

# Ønsket kvalitet samtidig med minimal cyklustid

*Den systematiske metodik ved indkøring af sprøjtestøbeværktøjer, hvor uhensigtsmæssige parameterværdier bliver elimineret ved erkendelse frem for »trial and error«-metoden, danner nu grundlaget for en ny måde at produktudvikle på.*

*Konstruktion uden fejl og produktion uden forsinkelser til markedets laveste stykomkostning*

-Der var engang, da den første indkøring af et sprøjtestøbeværktøj var mere Voodoo<sup>1)</sup> og magi end viden, fortæller ingeniør Ole Johansen fra Injection Molding Management (IMM, tlf. 4485 1545, ole-johansen@i-m-m.dk). Anledningen er, at metoden til systematisk indkøring af sprøjtestøbeværktøjer, som Ole Johansen er fadder til, nu er blevet 25 år.

IMM blev grundlagt i 1996 og beskæftiger nu i alt tre ingeniører. Filosofien er, at man altid har to opgaver: Løse den konkrete sag og udvikle ny viden under processen til gavn for kommende opgaver og videnpotentialer i øvrigt.

## Software beregner cyklustiden

Ole Johansen har igennem sit lange virke anvendt beregning af køletid som en nøgleparameter. Den opsamlede erfaring er analyseret og bestemt med hensyn til nøjagtighed og nytteværdi.

På baggrund af dette arbejde kan IMM nu frigive et program, der ikke alene udregner køletiden - men hele cyklustiden. Dette gælder for alle kombinationer af:

- Emnekonstruktioner.
- Plastmaterialer (26 forskellige arter).
- Glasarmeringsprocenter.
- Sprøjtestøbmaskiner.

Med et sådant hjælpeværktøj kan produktudvikleren straks se, hvad »prisforskellen«

målt i cyklustid er imellem alternative konstruktionsforslag, og sprøjtestøbevirksomheder kan udpege de produktioner, hvor potentialerne for forbedringer er størst. Nøjagtigheden for udregningerne er  $\pm 5\%$ . Et DEMO-program kan nedtages fra IMM's hjemmeside: [www.i-m-m.dk](http://www.i-m-m.dk) i løbet af august måned.

## Spændende udvikling

En af de mest spændende opgaver som Ole Johansen har haft de seneste år - har været at implementere metoden i den norske sprøjtestøbevirksomhed Industri-  
værktøj i Leksvik med 80 ansatte, der primært producerer skaller og minibatterier til mobiltelefoner til Ericsson. Der er opnået bemærkelsesværdige resultater ved at uddanne medarbejderne, hvor en stor del nu har gennemgået et IMM-virksomhedskursus i tre niveauer. Succesen kan bl.a. måles på, at Industriverktøj i perioden 1995 til 2001 har investeret i 60 sprøjtestøbmaskiner, der alle er specificeret efter værktøjernes behov.

## Flere danske brugere

Gennem årene har der været mange opgaver også i Danmark. I medicobranchen anvender f.eks. Novo Nordisk »Systematisk Indkøring« som intern metode. I denne branche er de skrappe amerikanske FDA-normer<sup>2)</sup> et krav, der af mange



Ole Johansen oprettede IMM i 1996 og har siden begyndelsen af 2001 beskæftiget i alt tre ingeniører.

opleves som en belastning, fordi der ikke må forekomme fejl i forhold til de specificerede krav. Imidlertid hører Ole Johansen til dem, der »elsker« denne type udfordringer.

-Kvalitetssikring ved hjælp af stikprøvekontrol accepteres ikke af FDA. Designet såvel som produktionen skal valideres. Der skal føres statistisk bevis for, at kvalitetskravene overholdes før produkterne slippes løs på markedet. Udfordringen er, at gøre »sikkerheden for kvalitet« målelig. Dette gøres dels ved at finde frem til få men kvalitetsbestemende parametre, dels ved at etablere en målemetode for dem. Dette arbejde både forudsætter og giver en dyb procesforståelse. Desværre er det sjældent, at de kvalitetsbestemende parametre kan findes i maskinernes SPC-programmer<sup>3)</sup>.

