

**TEHNOLOGIJA PLASTIČNOG DEFORMISANJA**

**RAZDVOJNO DEFORMISANJE**

## **RAZDVAJANJE (RAZDVOJNO DEFORMISANJE)**

Razdvajanje (razdvojno deformisanje) je tehnologija kod koje se pomoću mašine i alata u zoni deformisanja ostvaruje smičuća čvrstoća materijala u cilju odvajanja jednog dela materijala i formiranja obratka.

Primenjuje se kako za izradu pripremaka, tako i za izradu ugradbeno gotovih delova.

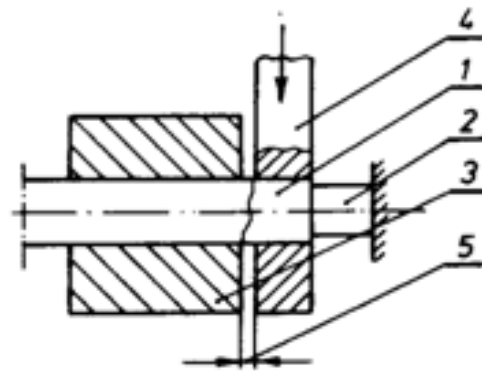
Najčešće se primenjuje u obradi lima, šipki, profila.

Metode razdvojnog deformisanja se dele na:

- razdvajanje lomljenjem
- razdvajanje odsecanjem
- razdvajanje presovanjem (razdvajanje prosecanjem i probijanjem)
- fino razdvajanje presovanjem

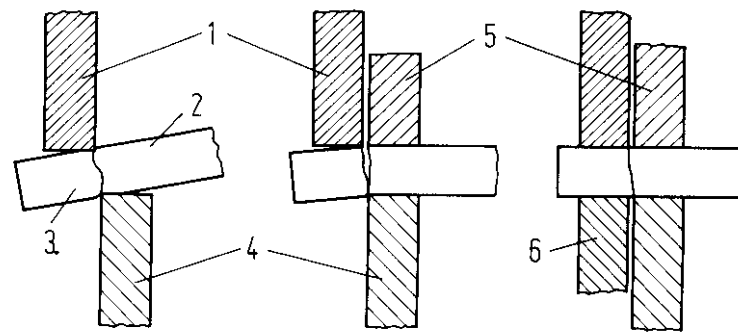
# RAZDVAJANJE LOMLJENJEM

Razdvajanje lomljenjem se najčešće primenjuje u tehnologiji kovanja kao pripremna operacija izrade priprema iz šipki i profila. Kod ove obrade tačnost i kvalitet presečene površine su niski, ali su zadovoljavajući za izradu priprema za kovanje.



- 1 – šipka
- 2 – graničnik
- 3 – nepokretni deo alata
- 4 – pokretni deo alata
- 5 - zazor

Šema procesa lomljenja



- 1 – gornji nož (pokretni)
- 2 – ostatak šipke
- 3 – odsečeni deo šipke
- 4 – donji nož (nepokretni)
- 5 – gornji držač
- 6 – donji držač

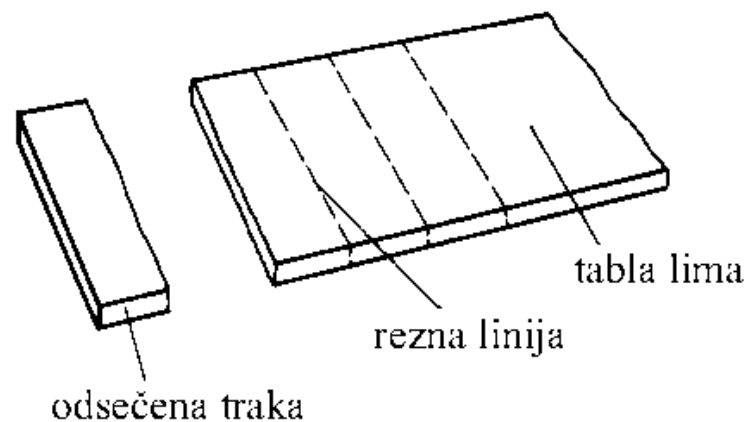
Lomljenje bez držača i sa držačima



Izgled površine dobijene razdvajanjem lomljenjem

## RAZDVAJANJE ODSECANJEM

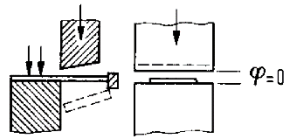
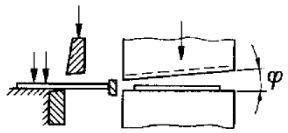
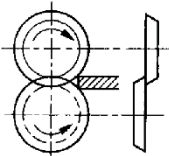
Odsecanjem se obrađuju limene table, trake, šipke, cevi i profili. To je pripremna operacija i služi za dobijanje polufabrikata koji se zatim nekom od sekundarnih obrada deformisanjem dalje obrađuju. Rezna linija kod operacije odsecanja je uvek prava.



Razdvajanje odsecanjem može da se izvede pomoću univerzalnih alata, noževa i na specijalnim mašinama, makazama.

