

ZÁKLADY VÝROBNÝCH TECHNOLOGÍ I.

Strihanie

Odporučená literatúra

BÍLIK, J. a kol.: Technológia tvárnenia. Návod na cvičenia. STU, Bratislava 2004.

BLAŠČÍK, F. POLÁK, K.: Teória tvárnenia. Alfa, Bratislava 1987.

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

ČADA, R.: Technologie I. vydavateľstvo VUT Brno, 2008. Dostupné na:
<http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TECH1/Technologie-I.pdf>

ČUPKA, V. Nekonenčné metódy v tvárnení. 1990.

DVOŘÁK, M., GAJDOŠ, F., NOVOTNÝ, K.: Technologie tváření – plošné a objemové tváření, VUT Brno, 2003.

Fineblanking. Dostupné na: <http://www.fineblanking.org/process/howitworks.htm>.

FOREJT, M. Teorie tváření. Brno: CERM, 2004.

FOREJT, M., PÍŠKA, M.: Teorie obrábění, tváření a nástroje. Vydavatel'stvo VUT Brno, CERM. 2006.

GUILDI, A.: Přistřihování a přesné stříhání, SNTL, 1969.

HRIVŇÁK, A. a kol.: Teória tvárnenia a nástroje. Alfa, Bratislava 1992.

HRIVŇÁK, A., EVIN, E., SPIŠÁK, E. Technológia plošného tvárnenia. Bratislava: Alfa, 1985.

HRIVŇÁK, A., PODOLSKÝ, M., DOMAZETOVICH, V. Teória tvárnenia a nástroje. Bratislava: Alfa, 1992.

Odporučená literatúra

International Impulse Forming Group. High Velocity Hydroforming. Dostupné na:
<http://i2fg.org/hydroforming.php>.

KALPAKJIAN, S. *Manufacturing Engineering and Technology*. Massachusetts : PE-USR, 2006.

KOSTKA, P. A kol.: *Technológia tvárnenia*. Vydavateľstvo STU, Bratislava 1995.

LENFELD, P.: *Technologie II*. TU Liberec. Dostupné na:
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm

MIELNIK, E. M. *Metalworking Science and Engineering*. College: McGraw-Hill, 1991.

MORAVEC, J. *Nekonvenčné technológie tvárnenia kovov*. Žilina: EDIS, 2003.

MORAVEC J.: *Strihanie technických materiálov*, Žilinská univerzita v Žiline, 2000. ISBN 80-7100-705-6.

NOVOTNÝ, K.: *Tvářecí nástroje*. Vydavatelství VUT Brno, 1992. ISBN 80-214-0401-9.

NOVOTNÝ, K. *Speciální technologie výroby část tváření* : VUT v Brně, 2002, Dostupné na:
http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/download/specialni_technologie_vyroby_novotny_piska.pdf.

NOVOTNÝ, J., LANGER.: *Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů*. SNTL Praha, 1980.

NOVOTNÝ, K., MACHÁČEK Z. *Speciální technologie I. – plošné a objemové tváření*. Brno. VUT Brno, 1986.

PETRUŽELKA, J. *Nekonvenční metody tváření*. 1. verze. Ostrava, 2007. 179 s.

Odporučená literatúra

PETRUŽELKA, J., BŘEZINA, R. Úvod do tváření II: Plošné tváření. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2002. 113 s. ISBN 80-248-0068-3.

SCHMID, S., KALPAKJIAN, S. Manufacturing, Engineering and Technology. New York: Prentice Hall, 2010.

SCHREK, A., KOSTKA, P., ČINÁK, P. Progresívne technológie tvárnenia. Bratislava: STU Bratislava, 2014.

SCHULER. Metal forming handbook. Berlin: Springer, 1998, xx, 563 s. ISBN 35-406-1185-1.

ŠUGÁR, P., ŠUGÁROVÁ, J. Výrobné technológie – zlievanie, zváranie, tvárnenie. Banská Bystrica : Dali-BB Banská Bystrica, 2009, ISBN 978-80-89090-587.

The Fine-Blanking Technology [online]. Dostupné na: http://www.ise.polyu.edu.hk/fine_blank/information.html.

VUKOTA, B. Sheet metal forming processes and die design. New York: Industrial Press, 2004. 215 s. ISBN 0-8311-3182-9.

VYSKOČIL, O., BARTOŠ, P.: Směrnice pro konstrukci nástrojů pro přesné stříhání, Zbrojovka Brno, n. p., 1977.

