

Gyártástechnológia II.

6. előadás:

Kivágás és lyukasztás

előadó: Dr. Szigeti Ferenc
főiskolai tanár

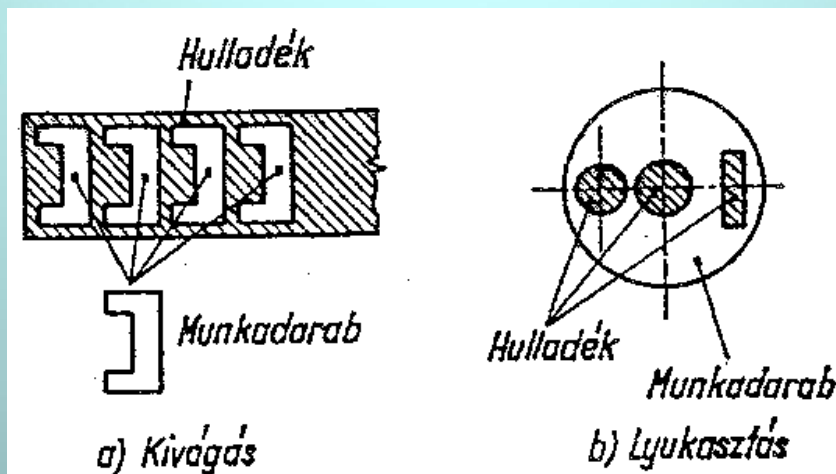
Alapfogalmak

Kivágás és lyukasztás műveletek: sajtoló szerszámmal, zárt körvonal mentén végzett vágások.

- kivágás: kieső rész → munkadarab
 - lyukasztás: kieső rész → hulladék
- } vágás mechanizmusa, szerszám működése azonos → kivágás

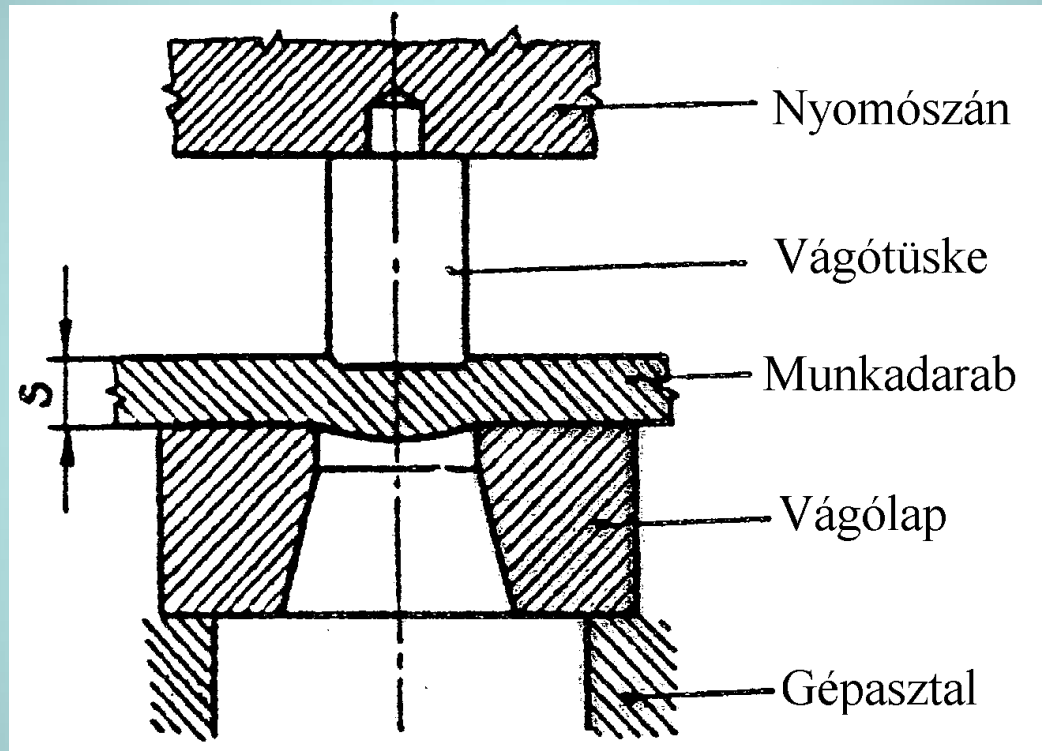
➤ A kivágott rész kevésbé görbül, mint ollóval való vágásnál, mert:

- a vágóelemek palástján kisebb normálfeszültség hat,
- szerepet játszik a leszorított anyagrész merevsége.



