

# **TECHNOLÓGIA TVÁRNENIA – Plošné tvárnenie – ohýbanie**

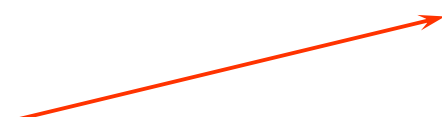
# Plošné tvárnenie

**Plošné tvárnenie** je charakteristické tým, že pôsobením vonkajších síl na východiskový polotovár meníme jeho **tvar, rozmery** a **fyzikálno-mechanické vlastnosti bez podstatnej zmeny jeho hrúbky** tak, aby spĺňal výkresom predpísané parametre.

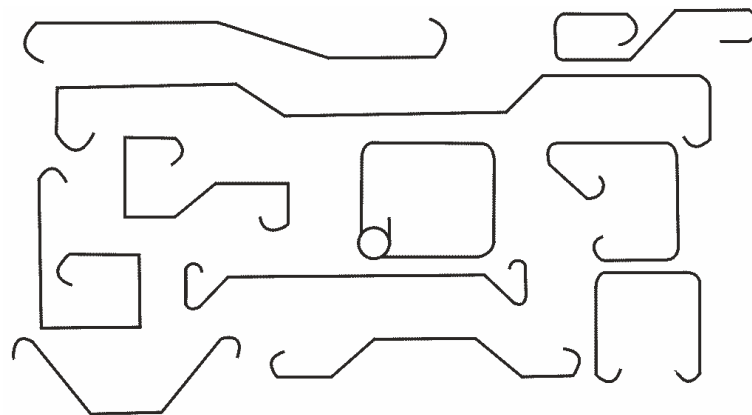
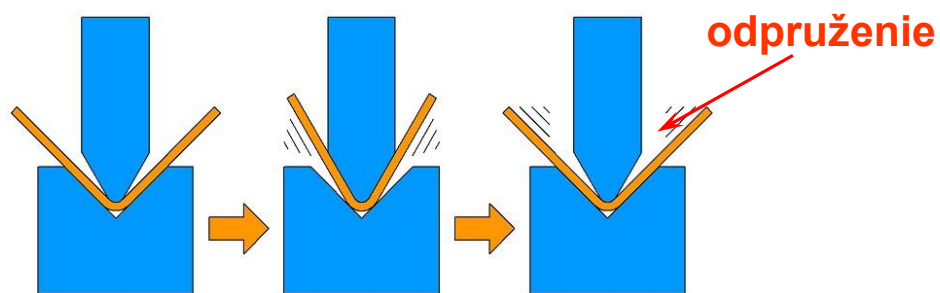
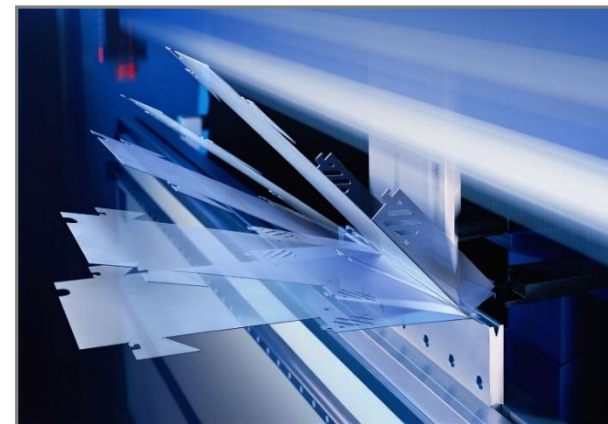
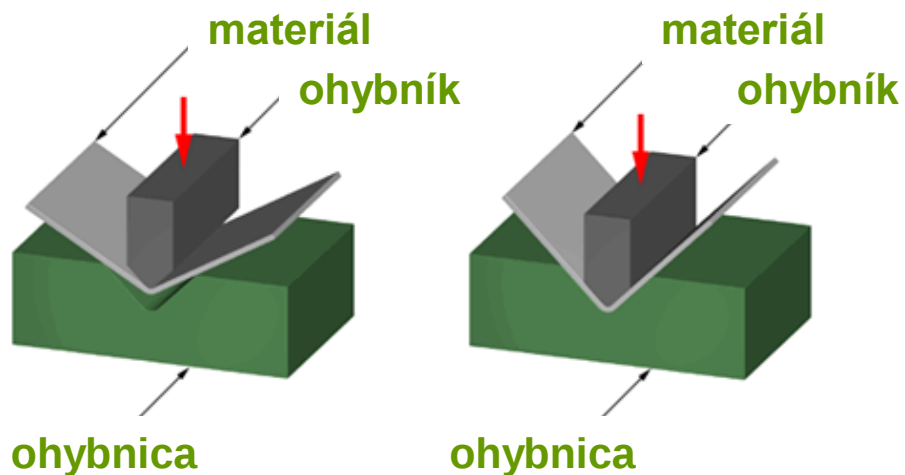
Tieto zmeny sa realizujú prostredníctvom **mechanizmov plastickej deformácie bez porušenia súdržnosti** materiálu.

## Plošné tvárnenie

Plastická deformácia je  
**lokalizovaná.**

- 
- 1) **ohýbanie,**
  - 2) **t'ahanie,**
  - 3) **tlačenie,**
  - 4) **strihanie.**

# Ohýbanie – princíp



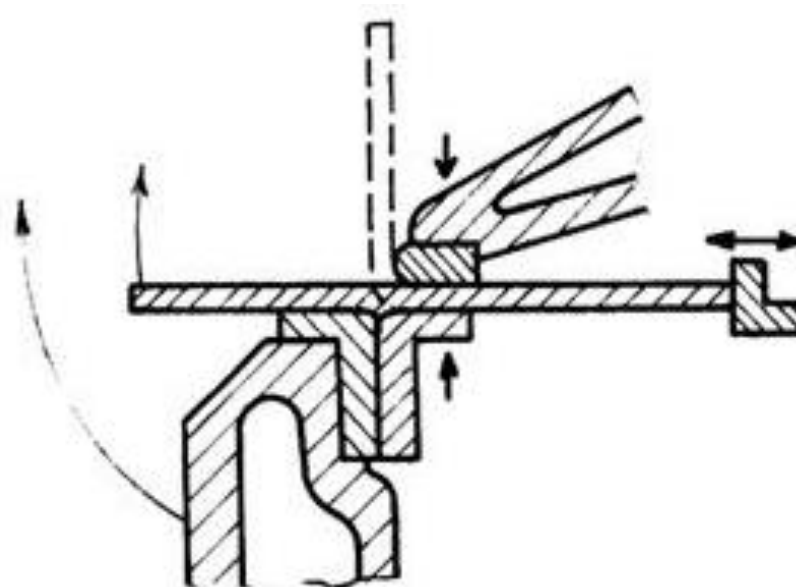
# Ohýbanie – princíp



# Ohýbanie – základné delenie

Podľa výrobného zariadenia:

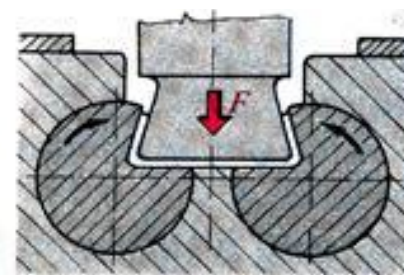
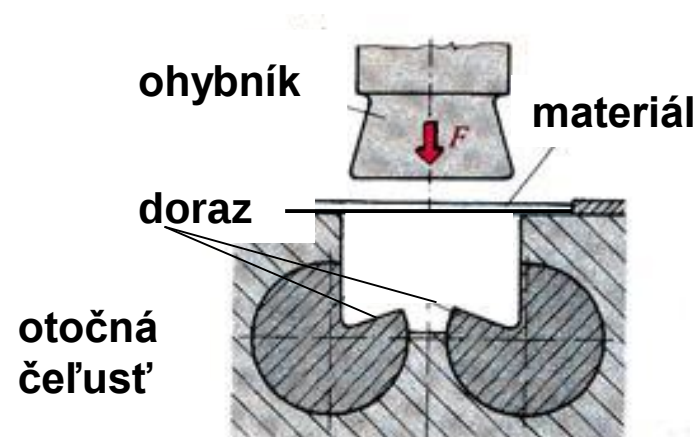
- 1) **Ohýbanie ručné,**
- 2) Ohýbanie na lisochoch,
- 3) Ohýbanie na valcoch.



# Ohýbanie – základné delenie

Podľa výrobného zariadenia:

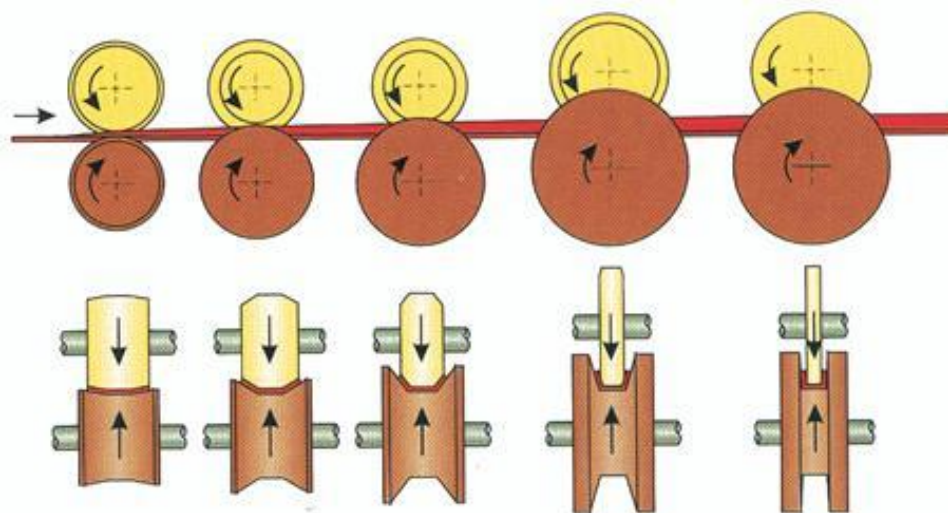
- 1) Ohýbanie ručné,
- 2) **Ohýbanie na lisoč,**
- 3) Ohýbanie na valcoch.



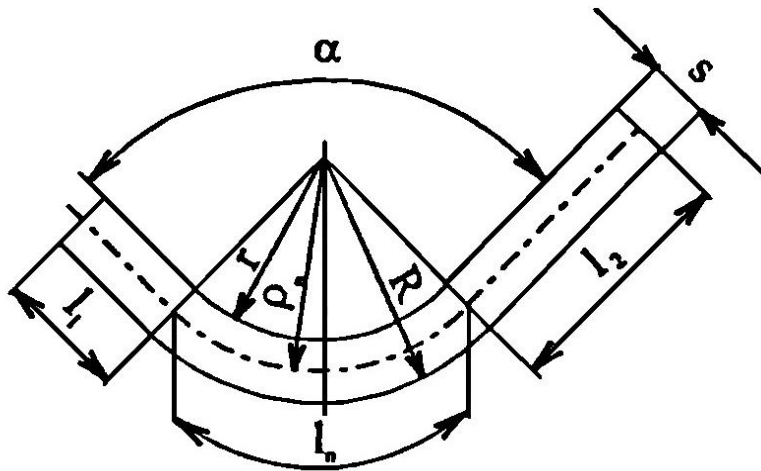
# Ohýbanie – základné delenie

Podľa výrobného zariadenia:

- 1) Ohýbanie ručné,
- 2) Ohýbanie na lisochoch,
- 3) **Ohýbanie na valcoch.**



# Ohýbanie – princíp



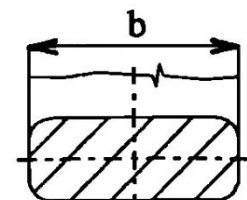
## Schéma ohýbania

$R$  – vonkajší polomer ohybu,  
 $r$  – vnútorný polomer ohybu,  
 $\rho_n$  – polomer ohybu v neutrálnej vrstve,  
 $l_1, l_2$  – dĺžka ramien materiálu,  
 $l_n$  – dĺžka neutrálnej vrstvy v oblúku,  
 $s_0$  – hrúbka ohýbaného materiálu,  
 $\alpha$  – uhol ohybu