## Dedikerede kurser

Ud over at løse opgaver for sprøjtestøbeindustrien holder IMM typisk mellem tre og seks kurser å seks arbejdsdage om året, og det foregår altid på fabrikken med udgangspunkt i det konkrete produktionsapparat og de aktuelle emnetyper.

Kaiserplast er et eksempel på en dansk underleverandør, der i april satte 17 medarbejdere sammen med IMM for at opruste til optimal konstruktion og drift. Det er nærliggende at spørge Ole Johansen om, hvordan det ligger med tilbagebetalingstiden, hvis en virksomhed investerer i IMM's rådgivning.

-Det er helt klart vores målsætning, at den skal være under et år, siger Ole Johansen med stor overbevisning og engagement. IMM metodikken, som bl.a.

går ud på at lære af opståede fejl, er også anvendelig til specialproduktioner som f.eks. in-mould-labeling (IML) eller tokomponentstøbning (2K). Der er heller ikke begrænsninger i forhold til emnets udformning.

### Den klassiske situation

Ole Johansen erindrer sig situationen, hvor det var sprøjtestøberens opgave at producere brugbare emner, så snart værktøjet var sat i maskinen. Det lyder enkelt, men har ofte været en meget vanskelig opgave. En typisk situation var, at forsinkelserne igennem hele produktudviklingsforløbet havde akkumuleret sig, og at kunden mildest talt var utålmodig.

Sprøjtestøberens så ændringer i maskinparametrene som sin eneste mulighed, hvorfor der blev afprøvet et utal af kombinationer. Til tider var det ikke muligt, at finde et sæt parametre, som gav brugbare emner. Værktøjsrettelser og yderligere forsinkelser blev konsekvensen.

Når der skulle findes en synder, blev det tit »den der ikke var til stede«, dvs. det kunne være personen bag råvaren, emnet, værktøjet, maskinen eller parametrene.

### Processen får sit eget grundlag

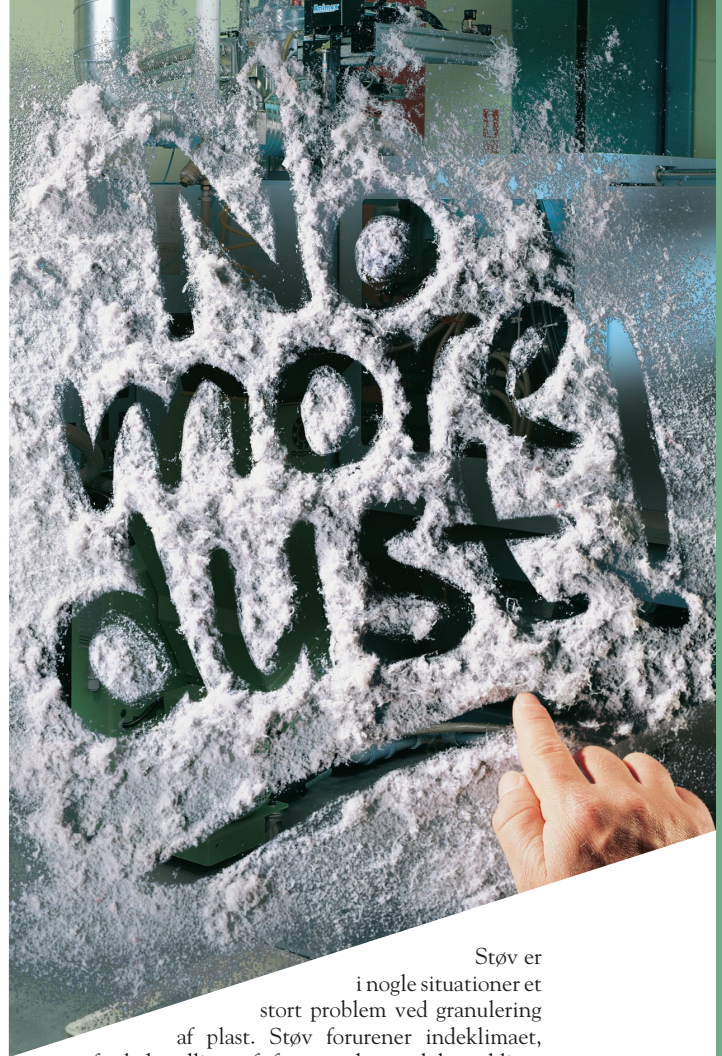
I 70'erne, da Ole Johansen var ansat på den daværende