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

- 1) ohýbanie
- 2) ťahanie
- 3) tlačenie
- 4) strihanie**

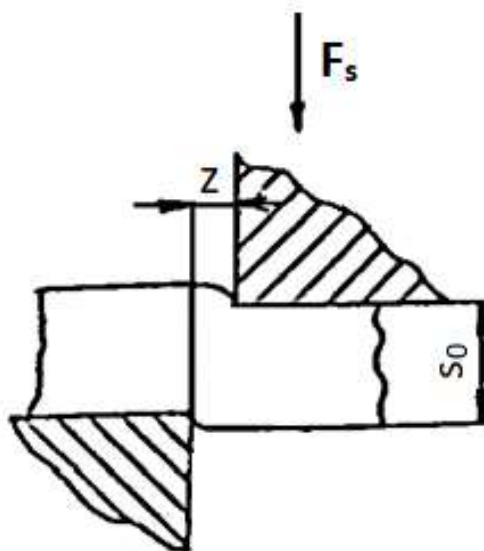
Strihanie – fázy strihania

Pružná fáza – začína pri kontakte strižných hrán so strihaným materiálom a končí dosiahnutím medze sklzu R_e v rovine strihu. Táto fáza prebieha počas vnikania strižnej hrany do vzdialenosti asi **5 až 8 % hrúbky strihaného materiálu**.

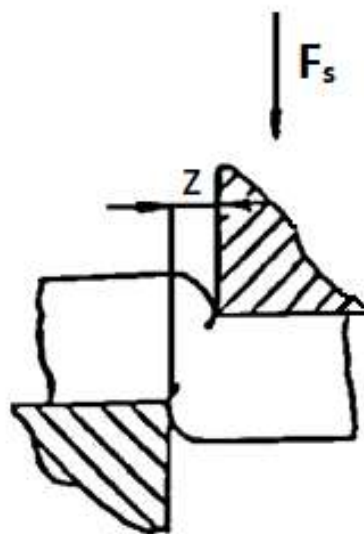
Fáza tvárnej deformácie – napätie sa zvyšuje až na hodnotu pevnosti v strihu. Hĺbka vniknutia strižníka do materiálu je **10 až 25 % hrúbky strihaného materiálu**. V mieste kontaktu strižných hrán s materiálom sa začínajú **vytvárať mikrotrhliny**.

Fáza porušenia – nastáva po prekročení hodnoty pevnosti v strihu, kedy dochádza k vzniku a šíreniu trhlín po sklzových rovinách. Po ich spojení sa materiál oddelí. Oddelenie materiálu nastane skôr ako prejde strižník celou hrúbkou materiálu. Vzdialenosť, ktorú prejde strižník od okamihu dotyku s materiálom po jeho oddelenie je definovaná ako **hrúbka čistého strihu**.

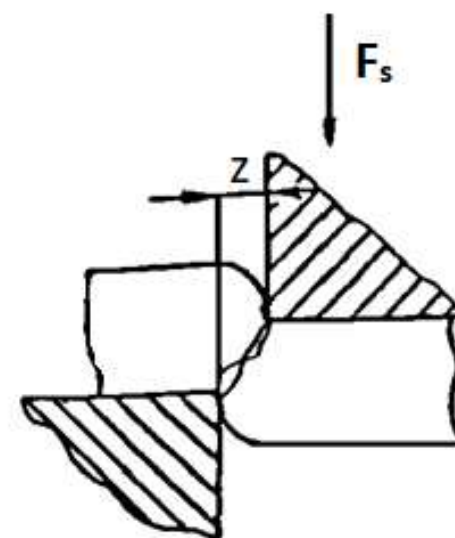
Strihanie – fázy strihania



Pružná fáza



Fáza tvárnej deformácie

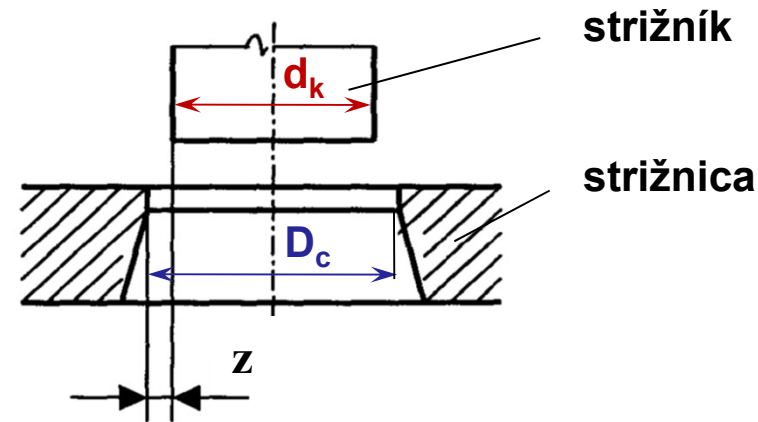


Fáza porušenia

Strihanie – strižná medzera

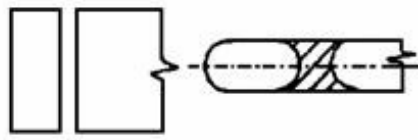
$$z = \frac{v}{2}$$

$$v = D_c - d_k$$

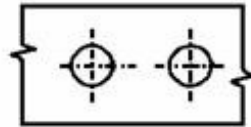


Na tvar strižnej plochy výrazne vplýva **strižná medzera z** , čo je vzdialenosť medzi strižnými hranami. Pri strihaní na strižných nástrojoch sa používa pojem **strižná vôľa v** . **Strižná vôľa** je rozdiel medzi rozmerom pracovných častí strižníka a strižnice. **Strižná medzera** je polovica strižnej vôle a má byť po celom obvode, medzi strižníkom a strižnicou, rovnaká.