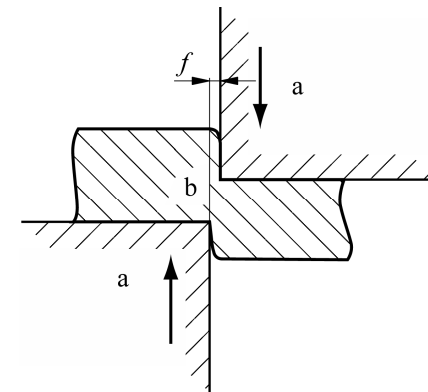
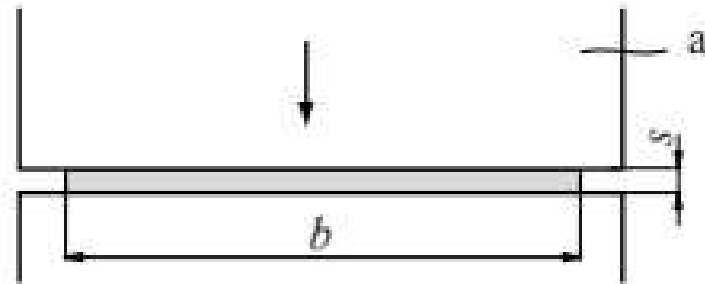
Postoje tri različite vrste odsecanja na makazama:

- sa pravim paralelnim noževima
- sa pravim nagnutim noževima
- sa kružnim noževima

Alat	Vrsta reza	Šematski prikaz
Ravni noževi	paralelni rez	
	kosi rez	
Kružni noževi	kružni rez	

# Odsecanje na makazama sa pravim paralelnim noževima

Kod ovog načina odsecanja pokretni nož u istom trenutku dolazi u kontakt sa celom širinom obratka, odnosno razdvajanje se odvija istovremeno po celoj širini obratka. Vertikalne ivice noževa ne nalaze se u jednoj ravni. Između njih postoji zazor  $f$  koji sprečava međusobno nasedanje noževa.

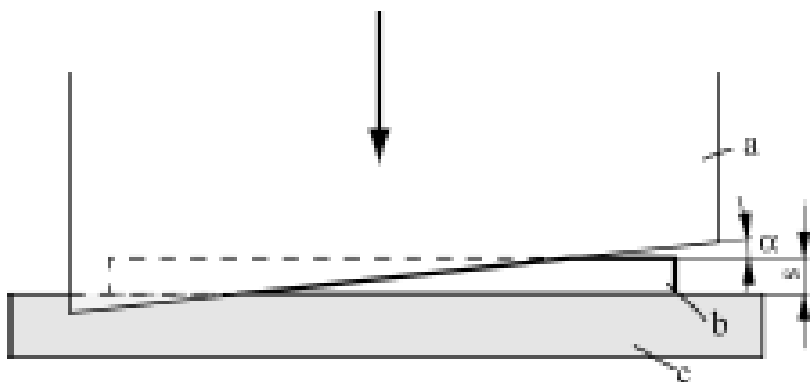


a – nož    b - lim



## Odsecanje na makazama sa pravim nagnutim noževima

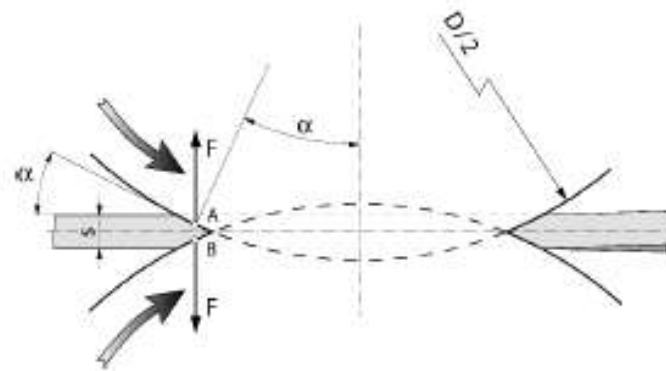
Za odsecanje polufabrikata većih poprečnih preseka koriste se makaze sa nagnutim noževima jer je kod njih tokom procesa odsecanja samo jedan mali deo površine u zahvatu sa noževima. Linija razdvajanja je znatno kraća od širine radnog predmeta.



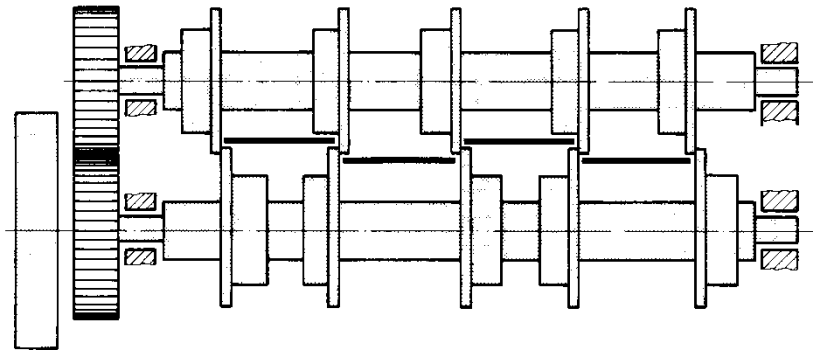
- a – gornji nož,
- b – lim,
- c – donji nož,
- s – debljina lima,
- $\alpha$  – ugao nagiba gornjeg noža

## Odsecanje na makazama sa kružnim noževima

Za razliku od prethodne dve metode, gde postoji ograničenje u dužini dela koje može u jednom hodu noževa da se razdvoji, ovde to ograničenje ne postoji – dužina lima koji treba da se odseca je neograničena. Sila potrebna za razdvajanje lima je ovde najmanja.



