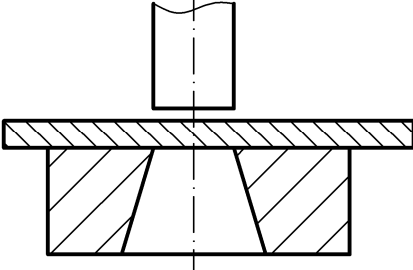
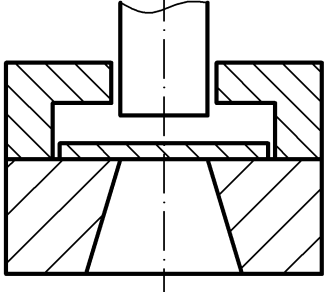
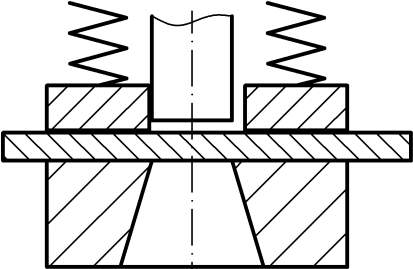
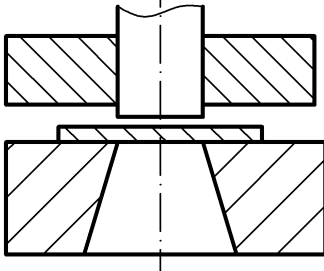


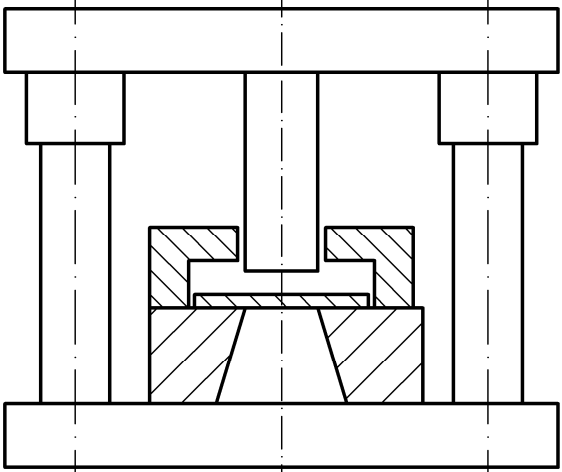
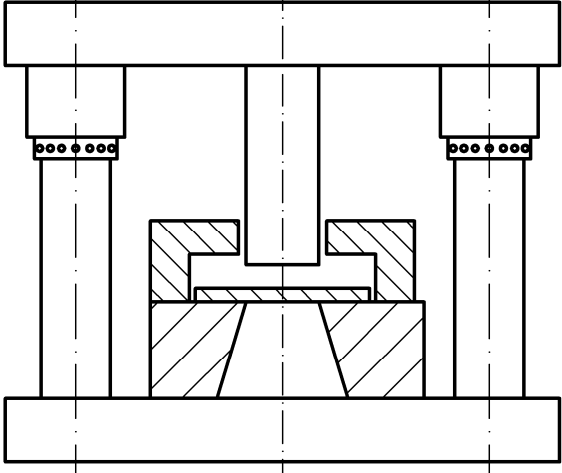
**Uputstvo za izradu zadatka iz predmeta PROJEKTOVANJE ALATA ZA TPD
POMOĆU RAČUNARA**

DEO I: UVOD

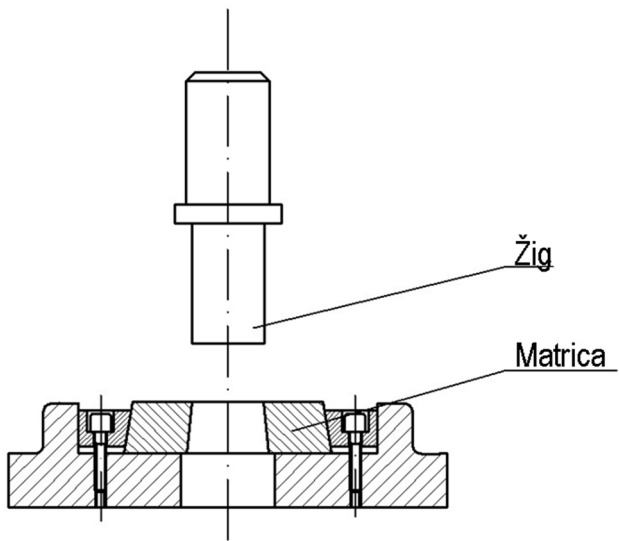
1. TIPOVI ALATA ZA RAZDVAJANJE

Tipovi alata za štancovanje (razdvajanje) na primeru jednopozicionog alata:

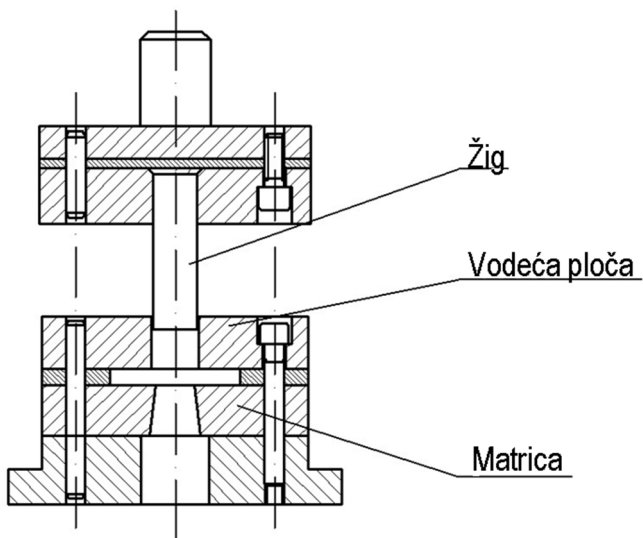
Redni broj	Tip alata	Šematski prikaz	Primena
1.	Otvoreni		<ul style="list-style-type: none">- Za prosecanje i probijanje lakih i grubih delova iz debljeg materijala – skidač na mašini- Prosto savijanje i izvlačenje u maloserijskoj proizvodnji
2.	Otvoreni sa nepokretnim skidačem		<ul style="list-style-type: none">- Za prosecanje i probijanje manjih delova iz debelog materijala u maloserijskoj proizvodnji
3.	Otvoreni sa elastičnim skidačem		<ul style="list-style-type: none">- Za prosecanje i probijanje ravnih delova iz tankog materijala- Ponekad za jednostavno izvlačenje
4.	Sa vodećom pločom		<ul style="list-style-type: none">- Za prosecanje i probijanje malih delova prostog oblika u serijskoj proizvodnji

<p>5.</p>	<p>Sa vodećim stubovima – klizno vođenje</p>		<p>- Za prosecanje i probijanje, savijanje i izvlačenje tačnih delova (ili delova komplikovanog oblika) u serijskoj proizvodnji ili bilo kojih delova u velikoserijskoj i masovnoj proizvodnji</p>
<p>6.</p>	<p>Sa vodećim stubovima – kotrljajno vođenje</p>		<p>- Za izradu veoma tačnih delova u masovnoj proizvodnji</p>

