

TEHNOLOŠKI PROCESI



1.UVOD

- ▶ Tehnologija – tehnične znanosti
- ▶ Nove tehnologije – robotika, avtomatizacija, računalništvo
- ▶ Tehnologija – postopki izdelave
- ▶ Proizvodnja – izdelava tehničnih produktov
- ▶ Zasnova proizvodnje – že v KD

OPREMA ZA IZDELAVO:

- ▶ stroji,
- ▶ naprave,
- ▶ transportna sredstva,
- ▶ aparati

SREDSTVA ZA IZDELAVO:

- ▶ orodja,
- ▶ priprave,
- ▶ sredstva za preizkušanje

POMOŽNI MATERIAL ZA IZDELAVO:

- ▶ hladilna sredstva in mazalna sredstva,
- ▶ čistila,
- ▶ barve

Proces izdelave

- ▶ Postopek, kjer obdelovanec postopoma, po korakih spreminjamo (obliko, lastnosti) iz surovca v proizvod
- ▶ Vsaka sprememba – delovni postopek
- ▶ Vsi postopki – delovni cikel
- ▶ Orodje s silo spreminja obliko
- ▶ Medij – snov brez oblike
- ▶ Energija- mehanska, električna, toplotna

Osnovne skupine izdelave skladno DIN 8580

Glavne izdelovalne skupine

Načini izdelave

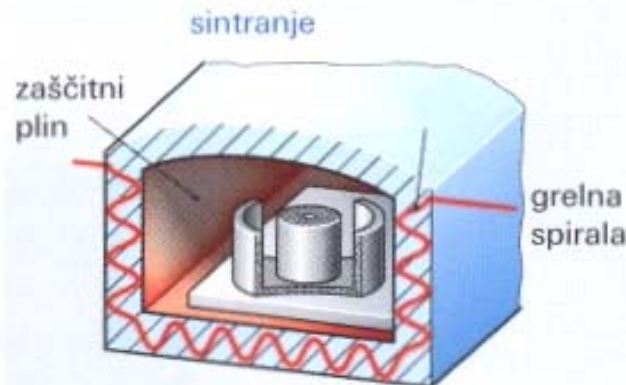
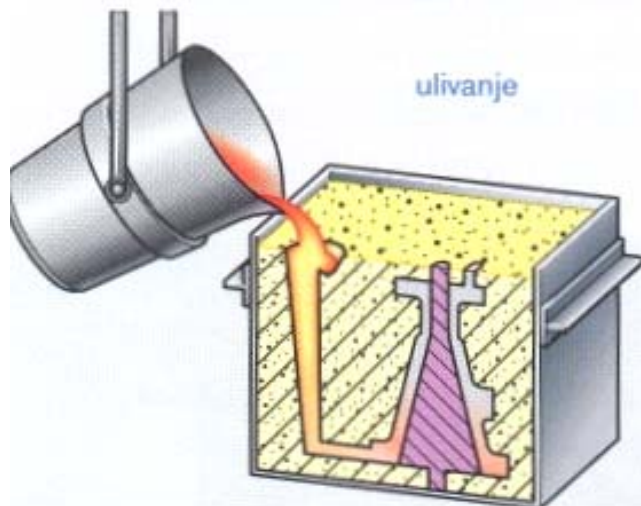
Posamezni postopki

1 Oblikovanje

- oblika trdnega telesa se ustvari ...
- trdnost delcev snovi se proizvede ...

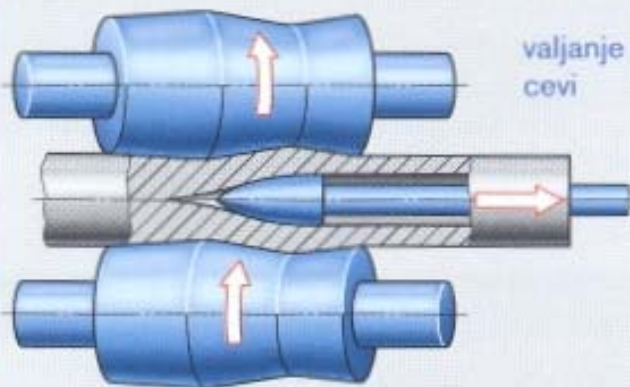
- iz trdnega (prašnega) stanja
- iz tekočega ali gnetljivega stanja
- iz plinskega stanja
- iz ionizacijskega stanja

- sintranje s kovinskim prahom
- stiskanje umetne smole
- litje, brizganje in penjenje
- naparevanje
- galvanoplastika



2 Preoblikovanje

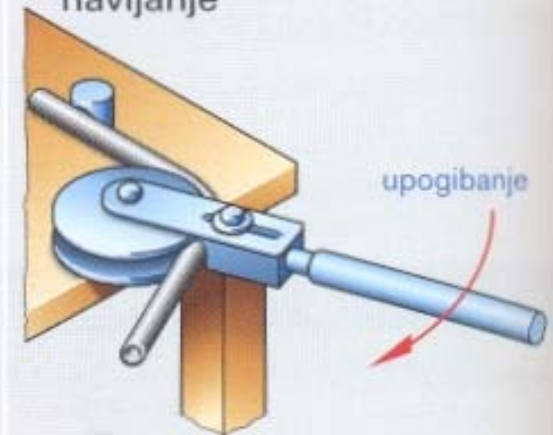
- oblika trdnega telesa se plastično spreminja ...
- trdnost delcev snovi in masa ostaneta nespremenjeni ...



- z vlečno silo
- s pritisno silo
- z vlečno in pritisno silo
- s potisno silo
- z upogibnim momentom



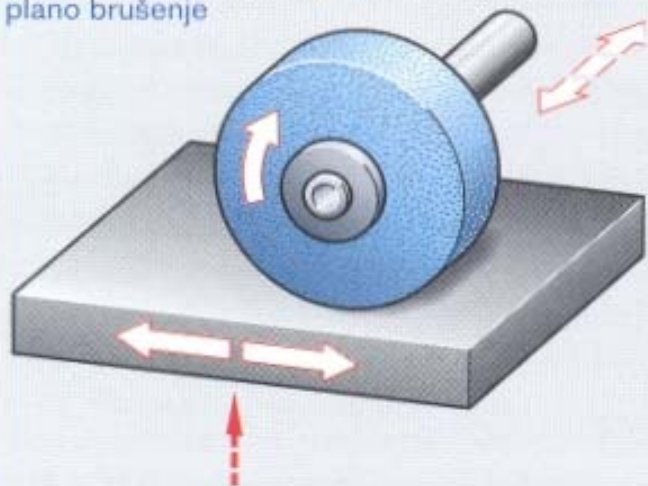
- raztezanje, razširjanje, poglobljanje
- valjanje, kovanje, vtiskanje
- globoko in valjano vlečenje
- zvijanje, prepletanje
- upogibanje, okrogljenje, navijanje



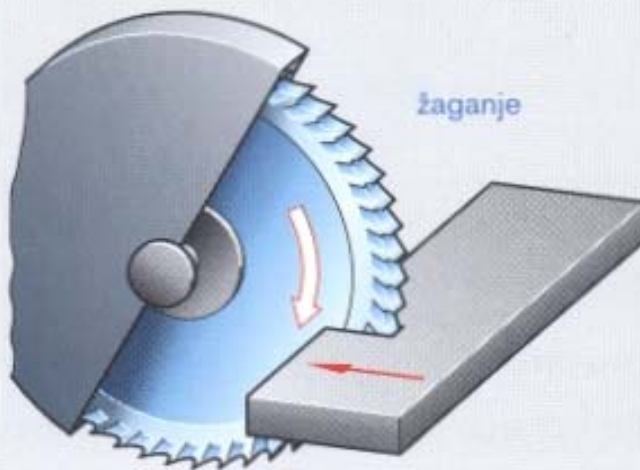
3 Ločevanje

- oblika obdelovanca se menja, izhodiščna oblika vsebuje končno obliko ...
- trdnost delcev snovi se ohranja ...

plano brušenje



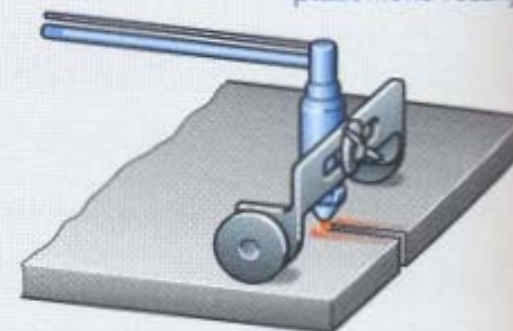
- z deljenjem
- z rezanjem
- z odstranjevanjem
- z razstavljanjem
- s čiščenjem



žaganje

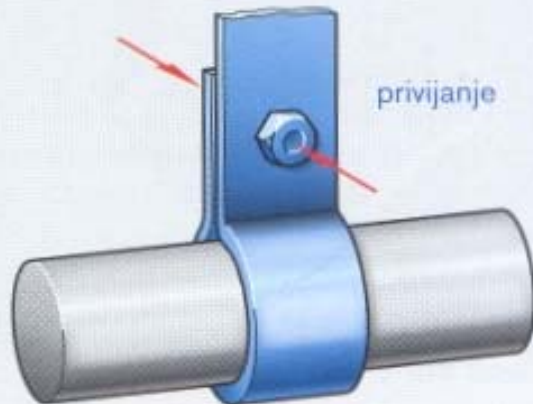
- odrezovanje, trganje, lomljenje
- vrtanje, pehanje, žaganje, brušenje
- plamensko rezanje, jedkanje, erodiranje
- razstavljanje, posnemanje
- krtačenje, obsevanje, pranje

plazemsko rezanje

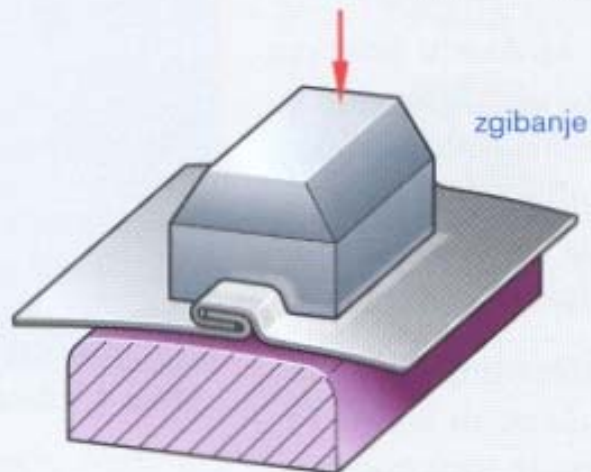


4 Spajanje

- nova trdna oblika se ustvari s povezovanjem več obdelovancev ali materiala brez določene oblike
- trdnost delcev snovi se v celoti poveča ali pa lokalno nastane nova trdnost ...