DTH (nu DTU), udgav han sin første udgave af »Systematisk Indkøring af sprøjtestøbeproduktioner«. Bogen opstillede en aktivitetsrækkefølge og gav anbefalinger for valg af hver enkelt parameterværdi. Grundlaget for anbefalingerne var hensynet til plastegenskaberne (indefrosne orienterings-spændinger) og cyklostiden. Metoden gav sprøjtestøber en udgangspunkt for valg af temperaturer, tider, tryk osv. og den afdækkede, om der var truffet procesrigtige beslutninger af emne- og værktøjskonstruktøren i produktudviklingsfasen. Hermed anlagde den en ny vej, idet processen således havde fået sit eget grundlag ved siden af emne- og værktøjskonstruktionen. Dette var nyt i forhold til hidtidig praksis, der hovedsageligt var baseret på »troubleshooting-anvisninger« bestående i at ændre maskinparametrene - i erkendelse af, at værktøjet var fremstillet.

### Begejstring og skepsis

Metoden var et brud med sædvanen, og derfor var manges reaktioner afvisende.

-Der tegnede sig det mønster, at en persons modstand mod den nye metode var større jo længere erfaring vedkommende havde, fortæller Ole Johansen. Dengang gav det måske også den enkelte medarbejder en slags sikring i ansæ-



Støv er i nogle situationer et stort problem ved granulering af plast. Støv forurener indeklimaet, efterbehandling af forurenede produkter bliver mere besværlig, og støv gør det nødvendigt med flere serviceintervaller og filterudskiftning.

### Vil du blive fri for disse problemer?

En investering i det nye Rapid TRACS (Transport Recovery and Air Cleaning System) løser alle disse problemer. Du får et granulat, som er lige så støvfrit som virgin råvaren og til at genbruge direkte i processen. Takket være det nye patenterede system er udgangsluften så ren, at den opfylder kriterierne for et renrumsmiljø.



Rapid TRACS tilbyder:

- Total separation af støv fra granulatet
- Udgangsluften opfylder renrumskriterier. Filtrerer 99,97% af alle partikler større end 0,3µm fra.
- Kapacitet på op til 1500kg/h

Cyklostid		Resultater	
Dato: Emne/værktøj		Tider for valgt gods	
Emnebibliotek	Huv	Forsørgningsplade	4,11 s
Plastdykket (forsørging) eller	3,00 mm	Forsørgningscylinder	9,32 s
Cylinderdiameter (forsørging)	0,00 5 mm	Kalibreringsplade	1,54 s
Plastdykket (balling) eller	3,00 mm	Kalibreringscylinder	1,39 s
Cylinderdiameter (balling)	0,00 4,8 mm	<b>Kontrolværdier for maskinvalg</b>	
Volumen af emner + evt. fustler (>20°C)	389,00 cm <sup>3</sup>	Skudvolumendrytelse	3,75 3,78 D
Plastet areal, hele skuddet	1120,00 cm <sup>2</sup>	Skudvolumen i maskinens max. med	
Udstødningslængde (ud over bevægestid)	0,20 s	Opholdstid i cylinder	0,43 0,78 min
Robotskubtid (ud over bevægestid)	0,40 s	Plastificeringsgrad	
<b>Materialer</b> (PA 6.6 - Akulon® 6.6)	20% 3-glas	Plastificeringshastighed	0,69 0,69 m/s
Min. væksttemperatur	Max. 200 200 °C	Max. tilladte nedtryk i værktøj	133,93 133,93 bar
Min. væksttemperatur	Max. 120 80 °C	<b>Cyklostid</b>	
Forsørgningstemperatur	230 °C	Indspørgningslængde	1,27 1,27 s
Afløsningsstemperatur	205 °C	Forsørgningsgrad	4,11 9,32 s
<b>Maskine</b>		Reviseringsplade (balling - forsørgningsgrad)	0,00 0,00 s
Maskinbibliotek	1500/N Ø55mm	Tilførsel på grund af plastificering	0,00 0,00 s
Støbellediameter	95,00 mm	Bevægestid	0,25 0,25 s
Max. skudvolumen	475,00 cm <sup>3</sup>	Udstødningslængde (ud over bevægestid)	0,20 0,20 s
Max. indspørgningshastighed	0,00 mm/s	Robotskubtid (ud over bevægestid)	0,40 0,40 s
Eller max. volumenstrøm	352,00 cm <sup>3</sup> /s	Cyklostid (beregnet min. tryk alternativ)	6,33 11,54 s
Max. indspørgningskapacitet (PS eller PEHD)	45,00 g/s	Opret eller nyt emne   Udskriv   Luk	
Tæmperingscyklostid	2,00 s	Indspørgning   Balling   Bevægestid	
Max. Målekraft	1000,00 kN	Forsørgning   Revisering   Plastificering   Evt. tilbeh.	