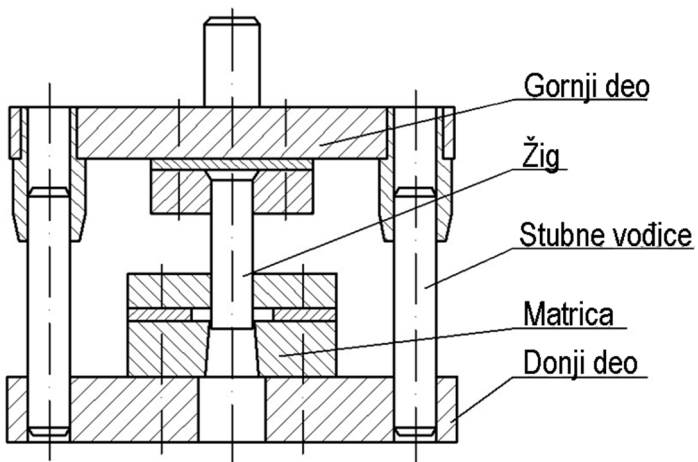
3. OSNOVNI PRIMERI ALATA ZA RAZDVAJANJE



Alat bez vođenja



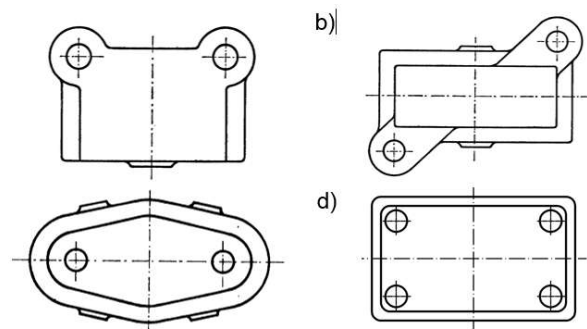
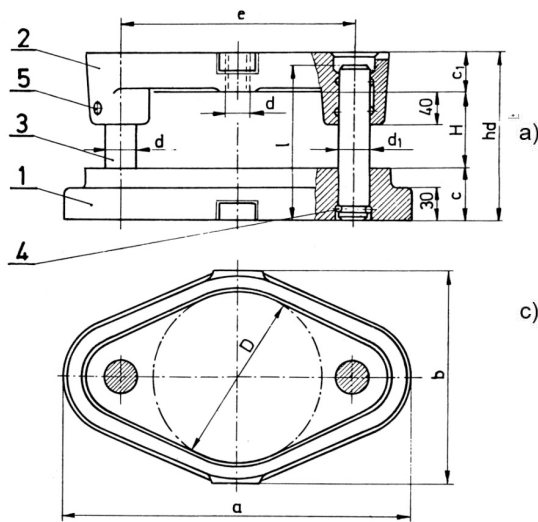
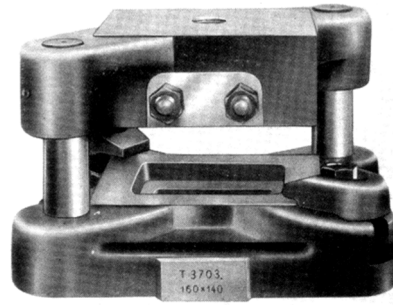
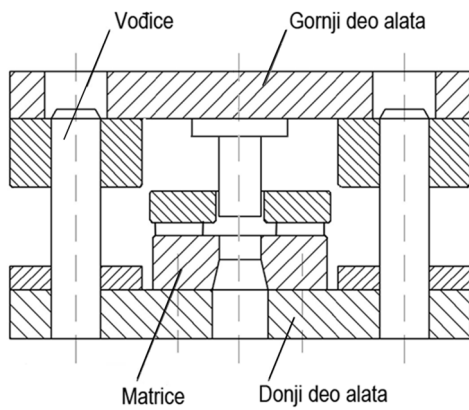
Alat sa vodećom pločom



Alat sa vođicama

4. PRIKAZ STANDARDNIH ELEMENATA ALATA

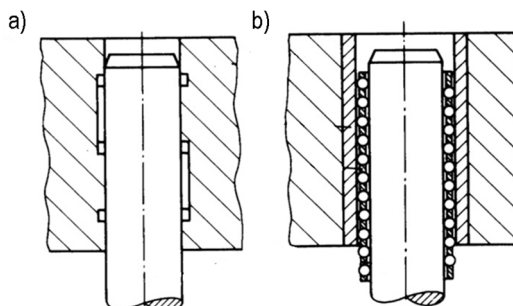
4.1 Kućišta alata



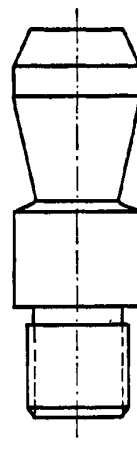
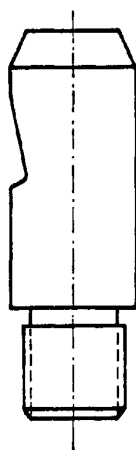
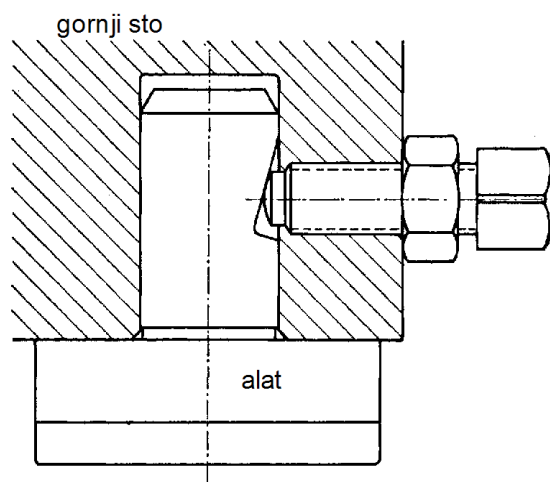
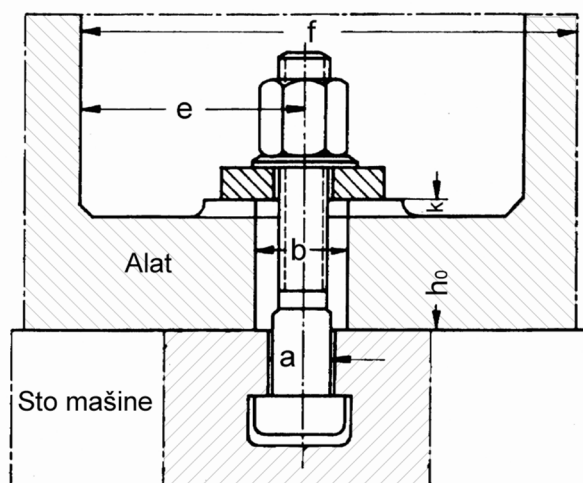
a – dve bočne vođice, b – dve dijagonalne; c – dve simetrične vođice, d – četiri vođice



4.2 Vođice



4.3 Elementi za pričvršćivanje alata za mašinu



II DEO: PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKOG PROCESA

STRUKTURA PROJEKTOVANJA tehnološkog procesa (sadržaj):

1. Analiza tehnološkičnosti konstrukcije radnog predmeta.
2. Definisane oblika i dimenzija polaznog materijala.
3. Izrada plana krojenja sa određivanjem stepena iskorišćenja materijala (u više varijanti).
4. Usvajanje optimalne varijante tehnološkog procesa.
5. Određivanje deformacione sile za pojedine operacije u optimalnoj varijanti.
6. Izbor mašina za pojedine operacije.
7. Izrada SKICE ALATA za sve operacije u optimalnoj varijanti.