$b < 3s$

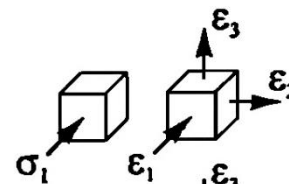
a



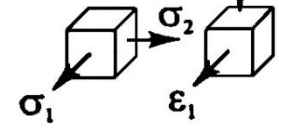
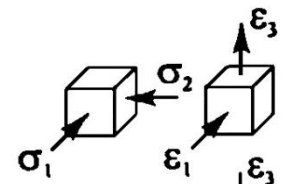
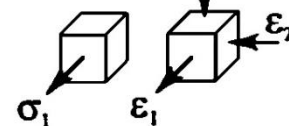
$b > 3s$

b

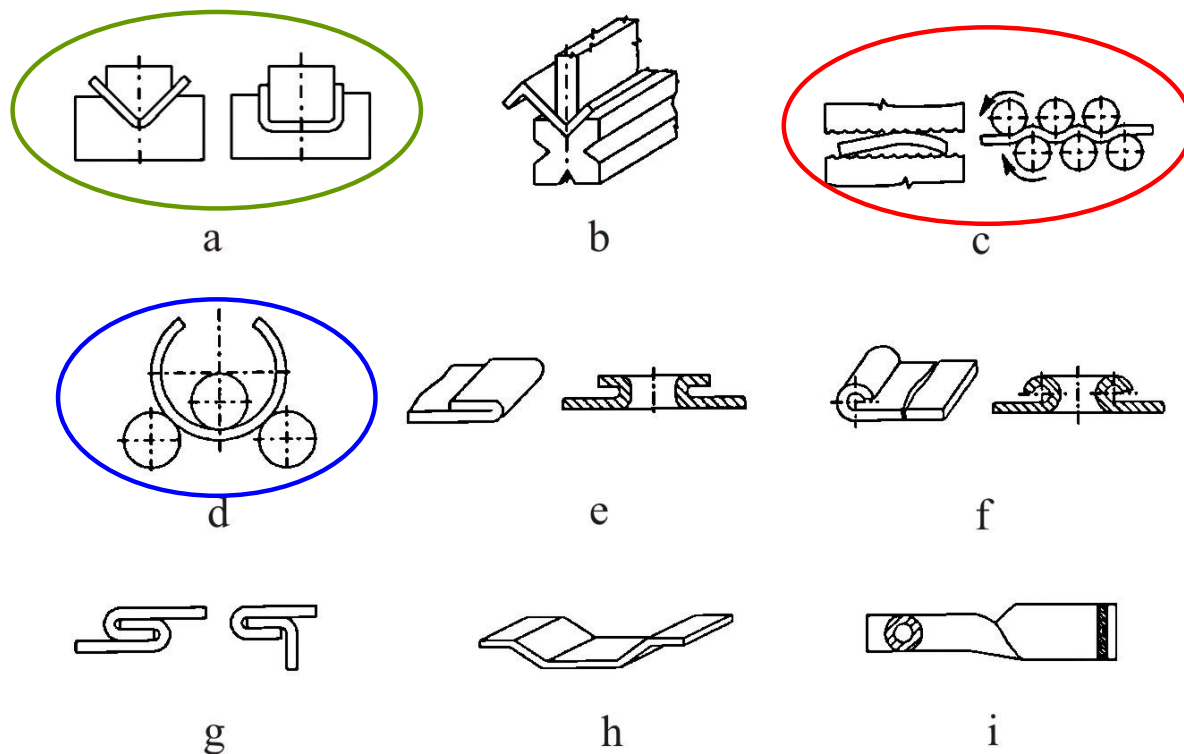
VNV



VOV



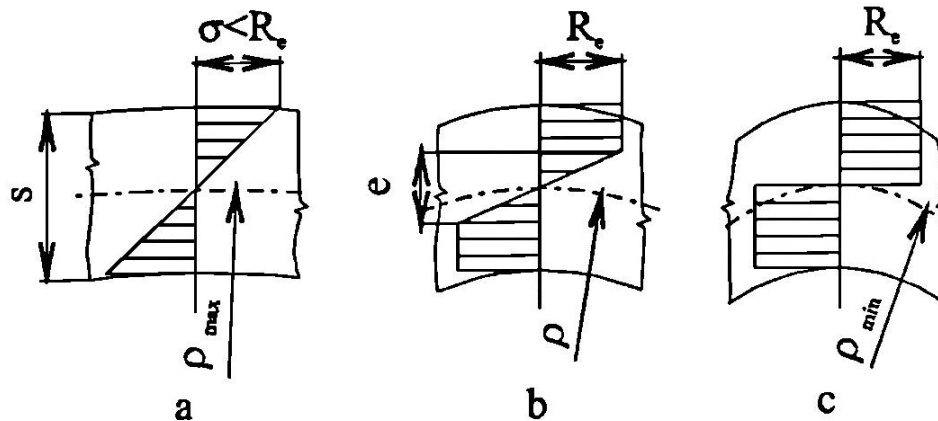
# Operácie ohýbania



## Operácie ohýbania

**a** – jednoduché ohýbanie do tvaru „U“ a „V“, **b** – ohraňovanie, **c** – rovinanie,  
**d** – zakružovanie, **e** – lemovanie, **f** – obrubovanie, **g** – driapkovanie,  
**h** – osadzovanie, **i** – skrucovanie

# Fázy procesu ohýbania



## Fázy procesu ohýbania

*a – fáza pružných deformácií, b – fáza plastických deformácií, c – fáza úplnej plastizácie prierezu materiálu, e – elastické jadro*

**Minimálny uhol ohybu**

$$r_{\min} = \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\varepsilon_m} - 1 \right)$$

**Maximálny uhol ohybu**

$$r_{\max} = \frac{s_0}{2} \frac{E}{R_e} - \frac{s_0}{2} = \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\varepsilon_e} - 1 \right)$$