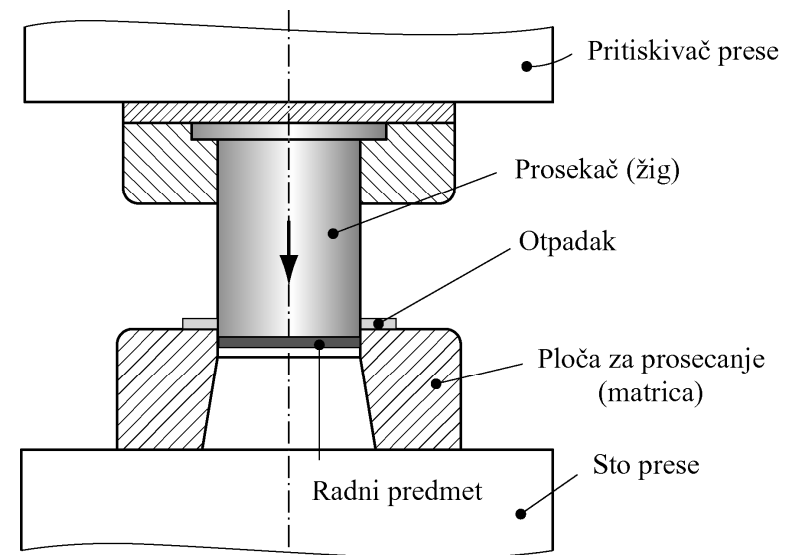
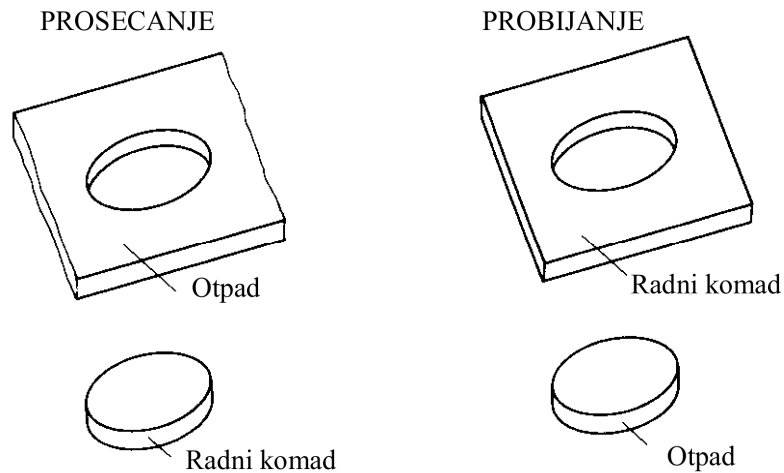
Kružni noževi se često koriste za istovremeno odsecanje više traka iz jedne šire trake ili table lima. U tom slučaju se na jedno vratilo postavlja veći broj parova kružnih noževa, a rastojenje između njih (koje može da se podešava) određuje širinu odsečenih traka.



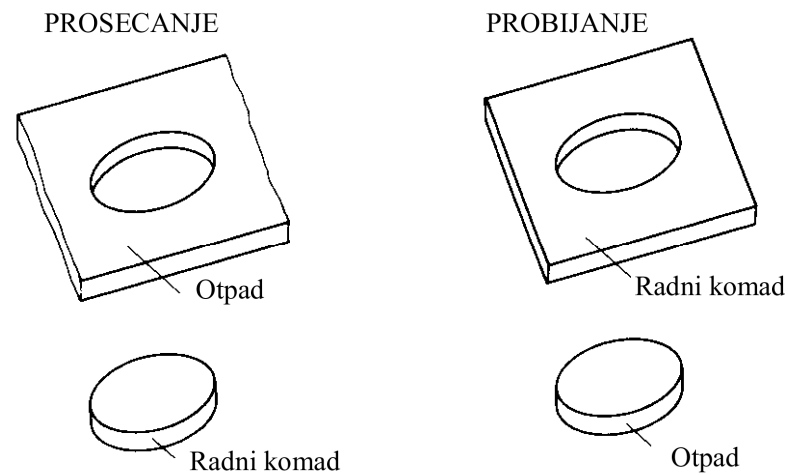
Makaze sa kružnim noževima

# RAZDVAJANJE LIMA PROSECANJEM I PROBIJANJEM – RAZDVAJANJE PRESOVANJEM

Prosecanje i probijanje lima su metode obrade razdvajanjem po zatvorenoj konturi uz pomoć specijalnog alata. Osnovni elementi alata su žig i matrica.