UPUTSTVO ZA IZRADU PROJEKTA:

1. ANALIZA TEHNOLOGIČNOSTI KONSTRUKCIJE RADNOG PREDMETA

Obuhvata proveru:

- a) tehnološkičnosti oblika radnog predmeta
- b) razmaka pojedinih kontura na radnom predmetu
- c) radijusa na konturi radnog predmeta (spoljašnjoj i unutrašnjoj)

a) PROVERA TEHNOLOGIČNOSTI OBLIKA vrši se u cilju ostvarenja:

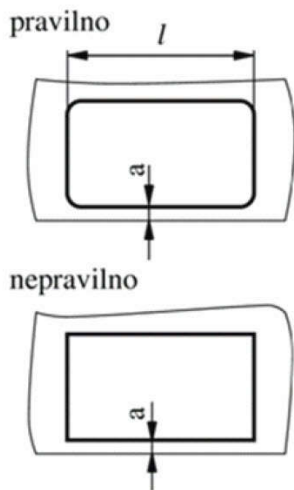
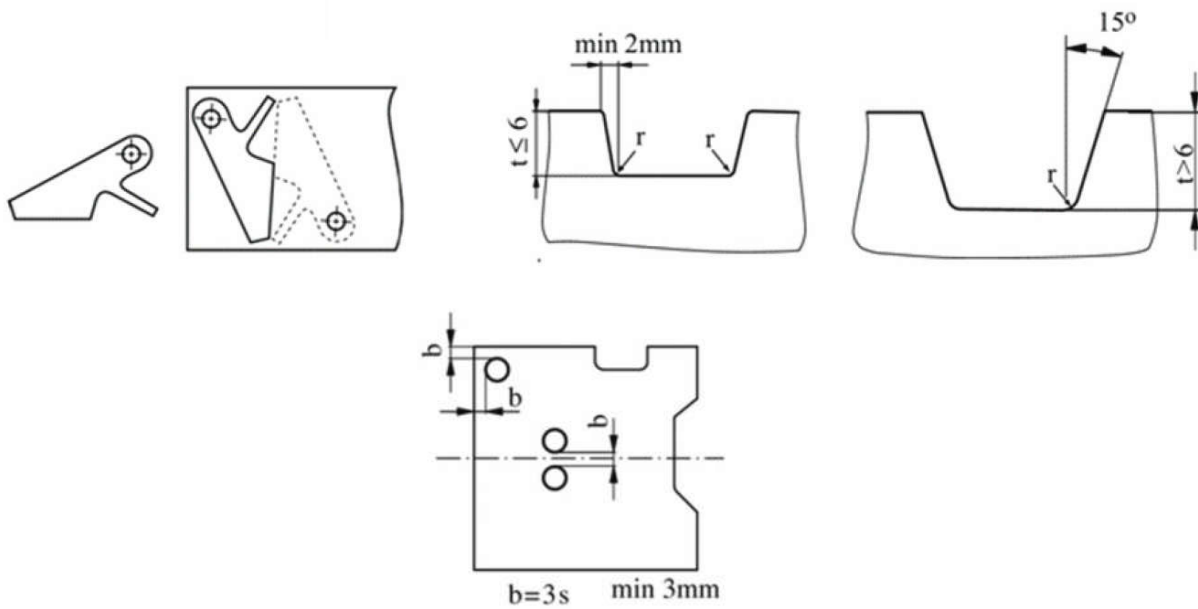
- što boljeg iskorišćenja materijala,
- mogućnosti primene što jednostavnijih alata.

b) PROVERA RAZMAKA KONTURA:

Preporuke: strana 7 u uputstvu

c) PROVERA RADIJUSA vrši se sa ciljem eliminisanja oštarih uglova na radnom predmetu čime se obezbeđuje:

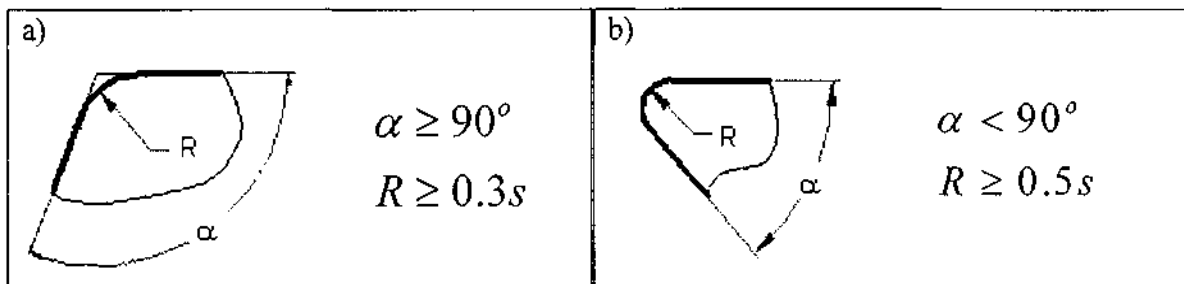
- veća trajnost alata,
- veća tačnost izrade radnog predmeta (strana 8 u uputstvu).



Dužina mosta <i>l</i>	Debljina materijala						
	do 1	1÷1,6	1,6÷2	2÷2,5	3,2÷4	3,2÷4	4÷5
5 ÷ 50	3	4,5	6	7	8	9	10
50 ÷ 100	8	8	10	10	13	13	16
100 ÷ 200	13	13	16	16	20	20	22
više od 200	20	20	25	25	28	28	32

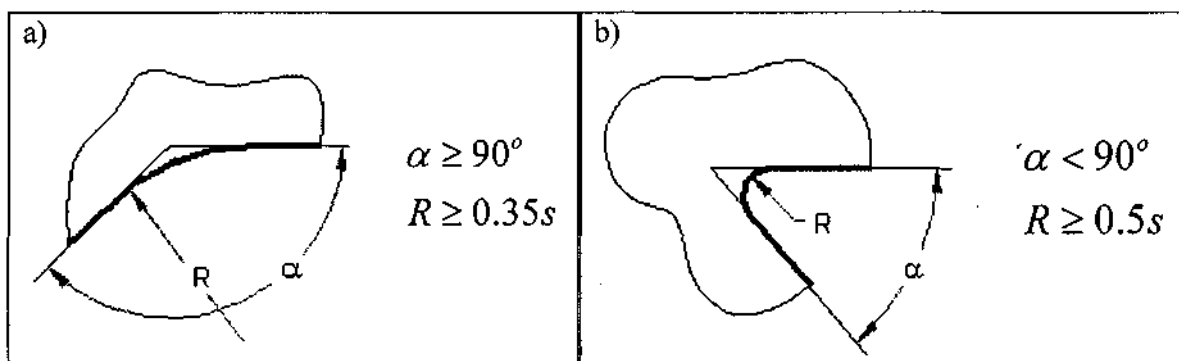
PREPORUKE ZA RADIJUSE pri obradi RAZDVAJANJEM (štancovanjem):

A) Pri izradi **spoljašnje** konture (prosecanje - Musafijin izraz):



