

## UPOGIBANJE

Poznamo dve vrsti upogibanj:

- Čisto plastično upogibanje
- Elasto-plastično upogibanje

### Sile pri upogibanju

#### a) Upogibanje dvojnega kota in U-profila

- Za  $\varphi = 90^\circ = \pi/2$

$$F = \frac{4M}{L} \quad \begin{array}{l} M - \text{moment} \\ L - \text{dolžina} \end{array}$$

- Za poljubni kot

$$F = \frac{2M}{L} \cdot (1 + \sin \varphi)$$

Če uporabljamo odprto matrico potem so te enačbe. Če pa imamo matrico z **izmetalom** potem upoštevamo 30% za izmet oz. napenjanje vzmeti.

Torej je:  $F_1 = 1,3 \cdot F$

Če želimo z upogibanjem doseči popolnoma ravno dno, je potrebno površinsko kalibriranje z plastično deformacijo.

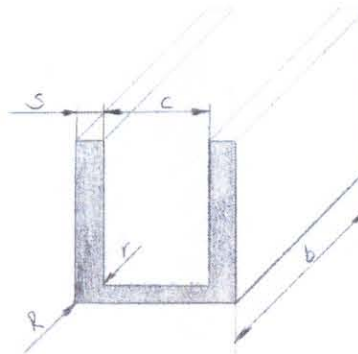
Tu velja:  $F_2 = p \cdot A [N]$

Specifični pritisk v odvisnosti od debeline pločevine  $p [N/mm^2]$  za poravnavanje.

DEBELINA S	MATERIAL			
	Aluminij	Medenina	Jeklo z (0,1 - 0,2) % C	Jeklo z (0,25 - 0,35) % C
do 3 mm	30 - 40	60 - 80	80 - 100	100 - 120
3 - 10 mm	50 - 60	80 - 100	100 - 120	120 - 150

TABELA KOEFICIENTOV PRI UPOGIBANJU

	MATERIAL	TLAK		RAZTEZEK		RAZLIKA
		$k_{pm} \text{ N/mm}^2$	$E_m$	$k_{pm} \text{ N/mm}^2$	$\psi_m$	$k_{pm}/km$
1	Č 1120	520	0,18	445	0,16	1,19
2	Č 1330	590	0,19	510	0,21	1,16
3	Č 1530	740	0,15	670	0,14	1,10
4	Č 5430	1080	0,10	1040	0,10	1,04
5	Č 1840	920	0,09	810	0,16	1,14
6	Č 1946	800	0,13	685	0,16	1,17
7	Medenina	620	0,25	535	0,25	1,15
8	Duraluminij D1	430	0,15	450	0,16	0,96
9	Baker	300	0,30	280	0,30	1,05



$A \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow$  površina, ki se poravnava

$$A = (C - 2r) \cdot b$$

- Natezna trdnost upogibanja

$$\sigma_m = k_m (1 - \psi_m)$$

$k_m$  - raztezek  
 $\psi_m$  - deformacija } iz tabele

- Radij nevtralne linije

$$\rho_n = \sqrt{R \cdot r} \text{ [mm]}$$

$$R = r + S$$

- Reduciran polmer ukrivljenja

$$\rho_r = \frac{\rho_n}{S}$$

Če je  $\rho_r < 5$  je čisto plastično upogibanje.

Če je  $5 \leq \rho_r \leq 200$  je linearno plastično preoblikovanje (elasto-plastično preoblikovanje)

- Maksimalna deformacija

$$\psi_{\max} = 1 - \frac{\rho_n}{R} = 1 - \frac{r}{\rho_n}$$

- Moment za čisto plastično področje  $\rho_r \leq 5$

$$M = \beta \cdot b \cdot \left( \frac{(D+B) \cdot S^2}{4} - \frac{B \cdot \sqrt{R \cdot r}}{2} \left( R + \frac{1 \cdot r^2}{3 \cdot R} - \frac{4}{3} \cdot \sqrt{R \cdot r} \right) \right)$$

$$D = k_m \cdot \frac{1 - 2 \cdot \psi_m}{1 - \psi_m}$$

$$B = \operatorname{tg} \alpha_m = \frac{k_m}{1 - \psi_m}$$

$$\beta = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1,15 \rightarrow \text{ravninsko deformacijsko stanje}$$

