

# **AUTÓIPARI ALAKÍTÁSTECHNOLÓGIA**

**3. előadás**

## **LEMEZALAKÍTÓ ELJÁRÁSOK**

**Dr. Rác Pál**  
egyetemi docens

**Budapest**  
**2011.**

# Autóipari alakítástechnológia

## Lemezalakító eljárások

Lemezalakításnak az olyan képlékenyalakító eljárásokat nevezzük, amelyeknél lemezanyagok (tábla, szalag, lemezcsík, fólia) feldolgozását olyan képlékenyalakító technológiai eljárással valósítjuk meg, amelynek során a lemezzvastagság nem, vagy nem szándékoltnan változik.

A lemezalakítás az autóipar kiemelten fontos gyártási eljárása.

A lemezalakító eljárásokat két nagy csoportba oszthatjuk:

- anyagszétválasztással, illetve a
- térbeli alak megváltoztatásával alakító eljárások.

# Autóipari alakítástechnológia

## Lemezalakító eljárások

**Az anyagszétválasztással alakító eljárások:**

- ollóval végzett vágások,
- vágószerszámokban végzett eljárások.

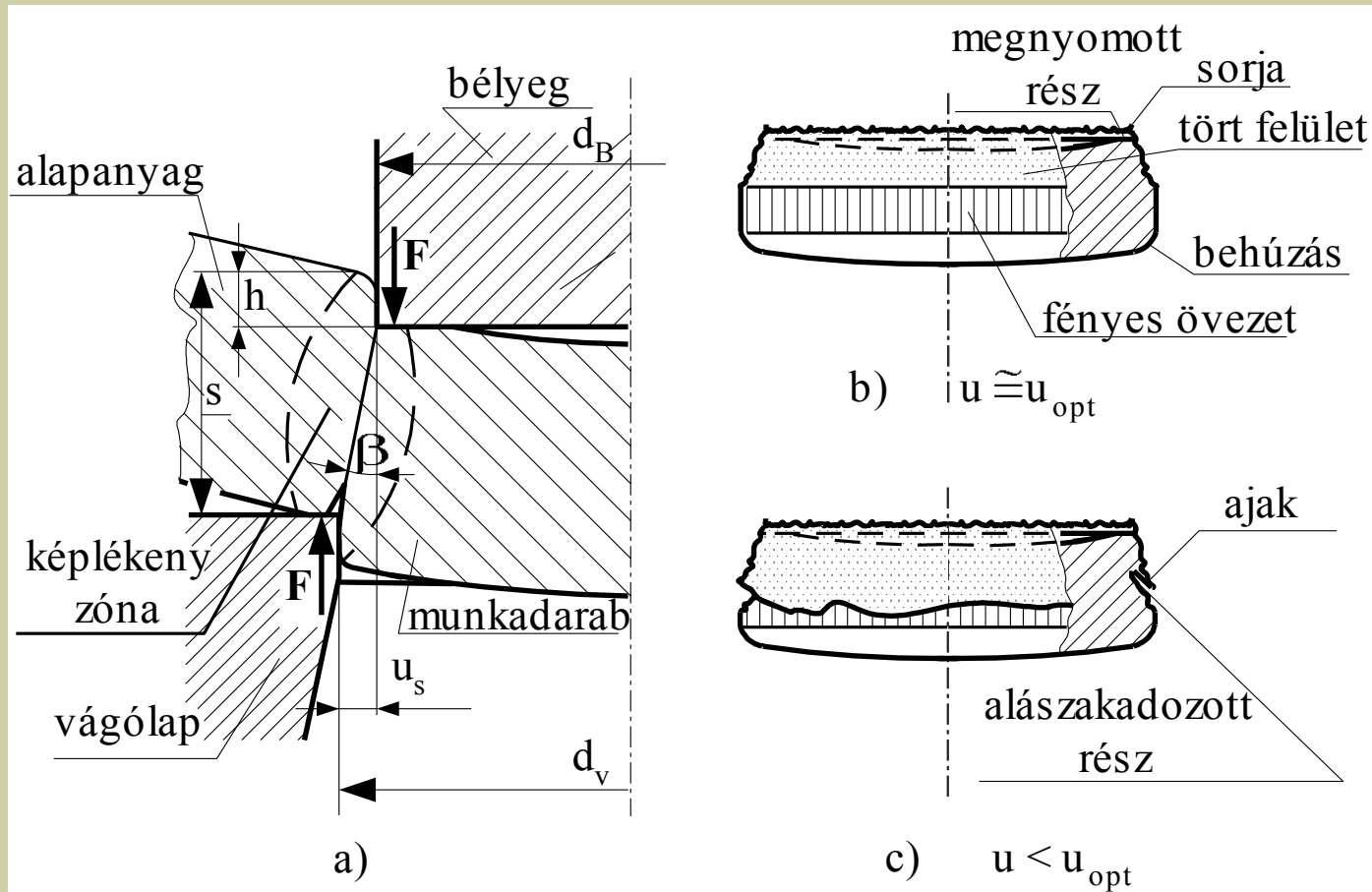
**A térbeli alak megváltoztatásával alakító lemezalakító eljárások:**

- hajlító, peremező, göngyölítő, hengerítő eljárások,
- mélyhúzás különféle változatai,
- az autóiparban fontos nyújtóhúzás (karosszéria lemezalakítás),
- alaknyomó, alaksajtoló eljárások,
- peremszűkítés, nyakbehúzás alakító technológiái.

# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

Az anyagszétválasztó műveleteket röviden vágásnak is nevezzük, amely az anyag szétválasztása, két egymáshoz képest elmozduló szerszámmal.

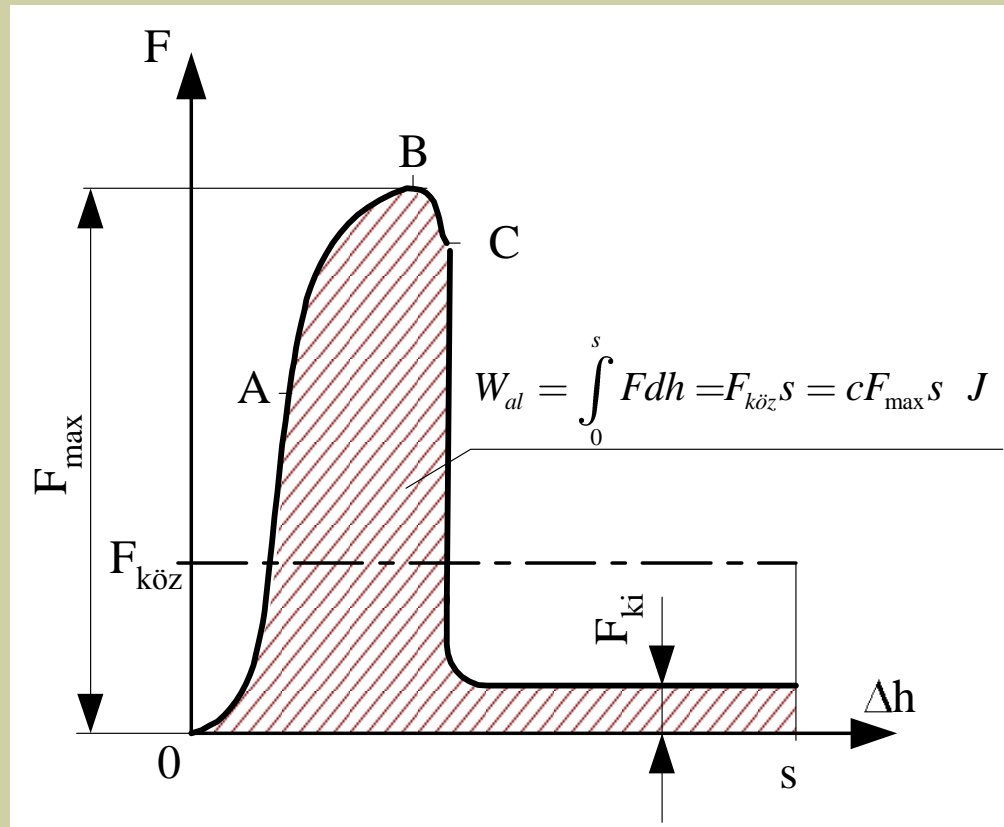


# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A vágóerő maximumát tekintjük vágóerőnek:

$$F = k_v \cdot A_{nyírt} \cdot \tau_m = k_v \cdot L \cdot s \cdot \tau_m \quad N$$

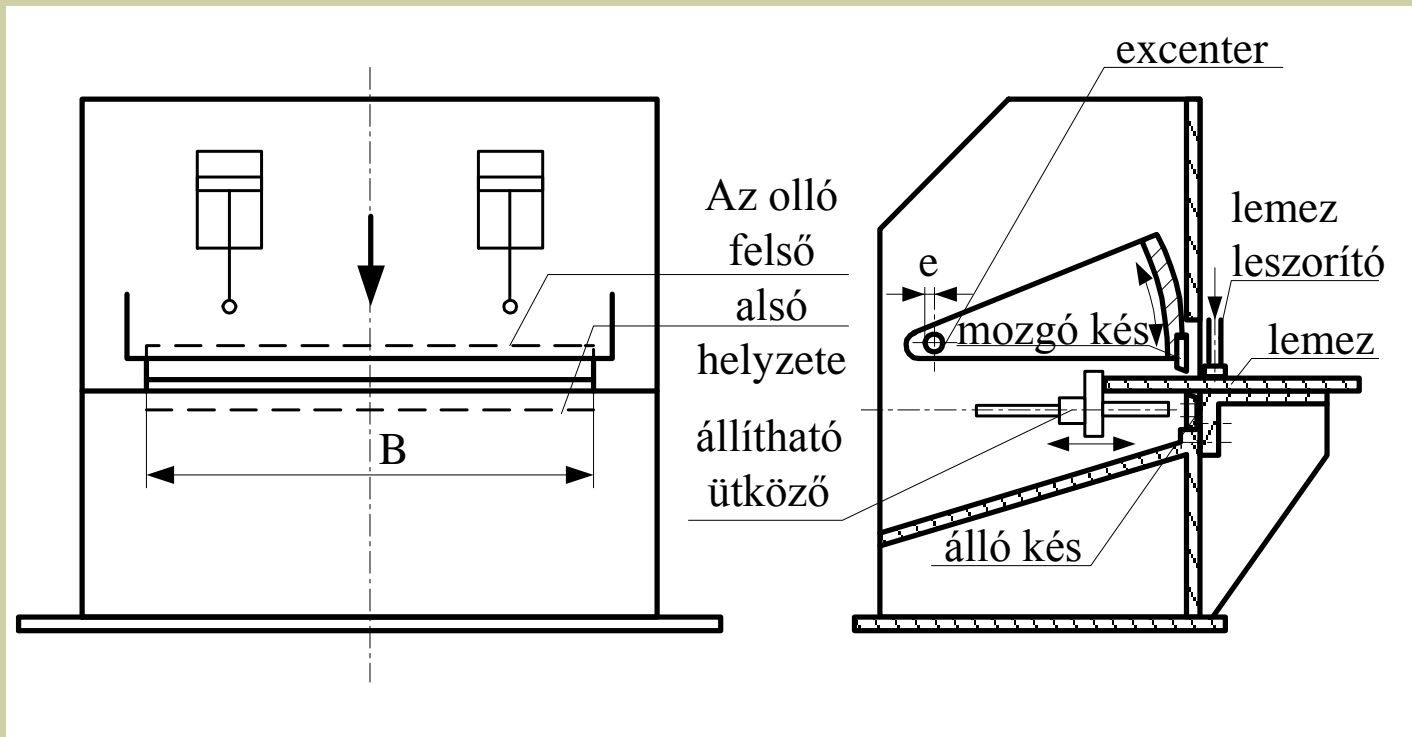


# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

Az ollón végzett vágások leggyakrabban a további alakító eljárások kiinduló gyártmányaként szolgáló teríték előállítására szolgálnak.

Az ollók ennek megfelelően különböző méretű és alakú lemezek vágására alkalmas gépek.

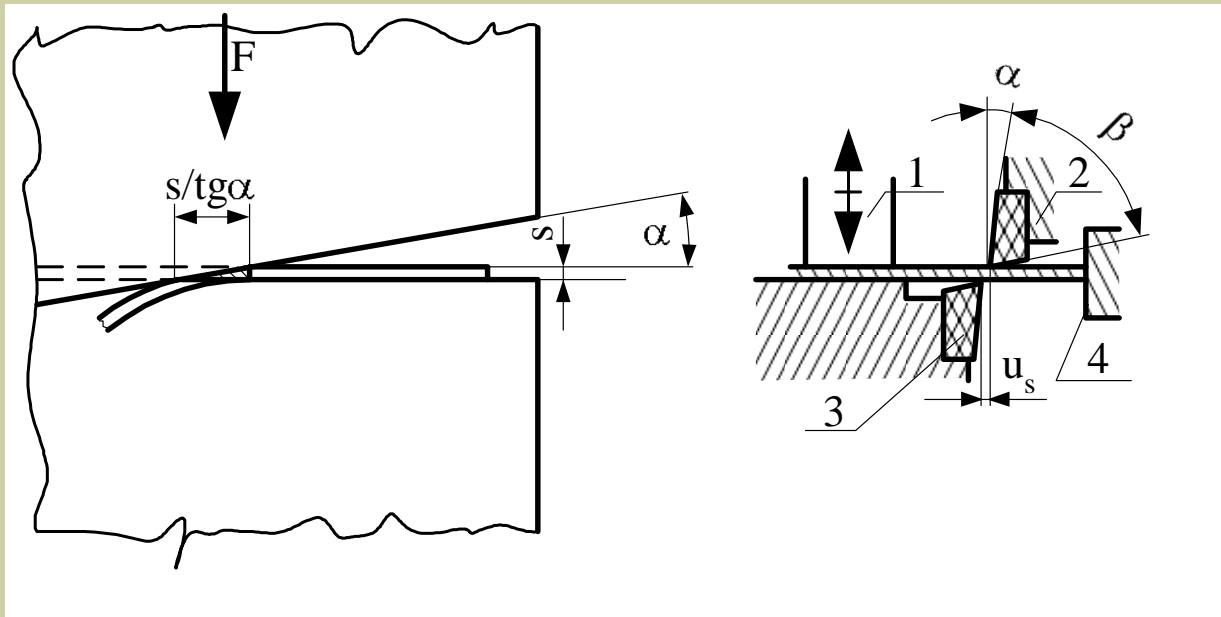


# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

Az ollón végzett vágásoknál két kés éle lehet egymással párhuzamos, vagy szöget bezáró, ahol a vágóerő:

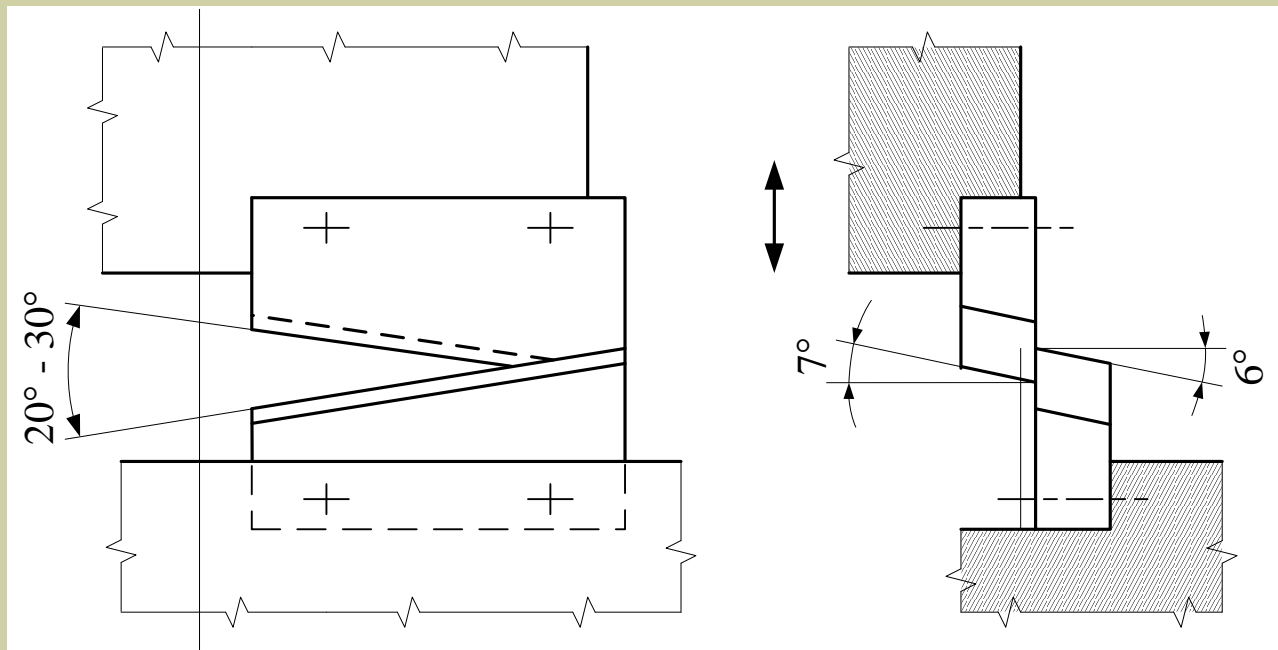
$$F_{ferde} = \frac{s^2}{2\alpha} \cdot \tau_m$$



# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A többnyire a lakatos munkáknál használatos rezgőollónak két rövid, egymáshoz képest nagy,  $\alpha = 20\text{-}30^\circ$ -os szöget bezáró éle van. 5 mm lemezvastagságig minden olyan vágási vonalon elvégezhető a vágás, amelyen a legkisebb sugár legalább 15 mm.