(za jednodelne matrice)

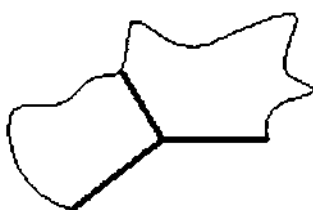
B) Pri izradi **unutrašnje** konture (probijanje):



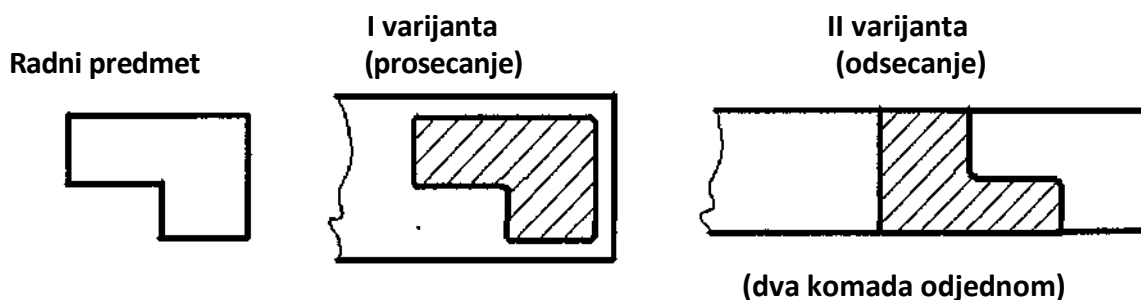
(za jednodelne matrice)

Za a) i b) po Romanovskom je: $R > 0.5s$

C) Za VIŠEDELNE MATRICE (za velike delove): radi se **bez radijusa**.



Radijuse **konačno** definisati tek posle usvajanja optimalne varijante operacija izrade (plana krojenja). **Primer:**

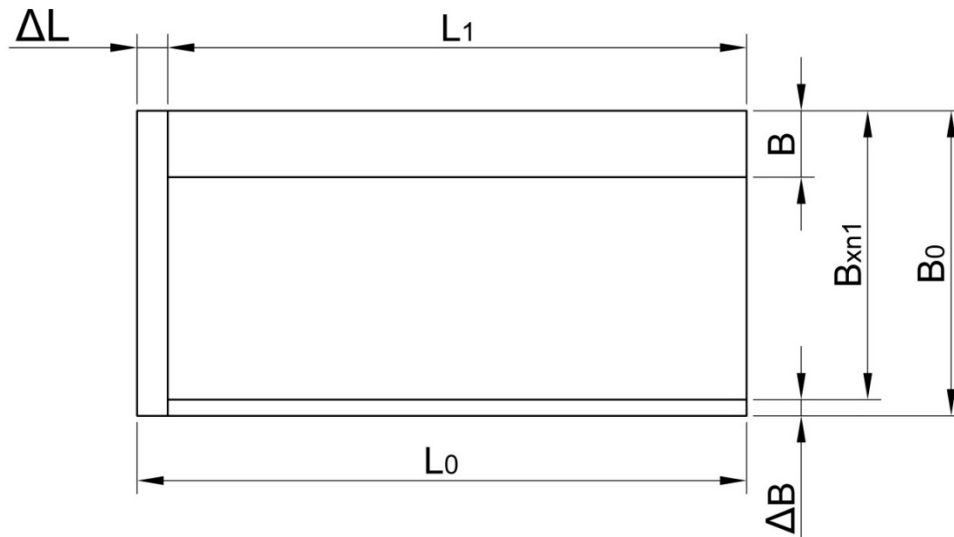


2. DEFINISANJE OBLIKA I DIMENZIJA POLAZNOG MATERIJALA

- Komadni materijal (za pojedinačnu proizvodnju)
- Traka iz TABLE (male i srednje serije)
- Traka u KOTURU (velike serije)

Dimenzije table su (najčešće): $B_0 \times L_0 = 1000 \times 2000 \text{ mm}$
 $1250 \times 2500 \text{ mm}$

Sečenje tabli lima na trake vrši se na makazama sa paralelnim ili nagnutim noževima. Traka se seče na dužinu L_1 i širinu B koja se određuje u zavisnosti od plana krojenja datog radnog predmeta.



Traka u koturu seče se iz bunta (npr. širine 600mm) na potrebnu širinu b na makazama sa kružnim noževima.

3. OPERACIJE IZRADE (PLAN KROJENJA)

A) Stepen iskorišćenja materijala:

a) Tehnološki: $\eta_t = \frac{A_k}{A_t} \cdot 100\%$ (**ne treba ga računati pri izradi zadatka**)

A_k - površina komada (korisna ili neto površina),

A_t - tehnološka površina (minimalna (neophodna) površina iz koje se može izraditi 1 komad).

b) Ukupni $\eta_t = \frac{A_k \cdot n}{A_T} \cdot 100\%$ (**računati**)

$$n = n_1 n_2$$

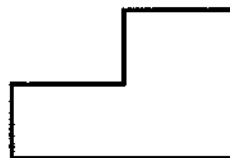
A_T - površina cele table,

n – ukupni broj komada u tabli ($n = n_1 \cdot n_2$),

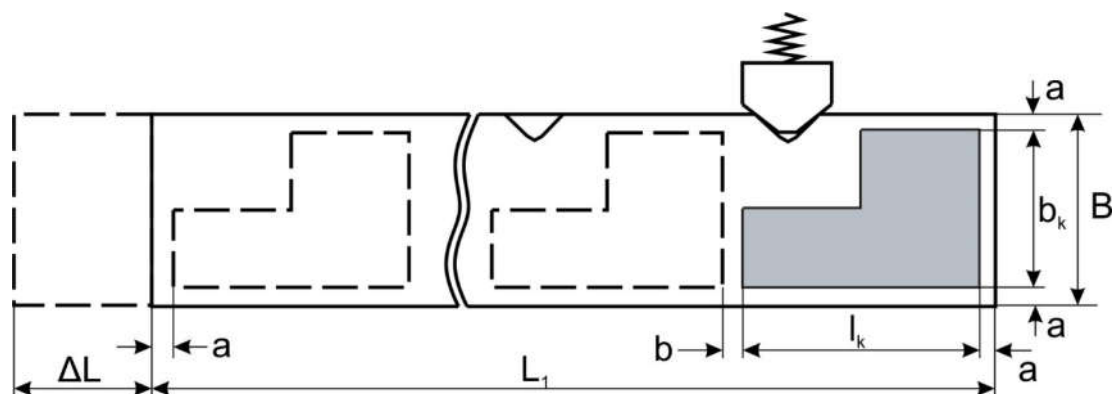
n_1 - broj komada u traci,

n_2 - broj traka u tabli,

B) PLAN KROJENJA - PRIMER Radni predmet:

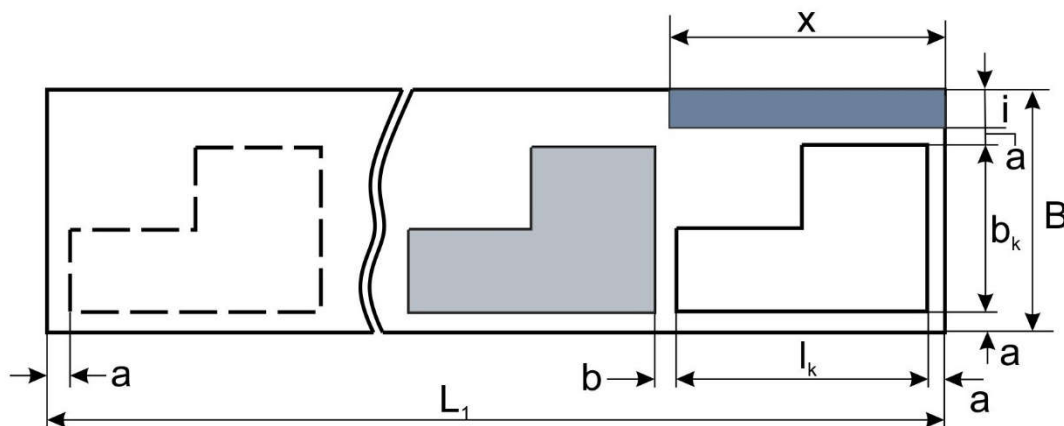


I VARIJANTA:



Širina trake: $B = b_k + 2a$

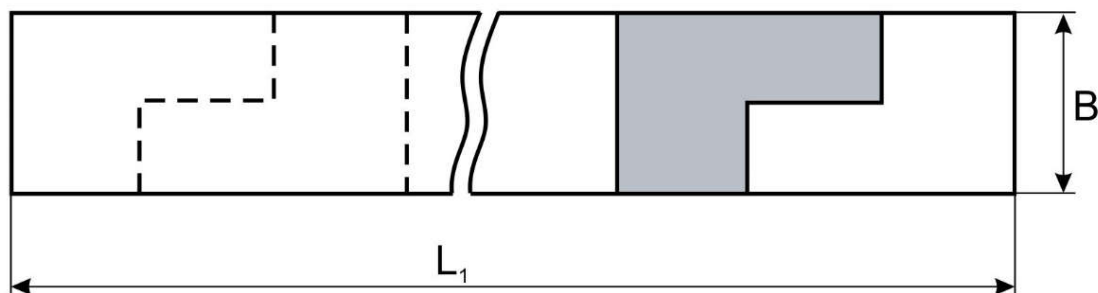
II VARIJANTA -sa koračnim nožem.



Širina trake: $B = b_k + 2a + i$

III VARIJANTA

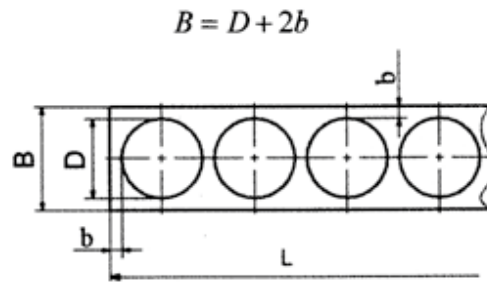
Najbolje iskorišćenje materijala: $B = b_k$ - dva komada odjednom



Broj komada u traci: $n = 2n'$ Širina trake: $B = b_k$

VIŠEREDNI RADSPORED KOMADA NA TRACI

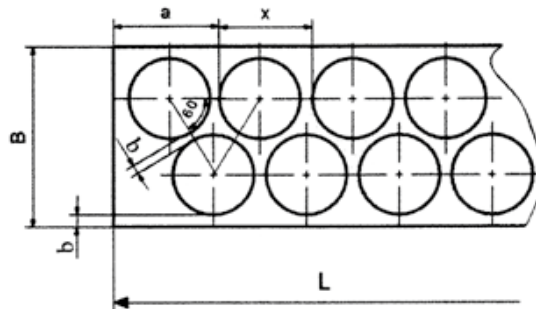
1. Jednoredni poredak:



2. Dvoredni poredak

$$B = \sin 60^\circ (D + b) + D + 2b$$

$$n = 2 \frac{L - a}{D + b} + 1$$

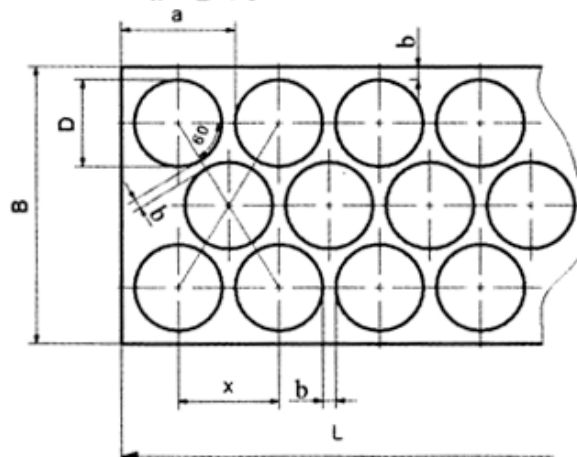


3. Troredni poredak

$$B = 1.732(D + b) + D + 2b$$

$$n = \frac{L - a}{D + b} \cdot 3 + 2$$

$$x = D + b$$

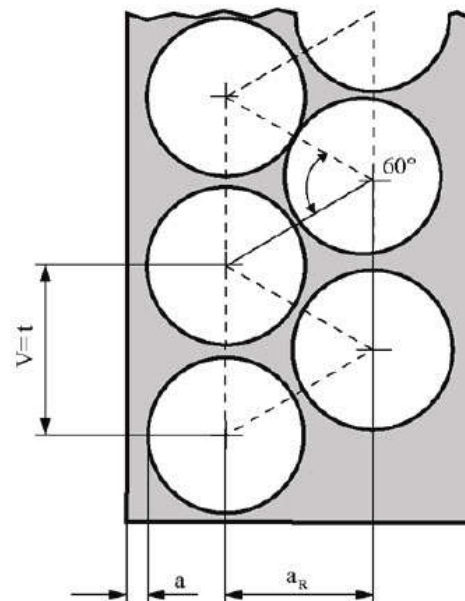
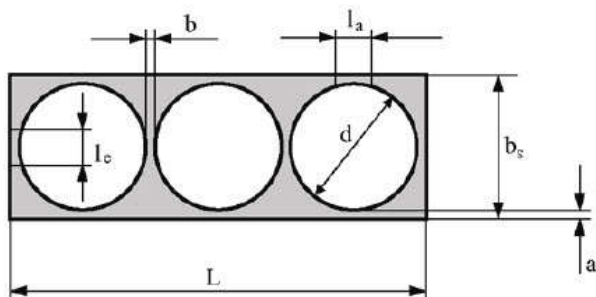
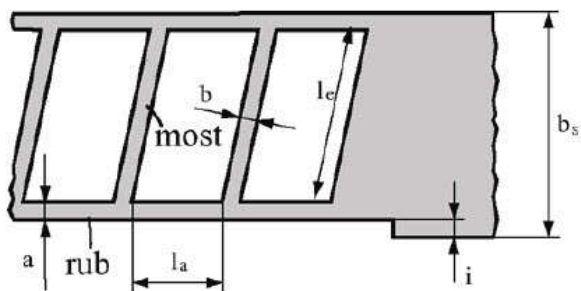


4. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE PLANA KROJENJA

Uraditi na svom primeru.