- z zlaganjem
- s polnjenjem
- s stiskanjem in vtiskanjem
- s preoblikovanjem
- s spajanjem materiala

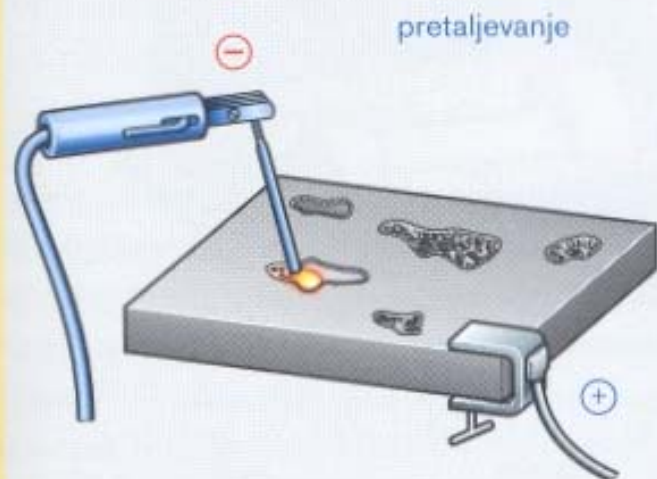


- vlaganje, potiskanje enega v drugega
- zapolnitev, impregnacija
- pritvitje z vijakom, objemko
- ulivanje, prelivanje
- zgibanje, kovičenje, krpanje
- varjenje, lotanje, lepljenje

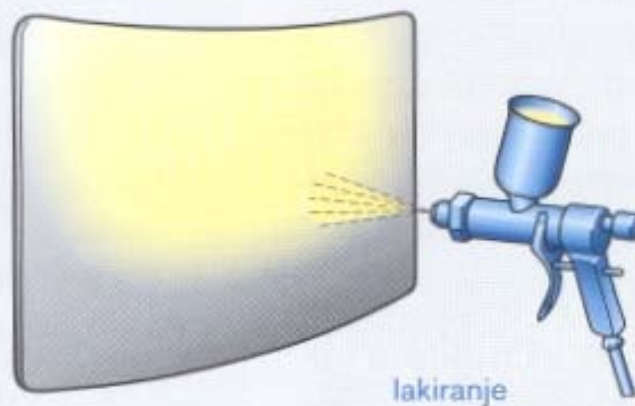


5 Površinsko plastenje

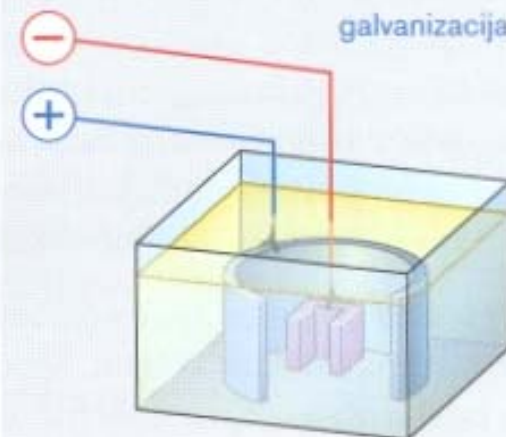
- proizvede se nova trdnost delcev snovi ...
- delci snovi se nanesejo na trdno telo ...



- s plinskim ali parnim nanosom
- s tekočim, kašastim ali pastelnim nanosom
- z ionizacijo
- s trdnim (zrnatim ali prašnim) nanosom

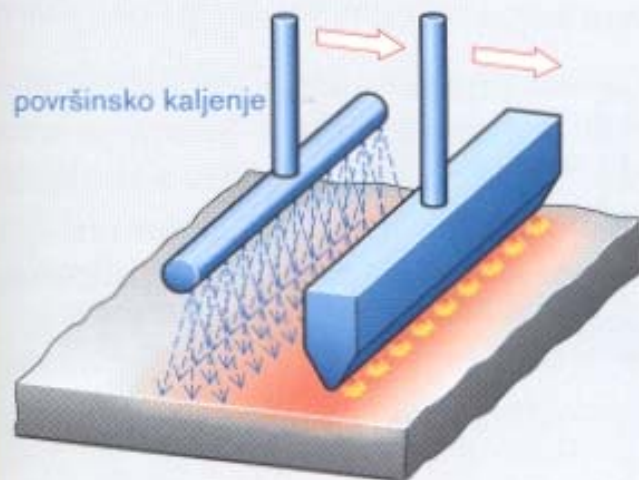


- naparevanje
- barvanje, lakiranje, prevleka z varjenjem
- galvanizacija
- prašno barvanje
- kovinsko oblaganje

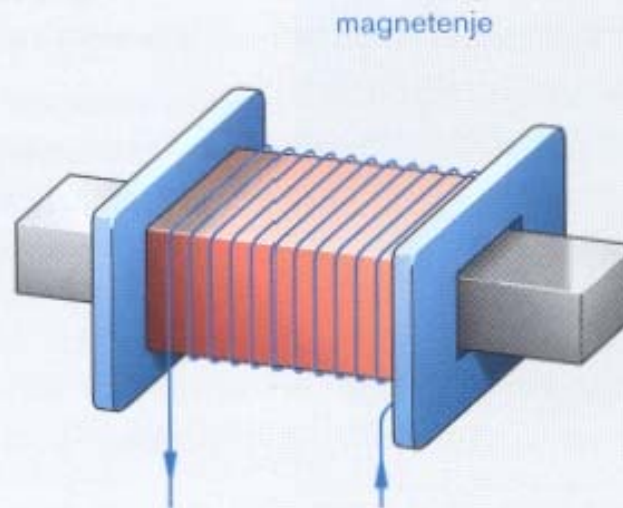


6 Spreminjanje lastnosti materiala

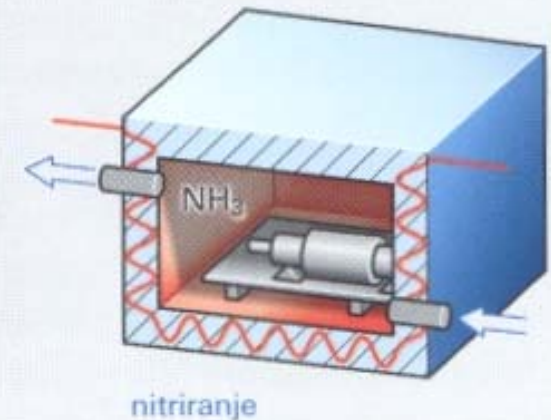
- trdna oblika obdelovanca ostane nespremenjena ...
- položaj delcev snovi se menja in s tem se spremenijo lastnosti materiala ...



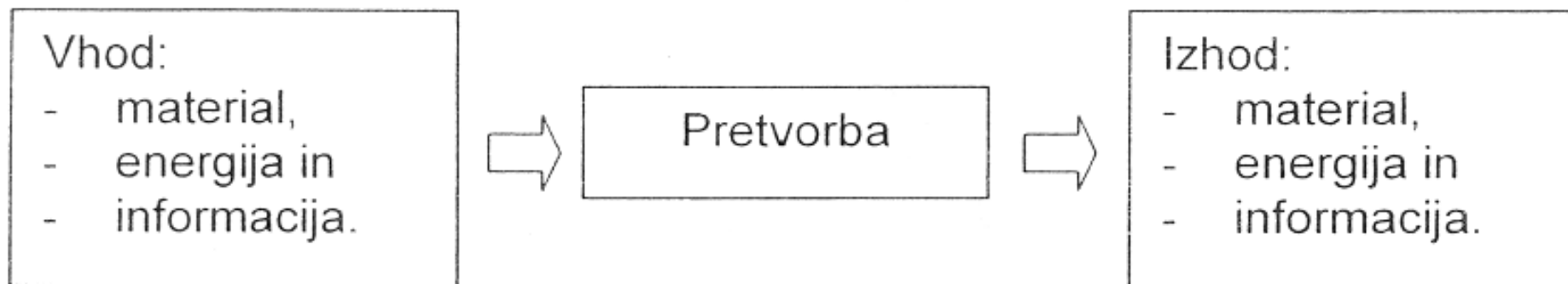
- s premikom delcev snovi
- z izločanjem delcev snovi
- z vnašanjem delcev snovi



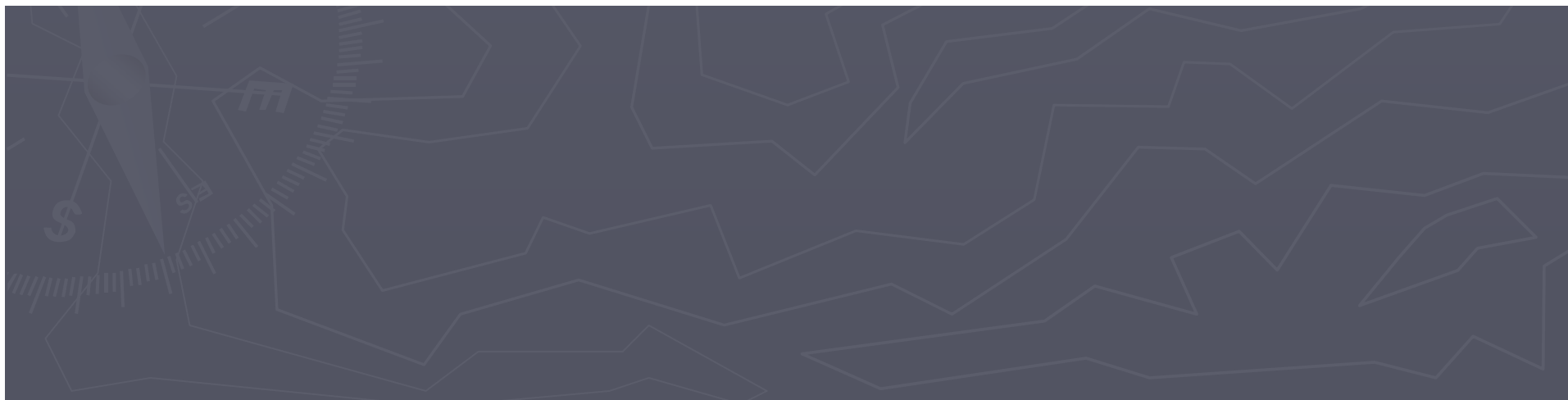
- žarjenje, kaljenje, poboljšanje s kaljenjem, magnetenje
- razogličenje, tempranje
- naogličenje (cementiranje), nitiranje