Kivágás és lyukasztás elve

Kivágás és lyukasztás

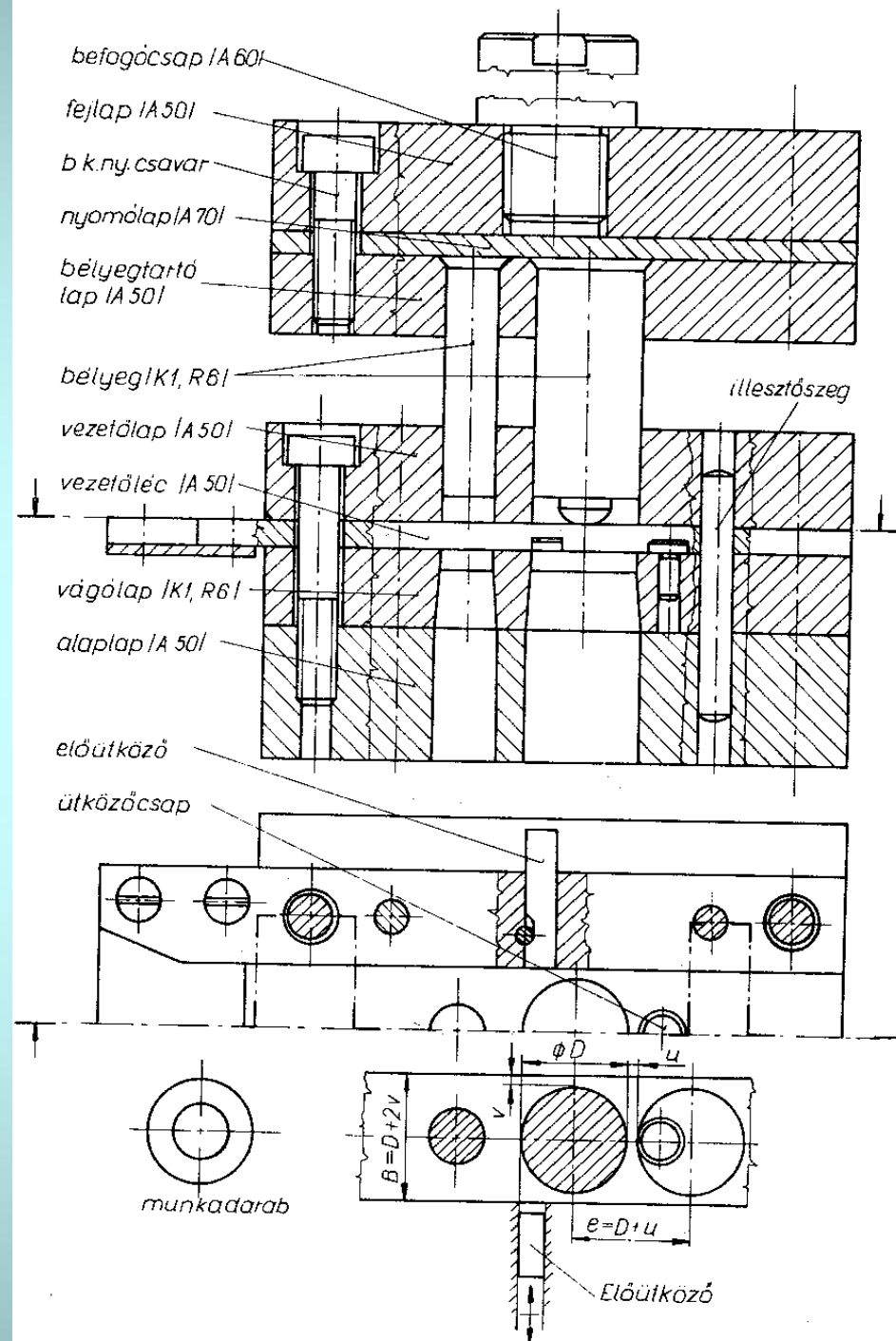


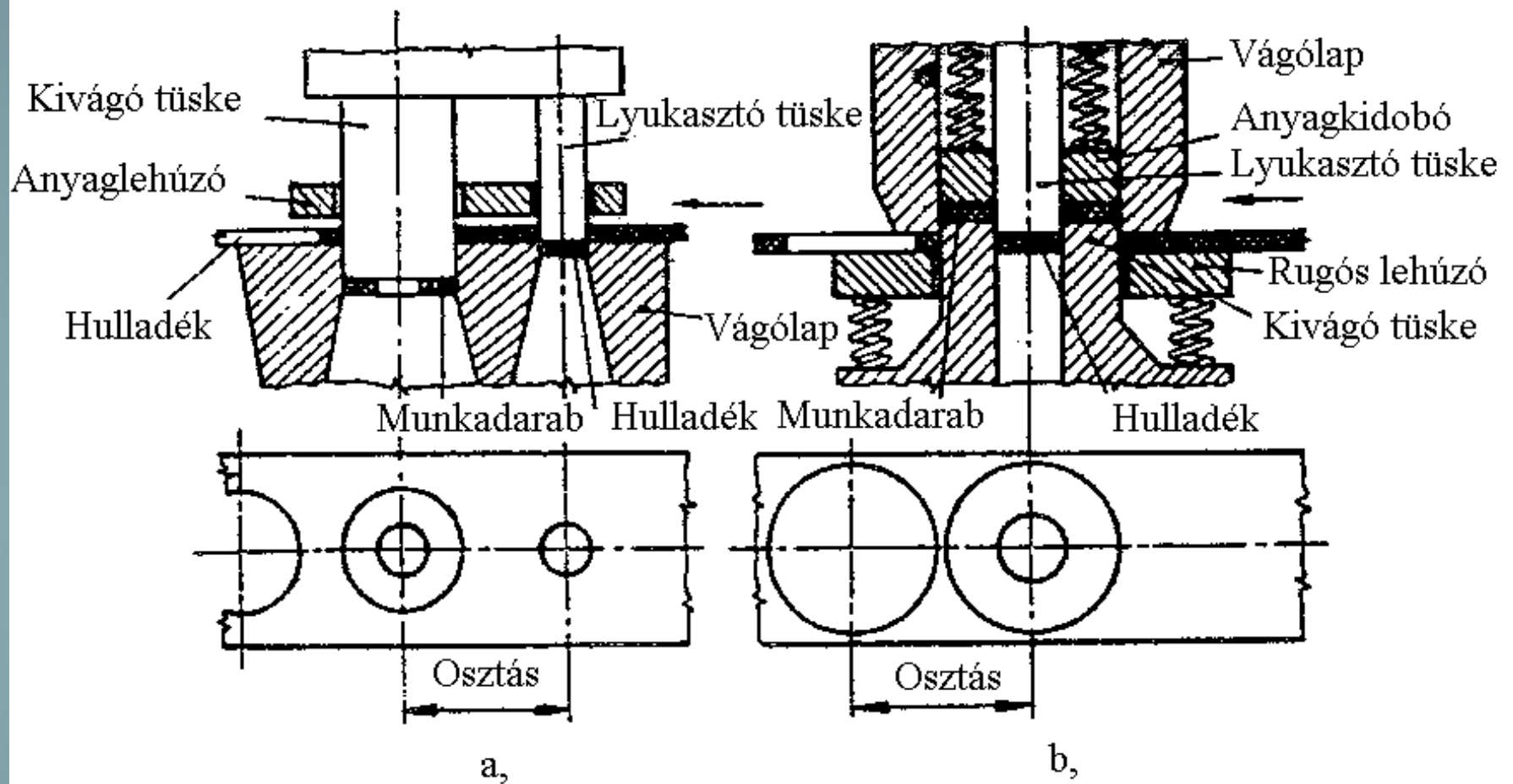
A kivágószerszám elvi felépítése

Kivágás és lyukasztás

- ***Kivágó- lyukasztó szerszám működése:*** lemezsáv betolása ütközésig → szerszám összezár → kivágás → munkadarab kihullik a szerszámból → szerszám szétnyitása → ismétlés
- ***A szerszám aktív elemei:***
 - bélyeg