Skærbillede fra den nye IMM-edb-program, der udregner alle deltidene hhv. den samlede cyklostid for alle kombinationer af emnekonstruktioner, plastmaterialer, glasarmingsprocenter og sprøjtestøbemaskiner.



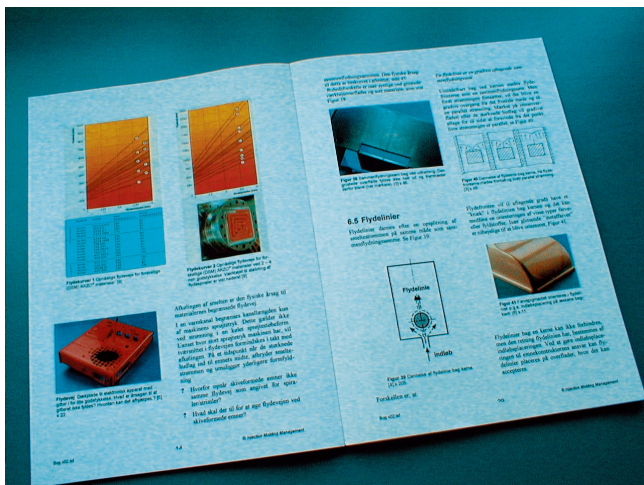
Rapid Granulator AB

Box 9, SE-330 10 Bredaryd  
Tel: +46 (0)370 86500  
Fax: +46 (0)370 80251  
E-mail: sales@rapidgranulator.se



Andertech Plastteknik A/S

Bakkegårdsvej 406B,  
DK-3050 Humlebæk  
Tel: 49 15 04 00  
Telefax: 49 15 04 01  
E-mail: andertech@andertech.dk



Lærebog for produktudviklere.

-Det er min satsning at komme alle de mange fejl og låste situationer under en indkøring i forkøbet ved at tage ansvar sammen med emnekonstruktørerne. Vi kender (næsten) alle de fejl, der kan forekomme, og har omsat det til en fremgangsmåde, som kan benyttes til at granske konstruktionen for en hvilken som helst betingelse for, at kendte fejl vil opstå, siger Ole Johansen fra IMM.

telsen, at kunne »trylle« acceptable emner frem under næsten umulige betingelser. En anden bekymring bestod i, at plastmaterialet/værktøjet og/eller maskinen skulle blive ødelagt, fordi metoden anbefaler at udnytte maskineffekten til såvel hurtig indsprøjtning som til kort cyklostid.

Til gengæld var begejstringen stor hos nye/unge i sprøjtestøbning. De fik her et fagligt fundament, som kunne anvendes til alle typer plastmaterialer, emner/værktøjer og maskiner - og så var den på dansk. Mange oplevede, at de på denne baggrund kunne tale samme sprog.

På DTH anvendte flere ingeniørstuderende metoden i deres afgangsprjekter og bidrog hermed til den vigtige videreudvikling. Også på AMU-centret i Ribe var lærerne meget interesseret i metoden, der kom ud over problemet med at viderebringe mange persons individuelle erfaringer. Nu gav en nedskrevet og generelt anvendelig metode helt konkrete trin for trin-anvisninger.

### Hvad bestod nyskabelsen i?

Set på afstand var de to største nyskabelser nok:

- at kort cyklostid ikke stod

i modsætning til emne-kvalitet - tværtimod;

- en håndgribelig vejledning i omkobling fra sprøjte-tryk til eftertryk (ved 99% volumetrisk kavitetsfyldning ved hjælp af en fyldeskudserie).

