

# Plast Teknologi

Udvalgt sektion

# Afformning

Følgende faktorer har væsentlig indflydelse på afformningen:

- Afformningstemperaturen
- Slipvinklerne
- Underskæringen
- Positiv- eller negativform
- Afformningsluft
- Afformningshastighed
- Afformningshjælp i formen
- Formens overflade
  - Friktion mellem form og emne

## Afformningstemperatur

Et formet emne kan først afformes, når det på det tykkeste sted er så koldt, at det er formstabil. Hvis emnet er for varmt, vil det deformeres. Hvis det er for koldt, har køletiden været unødvendigt lang.

Ved positive forme vil den yderligere nedkøling betyde, at emnet bliver sværere at afforme, da det på grund af temperaturfaldet klemmes fast om formen.

Hvis der afformes ved højere temperatur, er emnet som følge af materialets varmeudvidelse større og lader sig derfor lettere afforme.

Ved positivværktøjer vil skrumpningen betyde, at emnet "klemmer" mere og mere fast om formen. Ved negativværktøjer, enkeltstyks, vil skrumpningen betyde, at emnet løsner sig mere og mere fra formen.

Ved positivforme kan skrumpningen i ekstreme tilfælde betyde, at emner i fx PS eller PMMA revner før eller under afformningen. Andre materialer fx PC revner ikke, men klemmer så hårdt om formen, at afformning er umulig.

## Formkonstruktion med god afformning

Ved forme med for lille slipvinkel må man tilføre afformningsluft gennem formen under hele afformningen. Ved større slipvinkler må man også tilføre afformningsluft gennem formen, men når afformningen først er begyndt, kan luften strømme ind i den stadig større spalte, der opstår mellem form og emne.

Dette betyder i praksis: For små slipvinkler kræver præcis tilpasning af afformningsluft og afformningshastighed. Jo højere afformningshastighed, desto sværere bliver tilpasningen af afformningsluft. Ved små slipvinkler kan der derfor kun afformes langsomt.

Hvis der kræves små slipvinkler, bør man foretrække negativformning frem for positivformning.

Ved negativformning i étstyksforme er  $0^\circ$  slipvinkel mulig, dog kun ved langsom afformning. Det er dog ikke anbefalelsesværdigt at forme uden slipvinkel.

Ved positivforme må man ikke gå under slipvinkler på  $0,5^\circ$ . En slipvinkel på  $0^\circ$  er kun mulig, hvis der en større slipvinkel overfor, så denne kan kompensere. Almindeligvis skal slipvinklerne på positivforme være  $3-5^\circ$ .