 - vágólap (matrica) áttöréssel
 - helyzetmeghatározó elemek: vezetőléc, helyrehúzó csap
- Egy munkadarabon lehet: kivágás, lyukasztás, kicsípés, stb., hajlítás – ezek végezhetőek:
 - sorban, egymást követően: ***sorozatszerszám***,
 - egyesítve, összevonva: ***egyesített szerszám***.

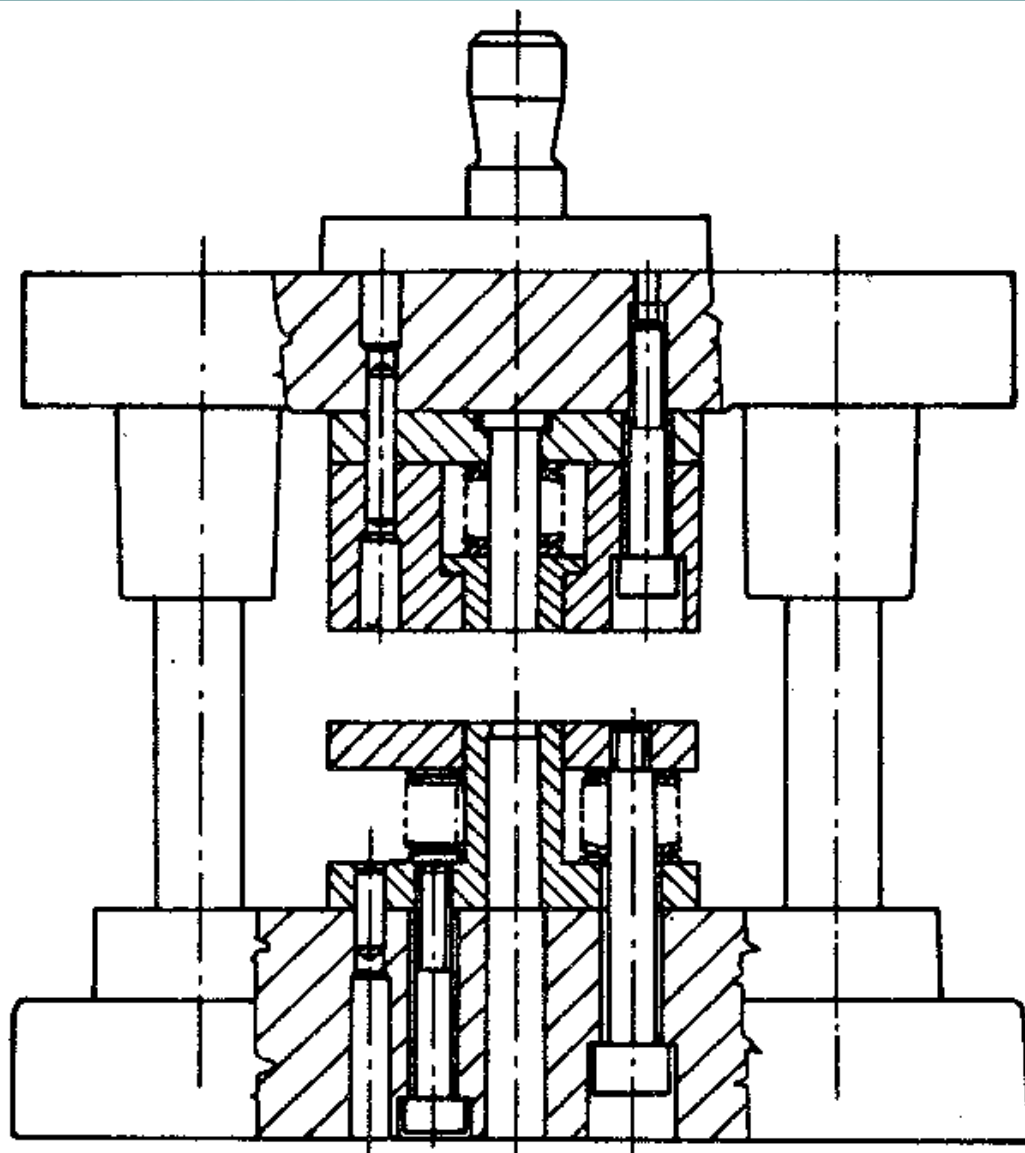
Merevütközős,
helyrehúzó csapokkal
ellátott vezetőlapos,
sorozat lyukasztó-kivágó
szerszám rajza





