



# OBLIKOVANJE DUVANJEM

---

Prof. dr Dragiša Vilotić

# Uvod

*Maja Rujnić-Sokele i Igor Čatić*

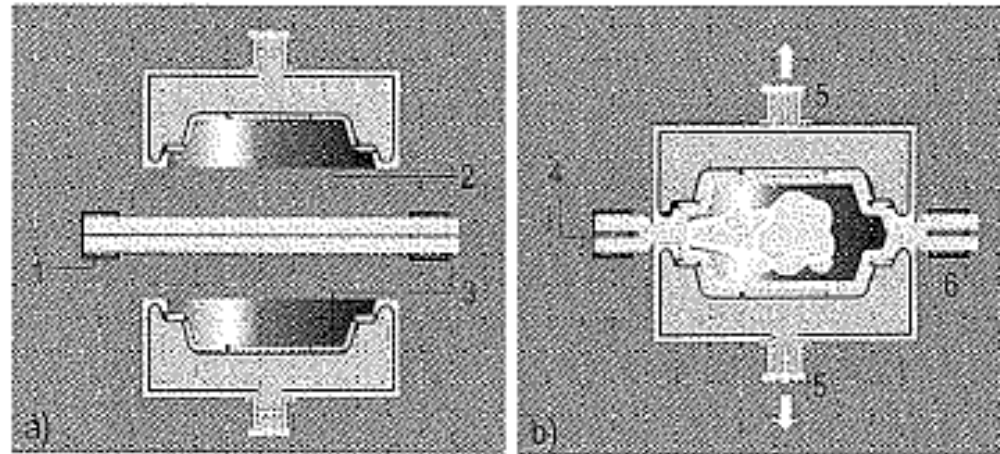
To je ciklički postupak preoblikovanja pretvaranjem priprema u šuplje tijelo. Pritom stlačeni zrak oblikuje unutrašnjost, a kalupna šupljina vanjski oblik plastičnog proizvoda koji zatim očvršćuje hlađenjem.

Puhanje je vrlo važan obradni postupak, namijenjen izradbi zatvorenih šupljih tijela (lopte, igračke) ili otvorenih na jednom kraju (boce, spremnici). Puhanjem se prave proizvodi od nekoliko  $\text{cm}^3$  do  $10 \text{ m}^3$ , kakav je npr. spremnik za skladištenje mlijeka. Najprošireniji su postupci ekstruzijskoga puhanja i injekcijskoga puhanja.

Puhanje plastomera javlja se već potkraj 19. stoljeća. Dvije ploče celuloznog nitrata upete su između dvije polovice kalupa. Para je ubrizgana između ploča, čime se omekšao materijal, rubovi su se zavarili, a ploče se proširile prema kalupnoj šupljini. Zbog visoko zapaljive prirode celuloznog nitrata, postupak nije ušao u širu primjenu. Suvremenu verziju toga postupka, gdje se umjesto pare rabi stlačeni zrak, prikazuje slika 9.8.

# Duvanje šupljih tela

## Istorijski razvoj



Pravljenje supljih tela od dve ploča;

a - zagrevanje ploča, b - duvanje plastike;

1 - zagrevanje ploca, 2 - gornji deo gnezda, 3 - donji deo gnezda, 4 - dovod pritisnutog vazduha iglom, 5 - stvaranje podpritiska, 6 – pritisni vazduh šuplje telo

# Duvanje šupljih tela

## Materijali za duvanje

- **Ekstruzijskim duvenjem** se mogu preradjivati samo plastomeri koji su pri temperaturi obrade visoko viskozni i visoke čvrstoće
- To su po pravilu visoko molekulni materijali.

