

# **ZÁKLADY VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ I.**

## **Ťahanie a tlačenie**

# Odporučená literatúra

AICHI QUALITY. In: Aichi Quality, Dostupné na: [http://www.aichi-brand.jp/corporate/images/020\\_01.jpg](http://www.aichi-brand.jp/corporate/images/020_01.jpg).

BAREŠ, K. Lisování. Praha: SNTL Nakladatelství technické literatury, 1971, 544 s. ISBN 04-234-71.

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

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

BOLJANOVIC V. Sheet metal forming processes and die design. New York: Industrial Press, 2004, 219 s. ISBN 0831131829.

Cup drawing or deep drawing. Dostupné na:

[http://nptel.ac.in/courses/112106153/Module%208/Lecture%201/Module\\_8\\_SheetMetalDrawing-Lecture\\_1.pdf](http://nptel.ac.in/courses/112106153/Module%208/Lecture%201/Module_8_SheetMetalDrawing-Lecture_1.pdf).

ČADA, R.: Technologie I. Vydavatelství 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.

Euscher: Expertise: Reverse-drawing. In: Euscher. Dostupné na: <http://www.euscher.com/en/expertise/>.

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

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

# Odporučená literatúra

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

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., DOMAZETOVIČ, V. Teória tvárnenia a nástroje. Bratislava: Alfa, 1992.

HUDÁK, Juraj. Spätné ťahanie veľkoplošných výliskov. 2007 Dostupné na: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/10-2007/pdf/218-225.pdf>.

Jones – Metal Products Company: Hydroforming process. In: Jones - Metal Products Company. Dostupné na: <http://www.jmpforming.com/hydroforming/hydroforming-process.htm>.

JURKOVIĆ, M., JURKOVIĆ, Z. and MAHMIĆ, M. An analysis and modelling of spinning process without wall-thickness reduction. Metalurgija. 2006, vol. 45, 4, pp. 307-312. Dostupné na: [http://public.carnet.hr/metalurg/Metalurgija/2006\\_vol\\_45/No\\_4/MET\\_45\\_4\\_307\\_312\\_Jurkovic.pdf](http://public.carnet.hr/metalurg/Metalurgija/2006_vol_45/No_4/MET_45_4_307_312_Jurkovic.pdf).

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

KOSTKA, P. A kol.: Technológia tvárnenia. Vydavatel'stvo 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](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm).

LUO, Z. Smart manufacturing innovation and transformation: interconnection and intelligence. 1. Hershey: Business Science Reference, 2014, 406 pp. Advances in logistics, operations, and management science ISBN 978-1466658363.

# Odporučená literatúra

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

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

MUSIC, O., ALLWOOD, J. M. a KAWAI, K. 2010. A review of the mechanics of metal spinning. Journal of Materials Processing Technology. 2010, vol. 210.

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

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

ÖZER, A., SEKIGUCHI, A., ARAI, A. Experimental implementation and analysis of robotic metal spinning with enhanced trajectory tracking algorithms. In: Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. Dostupné na: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0736584511001414?token=CD0AFCDA2E7C018A11CC1798F46781C089F7AA9DB557ABA1246EB6CA255DAB817CCB6396A32DAECB607A031D691B3EB&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230207113020>.

PROSPECT MACHINE PRODUCTS. In: Prospect machine products. Dostupné na: <http://www.pmpdeepdraw.com/wp-content/uploads/2013/11/automotive-metal-stamping.jpg>.

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.

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

# Odporučená literatura

SCHMOECKEL, D. a HAUKE, S. 2000. Tooling and process control for splitting of disk blanks. 2000. Journal of Materials Processing Technology. 2000, vol. 98, pp. 65-69. Dostupné na: <https://www.semanticscholar.org/paper/Tooling-and-process-control-for-splitting-of-disk-Schmoeckel-Hauk/bc7a4df2831efc70e734434a2d54b1e79edb8616>

SORTAIS, H. C., KOBAYASHI, S. a THOMSEN, E. G. Mechanics of Conventional Spinning. In Journal of Engineering for Industry, 1963. vol. 85. no. 4. pp. 346-350. Dostupné na: <http://manufacturingscience.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=1438653>.

TAKAISHI, K., OOSAWA, K. and YAMADA, T. 2004. Development of numerical control spinning technology for manufacture of axisymmetric cylindrical cup. Journal of the Japan Society for Technology of Plasticity. 2004, vol. 45 (516), pp. 55-59.

