

# Plast Teknologi

Udvalgt sektion

# Termoformningsmetoder

Formningsprocessen kan opdeles i to trin, forstrækningen og formningen. Under formningen er målet at opnå en bestemt og for det meste jævn godstykkelsesfordeling på emnet.

Forstrækningen kan laves på forskellige måder:

- Mekanisk strækning af pladen med formen selv
- Mekanisk strækning af pladen med et overstempel
- Pneumatisk strækning af pladen ved at forblæse eller forsuge
- En kombination af forblæsning og mekanisk strækning

Målet med forstrækningen er at lave en forformning, så dennes konturer og godstykkelsesfordeling giver optimal godstykkelsesfordeling ved selve formningen af emnet.

Formningen af emnet sker, når der alt efter maskintype, udrustning og formopbygning:

- Suges med vakuum
- Trykkes med trykluft
- Suges med vakuum på formsiden og trykkes med trykluft på ydersiden af pladen
- Foretages prægning, trykning eller kalibrering af begrænsede områder
- Trykkes ved hjælp af fx stænger eller skiver for det meste for at undgå finner under formningen

## Formningsforhold

H:B (retvinklet) eller

H:D (runde emner)

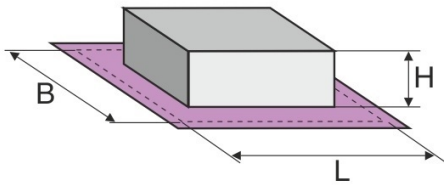
B = den korteste side på formfladen

D = den indskrevne cirkel på formfladen

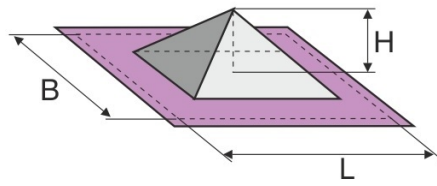
## Formningsforhold

Formningsforholdet er forholdet mellem den maksimale formningsdybde (højde) H og bredden B eller diameteren D af formfladen. Formnings-forholdet giver ingen præcis oplysning om strækningen af pladen.

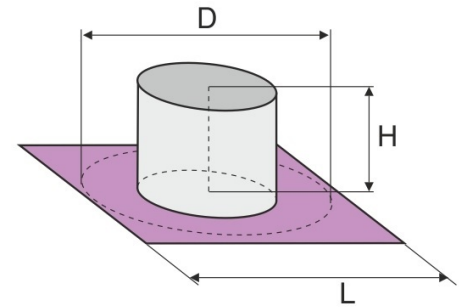
Formnings-forholdet beregnes som vist nedenfor.



Formningsforholdet H:B for  
en kvadratisk form



Formningsforholdet H:B for  
en pyramideform



Formningsforholdet H:D for  
en rund form

## Positivformning

### Positivformning med forblæsning

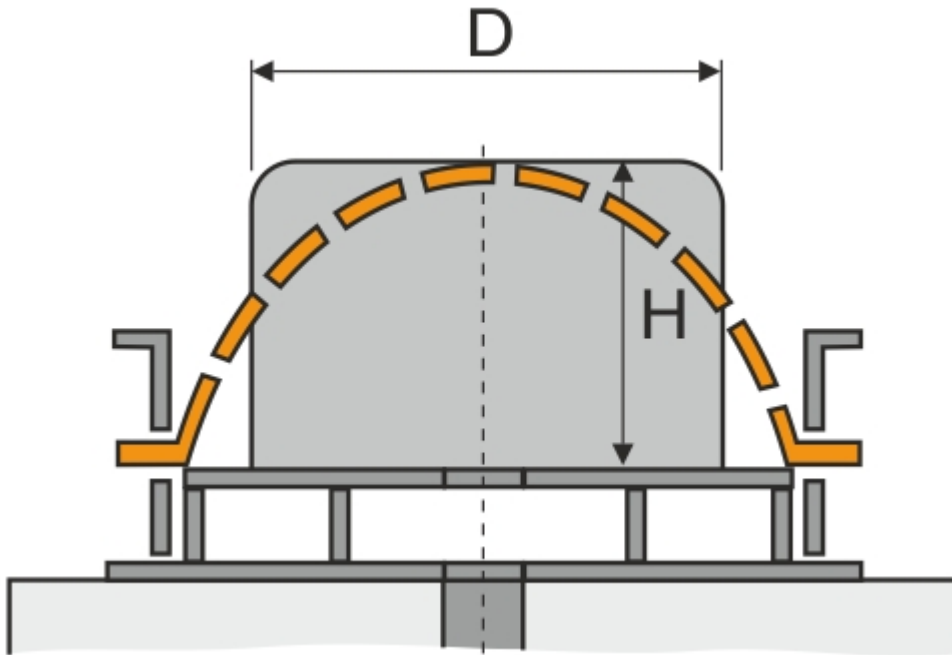
Bemærk: Arealet af overfladen på forblæseboblen skal ikke være større end emnets overflade.