Proizvodnja



Tehnični sistem



Zagotavljanje kakovosti v proizvodnji

- Kakovost proizvodnje je standardizirana po DIN ISO 8402



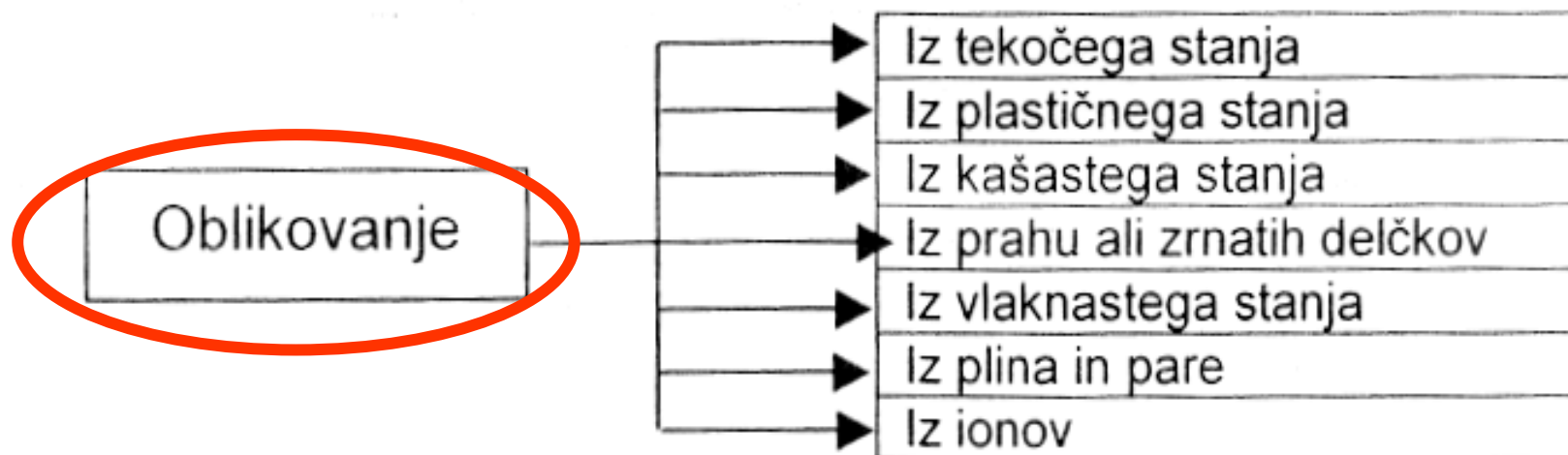
Postopki oblikovanja

Koraki procesa izdelave pri oblikovanju:

- ▶ Priprava materiala, ki nima oblike
- ▶ Priprava agregatnega stanja materiala
- ▶ Polnjenje orodja za oblikovanje z material.
- ▶ Pretvorba oziroma utrditev materiala
- ▶ Prezem izdelka iz orodja

Načini polnjenja orodja z materialom:

- ▶ Gravitacijsko polnjenje
- ▶ Tlačno polnjenje
- ▶ Centrifugalno polnjenje
- ▶ Polnjenje z izpodrivanjem



Načini oblikovanja

Postopki oblikovanja iz tekočega ali plastičnega stanja so:

- ▶ Litje,
- ▶ Brizganje
- ▶ Tlačno litje
- ▶ Kontinuirano litje

Postopki oblikovanja iz kašastega stanja so:

- ▶ Litje betona
- ▶ Litje mavca
- ▶ Litje porcelana, keramike

Postopki oblikovanja iz prahu in zrnatega materiala so:

- ▶ Oblikovanje form iz livarskega peska
- ▶ Termično nabrizgavanje
- ▶ Prašnata metalurgija

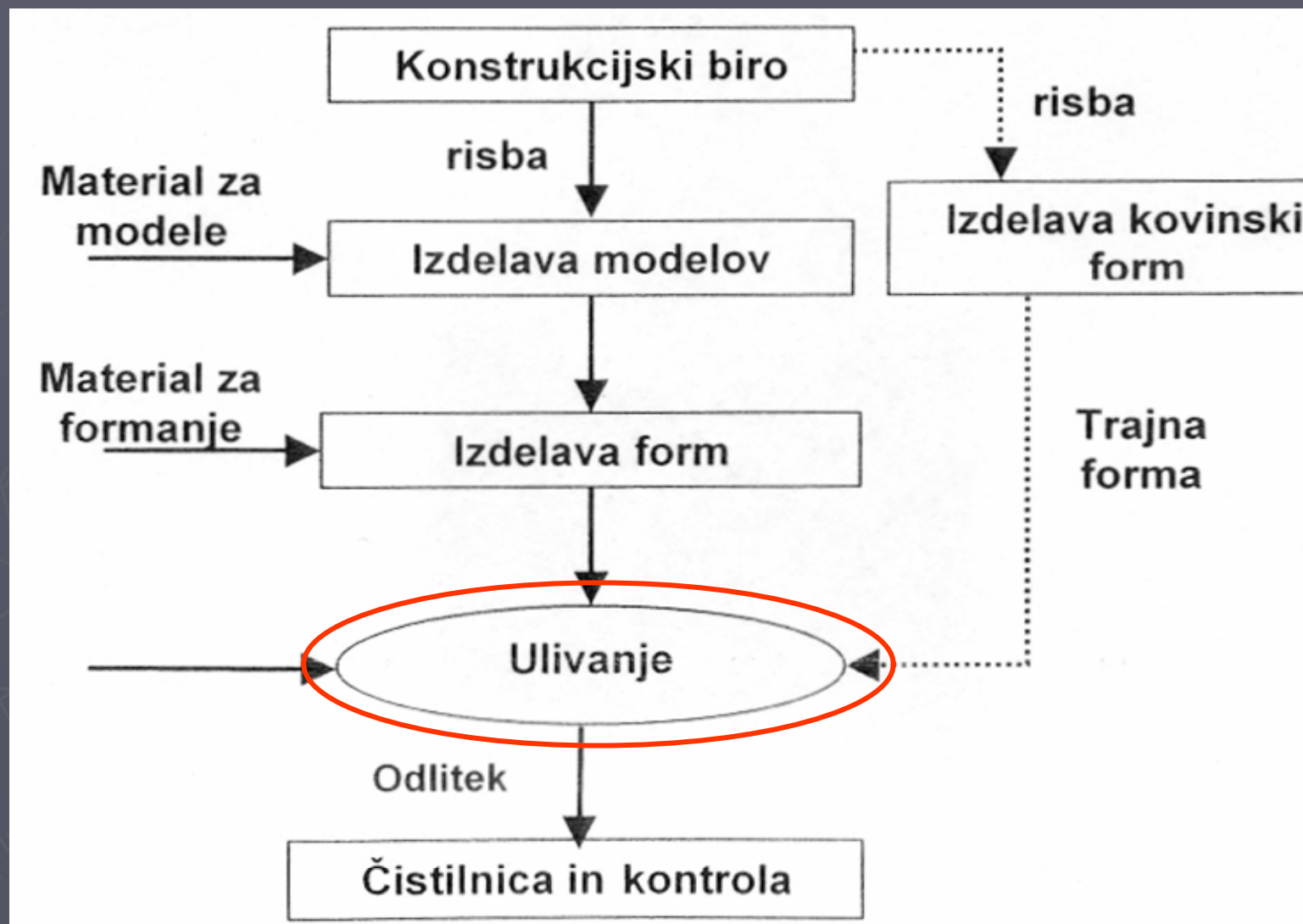
Postopki oblikovanja iz vlaken so:

- ▶ Izdelava papirja, lepenke
- ▶ Izdelava vlaknastih in prednapetih plošč

Materiali za litje

- ▶ **Jeklena litina:** se vari, poboljša, ima lastnosti jekla
- ▶ **Temprana litina:** žilava, dobro se lije in obdeluje
- ▶ **Lito železo:** dobre drsne lastn., dušenje vibracij, se dobro lije
- ▶ **Al zlitine:** se dobro obdelujejo, varijo, visoka trdnost, so korozijsko obstojne
- ▶ **Mg zlitine:** veliki raztezki, dobre drsne lastnosti
- ▶ **Cu zlitine:** za manj obremenjene dele, se dobro obdeluje

Nastanek ulitka



Pri izdelavi ulitka je potrebno upoštevati:

- ▶ Pravila za formanje in ulivanje
- ▶ Sistem za dolivanje
- ▶ Oddušniki, dolivni in povezovalni kanali
- ▶ Po litju se ulitek očisti, odstranijo se presežki materiala in jedro