Technologie plošného tváření – tažení. Technologie II. Technická univerzita Liberec Dostupné na: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekcce/09.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekcce/09.htm).

The library of manufacturing. Dostupné na: [http://thelibraryofmanufacturing.com/deep\\_drawing.html](http://thelibraryofmanufacturing.com/deep_drawing.html).

TIŠNOVSKÝ, M., MÁDLE, L.. Hluboké tažení plechu na lisech. Praha: SNTL Nakladatelství technické literatury, 1990, 200 s. ISBN 80-030-0221-4.

WANG, L. a HUI, L. Investigation of material deformation in multi-pass conventional metal spinning. Materials and Design, 2010, vol. 32, pp. 2891-2899. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306910007491>.

What is deep drawing? Mubion. Dostupné na: <https://www.mubion.com/en/news/11-what-is-deep-drawing>.

# Plošné tvárnenie

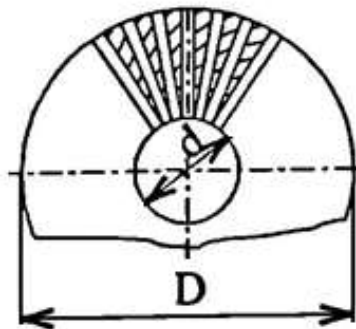
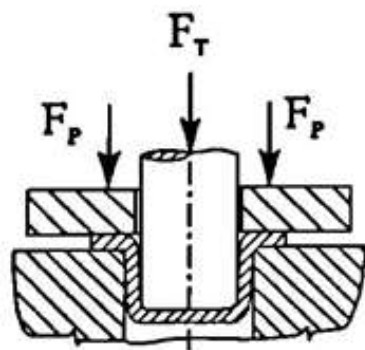
**Plošné tvárnenie** je charakteristické tým, že pôsobením vonkajších síl na východiskový polotovár meníme jeho **tvar, rozmery** a **fyzikálno-mechanické vlastnosti bez podstatnej zmeny jeho hrúbky** tak, aby spĺňal výkresom predpísané parametre.

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

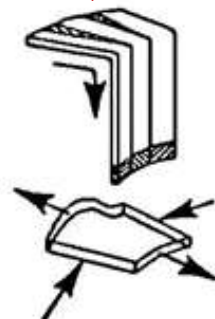
## **Plošné tvárnenie**

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

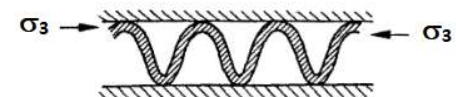
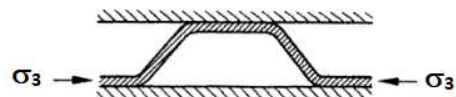
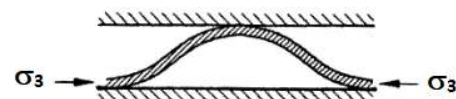
# Ťahanie – princíp



a



b

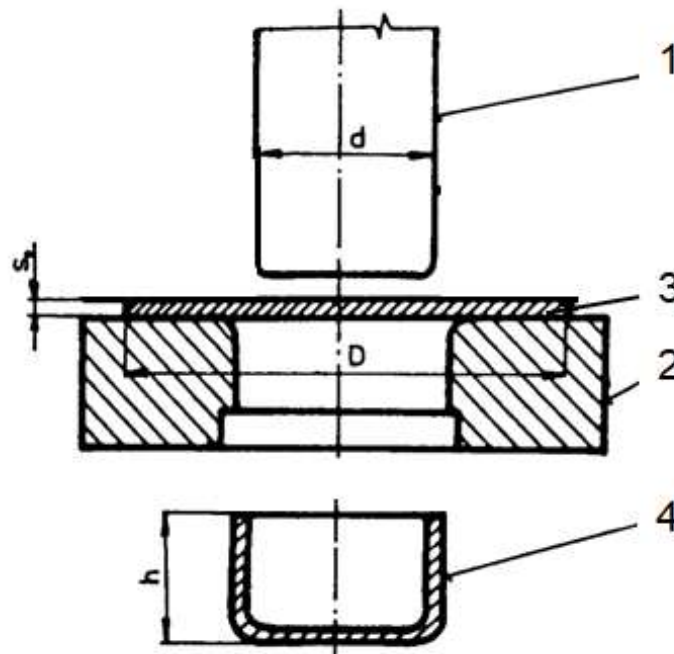


**Tvorba vln  
v príruke výťahku**

## Ťahanie valcového výtvarku

a – schéma ťahania, b – princíp tvorby zvlňenia,  
1 – ťažník, 2 – ťažnica, 3 – pridržiavač, 4 – prístrih,  
5 – výtvarok