Mulighed 1: Til formning af emner, hvor formningsforhold  $H:D \geq 1:1,5$  (dvs. korteste formbredde er minimum 1,5 · formhøjden), kan man med fordel anvende strækning af pladen med forblæs. Derved fås følgende formningsforløb:

- Opvarmning
- Forblæsning til boble højde  $H = \text{formhøjde } H$
- Form køres op
- Vakuüm tilsluttes ved form oppe

Ved dette formningsforløb vil følgende ændringer have indflydelse på emnets godstykkelsesfordeling:

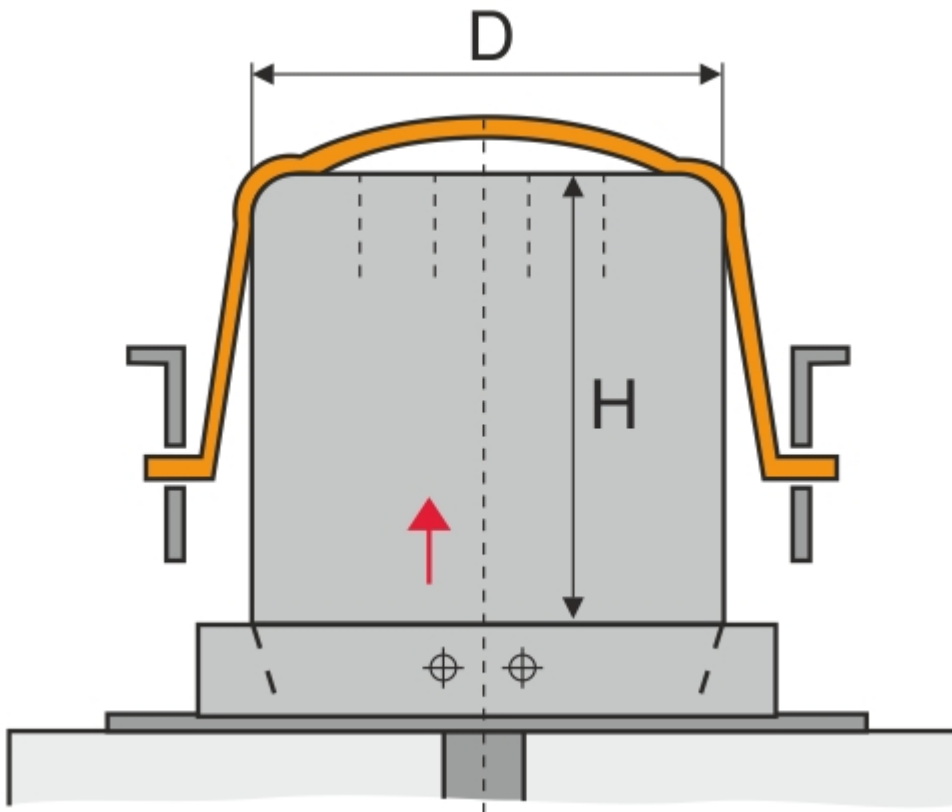
- Mindre boble medfører tykkere bund
- Større boble medfører tyndere bund og finner (folder)



### Positivformning med forblæsning (Mulighed 1)

Mulighed 2: Til formning af emner med formningsforhold  $H:D \approx 1:1$  (dvs. korteste formbredde er minimum lig formhøjden) kan der med fordel anvendes forblæsning med samtidig forstrækning med formen. Derved fås følgende formningsforløb:

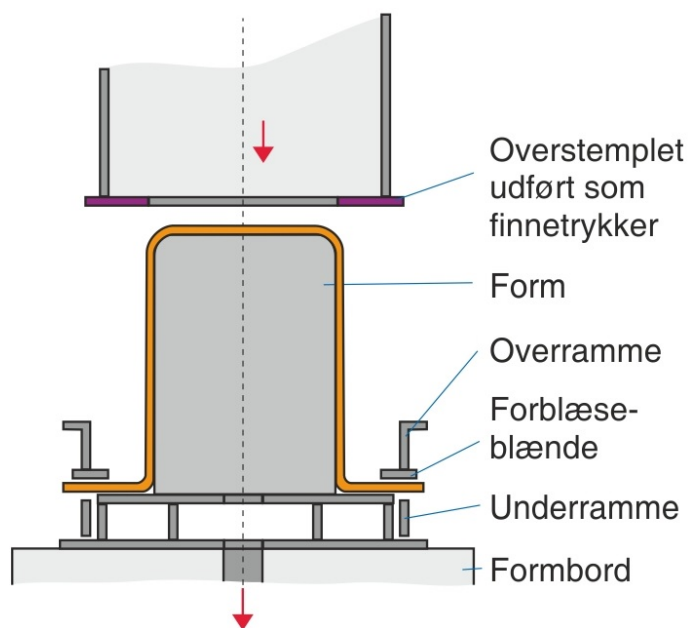
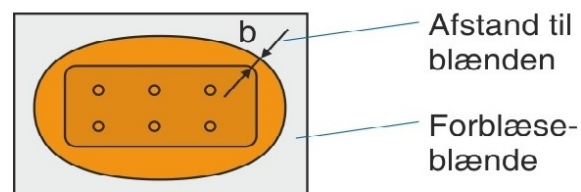
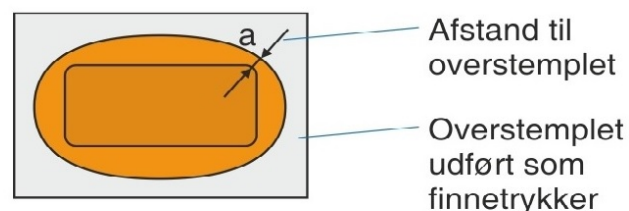
- Opvarmning
- Forblæsning og samtidig opkøring af form
- Vakuum tilsluttes ved form oppe