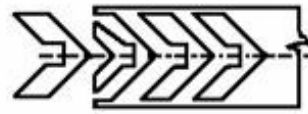
Operácie strihania



a



b



c



d



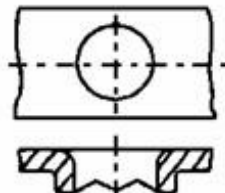
e



f



g



h



i

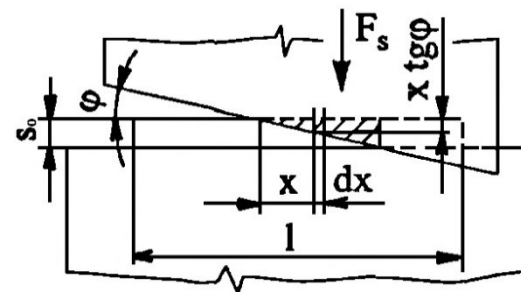
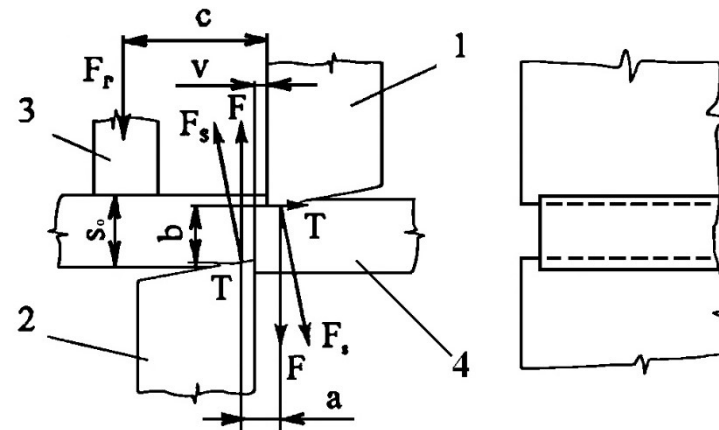
Operácie strihania
a – jednoduché strihanie,
b – dierovanie,
c – vystrihovanie,
d – ostrihovanie,
e – pristrihovanie,
f – nastrihovanie,
g – prestrihovanie,
h – pretrhávajúce,
i – vysekávanie

Procesy strihania

Proces strihania materiálu sa realizuje **na nožniciach** a **na strižných nástrojoch na lisoch**.

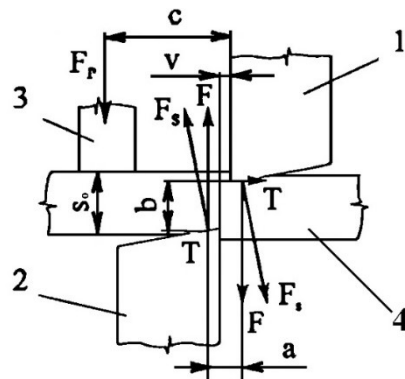
Strihanie **na nožniciach**:

- rovnobežnými nožmi,
- sklonenými nožmi,
- kotúčovými nožmi,
- profilovými nožmi,
- kmitajúcimi nožmi.



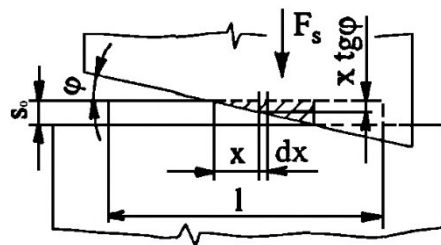
Strihanie rovnými nožmi – príklad

Materiál STN 41 1700.0 ($R_m = 700$ až 850 MPa) s hrúbkou $s_0 = 3,3$ mm,
 $\tau_s = 502$ až 586 MPa, $b = 500$ mm a $\varphi = 4^\circ$



$$F_S = kS\tau_s = 1,3 \cdot 1650 \cdot 586 = 1\,256\,970 \text{ N} = 1\,257 \text{ kN}$$