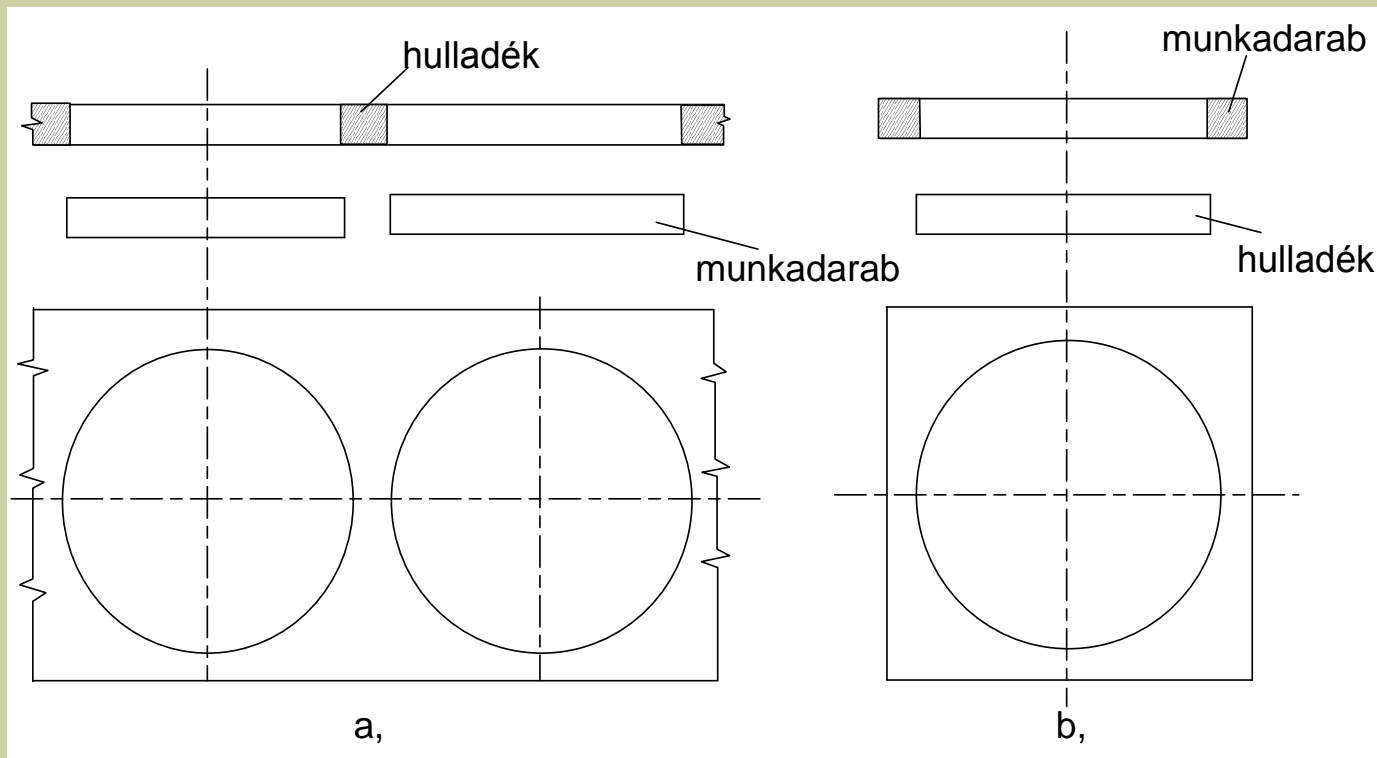




# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A kivágó és lyukasztó műveletek sajtolószerszámmal, zárt körvonal mentén végzett vágóműveletek.



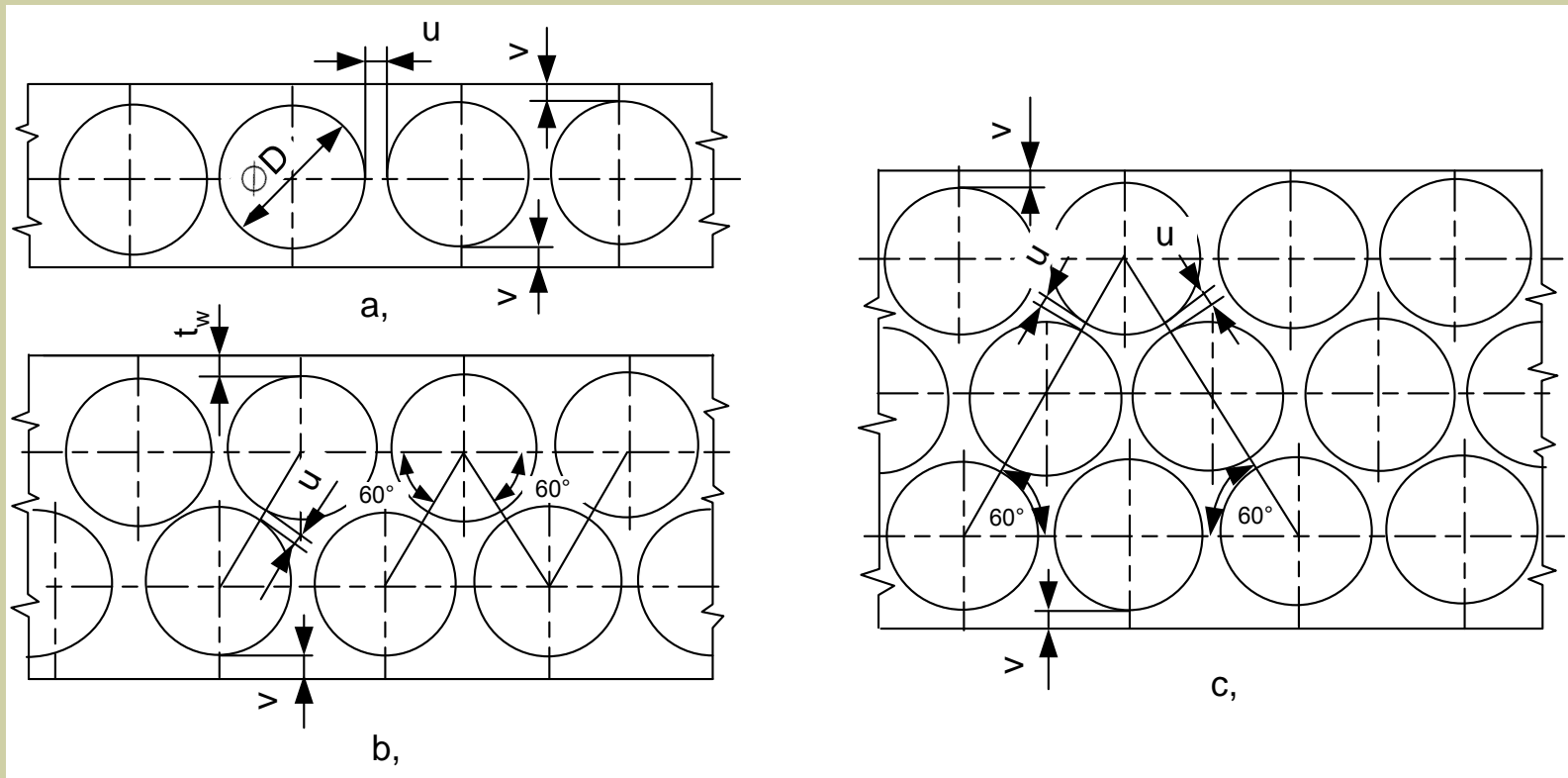
# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A kivágó-lyukasztó műveletek gazdaságossága nagy mértékben függ a táblalemez, szalag, sáv kihasználásától.

A lemezterv lehet hulladékos, hulladékszegény és hulladékmentes.

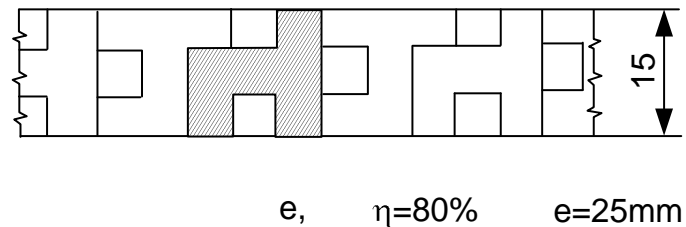
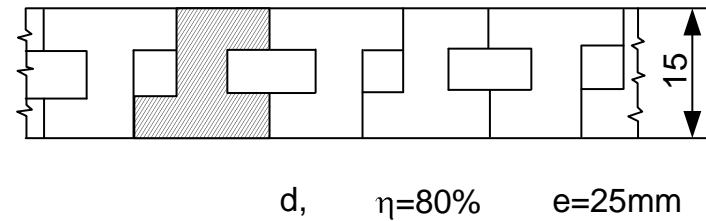
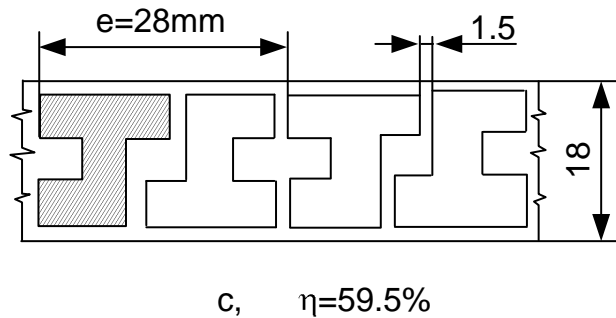
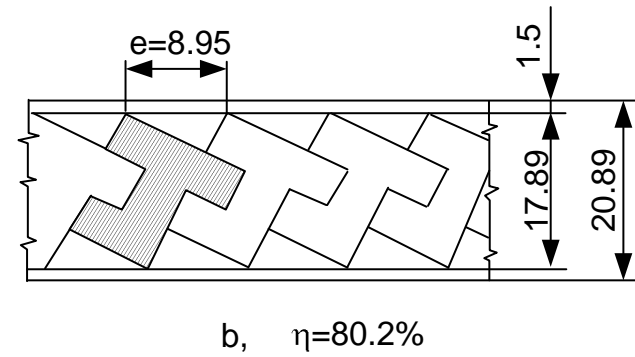
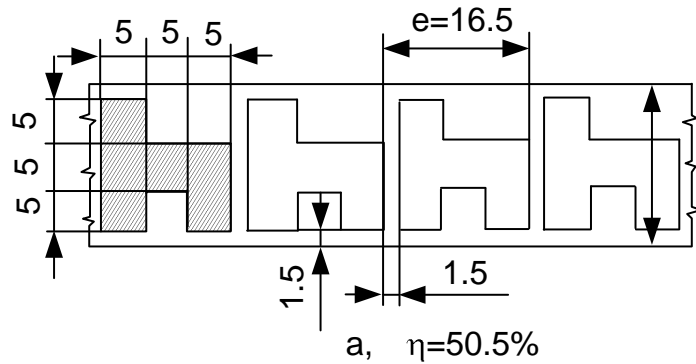
Az anyagkihasználás növelhető többsoros elrendezéssel.



# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

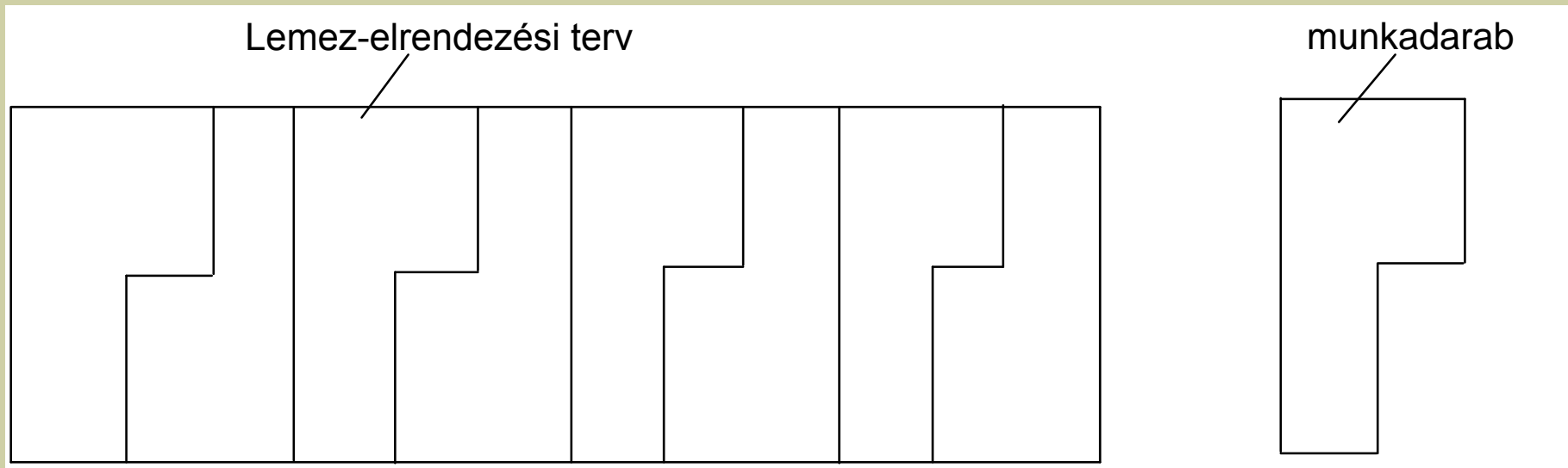
Hulladékszegény lemezterv készíthető a munkadarabok forgatásával, egymásba csúsztatásával.



# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

Hulladékmentes lemezterv készítése speciális esetekben lehetséges.

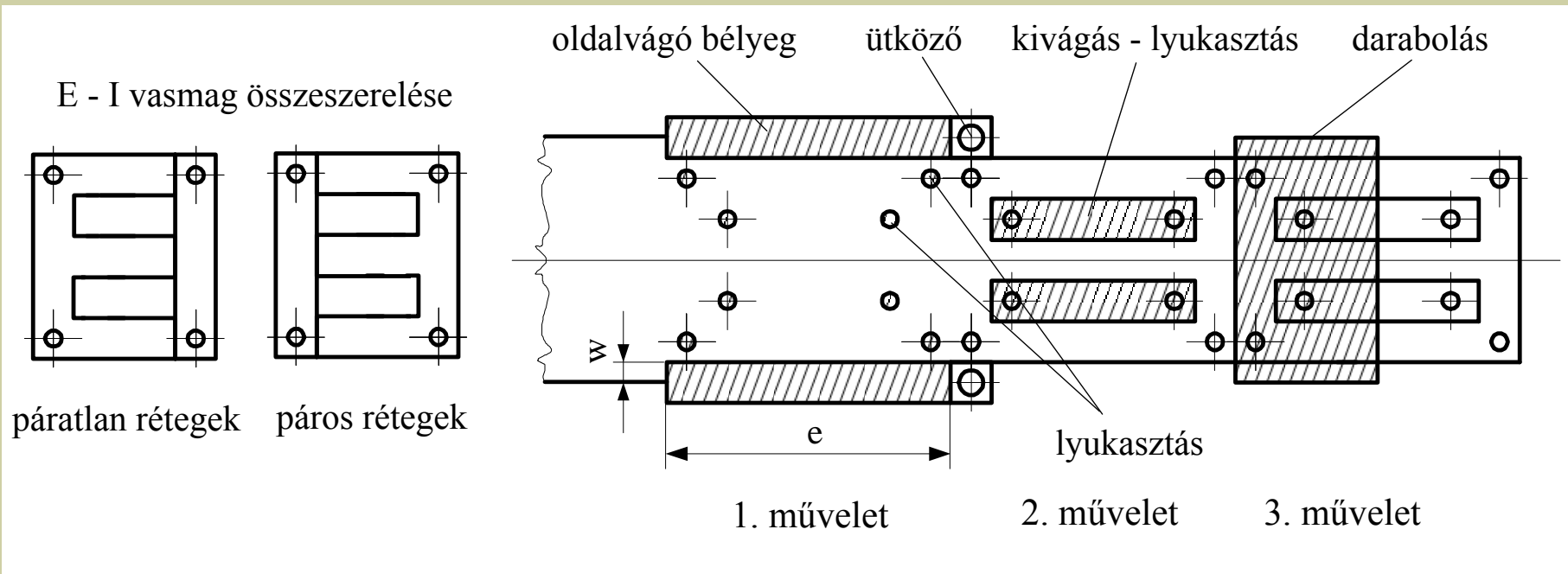


# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A sávterv egy grafikus műveleti sorrendterv, amely a gyártandó munkadarab előállításához szükséges műveleteket mutatja.

A sávterven a műveletek sorrendje mellett az ütköztetés módját és helyét is jelölni kell.

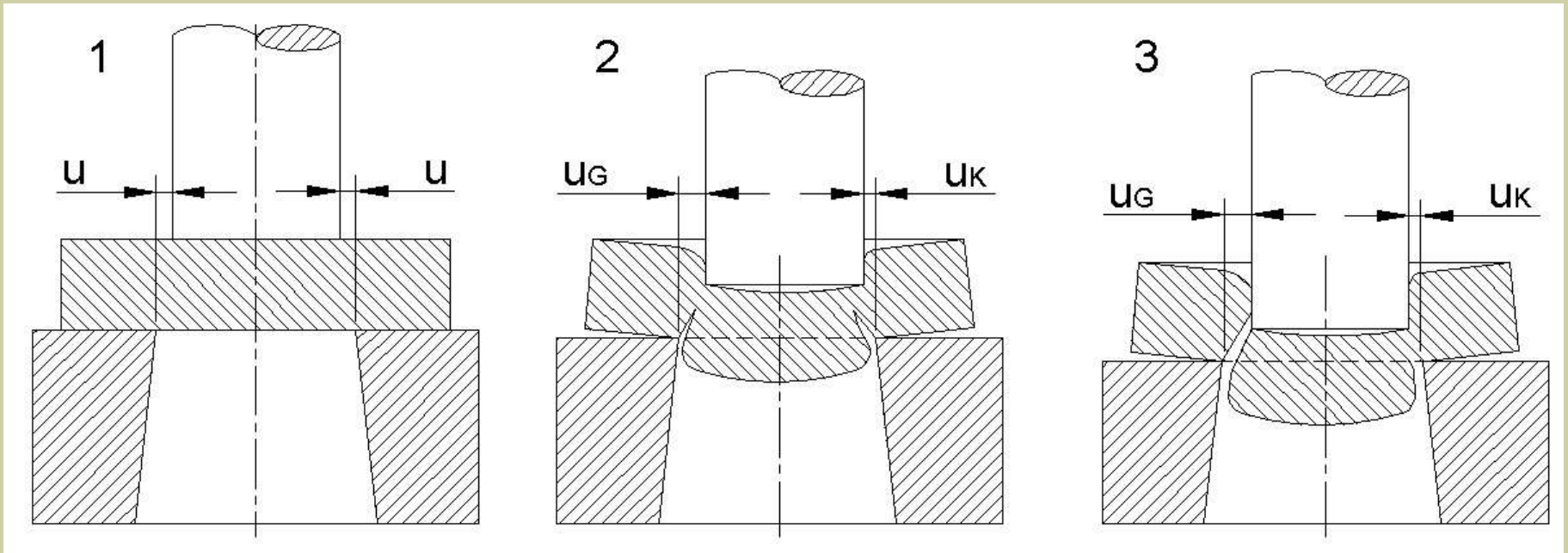


# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A vágórés méretének hatása a vágott felület minőségére:

- $u_G$  – optimális vágórés, a repedések találkoznak,
- $u_K$  – a vágórés kicsi, ajak képződik a vágott felületen.

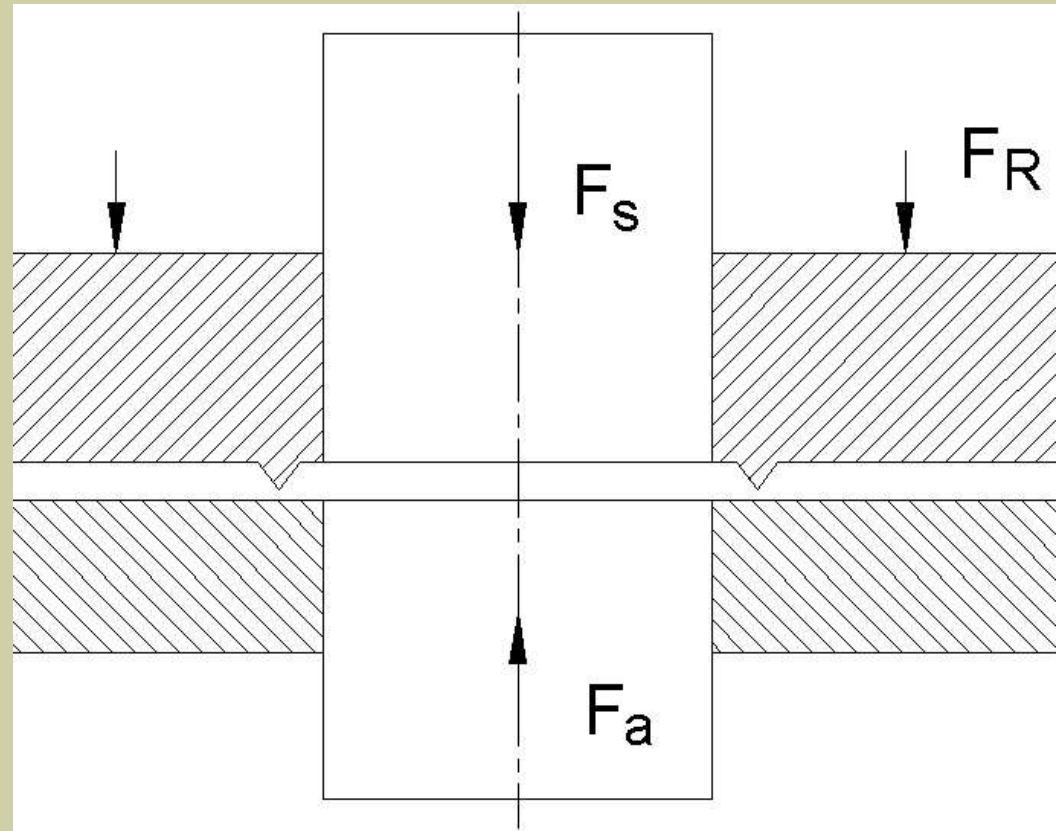
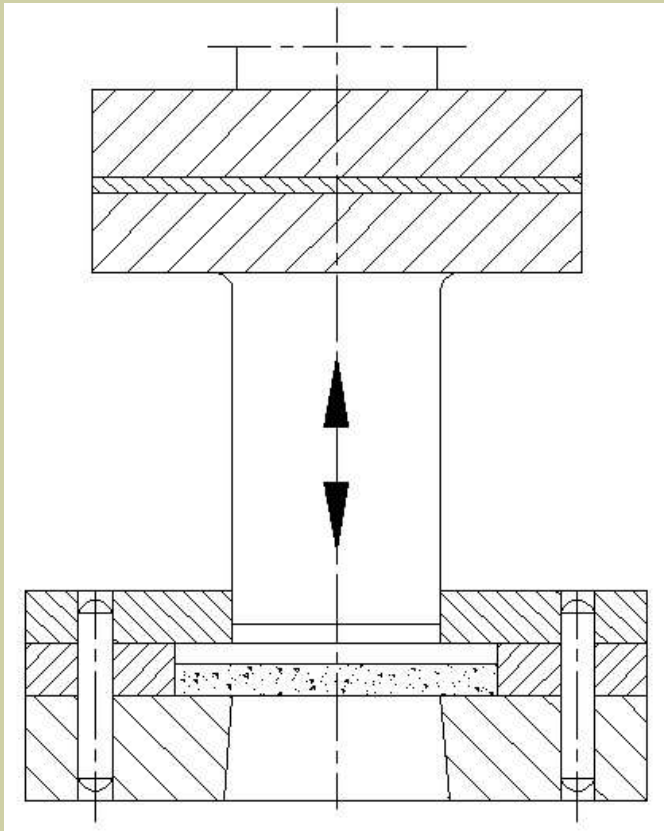


# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A hagyományos kivágás és a finomkivágás elve:

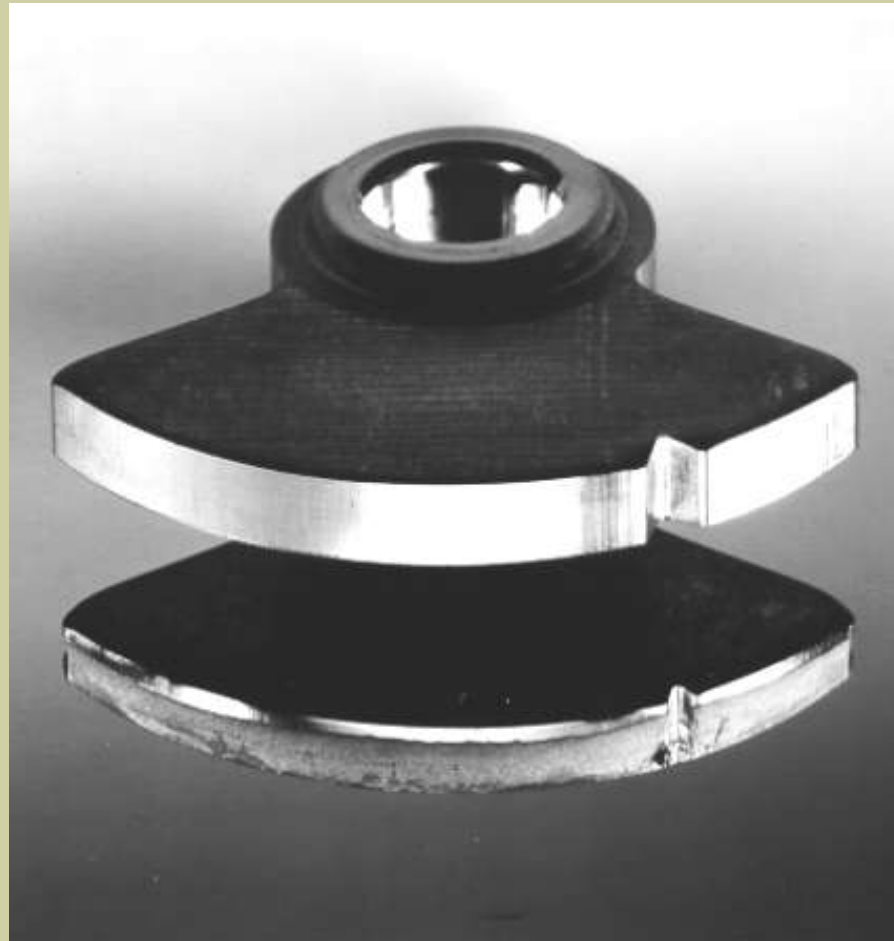
- hagyományos kivágás – bélyeg, vágólap,
- finomkivágás – bélyeg, vágólap, ékgyűrű, ellenbélyeg.



# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

Hagyományos kivágással és finomkivágással vágott darabok vágási felülete.