### Positivformning med forstrækning med forblæsning og form (Mulighed 2)

Hjørnefolder ved kantede geometrier kan fjernes ved at:

- Formindske vakuumsugearealet (størrelse, antal huller og slidser) samt vakuumsugehastigheden
- Gøre radier på lodrette kanter større
- Reducere pladearealet ved afblænding af hjørner på overrammen
- Eventuelt opvarme plastpladen mere


**Form med blænde**

**Blænde med overstempel (finnetrykker)**

Blænde med overstempel (finnetrykker)

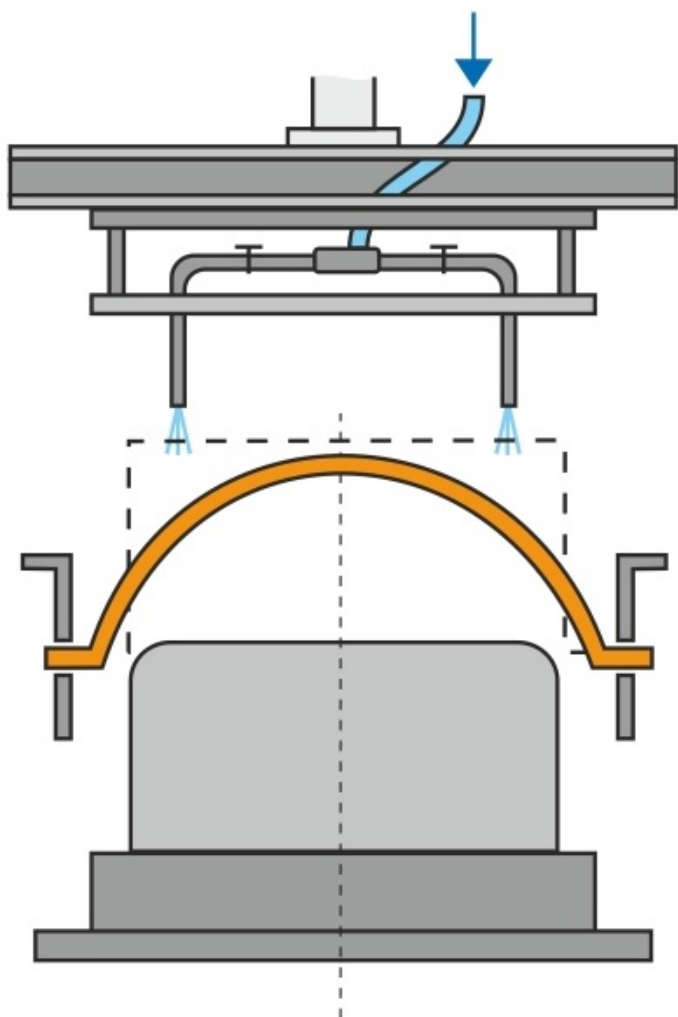
Venstre del af figuren ovenfor viser udførelse af eventuel blænde og finnetrykring.

Hvis blænden fastgøres i overrammen, gælder følgende for afstanden a:  $a \approx (0,15 \text{ til } 0,20) \times \text{formhøjden } H$ . Blænden muliggør højere forblæsning, uden at der kommer folder, samtidigt kan der blæses højere, uden at plastpladen rører overrammen og får mærker af den.

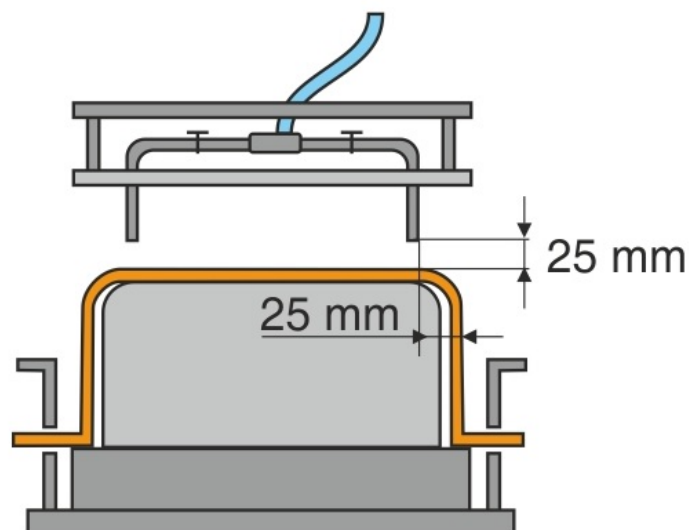
Afstanden b mellem form og overstempel (finnetrykkerringen):  $b = 1,5 \times \text{pladetykkelsen}$ .