# Duvanje šupljih tela

## Postupci duvanja

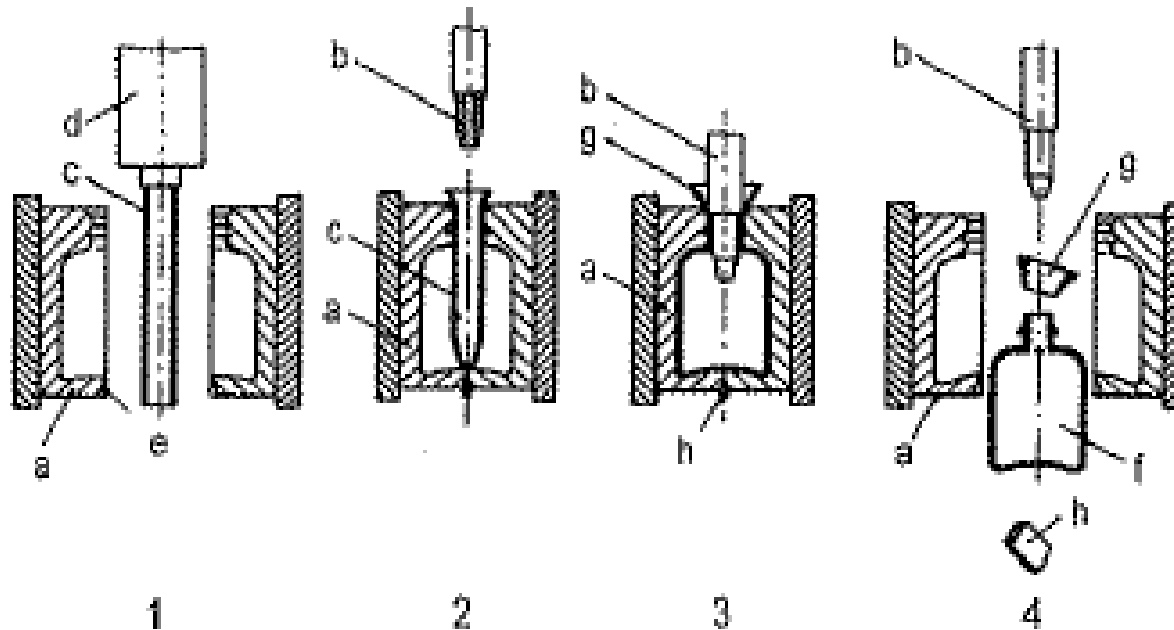
- Izbor postupka duvanja zavisi, od željenog kvaliteta duvanog proizvoda. To su: čvrstoća i težina plastike, potrebna debljina, tačnost i preciznost, kvalitet površine i sjaj.
- **Dva su osnovna postupka duvanja koja se temelje na postupku pravljenja priprema: injekcijsko i ekstruzijsko duvanje**
- **Postoji i podela na:**
  - **razvlačno duvanje**, pri čemu oblik priprema, materijal i parametri obrade omogućuju dvoosnu orijentaciju plastike
  - **višeslojno duvanje**, pri čemu se kombinuju dva sloja ili više slojeva različitih materijala
  - **višeslojno/razvlačno duvanje**, pri čemu je jedan od materijala (slojeva) dvoosno orijentisan.

# Duvanje šupljih tela

## Ekstruzijsko duvanje

- najjednostavniji, najisplativiji i najrašireniji postupak izrade plastičnih boca.
- Ekstruzijsko duvanje može se podeliti na dva osnovna postupka: **kontinuirano** ekstruzijsko duvanje (npr. za PVC) i **diskontinuirano** ekstruzijsko duvanje

# Duvanje šupljih tela



## Proizvodnja boca ekstruzijskim duvanjem

1 – ekstrudiranje priprema, 2 - zatvaranje kalupa, 3 - umetanje duvaljke, oblikovanje grla i napduvavanje, 4 - izbacivanje proizvoda, odrezivanje srha;

a - kalup za duvanje, b - duvaljka, c - pripremak (gipka cijev), d - glava ekstrudera, e - pritisni rub, f - gotova boca, g i h - srh

# Duvanje šupljih tela

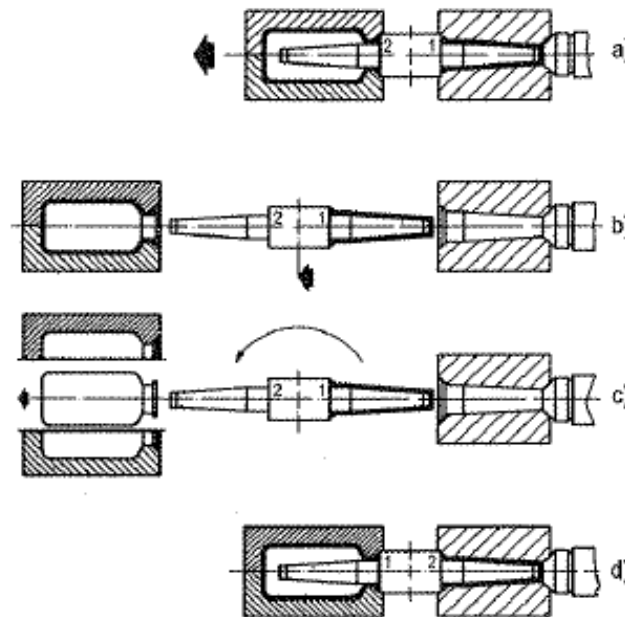
## Injekciono duvanje

- **Injekciono duvanje primjenjuje se za izradbu malih delova, do nekoliko litara.**
- **Za veće količine malih boca, injekciono duvanje je postupak s najnižim troškovima, no izrada većih delova tim postupkom nije ekonomski isplativa.**



# Duvanje šupljih tela

## Injekciono duvanje



Postupak integrisanog injekcijskog duvanja;  
a - **ubrizgavanje** (1) i **duvanje** (2), b – **otvaranje kalupa**, c - **izbacivanje** proizvoda i okretanje jezgrenih duvača, d - **ubrizgavanje** (2) i **duvanje** (1)