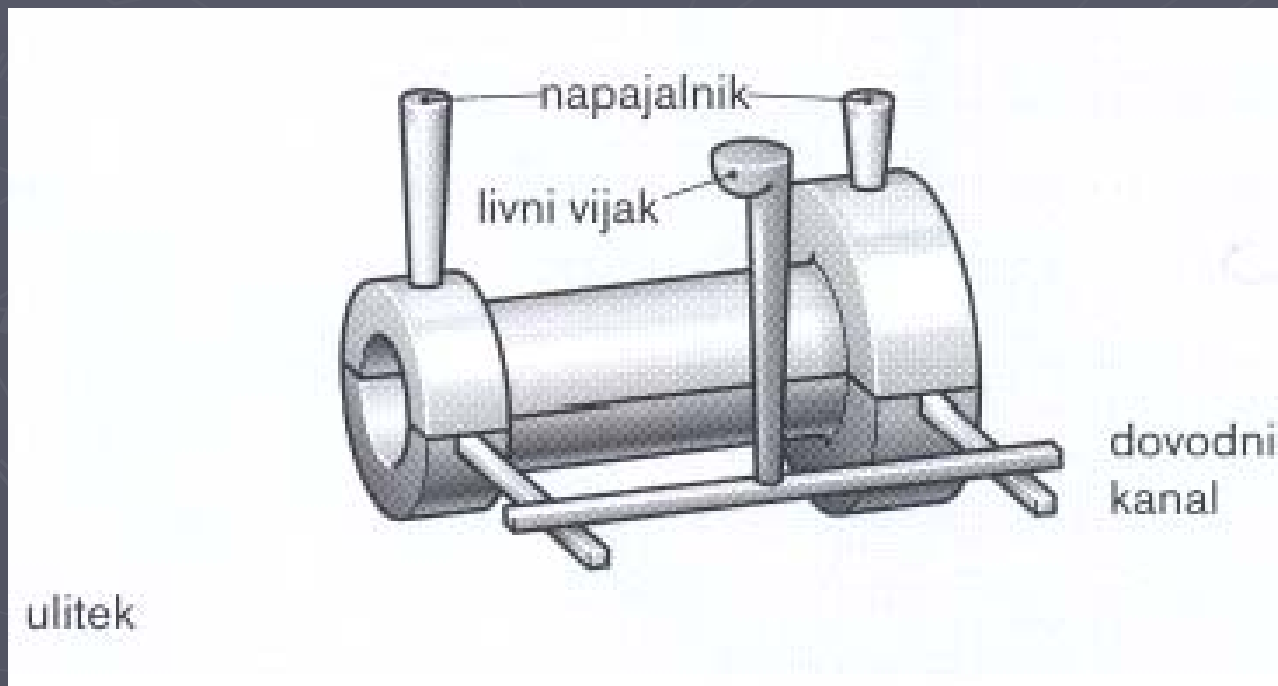
Osnovna pravila pri litju

- ▶ **Model:** les, kovina, umetna masa; je izdelek z upoštevanimi skrčki
- ▶ **Skrček:** model večji od končnega izdelka

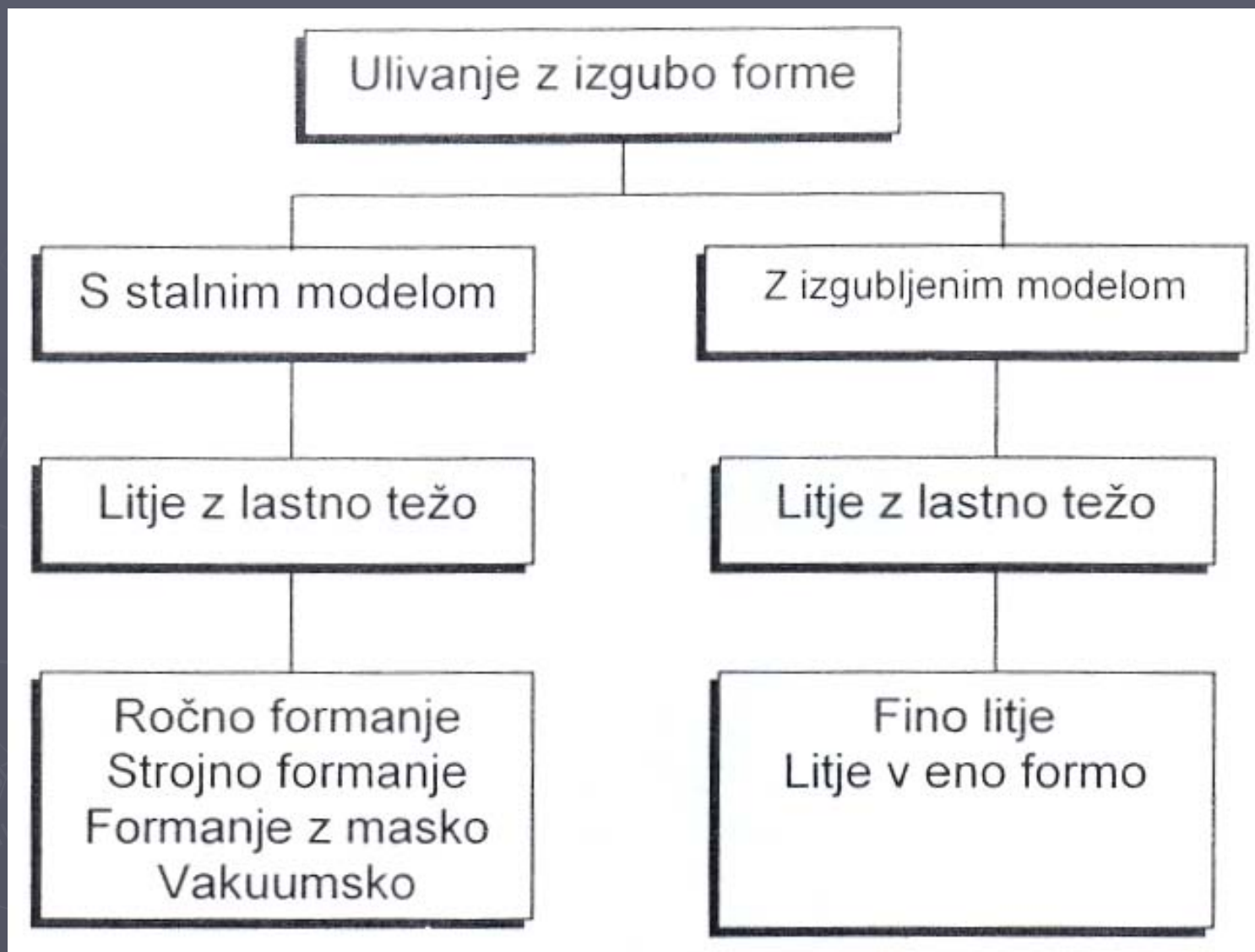
Material	Skrček [%]
Železo za litje	1.0
Jeklo za litje	2.0
Bela temprana litina	1.6
Črna temprana litina	0.5
CuZn litine	1.2
Al in Mg zlitine	1.2

- ▶ **Trajni model:** uporabi se večkrat, za večje število ulitkov
- ▶ **Izgubljen model:** za vsak ulitek nov model, iz voska ali umetne snovi, manjše število kosov
- ▶ **Dolivni kanal:** skozenj teče tekoča kovina v formo, hitrost litja se uravnava s presekom dolivnega kanala
- ▶ **Izravnalni kanal- oddušnik:** odvod zraka iz forme
- ▶ **Jedro:** za votle ulitke

- ▶ **Povezovalni kanal:** povezuje dolivni kanal in dovodni lijak
- ▶ **Dovodni lijak:** je povezan z ulitkom
- ▶ **Livarski nakloni:** potrebni so zaradi razstavljanja forme in snemanja ulitka iz nje, so med 0.5° in 3°



Postopki litja in formanja





Ulivanje s stalnim modelom

Litje z izgubo forme

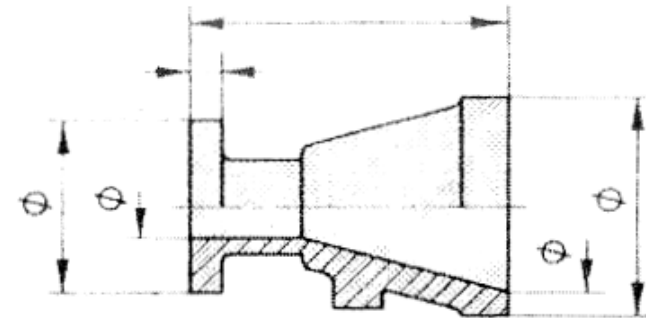
- ▶ Forma se poškoduje po litju
- ▶ Forma se uporabi le za en ulitek
- ▶ Material za formanje uporabimo ponovno
- ▶ Ločimo postopek s stalnim modelom in postopek z izgubo modela

Postopek s stalnim modelom

Shematski prikaz nastanka forme:

1. Tehnična risba

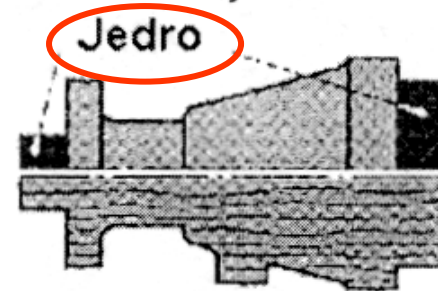
Tehnična risba prikazuje želen objekt



Ročno/strojno formanje 1/7 risba

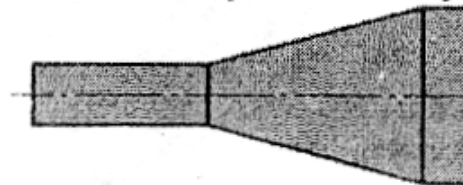
2. Nastanek modela

dvodelni model izdelka, vključno nastanek modela.



Ročno/strojno formanje 2/7 model

3. Izdelava jedra modela



Ročno/strojno formanje 3/7 jedro

4. Formanje spodnjega dela

Na ploščo se namesti spodnji del modela.

Spodnji okvir forme se napolni z materialom za formanje in se ga primerno stlači.

Spodnji okvir forme se obrne.

5. Napolnitev zgornjega okvirja forme

Zgornji okvir forme se natančno namesti na spodnji okvir.

Zgornji okvir se previdno napolni.

Dodajo se modeli za dolivni kanal in oddušnike.

Zgornji okvir forme se primerno stlači.

Odstrani se modeli za oddušnike, dolivni kanal in oba modela odlitka.

