pi x}{L} dx = \frac{400(-\cos k\pi + 1)}{k\pi} = \frac{400(1 - (-1)^k)}{k\pi}.^{152} \quad (6)$$

Temperaturfördelningen $u(x,t)$, som en funktion av materialets tjocklek i millimeter och tiden i sekunder, fås slutgiltigen genom insättning av ekvation (6) i ekvation (5) enligt

$$u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{400(1 - (-1)^k)}{k\pi} \sin \frac{k\pi x}{L}.$$

Jämförelsen mellan diagram 3 och 4 åskådliggör att kyltiden och därmed cykeltiden ökar med ökande vägg tjocklek. Y-axeln visar temperaturen i den nya skalan, där 5 som är max i diagram 3 motsvarar $5+70=75$ grader i detaljens mitt. Temperaturfördelningen blir p.g.a approximationer och uppskattandet av konstanten a ej helt exakt men kan nu jämföras vid olika tjocklekar. Efter 10 sek vid en godstjocklek på 0,5 mm ser den relativa temperaturfördelningen i tvärsnittet ut som i diagram 3. PC-ABS stelnar vid 110 grader¹⁵³. Diagram 4 visar temperaturfördelningen efter 10 sekunders kyltid vid 1 mm godstjocklek.

¹⁵² Sparr, G & Sparr, A (2000, s 62)

¹⁵³ Lindhe, T. (2005-04-01)

Kapitel 4 – Empiri

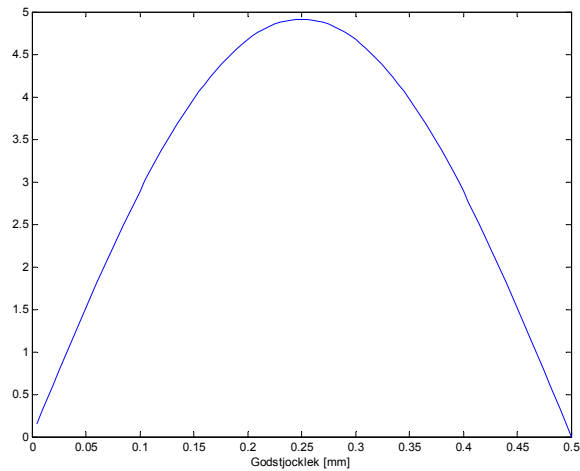


Diagram 3 *Temperturfördelning i tvärsnittet efter 10 sekunders kyltid vid godstjocklek på 0,5 mm. I detaljens mitt är då temperaturen $5+70=75$ grader och ytterkanterna har verktygets temperatur på 70 grader. Då temperaturen är mycket lägre än 110 grader hade det varit möjligt att ta ut detaljen verktyget tidigare och cykeltiden kan då bli kortare.*

I Diagram 4 är maxvärdet på Y-axeln 90, som motsvarar 160 grader. Denna temperatur nås i detaljens mitt efter 10 sekunders kyltid vid en godstjocklek på 1 mm.

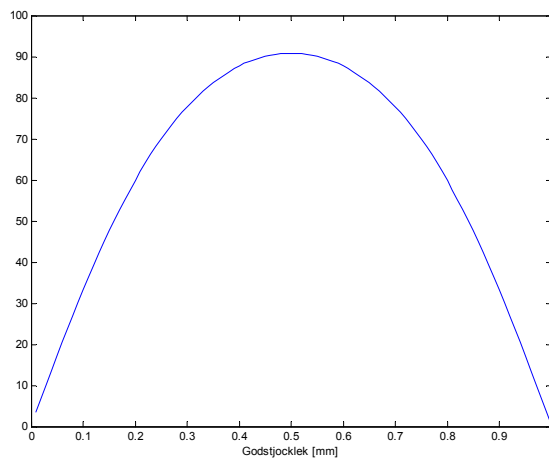


Diagram 4 *Vid en godstjocklek på 1 mm har tvärsnittets temperturfördelning detta utseende. Detaljens mitt har då temperaturen $90+70=160$ grader och måste kylas ytterliggare 50 grader innan detaljen kan tas ut ur verktyget. Vid 1 mm godstjocklek blir därför kyltiden i detta fall längre än 10 sek.*

4.3.3. Processbeskrivning

I formsprutningsprocessen smälts termoplast, duroplast eller gummi som sprutas in i ett formgivande kavitet där materialet kyls av och stelnar eller reagerar beroende på process. Efter avkylningen öppnar sig verktyget och den färdiga detaljen kan tas ut.¹⁵⁴

Formsprutningsmaskinen förses med råmaterialet, oftast plastgranulat, från dosan ovanpå plastificeringsenheten. Den finkorniga formmassan faller direkt in i plastificeringsskruven, som genom vridningen fördelar granulatet jämt.

Cylinderzonen värms upp utifrån och formmassan värms upp genom konvektion (värmeöverföring från cylinderväggarna) och genom värme från den skjuvningseffekt som skruven utövar på plasten.

Framme vid spetsen på plastificeringsskruven skall formmassan ha övergått fullständigt till flytande form. Temperaturhomogeniteten längs doseringsvägen ligger mellan ± 5 K till 30 K. Den axiala inhomogeniteten är för det mesta en faktor 2-3 större än den radiala. Den axiala inhomogeniteten är starkt beroende av doseringsvägen.

Genom maskinens framåtmatning av plastificeringsskruven byggs ett dynamiskt tryck upp som skjuter plastificeringsskruven bakåt. För att kunna bygga upp detta tryck så snabbt som möjligt försluts en ringformig spärr i skruvkanalens bakre del, s.k. bakströmsspärr. Framför skruvens spets samlas en smältmängd som räcker för att fylla verktygets hålrum.¹⁵⁵

Kompressionen hindrar ånga eller gas att följa med smältan in i verktyget. Innesluten luft, gas och ånga trycks tillbaka eller bereds avgång genom hål i en kompressionslös mellanzon.¹⁵⁶ Innan insprutningen i verktyget börjar, byggs ett mekaniskt eller hydrauliskt tryck upp från skruvkolven på 140-210 bar. Framför skruven verkar ett för maskinen specifikt insprutningstryck som beror på plastificeringskolven och plastificeringsskruvens yta. En standard formsprutningsmaskin genererar ett tryck från skruvspetsen som oftast ligger mellan 1500-2300 bar.¹⁵⁷

Insprutning sker oftast med maskinens maximala tryck. Tidsåtgången är beroende av insprutningsvolymen och insprutningshastigheten.¹⁵⁸ Verktyget är stängt när insprutningsfasen börjar. Plasten sprutas in i verktyget, vars temperatur för formning av termoplaster ligger 20-120° grader lägre än formmassan. När verktyget är fyllt, måste formmassan komprimeras för att kontraktionen som följer avkylningen skall reduceras till en acceptabel nivå. Det tryck som byggs upp under kompressionen kallas eftertryck och den motsvarade tiden kallas eftertryckstid. För att plasten skall nå en tillräcklig styvhet för att kunna tas ur verktyget, följer en resterade kyltid. Under denna kyltid plastificeras granulat för nästa insprutning.¹⁵⁹

¹⁵⁴ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, ss 300-301)

¹⁵⁵ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, ss 300-301)

¹⁵⁶ *Perstorpsboken*, (1980, s 191-195)

¹⁵⁷ Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004, ss 300-301)

¹⁵⁸ Wahlandt, J & Leisering, G. (1974, s 39)

¹⁵⁹ Stitz, S & Keller, W. (2004, s 21)

4.4. Verktügskonceptet F1 – teknisk beskrivning

4.4.1. Inledning

Genom den tekniska beskrivningen av F1 skall läsaren få en god översikt över F1-verktygets funktion och konstruktion. Beskrivningen i hela kapitel 4.4 är sammanställd från egna observationer, intervjuer med flera medarbetare på Nolato Telekom vid flera olika anledningar.¹⁶⁰ Samtliga bilder är hämtat från Nolato:s interna presentation av F1.

F1 är ett verktyg som skiljer sig principiellt från traditionella verktyg för formsprutning dels genom en modulär uppbyggnad med åtskilda platser för kaviteterna och dels genom ett nytt sätt att låsa verktyget. I låsningen utnyttjas både aktiva och passiva låskrafter. Till skillnad från traditionella verktyg som består av två verktygshalvor innehållande all mekanik, består F1 av fyra olika komponenter; *stamformsbord*, *stamformar*, *låsenhet*, och *kaviteter*. Det Nolato kallar *stamformen*, är den del av verktyget som ser likadan ut oberoende vilken produkt som skall tillverkas. I detta arbete är *stamformen* nedbruten i två olika komponenter; *stamformerna* och *stamformsbordet*. Syftet med denna avvikelse från officiell Nolato-terminologi är förtydligande de olika verktygskomponenternas syfte och kärnfunktion.

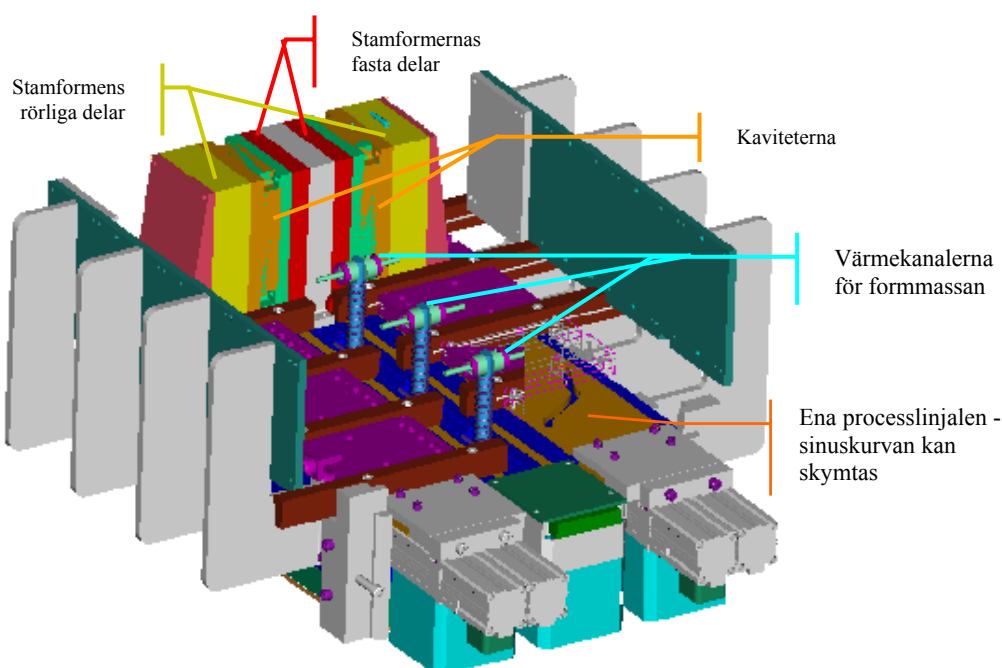


Fig. 7 F1-verktyget utan låsenhet. Här ett stamformsbord för åtta kaviteter med endast ett par stamformar och kaviteter påmonterat. CAD-ritningarna är av första utgåvan av F1. Vissa ändringar är gjorda i dag, bl.a. vinkeln på kontaktytan mellan stamformar och låsenheten, samt utstötarens konstruktion och funktion.

¹⁶⁰ Persson, L., Lindhe, T., Niemi, E., Landgren, C., Svensson, B.-C.

4.4.2. Processförlopp

Nolatos F1-verktyg används idag i traditionella formsprutningsmaskiner.

Verktyget är anpassat för produktion av enkelgjutna detaljer och monteras med *stamformsbordet* på maskinens fasta formbord, medan *låsenheten* monteras på maskinens rörliga formbord.

Stamformsbordet är basen i F1, och verktyget är uppbyggt symmetriskt över mitten av detta. Verktyget tillverkas i dag i två utgåvor; för maximalt fyra respektive åtta kaviteter. *Stamformerna* är stödramar för *kaviteterna*, vilka i sin tur innehåller själva kaviteten som formar den slutgiltiga detaljen. Denna konstruktion säkerställer ett modulärt gränssnitt som gör det möjligt att använda verktyget för flera olika typer av kaviteter.

Stamformerna består av en rörlig och en fast del. Den fasta delen till varje kavitet är monterat i par, rygg mot rygg, mot ett gemensamt gränssnitt längs med *stamformsbordets* centerlinje (Se Fig.7).

Blocken som bildas av de fasta *stamformerna* innehåller bland annat värmekanalerna där smältan leds från plastificeringsenheten in i verktyget.

De rörliga delarna av *stamformerna* rör sig i horisontalläge in mot centrum av verktyget för att stängas, och ut mot bordets ytterkanter för att öppnas. Rörelsen styrs av ett fräst spår i en processlinjal som är integrerad i *stamformsbordet* och som rör sig fram och tillbaka vertikalt längs detta.

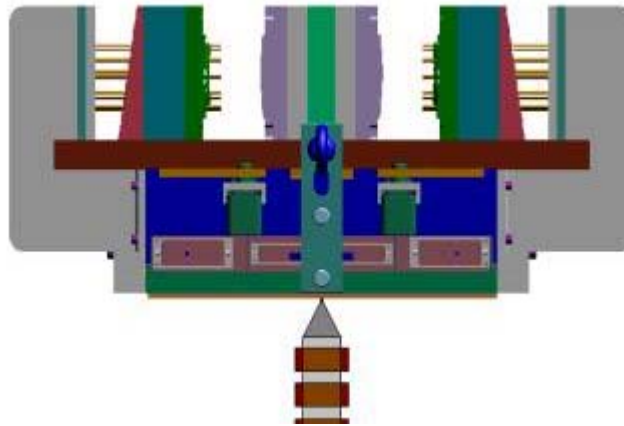


Fig. 8 Ett F1-verktyg sett rakt ovanifrån – *stamformerna* i öppet läge, med *utstöterna* stickande ut genom *kaviteterna*. *Plastificeringsenhetens spets* syns mot *stamformsbordets baksida*. (nederst i bild)

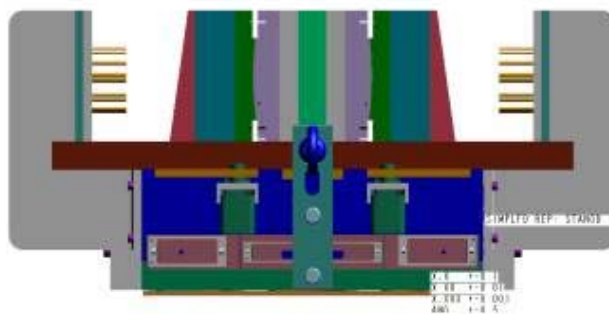


Fig. 9 *Stamformerna* och *kaviteterna* är stängda och *låsenheten* ska slutas över *stamformerna*.

Kapitel 4 – Empiri

En styrpinne på *stamformerna* följer spåret i linjalen och styr *stamformernas* rörliga delar ut och in genom horisontella spår i *stamformsbordet*.

Verktygets sista komponent är *låsenheten*, som kan liknas vid en låda av stål. När *Stamformerna* med de inmonterade *kavitetetsblocken* slutits, förs *låsenheten* mot *Stamformerna* och sluter sig som en låda över dessa i par. Inbyggda kilar i *låsenhetens* kortsidor ger elastisk töjning i långsidornas stålskivor, vilket i sin tur bygger upp låskraft i verktyget.

När full låskraft har uppnåtts, pressas smälta in från plastificeringsenheten och kaviteterna fylls med smält plast som i ett traditionellt verktyg. Verktugskaviteterna kyls sedan genom kylvatten som går i kanaler i *stamformerna* och *kaviteterna*.

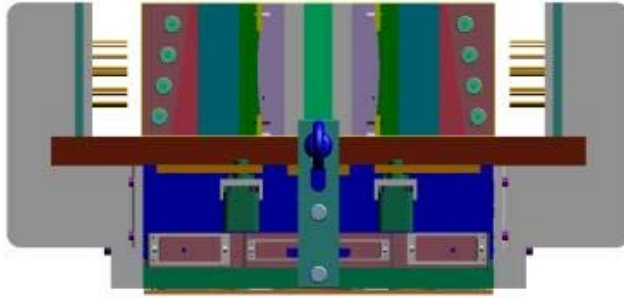


Fig. 10 *Låsenheten har greppat om stamformerna, smälta sprutas in i kaviteterna. Detaljen kyls och stelnar.*

Efter att detaljen har stelnat lyfts *låsenheten* bort och *stamformerna* öppnas när linjalen med spåret rör sig åt motsatt håll jämfört med vid stängning. När de rörliga *stamformerna* närmar sig sin position för maximal öppning, backar de mot *stamformsbordets* ytterkant. En utstötningsspinne monterat i *stamformen* tar i *stamformsbordets* ytterkant och pressar sedan utstötaren fram genom kaviteten. Detaljen blir hängande kvar på utstötaren och plockas sedan av en robot.

När detaljen plockats av roboten, stängs verktyget igen, och processen upprepas. För ett genomsnittligt mobiltelefonskal är hela processens cykeltid 15 sekunder. Öppningen och stängningen av verktyget, som i F1 sker i två steg, ökar processen med ungefär 2 sekunder. Denna försämring av cykeltiden kompenseras för detaljer som mobilskal genom väsentligt förbättrad detaljkylning i verktyget.

4.4.3. Stamformsbordet

I ett traditionellt verktyg ligger kaviteterna bredvid varandra, och låsningen sker genom aktiva krafter från formsprutningsmaskinen som, vid hjälp av tryck skapad från hydraulikcylindrar eller kraftiga elektromotorer, pressar ihop verktygshalvorna monterade på maskinens formbord.

Eftersom F1 bygger på en annan teknik, är styrningen för öppning och slutning delvis inbyggd i verktyget. Centralt i verktyget är två stora ställinjalor som rör sig i verktygets vertikalkplan vid hjälp av tryckluft. I både dessa linjalor finns det frästa spår som består av en kurva som i sin tur är sammansatt av flera sinuskurvor. Spåren fungerar som styrning för stamformens rörliga delar.

När stamformerna och kaviteterna stängs, sker det med en långsam rörelse för att minimera mekaniskt slitage på både stamformer, kaviteter och stamformsbord. Under den sista delen av stamformsöppningen, i det utstötarna griper tag och lyfter detaljen ur kaviteten, sker även det med långsam rörelsehastighet för att inte skada detaljen, samt för att reducera mekaniskt slitage. Sinuskurvorna i änderna av spåret är därför flacka för att åstadkomma detta. Sinuskurvans brantare lutning mellan de beskrivna ytterlagena säkerställer att verktygets cykeltid hålls så kort som möjligt.

Från munstycket leds smältan ut i kaviteterna genom två T-förgreningar, där den första fördelar plast till verktygets två par stationära stamformsblock, medan den senare sprider ut smältan till den enskilda kaviteten. För att klara av att spruta tillräcklig mängd plast i verktyget i ett åtta-kavitetsverktyg används två plastificeringsenheter som fyller fyra kaviteter vardera. Eftersom avståndet från plastificeringsenhetens munstycke ut till kaviteterna är relativt långt finns det inbyggda värmekanaler i *Stamformsbordet* för att hålla smältan flytande, och därmed också hålla jämn, hög kvalitet på detaljerna.

4.4.4. Stamformerna

Varje kavitet monteras på en ram som minskar risken för svikt och deformation av kaviteten. Detta minskar stabilitetskraven något på övrig utrustning. I traditionella verktyg finns bara stödjande funktion längs verktygets vertikala sidor.

Stamformen är gränssnittet mellan kavitetsblocken och det övriga delarna av verktyget. Formen består av två delar, en fast och en rörlig del. Den rörliga delen är utrustad med fjäderupphängda rullager längs med sidorna, och förflyttar sig horisontellt i ett spår längs med *Stamformsbordet*. Genom denna konstruktion säkerställs att det är styripinnarna i kaviteterna som styr passningen mellan de två verktygshalvorna eftersom stamformerna tillåts vridas något i axialled. Detta gör i sin tur att kravet på hög precision och passning hålls i kavitetsblocken, vilket i sin tur reducerar utvecklingskostnaderna för övriga delar av verktyget.