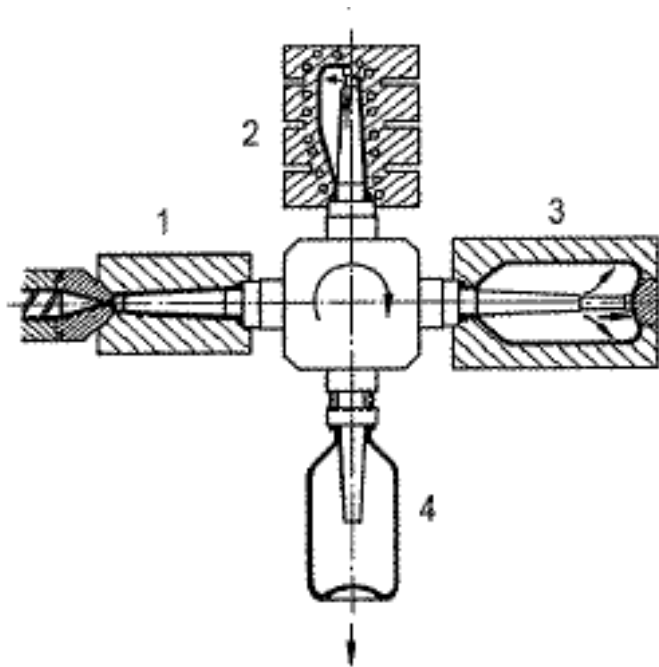
# Duvanje šupljih tela

## Razvlačno duvanje

- Razvlačno duvanje upotrebljava se za izradu boca obima između 500 mL i 2 L, iako su napravljene i boce zapremine 25 L
- Osnovni polimerni materijali koji se prerađuju razvlačnim duvanjem jesu: PET, PVC, PP, PS i poliakrilonitril (PAN).
- **Razvlačno duvanje se zasniva na molekulnom ponašanju materijala; pripremak se toplotno kondicionira i nakon toga brzo razvlači i hladi.**

# Duvanje šupljih tela

## Injekciono razvlačno duvanje



Postupak jednofaznog injekcionog razvlačnog duvanja;  
1 - injekcijsko oblikovanje priprema, 2 - kondicioniranje, odnosno predduvanje, 3 -  
razvlačenje i duvanje, 4 - izbacivanje gotovih proizvoda

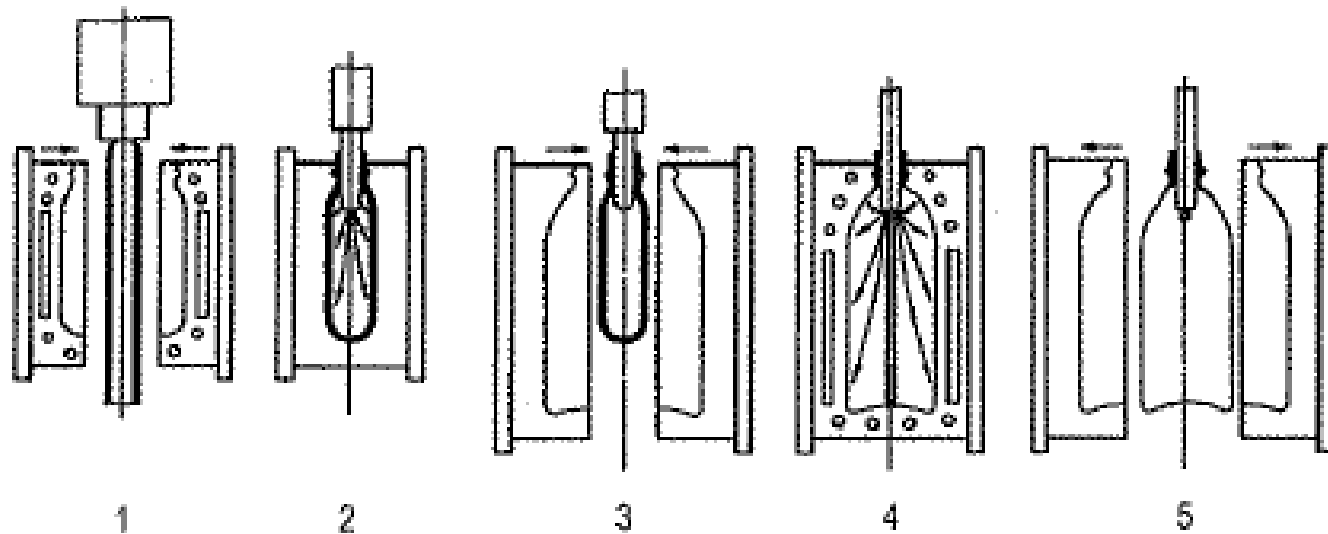
# Duvanje šupljih tela

## Injekciono razvlačno duvanje

- **Injekcioni pripremak je bez zavarenog šava i otpada, a šuplje telo nastalo duvanjem karakteristično je po visokoj tačnosti i preciznosti mera u poprečnom i uzdužnom smeru te u području grla (zatvarača).**