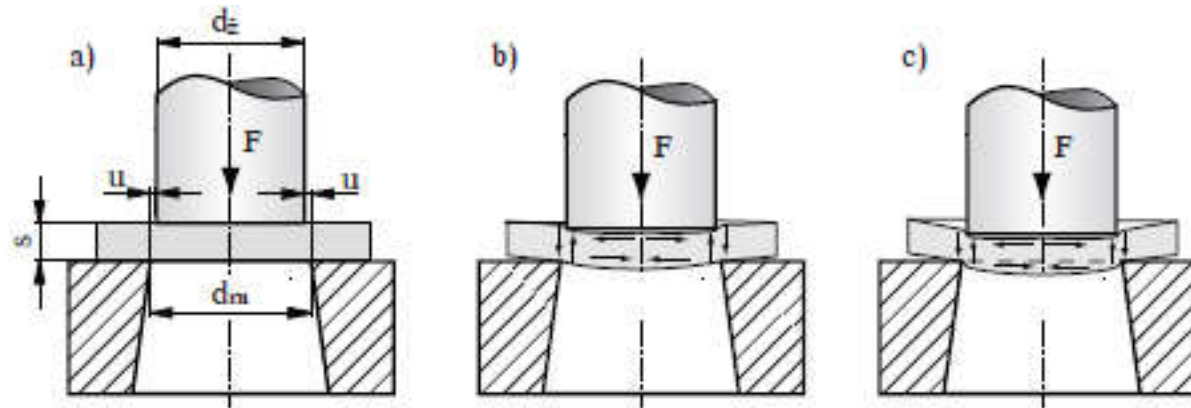


Pri prosecanju radni predmet se proseca iz trake, a ostatak trake predstavlja otpad materijala, dok je pri probijanju probijeni deo otpad.



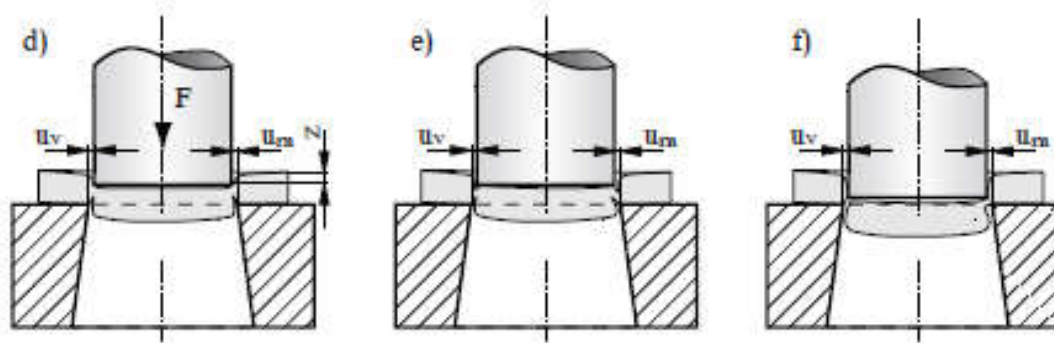
Na ovaj način se dobijaju najrazličitiji oblici radnih komada od lima, a veoma često se kombinuje sa drugim metodama (npr. sa savijanjem i dubokim izvlačenjem).

## Deformacije u zoni razdvajanja



Proces razdvajanja odvija se u nekoliko faza:

- a) U početnom položaju materijal se postavlja na matricu, između žiga i matrice mora postojati zazor,
- b) i c) Dejstvom žiga i matrice dolazi do elastičnog, a zatim i plastičnog deformisanja materijala sa strane žiga i sa strane matrice. Zatezni naponi se pojavljuju sa strane matrice, a pritisni sa strane žiga



- d) Sa strane matrice se pojavljuje pukotina koja napreduje. Kod krkih materijala ova pukotina veoma brzo dolazi do oštrice žiga i dovodi do razdvajanja materijala. Kod mekih i žilavih materijala pukotina relativno sporo napreduje kroz materijal.
- e) Kod mekih i žilavih materijala pukotina se pojavljuje i sa strane žiga. Ako je veći zazor pukotina sa strane žiga i sa strane matrice se susreću, tako da razdvajanje nastaje i pre nego što žig dođe u ravan rezne ivice matrice.
- f) Kod manjeg zazora pukotine se mimoilaze, tako da je proces razdvajanja završen tek kada žig dođe u ravan rezne ivice matrice.

Zbog ovakvog načina deformisanja materijala u zoni razdvajanja samo jedan deo površine ima dobar kvalitet.

Veličina zazora ima uticaj na kvalitet površine u zoni razdvajanja.

Manji zazor ima za rezultat bolji kvalitet dobijene površine, ali se povećava sila razdvajanja.

Kod većeg zazora dobija se lošiji kvalitet površine, ali su sila razdvajanja i habanje alata manji.