- Sila

$$F = \frac{4M}{L}$$

$r_k$  - radijmatrice

$r_t$  - radijpestiča

$$L = r_k + r_t + S$$

$S$  - debelinaploščevin

Moment v linearnem plastičnem področju  $5 \leq \rho_r \leq 200$

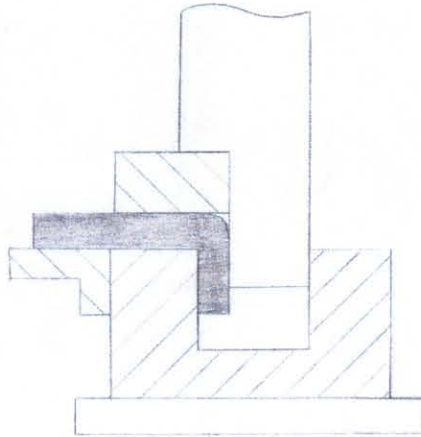
$$M = \sigma_v \cdot \frac{b \cdot S^2}{4} \quad \rho_r = \frac{\sqrt{R \cdot r}}{S}$$

DIN		CK10	CK15	CK35	15Cr3	16MnCr5	20MnCr5
JUS		Č1121	Č1221	Č1431	Č4120	Č4320	Č4321
Mehanske lastnosti	$\sigma_v \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	250	270	320	330	340	340
	$\sigma_M \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	380	470	550	480	560	590

Deformacijsko delo

Za barvne kovine in zlitine  $\sigma_v = 0,8 \cdot \sigma_M$

**b) Enostransko upogibanje**



- Za  $\varphi = 90^\circ = \pi/2$

$$F = \frac{2M}{4}$$

- Za poljuben  $\varphi$  ( $\varphi = 90^\circ - \alpha$ )

$$F = \frac{M}{L} \cdot (1 + \sin \varphi)$$

- Reduciran polmer ukrivljenja

$$\rho_r = \frac{\rho_n}{S} = \frac{\sqrt{R \cdot r}}{S} = \frac{\sqrt{(r+S) \cdot r}}{S} = \sqrt{\frac{r}{S} \cdot \left(1 + \frac{r}{S}\right)}$$

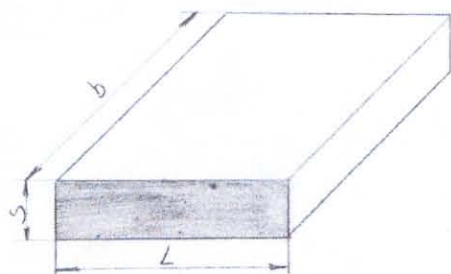
- Moment

$$M = \beta \cdot K \cdot \frac{b \cdot s^2}{4} \quad \beta = 1,15$$

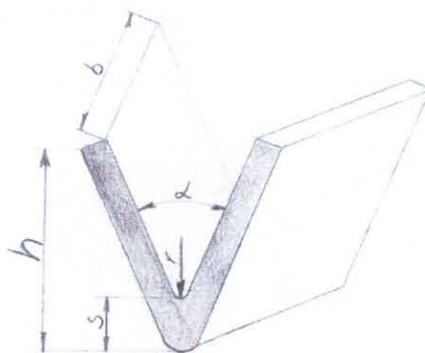
$$K = K_{sr} = \frac{a}{\varphi_1} \quad \varphi_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{R}{r} \rightarrow \text{logaritemska deformacija}$$