# Duvanje šupljih tela

## Ekstruzijsko razvlačno duvanje



Postupak ekstruzijskog razvlačnog duvanja;

- 1 - ekstrudiranje creva, 2 - prignječenje i zavarivanje dna, kalibrisanje **i duvanje** priprema, 3 - prihvatanje priprema u drugi kalup za duvanje, 4 - **razvlačenje i duvanje** priprema u konačni oblik, 5 - vadjenje boce

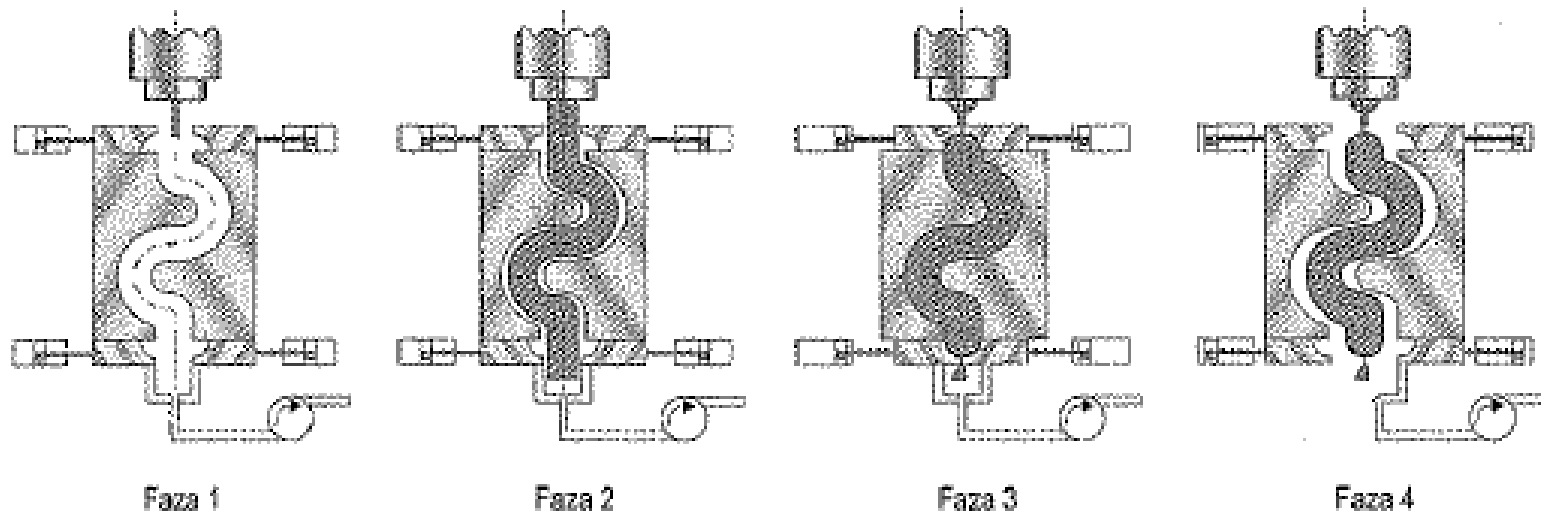
# Duvanje šupljih tela

## Višeslojno duvanje

- **Višeslojno duvanje je postupak u kojem se svojstva dva ili više materijala kombinuju da bi se dobilo bolje pakovanje za zadani proizvod.**
- Važni zahtevi za mnoge boce su troškovi, čvrstoća, čistoća, kompatibilnost s proizvodom i nepropusnost na gasove.

# Duvanje šupljih tela

## Trodimenzionalno uvlačno duvanje



Faze uvlačnoga duvanja;