Veličine rubova i mostova

Širina trake	Dužina mosta [mm]	Širina mosta i ruba [mm]	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



5. ODREĐIVANJE DEFORMACIONE SILE (prema TP-I)

5.1 Odsecanje na makazama:

a) Sa pravim paralelnim noževima:

$$F = \tau_m \cdot A ; \quad \tau_m [MPa] = [N/mm^2] ; \quad A = L_r \cdot s$$

b) Sa pravim nagnutim noževima:

$$F = 0.6 \cdot \sigma_m \cdot \varepsilon_1 \cdot \frac{s^2}{\operatorname{tg} \alpha}$$

5.2 Razdvajanje presovanjem

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

5.3 Sila merodavna za IZBOR MAŠINA:

$$F_{\max} = F \cdot 1,3$$

III DEO : KONSTRUISANJE ALATA SA PRORAČUNOM ELEMENATA KONSTRUKCIJE

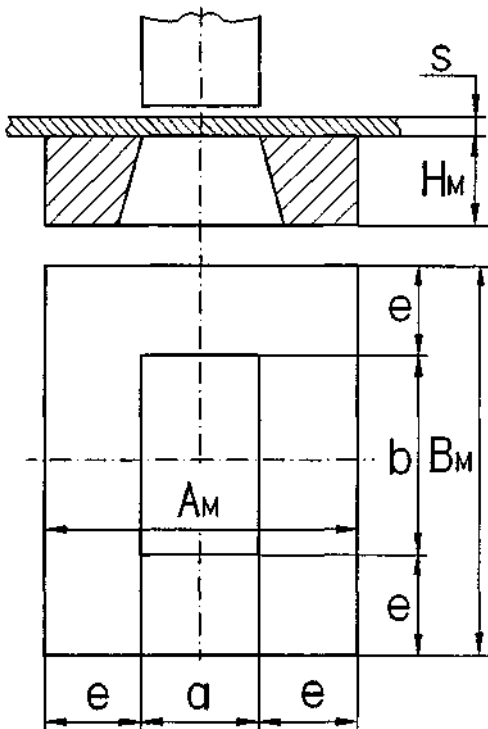
Sadržaj:

1. OSNOVNE PREPORUKE ZA KONSTRUISANJE ALATA
2. GABARITNE MERE REZNE PLOČE (merodavne za izbor kućišta)
3. VISINA I RAZMAK VODEĆIH LETAVA
4. DIMENZIONISANJE ŽIGA I MATRICE (tolerancije i zazori)
5. PROVERA ŽIGA NA PRITISAK IIZVIJANJE
6. ODREĐIVANJE KOORDINATA TEŽIŠTA DEFORMACIONIH SILA (x_T i y_T)
7. KONSTRUISANJE ALATA NA RAČUNARU (Solid Edge), prema zadatku.

1. OSNOVNE PREPORUKE ZA KONSTRUISANJE ALATA

- Razmera
- Način formiranja projekcija
- Broj projekcija, preseka i pogleda
- Sadržaj sklopnog crteža
- Sadržaj radioničkog crteža

2. ODREĐIVANJE GABARITNIH MERA REZNE PLOČE (merodavnih za izbor kućišta)



a) Debljina rezne ploče:

$$H_M = (10 + 5s + 0.7\sqrt{a+b}) \cdot c [mm]$$

Konstanta c

$\sigma_m [N/mm^2]$	800	400	250	120
c	1.3	1	0.8	0.6

b) Širina ruba ploče:

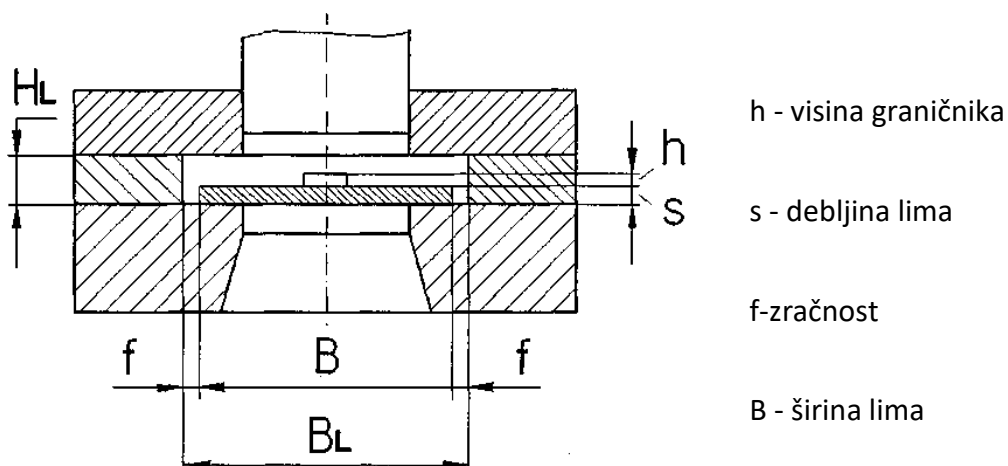
$$e = (10 \div 12) + 0.8H_M$$

c) Dimenzije ploče: $A_M = a + 2e$
 $B_M = b + 2e$

d) Materijal rezne ploče:

- 1) Č 0641 (OW3); Č 4146 (OCR4) - manje opterećeni alati,
- 2) Č 3840; Č 6440; Č 4840 - srednja i veća opterećenja alata,
- 3) Č 4150 (OCR 12); Č 6450 (OCR specijal) - velika opterećenja,
- 4) Tvrdi metal - za specifične uslove.

3. VISINA I RAZMAK VODEĆIH LETAVA



a) VISINA VODEĆIH LETAVA (H_L):

Debljina lima s [mm]	Visina graničnika h [mm]	H_L [mm]	
		Ručno pomeranje	Automatsko pomeranje
0.3-2	3	6-8	4-6
2-3	4	8-10	6-8
3-4	4	10-12	6-8
4-5	5	12-15	8-10
5-6	6	15-25	10-15

Može se približno i izračunati prema izrazu:

$$H_L = 2s + 2h \text{ [mm]}$$

b) ŠIRINA VOĐICE (razmak između letava):

$$B_L = B + 2f \text{ bez bočnih pritiskivača}$$

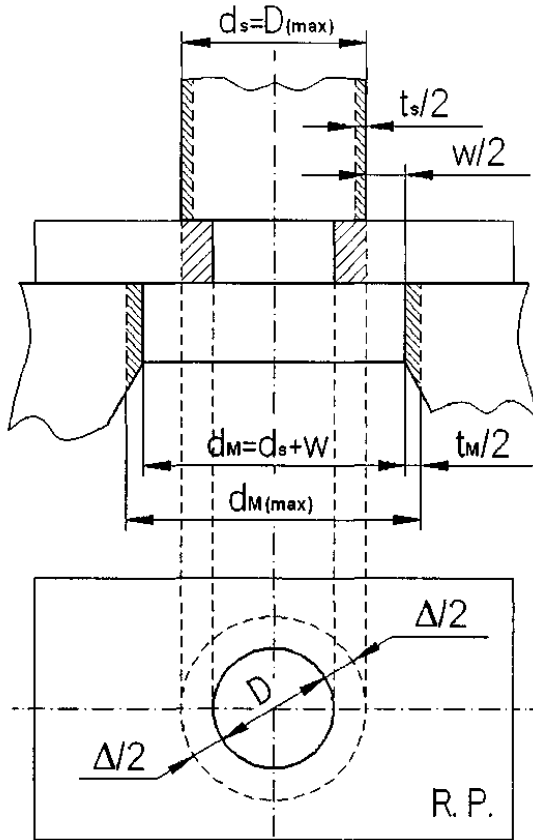
$$B_L = B + f \text{ sa bočnim pritiskivačem ili sa bočnim (koračnim) nožem}$$

Zračnost (f):

Širina trake B [mm]	Zračnost f [mm]	
	Čvrste vođice	Elastične vođice
≤ 100	0.25-0.5	2.5
> 100	0.5-0.75	4

4. DIMENZIONISANJE ŽIGA I MATRICE (tolerancije i zazori)

a) PROBIJANJE (izrada unutrašnje konture)



$$\frac{w}{2} = f - \text{zračnost}$$

w - zazor (određuje se iz T-16 ili T-17 ili se izračunava)

D - nazivna mera otvora (R. P.)