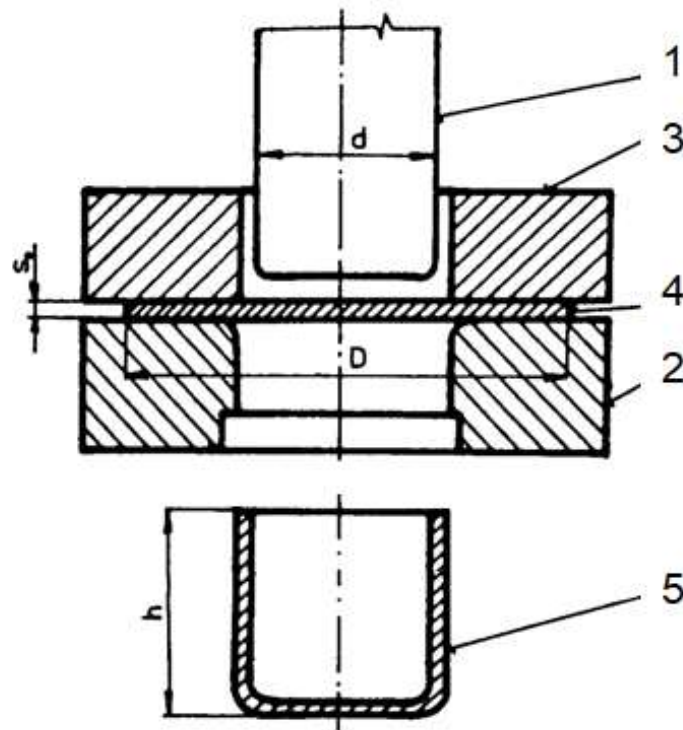
# Ťahanie – princíp



**Ťahanie valcového výtvarku *bez pridržiavača***  
1 – ťažník, 2 – ťažnica, 3 – prístrih, 4 – výtvarok



# Ťahanie – princíp



**Ťahanie valcového výtvarku s pridržiavačom**  
1 – ťažník, 2 – ťažnica, 3 – pridržiavač, 4 – prístrih, 5 – výtvarok

# Ťahanie – ťažná medzera

$$t_m = \frac{D_c - d_k}{2}$$

## Rotačný výtvarok

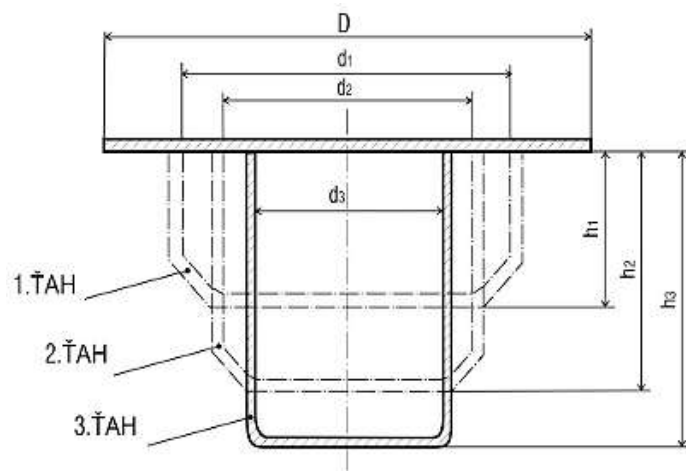
1. ťah:  $t_m = (1,2 \text{ až } 1,3)s_0$