4.4.5. Kaviteterna

Generellt

Nolato har valt att modularisera F1-verktyget genom att lyfta ut kaviteterna och skilja dessa från resten av verktyget. Medan resterande delar av verktyget kan återanvändas för att göra olika detaljer i flera projekt, är själva kaviteterna unika för varje enskild produkt. Plattorna som utgör kaviteterna har en area på ca 130*200 mm, vilket möjliggör detaljer med en maximal längd/bredd på 100*160 mm. En förutsättning för detaljer med denna storlek är att låskraften per två kaviteter inte överstiger verktygets maximala kapacitet.

Kylning

Under tillverkning av mobiltelefonskal i F1 använder Nolato en formtemperatur på 80-90 grader som empiriskt visat sig lämplig. För att hålla denna temperatur måste kaviteterna kylas. Kylningen i F1 skiljer sig från kylning i andra verktyg genom att kylkanalerna i F1 kan göras icke-linjära och placeras närmare kaviteterna. Konstruktionen ger större area på kylkanalerna, vilket i sin tur leder till mindre variation i kavitetens temperatur genom processen. Resultatet ger snabbare kylning av detaljen.

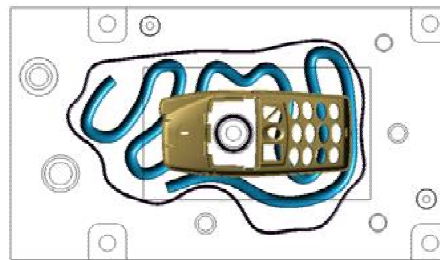


Fig. 11 Icke-linjära kylningskanaler i ett kavitebsblock

Möjligheten till den icke-linjära kylningen åstadkoms genom den modulära uppbyggnaden av kavitebsblocken. Kavitebsblocken består av flera lager stål där kylkanalerna fräses ut. I traditionella verktyg borrar de vanligen rakt genom verktyget. Den mer avancerade kylningen bidrar till att öka kostnaden för framställning av verktyget. Även i traditionell teknologi är det möjligt att få ickelinjära kylkanaler av liknande typ som F1, men det görs dock i regel inte då det är mycket dyrt.

Skilda formrum

I F1 är de olika kavitebsblocken skilda från varandra och sitter inte integrerat bredvid varandra som i traditionella verktyg. Varje kavitet är en friliggande enhet och alla kaviteter är kopior av den första. Nolato kan därmed använda endast en kavitet för prototyp-tillverkning, testning och verifikation, för sedan att snabbt bygga upp produktionen när kvaliteten på produkten är godkänd av kund och själva produktionsprocessen är optimerad.



Fig. 12 Kaviteten och stamformens uppbyggnad med detaljnära kylkanaler och hål för utstötare.

Detta möjliggör snabb produktions ramp-up, eftersom produktionen kan påbörjas så snart en kavitet gjorts färdig, för att sedan utökas när tillverkningen av ytterligare kaviteter färdigställts.

Om Nolato sedan får problem eller skador på en kavitet gör de skilda formrummen att det defekta kaviteetsblocket kan plockas bort, alternativt bytes, för att sedan fortsätta produktionen.

Vid användning av traditionella verktyg måste hela verktyget tas ned och åtgärdas vid en sådan situation. I skilda formrum avsätts avgaserna från plasten endast i kaviteterna och inte i resten av verktyget, vilket leder till mindre underhållsbehov.

Eftersom varje detalj formas i en fristående enhet, blir verktyget betydligt större än ett traditionellt verktyg där detaljerna ligger bredvid varandra och varje kavitet inte omsluts av en ram.

Utstötning

Eftersom utstötningen är viktig för kvalitén på slutprodukten, måste F1 ha en flexibel utstötarmekanism. Utstötarmekanismen är placerad i stamformen då utstötningen inte nödvändigtvis behöver vara unik och därför har utstötningen lagts i stamformen. Utstötningen kan varieras kring ett flertal standardiserade ställen. Den delen av utstötaren som kommer i kontakt med detaljen styrs av en stötstång, som får sin rörelse från utstötaren i stamformen.

F1:s horisontella konstruktion innebär att detaljerna måste plundras från verktyget med robot, eftersom det annars finns risk för att detaljerna fastnar i verktyget.

4.4.6. Låsenheten

F1 utnyttjar en egen kompletterande låsning utöver den aktiva låsning som skapas när formborden rör sig och pressas ihop i traditionella maskiner. Denna passiva låsning skapas genom att den lådformade låsenheten förs över stamformarna innan plasten sprutas in i kaviteterna. Låsenheten greppar över två kaviteter, men av monterings- och fixeringsskäl monteras antingen två eller fyra låsenheter tillsammans på en platta som sedan fästs på det rörliga formbordet. Låsenheten utsätts endast för små krafter vinkelrätt mot öppningsriktningen och har därför endast ett stödjande syfte längs denna axel. Stödet i F1 är bättre än i traditionella verktyg.

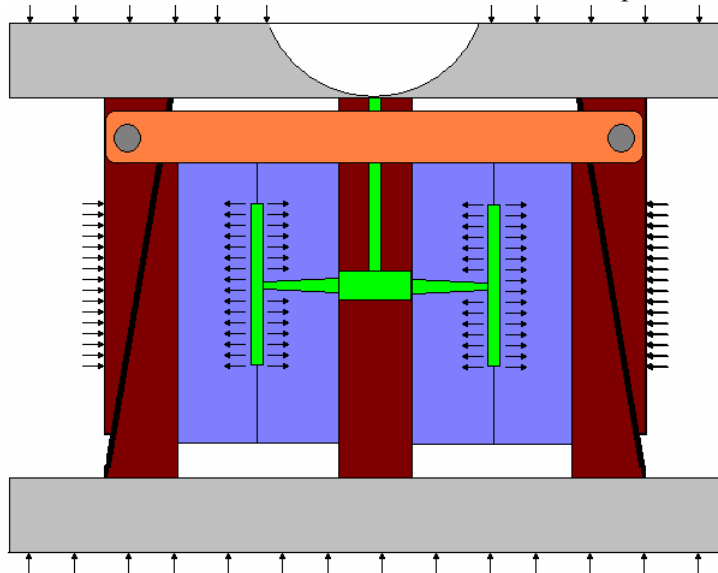


Fig. 13 F1 genomskuret ovanifrån. Pilarna visar krafterna under låsning.

För att bygga upp låskraft inuti låsenheten är lådorna utrustade med kilar in mot mitten av låsenheten. När låsenheten förs ned över stamformerna ligger kilarna inte emot stamformarna för att undvika onödigt slitage.

När de rörliga kilarna sluter fullständigt om stamformerna, pressar maskinens aktiva låsning låsenheten ned över stamformerna. Kilarna glider då in i låsenheten och deras lutning bygger upp en passiv låsning som gör att låsenhetens sidoväggar tänjs. Därmed byggs det upp ett tryck inuti själva låsenheten som i sin tur klämmer mot kaviteterna. Själva låsenheten kan motstå ett tryck på max 200 ton. Tryck över detta leder till permanent deformation, plastificering, av låsenheten. Som en konsekvens av de avskiljda formrummen innebär detta 100 tons låsningskraft per kavitet.

För att minska slitage vilar kilarna på rullager mot låsenhetens kortsida, medan kontaktytorna mellan stamform och kilar smörjs in med fett vid regelbundna serviceintervall. Ett symmetriskt ingrepp om stamformen säkerställs med gasdämpare som pressar fram kilarna när låsenheten lyfts bort från stamformen.

Låskraften i en formsprutningsmaskin regleras av styrenheten som styr det rörliga formbordet. Utav den aktiva låsningen, som skapas av formbordets rörelse, behövs endast ett par procent i F1 jämfört med vad som behövs för ett traditionellt verktyg.

Vid användande av F1 i dagens maskiner är felmarginalen på den aktiva låskraften mycket hög. Felet beror på att maskinerna har en felmarginal på ca 4 % av maskinens *maximala* kapacitet. Konsekvensen av detta för en 100 tons maskin är att nedjustering av önskad låskraft till 5 ton ger en verklig låskraft på mellan 1 till 9 ton. För att kringgå detta problem har Nolato kompletterat sina maskiner med ytterligare kalibrering för låga låskrafter.

Eftersom F1 i huvudsak använder passiva låskrafter, med en fast ram som låser runt kaviteterna, finns en inbyggd mekanisk lösning för reglering av låskraften i själva verktyget. Eftersom låskraften ökar ju längre kilarna pressas in i låsenheten, kan låskraften justeras genom att reglera hur långt in i låsenheten kilarna pressas. Detta regleras genom att skruva mellanlägg av olika tjocklekar fast på stamformsbordet. Mellanläggen tar emot kilarna och dessa pressas olika långt in i låsenheten beroende på mellanläggens tjocklek.

Enligt tester som genomförts vid Nolato beräknas låsenheten tåla ungefär 3 miljoner skott innan slitage gör att den måste bytas. Det är framförallt kilarnas lager och stötdämpare som slits, men låsenhetens slitagebeständighet är under utveckling.

4.4.7. Användning av F1 i traditionella maskiner

I dagens formsprutningsmaskiner är storleken på formborden direkt proportionell mot låskraften och därmed maskinens storlek. Detaljens storlek bestämmer verktygets storlek, som motsvarar ett bestämt minsta mått på formlåsningsbordet. Dessutom sätter detaljstorleken ett ungefärligt mått på hur stor låskraft som behöver byggas upp. Denna korrespondens mellan formlåsningsbordsstorlek och låskraft är standardiserad på marknaden formsprutningsmaskiner. Eftersom F1 verktyget blir väldigt stort vid användande av åtta kaviteter, omöjliggör det användning av verktyget i mindre traditionella maskiner även om den aktiva låskraften är tillräcklig. Skälet till detta är att maskinens formlåsningsbord blir för små för att kunna fästa upp verktyget.

Även om F1:s åtta-kavitietsverktyg i dag använder två plastificeringsenheter under produktion, är verktyget konstruerat för att göra enkelgjutna detaljer. Att göra detaljer i olika typer av plaster eller färger är därför i dagsläget omöjligt med F1.

En annan typ av dekoration som används, så kallad In Mold Decoration, IMD, är en produktionsteknik som bygger på etablerade verktygsstandarder och tekniken är därför inte användbar i F1. För att tillverka detaljer med annan färg och yta än det som är möjligt genom formsprutning, måste detaljer producerat i F1 därför lackeras efter gjutning.

Formsäkring

Formsäkring innebär en kontroll av att kaviteten är tom innan en ny produktionscykel påbörjas. Syftet med detta är att motverka att kaviteterna förstörs genom att detaljer kläms eller genom för högt tryck inuti kaviteten. För traditionella verktyg är formsäkringen inbyggd i maskinernas styrenhet. Denna känner av om det finns tryck i kaviteterna när formlåsningsborden förs samman. Om tryck existerar är detta en indikation på att en detalj finns kvar i kaviteten och maskinen stannar.

Det finns i dag ingen formsäkring i F1. Skälet till detta är att låsenheten i F1-verktyget är otempererad, vilket gör att låsenheten utvidgas något vid produktion. Därför måste en viss lägesvariation av maskinens formsäkringsläge tillåtas. På grund av F1-verktygets dubbla låsning går det inte att automatiskt avgöra om någon detalj fastnat. En fastnad detalj skulle ge uttryck i en utökad bredd på verktygskaviteterna som endast hålls mycket lätt ihop. Låsenheten kan utvidgas något under längre produktion till följd av värmeavgivning från kaviteterna. Det går därför inte att bestämma ett exakt läge då låsenheten känner av ett tryck, då beröringspunkten i låsningen också flyttar vid längdutvidgning. Detta i kombination med den tillåtna variationen på formsäkringsläget, gör att maskinen inte registrerar någon tryckökning i kaviteterna när en detalj finns kvar i formen, vilket i sin tur kan förorsaka kostsamma skador på verktyget.

Mobilskal är en känslig detalj som måste plockas ur verktyget med robot. Härigenom kan komplexiteten med formsäkring i verktyget kringgås, då roboten kan programmeras att stoppa processen om inte rätt antal produkter har plockats ur verktyget.

4.4.8. Konstruktionsförlopp

F1-verktyget är framtagit på Nolato, huvudsakligen av Lars ”Malte” Persson som är FoU-chef på Nolato Telekom. Konzeptutvecklingen påbörjades i januari 2000, som en respons på omfattande kundkrav på reducering av ledtiderna. Verktyget har utvecklats av Nolato i Kristianstad, men då Nolato flyttar sin verktygstillverkning till Kina kommer vidare utveckling att flyttas dit.

För Nolato har det varit viktigt att skydda verktygskonceptet. Företaget har därför ansökt om sex olika patent, där huvudpatentet skyddar kaviteternas utformning och sättet att låsa genom aktiva och passiva krafter.¹⁶¹

Sedan utvecklingen påbörjades estimerar Lars ”Malte” Persson att företaget har lagt ned ungefär 15 miljoner kronor på projektet, inklusive patentkostnader. Av detta är majoriteten av kostnaderna rena verifieringskostnader, men exakt hur kostnadsfördelningen ser ut har företaget inte gjort tillgängligt för insyn. En tidig ekonomisk utvärdering av konceptet anslog tillverkningskostnaderna för verktyget att vara ungefär hälften av kostnaderna för traditionella verktyg i Europa, vilket skulle ge Nolato en operationell fördel jämfört med företagets konkurrenter.¹⁶²

¹⁶¹ Huvudpatentet – *Verktyg för formsprutning och metod för framställning därav, samt användning av metoden för framställning av formsprutningsverktyg för formsprutning av mobiltelefonkomponenter*. Patentnummer: SE524002

¹⁶² Persson, L (2005-04-04)

4.5. Branschöversikt

Med verktygskonceptet F1 rör sig Nolato Alpha i gränslandet mellan olika branscher. För att förstå företagets affärssituation krävs en grundläggande kunskap om dessa. Rapporten kommer därför att beskriva plastbranschen i stort, med fokus mot formsprutning av mobiltelefonskal. Därefter kommer mobiltelefonbranschen och Nolatots kunders situation beskrivas. Syftet med den generella beskrivningen nedan är att ge läsaren en grundläggande marknadskänedom.

4.5.1. Plastbranschen generellt

Plastbranschen är inte en enskild bransch utan en matris av olika branscher som ägnar sig åt olika delar av produktion av plast. Tillverkare av polymera material, tillverkare av detaljer i plast, samt företag som återvinner plast kan alla sägas vara del av plastindustrin. En matris över *plastdetalj-tillverkningsbranschen* kan sammanställas dels utifrån vilka komponenter som produceras, utifrån vilken typ av teknologi som används i tillverkningen och slutligen utifrån vilken typ av plast som används.

I Europa är de mest intressanta produktgrupperna, oberoende av tillverknings-teknologi och plasttyp, förpackningsindustrin, byggindustrin och fordonsindustrin.¹⁶³ Förpackningsindustrin är här den största aktören. År 2000 omsattes mer än hälften av all plast i Väst-Europa, 16 milj. ton, inom denna branschgren.¹⁶⁴ Näst störst var byggindustrin med omsättning på 5,3 milj. ton, vilket svarar för 17 % av all termoplast.¹⁶⁵ Trots att fordonsindustrin stod för endast 5 %, av den totala omsättningen av plast år 2000, bedömer branschspecialister som AMI¹⁶⁶¹⁶⁷ att detta är det mest intressanta användningsområdet för termoplast. Bakgrunden är att:

”[fordonsindustrin] utövar en kraftig påverkan på plastik forskning och utveckling, eftersom den ofta utnyttjar industriellt framställda plaster med de högsta specifikationer. På grund av detta är [fordons-] industrin en mycket god indikator på prestanda förbättringar för industriellt framställda plaster, särskilt inom sektorn för kundanpassade formsprutade detaljer, där man hittar det mesta av bilindustrins efterfråga.”¹⁶⁸

En annan viktig orsak till att fordonsindustrin bedöms som viktig är framtidsutsikterna ”en nypublicerad EU-studie prognostiserar att plast kommer att utgöra 25 % av fordonens totala vikt innan 2020. 1980 var siffran endast 5 %, ökade till 8 % 1990 och till 13 % år 2004. 2010 anslår studien att 19 %, baserat på vikt...[kommer att vara plastdetaljer]”.¹⁶⁹

¹⁶³ <http://pidbooks.com/ami/AMIdefault.asp?> (2005-02-10)

¹⁶⁴ <http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=114> (2005-02-10)

¹⁶⁵ <http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=104> accessed 2005-02-10

¹⁶⁶ AMI: ”Applied Market Information Ltd. är et specialistföretag inom marknadsundersökning och konsulttjänster för den globala kemikalie- och plast industrin”.

¹⁶⁷ <http://pidbooks.com/ami/APaboutus.asp?>

¹⁶⁸ <http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=116> (2005-02-10)

¹⁶⁹ <http://www.immnet.com/articles/2004/December/2518>. (2005-01-27)

4.5.2. Formsprutningsbranschen

Formsprutningsbranschen är inte en homogen bransch i sig, utan en övergripande benämning för en bransch som använder formsprutningsteknologi för att tillverka detaljer i plast.¹⁷⁰ AMI uppskattar att det finns över 13000 formsprutarföretag i Väst-Europa.¹⁷¹ Av dessa finns ungefär 540 i Skandinavien¹⁷², varav 350 av dessa i sin tur finns i Sverige¹⁷³. Branschen består av specialistföretag som har nischat sig inom tillverkning av speciella typer av produkter eller produktgrupper.¹⁷⁴ Förutom ren produktspecialisering kan företagen delas in beroende på vilket material de använder i sina detaljer. Mest avancerad är produktion av detaljer i teknisk plast, som är en termoplast med höga kvalitetskrav.¹⁷⁵

De olika formsprutarnas nischning är ofta historisk och bygger på en relation till en stor kund med ett specifikt behov inom ett visst område. Medan det i dagsläget finns en uppsjö av företag som sysslar med olika typer av formsprutning av konsumentplast, är det svårare och mer kapitalkrävande att tillverka högkvalitativa detaljer som t.ex. mobilskal i teknisk plast. I Nolatos Alphas fall har den geografiska närheten till Ericsson, och senare Sony Ericsson, lett till att företaget har specialiserat sig på formsprutning och dekoration av mobiltelefonskal.¹⁷⁶

4.5.3. Mobilskalsbranschen

I dagsläget finns det fyra stora aktörer som har lyckas differentiera sig inom detta område. Dessa är, förutom Nolato Alpha, finska Perlos, tyska Balda och Nypro. Enligt Esa Niemi på Nolato är dessa företag mer eller mindre likvärdiga. Vem som får kundorder beror oftast på vem som för tillfället har kapacitet.¹⁷⁷ Nolato är den minsta aktören med en årlig omsättning på 266 Milj €^{178, 179}, medan Perlos är störst med en omsättning på 561 Milj €. ¹⁸⁰ Nypro och Balda ligger där emellan med omsättningar på 463 Milj €^{181, 182} respektive 378 Milj €¹⁸³, alla siffror helår 2004.