$+\Delta$ - tolerancija otvora (ili se daje kao H10, H11....), pase iz T-18 određuje Δ

$D_{max} = D + \Delta$ - maksimalna mera otvora (merodavna za dimenzionisanje žiga)

$d_s = D_{max}$ - nazivni prečnik žiga

$d_m = d_s + w$ - nazivni prečnik matrice

$-t_s$ - tolerancija žiga (h6, h7...)

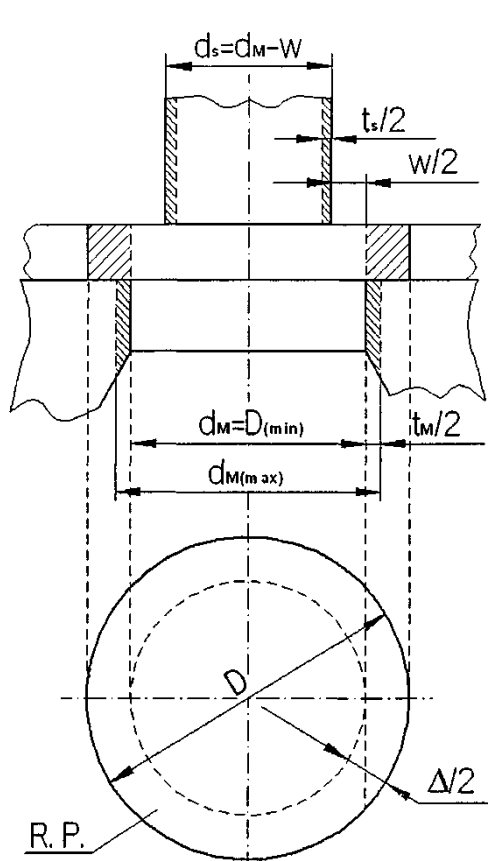
$+t_m$ - tolerancija matrice (H7, H8..)

Ako je $\Delta \Rightarrow$ H10, H11, H12.... \rightarrow [IT(Δ)] biće:

$$t_M = H7, H8, H9 \rightarrow (IT)_M = [IT(\Delta) - 3]$$

$$t_s = h6, h7, h8 \rightarrow [(IT)_M - 1]$$

b) PROSECANJE (izrada spoljne konture)



$$\frac{w}{2} = f \quad \text{zračnost}$$

w - zazor (određuje se iz T-16 ili T-17 ili se izračunava)

D - nazivna mera radnog predmeta

$+\Delta$ - tolerancije izrade radnog predmeta

$D_{min} = D - \Delta$ - minimalna mera radnog predmeta (merodavna za dimenzionisanje matrice)

$d_M = D_{min}$ - nazivna mera matrice

$d_s = d_M - w$ - nazivna mera žiga (probojca)

t_s - tolerancija izrade žiga

t_m - tolerancija izrade matrice

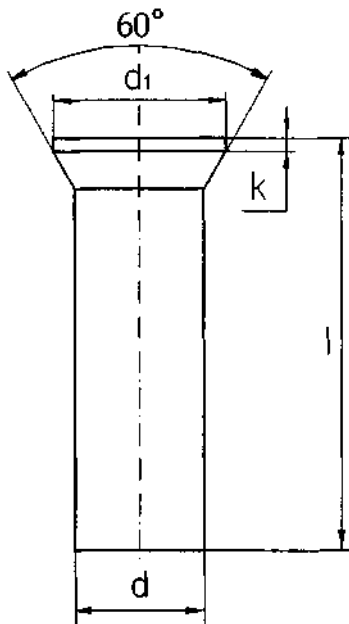
Ako je $\Delta \Rightarrow H10, H11, H12, \dots \rightarrow [IT(\Delta)]$ biće:

$$t_M = H7, H8, H9 \rightarrow (IT)_M = [IT(\Delta) - 3]$$

$$t_s = h6, h7, h8 \rightarrow [(IT)_M - 1]$$

5. PROVERA ŽIGA NA PRITISAK IIZVIJANJE

a) PROVERA POVRŠINSKOG PRITISKA NAOSLONCU ŽIGA



$$p = \frac{F}{A_1} \leq 250 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$F = L_r \cdot s \cdot \tau_M$$

$$\tau_M \approx 0.8 \cdot \sigma_M$$

$$A_1 = \frac{d_1^2 \pi}{4}$$

L_r - dužina rezne linije,

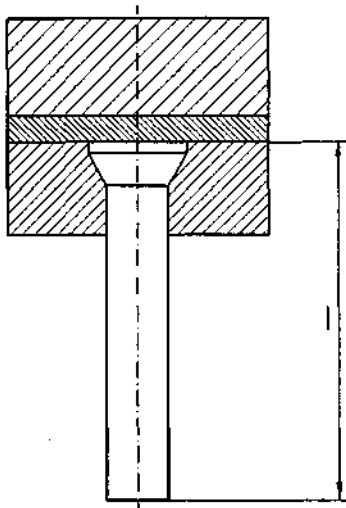
s - debljina lima.

Ako je $p > 250 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ potrebna je kaljena međuploča.

b) PROVERA PRITISKA NA ČELO ŽIGA (za kratak žig)

$$\sigma_p = \frac{F}{A} \leq (1000 - 1600) \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ za kaljeni čelik}$$

c) PROVERA NA IZVIJANJE (za tanke žigove - relativno duge)

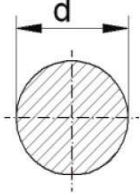
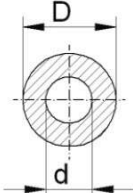
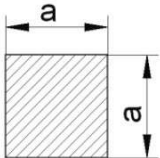
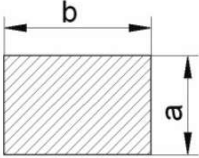
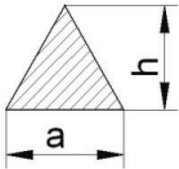



$$l_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 E \cdot I_{\min}}{4F}}$$

$$F = L_r \cdot s \cdot \tau_M \text{ [N]}$$

$$E = 210.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Minimalni moment inercije preseka (I_{\min}):