Površina dobijena prosecanjem



# Deformaciona sila

Deformaciona sila u procesu razdvajanja presovanjem određuje se prema sledećem izrazu:

$$F = l_r \cdot s \cdot t \cdot R_m$$

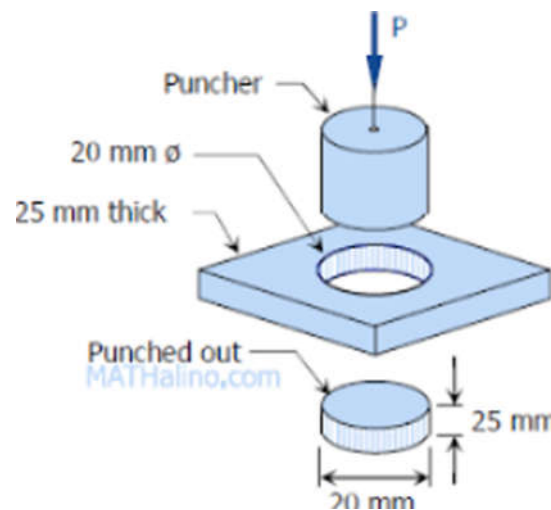
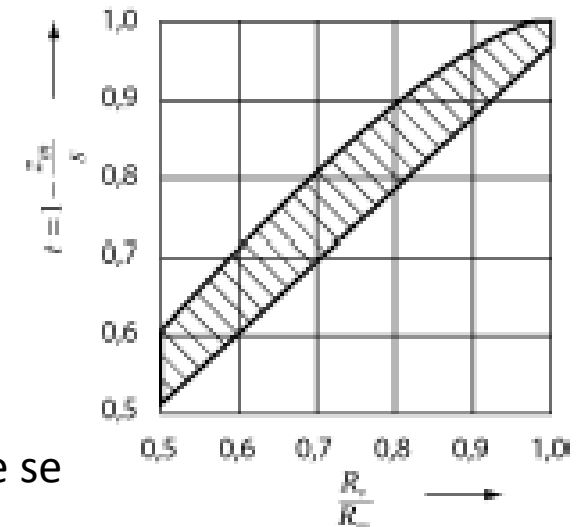
Gde su:

$l_r$  – dužina rezne linije

$s$  – debljina materijala

$R_m$  – zatezna čvrstoća materijala

$t$  – koeficijent koji zavisi od odnosa  $R_e/R_m$  i određuje se sa dijagrama



# Deformacioni rad

Deformaciona sila u procesu razdvajanja presovanjem određuje se prema sledećem izrazu:

$$W = l_r \cdot s^2 \cdot t_r \cdot R_m$$

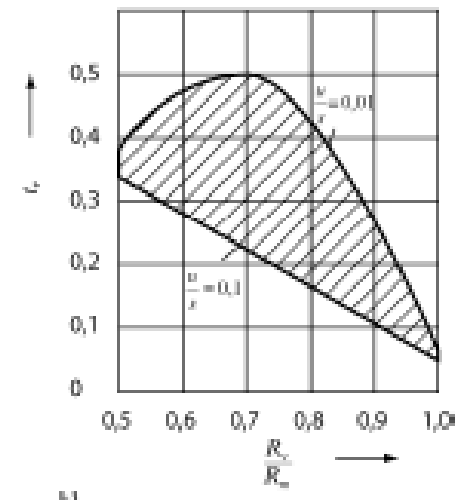
Gde su:

$l_r$  – dužina rezne linije

$s$  – debljina materijala

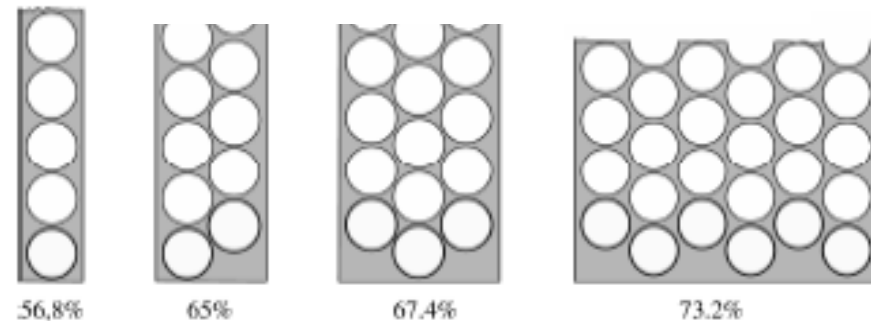
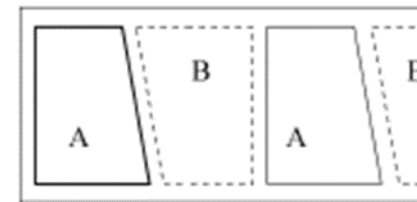
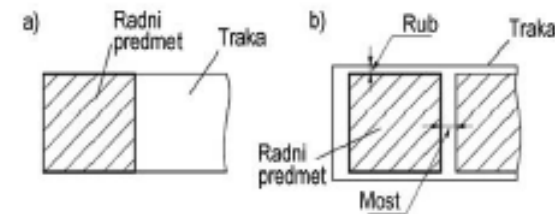
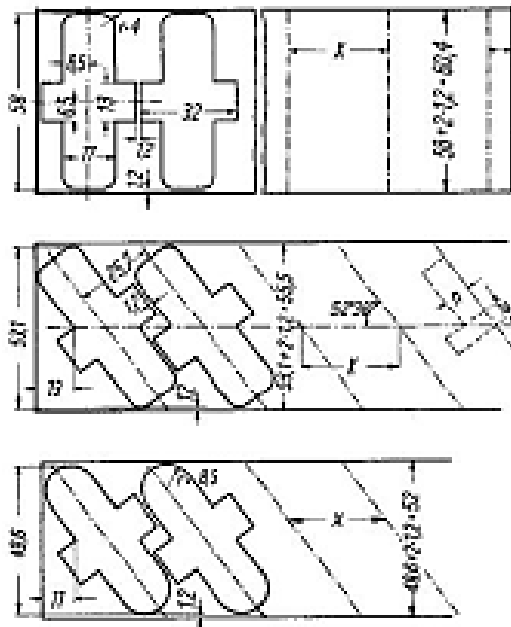
$R_m$  – zatezna čvrstoća materijala