Kettős működésű vágószerszámok működési elve

a, sorozat szerszám b, egyesített szerszám



Kivágás-lyukasztás egyesített szerszámban

Kivágás és lyukasztás

➤ **A sáv-ütköztetés módjai:**

a, orros ütközőcsappal: ütköztetés a sáv végső élén,

b, hulladéksáv belső kontúrján: kerek ütközőcsappal,

c, oldalütközővel: oldalvágó bélyeg alkalmazásával.

➤ A sáv előtolása történhet: külön előtoló berendezéssel (ekkor nem kell ütköző) de: helyrehúzó csap igen!

➤ **Fogalmak:**

- hídszélesség (u)
- széltávolság (v)
- ráhagyás oldalvágásra (w)

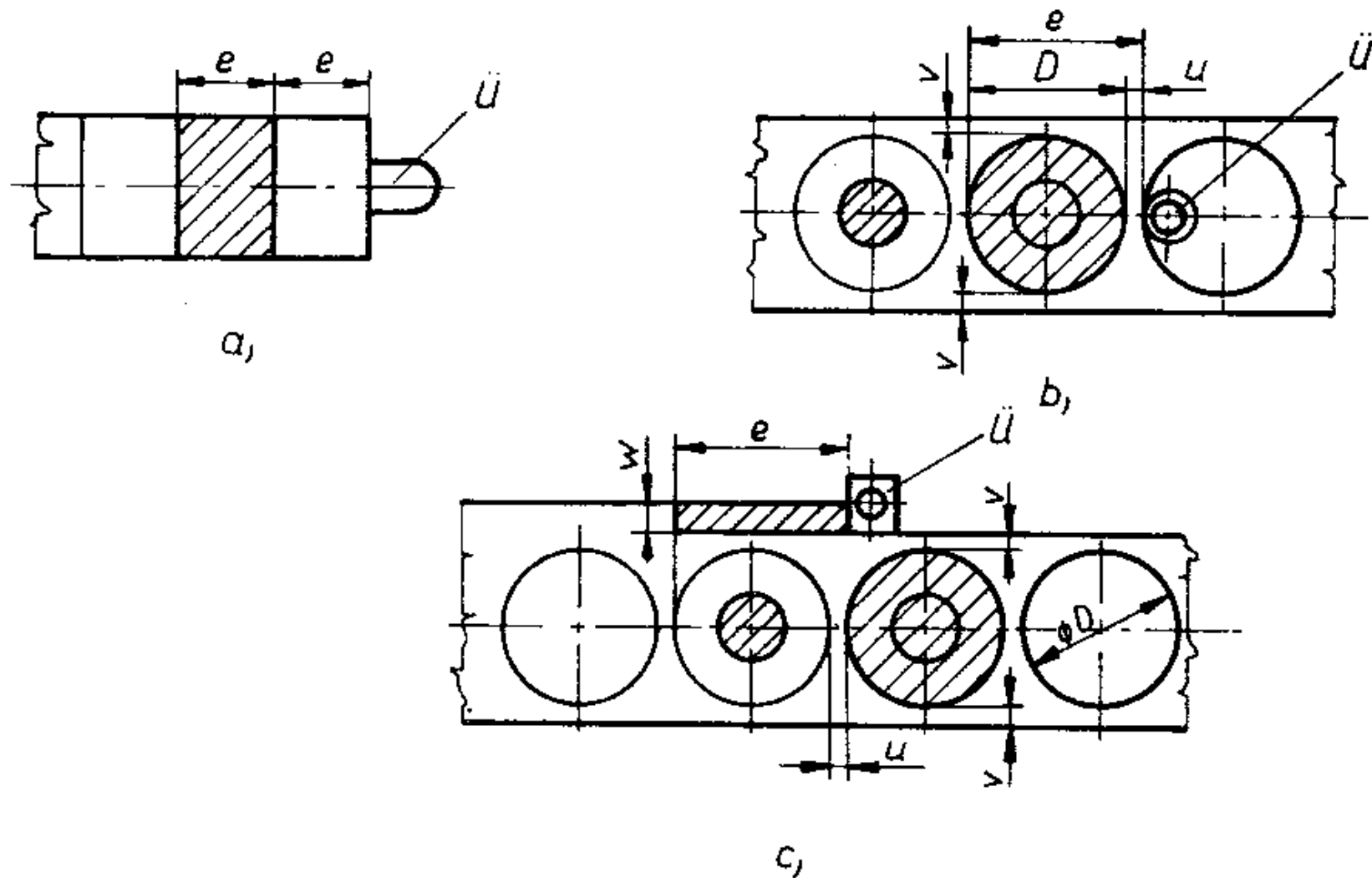
gazdaságosság miatt: a lehető legkisebbre kell venni!