¹⁷⁰ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁷¹ <http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=102>, (2005-02-24)

¹⁷² <http://pidbooks.com/ami/APproduct.asp?dept%5Fid=102&pf%5Fid=P125Z>, (2005-02-24)

¹⁷³ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁷⁴ Landgren, C. (2005-01-25)

¹⁷⁵ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁷⁶ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁷⁷ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁷⁸ http://www.nolato.se/downloads/financial/2004/nolato_2004_annual_swe.pdf (2005-03-24)

¹⁷⁹ Växelkurs 2004.12.31 SEK/€: 1 SEK = 0.1107612097 €. Källa: <http://www.xe.com/ict/>

¹⁸⁰ <http://www.perlos.com/index.asp?id=C95D7AA87BDC4022975566B978885873> (2005-04-20)

¹⁸¹ <http://www.nypro.com/Company/AnnualReport/Annual2004.PDF> (2005-04-20)

¹⁸² Växelkurs 2004.12.31 US\$/€: 1 US\$ = 0.7388875408 €. Källa: <http://www.xe.com/ict/>

Mobiltelefoner är en konsumentprodukt som i dag har hög volym, men också stor tillväxt. Andra produkter med jämförbara kvalitetskrav, t.ex. bärbara cd-spelare och digitalkameror tillverkas i fem, respektive två miljoner enheter årligen medan det under samma tid tillverkas 650 miljoner mobiltelefoner.¹⁸⁴

Med dessa volymer blir också den enskilda serielängden förhållandevis stor. Enligt Nolato består en normalserie av 1 - 2 miljoner enheter, medan en kort serie är allt under 0,5 miljoner enheter. Telekomjättarnas storsäljare kan produceras i stora serier upp mot 5 miljoner enheter.¹⁸⁵

Tillverkningen av mobiltelefonskal har ändrats kraftigt sedan år 2000 genom att ett nytt processteg har inkluderats i tillverkningen. Fram till år 2000 färgades mobiltelefonerna genom färgtillsatser i plastråvaran¹⁸⁶. Vissa modeller dubbelsprutades med två olika färger, och Ericsson hade även en modell (T-39) som trippelsprutades för att åstadkomma olika färger i samma skal.¹⁸⁷

Efter år 2000 har trenden gått mer mot lackerade mobiltelefonskal och 2005 är det endast extrema budgettelefoner som inte är lackerade. Som en konsekvens av detta har formsprutningsföretagen tvingats bygga upp lackeringslinjer och en kompetens inom lackering. Från kundernas sida är numera formsprutarföretaget inte intressant om det inte samtidigt kan leverera hög kvalitet på lackeringsarbetena. Medan lack i vissa fall kan dölja låg kvalitet på detaljerna, är oftast motsatsen fallet. T.ex framhäver en blank yta varje ojämnheter i detaljen, vilket gör att kvalitetskraven på detaljerna också skärps.¹⁸⁸ I och med det nya processteget har även kostnadsbilden ändrats och mobilskalerna har blivit dyrare. I dag är produktionskostnaderna för ett genomsnittligt mobilskal ca 10 kr, och av detta är 7 kr kostnader i samband med lackering, medan 3 kr är rena formsprutningskostnader.¹⁸⁹

En bidragande orsak till det ökade priset efter lackeringen, är att processen har en högre felkostnad än formsprutning. Medan själva formsprutningen har en felfrekvens på 2 %, är en felfrekvens på 20 % inte ovanlig för lackeringslinjerna. Materialet från de defekta formsprutade detaljerna kan dessutom återvinnas och användas igen, medan de lackerade detaljerna inte kan användas igen i processen.¹⁹⁰

¹⁸³ http://www.balda.de/presse/pressemitteilung/archiv_2005/mitteilung_01729_en.html (2005-04-20)

¹⁸⁴ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁸⁵ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁸⁶ Så kallad Masterbatch

¹⁸⁷ Landgren, C (2005-01-25)

¹⁸⁸ Möller, N (2005-03-18)

¹⁸⁹ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁹⁰ Lindhe, T. (2005-01-25)

4.5.4. Hotet från lågkostnadsländer

Formsprutningsbranschen upplever i dag utflyttning av verksamhet till lågkostnadsländer i Asien och Östeuropa genom outsourcing och olika former för joint ventures. Den största nya aktören är världens, för tillfället, snabbast växande ekonomi - Kina.

Produktionsoptimering i Kina spelar efter andra regler än i högkostnadsländerna eftersom det är olika relationer mellan priset på kapital och på arbete för de olika aktörerna. De kinesiska formsprutningsföretagen har därför en helt annan produktionsfilosofi, och bilden av optimal produktdesign avviker således också jämfört med Europa och USA.¹⁹¹

Titoma, ett produktutvecklings- och tillverkningsföretag etablerat i Kina och Taiwan erbjuder outsourcinglösningar för lågkostnadsproduktion av elektronikprodukter i Kina. Företaget har ett eget designperspektiv; Design for Asian Production, som är anpassat speciellt för den kinesiska produktionsmiljön.¹⁹² På företagets hemsida förklarar de tydligt hur produktion i Asien skiljer sig från västlig produktion.

*“Because of the very low assembly costs in China there is no need for a product to be optimized for quick or easy assembly. Under China's manufacturing logic, it very often makes more sense to split a complex part in three simple ones, and fasten them together afterwards. By making the mechanical structure of a part or housing simpler, we avoid using sliders and improve injection cycle time.”*¹⁹³

I en artikel i Injection Moulding Magazine, påpekas dock att konkurrensen från Kina inte bara har varit en nackdel. Med utgångspunkt i den amerikanska marknaden hänvisas det till hur formsprutningsföretagen har omstrukturerats för att möta hotet från Kina. Genom att investera i nya högteknologiska formsprutnings- och automationsutrustning samt genom ständigt reduktion av antalet anställda i tillverkningen, har amerikanska företag lyckats höja marginalerna. Investeringarna har dessutom gjort det möjligt för dessa formsprutningsföretag att snabbt tillverka högkvalitativa komponenter i små serier. För maskintillverkarna har konkurrensen från Kina inte påverkat försäljningen i särskilt hög grad¹⁹⁴. En annan konsekvens av branschens teknologiska uppdatering är att ställtiderna har blivit kortare, vilket möjliggör ändring av producerad komponent inom en timme.¹⁹⁵

En nackdel med produktion i Kina är att medan de kinesiska formsprutningsföretagen har blivit duktiga på att producera långa serier, tar det än så länge lång tid innan produktionen fungerar som den ska. Enligt marknadsexperter saknar kineserna fortfarande kapacitet att snabbt producera högkvalitativa produkter.¹⁹⁶

¹⁹¹ <http://www.titoma.com.tw/mechanical-engineering.shtml> (2005-01-27)

¹⁹² <http://www.titoma.com.tw/design-for-asian-manufacturing.shtml> (2005-01-27)

¹⁹³ <http://www.titoma.com.tw/tooling.shtml> (2005-01-27)

¹⁹⁴ Hunold, D. Dr. (2005-04-19)

¹⁹⁵ von Hassell, A. (2004)

¹⁹⁶ von Hassell, A. (2004)

I frågan om Kinesiska formsprutningsföretag kommer att bli lika kompetenta som sina europeiska och amerikanska konkurrenter, kan det konstateras att med den teknologi som används i Kina i dag kommer det att ta tid. Samtidigt är det tveklöst att de kommer hinna i kapp, men den tid det tar ger företagen i högkostnadsländerna möjlighet att fullända sin förmåga för snabba ändringar och marknadsanpassningar. Lokala formsprutningsföretag i högkostnadsländerna har dessutom fördel av att vara närmare marknaden, något som eliminerar långa frakttider och förseningar i hamnar.¹⁹⁷

Nolatos strategi för att möta hotet från Kina har varit att etablera en egen fabrik med europeisk ledning och know-how i Beijing. Målet för satsningen är att producera detaljer i ”europeisk kvalitet” med kinesiska kostnader. En viktig förklaring till denna etablering är naturligtvis också att kunderna har valt att flytta sin produktion till Kina, och kraven på kortare ledtider har lämnat Nolato utan alternativ.¹⁹⁸

4.5.5. Telekommarknaden.

Marknadsstorlek

Försäljningen av mobiltelefoner fortsätter att växa i alla världsdelar. Enligt analysfirman Strategy Analytics såldes det under 2004 totalt 684 milj. mobiltelefoner. Försäljningsrekordet innebär en global tillväxt på 32 % jämfört med året innan.¹⁹⁹ Även inom mobilbranschen är Kina en drivande aktör. Enligt officiell statistik fick landet 4,97 miljoner nya mobilkunder under januari månad 2005. Med totalt 340 miljoner användare betyder detta att Kina nu har en mobil penetration på 25,9 %²⁰⁰. Sverige hade i jämförelse en mobilpenetration på 91 % första halvåret 2004.²⁰¹ Strategy Analytics spår dock i sina prognoser en reduktion i tillväxten till ”endast” 8 %, vilket förväntas ge en total försäljning på ca 735 milj. enheter under 2005. Den avtagande tillväxten beror på att de mogna marknaderna börjar mättas, även när det gäller uppgraderingar, medan antalet nya abonnenter förväntats avta på de nya marknaderna.²⁰²

Marknadsaktörer

På grund av Nolato Alphas förhistoria, som ett LM Ericsson ägt bolag med anknytning till mobiltelefonproduktion, har kontakterna i denna bransch upprätthållits även om bolaget har bytt ägare. Segmenteringen inom formsprutningsbranschen har gjort att Nolato Alpha har stannat kvar inom segmentet formsprutning av mobiltelefonskal.

¹⁹⁷ von Hassell, A. (2004)

¹⁹⁸ Niemi, E (2005-02-08)

¹⁹⁹ <http://www.itfacts.biz/index.php?id=P2558> (2005-03-22)

²⁰⁰ <http://www.di.se/Nyheter/?page=%2fAvdelningar%2fArtikel.aspx%3fArticleID%3d2005%5c03%5c02%5c135470%26words%3dkina%25> (2005-03-22)

²⁰¹ http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/Svensk_telemarknad_forsta_halvaret_2004.pdf, (2005-03-22)

²⁰² <http://www.itfacts.biz/index.php?id=P2558> (2005-03-22)

Kundbasen har dock bräddats avsevärt jämfört med i början, då Ericsson var enda kunden.²⁰³ Ericsson, genom Sony Ericsson, är fortfarande bolagets största kund, men företaget har tillverkat detaljer för bolag så som Siemens, Nokia och Motorola²⁰⁴.

Marknaden för tillverkning av mobiltelefoner har fram till nyligen dominerats av stora varumärkestillverkare som Nokia, Motorola och Samsung. Dessa OEM²⁰⁵ tillverkare har gjort mobiltelefoner som operatörerna sedan har delsubventionerat och sålt till sina kunder. På senare tiden har maktförhållandet inom telekombranschen förskjutits och operatörerna har blivit starkare och ställer större krav på OEM tillverkarna när det gäller hur telefonerna ska se ut och vilken funktionalitet de ska ha. Hos t.ex. Sony Ericsson i Lund innebär detta att företaget upprättat en egen organisation på fyra personer som ska analysera krav och specifikationer från bolagets kunder, mobiloperatörerna, för att vidarekommunicera dessa önskemål till teknikutvecklings-avdelningen.²⁰⁶

Den nya marknadssituationen har även lett till framväxt av ODM'are²⁰⁷ vilket är tillverkare utan eget varumärken. Dessa köper teknologi av aktörer som t.ex. Ericsson Mobile Platforms, för sedan att utveckla och producera egna produkter och därefter sälja dessa till kunder som sätter sina varumärken på produkten.²⁰⁸ Även de traditionella OEM producenterna använder sig ibland av tillverkningskapacitet från ODM'are. Sony Ericsson har t.ex. köpt olika lågkostnadstelefoner från ODM producenter²⁰⁹.

Företag som Nolato har ett ambivalent förhållande till ODM producenter eftersom de till viss grad är konkurrenter. Båda aktörerna erbjuder t.ex. monterings-tjänster, men Nolato har väsentligt högre marginaler. Medan Nolato opererar med ungefär 10 % marginal, opererar ODM aktörerna med runt 3-4 %. Att leverera till ODM kan vara önskvärt eftersom det kan ge ökade volymer. Avvägningen blir om företaget är beredd att sänka marginalerna och att avstå från inkomster från montering.²¹⁰

Framtagningsprocessen för mobiltelefonskal

Att ta fram en ny mobiltelefon är en relativt lång process som tar olika tid beroende på om det är en helt ny produktplattform eller en ansiktslyft av en befintlig modell.²¹¹ En plattform, som innehåller all hård- och mjukvara för att telefonen ska fungera, kan användas i 5-10 olika telefonmodeller. Genom att byta detaljer som display, kamera och mjukvaran för användargränssnitt mellan de olika modellerna, kan telefonproducenterna differentiera till relativt låg kostnad.²¹²

²⁰³ Landgren, C (2005-01-25)

²⁰⁴ <http://www.nolato.se/default.asp?id=214> (2005-03-05)

²⁰⁵ Original Equipment Manufacturer

²⁰⁶ Richardson, M (2005-03-15)

²⁰⁷ Original Design Manufacturer

²⁰⁸ Niklasson, R. (2005-03-31)

²⁰⁹ Möller, N (2005-03-18)

²¹⁰ Niemi, E. (2005-04-01)

²¹¹ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

²¹² Niklasson, R. (2005-02-03)

Oavsätt telefonkategori görs dock plastdetaljerna i två steg. Det första är prototypstillverkning. Verktygen till prototyperna tillverkas av en leverantör som har specialiserat sig på att snabbt och effektivt tillverka prototyper för olika sorters produkter. Syftet med prototypverktygen är att ge alla involverade aktörer en verklig känsla för produkten. Som en konsekvens är verktygen inte utformade för att optimera själva industriproduktionen och de tillverkas av seghärdat stål med en hållbarhet på cirka 100 000 skott.

Verktygens viktigaste egenskap är snabb leverans, normalt inom en vecka, och hög kvalitet på detaljerna.²¹³ Den korta leveranstiden säkerställs genom att optimera bort alla ”tidstjuvar”, men också genom att utesluta processer som är viktiga vid tillverkning av produktionsverktygen.²¹⁴

Det finns olika skäl till att samma verktyg inte kan användas för massproduktion som för prototypproduktionen. För att hålla så låga kostnader som möjligt måste primärt produktionsverktygen optimeras för att ge så korta cykeltider som möjligt. Detta innebär optimering av bl.a. kylkanaler och godstjocklekar.

Den helhetliga tillverkningsprocessen kommer också med i bilden och det kan vara så att ändringar görs för att underlätta montering av telefonen i senare processsteg. En annan viktig skillnad är materialvalet, där produktionsverktygen tillverkas av hårdare stål som tål upp mot 1 miljon skott, vilket i sin tur leder till svårare bearbetning av alla verktygsdetaljer.²¹⁵

Dokumentation är en viktig faktor eftersom leverantörerna av färdiga komponenter har betydligt större krav på sig att dokumentera än vad prototypverktygstillverkarna har. Orsaken är att kunden vill ha förhistorien dokumenterad för att ha något att kunna gå tillbaka till om leverantören ska stå till svars i samband med tvister vid ev. felaktigheter.²¹⁶

Som i så många andra branscher, jagar även mobiltelefonbranschen ledtider för att, genom en reduktion av dessa, komma åt dolda kostnader. Samtidigt har företagen blivit mer medvetna om den egna sårbarheten. Bland företag i dag är det inte ovanligt med risk management planer och att företagen har strategier för hur risker hanteras. Eftersom det rör sig om stora volymer, och därmed också stora pengar, har mobiltillverkarna i allt större grad gått in i alla led i värdekedjan och styr underleverantörerna för att optimera alla moment ur ett helhetsperspektiv.

På Sony Ericsson är riskhantering också en del av inköpsstrategierna. För normala till större serier, vilket innebär leveranser av 100 000 enheter i veckan eller mera, praktiserar företaget dual sourcing.²¹⁷

²¹³ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

²¹⁴ Möller, N (2005-03-22)

²¹⁵ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

²¹⁶ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

²¹⁷ Dual sourcing: Inköp sker från två oberoende leverantörer.

För tillverkning av plastdetaljer innebär detta att en leverantör anförtros som utvecklingsleverantör, och får därmed ansvar för att, i tätt samarbete med Sony Ericsson, utveckla produktionsverktygen för projektets plastdetaljer. När verktygen sedan är färdigtillverkade, testade och verifierade, skickas ritningarna till den andra leverantören som benämns ”second source”. Denna andra leverantör tillverkar verktygen enligt ritningar och specifikationer från utvecklingsleverantören, för sedan att påbörja produktion direkt.²¹⁸

Telekombranschens värdekurva

Ur kundernas perspektiv finns det olika faktorer som avgör valet av en viss leverantör för ett givet projekt. Några av dessa faktorer är självklara och kan benämnas ”Order qualifiers” enligt Terry Hill’s taxonomi. Exempel på sådana faktorer är kvalitet, möjlighet till systemleverans²¹⁹, och även närhet till kund. Om dessa faktorer inte uppfylls utvärderas inte ens leverantörens andra förmågor. De differentierande faktorerna, ”Order winners”, är de som i slutändan avgör valet av leverantör(er).²²⁰

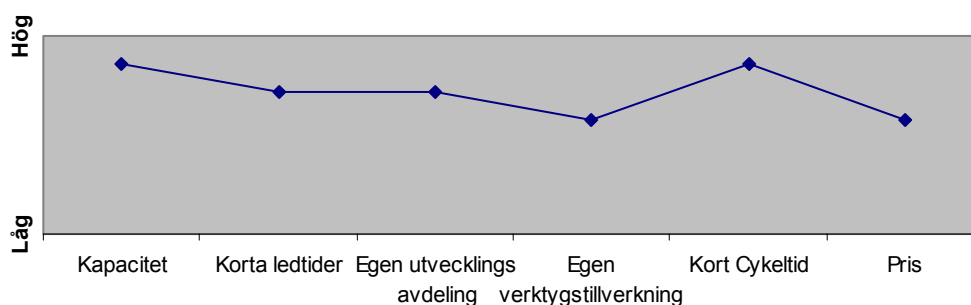


Diagram 5 Värdekurva för formsprutning inom telekombranschen

I detta examensarbete består de olika värdekurvorna av order winners, medan –qualifiers hålls utanför. För Sony Ericsson är de viktigaste faktorerna vid val av leverantör tillgänglig kapacitet och faktorer som säkerställer korta ledtider. Mobiltelefonerna har blivit mer som accessoarer²²¹ med en livscykel som hänger ihop med mode, och som kan liknas den för snabbörliga konsumentartiklar²²². Eftersom det rör sig om stora kvantiteter, och därmed också stora belopp, betyder en försenad lansering av en produkt stora kostnader. Därför är det viktigt att säkerställa att produkten kommer på marknaden så snabbt som möjligt.²²³

²¹⁸ Möller, N (2005-03-22)

²¹⁹ Systemleverans är en produkt som är sprutat, lackerad och i vissa fall även delmonterat.

²²⁰ Hill, T (2000, ss 39-45)

²²¹ Talk (Höst/Vinter 2004/2005)

²²² Åsly Fähræus, E (2005-03-25)

²²³ Persson, B. (2005-03-22)

I ett räkneexempel med en färgkortsprinter från Polaroid, hämtat från *Product Design and Development*, förtydligar Ulrich & Eppinger betydelsen av korta utvecklings- och produktionstider. Genom att visa nuvärdet av ändringar i lanseringstidpunkten och nuvärdet av ändrade utvecklingskostnader, framgår det att tiden är den faktor som ger störst utslag på nuvärdet av produktens intjäning under livsrykeln.²²⁴

De två nästa faktorerna hänger ihop med, och är oftast grundförutsättningar, för korta ledtider. Utvecklingskompetens hos leverantören är en vinnande faktor för Sony Ericsson. En utvecklingsavdelnings främsta uppgift är att hjälpa kunden att optimera designen på produkten med fokus på att underlätta montering och optimering för snabbare och billigare produktionsprocess. Denna kompetens hänger i stor grad ihop med tillgång på egen verktygsstillverkning, eftersom tillgång på kompetens som kan justera, bygga och ”trimma” verktygen lokalt, också ger möjlighet att åstadkomma korta ledtider.²²⁵

Att kunna leverera rätt mängd artiklar till rätt tid är en kvalifier. Dock är processens cykeltid ett viktigt urvalskriterium för Sony Ericsson. Skälet till detta är att vid kortare cykeltid ”... kan det kanske räcka med hälften antal verktyg att betala och verifiera jämfört med [verktyg med lägre effektivitet]”.²²⁶ Inom nära framtid kan det även bli aktuellt att specificera krav på cykeltid till leverantören, och kravtiden kommer då sannolikt ligga kring 10 sekunder.