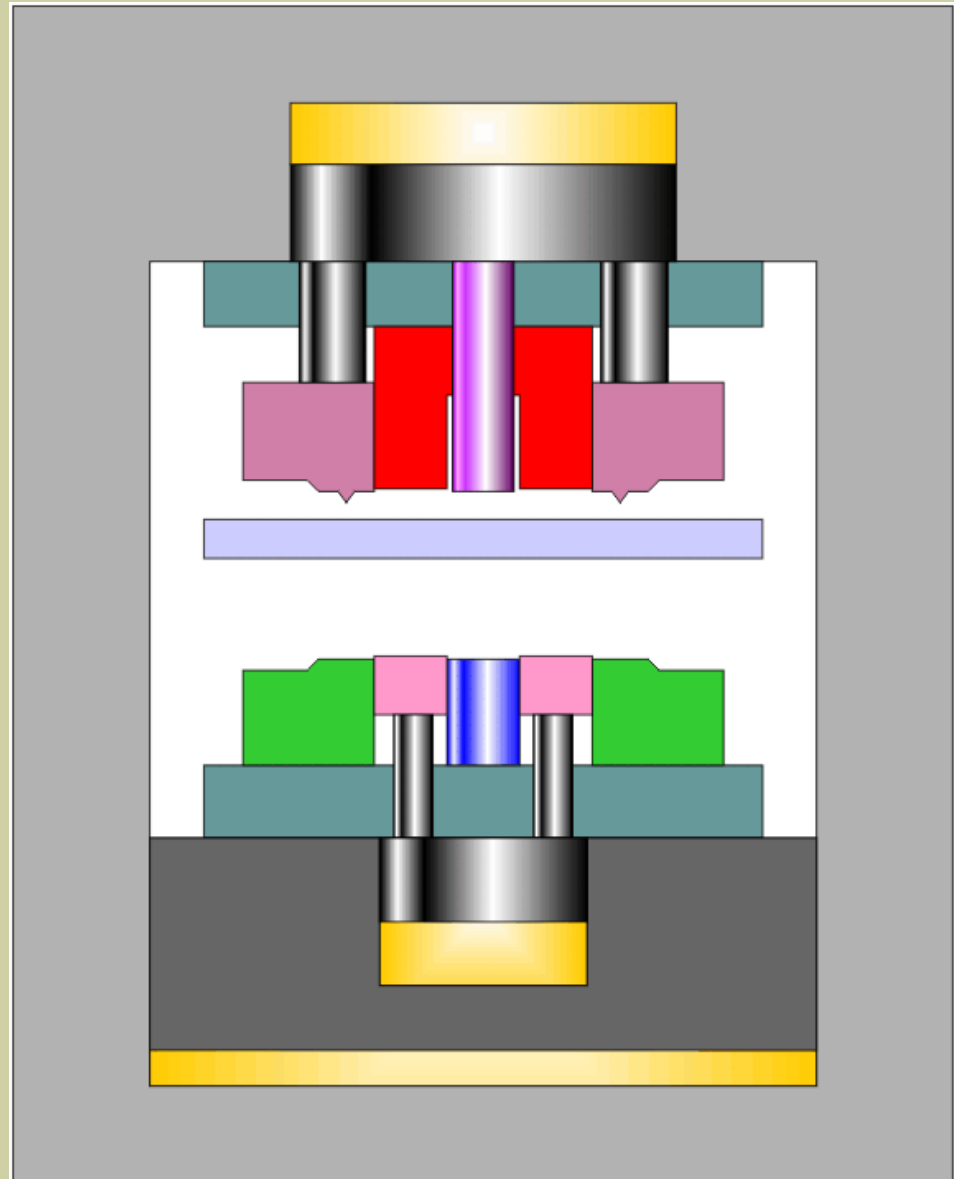




# Autóipari alakítástechnológia

## Anyagszétválasztó műveletek

A finomkivágó-szerszám működési elve.



# Autóipari alakítástechnológia

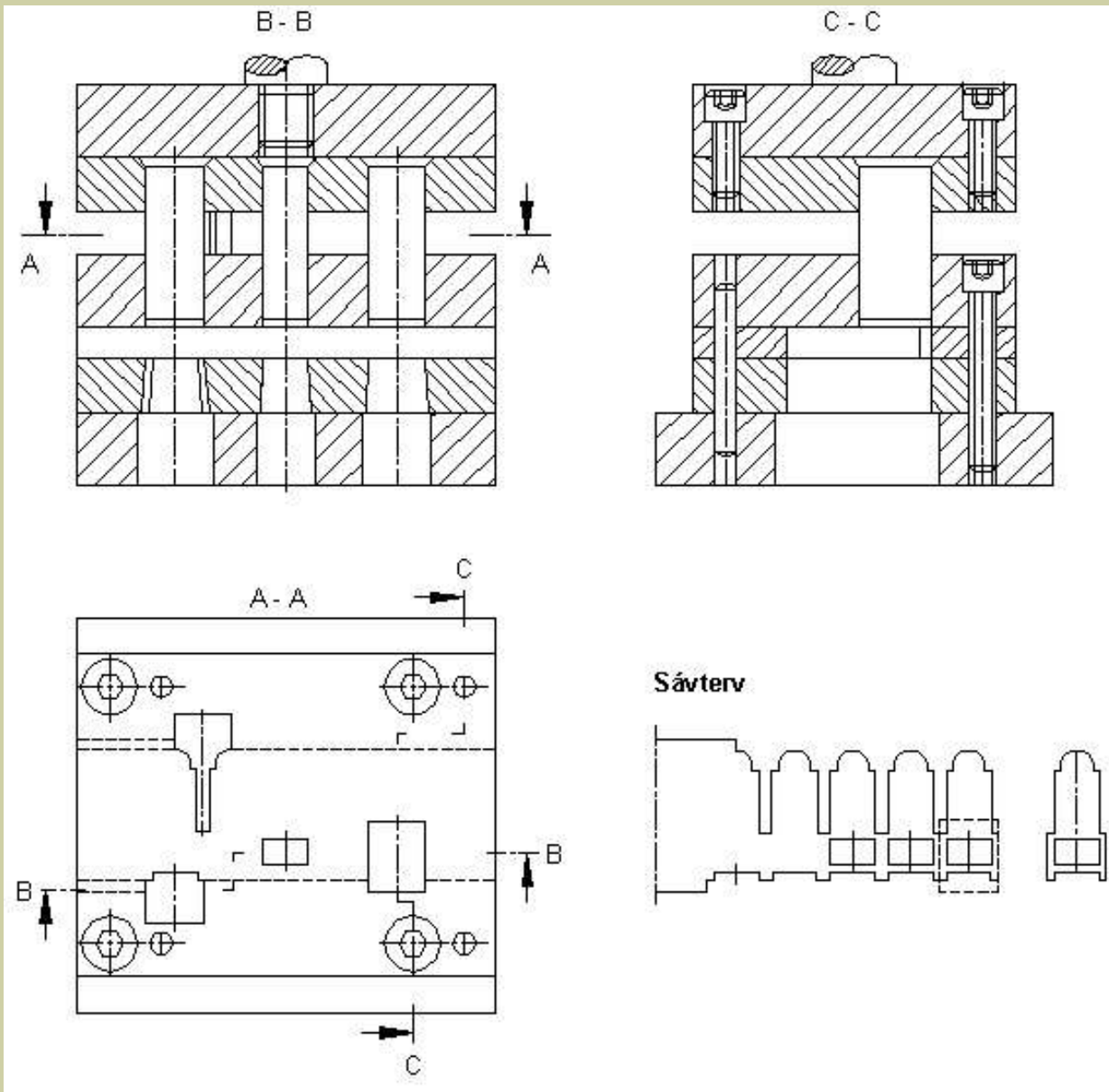
## Anyagszétválasztó műveletek

### A vágó-lyukasztó szerszámok

- az elvégzett műveletek szerint: lehetnek kivágó, lyukasztó és összetett, hajlítással, mélyhúzással, vagy más alakadó műveletekkel kombinált szerszámok;
- működési módjuk szerint: egyszerű, vagy több műveletes szerszámok; ez utóbbiak lehetnek sorozat, illetve együttes működésű (blokk-) szerszámok;
- a szerszám felek vezetése szerint: vezetés nélküli, vezetőlapos, vezetőoszlopos és kombinált vezetésű szerszámok;
- az ütköztetés módja szerint: ütköző nélküliek, merev ütközősek, mozgó ütközősek, kereső (helyrehúzó) csaposak, oldalvágó bélyegesek.