faza 1 - početak ekstrudiranja priprema i njegovo uvlačenje,

faza 2 - pripremak je potpuno istisnut,

faza 3 – duvanje i hladenje dela,

faza 4 - vađenje

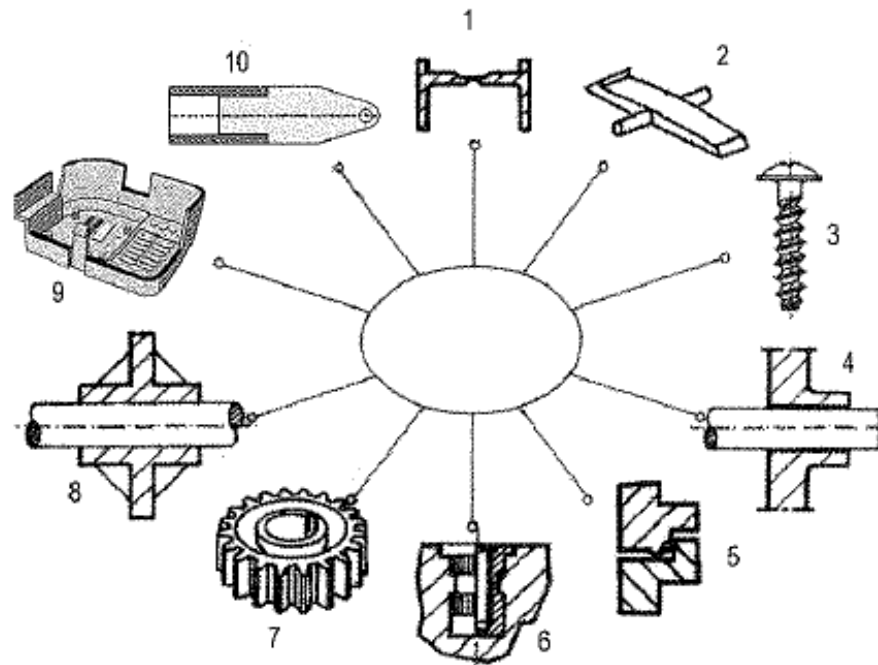
# Povezivanje polimernih tvorevina

Postupci povezivanja dele se prema DIN-u 8580 u šest osnovnih grupa. To su postupci:

- slaganja (ređanje)
- punjenja (umetanje, ubacivanje)
- Presovanje (presovani spoj)
- praoblikovanja
- preoblikovanja
- spajanja dodatnim materijalom.



# Povezivanje polimernih tvorevina



**Funkcionalni elementi za postupke povezivanja;**

**1- šarka, 2 - element skočne veze, 3 - vijak, 4 – presovani sklop, 5 - zavareni spoj, 6 - umetak, 7 - zupčanic, 8 - klizni lezaj, 9 - visekomponentni otpresak, 10 - ulepljeni spoj**

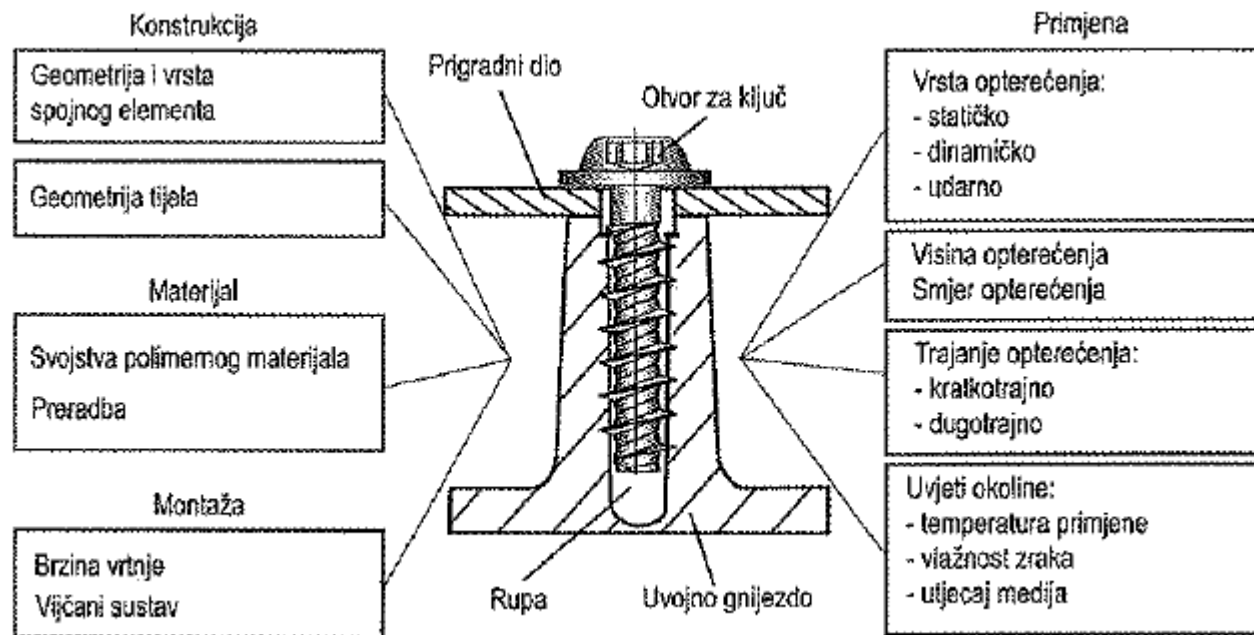
# Povezivanje polimernih tvorevina

## Vijačne veze

- I u polimerstvu su vrlo rasprostranjene razdvojive spojne veze koje se **ostvaruju vijcima i navrtkama**. U polimernim delovima javljaju se kombinacije:
  - **metaini vijci** i metalne matice umetnute u polimerni deo
  - **Direktno povezivanje plastičnog dela kao navrtke** pomoću metalnoga vijka koji se utiskuje ili direktno urezuje navoj
  - **plasticni vijci i plasticne matice.**