posledný ťah:  $t_m = (1,1 \text{ až } 1,2)s_0$

## Hranatý výtvarok

$$t_m = (1,15 \text{ až } 1,30)s_0$$

# Ťahanie – stupeň a súčiniteľ ťahania



**Stupeň ťahania**

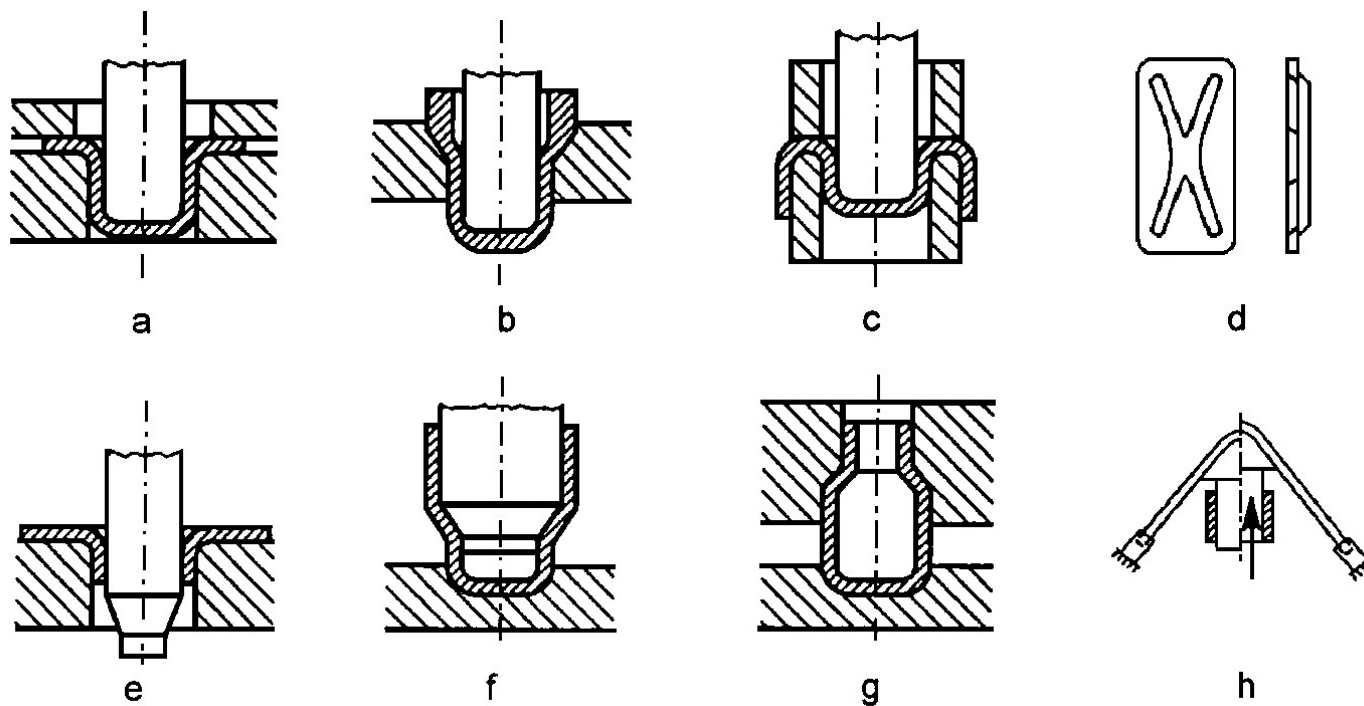
$$K_i = \frac{d_{i-1}}{d_i}$$

**Súčiniteľ  
ťahania**

$$m = \frac{d}{D}$$

Stupeň ťahania je hlavný ukazovateľ veľkosti stupňa pretvorenia pri ťahaní.

# Operácie ťahania



## Operácie ťahania

*a – jednoduché ťahanie, b – ťahanie s redukciou hrúbky steny, c – spätné ťahanie, d – žliabkovanie, e – preťahovanie, f – rozširovanie, g – zužovanie, h – naťahovanie*