$$\varphi = 180 - \alpha$$

c) Upogibanje V-profila



Začetna oblika



Končna oblika

$$F = \frac{2M}{r_i + 0,5 \cdot S} \cdot \operatorname{ctg} \frac{1}{2}$$

$$\rho_r = \sqrt{\frac{r}{S} \cdot \left(1 + \frac{r}{S}\right)}$$

$$M = n \cdot \sigma_m \cdot \frac{b \cdot S^2}{4}$$

$$\varphi = 180 - \alpha$$

$$F_k = 2 \cdot F$$

$$F_1 = 1,3 \cdot F$$

$F_k \rightarrow$  sila kalibriranja

$F \rightarrow$  čista sila upogibanja

$F_1 \rightarrow$  sila z izmetalom

n	n
Al	0,2
Duraluminij	0,18 – 0,2
Baker	0,2 – 0,25
C Jeklo 0,15 %	0,2 – 0,25
0,5 %	0,25
1 %	0,23
Nerjavno jeklo	0,16 – 0,1
Hitrorezno jeklo	0,16

## RAZVITA DOLŽINA

### 1) Radij ukrivljene linije:

$$\rho_d = r + \xi \cdot S \quad r = \text{radij pestiča (notranji radij)}$$

### Vrednosti koeficienta $\xi$ za jekla

$r/S$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\xi$	0,23	0,29	0,32	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
$r/S$	1	1,2	1,5	2	3	4	5	10
$\xi$	0,41	0,42	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50

### 2) Koeficient $m$ ; Za jeklo!

$$m = \frac{S_1}{S} \rightarrow \text{Odnos med debelino ukrivljenega dela in začetno debelino.}$$

Odvisen je od razmerja  $\frac{r}{S}$

$\frac{r}{S}$	0,1	0,25	0,5	1	2	3	4
$\frac{S_1}{S} = m$	0,82	0,87	0,92	0,96	0,985	0,992	0,995

### 3) Koeficient $n = 1!$

Odnos med srednjo širino ukrivljenega dela in začetne širine. Odvisen je od  $\frac{b}{S}$

### 4) Razvita dolžina ( simetrični deli):

$$L = 2 \cdot l + \frac{\pi \cdot \varphi^\circ}{180} \cdot (r \cdot \xi \cdot S)$$

Če je izdelek sestavljen iz več ravnin in ukrivljenih delov potem je:

$$L = \sum_{i=1}^n l_i + \frac{\pi}{180} \sum_{i=1}^n \varphi_i^\circ \cdot (r_i + \xi_i \cdot S)$$

$L$  – skupna dolžina

$l_i$  – dolžine ravnih delov

$\varphi_i^\circ$  – koti upogibanja =  $180 - \alpha$

$r_i$  – notranji radijusi upogibanja

$\xi$  – koeficient  $f\left(\frac{r_i}{S}\right)$

$S$  – debelina pločev



### 5) Min. in Max. radijus ukrivljene linije:

$$r_{\min} = C \cdot S$$

$E$  – modul elastičnosti  
 $\sigma_v$  – natezna trdnost  
 $C$  – faktor odvisen od debeline in vrste materiala

$$r_{\max} = \frac{S \cdot E}{2 \cdot \sigma_v} \quad C \rightarrow \text{iz tabele}$$

$r$  mora biti:  $r_{\min} < r < r_{\max}$

#### če je:

1.  $r < r_{\min}$  → pride do pretrganja zunanjih vlaken
2.  $r > r_{\max}$  → po ukrivljenju bo izdelek dobil prvotno obliko. Elastično se bo zravnal!