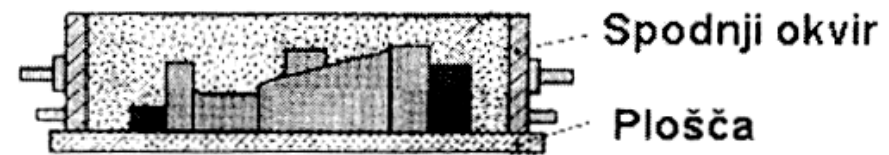
Jedro se namesti v formo in oba okvirja se povežeta skupaj.

6. Litje

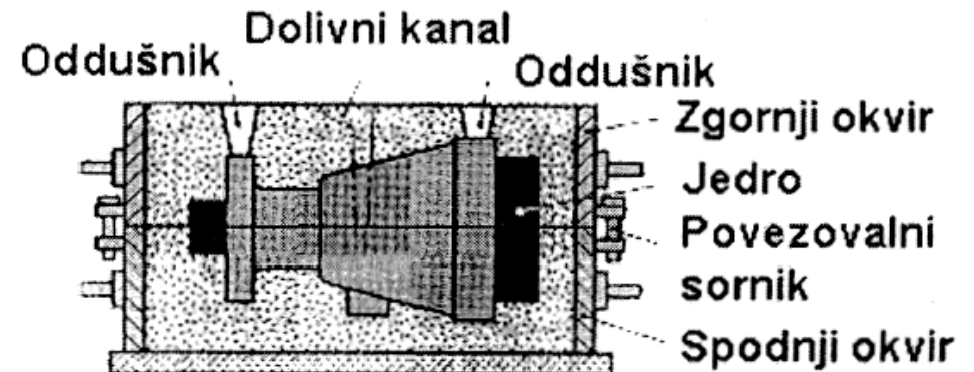
Napolnitev forme s talino

Skozi oddušnik zgoraj lahko odhaja zrak

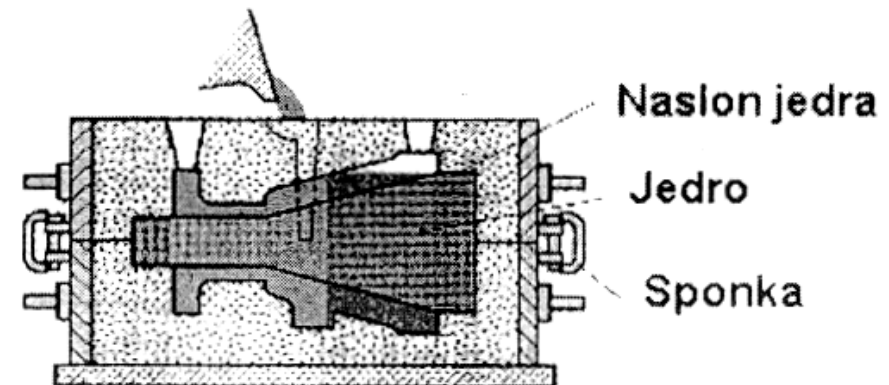
Material za formanje



Ročno/strojno formanje 4/7 spodnji okvir



Ročno/strojno formanje 5/7 zgornji okvir



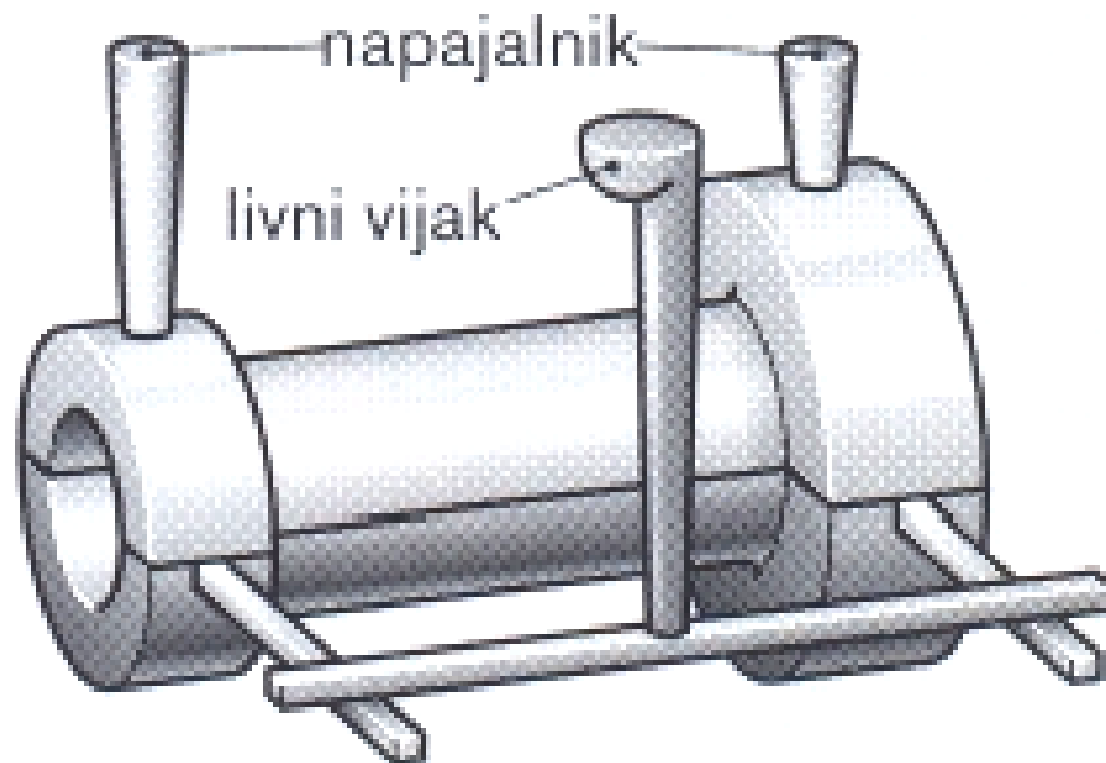
Ročno/strojno formanje 6/7 litje

7. Izdelek-odlitek

Z odlitka se odreže oddušnik in dolivni kanal.

Odstrani se jedro.

Po potrebi se odstrani brada.

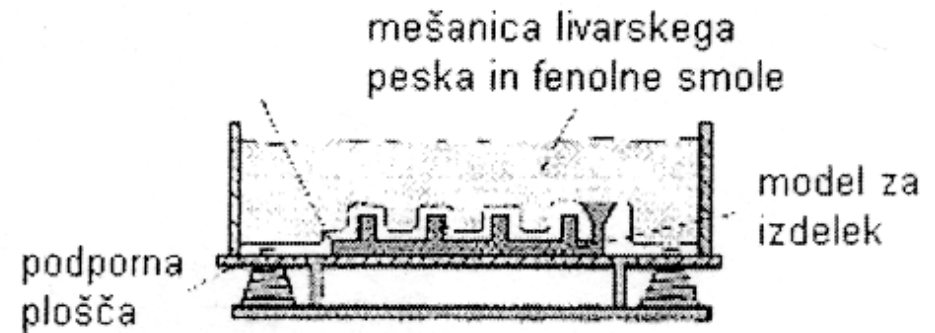


dovodni
kanal

Izdelava forme z masko

1. Izdelava maske

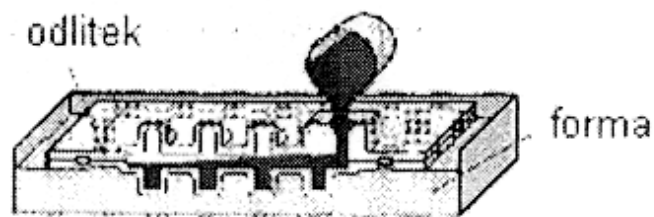
Livarskemu pesku se doda fenolne smole in s to mešanico se obsuje izdelek tako, da je debelina maske od 8 do 12 mm. Maska se mora utrditi, pri tem se odstrani model.



Izdelava maske 1/2 Izdelava maske

2. Litje

Postopek litja poteka podobno kot pri litju v forme.



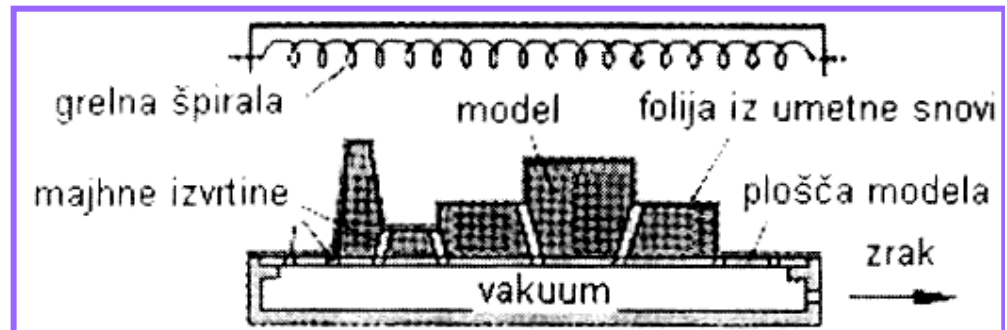
Izdelava maske 2/2 litje

2.5.1.4. Vakuumsko formanje

Izdelava prve folije

Folijo iz umetne snovi se položi na model in vpliv toplote jo zmehča.

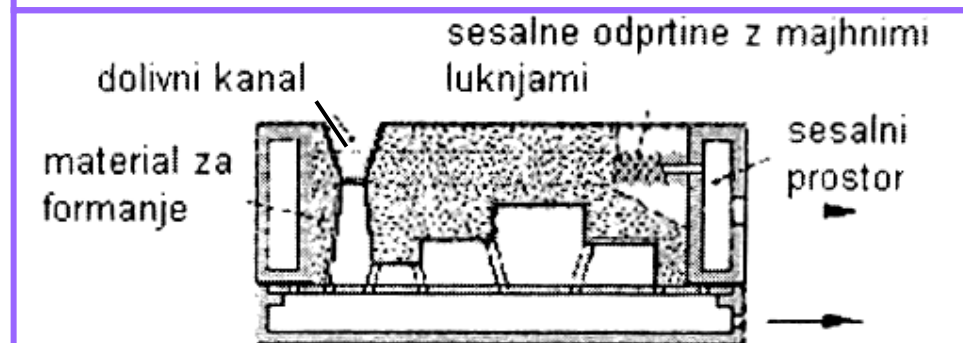
Model ima več majhnih luknjic, skozi katere vakuum privlači folijo k modelu.