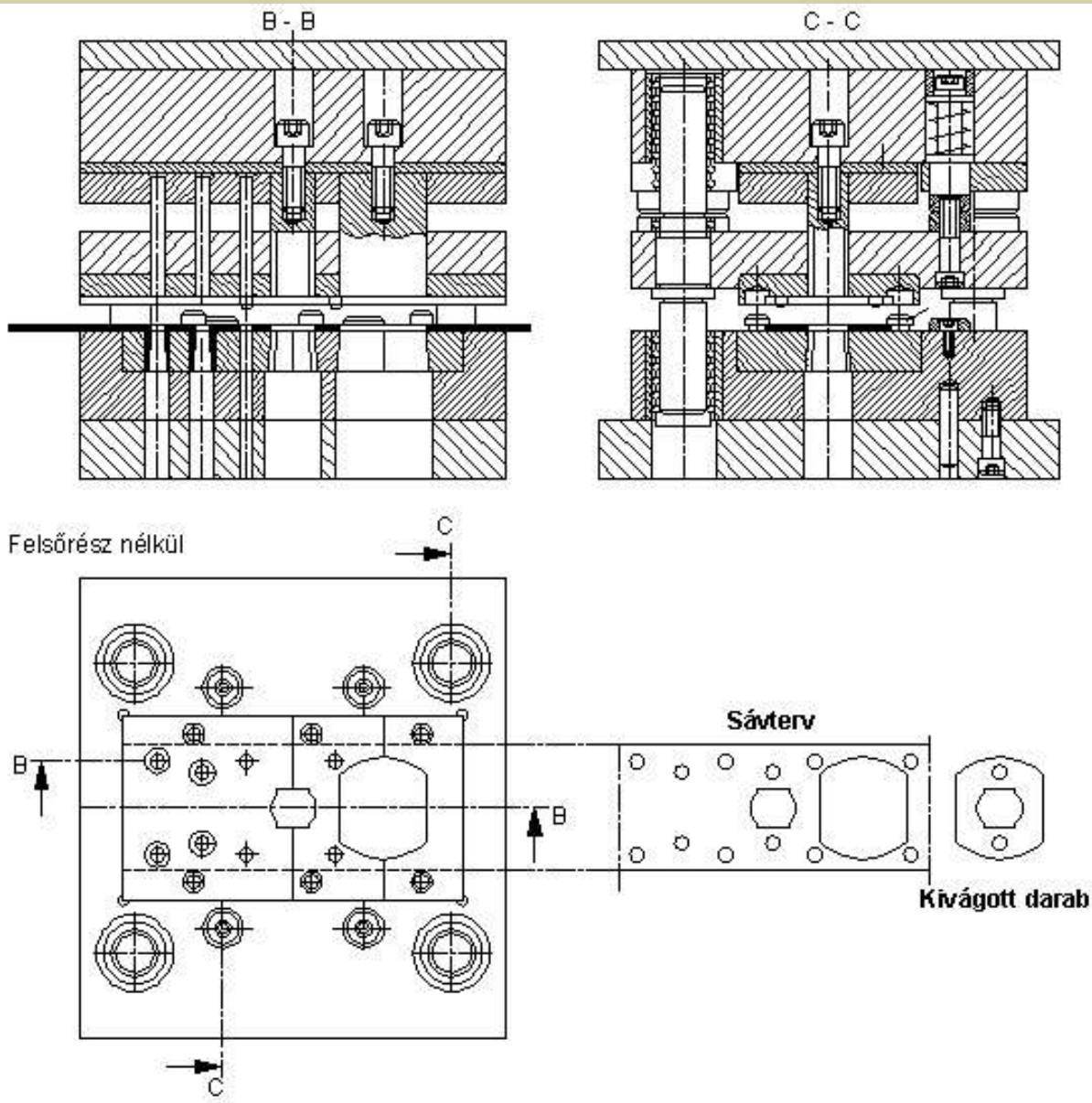
# Autóipari alakítástechnológia

## Vezetőlapos sorozatvágó szerszám



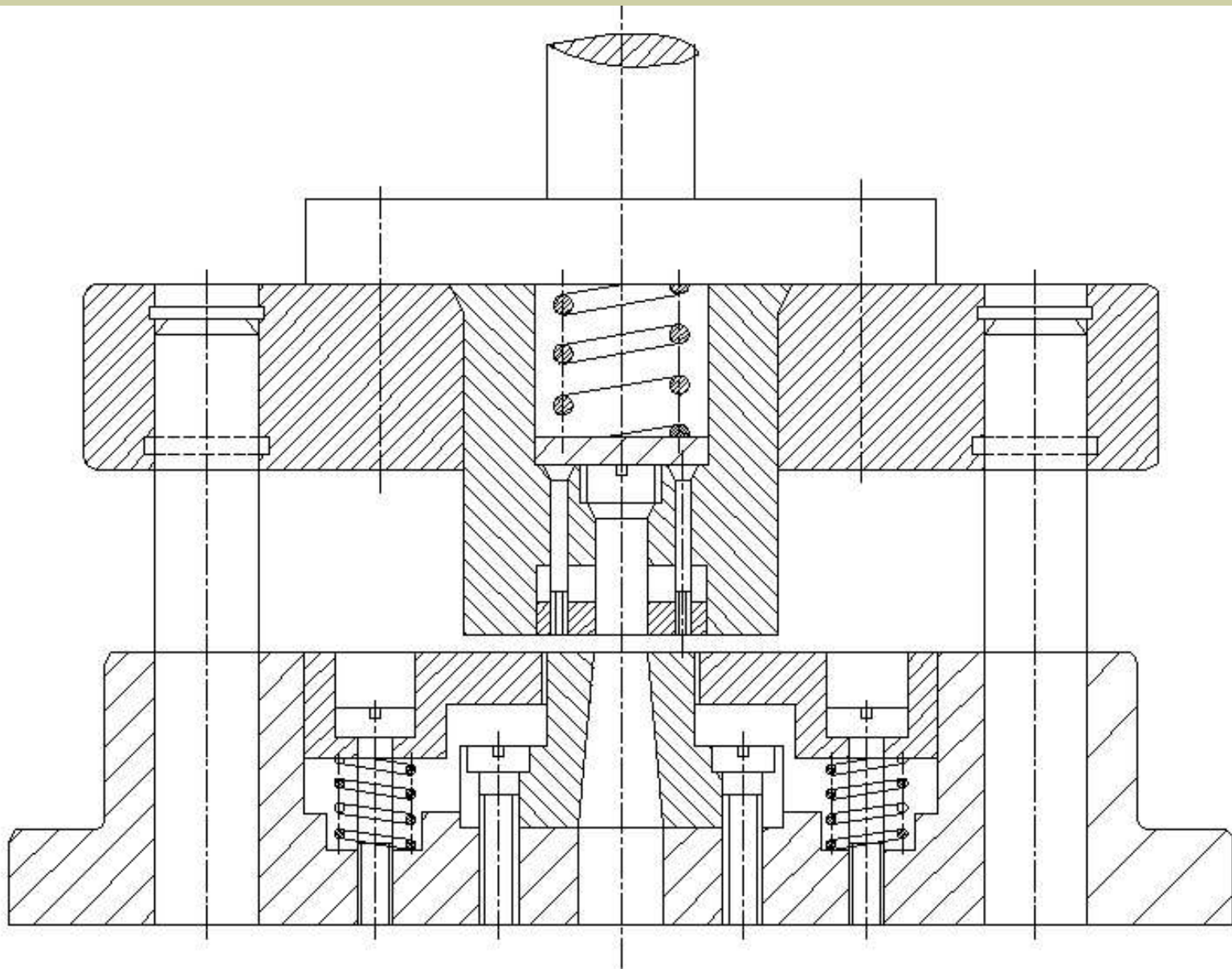
# Autóipari alakítástechnológia

## Vezetőoszlopos sorozatvágó szerszám



# Autóipari alakítástechnológia

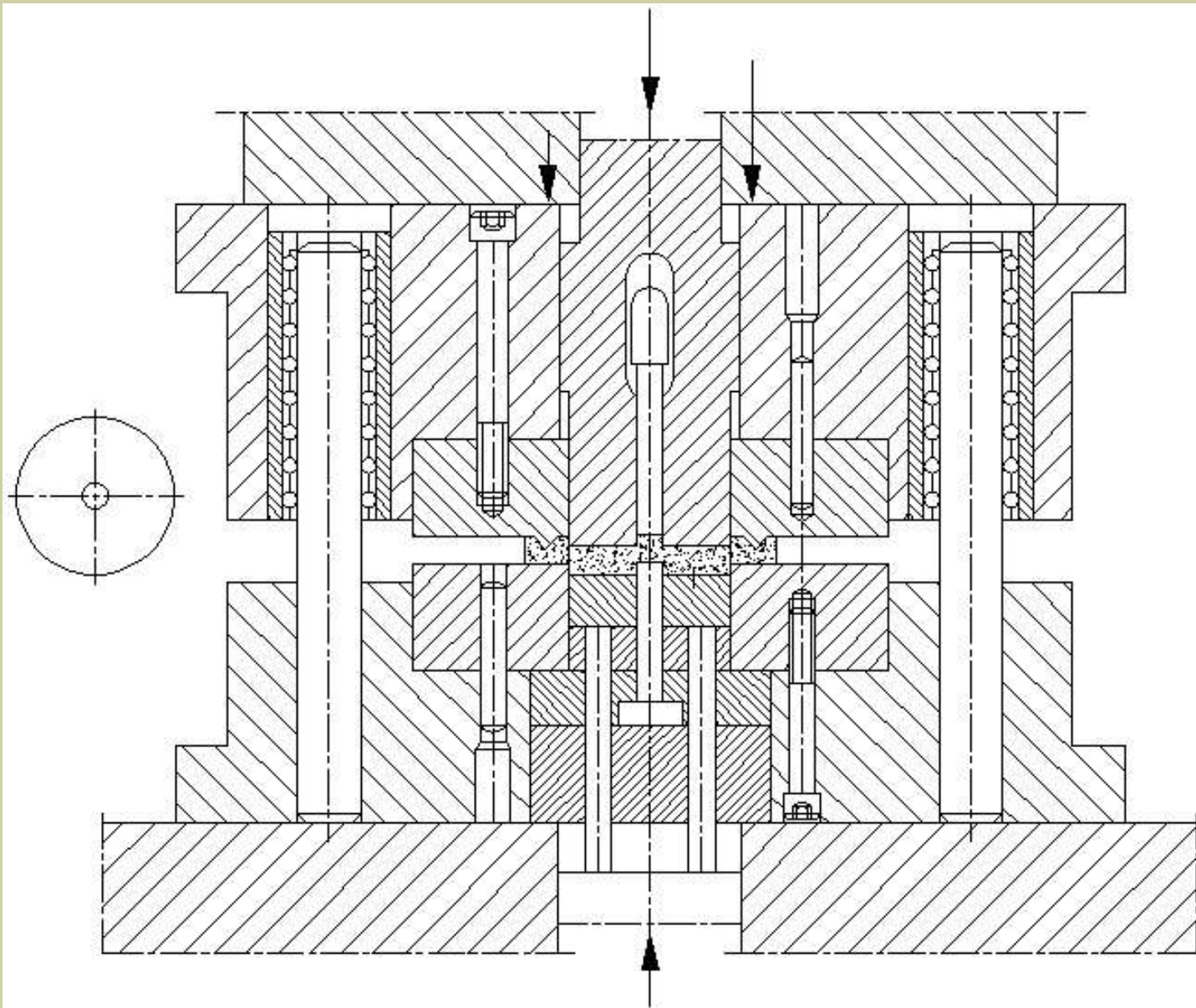
## Blokk szerszám (vezetőoszlopos)





# Autóipari alakítástechnológia

## Finomkivágó szerszám

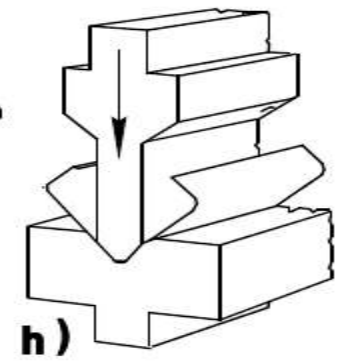
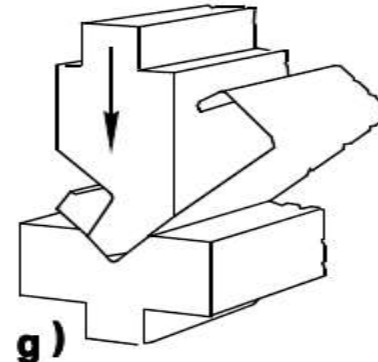
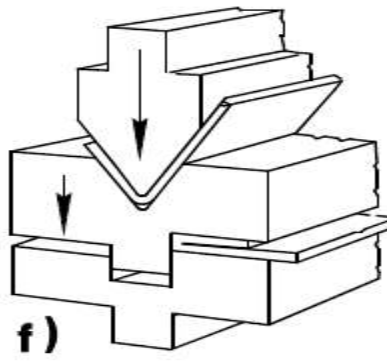
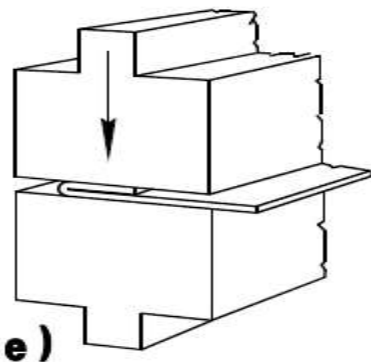
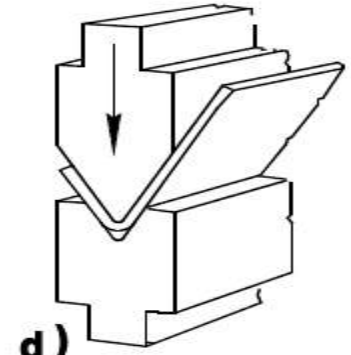
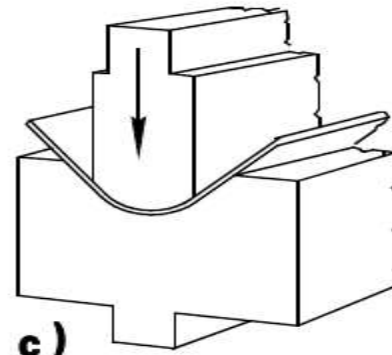
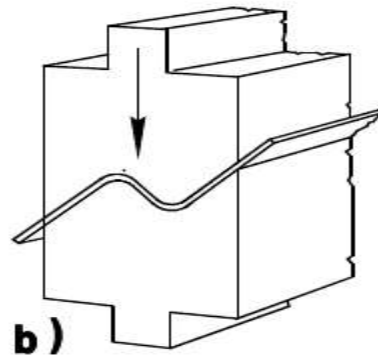
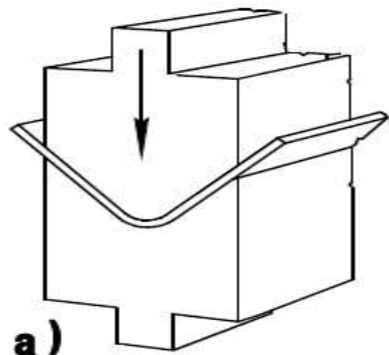


# Autóipari alakítástechnológia

## Hajlítás

A hajlítás olyan képlékenyalakító művelet, amellyel az előgyártmány egyes felületei által bezárt szöveget megváltoztatjuk.

A hajlítást elterjedten alkalmazzák lemezek, rudak, csövek, profilok feldolgozásakor.

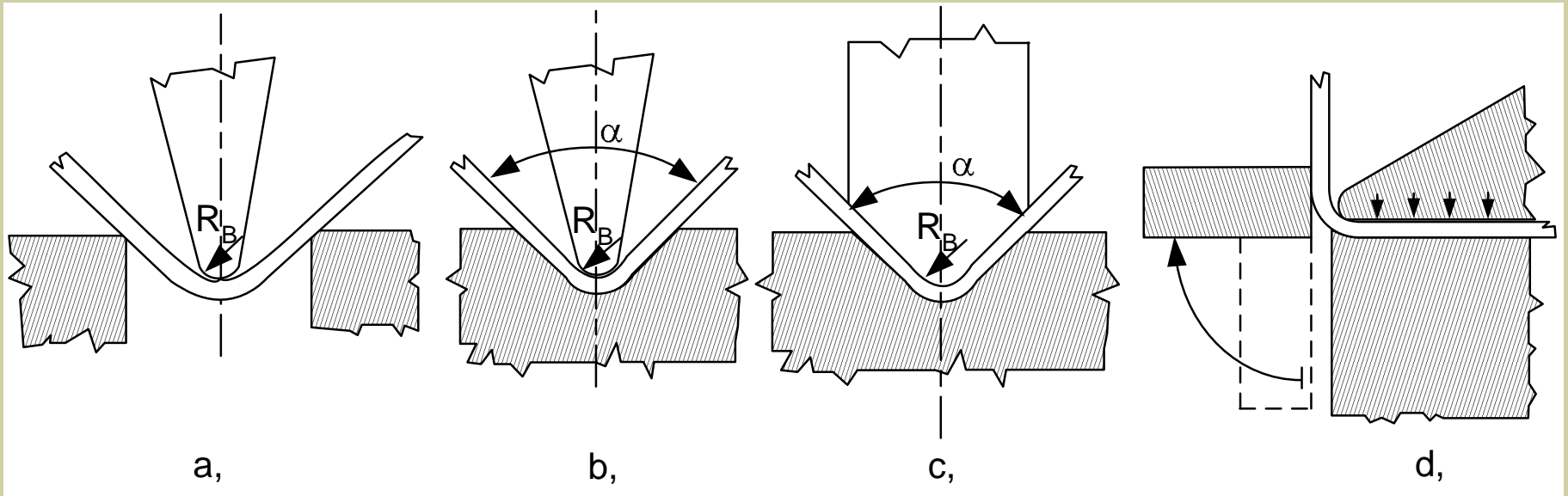


# Autóipari alakítástechnológia

## Hajlítás

A hajlítási műveletet a hajlító bélyeg és a hajlító matrica között végzik.

A szerszámok és a munkadarab alakja és mozgása alapján megkülönböztetünk szabad hajlítást, félsúlyesztékes, súlyesztékes és lengő hajlítást.

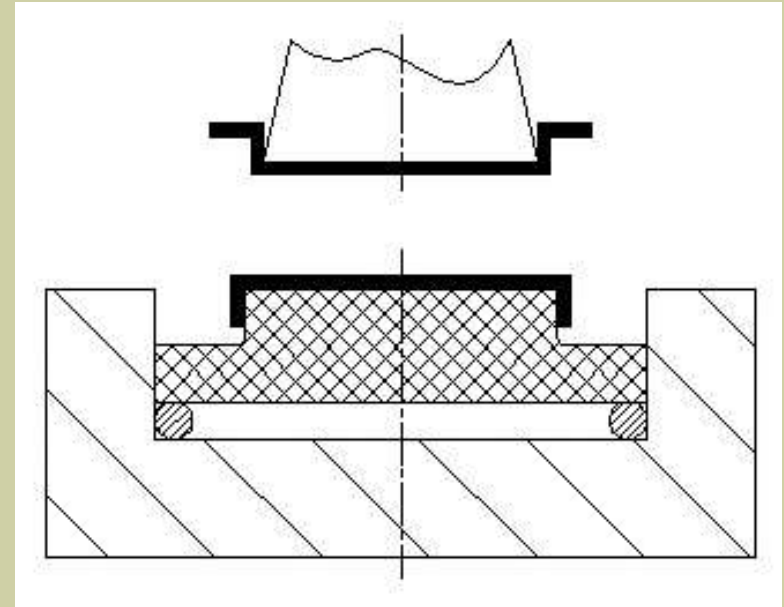
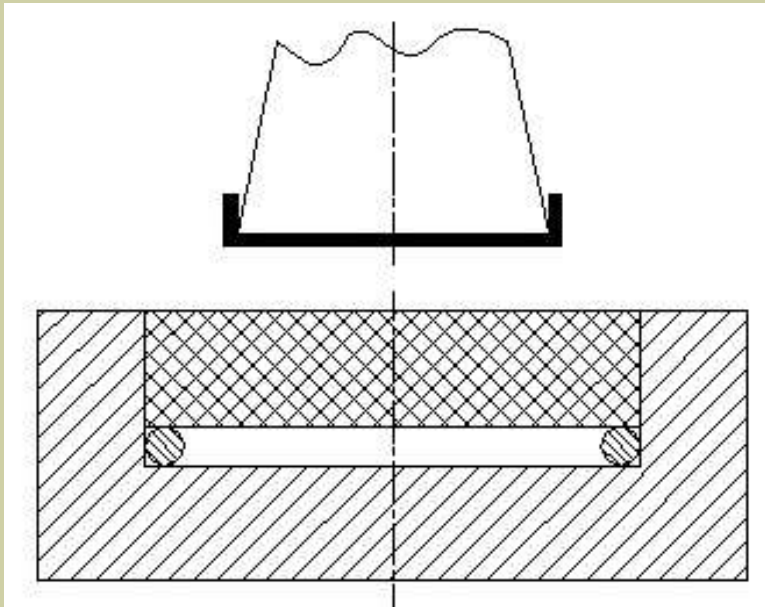