➤ **Minimálisan:** $u, v = s$, ha túl kicsi u, ill. v, a szerszám palástján nagy nyomás ébred → szerszám élettartama csökken.

➤ **u,v megválasztása:** táblázatból, (MI 3438/1-74) → **nagyobb u, v kell:**

a, $s < 1\text{mm}$ (sorja ↓, híd vágórésbe való behúzása elkerülésére),

b, pontatlan előtolásnál.



Előtolás határolás: a, orros ütközőcsappal,
b, kerek ütközőcsappal,
c, oldalvágó bélyeg alkalmazásával és oldalütközővel

Ráhagyás értékek,mm-ben(MI 3438/1-74)

A lemez anyaga	Lemezvastagság s (mm)	Legkisebb széltávolság és hidszélesség, ha a hid hosszúsága kisebb 10 mm-nél	Legkisebb széltávolság és hidszélesség, ha a hid hosszúsága 10-80 mm közötti	Legkisebb széltávolság és hidszélesség, ha a vágott hossz nagyobb 80 mm-nél, valamint az oldalkéssel levágandó szélesség
Acél, sárgaréz, bronz	0,2 ... 0,4 0,4 ... 0,6 0,6 ... 1,0 1,0 ... 1,5 1,5 felett	1,0 0,6 0,8 1,0 1s	1,5 1,0 1,5 2,0 1,2s	2,5 1,5 2,0 2,5 1,5s
Réz, horgany aluminium	0,2 ... 0,5 0,5 ... 1,0 1,0 ... 1,5 1,5 felett	2,0 1,0 1,5 1,2s	3,0 2,0 2,5 1,5s	4,0 3,0 3,5 2s
Keménypapír, fiber, tömítőanyag, karton	0,2 ... 0,4 0,4 ... 1,0 1,0 felett	2,0 1,5 2s	3,0 2,5 2,5s	5,0 4,0 4s
Filc		1,0s, de legalább 4,0	1,5s, de legalább 6,0	-

Kivágás és lyukasztás

➤ *Az előállítható lyuk legkisebb mérete:*

- a bélyegben ébredő nyomófeszültség megengedett értéke határozza meg.

$$\sigma_{ny} = \frac{F}{A} = \frac{d \cdot \pi \cdot s \cdot \tau_m}{\frac{d^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{4 \cdot s}{d} \cdot \tau_m \leq \sigma_{meg.bélyeg} \rightarrow d_{min} = \frac{4 \cdot s \cdot \tau_m}{\sigma_{meg.bélyeg}}$$

d_{min} : a kivágható legkisebb átmérő

- lágyacél lemeznél $d_{min} \approx s$

- elérhető: $d_{min} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{4} \right) s$, finomkivágással + kihajlást

megakadályozó konstrukcióval.

A kivágás művelettervezése

a, Gazdaságos elrendezési terv (lemezterv)

- **Lemezterv:** munkadarabok elrendezése a lemezen (hídszélesség, széltávolság, oldalvágásra való ráhagyás feltüntetésével);
- A kivágás akkor gazdaságos, ha legjobb az anyagkihozatal (legkevesebb a hulladék, veszteség):

- **anyagkihozatali tényező:**
$$\xi = \frac{n \cdot A_h}{A_{\text{ö}}} \cdot 100 \%$$

A_h : egy munkadarab külső körvonala által határolt terület,

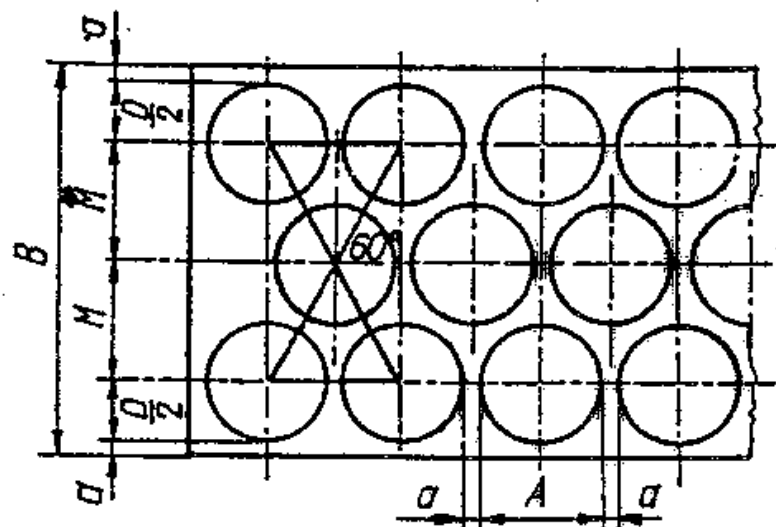
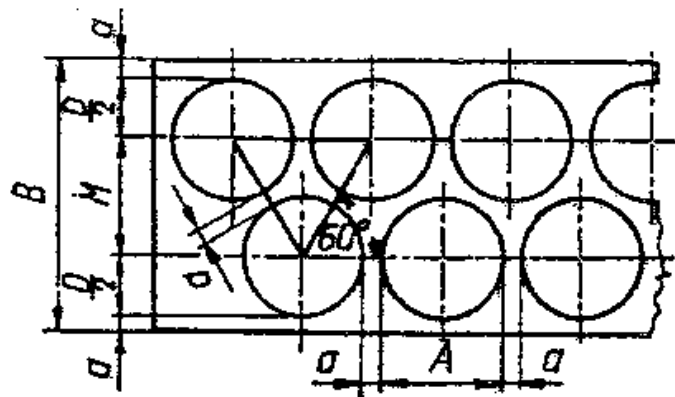
n : a kivágható munkadarabok száma,

$A_{\text{ö}}$: a lemez összes területe.