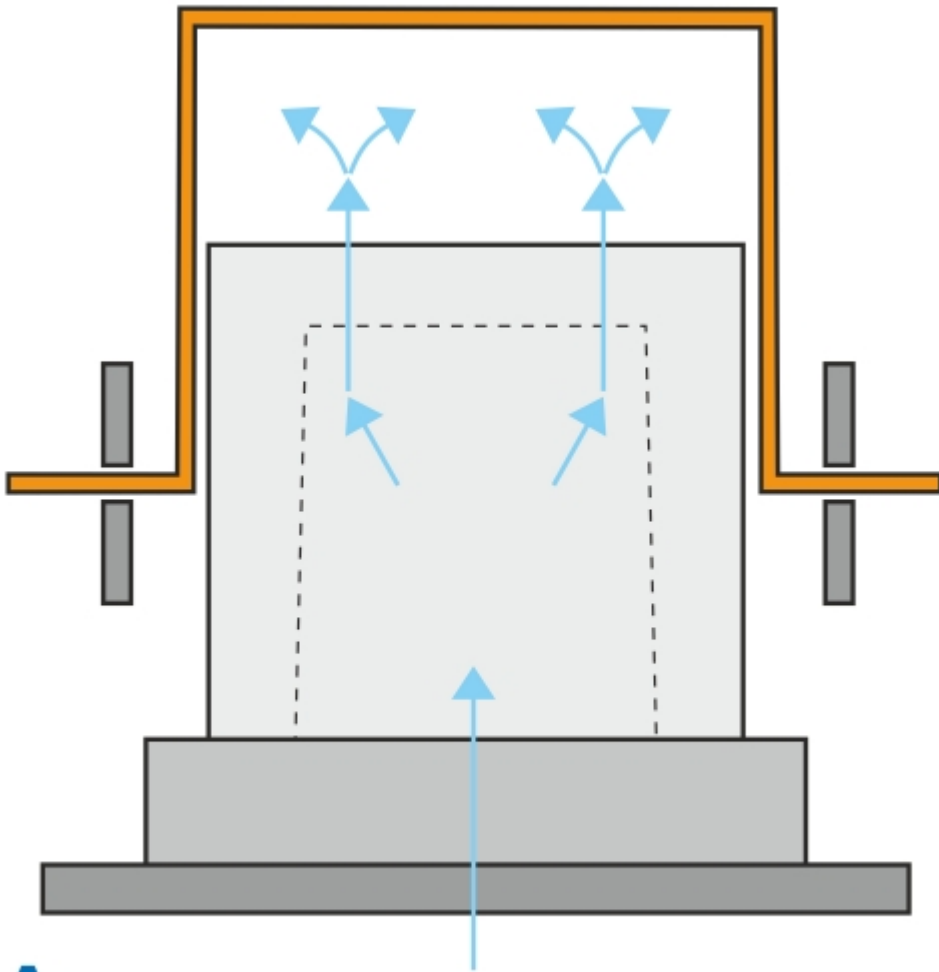




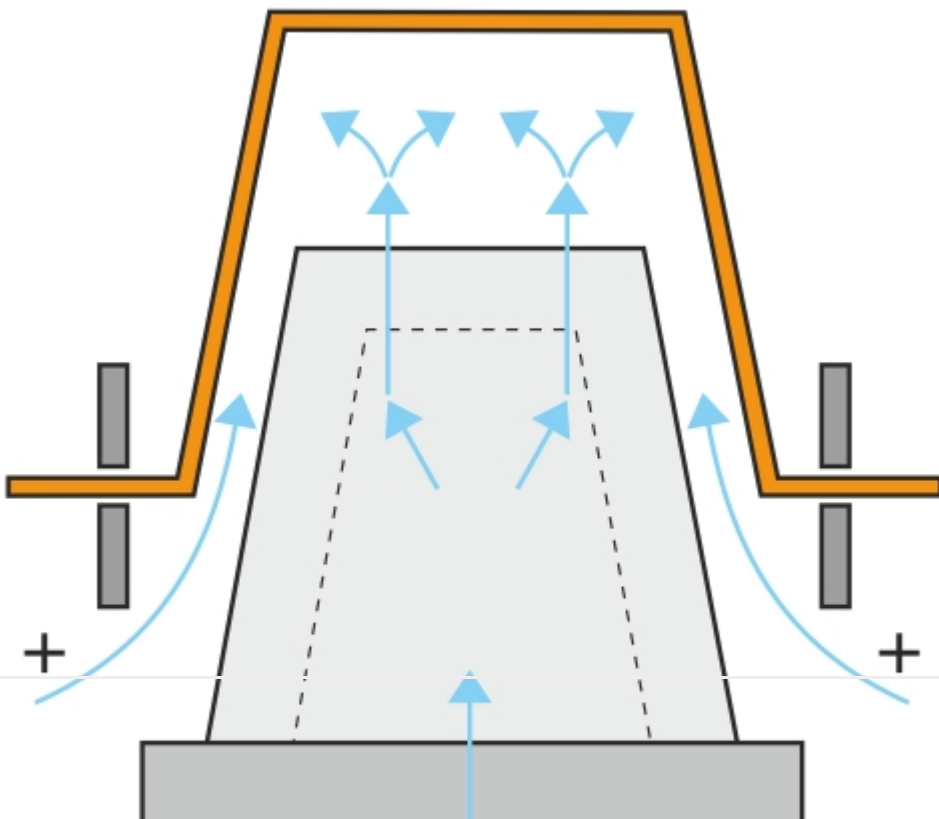








**A**



## Trykudligning og afformningsluft

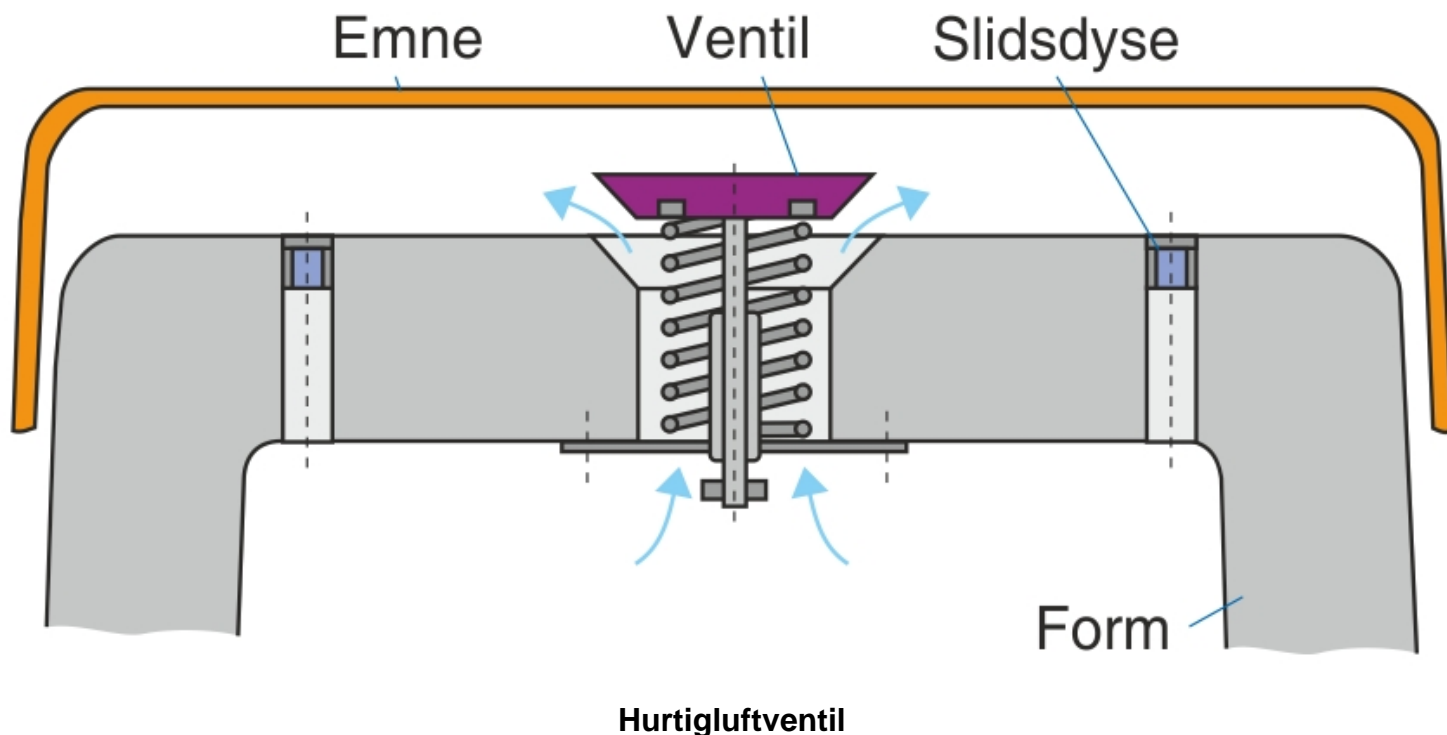
Under afkølingen bliver emnet holdt presset til formen af vakuemet eller tryklufften. Før emnet løsnes fra formen, skal vakuum eller trykluft afbrydes, og der skal ske trykudligning til atmosfæren. Det aflaster emnet og skaber samtidigt en reproducerbar udgangsposition for styring af afformningen. Ved rene trykluftmaskiner afformes mekanisk med udstødere.

## Afformningshastighed

Hurtige bevægelser er sværere at styre end langsomme, hvilket også gælder for indstrømning af afformningsluft. Både for lidt og for megen afformningsluft ved en given afformningshastighed fører til deformation af emnet.