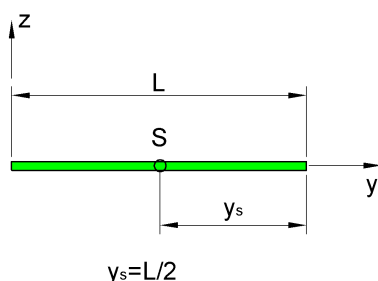
		
$I = \frac{\pi}{64} d^4$	$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$	$I = \frac{a^4}{12}$
		
$I = \frac{a^4}{12}$	$I = \frac{a \cdot h^3}{12}$	$I = 0,54a^4$

6. ODREĐIVANJE KOORDINATA TEŽIŠTA DEFORMACIONIH SILA (X_T i y_T)

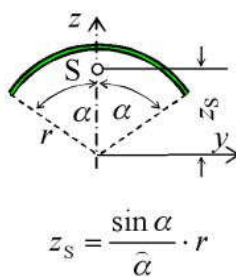
$$X_T = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n L_i} = \frac{L_1 \cdot x_1 + L_2 \cdot x_2 + \dots + L_n \cdot x_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n}$$

$$Y_T = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n L_i} = \frac{L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + \dots + L_n \cdot y_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n}$$

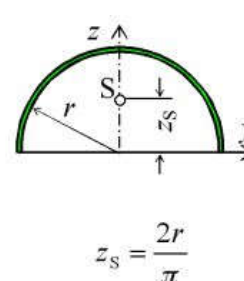
Težišta pojedinih linija



Linija (duž)

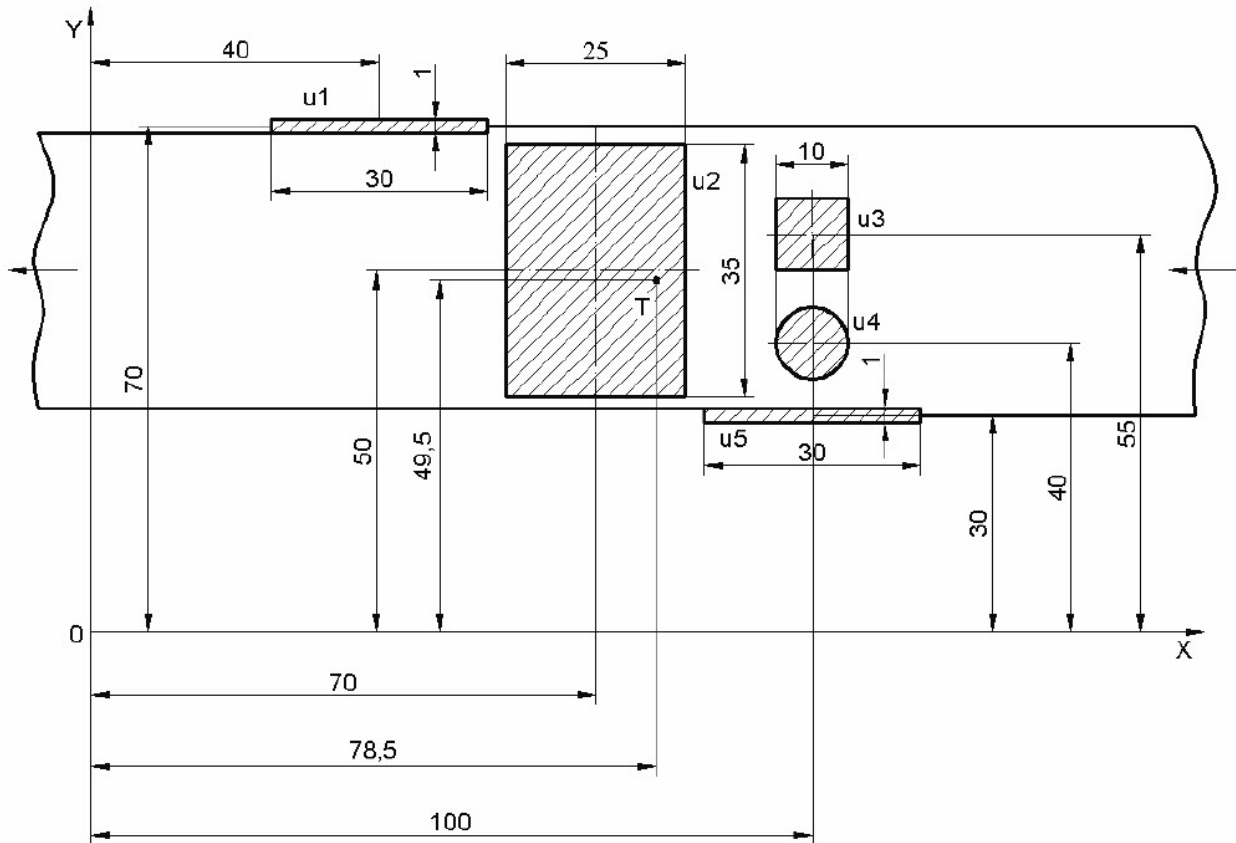


Kružni luk



Polovina kružnice

Primer određivanja težišta



Koordinate težišta alata:

$$X_T = \frac{X_1 \cdot U_1 + X_2 \cdot U_2 + X_3 \cdot U_3 + X_4 \cdot U_4 + X_5 \cdot U_5}{U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5}$$

$$= \frac{40 \cdot 30 + 70 \cdot 120 + 100(40 + 31 + 31)}{31 + 120 + 40 + 31 + 31} = 78,5 \text{ mm}$$

$$Y_T = \frac{Y_1 \cdot U_1 + Y_2 \cdot U_2 + Y_3 \cdot U_3 + Y_4 \cdot U_4 + Y_5 \cdot U_5}{U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5}$$

$$= \frac{70 \cdot 31 + 50 \cdot 120 + 55 \cdot 40 + 40 \cdot 31 + 30 \cdot 31}{31 + 120 + 40 + 31 + 31} = 49,5 \text{ mm}$$

$U(f)$ – veličina sile (tj. dužina rezne linije)

X_i, Y_i - koordinate težišta datog segmenta rezne linije

7. CRTANJE ALATA NA RAČUNARU (Solid Edge) prema zadatku, sa proračunom odgovarajućih elemenata.

Najpre konstruisati radne elemente alata (žigove i matricu), a potom preći na ostale elemente.

MATERIJALI ZA ALATE ZA RAZDVAJANJE

MATERIJAL		TVRDOĆA HRc	PODRUČJE PRIMENE
JUS	DIN		
Č.4150	210Cr46	58-60	Matrice, Umeci matrice
Č.4650	210WCr46	59-62	
Č.7680	1.3343	62-64	
Tvrđi metal G30 JUS K.A9.025			
Č.6840	1.2516	60-62	Žigovi: Probojci, presekači Noževi za odsecanje Bočni noževi
Č.4750	1.2601	60-62	
Č.7680	1.3343	62-64	
Č.0545			Čepovi za pričvršćavanje
Č.1220	C15	59-61	Stubne vođice Graničnici
Č.4120	15Cr3	60-62	
Č.4320	16MnCr5	60-62	
Č.3990	95Mn28	60-62	
SL.22	GG-22		Gornja i donja kućišta alata Temeljna ploča Vodeća ploča
SL.26	GG-26		
Č.0250	St34		
Č.0550	St50		
Č.0645	St60		Međuploča
Č.0361	St37		