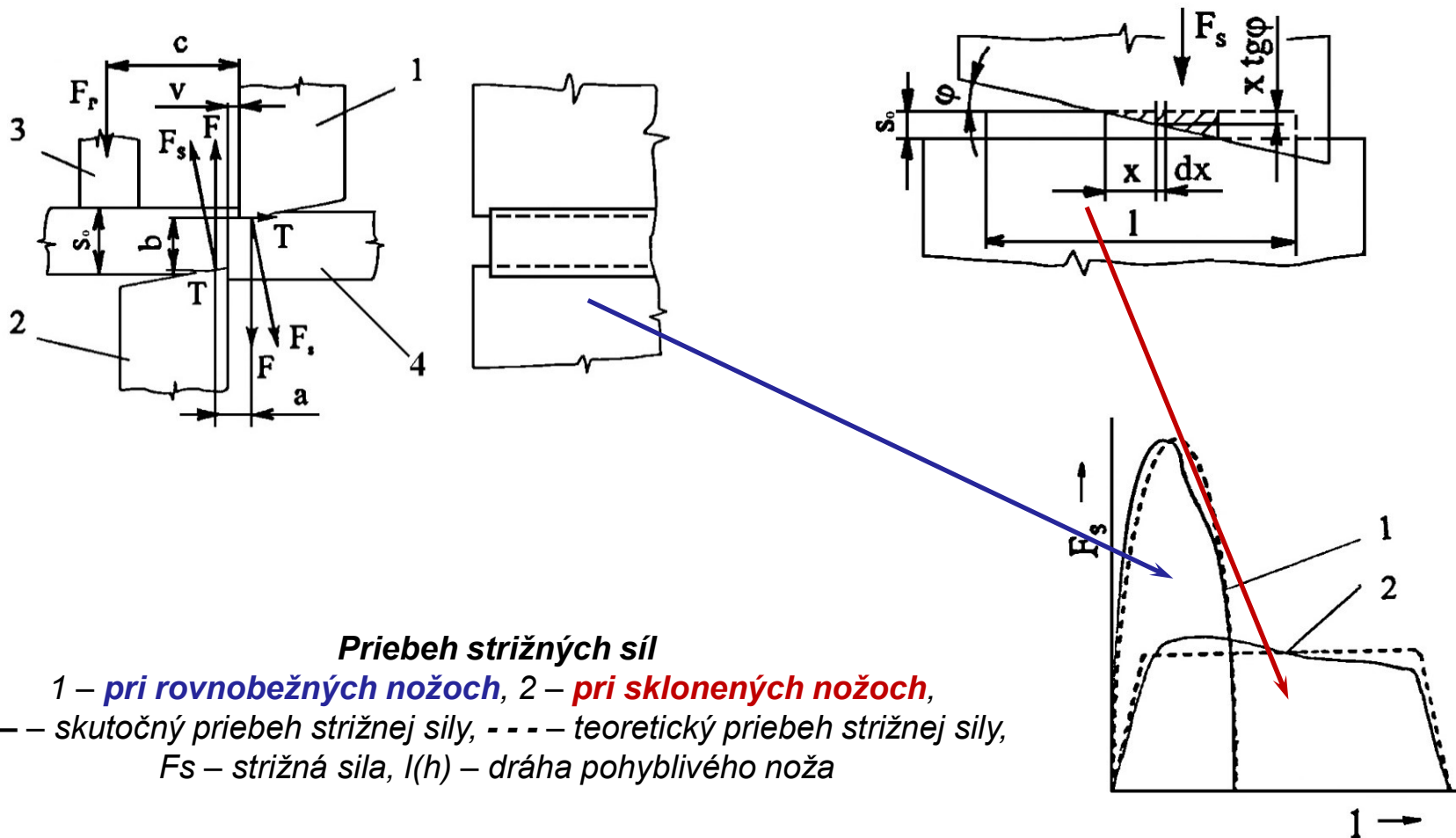
$$A_S = F_S h \psi = 1\,257 \cdot 3,3 \cdot 0,75 = 3\,111 \text{ J}$$



$$F_S = kS\tau_s = 1,3 \cdot \frac{1}{2} \frac{3,3^2}{\tan 4^\circ} \cdot 586 = 35\,100 \text{ N} = 35,1 \text{ kN}$$

$$A_S = F_S h' \psi = 35,1 \cdot (3,3 + 500 \cdot \tan 4^\circ) \cdot 0,75 = 1\,007 \text{ J}$$