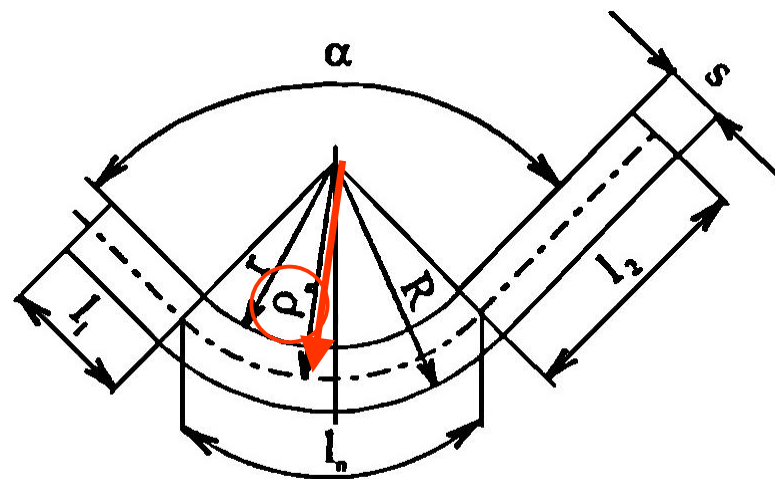
# Ohýbanie – neutrálna vrstva

Ak  $r/s \geq 12$

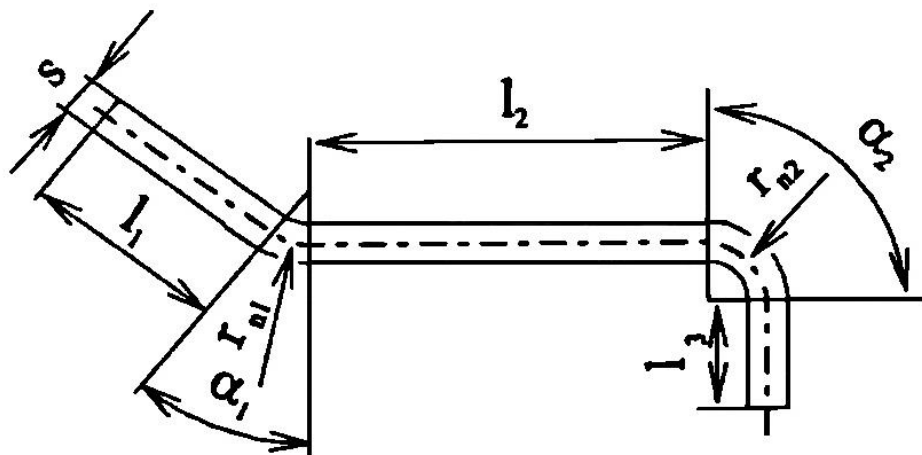
$$\rho_n = r + \frac{s}{2}$$

Ak  $r/s \leq 6$

$$\rho_n = r + ks$$



# Ohýbanie – výpočet veľkosti polotovaru

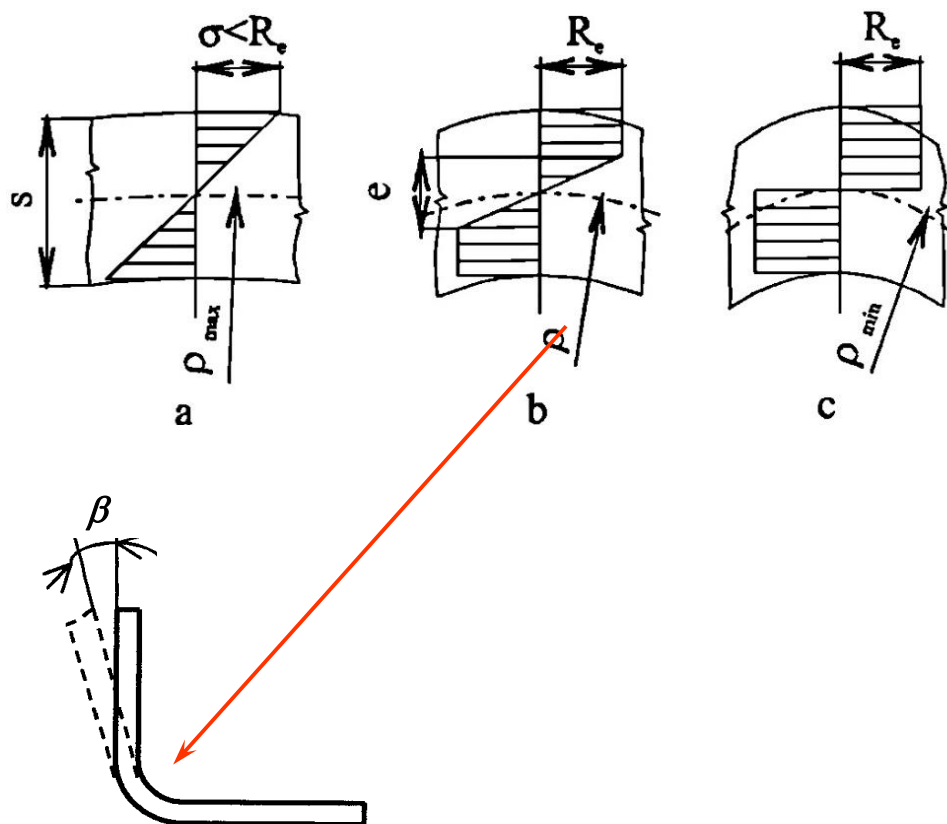


$$L_p = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{j=1}^k l_{\rho j}$$

$$l_{\rho j} = \frac{\pi \alpha_j \rho_j}{180}$$

***Určenie dĺžky materiálu pred ohýbaním***

# Ohýbanie – uhol odprużenia



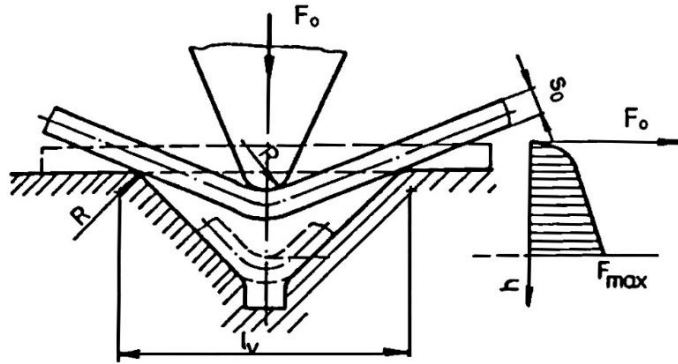
## Ohýbanie do tvaru “V”

$$\operatorname{tg} \beta = 0,0375 \frac{l_v}{k s_0} \frac{R_e}{E}$$

## Ohýbanie do tvaru “U”

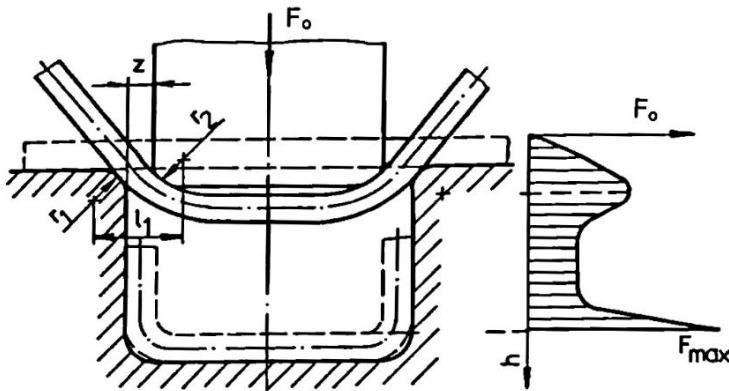
$$\operatorname{tg} \beta = 0,075 \frac{l_u}{k s_0} \frac{R_e}{E}$$