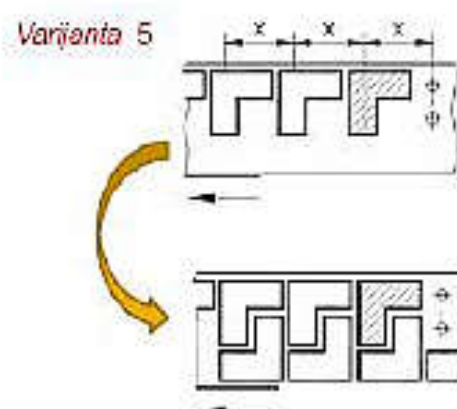
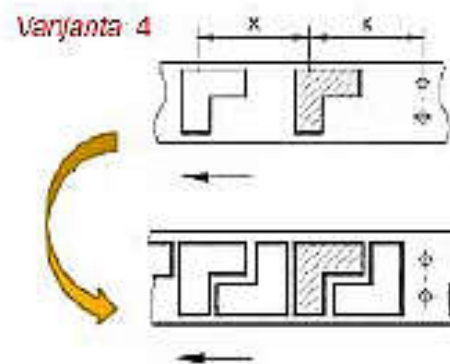
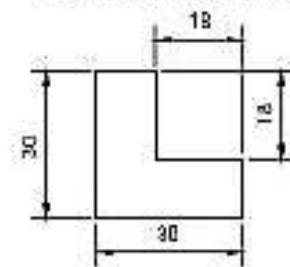
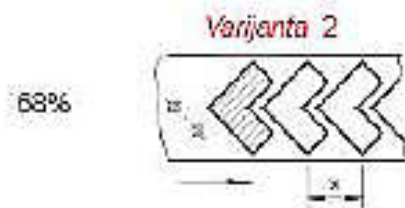
$t_r$  – koeficijent koji zavisi od odnosa  $R_e/R_m$   
određuje se sa dijagrama



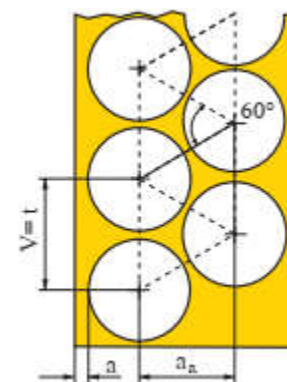
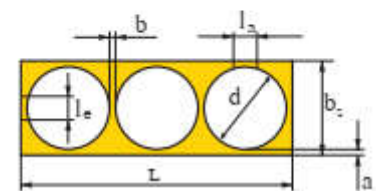
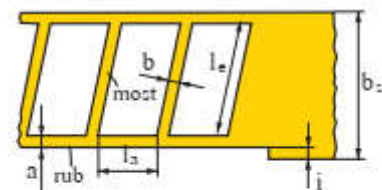
# Položaj obratka u traci

Obradak u traci može biti pozicioniran na različite načine, što utiče na stepen iskorišćenja materijala, kao i na konstrukciju alata.





Širina trake	Dužina mosta	Širina mosta i ruba	Debljina lima [mm]						
			0.1	0.5	1	1.5	2	2.5	3
do 100 mm	do 10	b a	0.8 1	0.8 0.9	1	1.3	1.6	1.9	2.1
	11... 50	b a	1.6 1.9	0.9 1.0	1.1	1.4	1.7	2	2.3
	51... 100	b a	1.8 2.2	1.0 1.2	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5
	više od 100	b a	2.0 2.4	1.2 1.5	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
	širina bočnog noža		1.5			2.2	3	3.5	4.5
više od 100 mm	do 10	b a	0.9 1.2	1.0 1.1	1.1	1.4	1.7	2	2.3
	11... 50	b a	1.8 2.2	1.0 1.2	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5
	51... 100	b a	2.0 2.4	1.2 1.5	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
	više od 100	b a	2.2 2.7	1.4 1.7	1.7	2	2.3	2.6	2.9
	širina bočnog noža		1.5			2.5	3.5	4	5

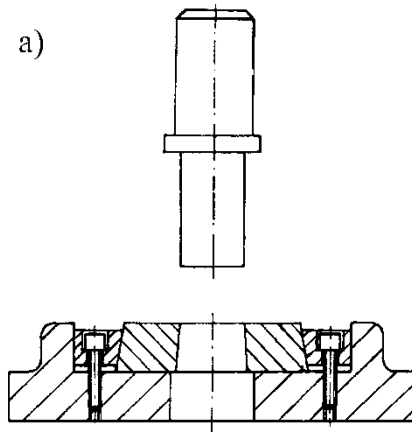


Dimenzije mostova, rubova i bočnog noža

## Alati za prosecanje i probijanje

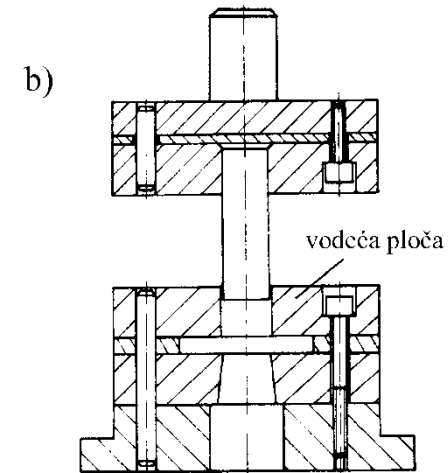
Prema načinu vođenja žiga u odnosu na matricu alate za procesanje i probijanje je moguće podeliti u tri grupe:

- a) Alati bez vođenja
- b) Alati sa vodećom pločom i
- c) Alati sa vođicama.

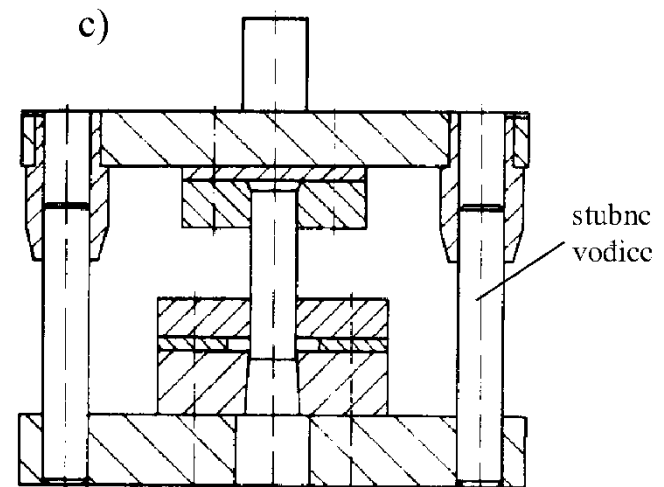


Alati bez vođenja, koriste se za tanje limove i manje odgovorne delove kada se ne traži visoka tačnost. Ovaj alat je jednostavan po konstrukciji.

b) Alati sa vodećom pločom imaju vodeću ploču koja ima zadatak vodi (centrira) žig u odnosu na matricu, tako da se sa ovakvom konstrukcijom alata može postići veća tačnost u odnosu na one bez vođenja.

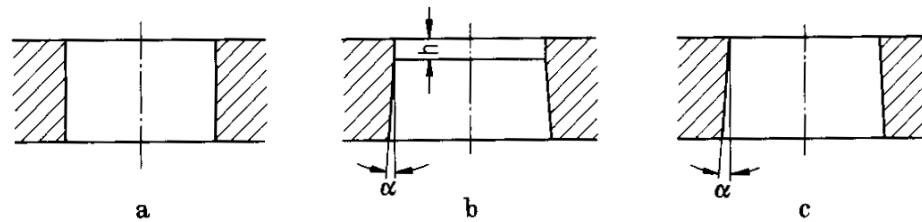


c) Alati sa vođicama su najtačniji. Kod ovog tipa alata gornji deo alata sa žigom su u odnosu na donji deo alata sa matricom vodi pomoću stubnih vođica kojih može biti dve, tri ili više. Kućišta alata su standardizovana.



# Matrica

Matrica predstavlja donji nož (naziva se i *rezna ploča*), a njena kontura odgovara konturi radnog komada. Unutrašnja kontura matrice može se izvesti na nekoliko načina.



Matrica na slici pod a) je najjednostavnija, omogućava veći broj oštrenja matrice. Negativna strana je da se može zaglaviti deo u matrici koji kroz nju treba da propadne u donji deo alata i mašine.

Sledeći tip matrice (slika po b) je najčešći. Na visini  $h$ , otvor u matrici je cilindričan (strane otvora su vertikalne), dok je ostatak nagnut pod uglom  $\alpha$ . Nagnuti deo matrice omogućava lakše ispadanje dela iz matrice, a cilindrični deo na vrhu omogućava ponovno oštrenje matrice.

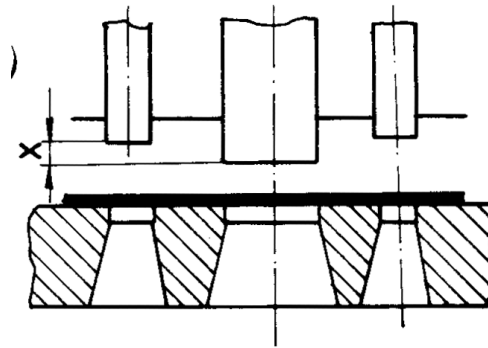
Za manje tačne komade koristi se matrica kod koje je cela unutrašnja površina nagnuta pod uglom  $\alpha$ . Nakon oštrenja dimenzije matrice neće biti iste.



## Žig

Žig je pokretni nož alata. Proračunava se s obzirom na pritisno opterećenje i na izvijanje.

Žig za razdvajanje treba da je što kraći. U slučaju konstrukcije alata sa vodećom pločom dozvoljena dužina žiga je veća nego u alatu bez vodeće ploče.