Strihanie rovnými a šikmými nožmi

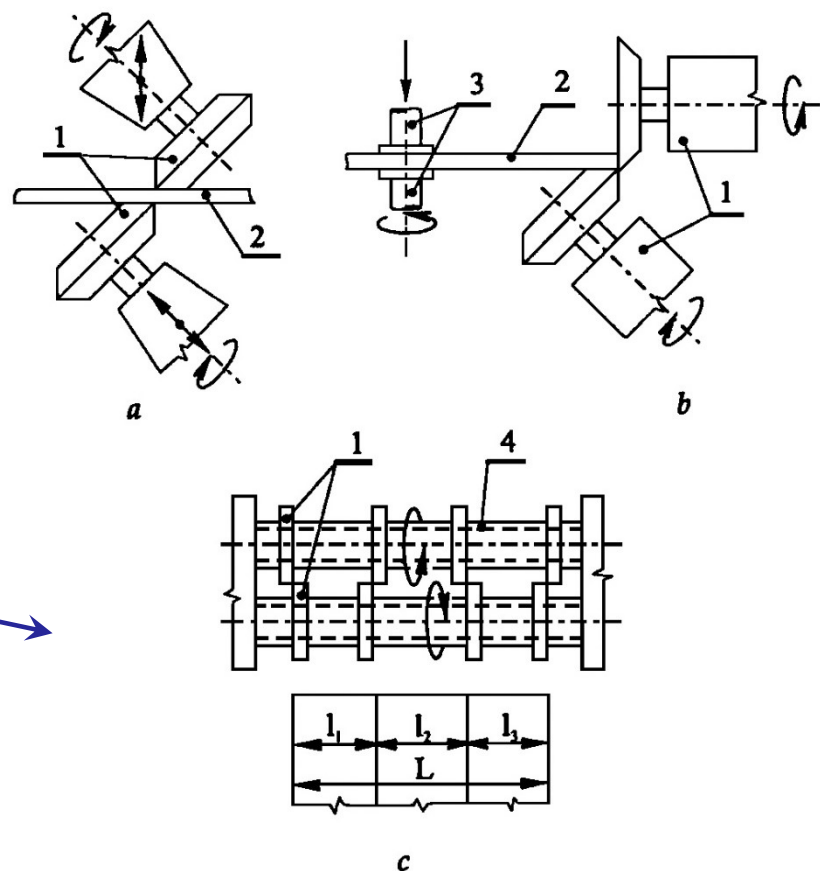


Procesy strihania

Proces strihania materiálu sa realizuje **na nožniciach** a na strižných nástrojoch na lisoch.

Strihanie **na nožniciach**:

- rovnobežnými nožmi,
- sklonenými nožmi,
- kotúčovými nožmi:
 - jednokotúčové,
 - dvojkotúčové,
 - viackotúčové,
- profilovými nožmi,
- kmitajúcimi nožmi.

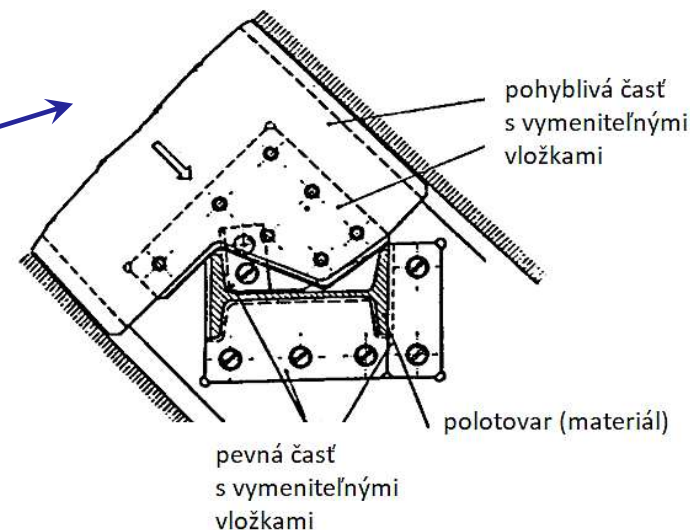


Procesy strihania

Proces strihania materiálu sa realizuje **na nožniciach** a na strižných nástrojoch na lisoch.

Strihanie **na nožniciach**:

- rovnobežnými nožmi,
- sklonenými nožmi,
- kotúčovými nožmi:
 - jednokotúčové,
 - dvojkotúčové,
 - viackotúčové,
- profilovými nožmi,
- kmitajúcimi nožmi.

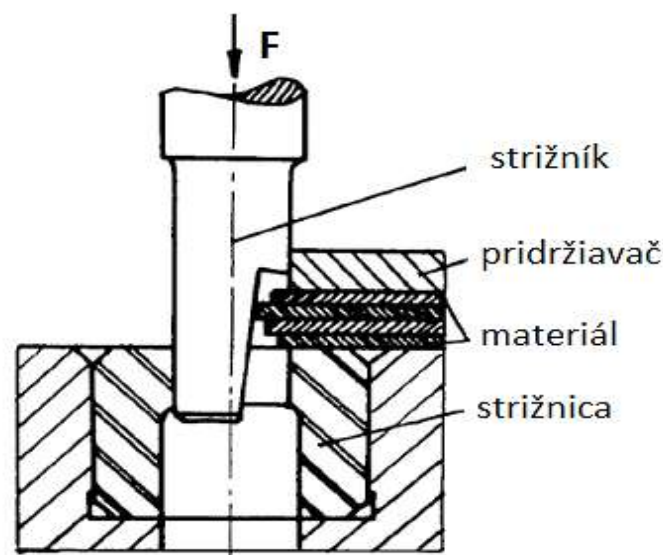


Procesy strihania

Proces strihania materiálu sa realizuje **na nožniciach** a na strižných nástrojoch na lisoch.