# Autóipari alakítástechnológia

## Hajlítás

**Kisebb sorozatgyártásban olcsó megoldás a gumi matricás hajlítás.**



# Autóipari alakítástechnológia

## Hajlítás

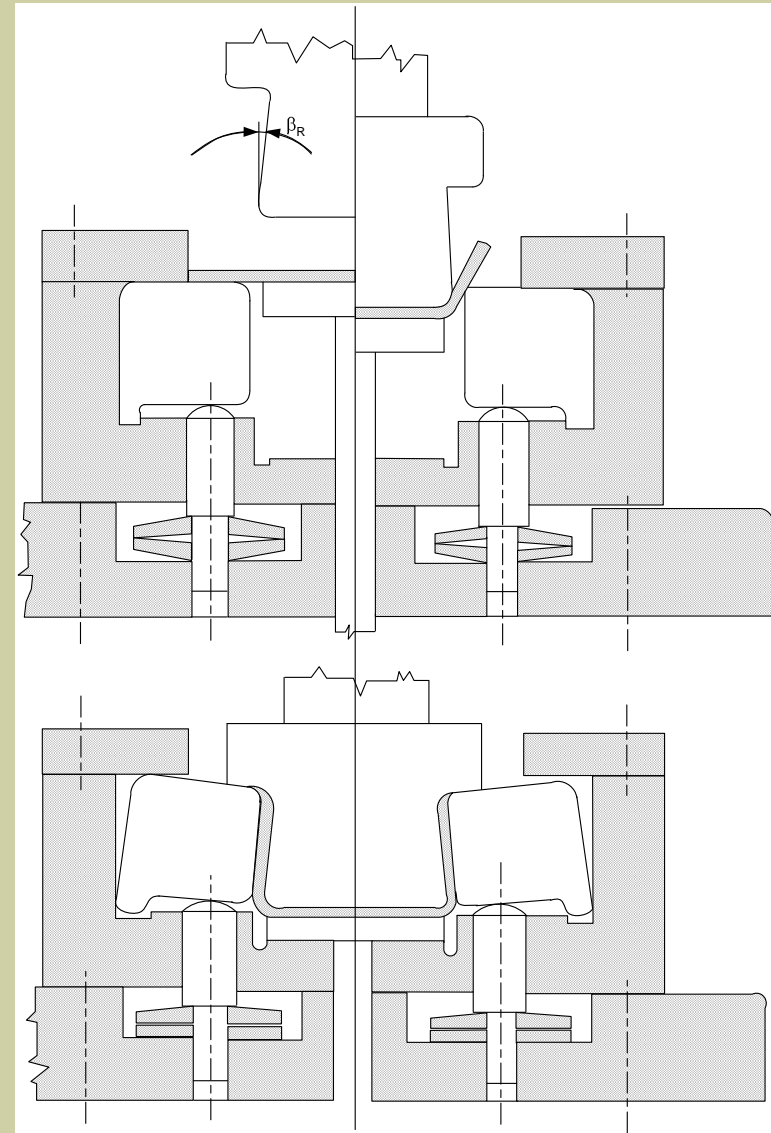
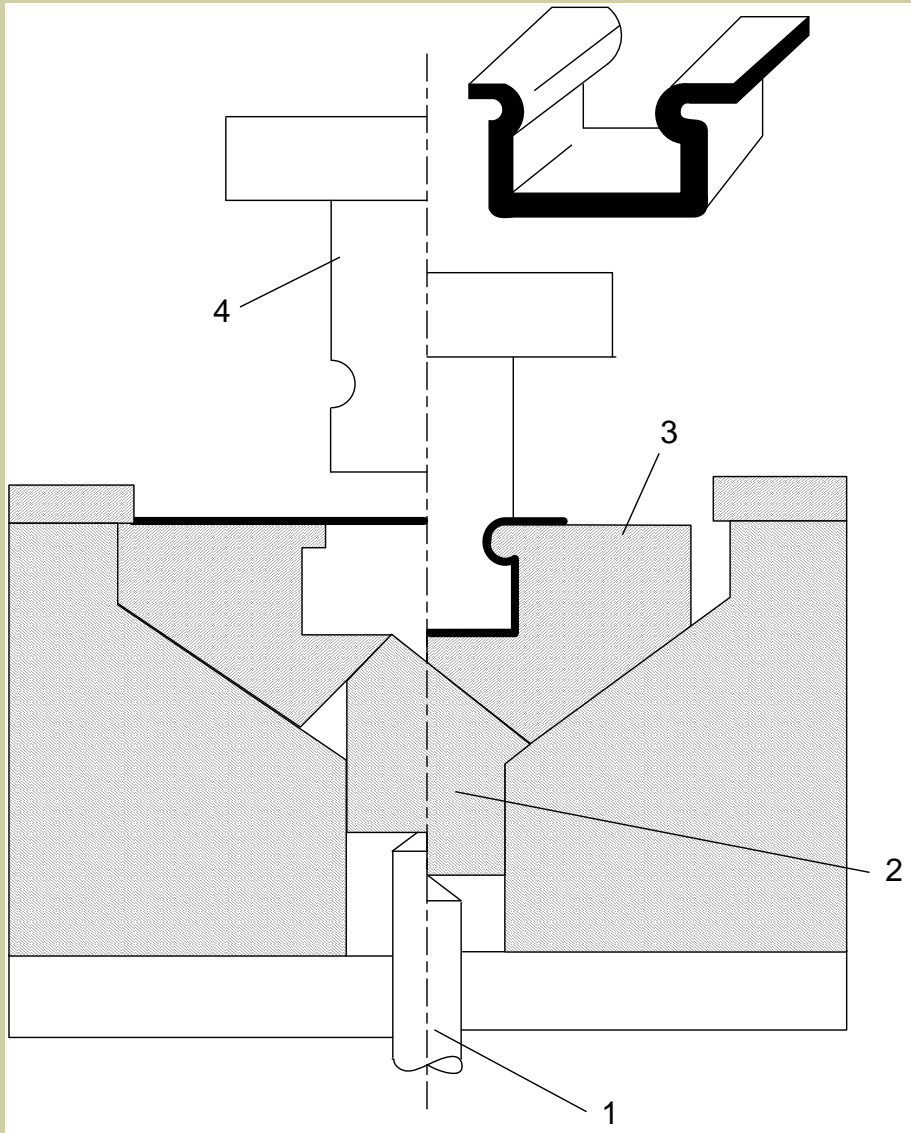
A hajlított munkadarab előállításához szükséges kiinduló lemezméretet, a kiterített hosszt, annak figyelembevételével határozhatjuk meg, hogy a semleges szál hossza nem változik.

A hajlításkor keletkező rugalmas feszültségek a hajlító erő megszűntetése után rugalmas visszatérítő nyomatékokat eredményeznek, amelynek következtében a hajlított alak megváltozását okozó visszarusugózás következik be. A visszarusugózás következményeként megváltozik a hajlított munkadarabon a hajlítási sugár és a hajlítási szög is.

A megengedett minimális hajlítási sugár a szélső szálban bekövetkező esetleges repedés miatt korlátozott.

# Autóipari alakítástechnológia

## Ékes mozgató és billenő pofás hajlító szerszámok

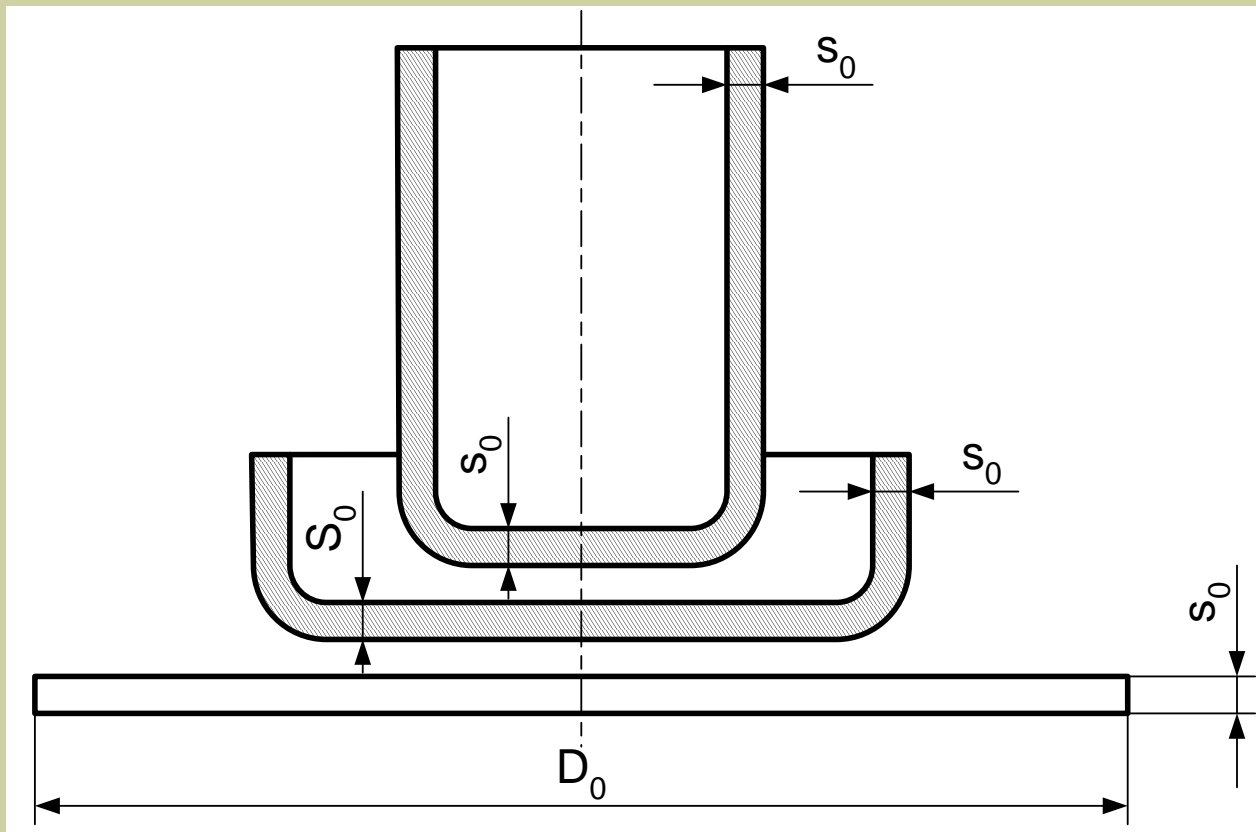


# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

Mélyhúzással sík lemezből (felállító húzás), vagy üreges előgyártmányból (tovább húzás) üreges testet állítunk elő.

A mélyhúzás két alapvetően különböző változata a falvékonyítás nélküli és a falvékonyító mélyhúzás.

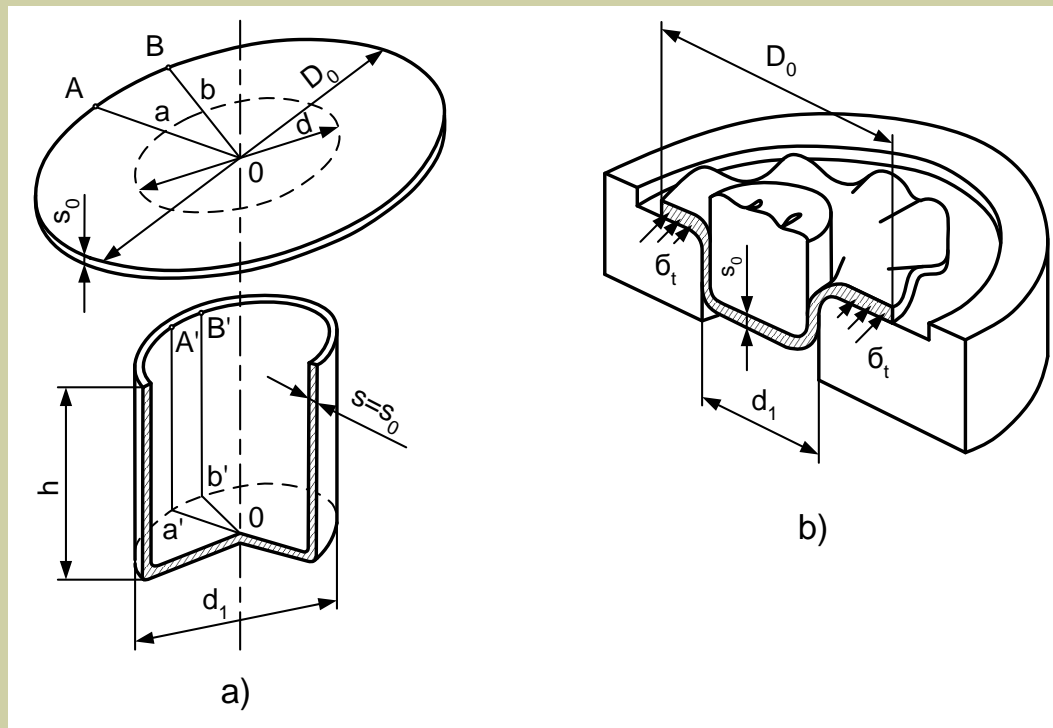


# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

A mélyhúzás során a lemez meglehetősen bonyolult alakváltozási folyamaton megy keresztül.

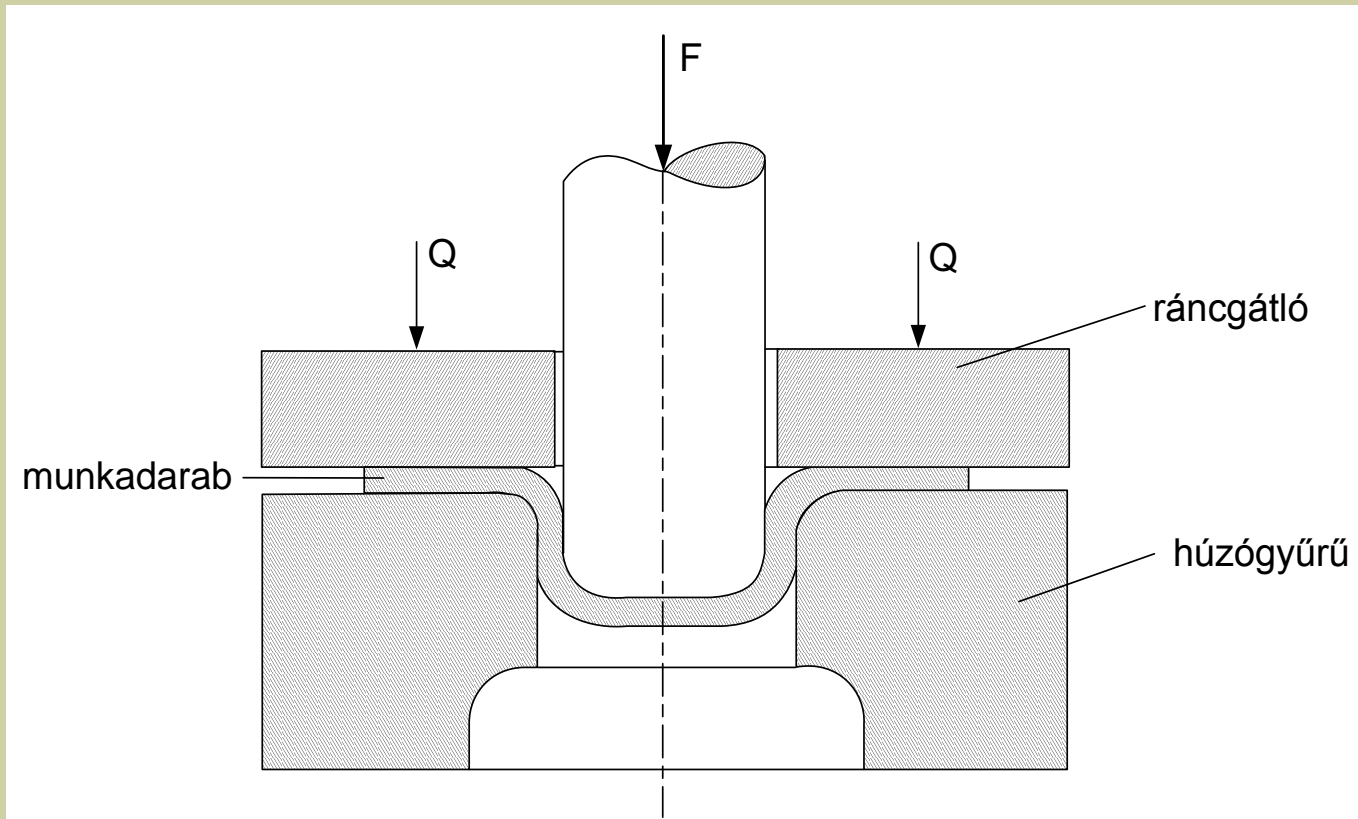
A peremfelületen anyagfelesleg van: a tangenciális irányban ható nyomófeszültségek hatására jelentős rövidülés következik be, amely ráncosodáshoz vezethet.



# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

A gyakorlati mélyhúzási feladatok többségénél a ráncképződést ráncgátló szerszámelem alkalmazásával kell megakadályozni.