Den sista faktorn – pris, rör sig i gränslandet mellan kvalifier och winner. I vissa fall är priset det utslagsgivande för vem som tar hem en order, medan i andra fall värderas andra faktorer som viktigare, vilket i sin tur gör att priset anses som ett tröskelvärde som inte får överstigas.²²⁷

4.5.6. Kundens tankar om F1

Under intervju med en av Nolatos potentiella kunder, sken det genom en viss besvikelse över Nolatos hantering av F1. Kunden, som även till viss grad har varit med att utveckla F1, ansåg att Nolato inte i tillräcklig grad har klarat av att korta ned tillverkningstiden för verktyget under de tre åren verktyget har varit tillgängligt i produktion. Enligt kunden har Nolato under marknadsförning och presentation av F1 haft som mål att tillverka produktionsverktyg inom en vecka. I dagsläget tyckte kunden att ett mer passande namn för verktyget vore F4, där siffran 4 reflekterade antalet veckor för verktygsframställningen.²²⁸ Nolato själva ansåg dock att kritiken till viss grad var obefogad, eftersom företaget, i processgenomgång med samma kund tidigare, har påvisat att kunden inte klarar av att skörda fördelarna av snabbare verktygsstillverkning. Skälet till detta är att andra delar av tillverkningsprocessen inte klarar av kortare ledtider.²²⁹

²²⁴ Ulrich, K. & Eppinger, S. (2003, ss 307-325)

²²⁵ Persson, B. (2005-03-22)

²²⁶ Möller, N (2005-04-04)

²²⁷ Persson, B. (2005-03-22)

²²⁸ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

²²⁹ Niemi, E. (2005-04-01)

Inköpare och verktygsspecialister hos den potentiella kunden uttryckte även en viss oro för konsekvenserna av att Nolato nu väljer att lägga ned sin verktygstillverkning i Kristianstad för att flytta tillverkningen till Kina. Även om Nolato med samma arbetsmängd vill ha lägre kostnader, var kunden bekymrad över att mycket av kompetensen kring F1 kommer att förloras i flyttlasset. Kunden betraktade detta som kritiskt, eftersom Nolato, enligt kunden, fortfarande inte har utvecklat verktyget färdigt, bland annat i förhållande till begränsningar i antal och storlekar på backar i verktyget.²³⁰ Det fanns en viss oro för att flytten kan komma att bidra till längre leveranstider, och även ökade kostnader.²³¹

Ett problem nyligen upptäckt hos kunden är problematiken kring dual sourcing. Eftersom Nolato önskar att hålla F1 teknologin för sig själv, anser kunden att teknologin är en *disqualifier* för Nolato's del i kampen om de stora orderna. Däremot ansågs det att företaget har möjlighet att konkurrera om de mindre orderna där endast en leverantör används.²³²

Nolato å sin sida har lite svårt att förstå varför kunderna vill ha två leverantörer på så relativt små serier som 100 000 i veckan, eftersom det är mindre än vad ett åtta-fack F1-verktyg kan leverera.^{233, 234} Utöver riskspridning betraktar kunden inköpsstrategin som ett sätt att öka konkurrensen bland leverantörerna, för att säkerställa kostnadsfokus, ökad servicegrad och kortare ledtider oavsett val av leverantör.²³⁵

Ur kundens perspektiv ansågs den största fördelen med F1 vara de skilda formrummen. Dessa ger möjligheten att plocka bort en kavitet som inte ger tillfredsställande kvalitet, och sedan fortsätta produktionen med de resterande kaviteterna. I traditionella verktyg måste hela verktyget plockas bort om fel uppstår, med fullständig produktionsstans som följd.²³⁶

²³⁰ Persson, B. (2005-03-22)

²³¹ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

²³² Möller, N. (2005-03-22)

²³³ Niemi, E. (2005-02-08)

²³⁴ Färdiga produkter levererat från en veckas produktion i F1 åtta-fackverktyg 161 022 enheter. Kalkyl baserat på 15 sek cykeltid, 80 % beläggningsgrad, 80 % produktionstid, 22 % samlat kassation.

²³⁵ Möller, N (2005-04-04)

²³⁶ Kjellqvist, M. & Möller, N. (2005-03-18)

Analys

Analyskapitlet utgår från den första frihetsgraden och analyserar innovationens prestanda. Värdet av F1:s förmågor analyseras sedan i den andra frihetsgraden - mikromiljön vid hjälp av RBV. Verktøjets potential analyseras ur den tredje frihetsgraden med teorier från Värdeinnovation. Slutligen analyseras den fjärde frihetsgraden för att kartlägga teknologins orealiserade potential inom komplementära och närliggande branscher.

5.1. Ekonomisk jämförelse

5.1.1. Ekonomisk analys

I diagrammen åskådliggörs hur kostnaderna varierar vid användande av både F1-verktyg och motsvarande traditionellt verktyg för att se under vilka förhållanden som F1-teknologin har bäst möjlighet att lyckas. En mängd faktorer varierar för att förtydliga vilka faktorer som har störst genomslag på artikelkostnaden och var vidare utveckling av F1-teknologin ger störst genomslag. I de jämförelser där kavitetsantalet inte är en variabel är kalkylen gjord på ett fyrakavitetsverktyg.

I diagram 6 illustreras hur verktygskostnaden för de olika teknologierna varierar med kavitetsantalet.

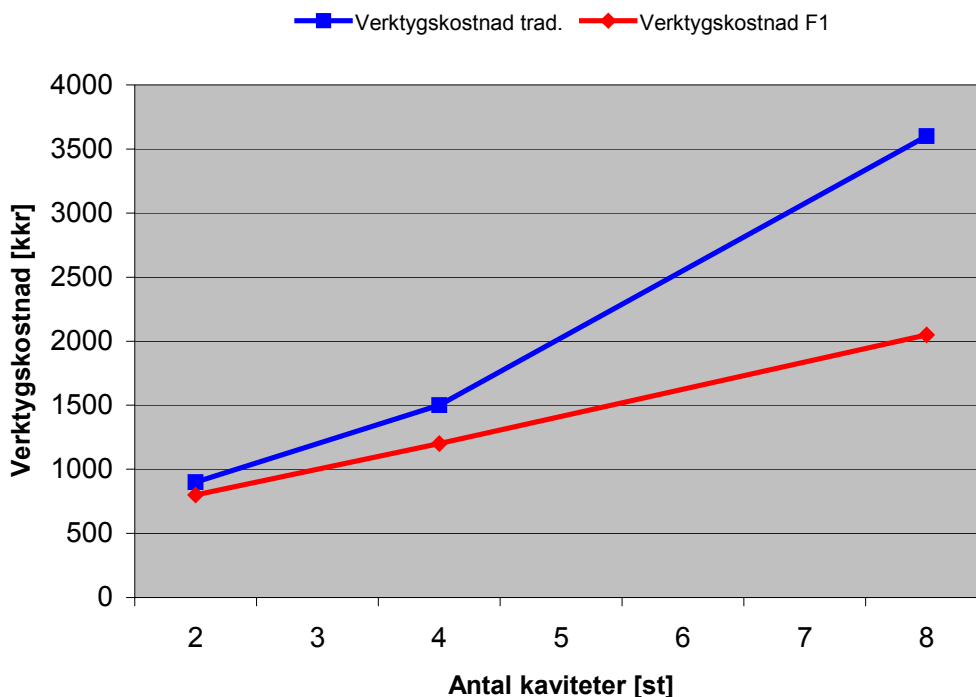


Diagram 6. Jämförelse av verktygskostnader som funktion av antalet kaviteter.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

Vid traditionell tillverkning av tvåkavitetsverktyg för en mobilskalsdel, erbjuder F1 ingen kostnadsfördel. Den största skillnaden ses vid mångkavitetsverktyg som traditionellt är mycket dyrare än motsvarande verktyg skulle vara med F1-teknologin. Emellertid verkar kunderna mer intresserade av verktyg med korta cykeltider än verktyg som kan leverera många detaljer i ett skott. Om det inte är möjligt att förändra kundernas önskemål för flerkavitetsverktyg, är detta en anledning till att även se på andra användningsområden för F1-teknologin.

Tillverkning av flera kaviteter för traditionellt med sig att ändringar blir dyrare. Detta kan vara en anledning till att kunder inte omedelbart kan tänka sig ett åttakavitetsverktyg. Eftersom F1-teknologin möjliggör testning av den första kaviteten enskilt, blir även risken för framtida ändringar lägre än vid mångkavitetsverktyg med traditionell teknologi.

Det finns troligtvis utrymme för ytterliggare kostnadssänkningar i kaviteter som tillverkas efter den första, då kopieringsförfarandet kan standardiseras och sannolikt bli billigare vid tillverkning av F1-verktyg i större skala.

En framtida kostnadskurva visar sannolikt fortfarande en mindre kostnadsskillnad vid tvåkavitetsverktyg, men skillnaden i framställningskostnad för fyra- och åttakavitetsverktyg ökar.

En av orsakerna till varför antalet önskade kaviteter begränsas, är det ökade kravet på låskraft. För att klara låskraftökningen i traditionell teknologi behövs oftast en mycket större formsprutningsmaskin, vilket inte är en konsekvens med F1-teknologin. Den andra begränsande faktorn är formbordens begränsade storlek. Formborden storlek utnyttjas dock mycket väl i F1, genom att den projicerade arean mot formborden är betydligt lägre än i traditionell teknologi. Den minskade kostnaden för flerkavitetsverktyg kan komma till nytta främst vid produktion av högvolymprodukter.

Kapitel 5– Analys

F1-teknologin har en annorlunda kravbild på maskinen, vilket medför behov för viss extrautrustning av maskinen. Till denna extrautrustning hör extra kalibrering av maskinen för små låskrafter och en speciell typ av robotutrustning som sedan skrivs av på tre projekt. I diagram 7 har därför kostnaderna för anpassningsutrustningen till maskinen lagts på övriga verktygskostnader för F1-alternativet för att se effekterna på kostnadsbilden.

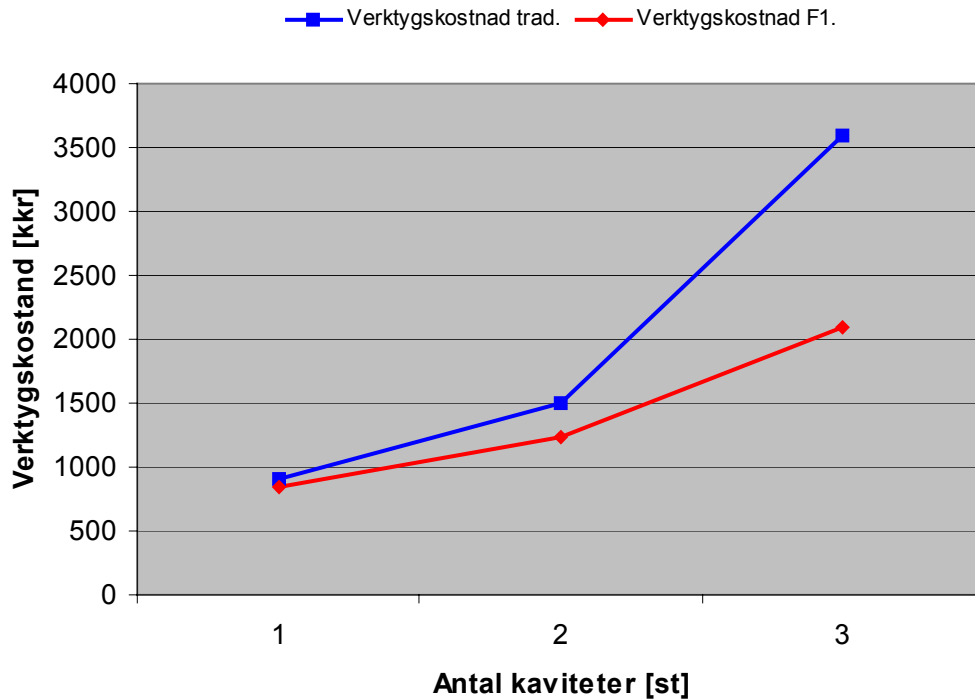


Diagram 7 *Verktygskostnad inklusive anpassningskostnader på maskinen.*

I jämförelse med diagram 6, blir de ovan diskuterade förutsättningarna för möjligheter till att offerera flerkavitetsverktyg ännu viktigare eftersom de stora kostandsfördelarna finns att hämta främst vid mångkavitetsverktyg.

Om verktygskostnaden skulle varieras ger det genomslag på artikelkostnaden.

I diagram 8 åskådliggörs skillnaderna i artikelkostnad för ett 4-kavitetsverktyg med F1-anpassad maskin och robotutrustning jämfört med ett standard traditionellt verktyg på fyra kaviteter och motsvarande maskin utan anpassning.

Verktygskostnaden skrivs av på ett halvår, vilket motsvarar en total serielängd på ca 2,5 miljoner artiklar för ett fyrakavitetsverktyg. Då detta är väldigt stora serier kommer därför verktygsvariablerna överlag få något mindre genomslag än för genomsnittlig formsprutningsverksamhet. Förutom cykeltiderna, som uppmätts till olika värden för de olika teknologierna, hålls övriga variabler konstanta.

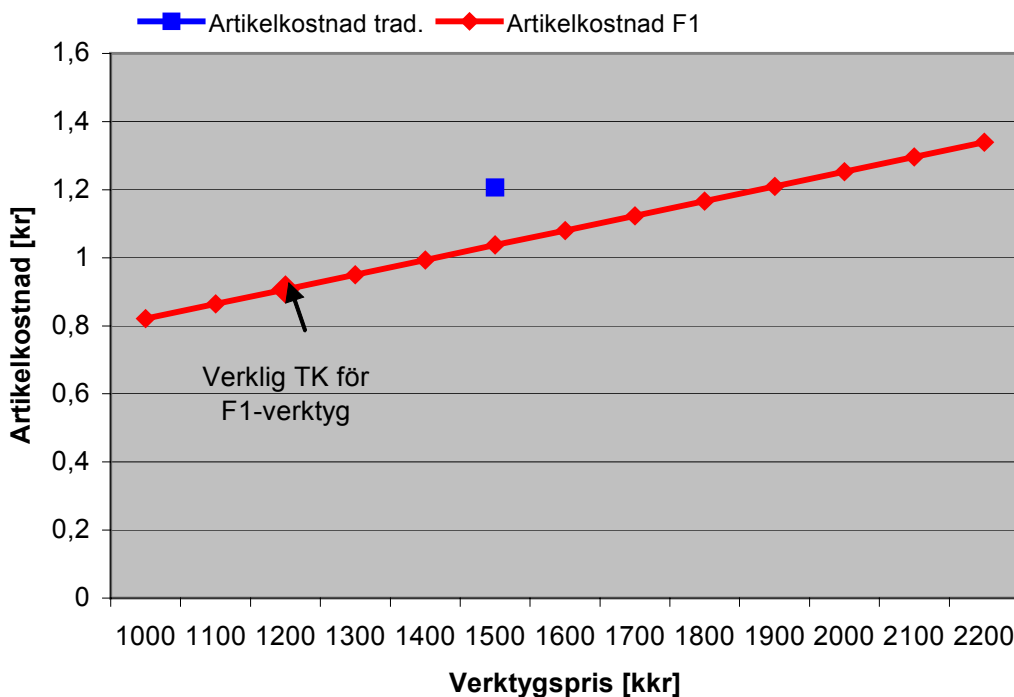


Diagram 8 Verktögsprisets genomslag på artikelkostnaden.

I diagrammet visas hur artikelkostnaden varierar då verktygspriset ökar eller minskar. Den verkliga tillverkningskostnaden för ett F1-verktyg i fyra kaviteter har markerats i diagram 8. Även vid stora serielängder på 2,5 miljoner enheter som i detta fall, har verktygspriset stor inverkan på artikelkostnaden. Artikelkostnaderna varierar med kavitetsantalet, dels p.g.a. att verktyget blir dyrare, men även för att fler detaljer tillverkas på samma tid.

I just denna kalkyl har dock inte hänsyn tagits till att beläggningsgraden i produktion kan minska till följd av att en maskin producerar den mängd som flera maskiner tidigare gjort. I det fallet då orderingen är konstant, kommer andra maskiner stå oanvända, vilket försämrar produktionsekonomin. Hänsyn tas inte heller till att ingjövsvikten per detalj kan öka något, särskilt i traditionell teknologi, beroende på vilken typ av ingjöt som används. Vidare har inte tagits hänsyn till att en större maskin kan behöva användas vid produktion med traditionella flerkavitetsverktyg.

I diagram 9 visas skillnaden i artikelkostnad i de fall som samma typ av maskin kan användas från två upp till åtta kaviteter.

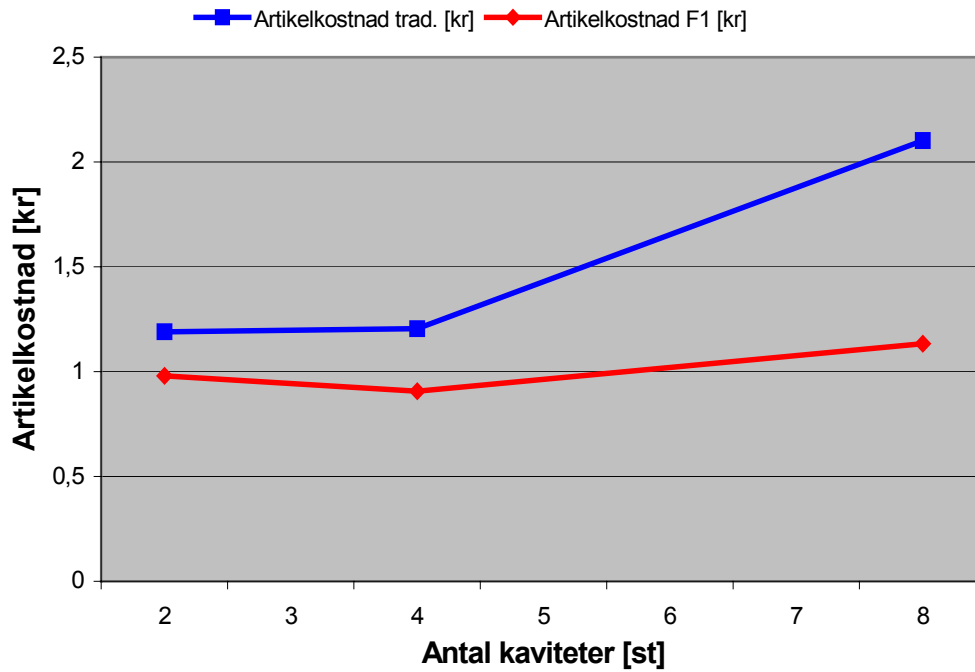


Diagram 9 Artikelkostnad som funktion av kavitetsantalet

I diagrammet syns tydligt att det kan vara svårt att ekonomiskt motivera ett mångkavitetsverktyg i traditionell teknologi, eftersom de i en ekonomisk jämförelse måste skrivas av mycket snabbare. Dessutom förutsätts här att beläggningsgraden hålls konstant, vilket innebär att orderingången ökar så mycket att den fria kapaciteten helt kan utnyttjas till andra projekt. Även om F1-teknologin erbjuder bättre förutsättningar för lönsamhet under dessa förutsättningar, kan produktion med F1 anses som ett större risktagande för kunden då F1 är en oprövad teknologi.

I de fall som volymerna kräver mångkavitetsverktyg överstiger dock ofta låskraftsbehovet för ett traditionellt flerkavitetsverktyg kapaciteten hos den befintliga maskinparken. Åtta kaviteter kräver fyra gånger så hög låskraft som ett tvåkavitetsverktyg, vilket oftast kräver en mycket större maskin. För att möjliggöra produktion i samma typ av maskiner används vanligtvis två stycken tvåkavitetsverktyg istället för ett traditionellt fyrakavitetsverktyg. Detta kan inträffa när den befintliga maskinparken är anpassad för små produkter med lägre volymer som normalt inte kräver mer än två kaviteter. Om en produkt kräver större volymer under kortare eller längre tid, resulterar det i normala fall inte i inköp av en större maskin. I kalkylen tas då hänsyn till löpande kostnader och avskrivningar för två maskiner vid användandet av två verktyg respektive fyra maskiner vid användandet av fyra verktyg.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

I F1-teknologin uppstår inte problemet eftersom F1 bara utnyttjar ett par procent av maskinens totala låskraft. Detta möjliggör användning av mångkavitetsverktyg i mindre maskiner. F1-teknologin medför därför en större flexibilitet vid valet av kavitetsantal. Även om produkten har ett högt låskraftsbehov i förhållande till maskinens kapacitet kan både fyrakavitetsverktyg och åttakavitetsverktyg användas i maskinen. Detta förutsätter dock att formborden är tillräckligt stora. Formbordens storlek är dock ingen begränsande faktor om produkten ryms inom de mått som F1-kavitetsens storlek begränsar. Detta fall kan uppkomma då en produkt i en produktflora bestående av endast mindre produkter, behöver storskalig produktion. I de fallen finns det inte större maskiner att tillgå i den ordinarie maskinparken, alternativt finns inte utrymme för att ytterligare belägga det mindre antal större maskiner som funnits tillgängliga.