Vakuumsko formanje 1/5 prva folija

Izdelava druge folije

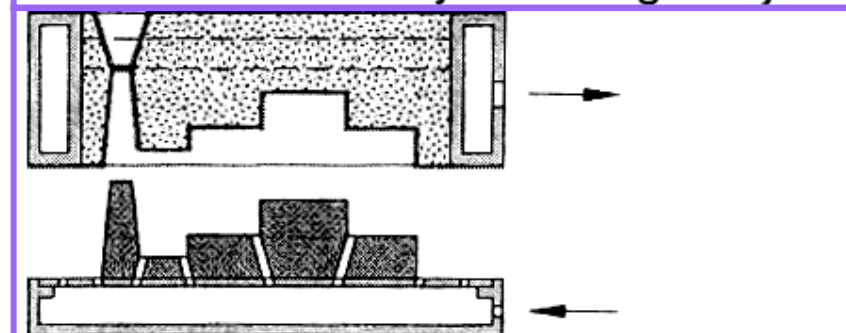
Na model prekrit s folijo se nasuje pesek v okvir in se ga potlači. Okvir se ponovno prekrije s folijo in tako se zatesni okvir ter v okvirju se ustvari vakuum.



Vakuumsko formanje 2/5 druga folija

Okvir forme

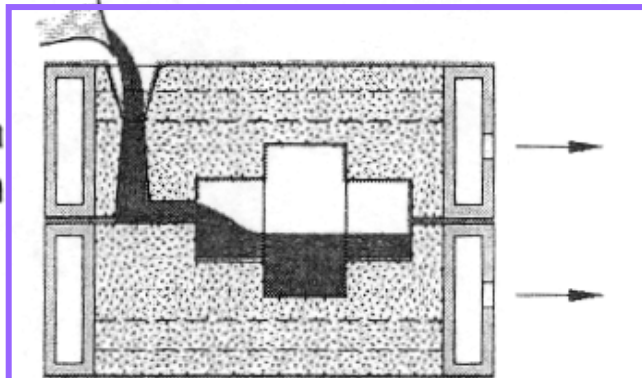
Vakuum v pesku drži obliko, podobno se stori še za drugo polovico modela.



Vakuumsko formanje 3/5 Okvir forme

Litje

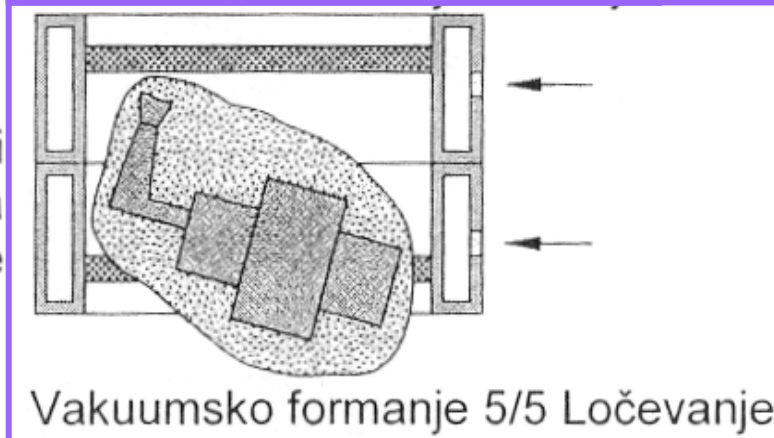
Oba vakuumski okvirja se povežeta skupaj in v formo se dolije talina. Pri tem se folija upari.



Vakuumsko formanje 4/5 Litje

Ločevanje

Po strjevanju odlitka lastna teža sproži izpadanje odlitka skupaj z materialom za formanje iz okvirja. Material za formanje se lahko ponovno uporabi v celoti.



Vakuumsko formanje 5/5 Ločevanje

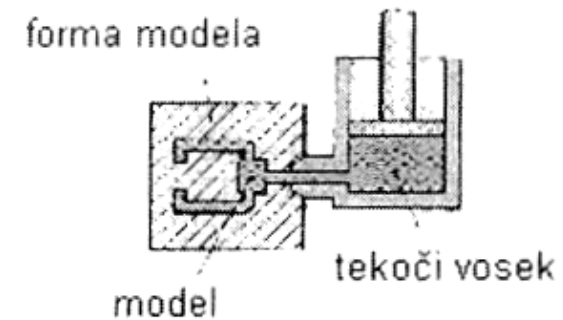
2.5.2. Izgubljeni modeli

K temu postopku litja z izgubo modela se šteje fino litje in litje v eno formo. Odlitek nima brade zaradi nedeljene forme.

2.5.2.1. Fino litje (postopek litja modela)

1. Izdelava modela

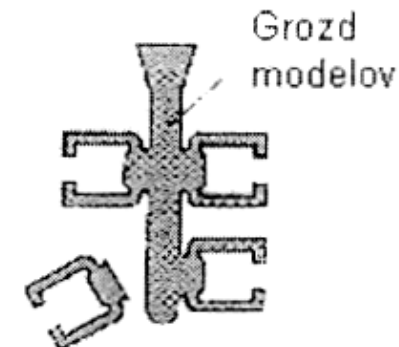
Pri finem litju se izdelava model iz materiala z nižjim tališčem (npr. vosek ali umetna snov).



Fino litje 1/8 Izdelava modela

2. Montaža

Modeli se namestijo na grozd modelov, ki je iz enakega materiala kot model.



Fino litje 2/8 Montaža

3. Potapljanje

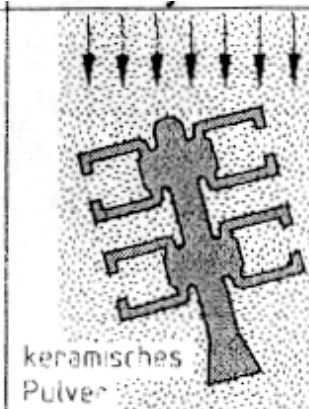
Grozd se večkrat potopi v kašasto keramično maso.



Fino litje 3/8 Potapljanje

4. Posutje

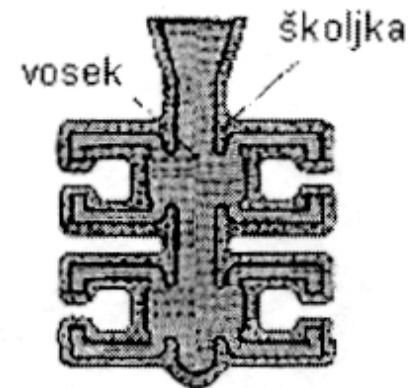
Še vlažen grozd modelov se posuje s keramičnim prahom.



Fino litje 4/8 Posutje

5. Tvorba školjke

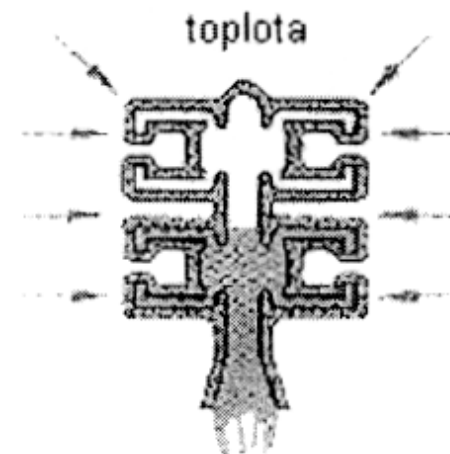
Z večkratnim potapljanjem in posutjem nastane na grozdu modelov temperaturno obstojna školjka.



Fino litje 5/8 Tvorba školke

6. Taljenje

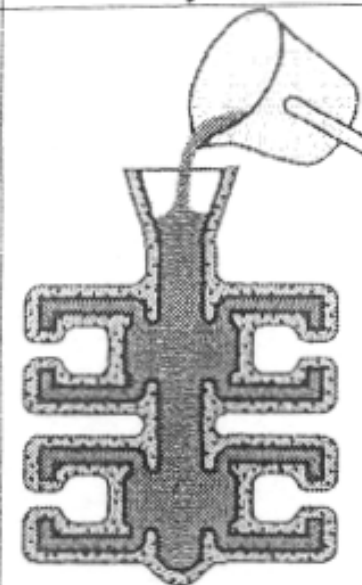
Model iz voska ali umetne snovi se segreje enakomerno do približno 1000°C. Pri tem se stali material modela, toda školjka dobi primerno trdoto za postopek litja.



Fino litje 6/8 Taljenje

7. Litje

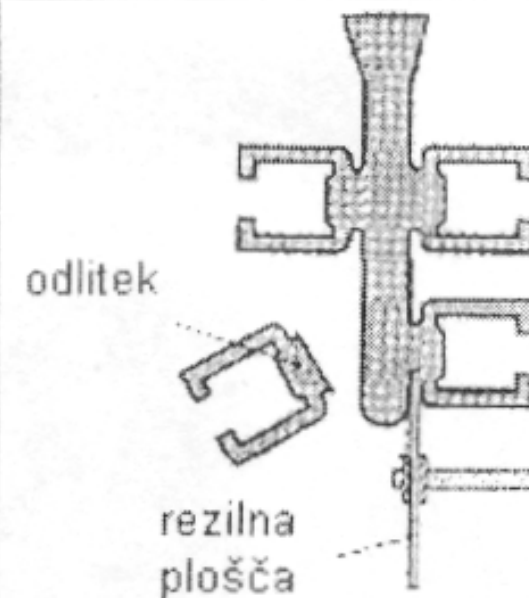
Forma se po taljenju modela napolni z želeno talino.



Fino litje 7/8 Litje

8. Ločevanje

Po ohladitvi taline se zrahlja školjka in posamezni odlitki se odrežejo z grozda.



