

# Plast Teknologi

Udvalgt sektion

# Kalkulation

Det er vigtigt for en plastmager hurtigt at kunne beregne et sprøjtetøbt emnes kostpris, idet det kan give et indtryk af, hvad det betyder i kr. og øre, såfremt cyklustiden øges eller formindskes. Det kan være den gulerod, der gør, at plastmageren altid vil forsøge at opnå den korteste cyklustid inden for en fastlagt kvalitetsspecifikation.

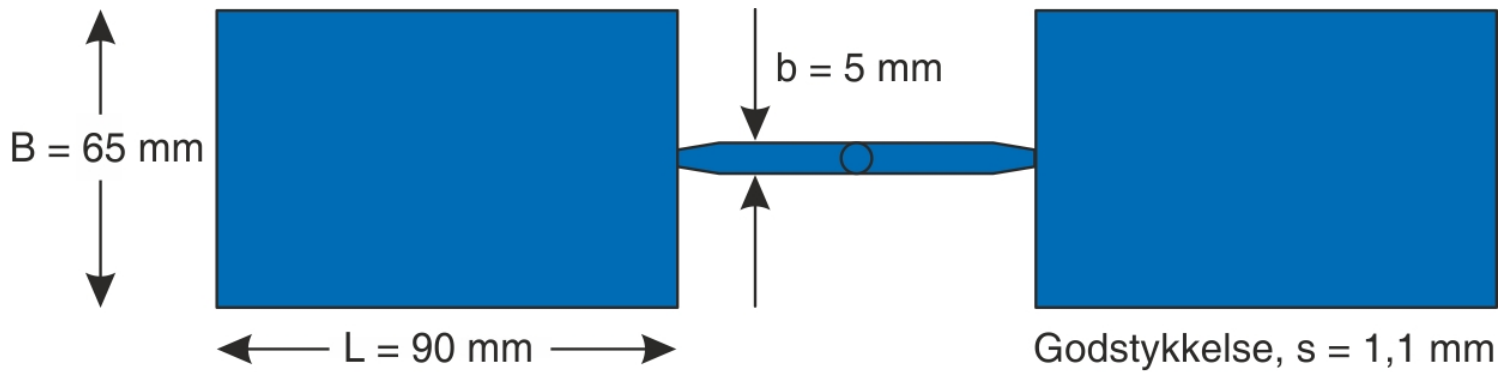
Det er ligeledes vigtigt at få et indblik i materialepriserne for at respektere den korrekte håndtering af materialerne. Dette indblik kan give en forståelse for, hvor vigtigt det er at undgå fejlproduktioner ved hurtig og målrettet indgriben for fejlretning.

En kalkulation kan naturligvis foretages på mange måder. Den her viste kalkulation er en meget generel kalkulationsopstilling.

Emneprisen fremkommer ved sammensætning af alle de faktorer, som indgår i processen fra granulat til færdigt emne.

## Eksempel på forkalkulation

Der er kommet et skud af et to-kavitetsværktøj samt en forespørgsel på en emnepris ved 125.000 stk. i blå polycarbonat (PC) med følgende opbygning i værktøjet, som er kundens.



Skitse af værktøjsopbygning

Materialeprisen er forespurgt hos leverandøren og er 29 kr. pr. kg ved 1.000 kg i naturfarve og med massefylden  $1.210 \text{ kg/m}^3$ .

## Maskinstørrelse og skudvægt

Flydevejen beregnes til:

$\frac{1}{2}$  fordelerstreng =  $30 \text{ mm}/2 = 15 \text{ mm}$

Fra indløbspunkt til

fjerneste hjørne =  $35 + 95 + 35 = 165 \text{ mm}$

Flydevejen  $L$  i alt =  $180 \text{ mm}$

$$P_m = \frac{f_s \times L}{100} \text{ (MPa)}$$

Middel specifikt fyldetryk

Middel specifikt fyldetryk i MPa ( $P_m$ ) beregnes til:

Flydevejen i mm = 180 mm

Godstykkellesfaktor

ved 1,1 mm = 26

$P_m = 26 \times 180 / 100 = 46,8$  MPa

Projiceret areal (skyggeareal) beregnes til:

Skyggeareal af fordeler =  $30 \times 5$  mm = 150 mm<sup>2</sup>

Skyggeareal, to emner =  $2 \times 90 \times 65$  mm = 11.700 mm<sup>2</sup>

Projiceret areal i alt = 11.850 mm<sup>2</sup>

$$P = \frac{f_f \times P_m \times A}{1.000} \text{ (kN)}$$

#### Formel til beregning af behovet for lukkekraft

Lukkekræftbehov beregnes til:

$P_m = 46,8$  MPa

Projiceret areal i alt = 11.850 mm<sup>2</sup>

$f_f$  for PC = 2

Lukkekræft i alt =  $2 \times 46,8 \times 11.850 / 1000 = 1.109,2$  kN

+ 15 % =  $1.109,2 \times 15 / 100 = 166,4$  kN

Forslag til indstilling

på maskinen = 1.275,6 kN » 1.280 kN

Nu kan maskinstørrelsen vælges ud fra lukkekraftbehovet. En maskine med lukkekraft på 1.500-1.750 kN vil være passende.