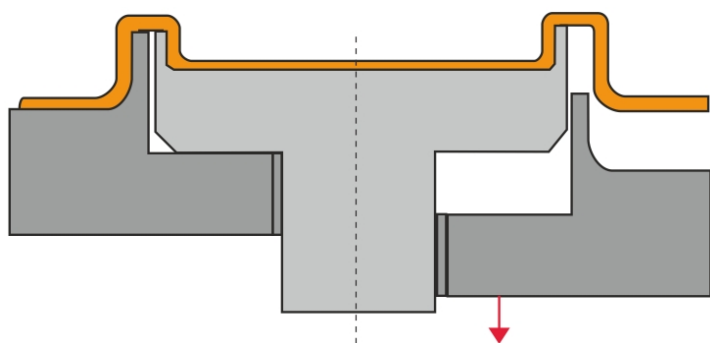
## Afformningshjælp

Til øgning af afformningsluft kan anvendes store luftventiler, som har et stort areal, hvilket betyder, at der kan strømme store mængder luft gennem ventilen. Ventilen leveres med diameter på 40-80 mm. Også slidsdysen med diameter på 4-12 mm kan anvendes til øgning af luftarealet.



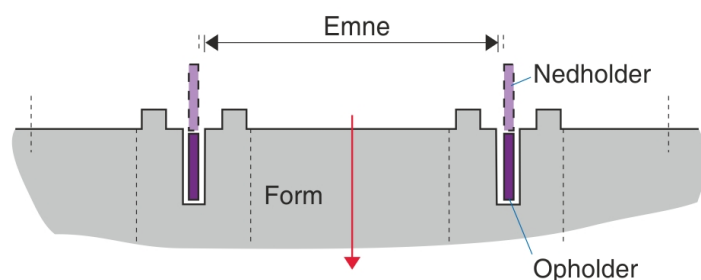
Selv om det ikke er nødvendigt at anvende overstemp-ler for at få god godsfordeling ved formning af flade emner, kan de anvendes som afformningshjælp til at forhindre deformation af emnet.

Hvis emner er svære at afforme, bliver de deforme-ret af både for lidt og for megen afformningsluft. Her kan det hjælpe med et overstempel, der følger emnets form så præcist som muligt. Ved afformning placeres dette stempel 1-3 mm over emnet, der nu kan blæses hårdt af formen, da det blot bliver trykket op mod stemplet uden at blive deformeret. Til slut kan formen køres ned.



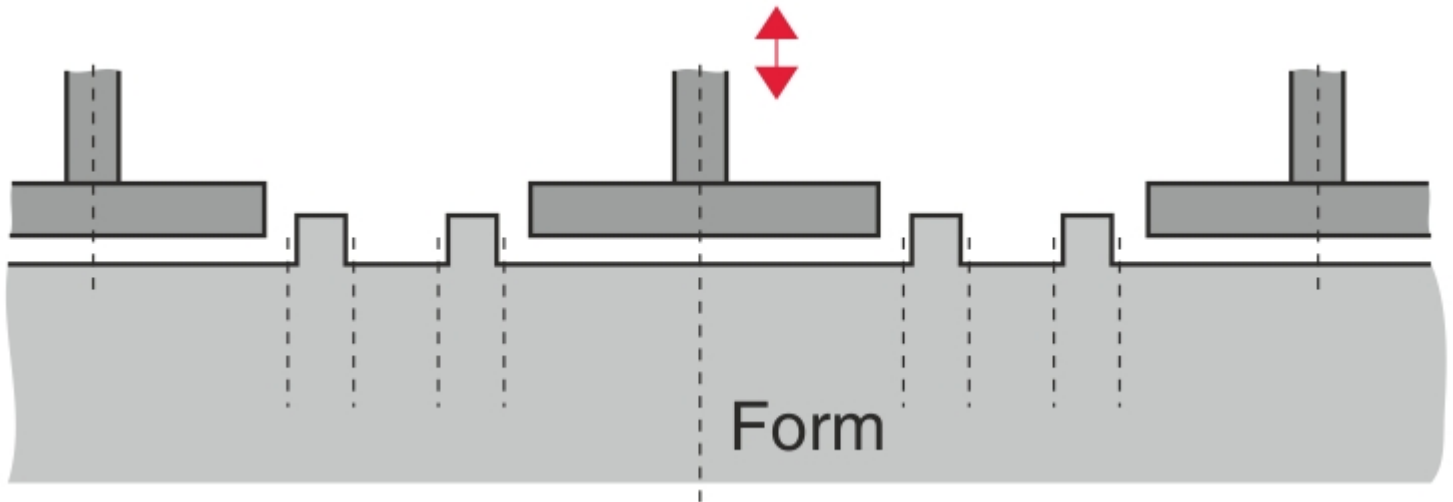
**Form med udstøder som afformningshjælp  
(mekanisk afformningshjælp)**