Fino litje 8/8 Ločevanje

Litje v eno formo

▶ Model iz stiropora; se dobro obdeluje

▶ **Prednosti:**

- Majhen strošek izdelave modela
- Ne potrebujemo jedra
- Možna izdelava velikih ulitkov

▶ **Slabosti:**

- Groba površina ulitka
- Model se uniči

Stalne forme brez modela

- ▶ Formo lahko uporabimo večkrat

Materiali za forme: nizkoleg. in visokoleg.
toplotno obstojna kovana jekla

Lastnosti materialov za forme:

- ▶ Obstojna na popuščanje
- ▶ Toplotno obstojna
- ▶ Obrabna obstojnost
- ▶ Odpornost proti razpokam v vročem

- ▶ Povprečna življenjska doba orodja je 50000 ulitkov
- ▶ Kontaktne površine- polirane
- ▶ Trdo kromanje, nitriranje
- ▶ Forma ogreta na 200 do 260 °C
- ▶ Med litjem- hlajenje
- ▶ Sila zapiranja 0.3 do 15 MN

Tlačno litje

Materiali: Al, Mg, Sn, Zn

- ▶ Tlak potiska talino v formo
- ▶ Natančni izdelki
- ▶ Brade se obrusijo ročno ali z roboti
- ▶ Postopek litja avtomatiziran
- ▶ Postopek z hladno in vročo komoro

Prednosti tlačnega litja:

- ▶ Ozke tolerance ulitkov
- ▶ Majhni dodatki za mehansko obdelavo
- ▶ Čista in gladka površina ulitkov
- ▶ Tanke in lahke stene ulitkov
- ▶ Ulivanje izvrtin, utorov, napisov
- ▶ Komplicirani ulitki
- ▶ Možnost vstavljanja elementov; puš, sornikov... iz drugega materiala

Slabosti tlačnega litja:

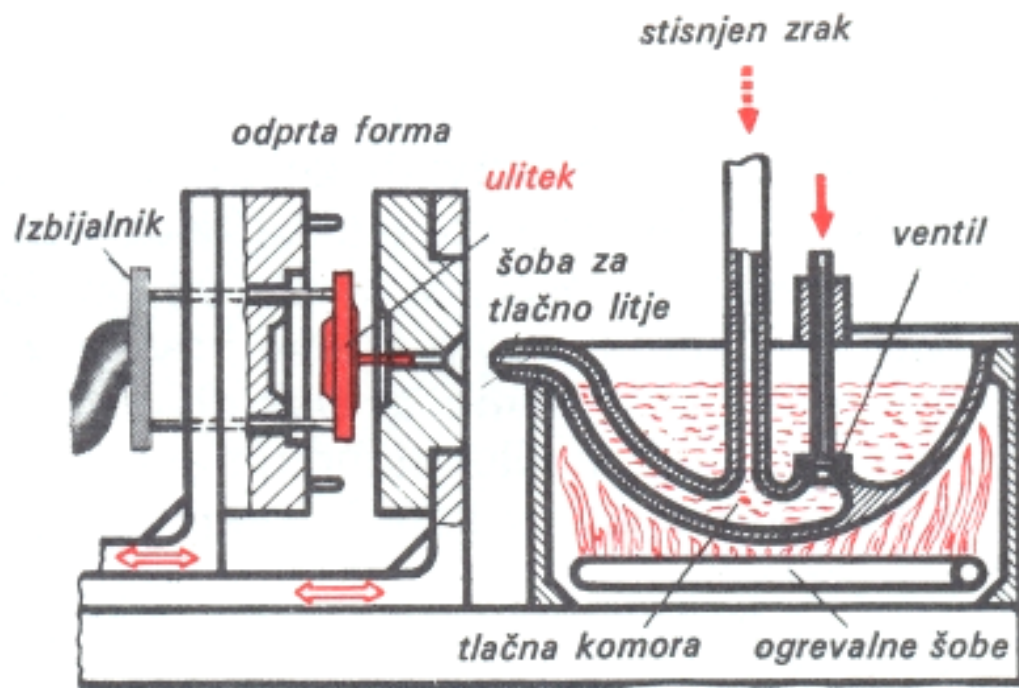
- ▶ Draga izdelava orodja
- ▶ Postopki so namenjeni za množično proizvodnjo

Zlitine za tlačno ulivanje so:

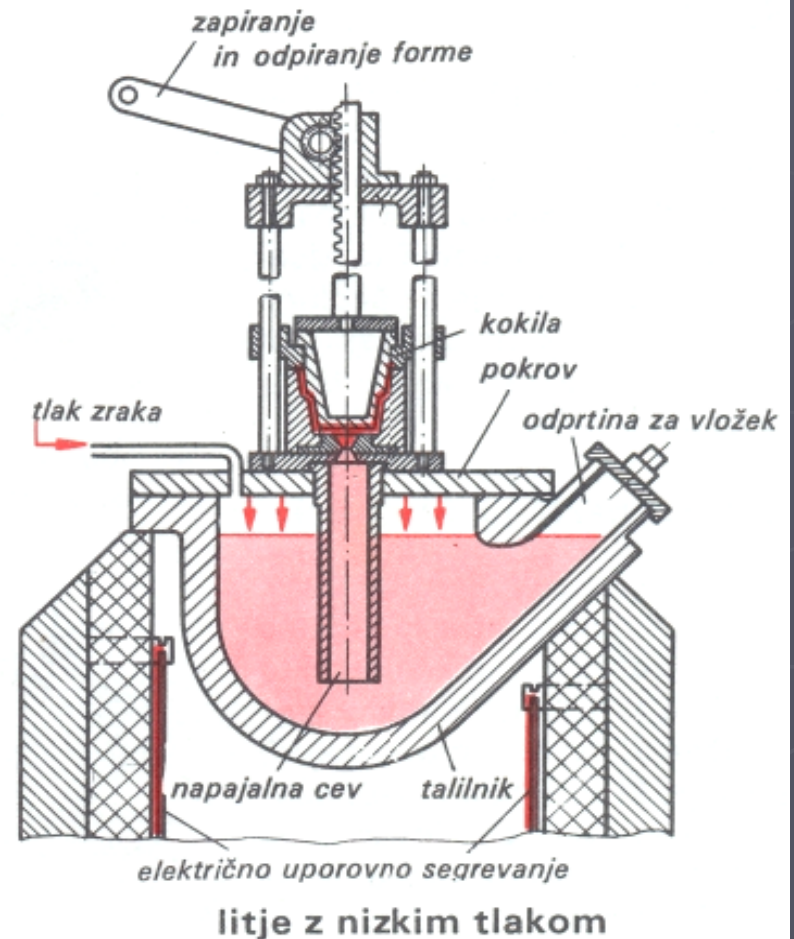
- ▶ Al - Si
- ▶ Mg - Al

Tlačno litje v topli komori

- ▶ Tlak 25 do 300 bar
- ▶ Črpalka, peč za ogrevanje taline



stroj za tlačno litje,
povezan s kokilo



litje z nizkim tlakom

- ▶ Zn – zlitine
- ▶ Mg – zlitine
- ▶ Sn – zlitine
- ▶ Ag – Au – zlitine

Prednosti:

- ▶ Kratek curek ulivanja
- ▶ Talina ni agresivna na jeklo
- ▶ Tališče pod 400 °C

Tlačno litje v hladni komori (Al+Cu)

- ▶ Nižja temperatura litja
- ▶ Ločena forma in livarska peč
- ▶ Dovajanje taline z dozirno napravo
- ▶ Tlak 100 do 1000 bar

Delovni koraki:

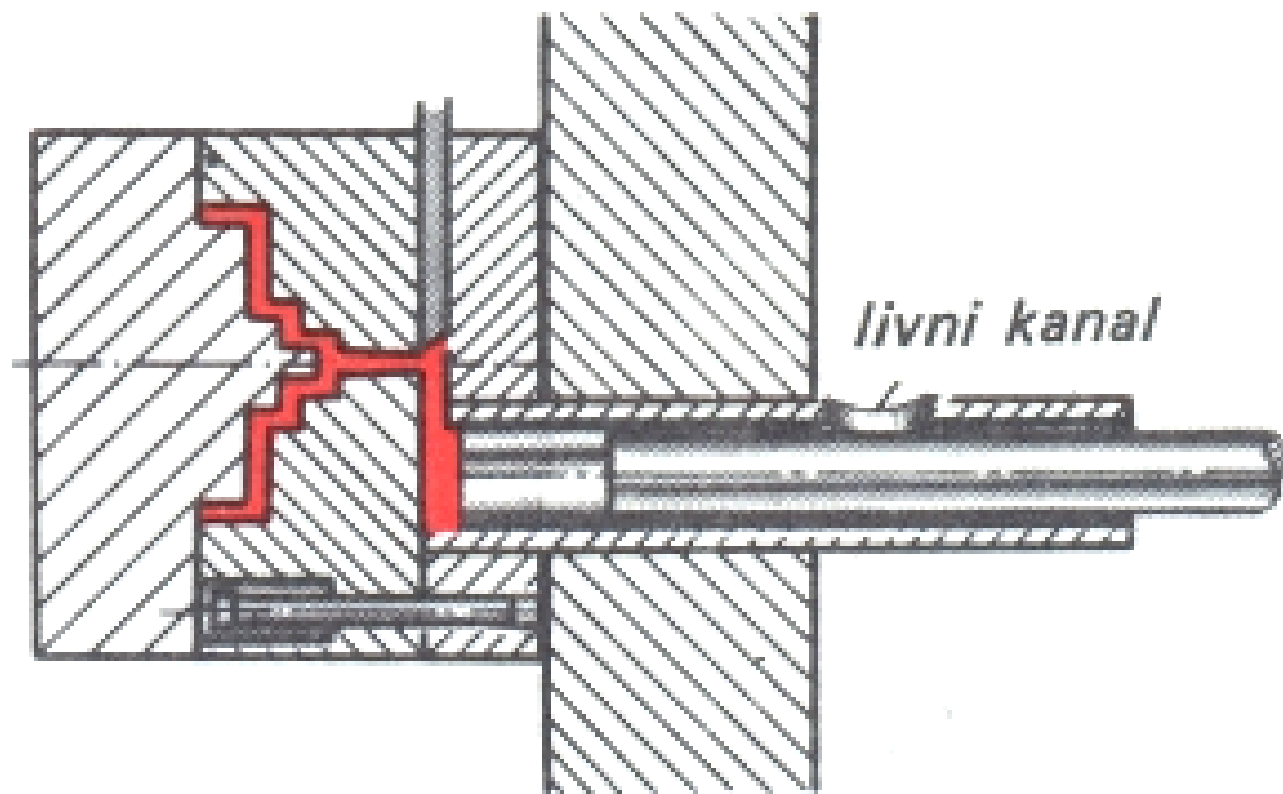
1. Zapiranje forme
2. Nameščanje jedra
3. Prezračevanje –vakuum
4. Ulivanje
5. Zadrževanje in pritiskanje
6. Odstranitev jedra
7. Odpiranje forme
8. Izmet izdelka