# Sila a práca pri ohýbaní



$$\frac{F_o l}{4} = \frac{bs^2}{4} R_m$$

$$F_o = \frac{bs^2}{l} R_m c$$



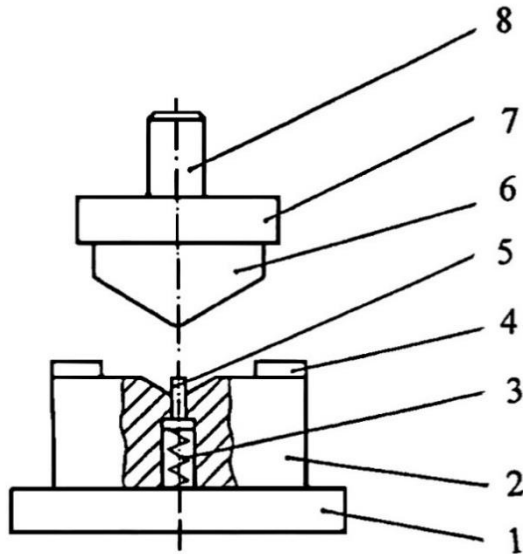
$$F_{oc} = F_o + F_{pr} = F_o + 0,3F_o = 1,3F_o$$

$$F_k = 2až2,5F_o$$

$$F_{oc} = F_o + F_{pr} + F_k$$

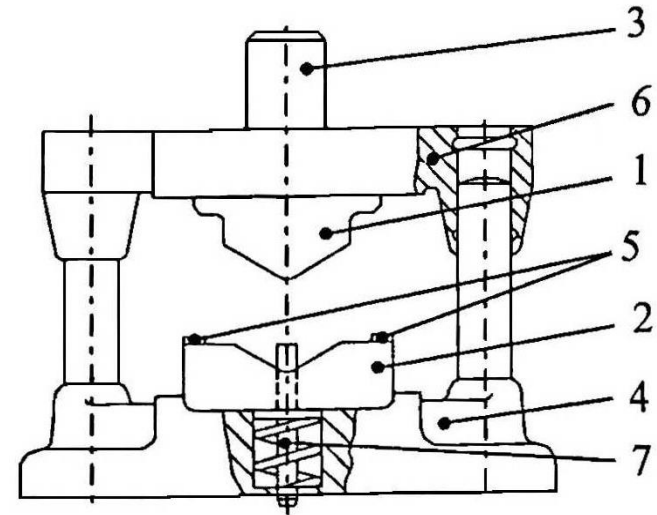
$$A_o = F_{oc} h \psi$$

# Nástroje na ohýbanie v lisoch



## **Jednoduché ohýbadlo do tvaru „V“**

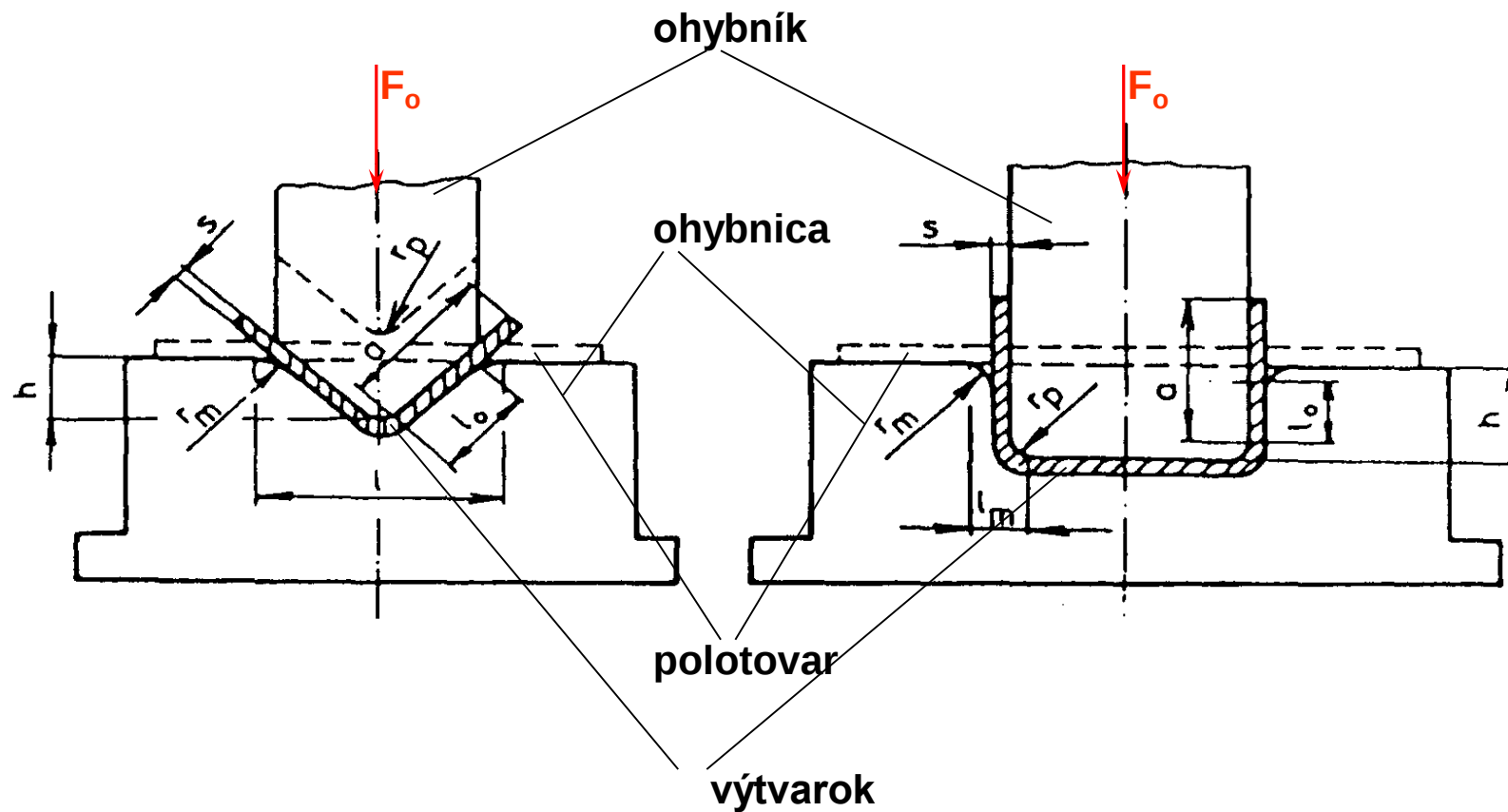
- 1 – základová doska, 2 – ohybnica,  
3 – pružina, 4 – základací doraz,  
5 – vyhadzovač, 6 – ohybník,  
7 – upínacia doska,  
8 – upínacia stopka