# Povezivanje polimernih tvorevina

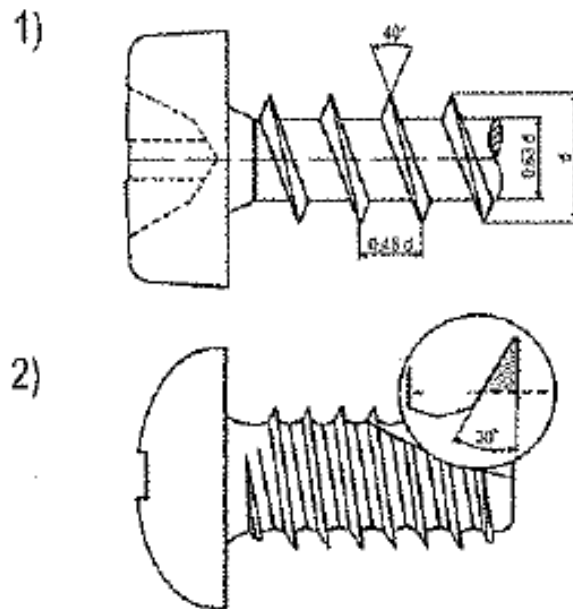
## Vijačne veze



Uticajne veličine na svojstva spoja pri direktnom zavrtnju u plastični deo

# Povezivanje polimernih tvorevina

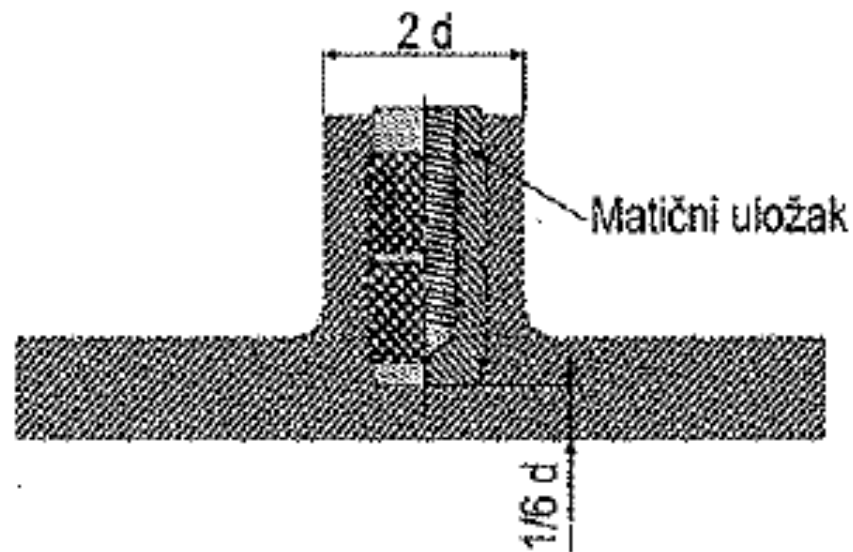
## Vijačne veze



Vijci namenjeni direktnom zavrtnanju:  
1- plastomernih delova, 2 - duromemih delova