I diagram 10 jämförs kostnaderna utslaget på artikelnivå för att användning av flera traditionella tvåkavitetsverktyg jämfört med ett F1-verktyg på fyra respektive åtta kaviteter. För att göra jämförelsen rättvis skrivs åttakavitetsverktyget av fyra gånger snabbare än tvåkavitetsverktygen, för att slå ut kostnaderna på lika många produkter. Även här förutsätts beläggningsgraden vara oförändrad och den kapacitet som frigörs förutsätts kunna användas i andra projekt.

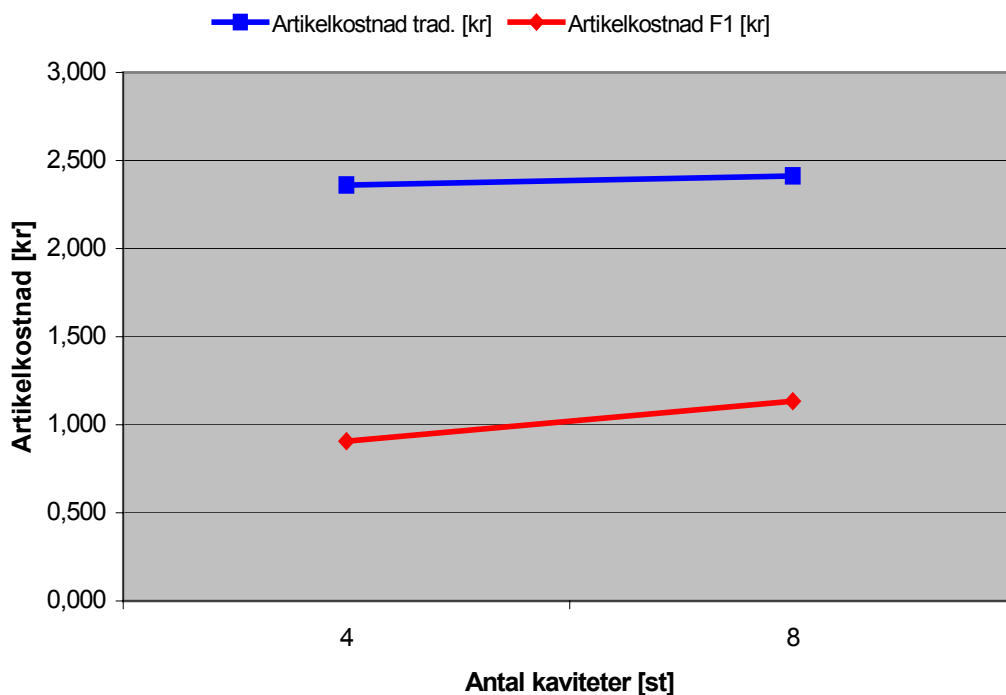


Diagram 10 Kostnader för körning av flera mindre verktyg p.g.a. att maskinparken inte klarar mer än två kaviteter.

Även om artikelkostnadsskillnaden mellan de olika teknologierna är stor, är det, trots förutsatt bibehållen beläggningsgrad, svårt att få ett lägre artikelpris för användande av ett åttakavitetsverktyg vid en serielängd på 2,5 milj. enheter.

Kapitel 5– Analys

I diagram 11 undersöks genomslaget för ett ökat eller minskat behov av verktygsunderhåll. Idag kalkyleras verktygsunderhållet uppgå till 4 % av verktygspriset per år både för traditionell teknologi och F1-teknologi. Vid beräkning på 336 produktionsdagar om året med femskift och 64 % beläggning uppgår verktygsunderhållskostnaderna till ca: 223 kr per produktionsdag.

Detta motsvarar nästan kostnaden för en operatörstimme. En verktygsunderhållskostnad på 10 % av verktygspriset motsvarar kostnaden för drygt två timmar operatörstid.

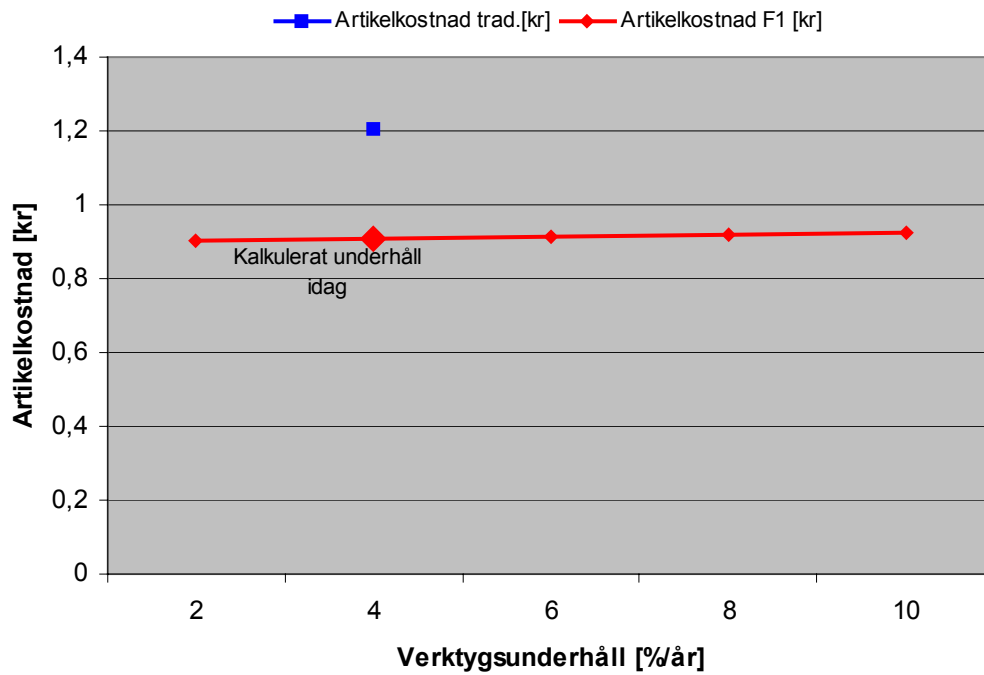


Diagram 11 Artikelkostnad som funktion av verktygsunderhållstiden.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

En maskinoperatör kalkyleras traditionellt kunna operera tre formsprutningsmaskiner samtidigt. Den kalkylerade bemanningsgraden per maskin blir då 33 %. Varken traditionella verktyg eller F1-verktyg har visat sig behöva någon särskild tillsyn under drift. Den tillsyn som krävs sker främst vid ställtider.

En varierande bemanningsgrads påverkan på artikelpriset åskådliggörs i diagram 12.

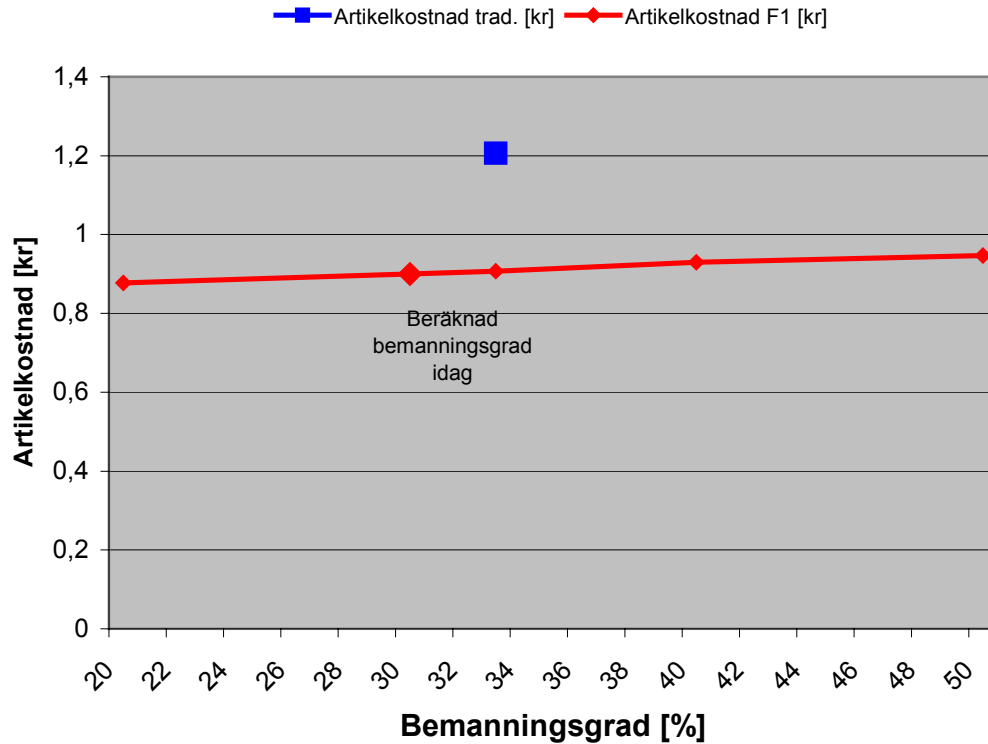


Diagram 12 Artikelkostnad som funktion av bemanningsgraden.

Diagrammet visar tydligt att bemanningsgraden måste förändras väldigt mycket för att ge större påverkan på artikelpriset. Skalan börjar på en bemanningsgrad där en operatör kan sköta fem maskiner och slutar där en operatör endast kan sköta två. En variation häremellan ger mindre än 10 öres påverkan på artikelpriset. Bemanningsgraden kan därför tillskrivas mindre vikt.

Kapitel 5– Analys

Produktens serielängd har ingen egen variabel i kalkylen utan grundar sig på att verktyget istället skrivs av på en viss tid. Verktygets kostnad fördelas då jämt över den producerande tiden fram till den angivna gränsen då verktyget skall vara betalt. Verktygsavskrivningstiden skall då motsvara produktens livslängd. I diagram 13 jämförs artikelkostnaderna för olika verktygs avskrivningstider.

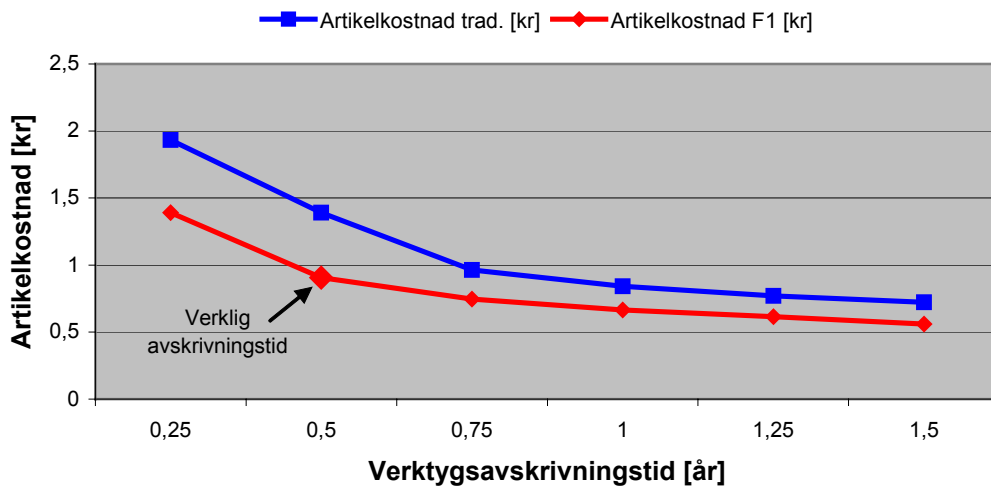


Diagram 13 Artikelkostnad som funktion verktygsavskrivningstiden.

För ett fyrakavitets mobiltelefonskalsverktyg i F1-teknologi motsvaras 0,5 års avskrivningstid av en serielängd på 2,5 miljoner detaljer och en avskrivningstid på 1 år motsvaras då av 5 miljoner detaljer. Motsvarande serielängd blir då för traditionell teknologi ca: 2 miljoner artiklar vid 0,5 års avskrivningstid och 4 miljoner artiklar vid 1 års avskrivningstid. Skillnaden beror på att de olika verktygen har olika cykeltid, vilket ger en skillnad i vilket antal produkter som verktyget skrivs av på. Desto kortare tid verktyget skrivs av på, desto mer påverkas artikelpriset eftersom verktygskostnaden dessutom är den kostnad som får störst genomslag.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

För mobiltelefonskal har F1 också en snabbare processtid. Cykeltiden är i dag tre sekunder kortare än vid tillverkning i ett traditionellt verktyg. I diagram 14 varierar cykeltiden i artikelkostnadskalkylen vid användning av F1 verktyget.

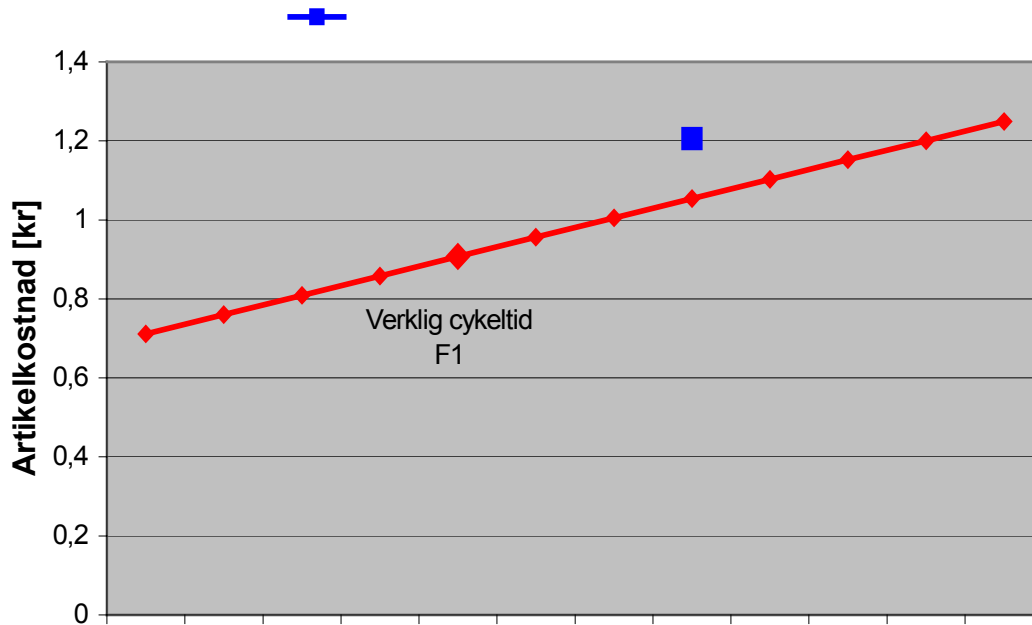


Diagram 14 Artikelkostnad som funktion av cykeltid.

Under de förutsättningar som valts att räkna på får cykeltiden mycket stort inflytande. Artikelkostnaden för två fyrakavitetsverktyg i respektive olika teknologi jämförs här, där skillnaden mellan punkten som markerar traditionell teknologi och punkten som marker artikelkostnaden för F1 vid samma cykeltid, till stor del motsvaras av den billigare verktygskostnaden. Anpassningskostnadernas begränsade genomslag åskådliggörs i diagrammen 6 och 7.

Kapitel 5– Analys

Stamformen till verktyget skrivs idag av på tre projekt. Då Nolato skriver av sina verktyg på ett halvår innebär tre projekt 1,5 års livslängd. Stamformens livslängd har dock inte helt verifierats, det skulle därför vara möjligt att livslängden kan vara längre eller kortare. I diagram 15 visas artikelkostnaden som funktion av antalet projekt stamformen skrivs av på. Detta jämförs med artikelkostnaden vid användning av ett traditionellt verktyg.

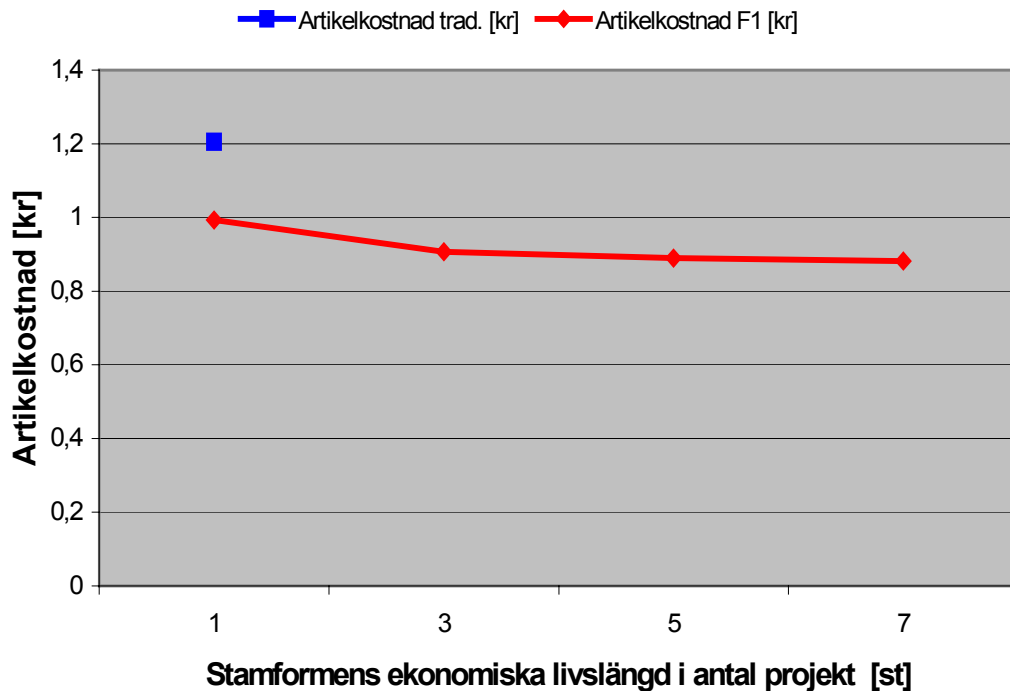


Diagram 15 Artikelkostnaden som funktion av stamformens livslängd.

Den största ekonomiska skillnaden utgörs av den redan existerande möjligheten att skriva av stamformen på tre projekt, jämfört med att använda den som en unik verktygsdel i ett projekt.

Vidare utveckling i syfte att öka stamformens livslängd kan därför inte anses som prioriterat.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

Flera av kalkylerna där olika kavitetsantal i verktygen har jämförts har förutsatt att beläggningsgraden kunde bibehållas. Ett eventuellt val att tillverka fler kaviteter per verktyg, kan få beläggningsgraden att sjunka om inte orderingen kan höjas. Diagram 16 visar vilket genomslag en förändrad beläggning får på artikelkostnaden.

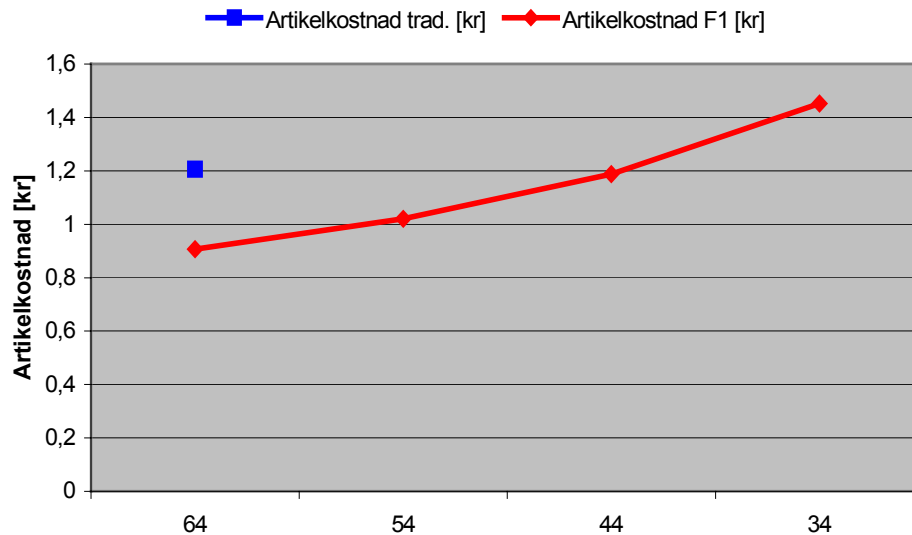


Diagram 16 Artikelkostnaden som funktion av beläggningsgrad.