## Positivformning med forblæsning og køleluftdyse

Hvis der under forblæsningen af plastpladen køles lokalt med kold luft, strækkes de afkølede områder mindre. Dermed kan hjørner ved både positive og negative forme holdes tykkere, hvis køleluftsdyserne indstilles til at køle de rigtige områder. Her kan der ved indkøring anvendes plader med indtegnet gitter.



**Positivformning med køling gennem hjørnekøledysen**



**Indstillingseksempel med hjørnekøledysen**

Fordelene ved køleluftsdysse er:

- Der er ingen berørings-/kontakt- mærker på emneoverflader
- Luftmængde, luftspredning, blæ- seretning og blæsetid er – alt efter luftdysetype og maskinstyring – styrbare
- Luftkøling er meget mere effektiv end styring af temperaturen på varmelegemerne

## Positivformning med forsugning ned i blæsekassen

Målet med dette procesforløb er, at den nedadbuende plade nærmest rulles på den koniske form. Derved forhindres, at pladen glider på formen.

Fordelen ved dette procesforløb er:

- God godsfordeling sikres ved forme med meget skrå sider
- Luftindeslutninger forhindres ved forme med gode formkonturer, også hvis formoverfladen er poleret meget glat
- "gardiner" forhindres, da pladen ikke glider på formen
- Nedkøling af pladen er mindre end ved forblæsning

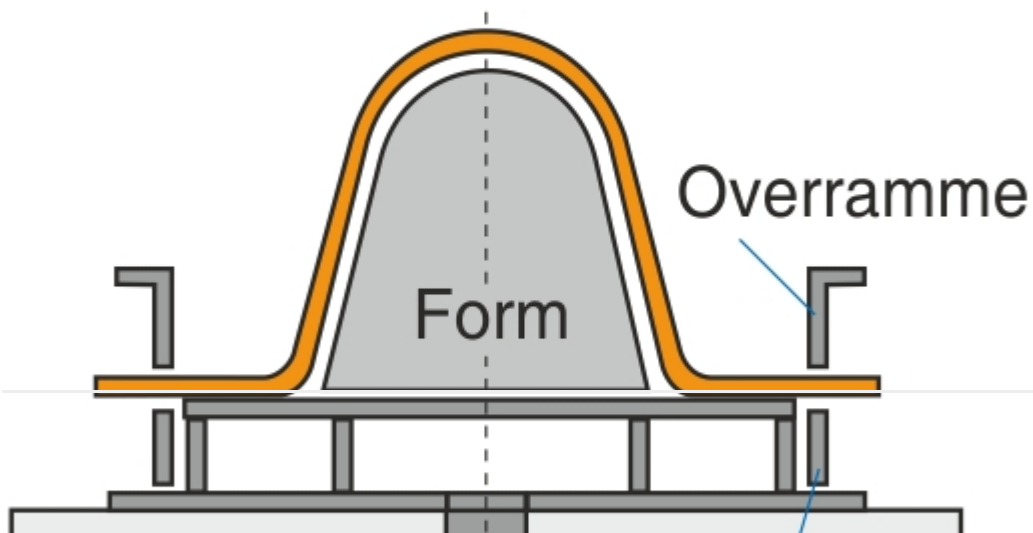
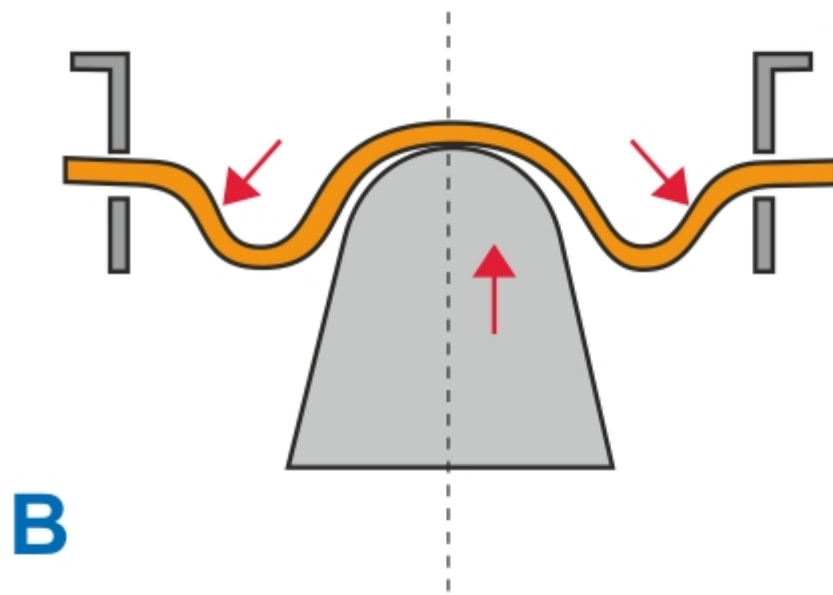
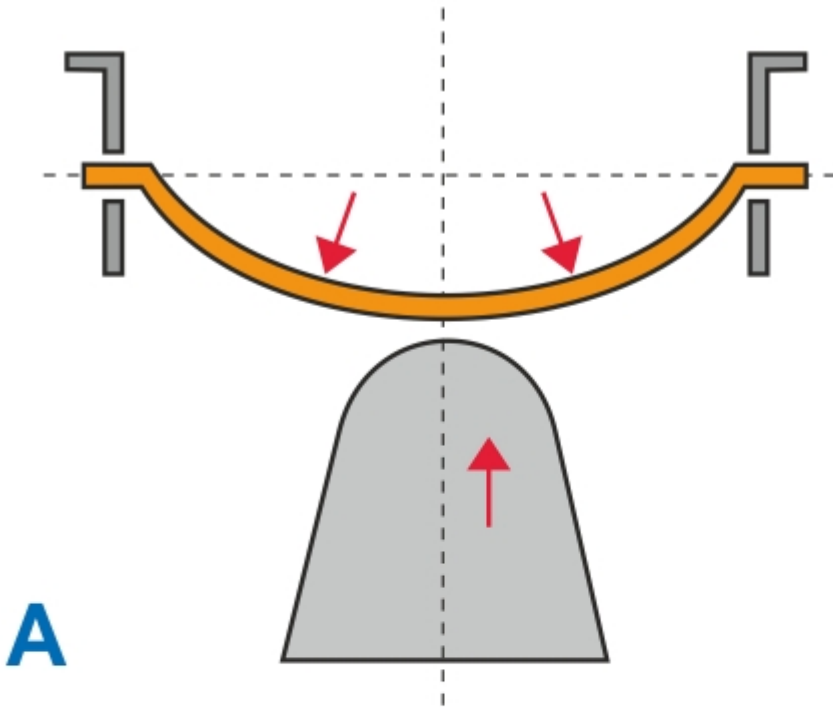