Za ulitek veljajo naslednje zahteve:

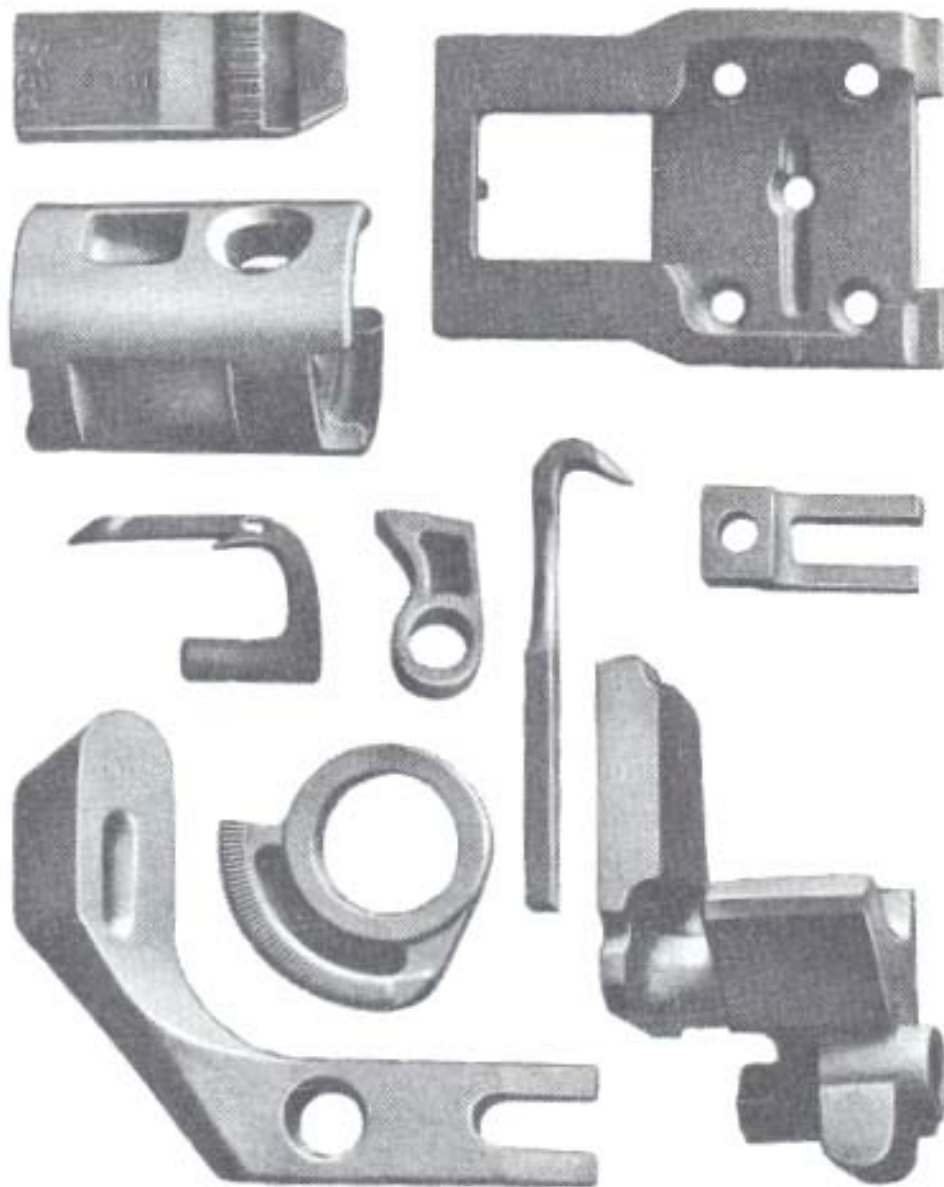
- ▶ Masa < 40 kg
- ▶ Delilna površina 100 do 1800 cm²
- ▶ Enakomerna debelina stene 1 do 25 mm
- ▶ Geometrijsko nezahtevna telesa
- ▶ Ni naknadnega rezanja

Zlitine:

- ▶ Al, Mg, Zn-Al; so agresivne za jekla in imajo višje tališče



**stroj za tlačno litje
s posebno komoro**



kakovostni drobni ulitki

puša iz sive litine



zračno hlajen aluminijev plašč
bimetalno litje

Postopek litja v kokile

Kokile so kovinske forme in sicer:

- ▶ Jekla obstojna na obrabo, vročino
- ▶ Visoko legirana jeklena litina
- ▶ Baker
- ▶ Bakrove zlitine

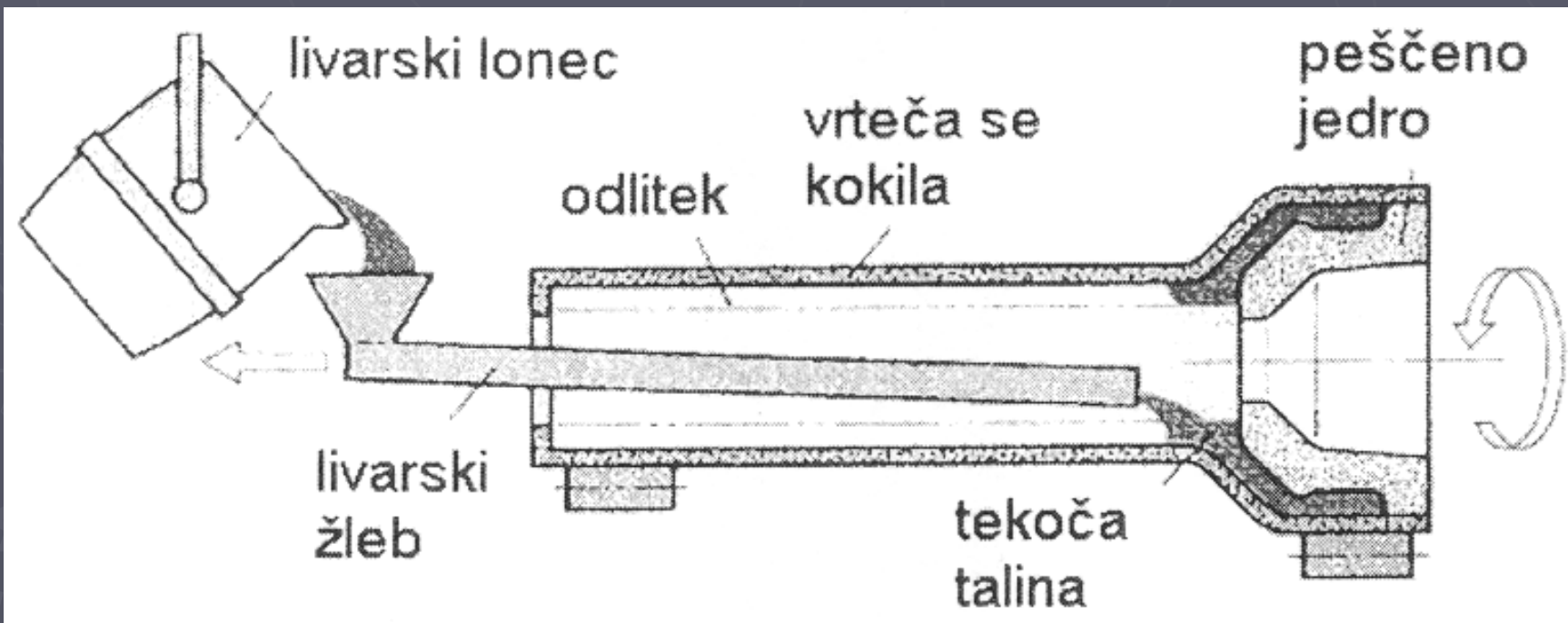
Premazi:

- ▶ Okolju prijazni, ne sme reagirati s formo ali ulitkom, toplotno obstojni, kemična in termična stabilnost
- ▶ Dodatki: grafit, borov nitrid

- ▶ Litje v kokile zaradi lastne teže
- ▶ Litje v kokile pod nizkim tlakom

Centrifugalno litje

- ▶ Litje osno simetričnih izdelkov
- ▶ Siva litina, neželezne kovine, jeklena litina



Prednosti:

- ▶ Različne debeline sten – nameščanje jeder
- ▶ Koncentrična mikrostruktura

Material forme: Cu, jeklo, lito železo

Lastnosti:

- ▶ Večja gostota ulitka, fino zrno
- ▶ Trdota, žilavost
- ▶ Obstojnost proti obrabi, homogena struktura

Neprekinjeno litje

- ▶ Postopek za proizvodnjo jekla

Povezovalno litje

- ▶ Povezovalna litina povezuje različne strojne dele, ki so podvrženi različnim obremenitvam

Prednosti: Zanesljivost strojnih delov, daljša življenjska doba, po potrebi dobro variv material

Napake pri litju

- ▶ Strjena žindra na površini
- ▶ Lunkerji, plinski mehurčki
- ▶ Izločanje leg. elementov iz taline- neenakomerna kemična sestava
- ▶ Napetosti v ulitkih zaradi neenak. debelin in ostrih prehodov
- ▶ Krčenje taline
- ▶ Zaostale napetosti zaradi neenak. ohlajanja
- ▶ Okruški orodja ali forme, ki padejo v talino

Oblikovanje ulitkov

- ▶ Upoštevati pravila litja tudi že v fazi konstruiranja
- ▶ Simulirati ulivanje z računalnikom

Pravila za oblikovanje ulitkov:

- ▶ Konstantna debelina sten
- ▶ Zaokroženi vogali in robovi
- ▶ Rebra namesto praznega prostora
- ▶ Nizke potrebe po čiščenju ulitka
- ▶ Večje odprtine
- ▶ Pravilna izbira materiala