Venstre del: Udstøder i formningsposition. Højre del: Udstøder i afformningsposition



**Opholder placeret i underrammen som  
afformningshjælp**

Hvis overstemplet anvendes både ved formning og afformning, må man skelne mellem rulleautomatmaski-ner, hvor kølingen af emnet udelukkende sker gennem formen, og plademaskiner, hvor kølingen også sker fra yder-siden. Her må stemplet ikke blive nede, men skal væk under kølingen for ikke at spærre for denne. Derfor er det her nød-vendigt med to stempelnedkøringer, første til formningen, anden til afformning.

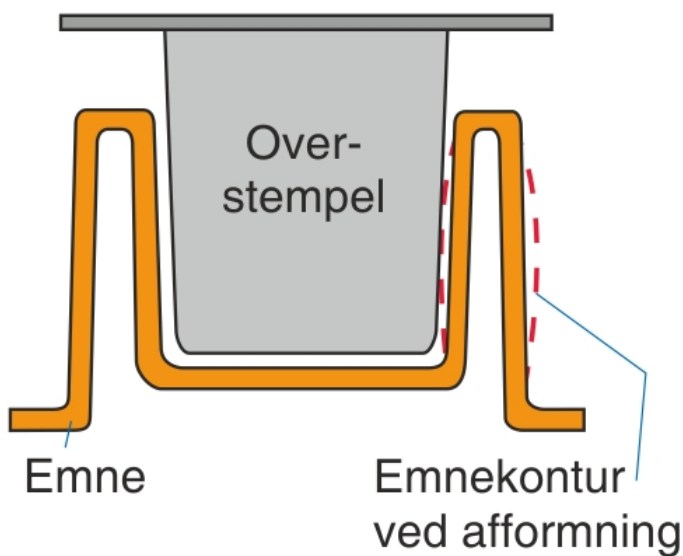


**Overstempel som afformningshjælp til flade emner**

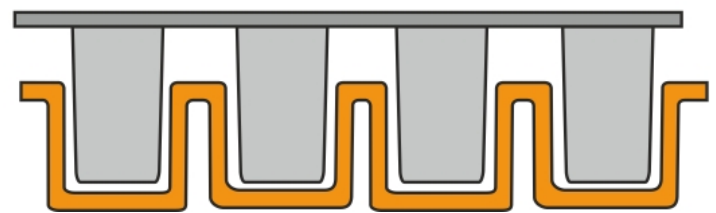
Hovedformålet er at forhindre deformation af emnet.

Produkteksempler på to overstempelnedkørsler er svært afformbare emner med fx stejle sider med relativt dårlig stivhed og stærk tendens til deformation eller forme med underskæringer.

Overstempet skal have samme konturer som emnet, så emnet ikke de-formeres ukontrollabelt af afformningsluften.