En 20 % minskning av beläggningsgraden innebär hypotetiskt att två maskiner i en maskinpark på tio maskiner som går för 100 %, står stilla. En eventuell frigjord kapacitet till följd av valet att tillverka ett åttakavitetsverktyg istället för fyra tvåkavitetsverktyg skulle hypotetiskt motsvara en frigjord kapacitet på 75 %. Även om så mycket kapacitet inte frigörs i praktiken, visar detta att 20 % sänkning av beläggningsgraden är en mycket liten sänkning i fallet om åttakavitetsverktyg tillverkas istället för tvåkavitetsverktyg.

Kapitel 5– Analys

Om beläggningsgraden varierar för en artikel tillverkad i ett traditionellt tvåkavitetsverktyg och en artikel tillverkad i ett fyrakavitetsverktyg, behövs endast en beläggningsgradsminskning på 10 % för att artikelkostnaderna ska bli lika. Detta visas i diagram 17.

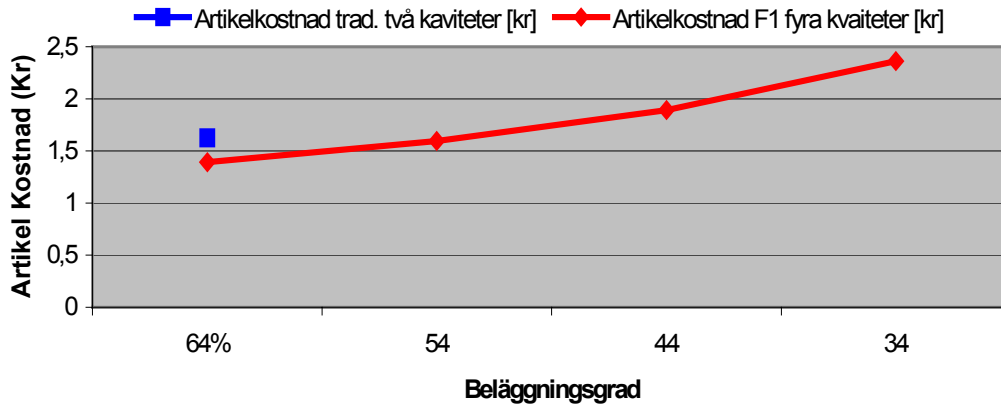


Diagram 17 *Beläggningsgradens genomslag för ett fyrakavitetsverktyg i jämförelse med användning av ett traditionellt tvåkavitetsverktyg.*

Idag används F1-verktyget i traditionella maskiner trots att bara ett par procent av låskraften utnyttjas. Därutöver krävs anpassningskostnader för att få maskinen att fungera med ett F1-verktyg. Om en maskin som utgick från F1-teknologins förutsättningar använts, skulle grundinvesteringen för maskinen kunna minskas. Maskinkostnadens genomslag på artikelkostnaden redovisas i diagram 18.

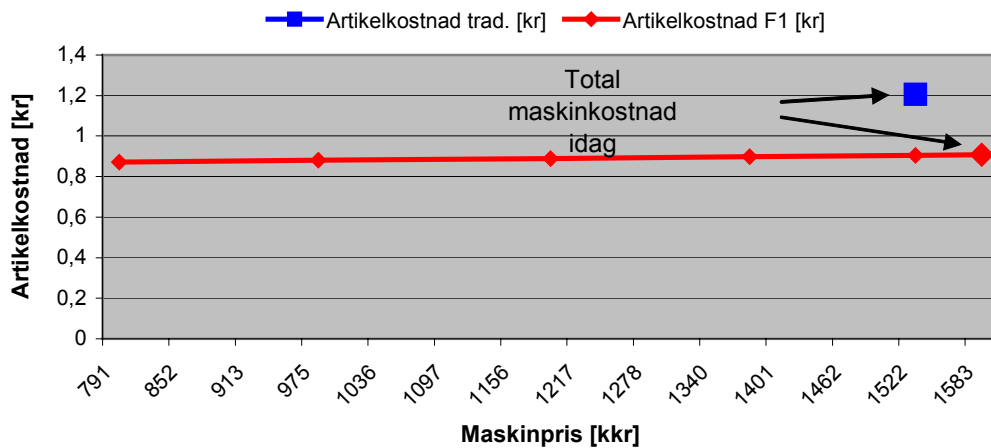


Diagram 18 *Artikelkostnaden som funktion av maskinpriset.*

Även om maskinkostnaden kan sänkas åtskilligt har enbart maskinkostanden inte tillräckligt stort inflytande på artikelkostnaden vid dessa förutsättningar, för att det kan anses som ett prioriterat vidareutvecklingsområde.

5.1.2. Sammanfattning av kalkylresultat

Flera variabler har varierats i kalkylen med olika ekonomiska implikation på artikelkostnadsnivå. Resultaten sammanfattas där variablerna kategoriseras till liten eller stor ekonomisk implikation. Med stor ekonomisk implikation avses en ungefärlig höjning av artikelkostnadspriset med minst 10 % då variabeln ökar med 10 %. Resultaten redovisas i tabell 5.

Tabell 5 Den ekonomiska implikationens storlek på artikelkostnadsnivå

Variabel	Ekonomisk implikation
Verktgyskostnad	Stor
Anpassningskostnader på maskin	Liten
Kavitetsantal	Stor
Två mindre konventionella verktyg istället för ett F1-verktyg	Stor
Verktgysunderhåll	Liten
Bemanningsgrad	Liten
Verktgysavskrivningstid/Serielängd	Stor
Cykeltid	Stor
Stamformens livslängd	Liten
Beläggningsgrad	Stor
Maskinpris	Liten

5.1.3. Jämförelse mellan konstruktionsprinciperna

Framställningsprincip

Den största principiella skillnaden mellan traditionell verktygsteknologi och F1-teknologi är graden av standardisering i F1-teknologin. I traditionell teknologi har verktygen unika lösningar som möjliggör stor flexibilitet i produktdesignen. I F1-verktyget finns begränsad flexibilitet, men potential för hög grad av standardisering. Trots den modulära uppbyggnaden och graden av standardisering har inte Nolato med F1 lyckats korta verktygsframtagningstiderna drastiskt än.

Låsningen

F1 använder den traditionella formsprutningsmaskinens låsenhet även om låskraften i huvudsak inte byggs upp genom maskinen. Maskinens låsenhet används för exakt styrning av verktygets låsenhet och för att hålla ihop verktyget. Formsprutningsmaskinernas mycket exakta styrning blir genom F1-teknologin bara halva lösningen på styrningen eftersom kaviteterna styrs av stamformen. Kombinationen av mekanisk styrning med elektronisk medför ett extra moment vid inställningen och kan till viss del öka komplexiteten och minska användarvänligheten.

Den tredimensionella låsningen kring kaviteten i F1-teknologin gör att kavitetens position fixeras ytterliggare jämfört med ett traditionellt verktyg. En exaktare låsning gör det möjligt att ställa höga krav på den formsprutade detaljens ytkvalitet. Detta gör att F1-teknologin lämpar sig särskilt för produkter där ytfinish är viktig.

Maskinens låskraft och formbordens storlek är det som oftast begränsar uppåt vilket kavitetsantal som används, trots att det teoretiskt maximala facktalet enbart bestäms av maskinens maximala plastificeringskapacitet. Genom att utnyttja passiva krafter har F1 eliminerat låskraftkapaciteten som en begränsande faktor. Istället för att maskinen begränsar låskraften, begränsar istället F1:s stamform låskraften till 100 ton per artikel. Detta är högre än vad som krävs för mobiltelefonskal trots att detta är produkt med mycket höga krav på ytkvalitet. Därför kan begränsningen uppåt tillskrivas mindre betydelse.

I F1-teknologin sker låsningen i två steg, vilket förlänger cykeltiden med ca 2 sek. Vid formsprutning av mobiltelefonskal är cykeltiden i F1-verktyget 15 sekunder, 3 sekunder snabbare än processtiden i ett traditionellt verktyg, trots den mera tidskrävande låsningen.

Låsningen i sig innebär både för- och nackdelar. Låskraftsbehovet reduceras kraftigt, men låsningen i två steg ökar den totala processtiden. Låskraften måste även ställas in på själva verktyget utöver på maskinen. Låsningsförfarandet begränsar också användningsområdet för verktyget eftersom stamformen inte klarar produkter med låskraftsbehov över 100 ton.

Cykeltiden

Vid korta processtider får låsningen i två steg stort inflytande på cykeltiden. Den förbättrade kyltiden genom uppbyggnaden i skikt, får störst inverkan på tjockväggiga produkter eftersom kyltiden blir större del av processtiden. Det är svårt att göra generella antaganden vid verktygsframställning eftersom verktygen är så pass produktberoende. Reduktionen av kyltiden kan dock generaliseras under vissa omständigheter. Kyltiden beror förutom på materialet och formtemperaturen, främst på godstjockleken. I fallet med mobiltelefonskal där formtemperaturen och materialet har varit konstanta, har den totala processtiden förbättrats med 17 %. Processtiden innehåller en rad olika moment som beror på andra variabler än godstjockleken. För produkttjocklekar liknande mobiltelefonskal (0,8 mm) är motsvarande processtidsförbättring rimlig. För godstjocklekar som överstiger 0,8 mm fås sannolikt en större procentuell förbättring av processtiden, medan tunnväggigare produkter kommer ha sämre förbättringspotential.

Underhåll och reparation

F1:s uppbyggnad gör att låsenheten sluter väldigt exakt, vilket är viktigt för kvaliteten på de formsprutade produkterna. Den exakta slutningen gör också att alla de avgaser från plasten som bildas vid formsprutningen, stannar i kaviteten. I ett vanligt verktyg smutsar avgaserna ner hela verktyget, vilket gör att verktyget behöver mer dagligt underhåll. Om gaserna inte kan ta sig ut ur kaviteten ökar dock slitaget på kaviteten i verktyget, vilken är den känsligare delen av verktyget.

Genom att kaviteterna sitter i skilda formrum är det också möjligt att åtgärda fel i en kavitet utan att produktion behöver avbrytas. I teorin är det möjligt att ta bort en felaktig kavitet och fortsätta produktion i F1. I praktiken blir det dock problem med balanseringen av verktyget som då måste ställas om. I par är det dock lättare att ta ut kaviteter och fortsätta produktion utan större omställningar. I ett vanligt verktyg avstannar produktionen helt. Om F1-verktyget har minst fyra kaviteter ger detta en klar fördel för F1. Dock är F1-teknologin generellt sett en oprövad teknologi i jämförelse med den traditionella, vilket medför en större risk i produktionsprocessen.

Låsningförfarandet och verktygets konstruktion gör också att det är fler delar som rör sig mot varandra, vilket också ökar risken för ojämnt slitage och andra typer av fel på verktyget och stamformen. Detta har emellertid inte observerats på Nolato än. F1 verktygets många rörliga mekaniska delar, gör också att risken för skador på verktyget ökar. Det kan dock vara lättare att snabbt åtgärda sådana fel på verktyget med kompetens inom Nolato, i förhållande till fel på komplicerad inbyggd elektronik i traditionella verktyg.

Verktygets standardiserade uppbyggnad gör det också lättare för Nolato att tillgodogöra sig kunskap om verktygets uppbyggnad, konstruktion och användning. Förutom att det kan förkorta ställtiderna i produktionen, kan samma stamform och låsenhet användas av olika verktyg i produktionen vilket ökar flexibiliteten.

Krav på maskin och kringutrustning

I dagsläget måste en formsprutningsmaskin extrautrustas för att kunna använda ett F1-verktyg. F1-teknologin har en annan kravuppsättning på maskinen jämfört med traditionell verktygsteknologi. Låsningen i två steg för med sig ett lägre krav på låskraft, vilket dock inte kan utnyttjas med traditionell teknik. En traditionell maskin med lägre låskraft har också mindre formbord. Stamformens storlek i F1 omöjliggör användande av en mindre maskin, eftersom varje kavitet sitter enskilt och varje kavitetspar omsluts av F1:s stamform. En stamform passar för fyra kaviteter vilket gör att formborden minst måste rymma en stamform på 740 x 546 mm. Vidare krävs en fri bredd från formborden genom maskinbädden till golvet på minst 458 mm för att få plats med de luftcylindrar som driver linjalerna. Detta motsvaras ungefär av en formsprutningsmaskin med 90-tons låskraft. Konsekvensen blir då att en större maskin måste användas även om inte låskraftkapaciteten utnyttjas. En större maskin måste dessutom särskilt kalibreras att låsa med exakt tryck även för små låskrafter.

Genom kavitetsernas placering i stamformen ligger alla produkter tillverkade i F1 på samma geografiska koordinater. Detta förenklar plundringen av verktyget eftersom robotutrustningen i viss mån kan standardiseras. Plundringen av ett F1 verktyg måste dock ske av en robot eftersom stamformens uppbyggnad gör att detaljerna inte enkelt kan falla ut. Vid känsliga produkter som mobiltelefonskal, som ändå alltid tas ut med robot, är inte detta något problem, men vid en eventuell utökad användning av F1 är detta en klar nackdel.

Maskinens formsäkring kan heller inte användas i F1, vilket gör att robotutrustningen även är nödvändig för att formsäkra verktyget.

Produktmått och design

Kavitetsernas storlek möjliggör endast produkter som har en area på 100 x 160 mm och en höjd på max 25 mm. Detta gör att användningsområdena för F1 teknologin begränsas åtskilligt. En ytterligare begränsning ligger också i produkternas enkelhet, eftersom vidareförädlade processer som IMD och dubbelsprutning inte finns utvecklade för F1. Produkternas enkelhet begränsas dock neråt av att stamformen som har mycket inbyggd mekanik och förberedd utrustning för backar, vilket gör F1-verktyget onödigt komplicerat att använda för väldigt enkla detaljer. Vidare kan inte produkter med geometrier som kräver särskild extrautrustning utöver backar tillverkas. Produktens tjocklek måste ligga kring tjockleken för mobiltelefonskal och därutöver, upp till produkter som kräver max 100 tons låskraft per artikel. Vid produktion av tunnare detaljer är det mindre sannolikt att cykeltiden förbättras eftersom det extra öppningssteget tar större del av cykeltiden när kyltiden reduceras.

5.1.4. Sammanfattning av resultat

För att öka överskådligheten, summeras de viktigaste implikationerna av resultaten från den ekonomiska jämförelsen och konstruktionsjämförelsen.

Produktens design

Även om det är svårt att från ett tillgängligt produktexempel generalisera kring hur designen optimalt ska se ut, kan vissa begränsningar göras utifrån resultaten.

Produkten skall ha en ytstorlek på 100 x 160 mm och en maxhöjd på 25 mm. För väggjocklekar större än 1 mm finns det störst sannolikhet att cykeltiden påverkas positivt. Det är en fördel för F1 med produkter som utnyttjar merparten av verktygets möjligheter till backar, men som utöver backar inte har krav på extrautrustning i verktyget. F1 gynnas också av produktion av känsligare produkter som normalt behöver plockning av robot från verktyget och som har höga krav på ytkvalitet.

Seriestorlekar

Verktygspriset för F1-verktyget är särskilt gynnsamt för mångkavitetsverktyg på 4-8 kaviteter. Detta förutsätter dock volymer som kraftigt överstiger 2,5 miljoner enheter. I specialfall då behovet av låskraft är så stort i förhållande till maskinparken att det normalt tillverkas flera verktyg med ett mindre antal kaviteter, är F1-teknologin överlägsen. I alla dessa fall är dock produktionsekonomin mycket känslig för förändringar i beläggningsgraden. Mycket väl planerad produktion är en förutsättning.

Vidare utveckling

Cykeltiden är vid stora volymer den absolut viktigaste faktorn för billig produktion. Vidareutveckling av metod för bestämning av kylkanalernas optimala läge för olika produktgeometrier är den faktor som har störst ekonomisk implikation.

Eventuell utveckling av en specialmaskin som är anpassad efter F1:s kravspecifikation är inte ekonomiskt lönsam. Utveckling som syftar till utökad livslängd för stamformen är också svårt att motivera ekonomiskt.

5.2. Branschen – Resursbaserad strategi

Resultaten från den tekniska studien sätter upp ramar för inom vilka produktområden som F1 har störst sannolikhet att bli framgångsrik. Utifrån detta begränsande ramverk är det relevant att se på om F1 är en resurs som kan ge Nolato förmågor som i sin tur kan skapa konkurrensfördelar för företaget.

5.2.1. Kan en teknologi utgöra en varaktig konkurrensfördel?

Den Resursbaserade teorin framhåller att resurser skall kunna ge upphov till varaktiga konkurrensfördelar för att prioriteras. Eftersom Nolato har mycket begränsat inflytande på mobiltelefonskalens kravspecifikationer, är det inte relevant att undersöka möjligheter till ett erbjudande som inte innebär att kundens krav uppfylls. Kostnadsfördelarna med F1 är inte radikala, om än betydande inom vissa områden, vilket gör incitamenten lägre för kunden att byta teknologi och kravspecifikation. Trots att endast ökad kostnadsjakt på sikt har negativ strategisk effekt, är detta en nödvändighet för att få order. Detta gäller särskilt i Nolato's fall, som har mycket lite eller inget inflytande att påverka kundernas krav.

Om ett företag besitter en teknologi eller en resurs som gör att det kan flytta gränsen för operationell effektivitet utöver vad konkurrenterna kan, så kanske företaget kan följa en lågkostnadsstrategi utan att offra sina marginaler.

Varaktiga konkurrensfördelar sägs av Nolato inte existera i formsprutningsbranschen för mobilskal i dag. F1 påverkar endast formsprutningsdelen av framställningsprocessen för mobilskal, en liten kostnad i förhållande till lackeringskostnaden. Till följd av detta råder ingen motsägelse med den Resursbaserade teorin om att teknologi i sig inte kan utgöra en varaktig konkurrensfördel.

5.2.2. F1 genom VRIO

Nolato kan idag, med F1, tillverka mobiltelefonskal billigare än med traditionell teknologi. Anledningen till detta är den reducerade cykeltiden och lägre verktygskostnader. Korta cykeltider är en värdefull förmåga eftersom det finns uppgifter på att kunder i framtiden kan komma att kommunicera krav utifrån cykeltid. I en hög-automatiserad tillverkning kan korta cykeltider vara en faktor som kan neutralisera hotet från Asien. I specialfall då en produkt i en produktflora av mindre produkter i mindre volymer kräver höga volymer på kort tid, är F1 radikalt bättre än traditionell teknologi. Osäkerheten om behovet för en sådan lösning existerar, gör att förmågan inte nödvändigtvis är värdefull.

Modulariseringen och den partiella standardiseringen av konstruktionen gör också att det finns potential att korta verktygsframtagningstiderna. Radikalt kortare framtagningstider, vilket ingen idag kan åstadkomma med bibehållen kvalitet och kostnad, är ett starkt önskemål hos kunderna. Om potentialen till kortare framtagningstider kan realiseras kan F1 sammantaget anses värdefull.

Det måste anses mycket riskabelt att utmana konventionen i en så konservativ bransch som verktygsbranschen. De reducerade cykeltiderna, som inom alla områden ständigt är under optimering, är än så länge sällsynt för F1.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

Om F1 kan korta verktygsframtagningstiderna, med bibehållen kvalitet och kostnad, skulle det vara en sällsynt egenskap som ger tyngd åt F1:s värde. Kunderna skulle då ha högre incitament att acceptera högre risker med en oprövad teknologi.

Den lägre framställningskostnaden i kombination med hög verktygskvalité är än så länge unikt, det är dock en tidsfråga innan kvalitetsnivån på de billigare verktygen från Asien har höjts motsvarande. Den speciella lösning F1 erbjuder då en högvolymprodukt i en produktflora av små lågvolymprodukter skall tillverkas, är sällsynt. Risken är dock överhängande att det beror på att situationen är sällsynt, vilket i så fall gör imiteringsfrågan onödig. Förkortade tider av upp- och nedmontering av verktyg, kan inte anses som sällsynt. Om F1 hade kunnat korta verktygsframtagningstiderna hade det dock varit en unik förmåga.