# Plošné tvárnenie

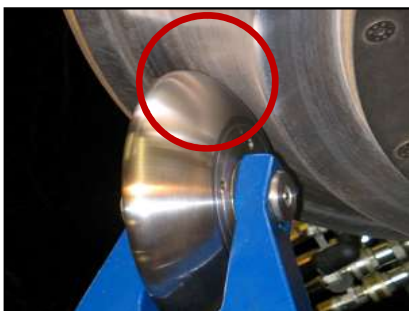
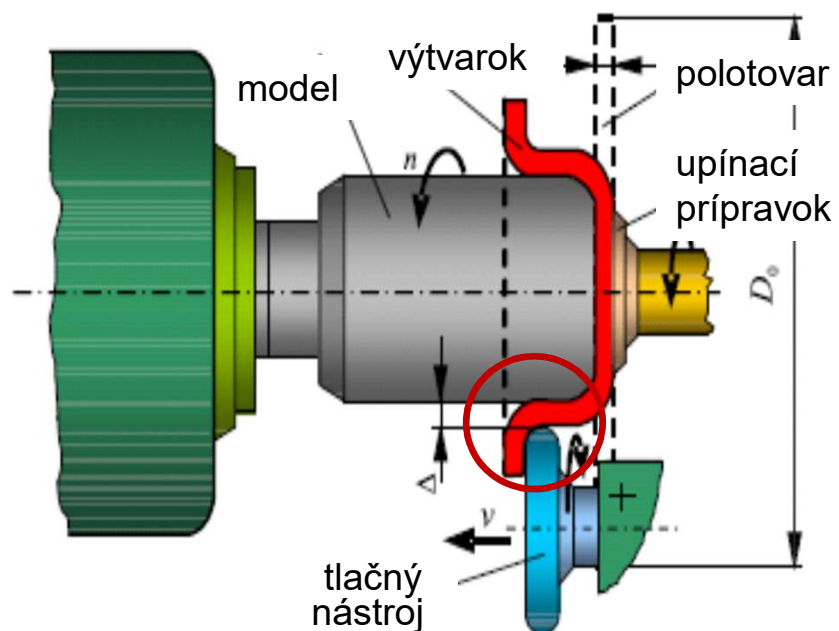
**Plošné tvárnenie** je charakteristické tým, že pôsobením vonkajších síl na východiskový polotovár meníme jeho **tvar, rozmery** a **fyzikálno-mechanické vlastnosti bez podstatnej zmeny jeho hrúbky** tak, aby spĺňal výkresom predpísané parametre.

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

## **Plošné tvárnenie**

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

# Tlačenie – princíp



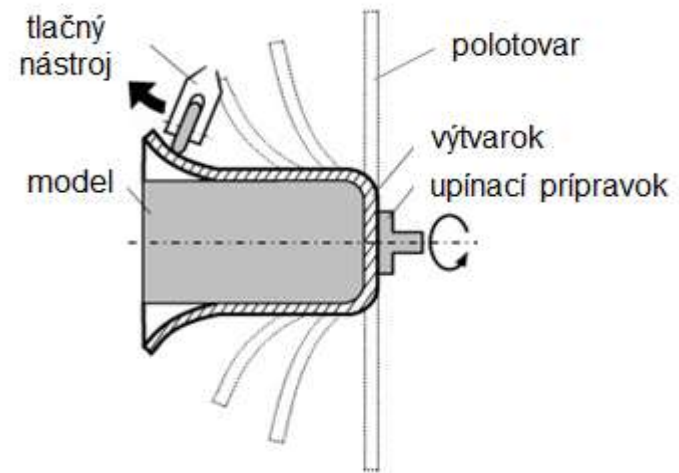
# Tlačenie – klasifikácia

- Konvenčné tlačenie  
(Conventional Spinning)
- Tlačenie sklzom (šmykom) materiálu  
(Shear Spinning)
- Tlačenie rotačných polotovarov valcového typu  
(Tube Spinning, Power Spinning alebo Flow Spinning)

## Stupeň deformácie (tlačenia)

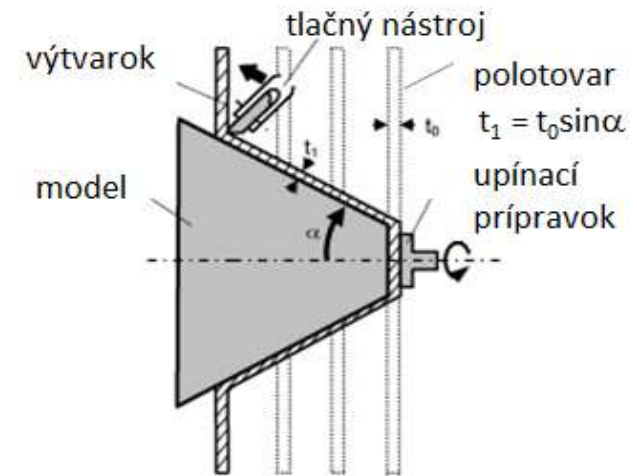
$$K = \frac{D_p}{d_1} = \frac{d_{i-1}}{d_i}$$

Stupeň tlačenia je hlavný ukazovateľ veľkosti stupňa pretvorenia pri tlačení.