# Povezivanje polimernih tvorevina

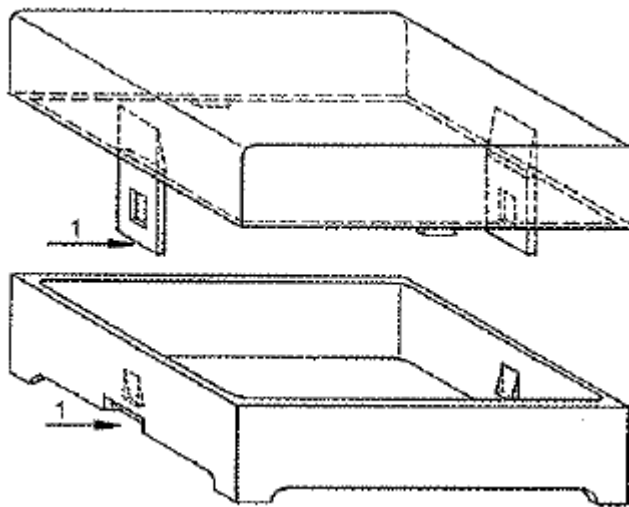
Vijačne veze



**Matični uložak (navrtka kao uložak)**

# Povezivanje polimernih tvorevina

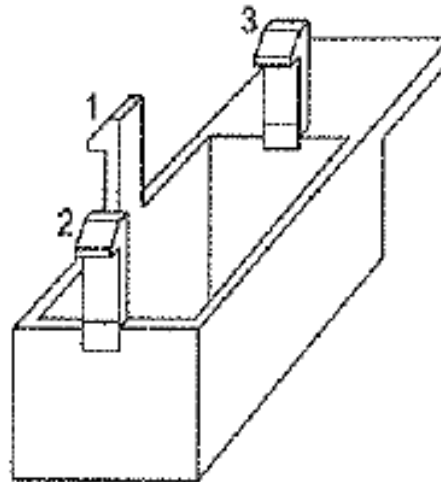
## Skočne veze



Skočna veza poklopca postolja; 1 - elastični izdanak

# Povezivanje polimernih tvorevina

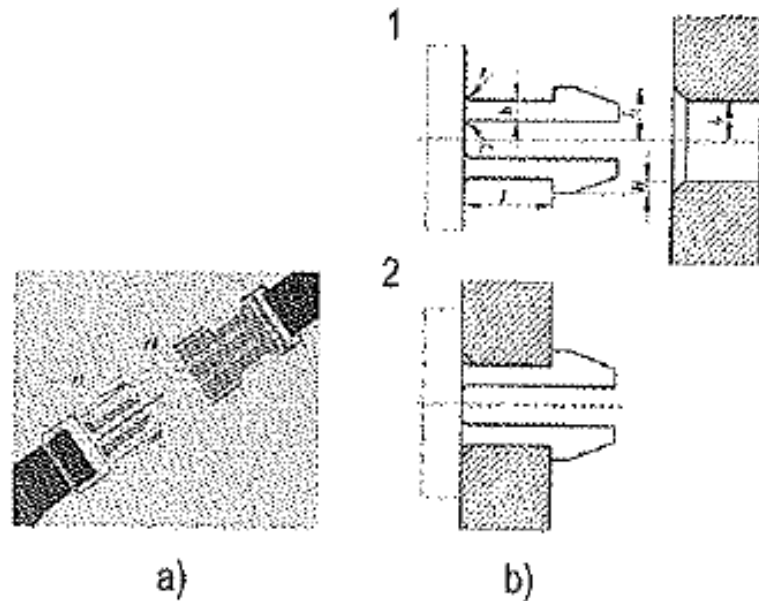
## Skočne veze



**Uticaj položaja i savitljivosti na rastavljenost pri istom obliku kuke;  
1 je deformabilniji od 2, a 3 je krući do 2**

# Povezivanje polimernih tvorevina

## Skočne veze

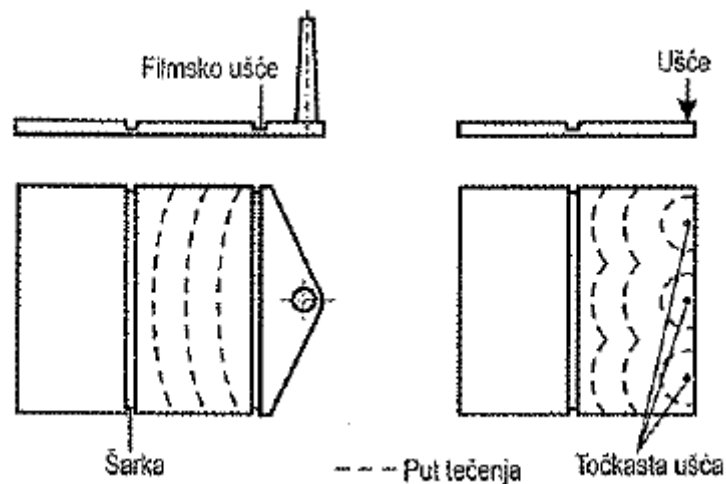


**Skočno povezivanje remena; a - delimični fotografski prikaz, b-dimenzije skočne veze: c - pre povezivanja, d - nakon povezivanja**



# Povezivanje polimernih tvorevina

## Povezivanje šarkom

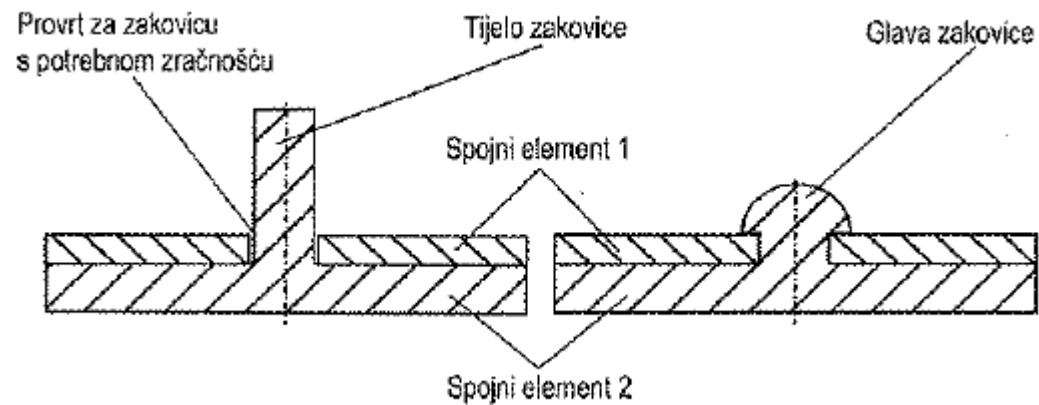


**Injekcijsko presanje otpreska sa šarkom;  
čelo tečenja taljevine mora naceino sarku dosegnuti  
Paralelno i kroz nju puniti drugi deo sklopa**