Om cykeltiderna på mobiltelefonskal varit imiterbara skulle alla ha erbjudit det, eftersom det är så attraktivt på marknaden. F1 är inte utan svårighet imiterbar eftersom det skyddas av sex olika patent. Då F1:s användningsområde är begränsat, är det inte troligt att en verktygsmakare med en traditionellt större marknad riskerar sin position med en satsning på ett mindre och särskilt prispressat område. Tidsbesparingar i produktion genom förenklat verktygsmonteringsmontage är enkelt att imitera då det rör sig om förhållandevis kort tid i jämförelse med beläggningsgraden. Verktygsframtagningstiderna är en så kritisk fråga på marknaden att det redan hade varit imiterat om det varit möjligt att förkorta dem med traditionell verktygsteknologi.

Både förkortade cykeltider, snabbare verktygsmonteringsmontage och den lägre kostnaden för verktyget är egenskaper som påverkar produktionsekonomin positivt. Den tekniska studien visade dock att produktionsekonomin är mycket känslig för en sänkning av beläggningsgraden. Då de förbättrade förutsättningarna till stor del bygger på frigjord kapacitet, utgör dessa egenskaper ingen resurs för företaget om den frigjorda kapaciteten inte kan fyllas.

För att fylla den frigjorda kapaciteten ställs höga krav på produktionsplanering. Beläggningsgraden blir därför en mycket viktig faktor då också en mindre förändring får stort genomslag i den totala kostnaden.

Eftersom affärsområde telekom enligt tradition inte samordnar produktionen med andra företag inom Nolatokoncernen, är affärsområdet särskilt utsatt för detta problem. Situationen med högvolymprodukt i en lågvolymproduktflora för små detaljer är inte organiserad eftersom det inte är känt om, och i så fall var, detta framgångsrikt skulle kunna erbjudas.

I empirin finns exempel på hur en befintlig kund ser på inköpsstrategi och väljer att ha två leverantörer till varje del. Kundens arbetssätt innebär att verktygen, efter utveckling hos utvecklingsleverantören, kopieras hos sekundärleverantören. Eftersom Nolato inte vill dela med sig av teknologin gör det kopiering av verktyget till en annan leverantör omöjlig. För de mindre volymer produkter som en fördelning av produktionen innebär, kan det dessutom vara svårt att ekonomiskt motivera mångkavitetsverktyg. Både rollen som utvecklingsleverantör och sekundärleverantör blir omöjlig eftersom den totala processtiden och processkostnaden ökar i båda fallen. Användning av F1-verktyget i telekombranschen kan bli problematiskt om önskemålen om två leverantörer blir ett utbrett kundkrav.

Kapitel 5– Analys

Genom att kunna erbjuda korta verktygsframtagningstider hade dock ett unikt mervärde kunnat erbjudas. F1 innehåller många standardiserade delar vilket gör att möjligheten att förkorta framtagningstiderna finns. Detta är dock inte möjligt i dagsläget, men är ett satsningsområde med stor potential.

Eftersom F1-verktyget är framtaget vid Nolato Alpha i Kristianstad är det här den största kompetensen om verktyget finns. Nolatos lednings beslut att flytta verktygstillverkningen till Nolato Beijing, kan äventyra F1:s framtida utveckling då mycket värdefull kompetens och erfarenhet kan gå förlorad i flytten. Detta är en uttalad oro även från en av Nolatos kunder. Då verktygsframtagning i dagsläget inte heller utgör Nolatos kärnverksamhet finns det ytterliggare skäl att se på andra möjligheter för att driva utvecklingen av F1 vidare. Sammanställning av resultaten återfinns i tabell 6.

Tabell 6 Sammanställning av F1 genom Vrio

Förmåga	Värde- full?	Sällsynt? (Rare)	Kostbart att Imitera?	Effektivt Organiserad?	Implikationer för Konkurrenskraften
Korta cykeltider	Ja	Ja	Ja	Nej	Temporär konkurrensfördel
Billigare verktyg med likvärdig kvalité	Ja	Ja	Osäkert	Nej	Konkurrens- jämlighet
Speciallösning för högvolymsprodukt	Osäkert	Ja	Ja	Nej	Konkurrens- jämlighet
Potential att förkorta framtagningstiderna	Ja	Ja	Ja	Nej	Temporär konkurrensfördel

5.3. Värdeinnovation

5.3.1. Inledning

Ur tidigare analys framgår att Nolato har skapat ett mer effektivt verktyg än vad som finns på marknaden. Efter att ha analyserat verktygskonceptet har begränsningarna dock blivit mer iögonfallande och det har visat sig att verktyget inte klarar av en del av de ursprungliga målsättningarna. Även om F1 har förbättrat effektiviteten, har företaget till viss grad utvecklat ett verktyg med prestanda utöver, eller av en annan sort än vad kunden faktiskt efterfrågar. När vissa av kundernas primärkrav, och även ett av de viktigaste målen med F1; kortare verktygstillverkningstider sedan inte tillgodoses, skördar inte Nolato frukterna av F1:s potential.

Genom Värdeinnovation skall därför rapporten nu förtydliga hur fokusering av utvecklingsinsatserna kan göra sitt till att F1:s fulla potential exploateras.

5.3.2. Värdeinnovation – analysen

För att lyckas med Värdeinnovation är det grundläggande att företaget lyckas ändra sitt strategiska paradig. Där branschen i dag kan anses vara konservativ och bunden till fasta variabler för vad som är viktigt, måste företag som vill lyckas våga tro på att branschens inre förhållanden och regler faktiskt kan formas. Nolato's uppgift blir i framtiden att forma branschen och att häva sig över konkurrenterna. Dessa ska inte vara ett mått i sig, utan Nolato skall försöka åstadkomma marknadsdominans genom ett stort språng i värde för befintliga och nya kunder. För att Värdeinnovation ska lyckas måste det finnas en nisch för specialiserad verktygstillverkning. Samtidigt måste en grundförutsättning vara att företag som Nolato till viss grad kan påverka kundernas krav och utformning av sina respektive produkter.

Genom att svara på Värdeinnovationens fyra centrala frågor kommer analysen visa hur företaget kan gå till väga för att skapa sig ett *blått hav* inom formsprutningsbranschen.

Vilka faktorer, som branschen har tagit för givna, kan elimineras

Den mest uppenbara faktorn som måste elimineras om Nolato ska värdeinnovera med basis i F1, är möjligheten att erbjuda IMD. Ur F1:s perspektiv är det här inte frågan om teknologin *kan* elimineras, utan den *måste* eftersom F1 inte är anpassat för IMD.

Att IMD dessutom är en kostsam teknologi, gynnar kostnadseffektiviseringen inom Nolato. Eftersom det numera finns billigare sätt att tillverka dekorerade displayer, är IMD en teknologi som till viss grad är på väg ut, vilket också styrker argumentet om att utesluta IMD. Nolato kommer att tappa några kunder som kräver IMD, men att utesluta teknologin gynnar en helhjärtad satsning på F1.

Om Nolato inte erbjuder IMD, frigörs resurser som kan satsas exklusivt på F1. Det i sin tur gör att företaget kan operera med en homogen verktygs- och maskinuppsättning. Detta kommer att behövas nu när företaget ska kraftsamla sin kompetens för att lyckas med F1-satsningen.

Vilka faktorer kan reduceras kraftigt under gällande branschstandard?

För att formge olika kaviteter med komplexa geometrier, stansade hål och gropar används backar och andra komplexa mekaniska geometrier. Eftersom dessa bidrar att formge själva produkten, måste de konstrueras in i kaviteterna, även i F1. Denna produktspecifika anpassning kostar extra att tillverka, både i tid och i pengar. Genom en högre grad av standardisering, med lägre komplexitet och mindre individuell anpassning, kan Nolato reducera kostnaderna, liksom tiden det tar att tillverka verktyg.

Lägre komplexitet kan åstadkommas genom att erbjuda färre eller mer standardiserade backar i varje kavitet och genom att helt och hållet utesluta de mest komplexa geometrier i verktygen. För att satsningen ska lyckas måste Nolato dock ha kompetenta verktygsmakare och konstruktörer som kan säkerställa att de backlösningar som väljs erbjuder högsta möjliga grad av flexibilitet. Tanken bakom detta är möjligheten att återanvända samma principiella lösning i flera olika projekt.

Vilka faktorer kan hävas högt över branschstandard?

Cykeltiderna är ett effektivitetsmått inom formsprutningsbranschen. F1 har, som vi har sett tidigare, snabbare cykeltider för detaljer med vissa geometriska och storleksmässiga egenskaper. Att arbeta konstant med att förbättra cykeltiderna är något som gör att F1:s effektivitet per tidsenhet kan hävas högt över branschstandard.

Eftersom F1:s fördelar i förhållande till traditionell teknologi bygger på en rad produktspecifika förutsättningar, gör Nolato klokt i att ta fram beräkningsgrundlag för produkter som gynnas av F1 teknologin. Dessa beräkningar och schabloner kan sedan användas dels i marknadsföringssyften och dels för att exploatera möjligheter för nya produkter som gynnas av F1 verktyget. En kombination av kortare cykeltider och produkter som kan tillverkas i mångkavitetsverktyg, ger Nolato möjligheten att häva effektivitet per tidsenhet högt över branschstandard.

Vilka faktorer kan skapas som inte har existerat i branschen tidigare?

Genom empirin har vi sett att Nolato Telekoms kunder värderar korta leveranstider högt. För formsprutningsprodukter gäller detta leveranser av färdiga produkter så väl som verifierade produktionsverktyg. Det finns flera skäl till detta. De viktigaste är att produkterna har relativt korta livscyklar och hög teknologisk nivå. Eftersom den teknologiska utvecklingen är snabb inom mobilbranschen, är mobiltelefonproducenternas mardröm att lansera en telefon efter det att konkurrenterna har lanserat en modell med högre teknologisk standard. Längre ledtider innebär dessutom kortare livscykel, vilket i sin tur leder till lägre total försäljning.

Krav på korta ledtider för verktygen beror på två faktorer. Primärt vill företagen möjliggöra kortare utvecklingstid, för att därmed reducera time to market. Nästan lika viktigt är korta verktygstillverkningstider för att kunna utföra ändringar snabbt i löpande produktion. Sådana ändringar kan behövas i fall där kunden efter lansering upptäcker att telefonen t.ex. måste utrustas med större batteri för att tillfredsställa kundens krav. Nya plastdetaljer måste då framställas för att rymma den nya detaljen.

Formsprutning för Skalfördelar – verktygsutveckling vid Nolato Telekom

Ett av syftena med F1:s modulära uppbyggnad har sedan starten varit att korta ned verktygsstillverkningstiden. När detta i dagsläget inte har inträffat, kan det bero på att Nolato inte har lyckas anpassa sin organisation, procedurer och sina kunderbjudanden till verktyget. Möjligtvis krävs det även engagemang från andra aktörer, som kan bidra med kompetens och erfarenhet av standardisering av mekanisk tillverkning.

Genom att erbjuda kunderna extremt korta tillverkningstider för formsprutningsverktygen, kan Nolato etablera en helt ny strategisk logik på marknaden. I dagsläget ligger verktygsstillverkningstiden på ungefär 4 veckor, och tiden är ungefär lika lång oberoende av producent och plats. Extremt korta verktygsstillverkningstider är i och för sig något som kan ses på som en hävning i förhållande till branschstandard, men eftersom ingen lyckas erbjuda det trots önskemål från kund är erbjudandet nytt.

5.3.3. Ny värdekurva för Nolato Telekom

Vidtar Nolato åtgärderna som skisserats i de fyra frågorna och fokuserar på gemensamma drag hos kunderna, kan företaget skapa ett *blått hav* enligt teorierna om Värdeinnovation. Med F1 har företaget möjligheten att införa en konkurrensfaktor ingen av konkurrenterna kan svara på inom överskådlig framtid. Inom vissa gränser kan företaget även ta ut en högre pris för sin förmåga att leverera snabbt, och därmed inte pressas med i konkurrenternas sjunkande prisspiral. Om Nolato lyckas nå ut till en större del av marknaden och skapa större volym i sin försäljning, finns det också bättre ekonomiska förutsättningar för att använda mångkavitetens verktyg, eftersom beläggningsgraden inte blir ett problem i samma utsträckning som i dag.

Nolatos Telekoms nya strategiska paradig bygger på en helhet som reflekteras i värdekurvan. De olika elementen hänger ihop som en fokuserad helhet. Att utesluta IMD och svåra geometrier gör verktygskonstruktionen enklare, vilket i sin tur stödjer den nya strategiska inriktningen och basen för företagets *blå hav*: Extremt korta tillverkningstider för formsprutningsverktyg.

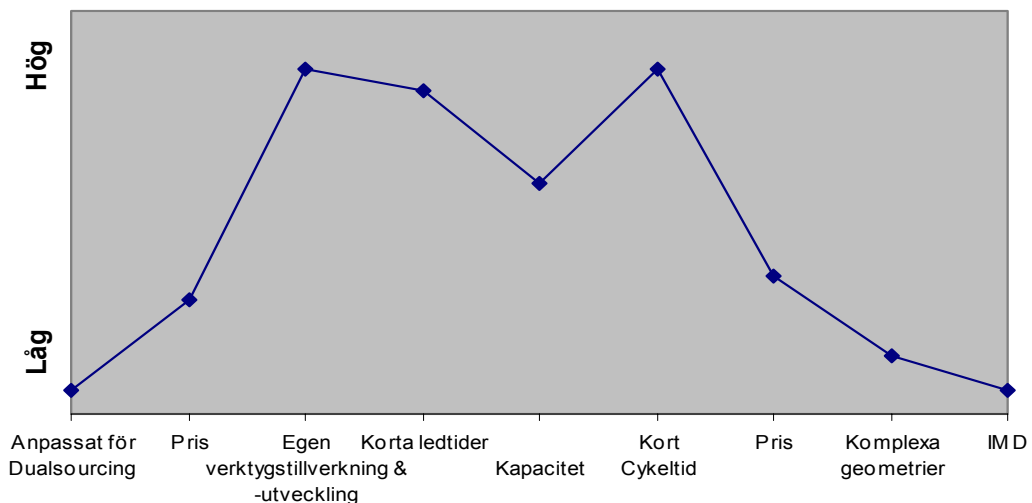


Diagram 19 Nolatos nya värdekurva efter Värdeinnovation.

Kapitel 5– Analys

För att verkligen urskilja sig från de andra leverantörerna bör Nolato satsa på att reducera tiden från order till slutgodkänd detalj till tio dagar. För att klara av denna målsättning måste Nolato ta fram samma entreprenörsanda företaget mobiliserade under den tidigare utvecklingen av F1. Etablerade sanningar måste omprövas och nya lösningar måste provas, allt för att utnyttja F1:s unika förutsättning för succé.

Vi vet redan att det tar tid och kostar pengar att utveckla verktyg i härdat stål. Ur ett tids- och kostnadsperspektiv kanske det finns andra lösningar som är snabbare och billigare samtidigt som de fortfarande tillfredsställer kundernas tuffa kvalitetskrav. Flera verktyg i billigare och enklare material är ett exempel på ett alternativ som bör jämföras med dagens lösningar i jakten på kortare tillverkningstider.

Om företaget klarar av att ändra marknadsförutsättningarna kan det även nå utöver Nolato's Telekoms traditionella bransch och tilldelas affärer som i dag går till exempelvis prototypstillverkare. Detta är en åtråvärd bransch, där marginalerna är betydligt högre än vid fullserieproduktion.

Tyvärr har Nolato dock redan hunnit med att göra ett misstag som försvårar paradigmskift och kraftsamlingen om F1 som bolagets bärande strategi. När koncernen valde att flytta verktygstillverkning till Kina kan det verka som risken för kompetensförluster inte utvärderades i tillräcklig grad. F1:s framtid är dock helt beroende av att företaget vidtar åtgärder för en vällyckad kompetensöverföring.

5.3.4. Komplementära marknader genom innovationsteorin

F1-verktyget används idag inom Nolato i den kommersiella produktionsprocessen som en *processinnovation* som bara finns hos Nolato. Med bakgrund av att Nolato befinner sig på en marknad med mycket stora aktörer och intensiv konkurrens, är det intressant av se på vad F1-teknologin kan erbjuda för mervärde som kommersiellt tillgänglig produkt.

Resultaten från den Resursbaserade analysen säger dock att inget hos F1 i dagsläget utgör en varaktig konkurrensfördel. Den kortare cykeltiden på mobiltelefonskal är inte nödvändigtvis repeterbar för andra produktgrupper. Utöver godstjockleken beror den även på produktens komplexitet, ett kvalitativt mått och därmed svårt att föra över till annan produkt. Eftersom både marknaden för formsprutningsmaskiner och för formverktyg är starkt konkurrensintensiva branscher, kommer det troligtvis ta mycket lång tid av utveckling innan F1-verktyget ens kan motsvara dagens redan starkt optimerade teknologi.

Nolato verkar själv på en marknad med stora aktörer och hård konkurrens vilket gör att den negativa strategiska effekten av kostnadsreducerande processinnovationer särskilt bör beaktas. En sänkning av priserna kan leda till ett priskrig med minskade marginaler för alla företag som följd. Ytterligare en risk med kommersialisering av F1-verktyget som produkt, är att Nolato förlorar den konkurrensfördel som verktyget eventuellt utgör. Det är därför svårt att motivera en eventuell lansering av F1 som ett självständigt produkt idag.

Från den tidigare analysen återstår då den eventuellt förkortade verktygsframställnings tider som kvarvarande viktig resurs. En resurs som idag endast är en potential. På Nolato's marknad är det enligt teorin attraktivt att utveckla en teknologi som kan dominera morgondagens marknader och lyfta företagets sjunkande marginaler. Detta kan förkortade framställningstider för verktyget sannolikt göra. Emellertid är riskerna med att vara pionjär med en ny teknologi många.

Svårigheter i skapandet av ny teknologi och ny marknad

F1-verktyget kommer aldrig att kunna användas för alla typer av produkter p.g.a. graden av standardisering. En eventuell marknad för F1-verktyget skulle därför endast utgöra ett segment av dagens verktygsmarknad. Detta skulle innebära att en marknadssegmentering i den konservativa verktygsmakarbranschen skulle behöva skapas, vilket troligtvis blir mycket svårt. Verktygsframställning idag kännetecknas av unika lösningar utan gällande standarder. Det skulle vara ett stort risktagande att försöka förändra marknadsstrukturen genom att presentera en standard för ett begränsat användningsområde. Dessa åtgärder kommer att verka allmänt marknadsskapande. Pionjärens ansträngningar som syftar till att introducera segmentering kommer därför även andra efterföljande aktörer kunna dra nytta av.

Hög teknisk osäkerhet

Det är ett stort risktagande att försöka åstadkomma något som många tidigare försökt.

Hög marknadsosäkerhet

Ett starkt argument för att inte bygga vidare på förkortad cykeltid och billigare verktygsframställning som enda resurs, är att det kan kategoriseras som en inkrementell kostnadsreducerande innovation. Den strategiska effekt vid endast kostnadsreducerande innovationer kan på sikt visa sig negativa, då de kan ge upphov till priskrig och sjunkande marginaler. Vid inkrementella innovationer blir dessutom ofta tillväxtfasen alltför kort innan efterföljarna hinner ikapp. PM-matrisen säger också att det är mera osannolikt att en innovation lyckas bortom branschgränserna, vilket skulle vara fallet för Nolato med F1. En förkortad framställningstid för verktygen hade dock kunnat klassas som en radikal innovation, då det länge varit efterfrågat men ingen kunnat erbjuda det. Utöver den nödvändiga vidare utvecklingen är det troligt att marknadspenetrationen kan ta lång tid. Pay-backtiden förlängs troligen av den nödvändiga omdefinieringen av marknadssegment. De första kunderna får därför troligen bära större del av kostnaden och utsätter sig också för ett större risktagande genom den lägre prestanda som ofta kännetecknar de första produkterna.