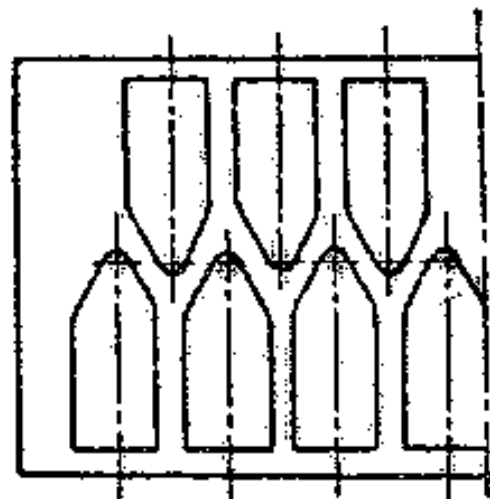
- **ξ javítható:** a munkadarabok
 - elforgatásával, eltolásával,
 - egymásba tolásával, több sorba helyezésével,
 - hulladék felhasználásával.

➤ **Az anyag tényleges hasznosításának képlete:**
$$\xi = \frac{n \cdot A_t}{A_{\text{ö}}} \cdot 100 \%$$

- **Elrendezési példák:** 1-2-3 soros; ha a sorok száma nő; $\xi \uparrow$; szerszámköltség $\uparrow$; részletes vizsgálat, elemzés szükséges!



Kör alakú munkadarab két- és háromsoros elhelyezése fél osztással eltolva



A munkadarab elhelyezése fordítási kivágáshoz



a,



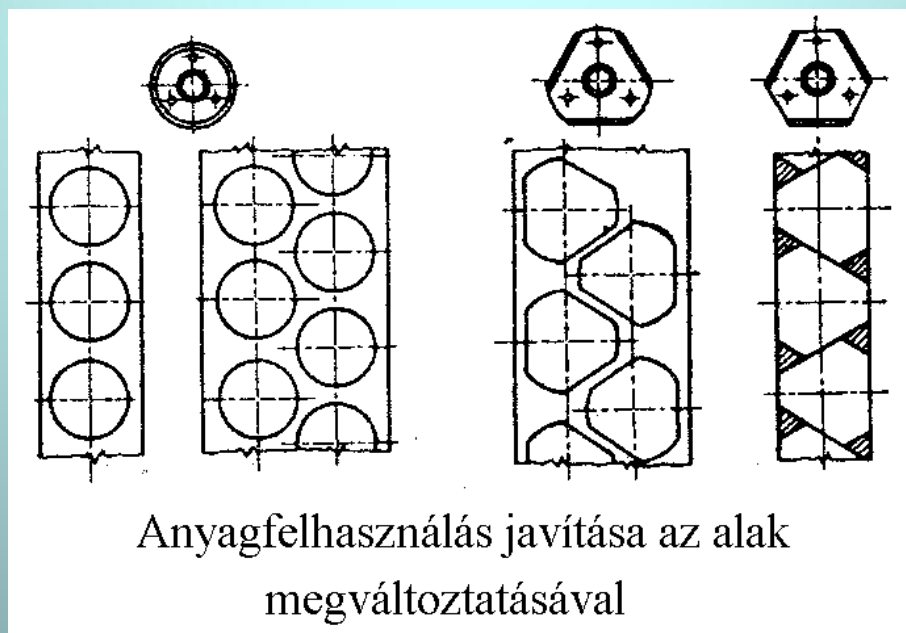
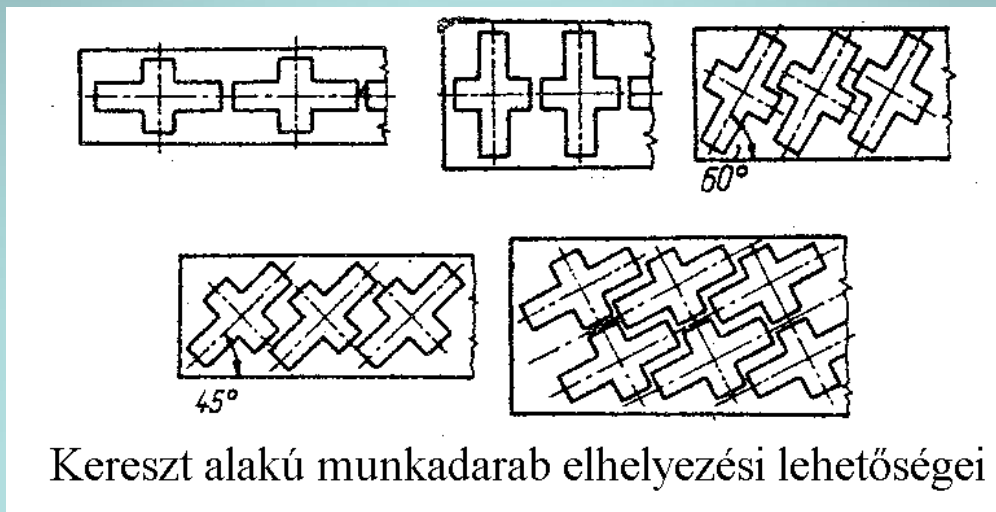
b,