## KAKTOR c ZA JEKLO IN TEŽKE KOVINE


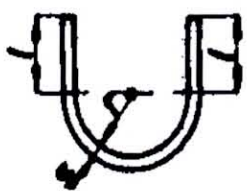
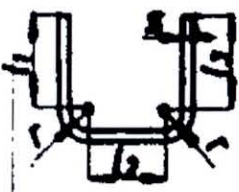
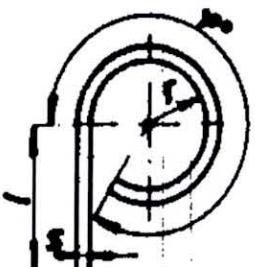
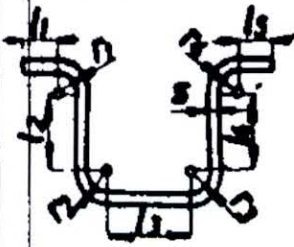
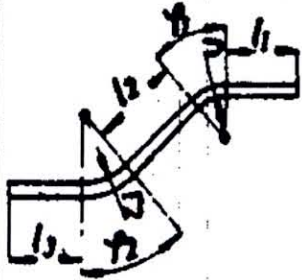
MATERIJAL		C	MATERIJAL			C
D I N	J U S		D I N	J U S		
St 34	Č . 0210	1,5	Ms 60	Cu 60 Zn	0,40	
St 37	Č . 0300	1,0	Ms 63	Cu 63 Zn	0,40	
St 62	Č . 0400	2,0	Ms 72	Cu 72 Zn	0,30	
St I-III	Č . 0145	0,6	Ms 90	Cu 90 Zn	1,0	
St V-VI	Č . 0146	0,5	Sn Bz 2	Cu Sn 2	1,2	
St VII	Č . 0147	0,5	Sn Bz 6	Cu Sn 6	0,6	
St VIII	Č . 0148	0,5	Ti 35		0,4	
Bakar		0,25	Ti 55		0,5	

## FAKTOR c ZA LAHKE KOVINE

MATERIAL		STANJE	S mm				
D I N	~ J U S		0,5	1,0	2,0	3,0	6,0
Al 99,5	Al 99,5	mehko	1,2	0,6	0,4	0,4	0,5
Al 99,5	Al 99,5	pol trdo	1,2	0,6	0,4	0,4	0,5
Al 99,0	Al 99,0	mehko	1,2	0,6	0,4	0,4	0,5
Al 99,0	Al 99,0	pol trdo	1,2	0,7	0,45	0,4	0,6
Al Mn	Al Mn 1	mehko	1,3	0,7	0,6	0,65	0,8
Al Mn	Al Mn 1	pol trdo	1,4	0,9	0,65	0,7	1,5
Al Mg 2	Al Mg 2	mehko	1,35	1,05	0,8	0,85	1,0
Al Mg 2	Al Mg 2	pol trdo	1,4	1,1	1,05	1,2	2,0
Al Mg 3	Al Mg 3	mehko	1,4	1,2	1,1	1,2	1,5
Al Mg 3	Al Mg 3	pol trdo	1,5	1,45	1,5	1,65	2,5
Al Mg Si	Al Mg 1 Si 1	mehko	1,4	1,15	0,95	1,0	1,2
Al Mg Si	Al Mg 1 Si 1	pol trdo	1,9	1,9	2,0	2,1	2,75



# RAZVITE DOLŽINE RAZLIČNIH OBLIK

SKICA	RAZV. DOLŽINA	SKICA	RAZVITA DOLŽINA
	<p>Skupna dolžina ↑</p> $L = l_1 + l_2 + \frac{\pi \varphi^\circ}{180} (r + \xi s)$ $(\varphi^\circ = 180^\circ - \alpha^\circ)$		$L = 2l + \pi(r + \xi s)$
	$L = l_1 + l_2 + l_3 + \pi(r + \xi s)$		$L = l + \frac{\pi \varphi^\circ}{180} (r + \xi s)$
	$L = l_1 + l_2 + \dots + l_n + \frac{\pi}{2} (r + \xi s) + \frac{\pi}{2} (r_2 + \xi_2 s) + \frac{\pi}{2} (r_{n-1} + \xi_{n-1} s)$		$L = l_1 + l_2 + l_3 + \frac{\pi \varphi^\circ}{180} (r + \xi s) + \frac{\pi \varphi_2^\circ}{180} (r_2 + \xi_2 s) + \frac{\pi \varphi_{n-1}^\circ}{180} (r_{n-1} + \xi_{n-1} s)$