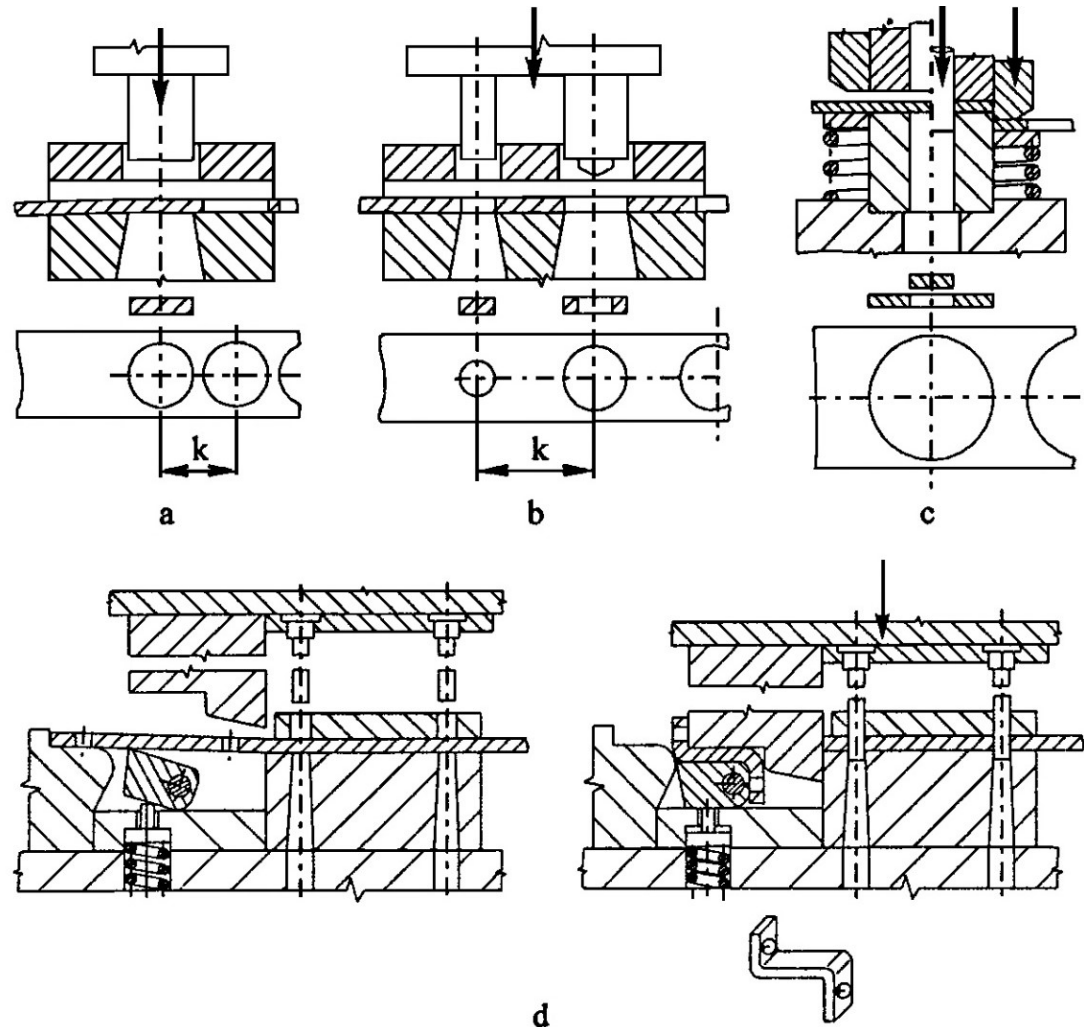
Strihanie **na nožniciach**:

- rovnobežnými nožmi,
- sklonenými nožmi,
- kotúčovými nožmi:
 - jednokotúčové,
 - dvojkotúčové,
 - viackotúčové,
- profilovými nožmi,
- kmitajúcimi nožmi.



Procesy strihania – nástroje na strihanie

Proces strihania materiálu sa realizuje na *nožniciach* a **na strižných nástrojoch na lisoch**.