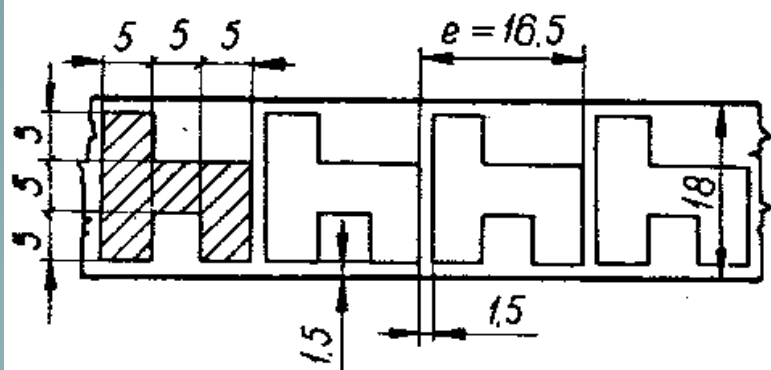
c,

Anyagkihozatal javítása a hulladék felhasználásával

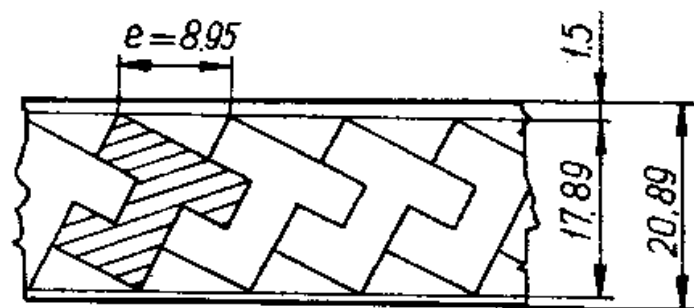
Elhelyezési példák alakvesztés csökkentésére



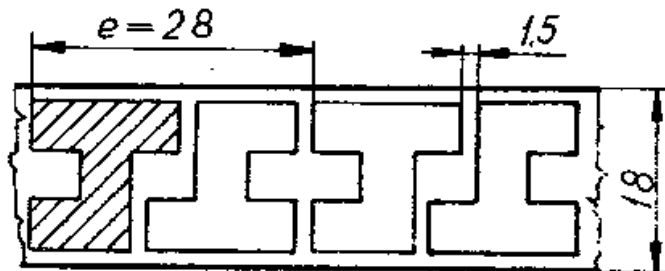
Az anyagkihozatali tényező különböző elrendezéseknél



a, $\xi = 50,5\%$



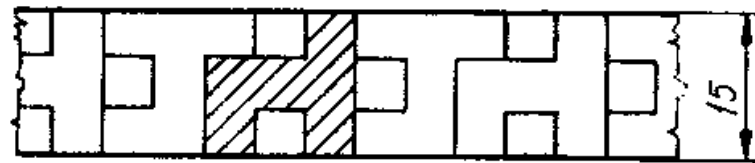
b, $\xi = 80,2\%$



c, $\xi = 59,5\%$



d, $\xi = 80\%$ $e = 25\text{ mm}$

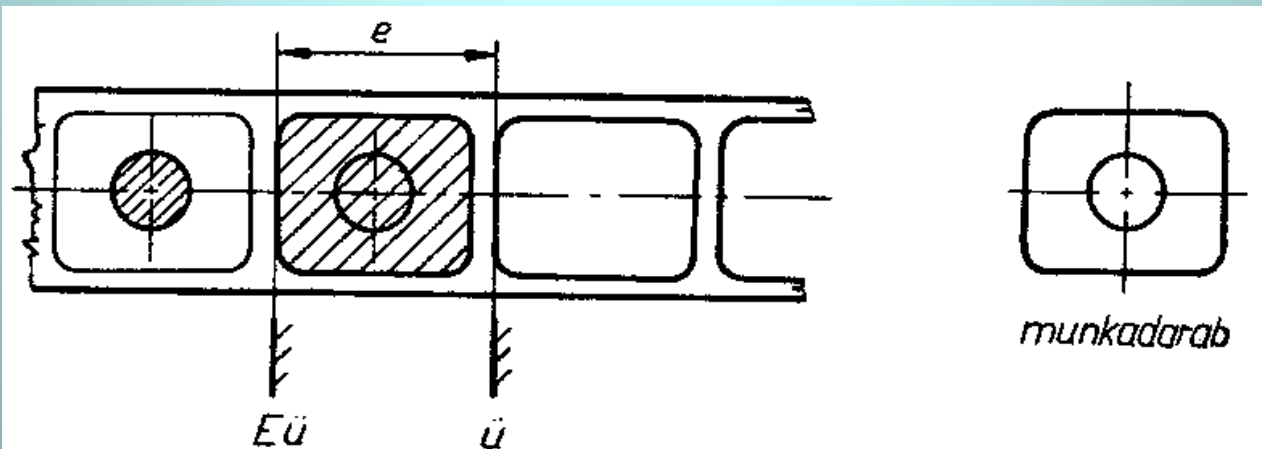


e, $\xi = 80\%$ $e = 25\text{ mm}$

A kivágás művelettervezése

b, Sávterv:

- *szemlélteti*: - a munkadarab elhelyezését a sávon, a méreteket (hídszélesség, széltávolság),
- az elvégzett műveleteket (helyzet-meghatározás, alakítás, hulladékdarabolás),
 - az elvégzett műveletek helyét,
 - az előtolás nagyságát.