# PRERAČUN ORODJA ZA UPOGIBANJE

## Dimenzioniranje:

### 2. Radius pestiča:

$$r_p = r_1 = K \left( r_2 + \frac{S}{2} \right) - \frac{S}{2} [mm]$$

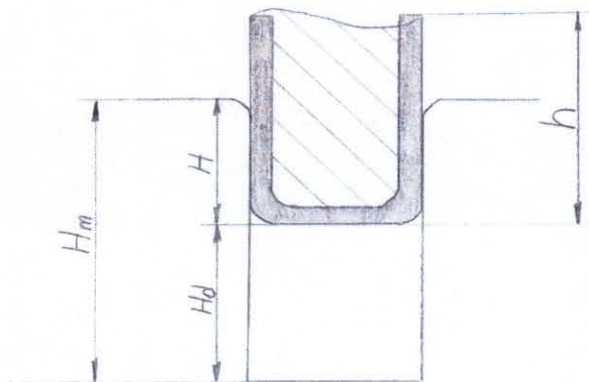
$$K = 1$$

$$r_1 = r_2 = 90^\circ$$



### 2. Radius matrice:

Odvisen od višine izdelka in debeline materiala. (TABELA)



$$r_{\min} = C \cdot S < r - r_2 < r_{\max}$$

**Pogoj:** 
$$r_{\max} = \frac{S \cdot E}{2 \cdot \sigma_v}$$

$K$  – faktor elastičlas a izravnavanja

$r_1$  – notranji radij pestiče

$r_2$  – notranji radij pločločev

$K \rightarrow$  iz tabele

$h$  – višina izdelka

$H_d$  – višina plošč držala

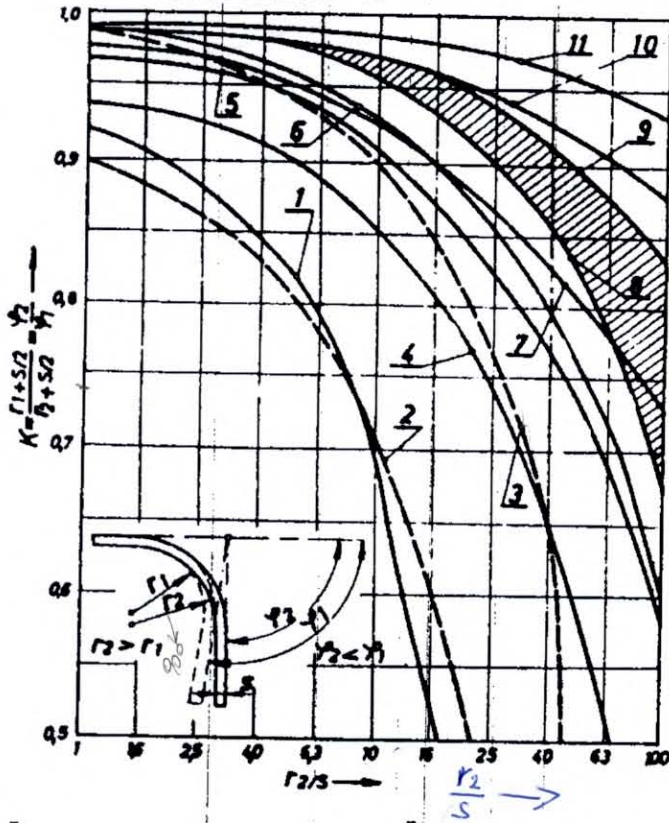
$H_m$  – skupna višina matrice

$H$  – višina ravnega dela matrice

$r_k$  – radij kalupa (matrice)

$V$  splošnem mora biti  $r_k \geq 3 \text{ mm}$

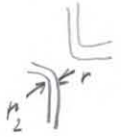
KOEFICIENT K (faktor elastičnega izravnavanja)



MATERIJALI:

1. AlCuMg (≈ AlCuMg1) - kaljen
2. St 18/8 Cr-Ni žarjen
3. -II- - kaljen
4. AlZnCuMg (≈ AlZn5Mg3 Cu2) - kaljen
5. AlMgSi (≈ AlMg1Si1)
6. Bakar - 1/4-tvrd
7. Ms67 (≈ Cu67Zn) - mek
8. St 1-V (≈ Č. 0145 - Č. 0146)
9. St VIII-X (≈ Č. 0147 - Č. 0148)
10. AlCuMg i AlZnCuMg - mek
11. Aluminij