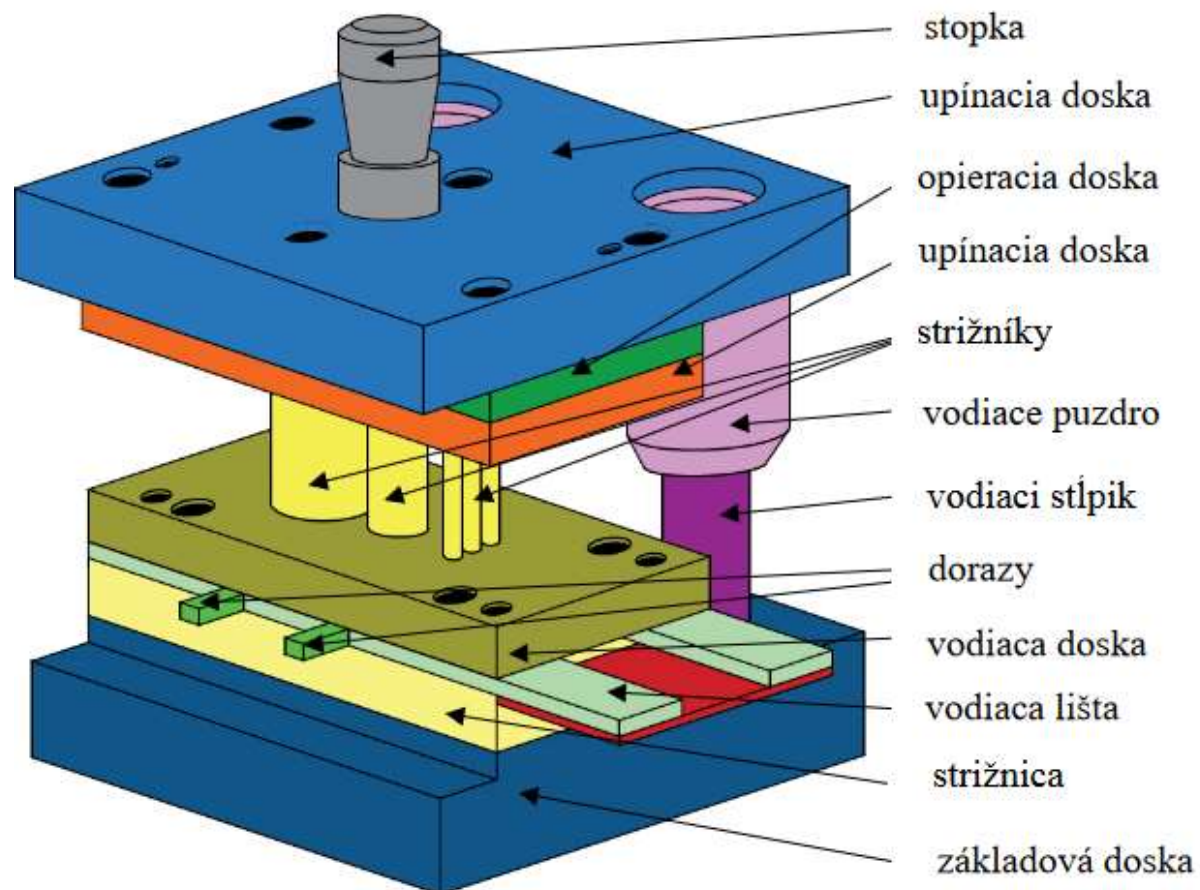


**Principiálne schémy
strižných nástrojov**

- a – jednoduchý,
- b – postupový,
- c – zlúčený,
- d – združený, k – krok

Nástroje na strihanie

*Postupový **uzatvorený**
strižný nástroj*



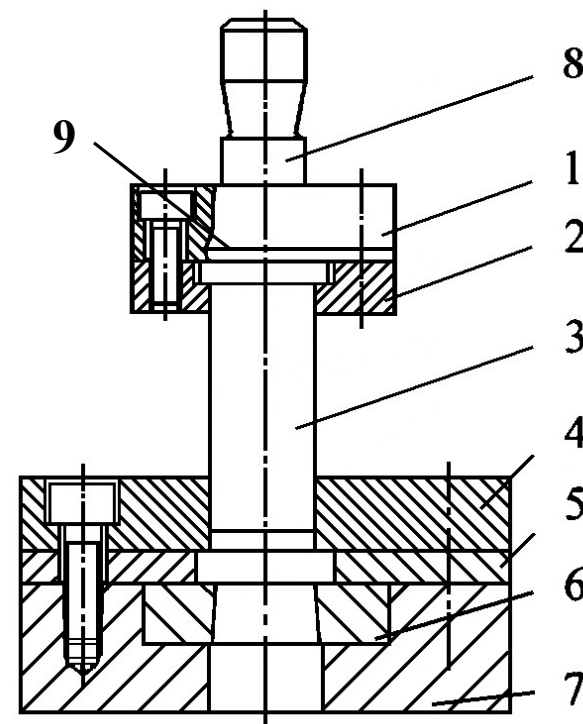
Strižný nástroj s vedením vodiacou doskou

Strižné nástroje sú:

1. **Otvorené** nástroje (bez vedenia strižníka voči strižnici),
2. **Uzatvorené** nástroje (strižník je vedený voči strižnici, napr. vodiacou doskou, vodiacimi stĺpikmi, strižnicou a iné).

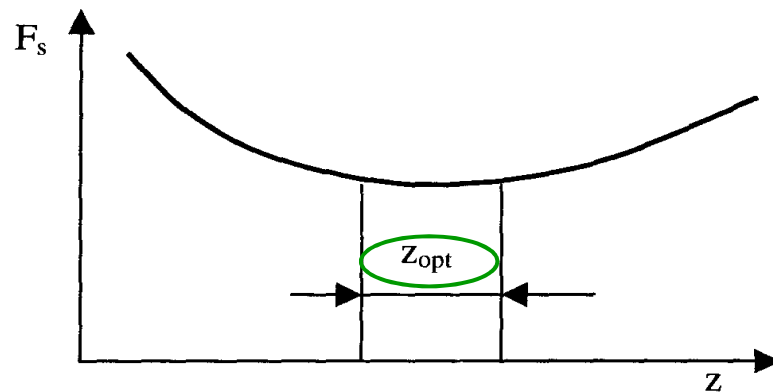
Jednoduchý uzatvorený strižný nástroj

1 – horná upínacia doska, 2 – dolná upínacia doska,
3 – strižník, 4 – vodiaca doska, 5 – vodiace lišty, 6 – strižnica,
7 – základová doska, 8 – upínacia stopka, 9 – oporná doska