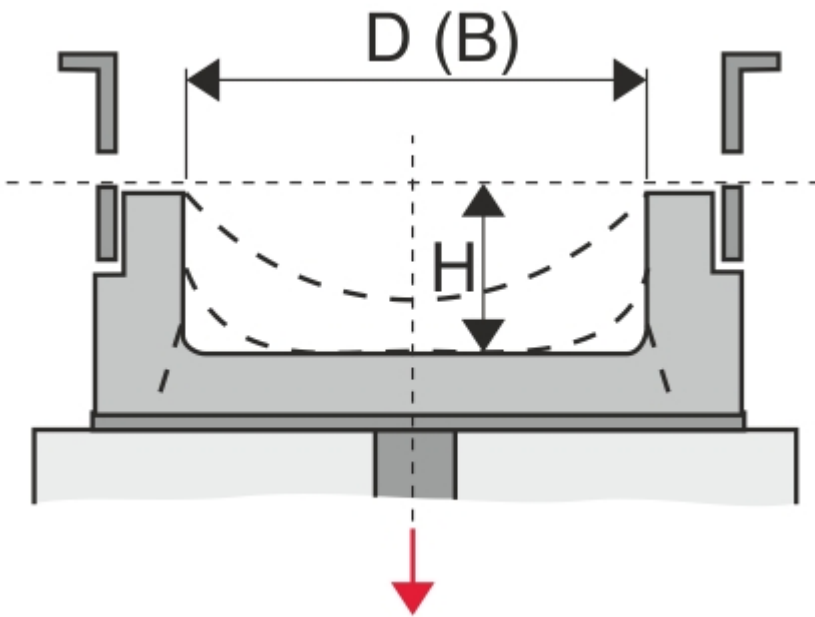




## Negativformning

### Negativformning uden forstrækning

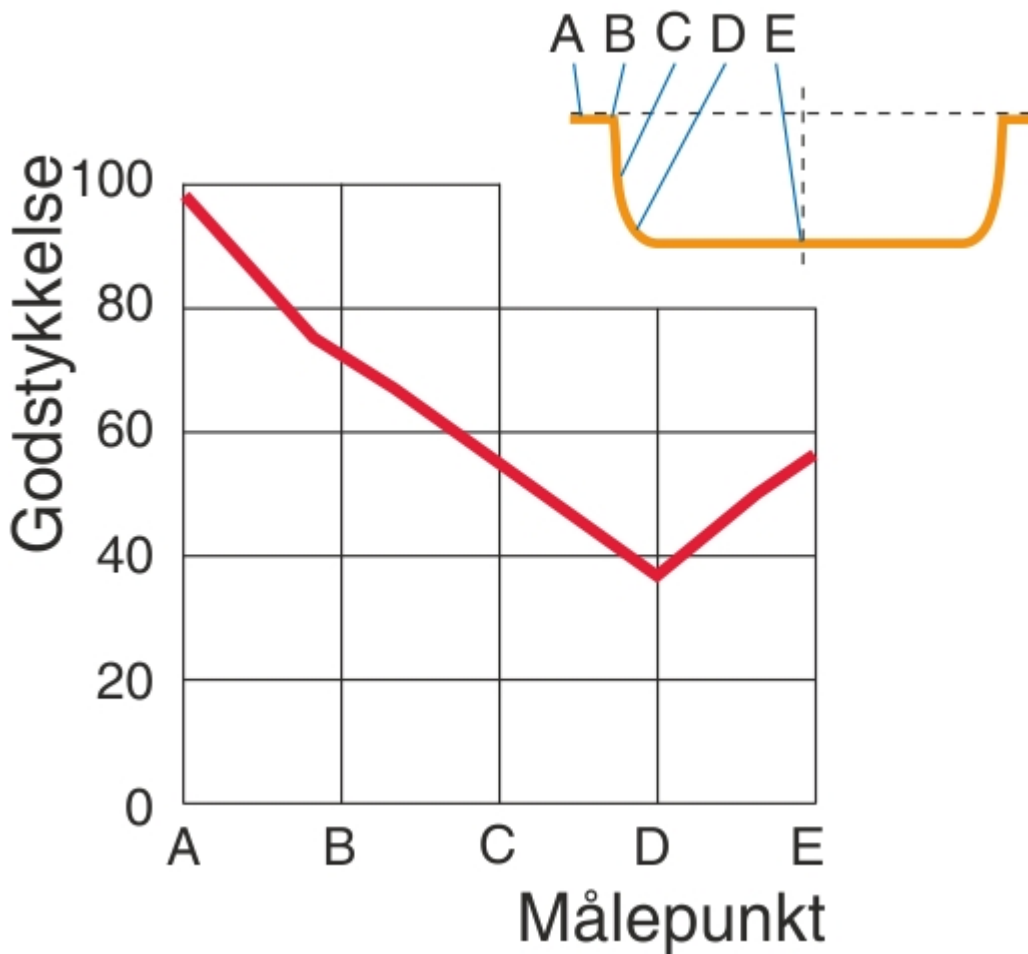
Negativformning uden forstrækning (overstempel) anvendes til formningsforhold op til  $H:D < 1:3$  (dvs. korteste bredde er minimum tre gange formdybden).



#### Negativformning uden forblæsning

B = bredde (ved kantede emner) D = diameter H = højde

I figuren herunder ses godsfordelingen ved et negativformet emne. Det