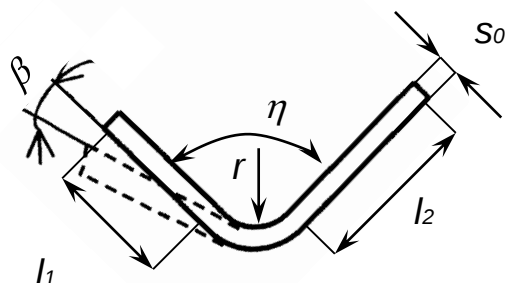
## **Ohýbadlo s vedením s vodiacimi stĺpikmi**

- 1 – ohybník, 2 – ohybnica,  
3 – upínacia stopka,  
4 – základová doska,  
5 – základacie dorazy,  
6 – upínacia doska,  
7 – vyhadzovač

# Ohýbanie – do tvaru „V“ a do tvaru „U“



# Ohýbanie – príklad



Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $R_e = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $R_m = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzďialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

Rozmery polotovaru:  $L_p = ?$ .

Uhol odpruženia  $\beta$ .

Minimálny polomer ohybu  $r_{min} = ?$ .

Maximálny polomer ohybu  $r_{max} = ?$ .

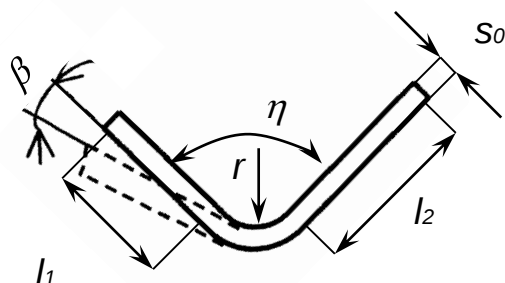
Pretvorenie  $\varphi$ .

Sila na ohýbanie  $F_o = ?$ .

Ohybová práca  $A_o = ?$ .

Výrobné zariadenie.

# Ohýbanie – príklad



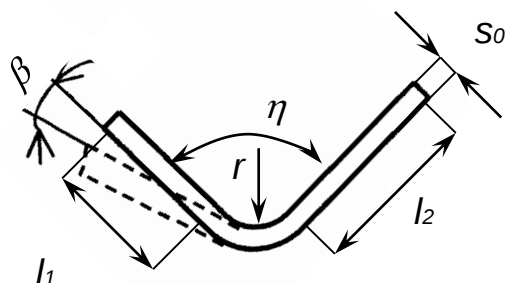
Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $R_e = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $R_m = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzdialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

## Rozmery polotovaru

$$L_p = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{j=1}^k l_{\rho j} = l_1 + l_2 + l_{\rho}$$

$$l_{\rho j} = \frac{\pi \alpha_j \rho_j}{180}$$

# Ohýbanie – príklad



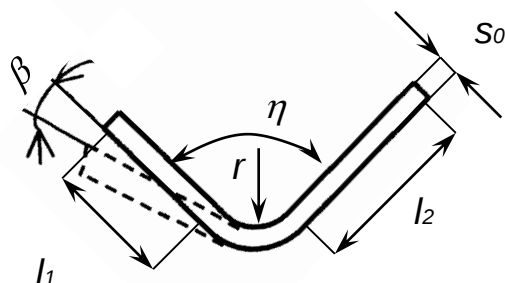
Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $R_e = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $R_m = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzdialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

## Uhol odpruženia

$$\operatorname{tg} \beta = 0,0375 \frac{l_v}{ks_0} \frac{R_e}{E} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = \operatorname{arctg} 0,0375 \frac{l_v}{ks_0} \frac{R_e}{E}$$

# Ohýbanie – príklad



Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $R_e = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $R_m = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzdialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnete výrobné zariadenie.

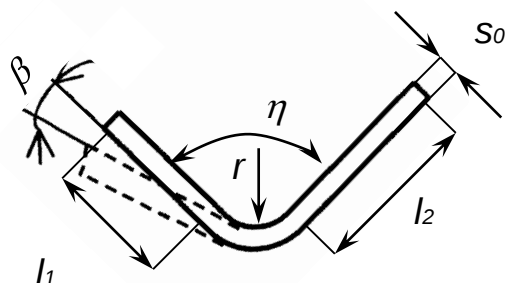
## Minimálny a maximálny polomer ohybu

$$r_{\min} = \frac{s_0}{2} \frac{E}{R_m} - \frac{s_0}{2} = \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\varepsilon_m} - 1 \right)$$

$A_{10}$

$$r_{\max} = \frac{s_0}{2} \frac{E}{R_e} - \frac{s_0}{2} = \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\varepsilon_e} - 1 \right)$$

# Ohýbanie – príklad



Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $R_e = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $R_m = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzdialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

## Pretvorenie

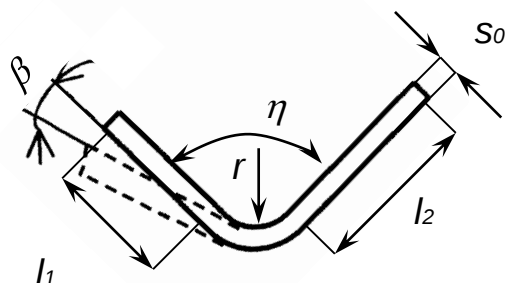
$$\varphi_{\max} = \ln \frac{l_{\max}}{l_\rho} = \ln \frac{\frac{\pi}{180} \alpha R}{\frac{\pi}{180} \alpha \rho} = \ln \frac{R}{\rho}$$

$$l_{\max} = \frac{\pi}{180} \alpha R$$

$$R = r + s_0$$

$$l_\rho = \frac{\pi}{180} \alpha \rho$$

# Ohýbanie – príklad



Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $Re = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $R_m = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzďialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