# Tlačenie – klasifikácia

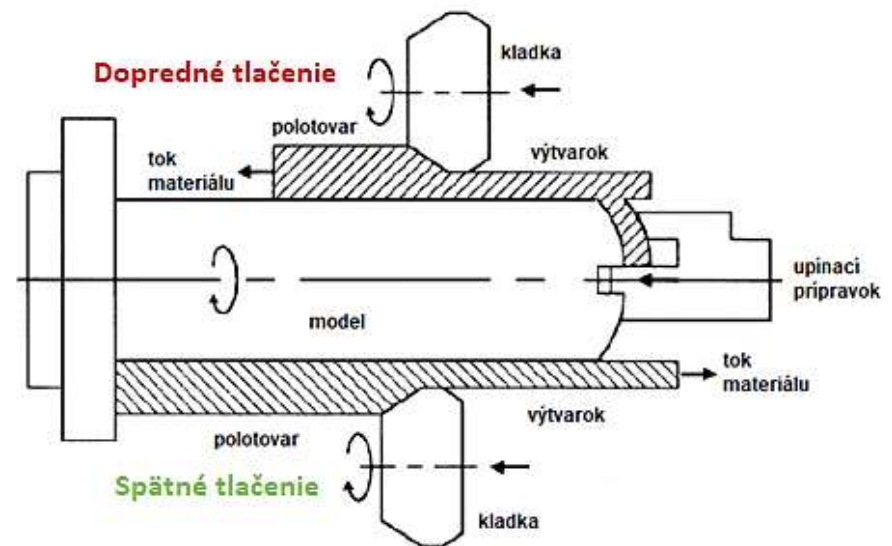
- Konvenčné tlačenie  
(Conventional Spinning)
- Tlačenie sklzom (šmykom) materiálu  
(Shear Spinning)
- Tlačenie rotačných polotovarov valcového typu  
(Tube Spinning, Power Spinning alebo Flow Spinning)