tykkeste område på emnet er kanten (A), det tyndeste område er overgangen mellem bund og sidevæg (D). Store radier mellem bund og sidevæg eller stor vinkel mellem bund og sidevæg forbedrer godsfordelingen.



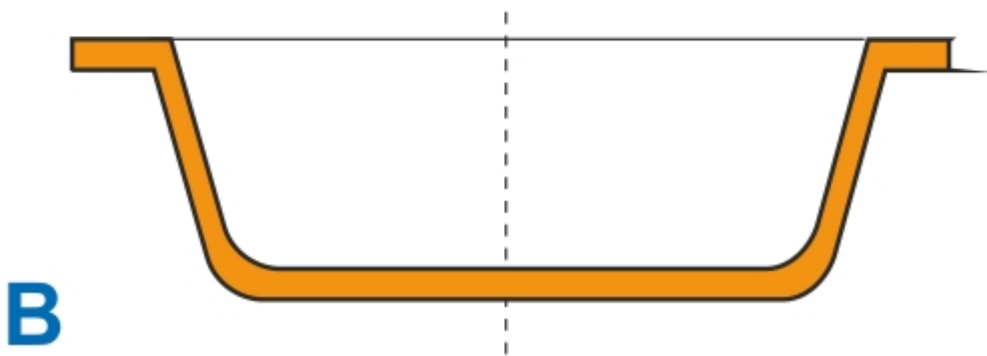
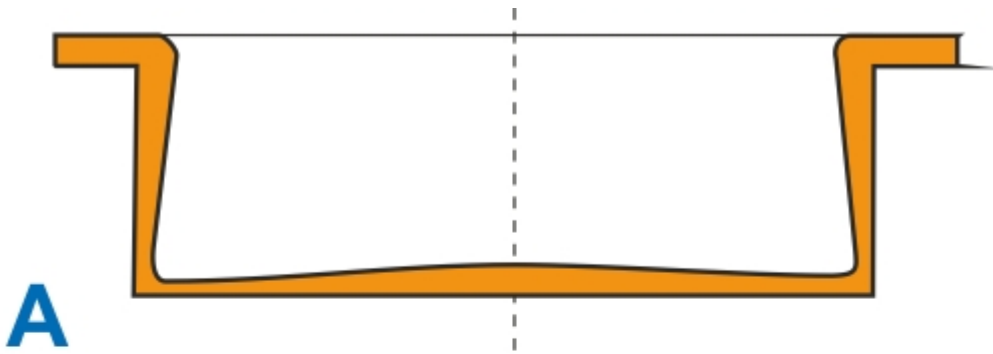
### Principiel godsfordeling ved negativformning

Ved formningsforholdet H:D = 1:3

Der findes gunstige og dårlige udformninger af emner med hensyn til at kunne styre godsfordelingen.