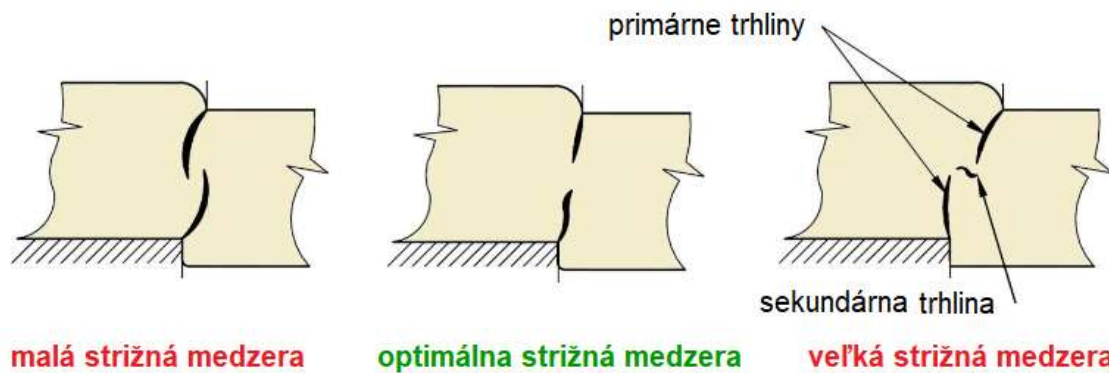


Strihanie – kvalita strižnej plochy

Strižná medzera

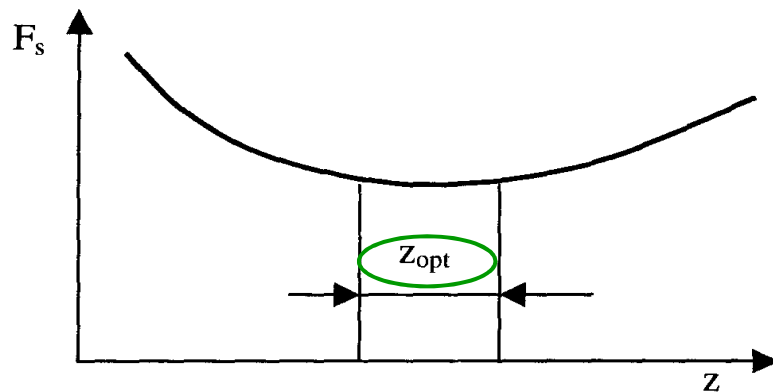


$$z_{opt} = (0,03 \text{ až } 0,12) \cdot s_0$$



Strihanie – kvalita strižnej plochy

Strižná medzera

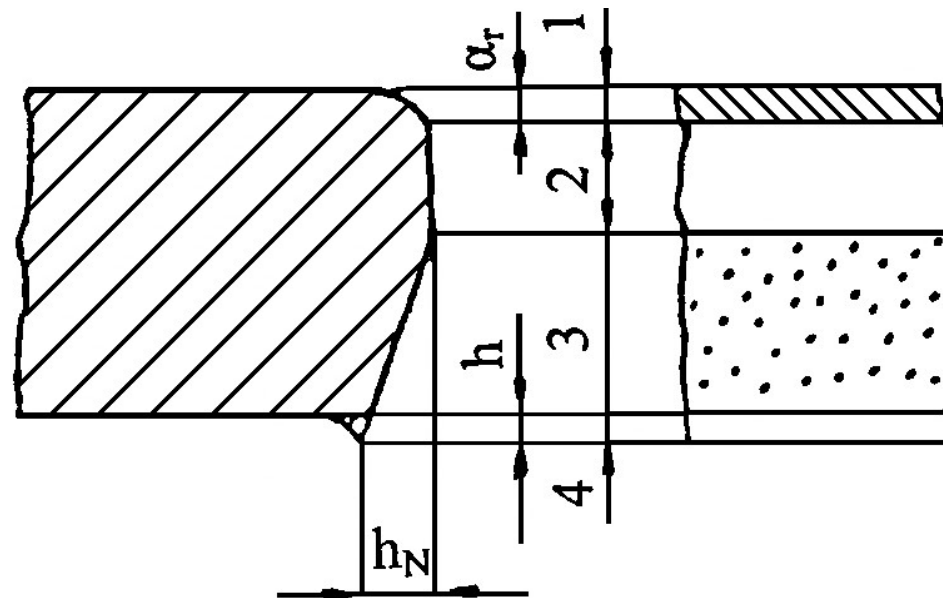


$$z_{opt} = (0,03 \text{ až } 0,12) \cdot s_0$$



Kvalita strižnej plochy

Strihanie – kvalita strižnej plochy



Tvar a kvalita strižnej plochy

- 1 – pásmo zaoblenia ($0,06s_0$), 2 – pásmo plastického/čistého strihu ($0,1s_0$),
3 – pásmo porušenia materiálu ($0,8s_0$), 4 – pásmo odtlačenia od strižnice ($0,04s_0$),

α_r – zaoblenie strižnej plochy, h – výška ostriny,
 h_N – hĺbka nerovnosti strižnej plochy

TEÓRIA A TECHNOLOGIA TVÁRNENIA

Strihanie

e-mail: jana.sugarova@stuba.sk