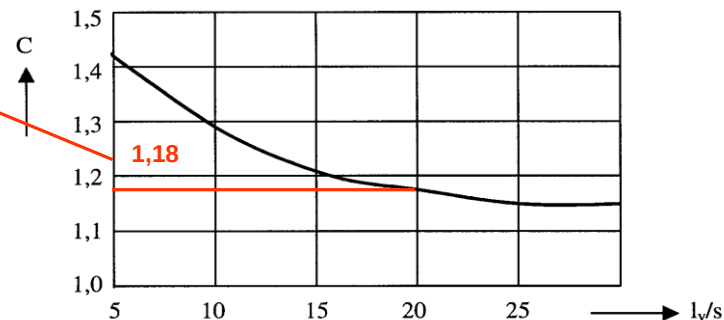
## Sila pri ohýbaní

$$F_o = \frac{bs_0^2}{l_v} R_m c$$

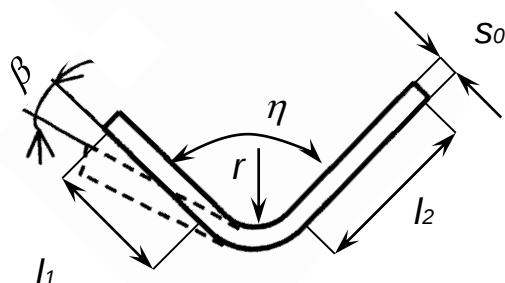
$$F_k = (2 \text{ až } 2,5) F_o$$

$$F_{pr} = 0,3 F_o$$

$$F_{oc} = F_o + F_k + F_{pr}$$



# Ohýbanie – príklad



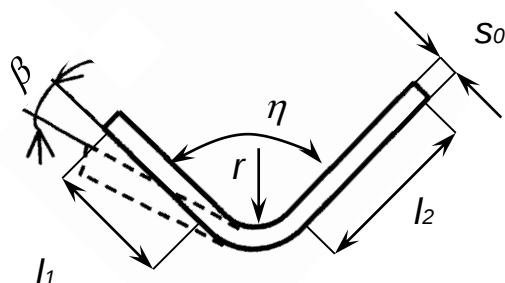
Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $Re = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $Rm = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzdialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

## Práca pri ohýbaní

$$A_o = F_{oc} h \psi$$

$$h = \frac{l_v}{2 \operatorname{tg} \left( \frac{180 - \alpha}{2} \right)}$$

# Ohýbanie – príklad



Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1423.1, ktorého  $Re = (226 \text{ až } 260) \text{ MPa}$ ,  $Rm = (412 \text{ až } 510) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 23 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 36 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Vzdialenosť podpier v nástroji je  $l_v = 30 \text{ mm}$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

## Voľba výrobného zariadenia

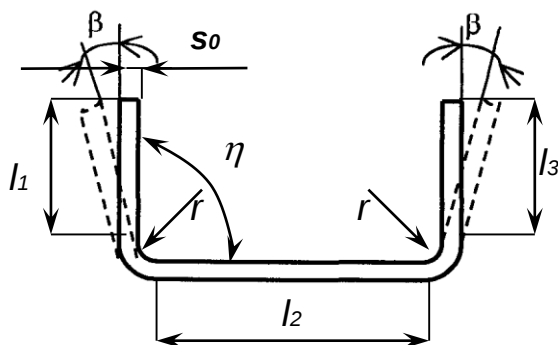
$$F_{oc} = F_o + F_k + F_{pr}$$

$$F_{oc} = 11,1 \text{ (12,21) kN}$$

Volím excentrický lis LEN 10P s menovitou silou  $F_m = 100 \text{ kN}$ .

# Ohýbanie – príklad

Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny a maximálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1523, ktorého  $R_e = \min 333 \text{ MPa}$ ,  $R_m = (510 \text{ až } 628) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 20 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 37 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 52 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 37 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Navrhnite výrobné zariadenie.



Rozmery polotovaru:  $L_p = ?$ .

Uhol odpruženia  $\beta$ .

Minimálny polomer ohybu  $r_{min} = ?$ .

Pretvorenie  $\varphi$ .

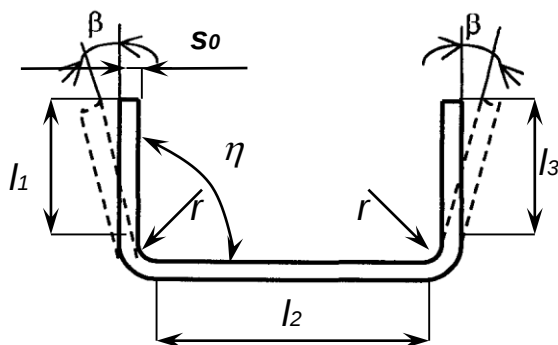
Sila na ohýbanie  $F_o = ?$ .

Ohybová práca  $A_o = ?$ .

Výrobné zariadenie.

# Ohýbanie – príklad

Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1523, ktorého  $R_e = \min 333 \text{ MPa}$ ,  $R_m = (510 \text{ až } 628) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 20 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 37 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 52 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 37 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Navrhnite výrobné zariadenie.



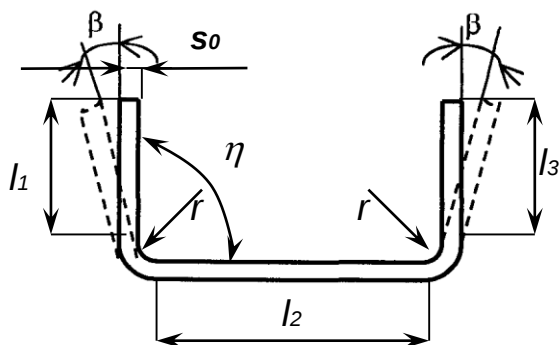
## Rozmery polotovaru

$$L_p = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{j=1}^k l_{\rho j} = l_1 + l_2 + l_3 + 2l_{\rho}$$

$$l_{\rho} = \frac{\pi \alpha \rho}{180}$$

# Ohýbanie – príklad

Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1523, ktorého  $R_e = \min 333 \text{ MPa}$ ,  $R_m = (510 \text{ až } 628) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 20 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 37 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 52 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 37 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Navrhnite výrobné zariadenie.