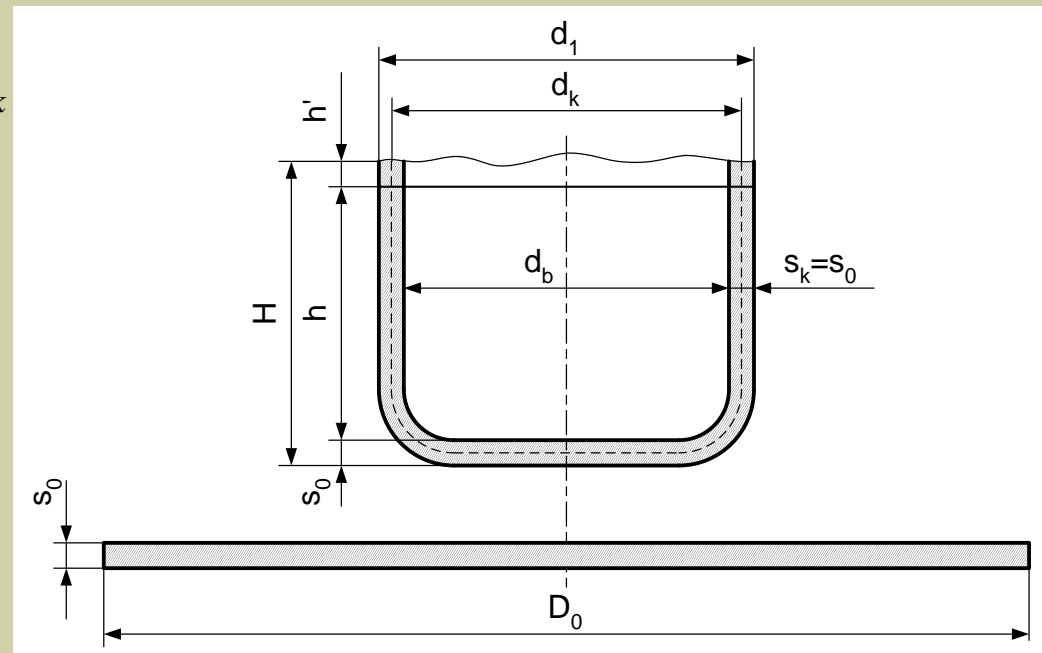
# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

A teríték átmérője a térfogat-állandóság feltételéből határozható meg. Ha az edényfenék lekerekítését elhanyagoljuk, a húzás utáni közepes falvastagsággal számolunk és  $h'$  levágási ráhagyást veszünk:

$$\frac{D_0^2 \pi}{4} s_0 = \frac{d_k^2 \pi}{4} s_k + d_k \pi h + h' s_k$$

$$D_0 = \sqrt{\frac{s_k}{s_0} \left[ d_k^2 + 4d_k h + h' \right]}$$



# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

A teríték átmérője általános esetben a Pappus-Guldin tételből határozható meg:

$L_i$  – az egyes meridián szakaszok hossza,

$r_i$  – az egyes meridián szakaszok súlypontja.

$$\frac{D_0^2 \pi}{4} = 2\pi \sum_{i=1}^n L_i \cdot r_i$$

$$D_0 = \sqrt{8 \sum_{i=1}^n L_i \cdot r_i}$$



# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

A falvékonyítás nélküli mélyhúzásnál az átmérőváltozás nagyságának jellemzésére a húzási fokozati tényezőt használjuk. A húzási fokozati tényező ( $m$ ) a húzóbélyeg átmérőjének és a kiinduló darab átmérőjének hányadosa, azaz kezdő húzásnál az előhúzó fokozati tényező:

$$m_o = \frac{d_1}{D}$$

A továbbhúzások során a tovább húzási fokozati tényezők:

$$m_1 = \frac{d_2}{d_1} ; m_2 = \frac{d_3}{d_2} ; \dots m_i = \frac{d_{i+1}}{d_i}$$

# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

Minél nagyobbak a mélyhúzandó anyag képlékenységével kapcsolatos anyagvizsgálati mérőszámok, továbbá a fajlagos vastagság ( $s/D$ ), annál nagyobb alakváltozást lehet megengedni egy húzási fokozatban, azaz annál kisebb lehet a húzási fokozati tényező.

A húzási fokozati tényező megengedhető értéke számos tényezőtől függ;

- a húzógyűrű és a húzóbélyeg közötti húzóréstől,
- a mélyhúzó szerszám anyagától,
- a lemezzel érintkező szerszám-elemek felületének állapotától,
- a kenőanyagtól, a kenés mértékétől, valamint attól, hogy
- hányadik mélyhúzási műveletről van szó.

# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

A húzási fokozati tényezők értékei a húzások során növekednek

$$m_0 < m_1 < m_2 < \dots < m_n$$

azaz, az egymást követő húzások során egyre kisebb alakváltozás valósítható meg. Az egymást követő húzási műveletek során a munkadarab átmérők az alábbiak szerint számíthatók ki:

$$d_1 = m_0 D,$$

$$d_2 = m_1 d_1 = m_1 m_0 D,$$

$$d_3 = m_1 d_2 = m_1^2 m_0 D,$$

...

$$d_n = m_1 d_{n-1} = m_1^{n-1} m_0 D.$$

# Autóipari alakítástechnológia

## Mélyhúzás

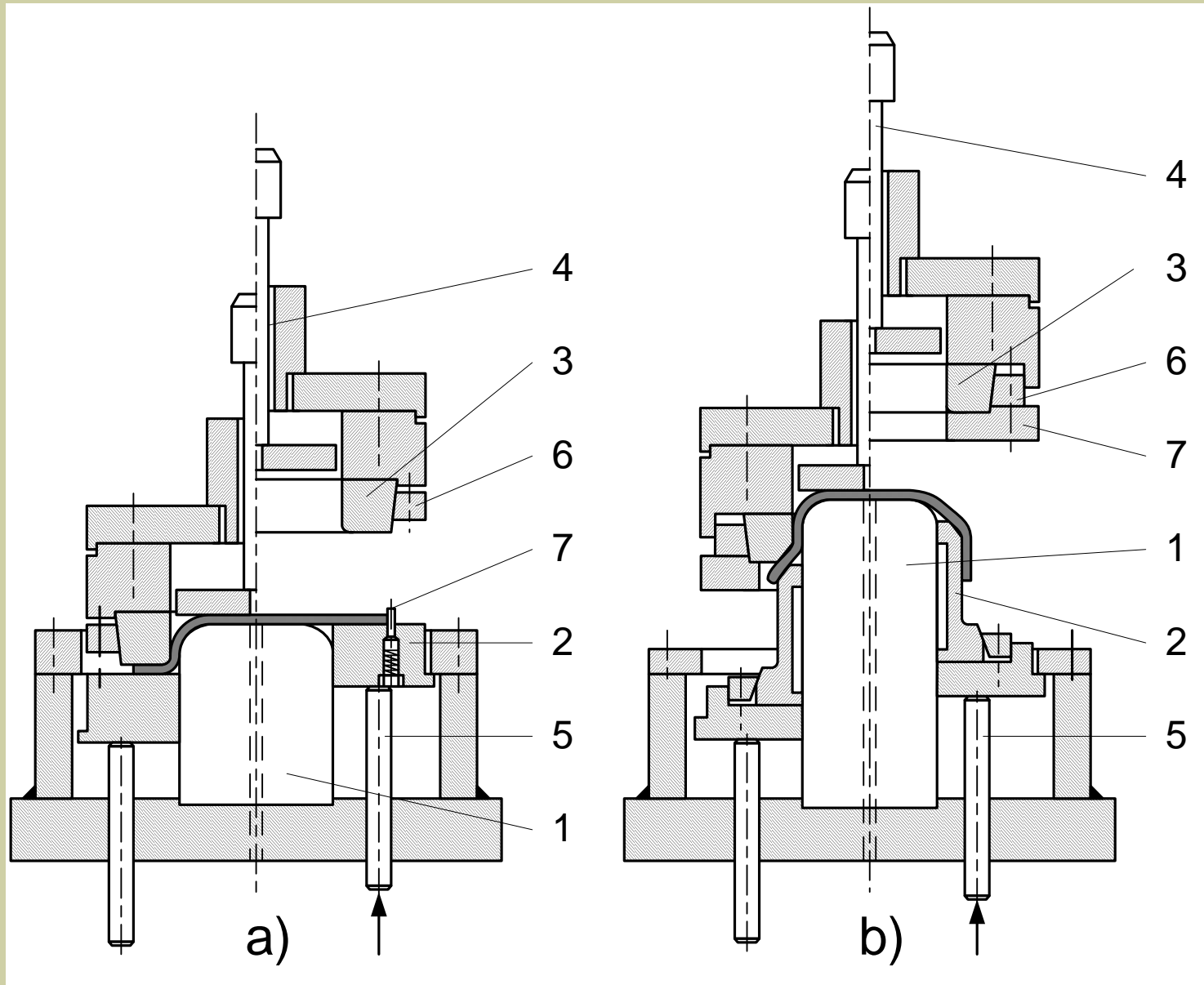
**A mélyhúzó műveletek során az alakított fém felkeményedik a további alakíthatóság feltételei romlanak.**

**Újrakristályosító izzítás, lágyítás közbeiktatása nélkül az egymást követő húzási műveletek során egyre kisebb alakváltozás engedhető meg, azaz a húzási fokozati tényező értékét növelni kell**

**Ha a húzási műveletek között lágyítást alkalmazunk, akkor a továbbhúzásnál ismét nagyobb alakváltozást, azaz kisebb húzási fokozati tényezőt engedhetünk meg.**

# Autóipari alakítástechnológia

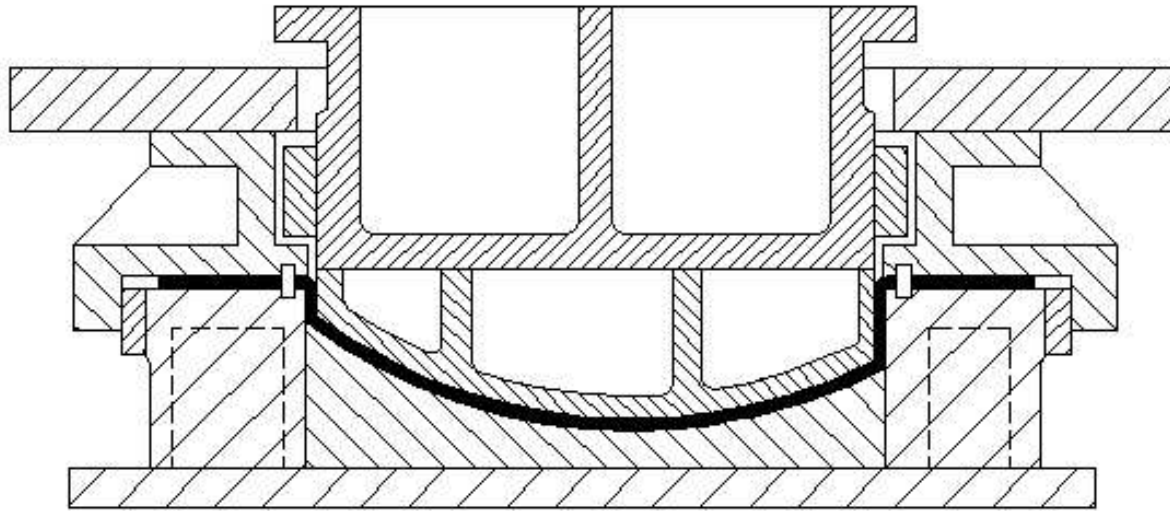
## Ráncgátlós mélyhúzó szerszámok



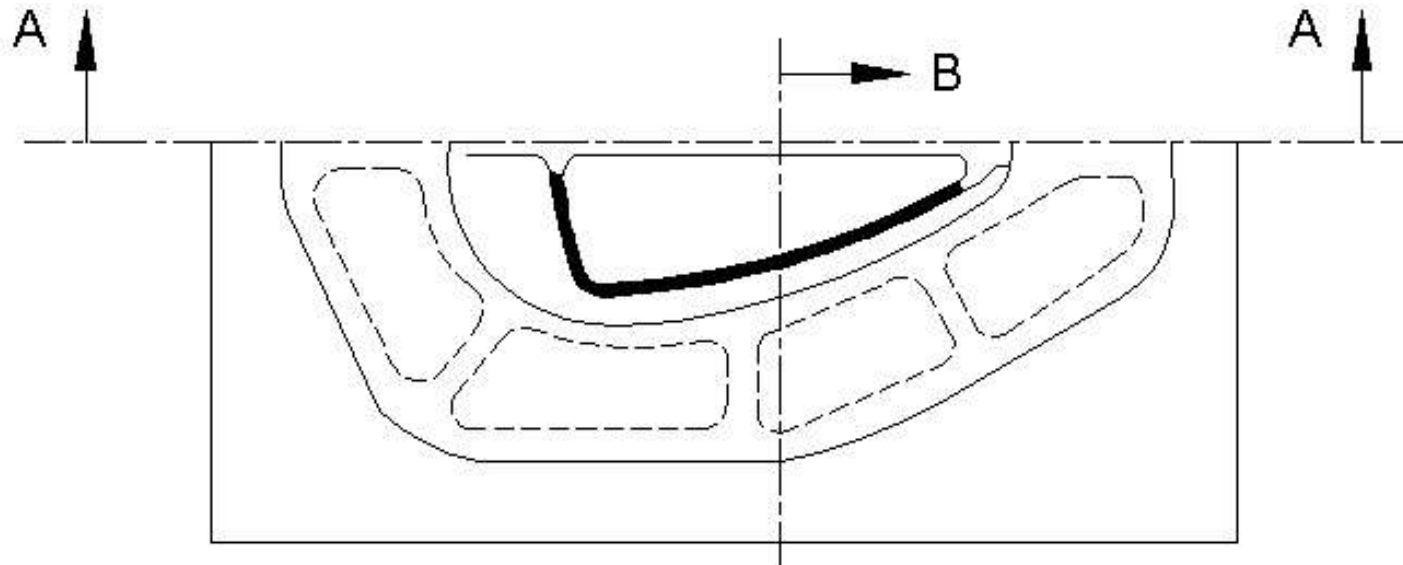
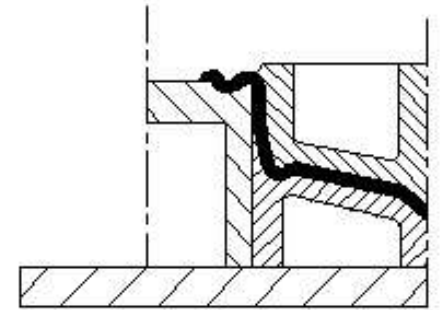
# Autóipari alakítástechnológia