Maskinprisen er afhængig af mange faktorer, og i dette tilfælde sættes en maskinpris på 350,00 kr./time inkl. strømforbrug, service og husleje til senere brug i kalkulationen.

Det vedlagte skud typebestemmes, og det viser sig, at det er støbt i ABS.

Skuddet (2 emner + indløb) vejer 39,11 g.

Vi går ud fra, at det er en standard ABS, det er støbt i, og derfor anvendes massefylden for en standard ABS, som ligger omkring 1.050 kg/m<sup>3</sup>, til omregning af skudvægt i PC.

Skudvolumenet i  $\text{cm}^3$  = vægt/massefylde,  
altså =  $39,11/1.050 \times 1.000 = 37,247\text{cm}^3 \approx 37,25 \text{ cm}^3$

Skudvægt i PC =  $37,25 \times 1.210/1.000 = 45,07 \text{ g}$

## Materialeforbrug og fordeling

Antal emner til kunde = 125.000 emner

Spild (anslås til 2 %) =  $125.000 \times 2/100 = 2.500$  emner

Antal emner i alt =  $125.000 + 2500 = 127.500$  emner

Antal emner pr. skud = 2

Skudvægt = 45,07 gram

Materialeforbrug =  $127.500/2 \times 45,07/1000 \approx 2873,2 \text{ kg}$

Materialeforbrug, indkøring og opstart (vurderes til)  $\approx 25,0 \text{ kg}$

Materialeforbrug i alt =  $2.873,2 + 25 \approx 2.900,0 \text{ kg}$

Da kunden ønsker blå emner, må der tilsættes 3 % masterbatch (farvepigmenter) til 193,50 kr./kg, så materialefordelingen er som følger:

Af de 2.900 kg totalt materialeforbrug udgør polycarbonat 97 % og masterbatchen 3 %

Ny råvare, naturfarvet =  $2.900 \times 97/100 = 2.813 \text{ kg}$

Masterbatch (farve) =  $2.900 \times 3/100 = 87 \text{ kg}$

## Tidsforbrug

### Cyklustid

#### 1. Formlukning:

Da det er et relativt simpelt topladeværktøj, vurderes formlukketiden inkl. formsikring på en 1.500 kN maskine til  $\approx 1,5$  sek.

#### 2. Indsprøjtning:

Simpel emnekonstruktion, som ikke burde give de store problemer med indsprøjtningshastigheden, der kan dog være kantskader i værktøjet  $\approx 1$  sek.

#### 3. Eftertrykstid:

Eftertrykstiden kan beregnes efter formlen for forseglingstid

$1,12 : \sqrt{2} : 0,11 \times \ln(8 : \sqrt{2} \times (300 - 85) : (150 - 85)) = 1,10 \text{ sek.}$

Resultatet må nok siges at være teoretisk og er selvfølgelig afhængigt af indløbets udformning, formens afkølingsforhold, masstemperatur osv. Så her bruger vi måske nogle erfaringer fra tidligere emner, så vi anslår eftertrykstiden til  $\approx 4$  sek.

#### 4. Restkøletid/plastificering:

Restkøletiden kan også beregnes, da total køletid minus eftertrykstid er lig restkøletid:

$$1,12 : \pi^2 : 0,11 \times \ln(8 : \pi^2 \times (300 - 85) : (132 - 85)) = 1,46 \text{ sek.}$$

$$1,12 : \pi^2 : 0,11 \times \ln(8 : \pi^2 \times (300 - 85) : (150 - 85)) = 1,10 \text{ sek.}$$

$$1,46 - 1,10 = 0,36 \text{ sek.}$$

Da der erfaringsmæssigt skal beregnes tid til plastificering i restkøletiden, lægges der lidt tid til.

Den anbefalede periferihastighed for PC er lav, 0,3 m/sek., hvilket er årsag til, at restkøletiden vurderes til  $\approx 3,5$  sek.

#### 5. Formåbning:

Et simpelt topladeværktøj burde der ikke være problemer med at åbne relativt hurtigt, så her anslås tiden til  $\approx 1$  sek.