## Uhol odpruženia

$$\operatorname{tg} \beta = 0,075 \frac{l_u}{ks_0} \frac{R_e}{E} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = \arctg 0,075 \frac{l_u}{ks_0} \frac{R_e}{E}$$

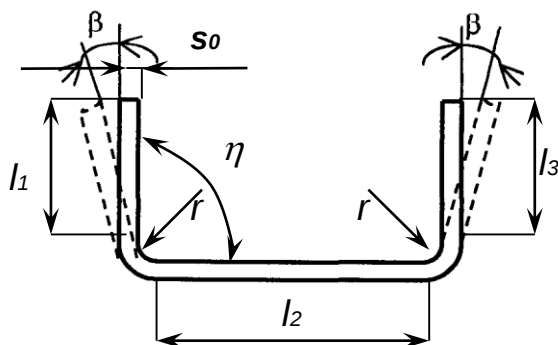
$$l_u = r + r_0 + Z$$

$$Z = 1,15s_0$$

$$r_0 = 5$$

# Ohýbanie – príklad

Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1523, ktorého  $R_e = \min 333 \text{ MPa}$ ,  $R_m = (510 \text{ až } 628) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 20 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 37 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 52 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 37 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Navrhnite výrobné zariadenie.

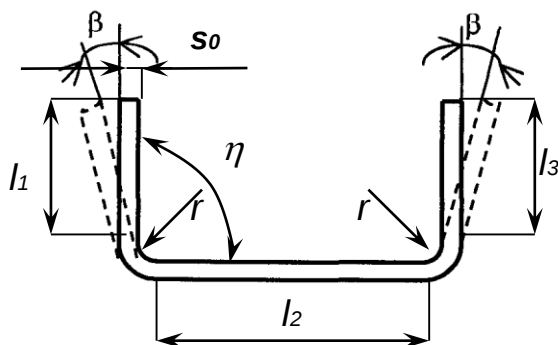


## Minimálny polomer ohybu

$$r_{\min} = \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\varepsilon_m} - 1 \right)$$

# Ohýbanie – príklad

Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1523, ktorého  $R_e = \min 333 \text{ MPa}$ ,  $R_m = (510 \text{ až } 628) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 20 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 37 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 52 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 37 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Navrhnite výrobné zariadenie.



## Sila pri ohýbaní

$$F_o = \frac{bs_0^2}{l_u} R_m c$$

$$F_k = (2 \text{ až } 2,5) F_o$$

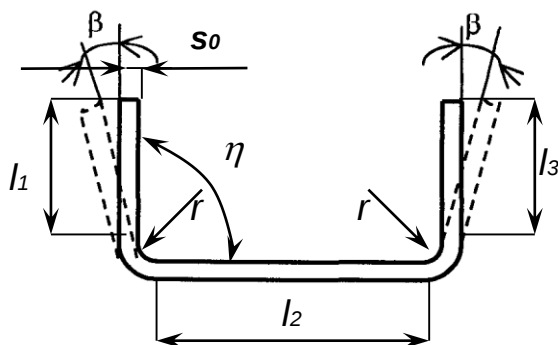
$$F_{pr} = 0,3 F_o$$

$$l_u = r + r_0 + Z$$

$$F_{oc} = F_o + F_k + F_{pr}$$

# Ohýbanie – príklad

Vypočítajte rozmery polotovaru, uhol odpruženia, minimálny polomer ohybu, veľkosť pretvorenia v mieste ohybu, ohýbaciú silu a ohýbaciú prácu pre výtvarok z materiálu STN 41 1523, ktorého  $Re = \min 333 \text{ MPa}$ ,  $Rm = (510 \text{ až } 628) \text{ MPa}$  a ťažnosť  $A_{10} = 20 \%$ . Rozmery výtvarku sú  $l_1 = 37 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 52 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 37 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $s_0 = 1,5 \text{ mm}$ ,  $r = 4 \text{ mm}$ ,  $\eta = 90^\circ$ . Navrhните výrobné zariadenie.



## Ohybová práca

$$A_o = F_{oc} h \psi$$

$$F_{oc} = F_o + F_k + F_{pr}$$

Volím excentrický lis LEN 10P s menovitou silou  $F_m = 100 \text{ kN}$ .

# Odporučená literatúra

BAČA, J., BÍLIK, J. *Technológia tvárnenia*. Bratislava : STU Bratislava, 2000. ISBN 80-227-1339-2.

BENKO, B., MÄSIAR, H., KOTRAS, P. *Technológia tvárnenia, zlievania a zvárania. Návod na cvičenia*. Bratislava : STU Bratislava, 1991. 171 s. ISBN 80-227-0340-0.

BÍLIK, J. et al. *Technológia tvárnenia. Návod na cvičenia*. Bratislava : STU Bratislava, 2004. 201 s. ISBN 80-227-2099-2.

BLAŠČÍK, F. et al. *Technológia tvárnenia, zlievarenstva a zvárania*. Bratislava: Alfa Bratislava, 1988.

ČABELKA, J. et al. *Mechanická technológia*. Bratislava: SAV Bratislava, 1967.

HRIVŇÁK, A., EVÍN, E., SPIŠÁK, E. *Technológia plošného tvárnenia*. Bratislava : Alfa Bratislava, 1990. 264 s. ISBN 80-05-00439-7.

# Odporučená literatúra

KALPAKJIAN, S. *Manufacturing Engineering and Technology*. Massachusetts : PE-USR, 2006. 895 pp. ISBN 0-13-148965-8.

KOSTKA, P. *Metal forming*. Bratislava : SjF STU Bratislava, 2002. 117 p. ISBN 80-227-1801-7.

LIPA, Z. et al. *Priemyselné technológie a výrobné zariadenia*. Bratislava : STU Bratislava, 2003. 324 s. ISBN 80-227-1907-2.

LETKO, I. et al. *Priemyselné technológie*. Žilina: ZUSI, 2002.

MORAVEC, J.: *Technológia 1*. EDIS, 2020.

MORAVEC, J.: *Technológia tvárnenia kovov*. EDIS, 2016.

ŠUGÁR, P., ŠUGÁROVÁ, J. *Výrobné technológie – zlievanie, zvaranie, tvárnenie*. Zvolen : TU Zvolen, 2009. 291 s. ISBN 978-80-89090-587.

VASILKO, K., BOKUČAVA, G. *Výrobné technológie*. Prešov: FVT, 2001.

# **TECHNOLÓGIA TVÁRNENIA – Plošné tvárnenie – ohýbanie**