## Nagy méretű karosszéria húzó szerszám

A-A metszet

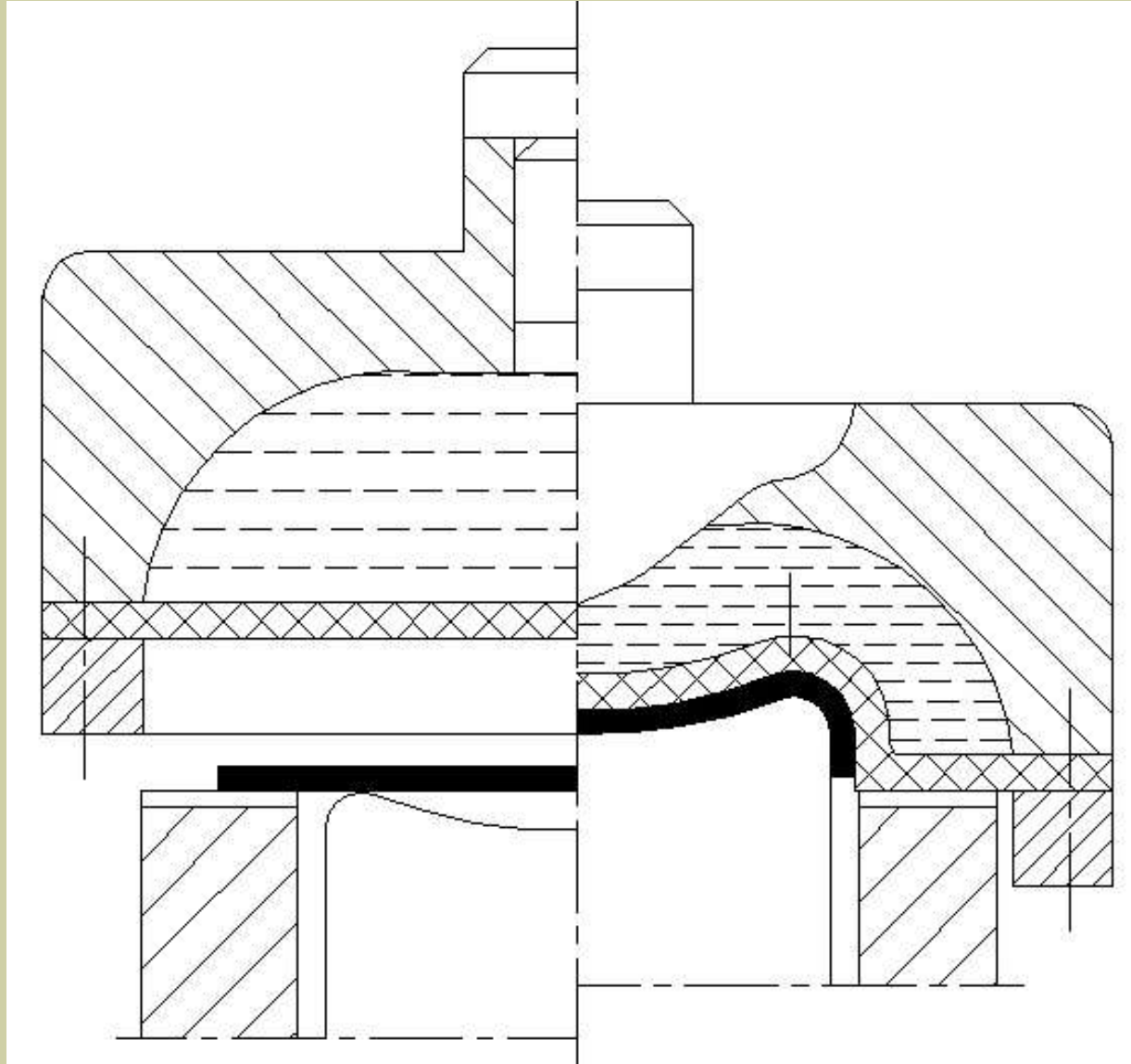


B-B metszet



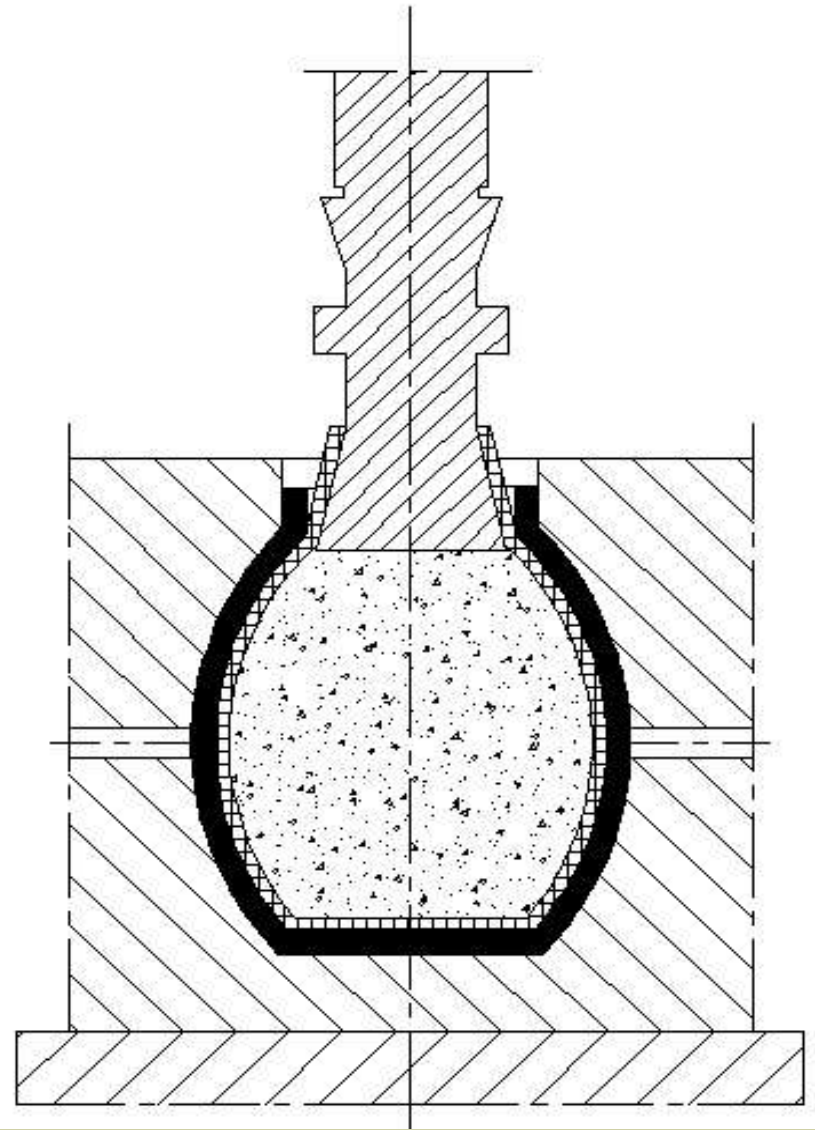
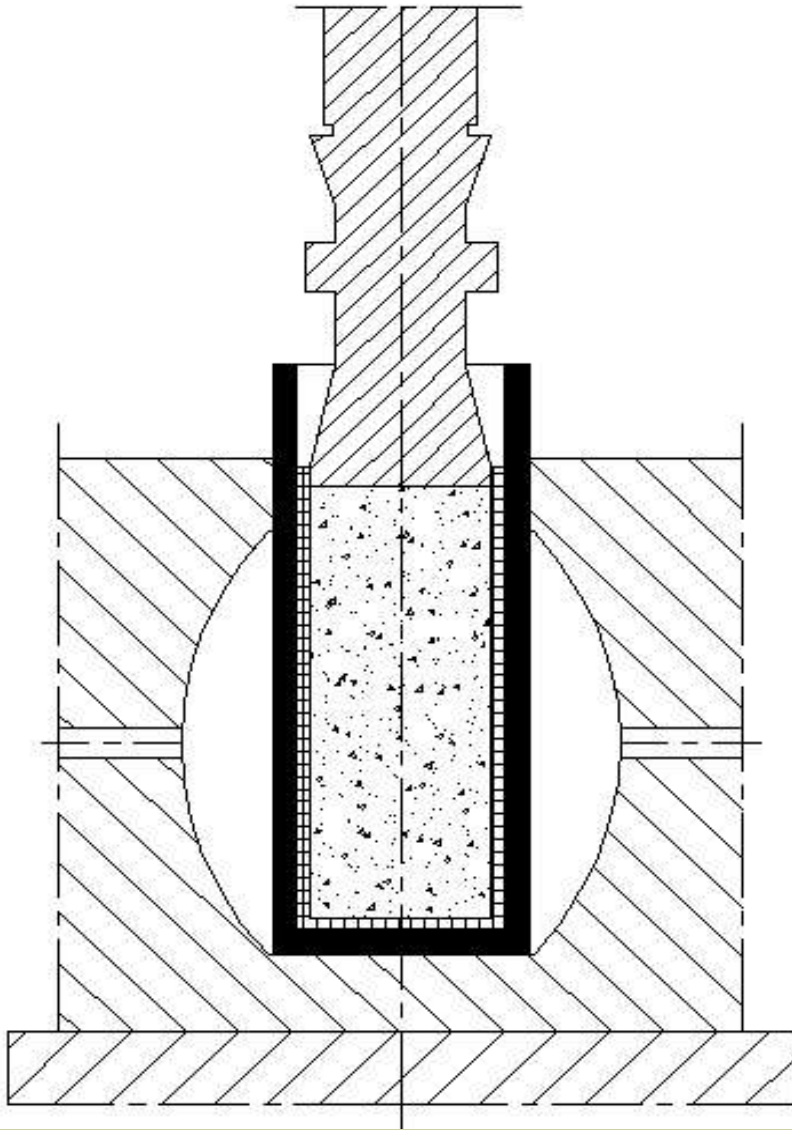
# Autóipari alakítástechnológia

## Hidroform húzó szerszám



# Autóipari alakítástechnológia

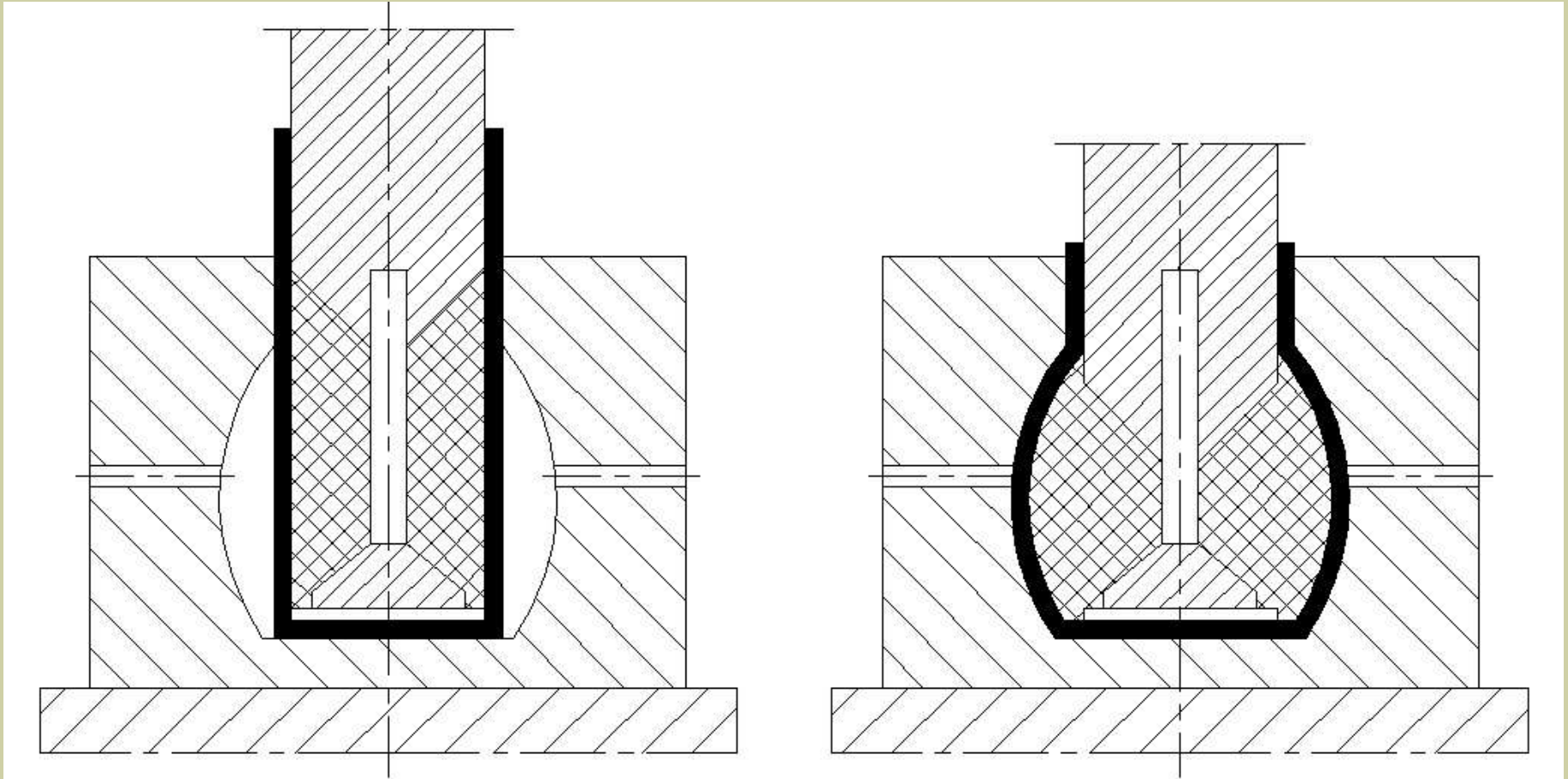
## Edény tágítása folyadékkal





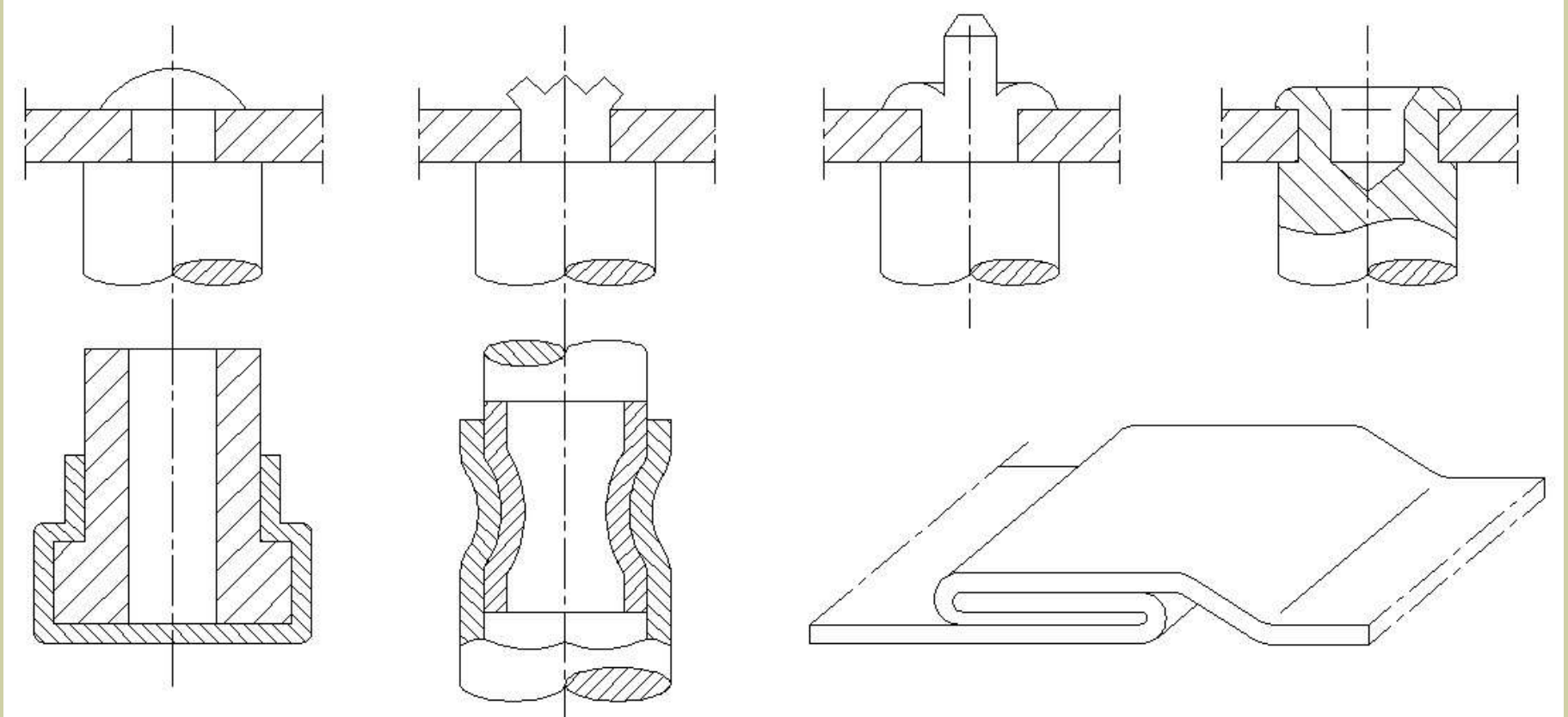
# Autóipari alakítástechnológia

## Edény tágítása gumi betéttel



# Autóipari alakítástechnológia

## Képlékenyalakítással létrehozott kötések



# Autóipari alakítástechnológia

## Fémnyomás