### Øget kapacitet med målemetode

-Det var afgørende, at virksomhederne fik en egentlig målemetode i stedet for kun et sæt indstillingsanvisninger. Vores turné rundt på 13 virksomheder i 1980 viste da også, at der lå en stor uudnyttet produktionskapacitet, siger Ole Johansen, som sammen med Lars Skjold Frederiksen havde fået midler til projektet fra det daværende Teknologiråd.

Hjælp til indstillingsværdierne var uhyre nyttig, men kombineret med en metode til beregning af den minimale cyklostid opstod en målemetode for sprøjtestøbe- og reproduktioners effektivitet, som naturligvis blev interessant for både ledere og ingeniører.

Perspektivet i at nå idealmålet var stort: De undersøgte 13 produktioner kunne i gennemsnit gennemføres med kun 40% af den hidtil anvendte produktionskapacitet. Begrænsningerne kunne henføres til fire kategorier:

Emne- og værktøjskonstruktionen, utilstrækkelige maskinydelser samt de valgte maskinparametre.

### Alle anvender metoden - tror de!

De fleste sprøjtestøbere mener, at de anvender »Systematisk Indkøring«. De benytter metoden som indstillingshjælp, men mange af de ovenfor omtalte resultater udebliver. Hovedårsagen hertil er, at selv det bedste valg af maskinparameterværdier ikke kan rette op på sprøjtestøbeurigtige beslutninger truffet af emne- og værktøjskonstruktører.

For at opnå de nævnte resultater forudsættes det, at lederen af produktudviklingen sikrer sig sprøjtestøberigtige løsninger fra emnekonstruktøren. Han/hun træffer mange beslutninger, som har afgørende indflydelse på produktudviklingstiden og stykomkostningerne. I denne fase anvendes måske 30% af omkostningerne, men der disponeres for 70%.

### TQM for sprøjtestøbning

De mange års praktiske erfaringer fra virksomhedsopgaver har været grundlaget for, at IMM har kunnet udvikle en TQM-metode<sup>4)</sup> specielt for sprøjtestøbning, som henvender sig til emnekonstruktører. Mange konkrete eksempler danner grundlaget i en 40 siders lærebog, som anvendes til efteruddannelse af ingeniører og konstruktører. Udgangspunktet er brugerkravene eller kravspecifikationen for produktet som hidtil, men det nye er, at fejl, forsinkelser og fordyrelser, som først opdages senere, systematisk kan forebygges, samtidigt med at konstruktionen skrider frem. Den ønskede emne-kvalitet opnås da efter 1-2 ugers indkøring, hvor 1-2 måneder er almindeligt i dag, hvilket er væsentligt for produktudviklings-tiden. Hertil kommer, at delene kan produceres til markedets laveste stykomkostning.

### Hvad opnås med metodikken?

Skal vi fremhæve nogle af de vigtigste forhold, som enhver sprøjtestøbe-produktion kan få glæde af, er det:

- Kortere produktudviklingstid.
- Forudsigelig cyklostid.
- FDA-krav bliver meningsfulde.
- Korte cyklostider er en fordel for emne-kvaliteten.
- Fejlfrie emner ved første indkøring
- Målemetode for sprøjtestøbe-produktionens effektivitet.

### Efteruddannelse

IMM gennemfører virksomhedsintern efteruddannelse. Der findes pt. tre moduler à fem til seks undervisningsdage og med hver sin lærebog: »Sprøjtestøbeemner« på 39 sider, »Sprøjtestøbeteknologi« på 99 sider og »Systematisk Indkøring« på 41 sider. Efter hvert ugemodul følger et opgavemodul, hvor hver deltager har lejlighed til at teste sin viden ved at give skriftlige svar på ca. 25 spørgsmål pr. uge i 6 uger.

Produktudvikleren skal ikke alene se på brugerkravene - men kan med en efteruddannelse fra IMM sikre produktion af emner uden fejl og forsinkelser til markedets laveste stykomkostning.

Kvaliteten skal være i orden, men det skal cyklostiden også!

Note:

- 1) Afrikansk religion.
- 2) Food and Drug Administration.
- 3) Statistic Proces Control.
- 4) Total Quality Management.