**Overstempel som afformningshjælp ved enkeltstyksform**



**Overstempel som afformningshjælp ved flerstyksform**

**Procesforløb**

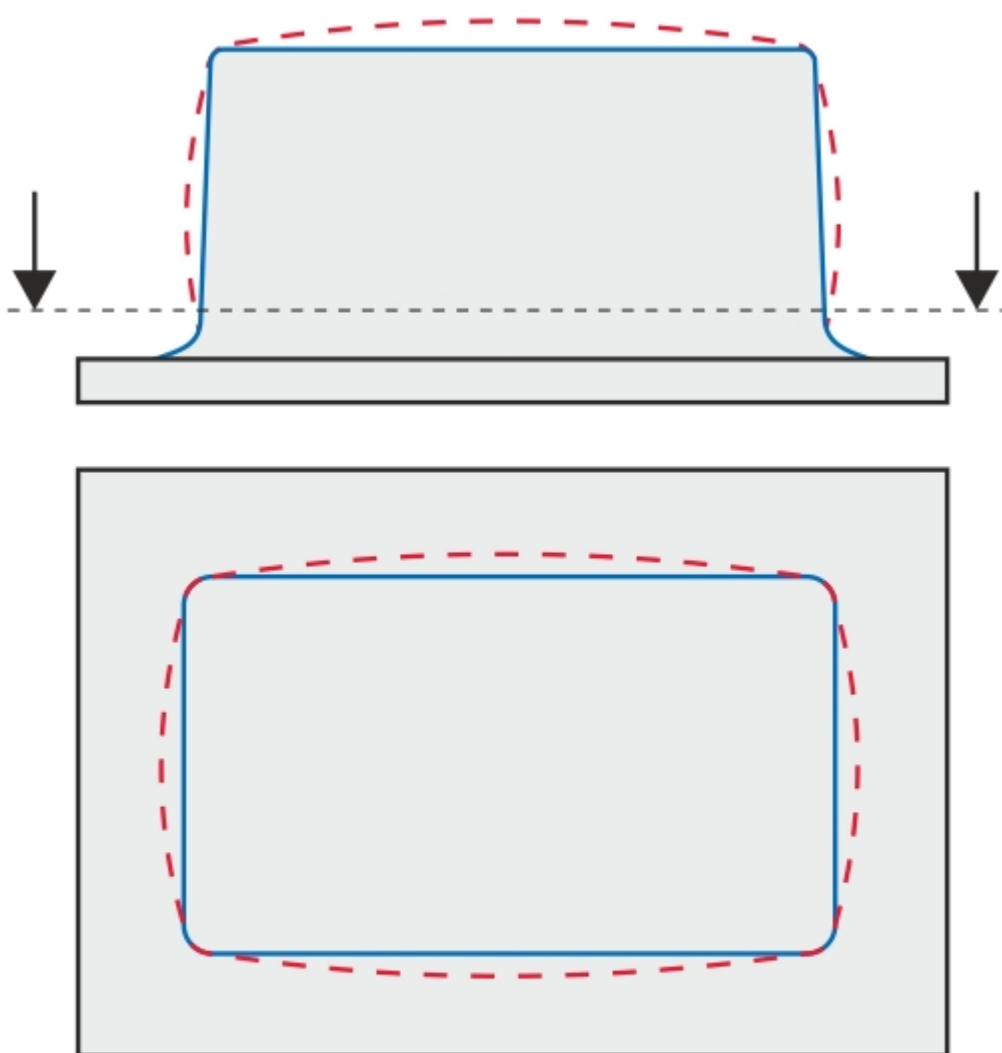
- Formning med overstempel
- Overstempel kører op
- Køling
- Overstempel kører ned (anden overstempelbevægelse)
- Afformning. Afformningsluft presser emnet mod overstemplet, mens form kører ned
- Overstemplet kører op
- Spændramme åbnes
- Emne tages ud

## Formoverflader

Ru formoverflader er bedre for afformningen end glatte, da de lader af-formningsluften komme ind mellem form og emne. Ved stærkt nubrede overflader skal der anvendes større slipvinkler – gerne større end  $5^\circ$  – da nubringen ellers kan ødelægges.

## Friktion mellem emne og form

For høj friktion ved afformning fører til ridser, afrivning af materiale fra emnet eller i værste fald deformation af emnet.



- Formkontur
- - Emnekontur ved afformningen pga. afformningsluften

**Deformationer ved afformningen som følge af for høj friktion**

A. Emne i orden B. Emne deformeret

## Praktiske råd

Kanter på kantede positivværktøjer må i modsætning til fladerne poleres.

Slipmiddel bør kun anvendes til prøveforme. Velegnet slip-middel er blød sæbe til træværktøjer, PTFE og silikoneolie til aluminiumforme. Endvidere kan der købes specialslip-midler.

Ved forventede afformningsproblemer på produktionsværktøjer kan formen beklædes. Aluminiumforme kan om nødvendigt galvanisk beklædes med et lag porøst chrom eller nikkel, hvori der indsintres PTFE.

## Underskæringer

Ved mindre underskæringer kan man ved visse plastmaterialer afforme uden løse kerner, kernetræk, kippbare forme og lignende.