Silu razdvajanja je moguće smanjiti konstruktivnim merama. Jedna od mogućnosti je da se koriste žigovi različite dužine, tako da se proces razdvajanje ne izvodi istovremeno na svim pozicijama.

## **Mašine za probijanje i prosecanje**

Za procese razdvajanja koriste se mehaničke i hidraulične prese kao i makaze. Mehaničke prese odlikuje veća brzina od hidrauličnih i s tog stanovišta pogodnije su za primenu u oblasti razdvajanja. S druge strane, hidraulične prese su fleksibilnije (jednostavno podešavanje hoda i brzine) i veoma pogodne za automatizaciju procesa koji se na njima realizuju.

Mehaničke prese se koriste za jednostavne delove, tanje limove, veće serije i delove za koje nije potrebno da se parametri mašine stalno prilagođavaju procesu razdvajanja

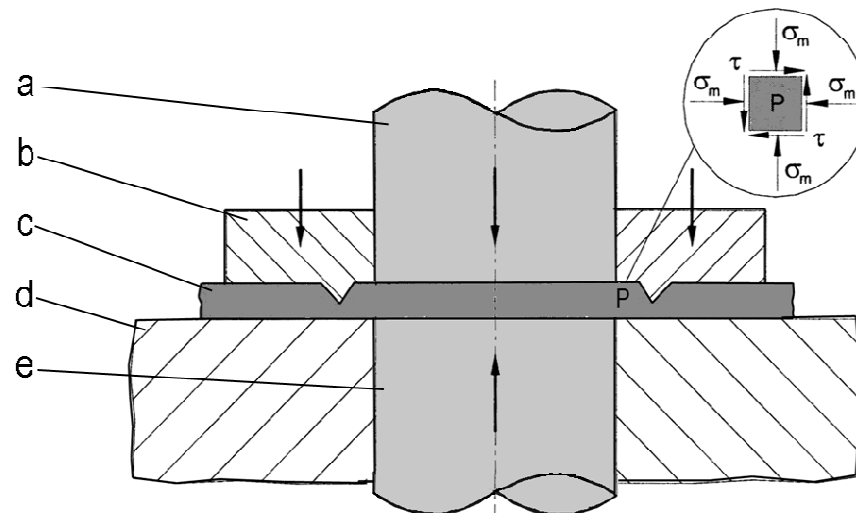
Hidraulične prese se uglavnom koriste za komplikovanije delove koji zahtevaju prilagođavanje (regulisanje) brzine u toku procesa, za manje serije sa čestim zamenama i podešavanjima alata i za deblje limove.

## Fino razdvajanje presovanjem

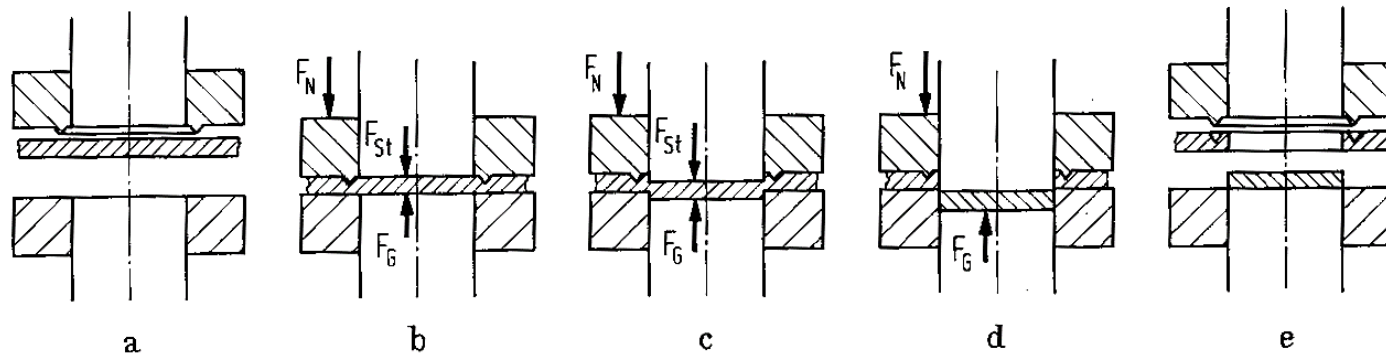
Ovo je metoda razdvojnog deformisanja kod koje se dobija visok kvalitet i tačnost površine dobijene razdvajanjem. Proces se izvodi na specijalnom alatu sa konturnim zubom koji se utiskuje u lim neposredno pre delovanja žiga.

Na taj način se pre procesa razdvajanja menja naponsko stanje u zoni razdvajanja. Utiskivanjem kontrunog zuba u zoni razdvajanja nastaju pritisne naponske komponente koje povećavaju deformabilnost materijala što dovodi do dobijanja visoke tačnosti i kvaliteta površine dobijene razdvajanjem.

- a – žig
- b – konturni zub
- c – lim
- d – matrica
- e – protiv žig



## Faze procesa finog razdvajanja presovanjem



- početni položaj,
- utiskivanje konturnog zuba u lim silom  $F_N$ ,
- delovanje žiga ( $F_{St}$ ) i protivžiga ( $F_G$ ) na lim (proces finog razdvajanja),
- kraj procesa razdvajanja,
- radni komad izbačen iz matrice – alat spreman za sledeći radni komad