#### 6. Afformning:

Afformningen foregår i dette tilfælde med en afriverplade, da der ikke er udstødermærker at se på emnets overflade, så det burde ikke være det store problem  $\approx 0,5$  sek.

#### 7. Pausetid:

Kan pausetid undgås, bør vi det, da det er ren spildtid. I en forkalkulation kan det være en god ide at gardere sig med en pausetid.  $\approx 0,3$  sek.

#### 8. Cyklustid:

$$1,5 + 1 + 4 + 3,5 + 1 + 0,5 + 0,3 \approx 11,8 \text{ sek.}$$

#### 9. Sikkerhedsmargen:

Da man sjældent kan forudsige værktøjets tilstand og ikke kender til værktøjets afkølingsforhold, kantskader, udluftning osv., er det en fordel at lægge en lille sikkerhedsmargen til cyklustiden  $\approx 1$  sek.

$$\text{Cyklustid i alt} = 11,8 + 1 = 12,8 \text{ sek.}$$

Nu kan tidsforbruget beregnes:

$$\text{Opstillingstid vurderes til} = 1,5 \text{ t.}$$

$$\text{Indkøring og dokumentation af værktøj vurderes til} = 4 \text{ t.}$$

$$\text{Produktionstid inkl. spild} = 127.500/2 \times 12,8/3.600 = 226,7 \text{ t.}$$

$$\text{Produktionstid i dage ved} = 226,7/24 = 9,4 \approx 10 \text{ dage}$$

$$\text{Dagligt vedligehold vurderes til} 30 \text{ min/dag} = 10 \times 0,5 \text{ t.} = 5 \text{ t.}$$

$$\text{Demontage af værktøj vurderes til} = 1 \text{ t.}$$

Maskintid i alt =  $1,5 + 4 + 226,7 + 5 + 1 = 238,2 \approx 239$  timer

## Arbejdsløn

Arbejdsløn, til opstilling og vedligehold inkl. sociale omkostninger = 140 kr./t.

Arbejdsløn, til operatør og pakning inkl. sociale omkostninger = 120 kr./t.

## Produktionsomkostninger

Produktionsomkostninger

Råvarer =  $2.813 \text{ kg} \times 29 \text{ kr./kg} = 81.577,00 \text{ kr.}$

Masterbatch =  $87 \text{ kg} \times 193,50 \text{ kr./kg.} = 16.834,50 \text{ kr.}$

Maskintid =  $239 \text{ t.} \times 350 \text{ kr./t.} = 83.650,00 \text{ kr.}$

Løn til opstilling, indkøring og vedligehold

=  $12 \text{ t.} \times 140 \text{ kr./t.} = 1.680,00 \text{ kr.}$

Løn til operatør (vurderes til 40 timer)

=  $40 \text{ t.} \times 120 \text{ kr./t.} = 4.800,00 \text{ kr.}$

Emballage (vurderes til 6.000 kr.) = 6.000,00 kr.

+ evt. (vurder selv)

Omkostninger i alt = 194.541,50 kr.

## Salgspris

Kostpris pr. emne =  $194.541,50 \text{ kr./}125.000 \text{ emner} = 1,56 \text{ kr./stk.}$

Fortjeneste på 28 % =  $1,56 \times 28/100 = 0,44 \text{ kr./stk.}$

Forkalkulationen giver en salgspris på  $1,56 + 0,44 = 2,00 \text{ kr./stk.}$

## Efterkalkulation

Hvis man får ordren og skal til at producere emner, vil følgende parametre være grundlag for en efterkalkulation og dermed også en opgørelse af, om der er en positiv eller negativ fortjeneste.

- Forbrugt råvare (indløbet kan måske genbruges!)
- Forbrugt masterbatch
- Forbrugt maskintid (cyklustiden ville måske kunne optimeres!)
- Forbrugte lønomkostninger
- Forbrugt emballage

- Evt.

Hvis cyklustiden kunne reduceres med blot 0,5 sek., ville det give en besparelse på ca. 3.100,00 kr. på denne ordre.

Det er en af årsagerne til, at vi må tilstræbe at opnå en tilfredsstillende kvalitet på den kortest mulige cyklustid, og det kan kun lade sig gøre, hvis værktøjet, emnekonstruktionen, produktionsudstyret, råvarerne og vores "knowhow" er optimale.

Ovennævnte eksempel er som nævnt en simpel måde at kalkulere på. Der er mange meninger om, hvilke faktorer der skal medregnes i en forkalkulation, som med fordel kan udformes som et regneark, da det vil gøre det nemmere at ændre de parametre, der påvirker emneprisen.