Ved negativformning uden forstrækning ved H:D = 1:2,5 kan der fremstilles emner med god godsfordeling, også hvis det ikke er muligt at anvende overstempel, når:

- Der på grund af overstempelmærker ikke kan anvendes overstempel
- Emnet er så stort, at plastpladen kan opvarmes forskelligt, så visse områder bliver varmere end andre. De mindre opvarmede eller præcist afkølede områder (se positivformning med forblæsning og køleluftsdyser) strækker sig mindre end de varmere områder af plastpladen



### Godsfordeling afhængigt af emneudformning ved formningsforhold

H:D = 1:3 A. Dårlig udformning B. Gunstig udformning

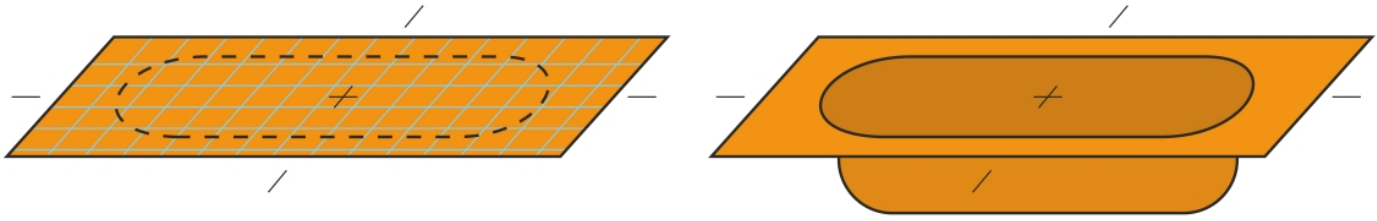
Produkteksempler på denne procesvariant er badekar, brusenicher og håndvaske.

Procesforløb:

- Forformning med forblæsning, hvis flangeområdet på emnet er over pladeniveau
- Formning med vakuum

Et gitter tegnet på plastpladen, der svarer til størrelsen og fordelingen af varmelegemer i overvarmen, gør det lettere at foretage systematisk indstilling af varmebilledet.



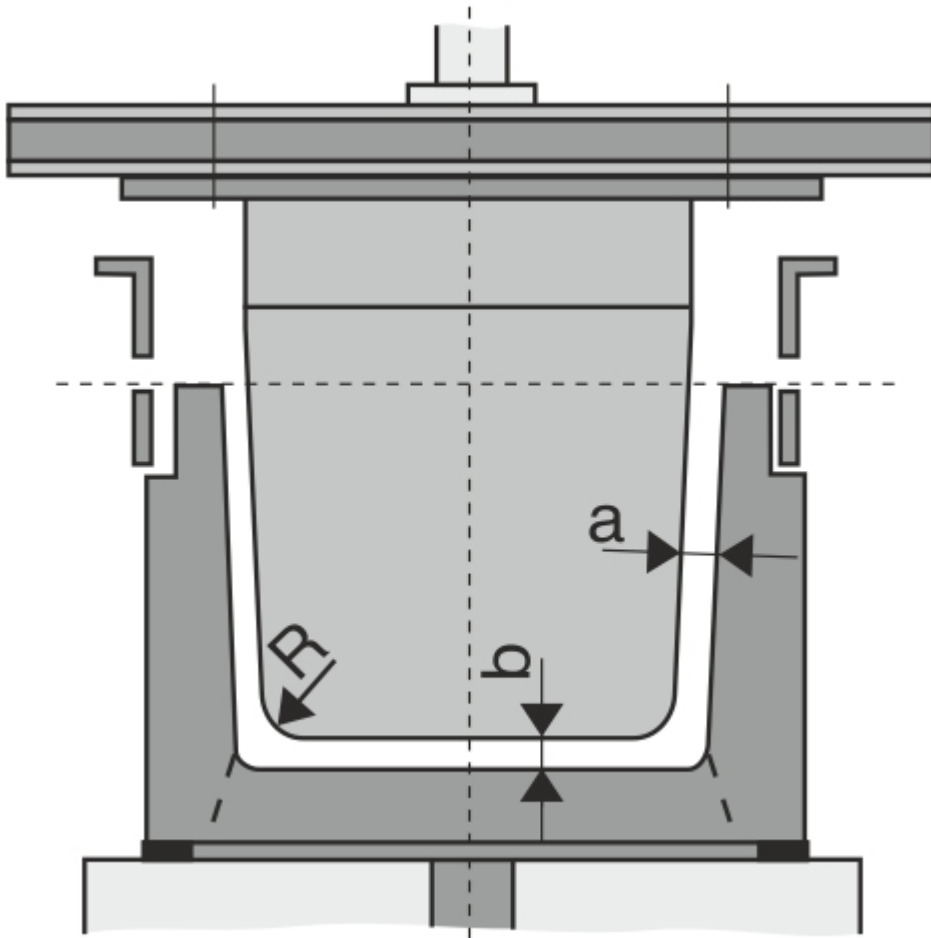


### Fremstilling af et termoformet badekar

Kantområderne varmes mere op end bundområdet. Plastpladen har et gitter påtegnet til fastlæggelse af pladens strækning og indstilling af varmebilledet.