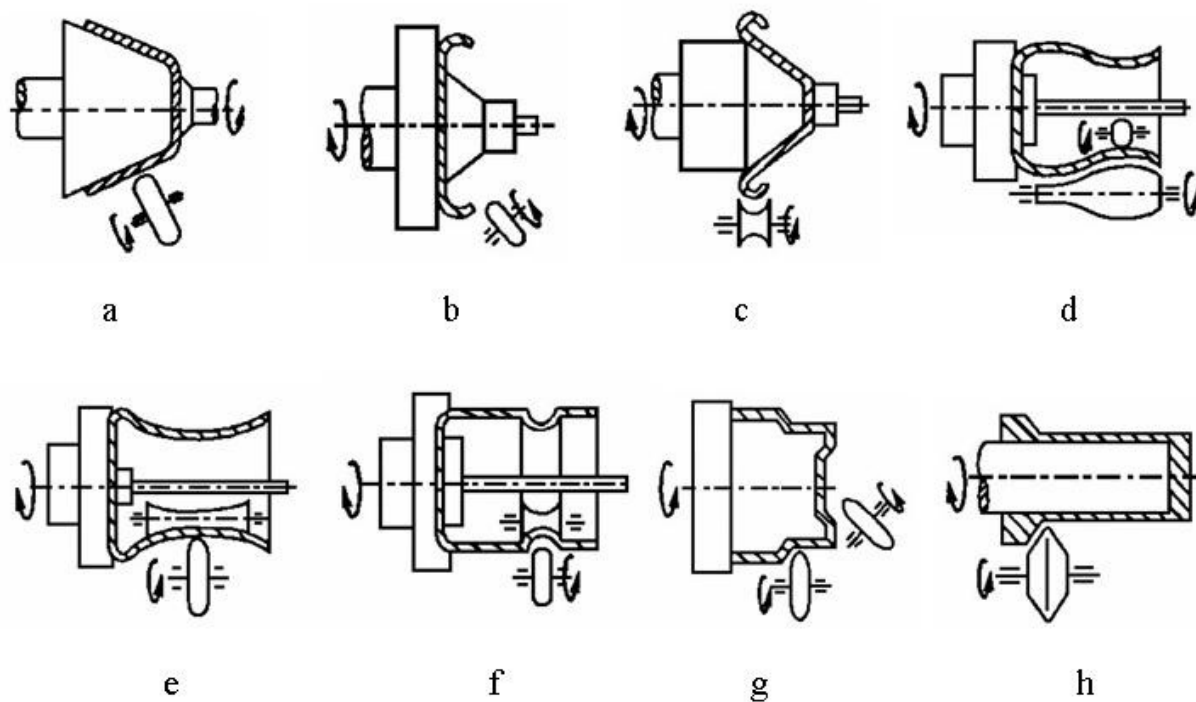


# Tlačenie – klasifikácia

- Konvenčné tlačenie  
(Conventional Spinning)
- Tlačenie sklzom (šmykom) materiálu  
(Shear Spinning)
- Tlačenie rotačných polotovarov valcového typu  
(Tube Spinning, Power Spinning alebo Flow Spinning)



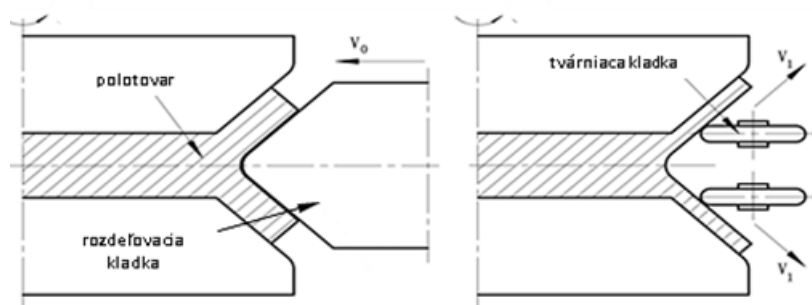
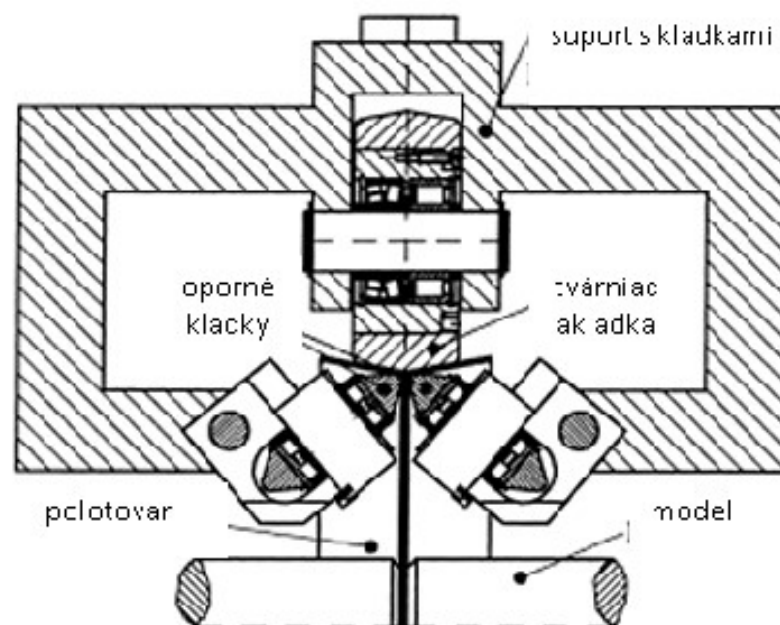
# Tlačenie – operácie



## **Operácie tlačenía**

*a – tlačenie tvaru bez redukcie hrúbky steny, b – obrubovanie, c – lemovanie,  
d – rozširovanie, e – zužovanie, f – žliabkovanie, g – osadzovanie a presadzovanie,  
h – tlačenie s redukciou hrúbky steny*

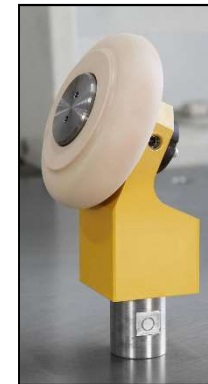
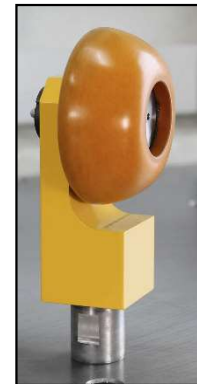
# Tlačenie – Splitting-Spinning



# Tlačenie – nástroje



*Tlačné matrice/modely*



*Tlačné nástroje*

# **ZÁKLADY VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ I.**

## **Ťahanie a tlačenie**

e-mail: [jana.sugarova@stuba.sk](mailto:jana.sugarova@stuba.sk)