# Povezivanje polimernih tvorevina

## SPAJANJE SILOM

Spajanje zakovicama i zarubljivanjem

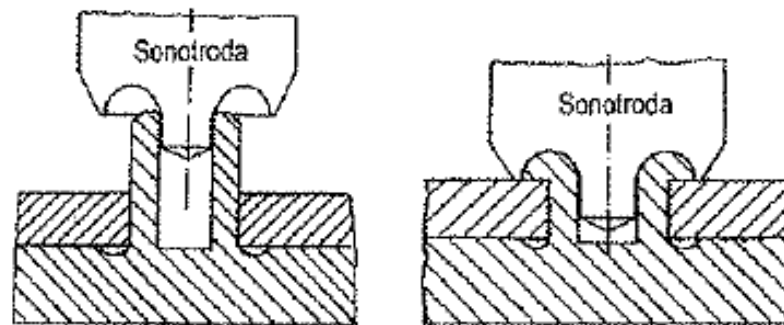


šematski prikaz zakovičnoga spoja s integrisanim spojnim elementim

# Povezivanje polimernih tvorevina

## SPAJANJE SILOM

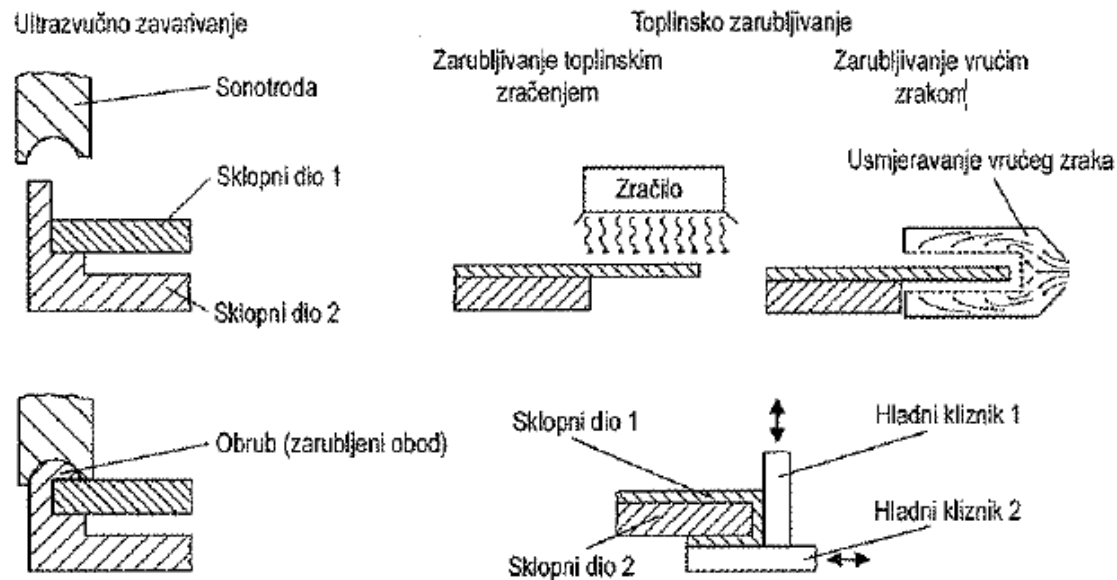
Spajanje zakovicama i zarubljivanjem



Ultrazvučno zavarivanje zakovica uz praoblikovanje glave

# Povezivanje polimernih tvorevina

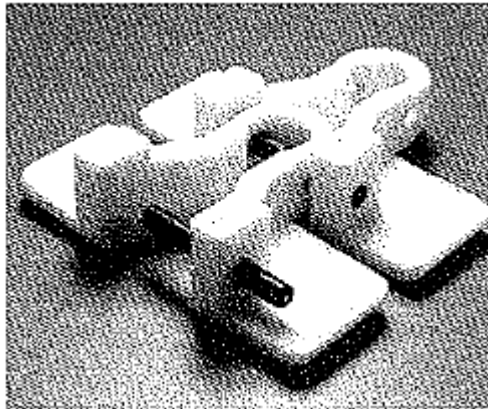
## SPAJANJE ultrazvukom i toplotom



Načelni prikaz ultrazvučnoga i toplinskoga zarubljivanja

# Povezivanje polimernih tvorevina

## SPAJANJE SILOM Spajanje upresivanjem



Povezivanje članka od POM-a pomoću metalnih čivija