## Negativformning med mekanisk forstrækning

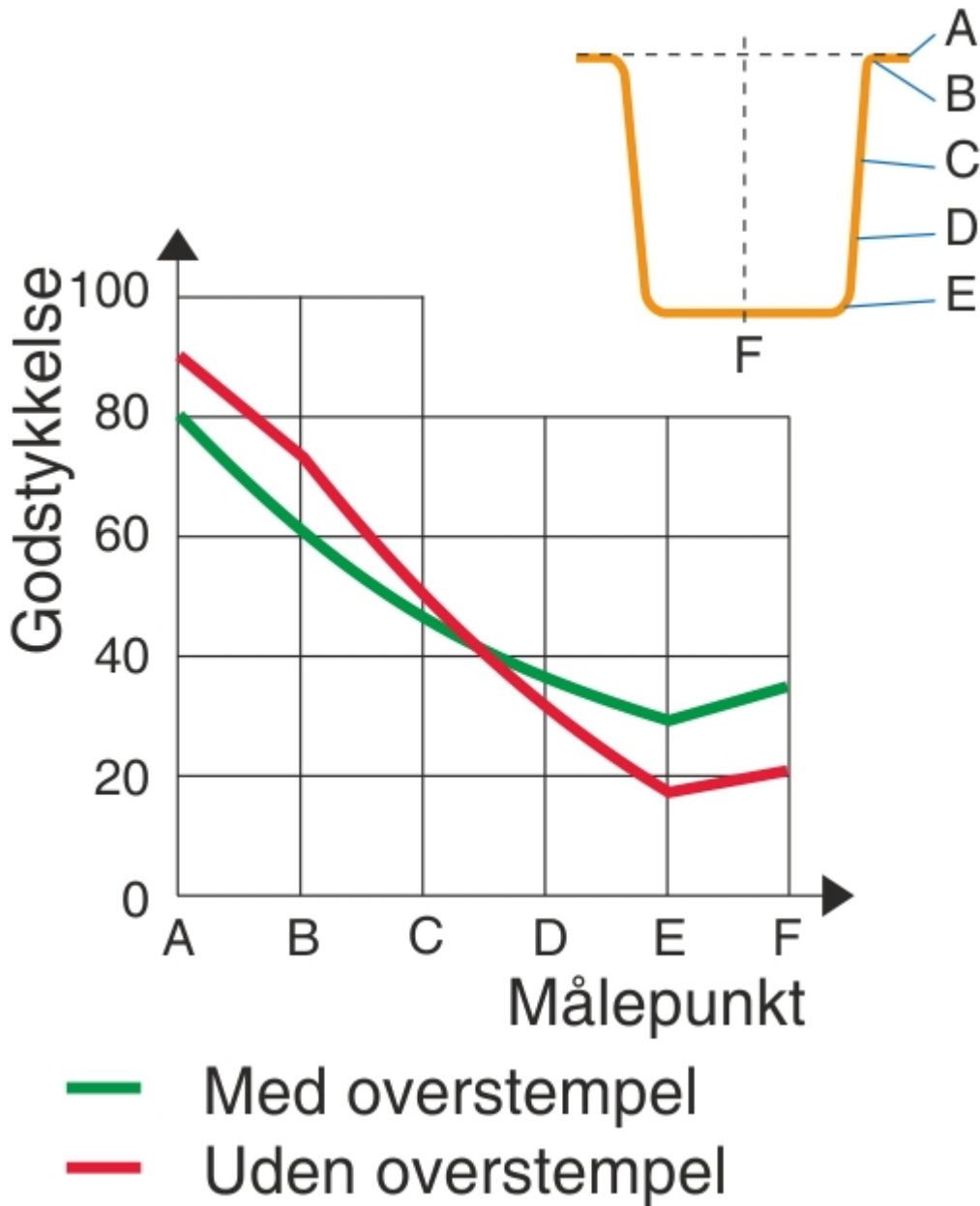
Ved et formningsforhold i negativformning på H:D  $\approx$  1:3 er det nødvendigt at anvende et overstempel til forformning af plastpladen. Friktionen mellem pladen og overstemplet holder på materialet, mens det trykkes ned i formen. Det medfører, at der kommer mere materiale ned i bunden af formen, hvorved godstykkelsen i området øges.

**Negativformning ved forstrækning med overstempel**

a og b = afstande mellem stempel og form R = radius

Godsfordelingen afhænger hovedsageligt af:

- Overstempeludformning
- Overstemplets afstand til formen (indbygningshøjden)
- Bevægelsesmønster mellem form og overstempel
- Pladetemperatur
- Overstempelmateriale
- Overstempeltemperatur



Formningsforhold H:D > 1:3

Procesforløb:

- Opvarmning
- 'Form op' samtidig med 'overstempel ned'. Ved grundindstilling skal form og overstempel nå deres endeposition samtidigt
- Vakuüm slutes til ved enten 'bord oppe' eller 'overstempel nede'
- 'Overstempel op'

- Køling
- Afformning

Bunden af emnet bliver tykkere, hvis:

- Bevægelsen 'bord op' forsinkes, eller hvis overstemplet når dets endeposition før formen
- Afstanden mellem stempelbund og form er mindst mulig
- Stemplet er så stort som muligt (lille afstand mellem stempelside og form og lille stempelradius (R))