$\alpha = 1$



$r_1 = r_2 = 90^\circ$

Radius matrice (2)

RADIJUS ( $r_k$ ) IN VIŠINA ( $H$ ) MATRICE V ODVISNOSTI OD VIŠINE  
PROFILA ( $h$ ) IN DEBELINE PLOČEVINE

Visina elementa $h$ mm	debelina pločevine																		
	do 1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		6-7		7-8		8-10		
	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	$r_k$	$H$	
do 50	3	15	5	20	7	25	8	25	10	30	11	30	12	35					
50 - 75	3	20	5	25	7	30	8	30	10	35	11	35	12	40	13	40			
75 - 100	3	25	5	30	7	35	8	35	10	40	11	40	12	40	13	40	15	50	
100 - 150	3	30	5	35	7	40	8	40	10	50	11	50	12	50	13	50	15	60	
150 - 200	3	40	5	45	7	55	8	55	10	65	11	65	12	65	13	65	15	80	

## 2. Skupna višina ( $H_m$ ):

$$H_m = H_d + H + r_k \text{ [mm]}$$

$H_m$  – skupna višina

$H_d$  – višina ploščice držala

$H$  – višina ravnega dela matrice

$r_k$  – radij kalupa

$H \rightarrow$  iz tabele

$H_d \rightarrow$  v odvisnosti od debeline ploščočev

S [mm]	2	2 - 4	4 - 6	6 - 8
$H_d$ [mm]	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 75
V splošnem velja $H \geq 3 \cdot r_k$				

Pri majhnih višinah obdelovanca ( $h$ ) je skupna višina matrice:

$h$  – višina izdelka

$H_k$  – višina matrice

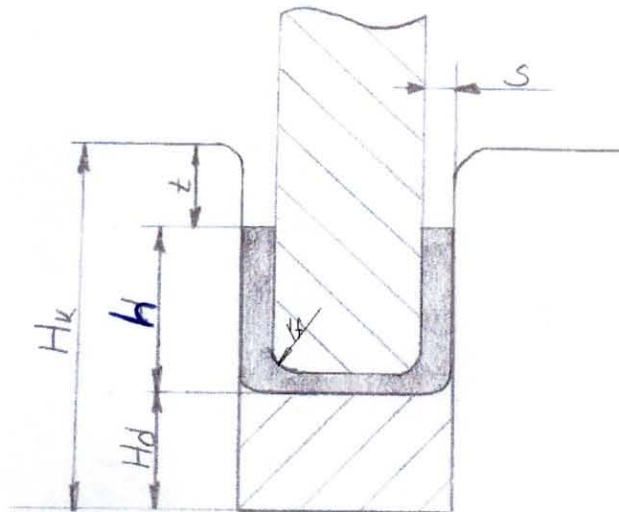
$H_d$  – višina ploščice držala

$t$  – razdalja od konca matrice do izdelka

$r_k$  – radij matrice

$r_f$  – radij pestiče

$$H_k = H_d + h + t + r_k$$



S [mm]	< 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8
t [mm]	4	7	10	15



## 2. Zračnost ( f ):

$$f = S_{\max} + C_f \cdot S$$

$S_{\max} = S + \Delta(\text{mm})$  – največja debelina pločevine

$S(\text{mm})$  – imenska debelina pločevine

$\Delta(\text{mm})$  – toleranca

$C_f$  – koeficient zračnosti

(odvisen od višine izdelka in debeline pločevine)

$C_f \rightarrow$  iz tabele

Tabela za  $C_f$ :

Višina h (mm)	Debelina S (mm)				
	do 1	1 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 10
do 25	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06
25 - 50	0,15	0,10	0,07	0,07	0,06
50 - 100	0,20	0,15	0,10	0,09	0,08
100 - 200	0,20	0,18	0,12	0,11	0,10

$$f = S + \Delta + C_f \cdot S = (1 + C_f) \cdot S + \Delta$$

## 2. Dolžina pestiča in dolžina matrice:

( $C_t$ )