5.3.5. Eventuell allians

För att kunna realisera den eventuella resurs som kan korta tillverkningstiderna för verktygsframställning, behöver F1:s utveckling ett nytt och fokuserat perspektiv. För att undersöka möjligheten att producera verktyg snabbare behövs kompetens inom serietillverkning av avancerade produkter. Serietillverkningskunskap skulle kunna addera mervärde till verktygsframställning genom snabbare och bättre lösningar.

Ett tänkbart alternativ till allianspartner är då en maskintillverkare av formsprutningsmaskiner. Maskintillverkare av formsprutningsmaskiner har kunskap inom alla olika produktområden inom formsprutning och har goda projekteringsverktyg för kunders räkning. En maskintillverkare har också hög kompetens på serietillverkning av standardprodukter med individuellt kundanpassade delar. Om det allierade företaget är ett företag inom en annan bransch än verktygsbranschen är sannolikheten mindre för att Nolato skall hamna i en ogynnsam position. Risken att en maskinleverantör själv skulle försöka utnyttja F1 för andra syften än de tänkta, är minimala eftersom verktygstillverkning inte i dagsläget kräver andra kärnkompetenser. Dessutom samarbetar många maskinleverantörer med partners bland annat inom temperering och materialförsörjning och en van samarbetspartner kan vara en fördel i sig.

Ett allianskontrakt kan också vara enklare att utforma då utvecklingsuppgiften är så pass specificerad. Vidare har Nolato fördel av sin storlek. I ett samarbete med en maskintillverkare är det ett samarbete mellan två jämbördiga partner, lika både i storlek och i att verktygsframställning inte tillhör kärnverksamheten även om den är en närliggande bransch.

Tillsammans skulle dessa aktörer kunna addera mervärde genom serietillverkningens fördelar i en konservativ bransch.

5.3.6. Metodanalys

Metoden utgår från en teoretisk modell för uppfinningars påverkan i olika frihetsgrader. Teorin utgår från uppfinningens karaktär som ger implikationer för nästa frihetsgrad, mikromiljön. Modellen tydliggör hur de första frihetsgraderna är särskilt viktiga att kartlägga grundligt. Brister i den första frihetsgraden kan få omfattande implikationer för påföljande områden. Genom den omfattande tekniska studien framkommer i detta examensarbete faktorer som sätter förutsättningar för utvärdering genom den ekonomiska teorin.

I den första frihetsgraden då verktygets konstruktion jämförs med den traditionella konstruktionen framkommer en viktig begränsning. Genom öppningen i två steg begränsar den extra tidsåtgången användningsområdena utöver det som är fysiskt begränsande. I den andra frihetsgraden framkommer även beläggningsgraden som en kritisk faktor som direkt spelar in då flera av kostnadsfördelarna bygger på frigjord kapacitet genom t.ex. förbättrad cykeltid. Om inte dessa begränsande faktorer hade framkommit hade förutsättningarna för F1 sett klart annorlunda ut. I de yttre frihetsgraderna framkommer ytterliggare aspekter som får särskild vikt just på grund av de framkomna begränsningarna.

Oberoende av den exakta modellen har den ekonomiska analysen tillfört ett stort värde till resultaten i rapporten. Trovärdigheten i slutsatserna kommer dock även från den tekniska analysen. Det är genom förståelse för tekniken i kombination med ekonomiska verktyg och teorier som resultaten kan analyseras och utgöra underlag för viktiga beslut. Vid beslut om och utvärdering av tekniska innovationer kan det därför anses centralt att använda både tekniska och ekonomiska hjälpmedel. En enbart teknisk utvärdering är därför ett bristfälligt beslutsunderlag vid komplexa beslut om innovationer i framtiden. På samma sätt är en enbart ekonomisk utvärdering inte tillräckligt för att utvärdera komplexa och otestade tekniska innovationer.

Teknik och ekonomi är olika kunskapsområden som påverkar och sätter förutsättningar för varandra. När dessa kompetenser får samverka skapas förutsättningar för bättre beslut baserade på synergier från integrerad kunskap.

Slutsats

F1-verktyget bygger på en högre grad av standardisering av verktygsframställningen. Vilka delar som standardiseras och hur denna standard utformats är kritisk för verktygets förutsättningar att lyckas som produktinnovation. Standardiseringen utformats efter mobilskalstillverkning och frågan om framgång ligger till viss del i huruvida den standardiseringen är tillämpbar inom andra produktområden. Kartläggning av lämpliga produkter för användning av F1, är ett omfattande arbete som kräver mycket god kännedom om konstruktion och marknad för formsprutningsdetaljer. Kartläggningen av verktygets begränsningar ger förutsättningar för snabb bedömning av intressanta produktområden.

6.1. Sannolikt användningsområde

Produkten skall ha en ytstorlek på 100 x 160 mm och en maxhöjd på 25 mm. För väggjocklekar större än 1 mm finns det störst sannolikhet att cykeltiden påverkas positivt. För F1 är det en fördel med produkter som utnyttjar merparten av verktygets möjligheter till backar, men som inte har krav på extrautrustning utöver backar i verktyget. Dessutom gynnas F1 av produktion av känsligare produkter som normalt behöver plockning av robot från verktyget och som har höga krav på ytans kvalitet. Verktygspriset för F1-verktyget är särskilt gynnsamt för mångkavitetsverktyg på 4-8 kaviteter. Detta förutsätter dock volymer som kraftigt överstiger 2,5 miljoner enheter. I specialfall då behovet av låskraft är så stort i förhållande till maskinparken att det normalt tillverkas flera verktyg med ett mindre antal kaviteter, är F1-teknologin överlägsen. I alla dessa fall är dock produktionsekonomin mycket känslig för förändringar i beläggningsgraden. Mycket väl planerad produktion är en förutsättning.

Cykeltiden är vid stora volymer den viktigaste faktorn för billig produktion. Begränsningarna i användningsområdena utgår i det flesta fall från sannolikhet till förbättrad cykeltid. Vidareutveckling av metod för bestämning av kylkanalernas optimala läge för olika produktgeometrier är därmed den faktor som har störst ekonomisk implikation.

En specialmaskin som är anpassad efter F1:s kravspecifikation har inte visat sig ekonomiskt lönsam. Utveckling som syftar till utökad livslängd för stamformen har också visat sig svårt att motivera ekonomiskt.

6.2. Vidareutveckling

För att vidareutveckling inom detta begränsade område skall ha förutsättningar att lyckas, är både förkortade framtagningstider för verktyg och cykeltider en förutsättning. Cykeltiderna har goda förutsättningar att förbättras inom de angivna begränsningarna. Vidare utveckling återstår dock för att fastställa om potentialen för förkortade verktygsframtagningstider kan realiseras. En sådan reduktion skulle ge Nolato möjligheten att definiera nya konkurrensparametrar som skiljer företaget radikalt från sina konkurrenter. Om framtagningstiderna kan förkortas och om det finns underlag i form av nya, tillräckligt stora produktområden har F1-verktyget goda förutsättningar att skapa ett blått hav för Nolato.

För att undersöka möjligheten att producera verktyg snabbare är en allianspartner ett tänkbart alternativ. Serietillverkningskunskap skulle kunna addera mervärde till verktygsframställning genom snabbare och bättre lösningar. Verktygsframställningens komplexitet kräver erfarenhet och stor kunskap om tillämpliga tillverkningsmetoder och processer.

Ett tänkbart alternativ till allianspartner är då en tillverkare av formsprutningsmaskiner. Tillverkare av formsprutningsmaskiner har kunskap inom alla olika produktområden inom formsprutning och har goda projekteringsverktyg för kunders räkning. En maskintillverkare har också hög kompetens på serietillverkning av standardprodukter med individuellt kundanpassade delar. Tillsammans skulle dessa aktörer kunna föra innovationen F1 ett steg längre. För att en innovation som F1 skall få genomslag i formsprutningens konservativa kontext måste möjligheten finnas att korta ledtiderna avsevärt. Finns möjligheten att korta ledtiderna, har F1 potential som produktinnovation.

6.3. Metod för utvärdering av innovationer

Under arbetets gång har kritiska faktorer för F1:s framgång identifierats inom alla frihetsgrader i metodmodellen. De tekniska faktorerna har i kombination med de ekonomiska och marknadsmässiga faktorerna, gett en viktig helhetsbild genom sammanlänkningen i rapporten. Oberoende av den exakta modellen har kombinationen av teknik och ekonomi skapat ett mervärde som enskilda rapporter inom respektive område har svårare att uppnå. Det är genom förståelse för tekniken i kombination med ekonomiska verktyg och teorier som resultaten kan analyseras och utgöra underlag för viktiga beslut. Vid beslut om tekniska innovationer kan det därför anses centralt att använda både tekniska och ekonomiska hjälpmedel.

Teknik och ekonomi är olika kunskapsområden som påverkar och sätter förutsättningar för varandra. När dessa kompetenser får samverka skapas förutsättningar för bättre beslut baserade på synergier från integrerad kunskap.

6.4. Vidare forskning

Detta arbete har fokuserat på teknologi och ekonomi för att utvärdera nyttan och potentialen i F1 verktyget. Eftersom detta redan är ett stort arbete har det varit ett omöjligt åtagande att forska i vilka produkter som stämmer överens med de definierade framgångsfaktorerna. Den uppgiften kvarstår, men Nolato bör nu ha ett bra fundament för att identifiera dessa framtida produkter.

Ett annat intressant område för vidare forskning är innovations- och produktutvecklingsprocessen vid Nolato. Forskning som undersöker psykologiska drivkrafter till innovation i kontrast till den formella innovationsprocessen kan tillsammans ge Nolato en specifikt anpassad formell utvecklingsprocess. En sådan studie kan sannolikt belysa en rad beslutsfaktorer som påverkar besluten kring en uppfinning. Beslutspåverkande faktorer kanske då inte alltid berör innovationen direkt och har kanske heller inte någon teknisk eller ekonomisk relevans.

Referenser

Böcker:

Alvesson, Mats. (2002), *Understanding Organizational Culture*, First edition, London, Sage Publications, ISBN 0-7619-7005-3

Arbnor, Ingeman. & Bjerke, Björn. (1998) Företagsekonomisk metodlära, Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, ISBN 91-44-40922-2

Becker, J. et al, (2000) Formsprutningsteknik, Göteborg, Yrkesnämnden för fabriksindustrin/Novum Grafiska,

Grant, R.M. (2002), *Contemporary Strategy Analysis – Concept Techniques and Applications*, Fourth edition, Oxford, Blackwell Publishing, ISBN 0-631-23135-8

Hågeryd, Lennart, Björklund Stefan, Lenner Matz (2002) *Modern Produktionsteknik Del 1*, Stockholm, Liber AB, ISBN 91-47-05091-8

Hill, Terry. (2000), *Operations Management - Strategic Context and Managerial Analysis*, First edition, London, Macmillan Business, ISBN 0-333-77592-9

Johannaber, F. & Michaeli, W. (2004), *Handbuch Spritzgießen*, 2 utgåvan, München Wien, Carl Hanser Verlag, ISBN 3-446-22966-3

Karlöf, Bengt, (1994) *Affärslivets begrepp och modeller*, Första upplagan, Stockholm, Svenska Dagbladets Förlags AB, ISBN-91-7738367-2

Perstorpsboken, (1980), Karleboserien 14, 3 utgåvan, Stockholm, Tryckeri AB Björkmans Eftr, ISBN 91-85026-28-X

Porter, Michael (1983) *Konkurrensstrategi*, 1 utgåvan, Uddevalla, ISL förlag, ISBN 91-7698-000-6

Sparr, G. & Sparr, A (2000) *Kontinuerliga system*, 2 utgåvan, Lund, Studentlitteratur, ISBN 91-44-01355-8

Stitz, S. & Keller, W. (2004), *Spritzgießtechnik, Verarbeitung – Maschine – Peripherie*, 2 utgåvan, München, Carl Hanser Verlag, ISBN 3-466-22921-3

Ulrich, Karl T. & Eppinger, Steven D. (2003), *Product Design and Development*, 3 utgåvan, Boston, McGraw-Hill, ISBN 007-123273-7

Wahlandt, J. & Leisering, G. (1974) *Bearbetning av termoplast – formsprutning och extrudering*, Uppsala, Upplands Grafiska AB, ISBN 91-7284-024-2

Whittington, R (2001), *What is Strategy and Does it Matter?*, Second edition, Thomson Learning, London, ISBN 1-86152-3777-7

Artiklar:

- Alvarez, S. & Barney, J. (2001) *How entrepreneurial firms can benefit from alliances with large partners*, Academy of Management Executive, feb, 2001
- Balachandra, R. (1997), *Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework*, Engineering Management, 44, sid 276-287
- Barney, Jay. (1995), *Looking Inside for Competitive Advantage*, The Academy of Management Executive, Vol. 9 (4), s. 49-61
- Barney, Jay. (1996) *Bringing Managers Back In: A resource-based analysis of the role of managers in creating and sustaining competitive advantages for firms*, Artikelkompendium FEK 521/TM 010 Strategi & Styrssystem 10p HT 2003
- Bonanno, G. & Hayworth, B. (1996), *Intensity of competition between product and process innovation*, International Journal of Industrial Organization, 16, sid 495-510
- Fiol C. Marlene. (2001), *Revisiting an identity-based view of sustainable competitive advantage*, Journal of Management, Volume 27 sid 691-699
- Ehrnberg, E. & Jacobsson, S. (1993) *Technological Discontinuity and Competitive Strategy – Revival Through FMS for the European Machine Tool Industry?*, Technological Forecasting and Social Change, 44
- Ehrnberg E. & Jacobsson, S. (1997) *Technical Change and Economic Foresight*, Technological Discontinuities and Industrial Dynamics, NUTEK, sid 229-261
- Kim, W. Chan. & Mauborgne, R (1997) *Value Innovation: The Strategic Logic of High Growth*, Harvard Business Review, 1997 XX, ss 103-112
- Kim, W. Chan. & Mauborgne, R. (1999) *Creating new market space*, Harvard Business Review, 1999 Jan-Feb, ss 83-93
- Kim, W. Chan. & Mauborgne, R. (2004), *Blue Ocean strategy*, Harvard Business Review, 2004 XX, ss 76-84
- Nieto, M, (2003), *From R&D management to knowledge management- An overview of studies of innovation management*, Technological Forecasting & Social Change, 70, s 137
- Olleros, F-J. (1986) *Emerging Industries and the Burnout of Pioneers*, Journal of Production and Innovation Management, 1, ss 5-18
- Porter, Michael. (1996), *What is Strategy?*, Harvard Business Review, November-December 1996, ss 61-78
- Rosenberg, N. (1995) *Innovation's uncertain terrain*, The McKinsey Quarterly, 3
- Sydsvenskan (2005-04-28), s A36
- Talk – mobilkedjan Dialects annonsering Höst/Vinter 2004/2005
- Xu, Q. et al, (1998), *Perspective of Technological Innovation and Technology Management in China*, IEEE Transactions on Engineering Management, 45, 4, sid 381-386

Referenser

Föredrag:

Barney, Jay. Kårhuset, Lund 2005-02-08

Hommen, Leif, (2004-09-07) Föreläsning *Sectorial Innovation Strategies*,
Marknadsdriven Innovation och Produktutveckling

Intervjuer:

Hunold, Dietrich. Dr. Verktställande Teknisk Direktör, Battenfelt, 2005-04-19

Kjellqvist, Magnus Specialist – Tooling & Prototyping, Sony Ericsson Mobile
Communications, 2005-03-18

Landgren, Christer, Global Account Manager Nolato AB, 2005-01-25

Lindhe, Tomas, Processingenjör Nolato Alpha AB, 2005-01-25, 2005-03-01, 2005-
04-01

Möller, Niclas, Senior Buyer Mechanics, Sony Ericsson Mobile Communications AB,
2005-03-18, 2005-03-22, 2005-04-04

Niemi, Esa, Vice President Marketing & Sales , Nolato Alpha AB 2005-02-08, 2005-
03-11 2005-04-01

Niklasson, Roger, Country Manager Korea, Ericsson Mobile Platform 2005-02-03,
2005-03-31

Persson, Bosse, Specialist – Tooling & Prototyping, Sony Ericsson Mobile
Communications AB, 2005-03-22

Persson, Lars ”Malte” Vice President R&D, Nolato Alpha AB, 2005-01-18, 2005-01-
25, 2005-04-01, 2005-04-04, 2005-04-07

Richardson, Magnus, Sony Ericsson Mobile Communications AB, 2005-03-15

Svensson, Bengt-Conny, Verktygsmakare Nolato Alpha AB, 2005-04-01

Åsly Fåhræus, Ebba, Director Partner Relations, Anoto AB 2005-03-25

Elektroniska:

Nolato: www.nolato.se:

Nolatokoncernen – Koncernstruktur , <http://www.nolato.se/default.asp?id=246>,
(2005-03-04)

Årsredovisning 2004,
http://www.nolato.se/downloads/financial/2004/nolato_2004_annual_swe.pdf, (2004-
04-24)

Nolato Alpha – Kort historik, <http://www.nolato.se/default.asp?id=213>, (2005-03-04)

Nolato Pressmeddelande (2005 02 01) Nolato AB
http://www.nolato.se/downloads/nolato_050201_sw.pdf, (2005-03-04)

Kunder, <http://www.nolato.se/default.asp?id=214>, (2005-03-05)

Applied Market Information Ltd.: <http://pidbooks.com/ami/AMIdefault.asp?>:

Hemsida, <http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=116> (2005-02-10)

AMI Publishing Subject - Injection Moulding

<http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=102>, (2005-02-24)

The Injection Moulding Industry in Scandinavia,

<http://pidbooks.com/ami/APproduct.asp?dept%5Fid=102&pf%5Fid=P125Z>, 2005-02-24

AMI Publishing Subject - Packaging ,

<http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=114>, (2005-02-10)

AMI Publishing Subject – Building,

<http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=104>, (2005-02-10)

About us, <http://pidbooks.com/ami/APaboutus.asp?>, (2005-02-10)

AMI Publishing Subject – Automotive,

<http://pidbooks.com/ami/APSubject.asp?dept%5Fid=116>, (2005-02-10)

Injection Molding Magazine: <http://www.immnet.com>

von Hassell , Agostino. Injection Molding Magazine, *Molders Economic Index The positive impact of China for U.S. molders*, December 2004,

<http://www.immnet.com/articles/2004/December/2518>. (2005-01-27)

Perlos: www.perlos.com:

Perlos, *Financial information- FAS- Key Figures*, (2004-12-31)

<http://www.perlos.com/index.asp?id=C95D7AA87BDC4022975566B978885873>
(2005-04-20)

Balda: www.balda.de

Balda, *Press Releases (05-03-17)*

http://www.balda.de/presse/pressemitteilungen/archiv_2005/mitteilung_01729_en.html
(2005-04-20)

Nypro: www.nypro.com:

Nypro, *Annual report 2004*, (2004-12-31)

<http://www.nypro.com/Company/AnnualReport/Annual2004.PDF> (2005-04-20, s 2)

Titoma: <http://www.titoma.com.tw>

Titoma, *Value Engineering Taiwan & China*, <http://www.titoma.com.tw/mechanical-engineering.shtml> (2005-01-27)

Titoma, *Electronic Product Design for China Manufacturing*,

<http://www.titoma.com.tw/design-for-asian-manufacturing.shtml>, (2005-01-27)

Titoma, *Tooling and Mold making China & Taiwan*,

<http://www.titoma.com.tw/tooling.shtml>, (2005-01-27)

Referenser

IT facts: <http://www.itfacts.biz>

It facts, *735 mln mobile phones to sell in 2005*, (2005-02-08),

<http://www.itfacts.biz/index.php?id=P2558>, (2005-03-22)

Post & Telestyrelsen: www.pts.se

Post & Telestyrelsen, *Svensk telemarknad första halvåret 2004*, (2004-12-22),

http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/Svensk_telemarknad_forsta_halfaret_2004.pdf, (2005-03-22, s 13)

Dagens Industri: www.di.se

Dagens Industri, *Telefonerna går varma i Kina*, (2005-03-02),

<http://www.di.se/Nyheter/?page=%2fAvdelningar%2fArtikel.aspx%3fArticleID%3d2005%5c03%5c02%5c135470%26words%3dkina%25> (2005-03-22)