( $C_k$ )

$$C_t = C \cdot i$$

$$C_k = C_t + 2f = C + 2((1 + C_f) \cdot S + \Delta)$$

$C$  – dolžina (globina) izdelka

$i$  – korigiran faktor

$C_t$  – dolžina pestiče

$C_k$  – dolžina matrice

$f$  – zračračn

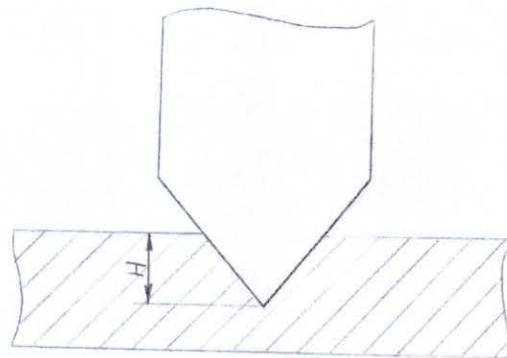


## 2. Višina gravure

$$H = \dot{E} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - r_k \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

$$\dot{E} > 3 \cdot r_k$$

<b>S (mm)</b>	<b>&lt; 2</b>	<b>2 - 4</b>	<b>4 - 6</b>	<b>6 - 8</b>
<b>H (mm)</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>



## 2. Skupna višina matrice:

Odvisna od debeline pločevine:

<b>S (mm)</b>	<b>&lt; 2</b>	<b>2 - 4</b>	<b>4 - 6</b>	<b>6 - 8</b>
<b>H<sub>k</sub> (mm)</b>	<b>30 - 40</b>	<b>40 - 50</b>	<b>50 - 75</b>	<b>75 - 100</b>

## 2. Kot pestiča:

$$\alpha_i = 180 - \varphi^\circ$$

## GLOBOKO VLEČENJE

Je proces obdelave brez odzemanja materiala v hladnem stanju (v posebnih primerih tudi v vročem stanju).

**Uporaba vlečenih izdelkov je zelo velika:**

- avtomobilska industrija (odbijači, blatniki, strehe,...)
- industrija življenjsko uporabnih izdelkov (deli za radio, TV,...)
- letalska industrija

Vleče se pločevina debeline od 0,02 do 50 mm dimenzije od nekaj desetink mm do nekaj metrov in od grama do tone teže.

Za vlečenje se uporabljajo ekscentrične in kolenske preše ter hidravlične preše.

**Globoko vlečenje se lahko izvaja na dva načina:**

- brez tanjšanja pločevine
- vlečenje s tanjšanjem materiala (najmanj dve stopnji)

## PRERAČUN ORODJA ZA GLOBOKO VLEČENJE:

### 1. Izračun vlečenja matrice:

$$r_{m1} = 0,8 \cdot \sqrt{(D - d_1) \cdot S}$$

$$r_{m2} = 0,8 \cdot \sqrt{(d_1 - d_2) \cdot S}$$

$$h_0 = (3 \div 5) \cdot S$$

$$f = \frac{d_m - d_s}{2}$$

**D** – premer surovca

**h<sub>0</sub>** – višina cilindričnega dela matrice

**f** - zračnost

### 2. Pestič vlečni:

$$d_s = d_v - \Delta$$

$$d_s = d_m - W$$

$$W = 2 \cdot f = 2 \cdot (S + C \sqrt{10 \cdot S})$$

*d<sub>v</sub>* – zunanji premer izdelka

$\Delta$  – toleranca

C	
0,07	Jeklena plošča
0,02	Aluminij

## PRERAČUN GRAVUR

### **Končna gravura:**

$$D_1 = D \cdot (1 + \alpha \cdot t) = n \cdot D$$

$D_1$  → zunanji premer odkovka v vročem stanju

$D$  → zunanji premer odkovka v hladnem stanju

$\alpha$  → temperaturni koeficient

$t$  → temperatura kovanja

$n$  → korekcijski koeficient povečanja dimenzij

<b>t (°C)</b>	<b>650</b>	<b>700</b>	<b>750</b>	<b>800</b>	<b>850</b>
<b>n</b>	1,009	1,010	1,012	1,013	1,015
<b>t (°C)</b>	<b>900</b>	<b>950</b>	<b>1000</b>	<b>1050</b>	<b>1100</b>
<b>n</b>	1,016	1,018	1,019	1,021	1,022

### **Konstrukcije kovaških gravur:**

Širina predhodne gravure ( $B_p$ ) je manjša od širine končne gravure ( $B_z$ )

$$B_p < B_z$$

Višina predhodne gravure ( $H_p$ ) je nekoliko večja od končne širine ( $H_z$ )

$$H_p = (1,04 \div 1,05) \cdot H_z$$

Pri prešah so kanali odprtega tipa (glej tabelo).

Kanal za venec:

## SLIKA

**IZPITNA VPRAŠANJA PRI PREDMETU**  
**»SNOVANJE IN KONSTRUIRANJE ORODIJ«**

1. Glavni načini luknjanja. Opiši in skiciraj posamezne postopke.
2. Glavni načini izrezovanja. Opiši in skiciraj posamezne postopke.
3. Skiciraj in razloži nazorni prikaz luknjanja.
4. Zakaj pride do skrčenja materiala? Kolikšno je skrčenje za kovinske materiale?
5. Kako upoštevamo odstopke (skrček in zračnost) pri konstruiranju zgornjega in spodnjega orodja za:
  - Luknjanje,
  - izrezovanje.
6. Skiciraj, definiraj sestavne elemente ter razloži princip delovanja prosto-rezilnega orodja.
7. Skiciraj, definiraj sestavne elemente ter razloži princip delovanja orodja vodenega z vodilno ploščo.
8. Skiciraj, definiraj sestavne elemente ter razloži princip delovanja orodja vodenega z vodilnimi stebri.
9. Skiciraj in razloži delovanje klinastega rezila za izrezovanje obročastih tesnil. Kolikšni koti rezila se uporabljajo?
10. Skiciraj in razloži delovanje klinastega rezila za luknjanje.
11. Skiciraj in opiši zgornja rezila (vrste, načini vpetja, material). Kdaj uporabimo vmesno ploščo in zakaj?
12. Kakšne vrste rezilnih plošč glede na konstrukcijo poznaš? Opiši in skiciraj.
13. Napiši dobre lastnosti cilindrično-konične rezilne plošče. Koliko lahko znaša cilindrični del-skica?
14. Kakšne materiale uporabljamo za izdelavo rezilnih plošč? Kakšne načine vpetja plošč poznaš? Skiciraj!
15. Opiši dobre lastnosti vodilne plošče. Kakšne materiale uporabljamo za njeno izdelavo?
16. Vrste naslonov: naštej in opiši.
17. Kateri dejavniki so pomembni za pravilno izbiro rezilnega orodja?
18. Kateri faktorji najbolj vplivajo na življenjsko dobo rezilnega orodja?
19. Kakšen je potreben pristop k postavitvi koncepta o konstrukciji rezalnega orodja?
20. Skiciraj in razloži delovanje orodja za upogibanje U- profila. Definiraj glavne sestavne elemente.
21. Skiciraj vrste oz. postopke prostega upogibanja.
22. Kaj se zgodi, če je radij upogibanja:
  - $r < r_{min}$
  - $r > r_{max}$
23. Kje pri upogibnem orodju uporabljamo vzmeti in katere vrste vzmeti se največ uporablja?
24. Katere so prednosti plinskih vzmeti glede na vijačne?
25. Kakšne dimenzije mat. se lahko globoko vlečejo? Kakšne načine globokega vlečenja poznaš? Skiciraj shematski prikaz vlečenja.
26. Skiciraj in opiši postopek kovanja v gravuri.
27. Čemu so potrebni kovaški nagibi, koliki so in od česa so odvisni?
28. Opiši končne kovaške gravure.
29. Opiši pripravne kovaške gravure.