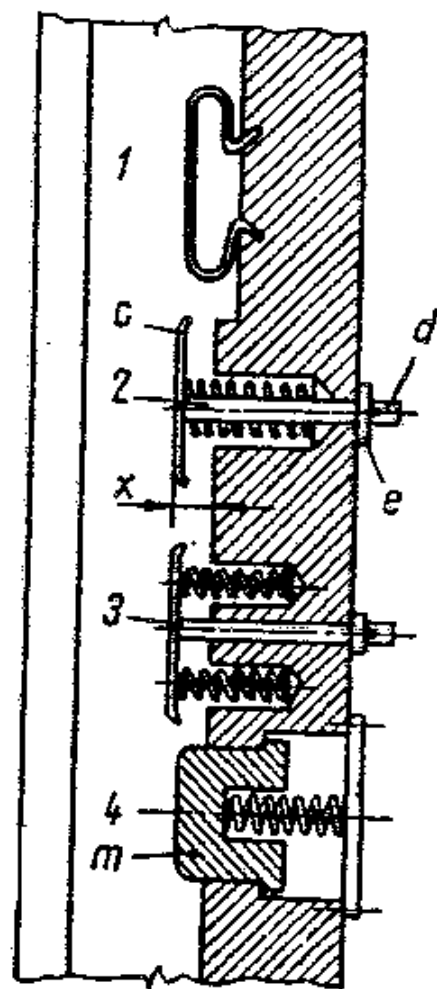


Egysoros, egyszeres, előütközős lyukasztás-kivágás sávterve

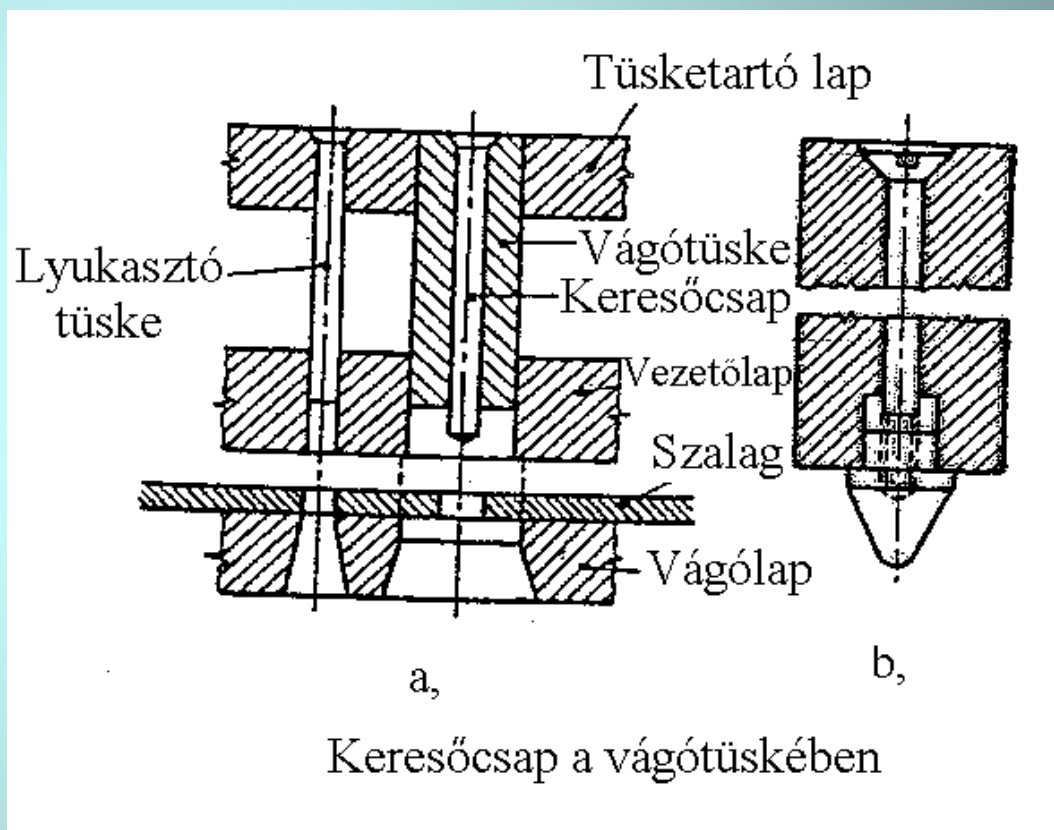
($E\ddot{u}$: előütköző, $\ddot{u}$: ütköző)

A kivágás művelettervezése

- A *helyzetmeghatározás* a következőket jelenti:
- két vezetőléc közti megvezetést, valamint
 - ütköző elemeken való előtolás-határolást
- } jelent
- oldalrugós sávvezetés: pontosabb!
 - az előző műveletekben elkészített lyukakba bejáró *helyrehúzó-csap* segíti a sáv tájolását.

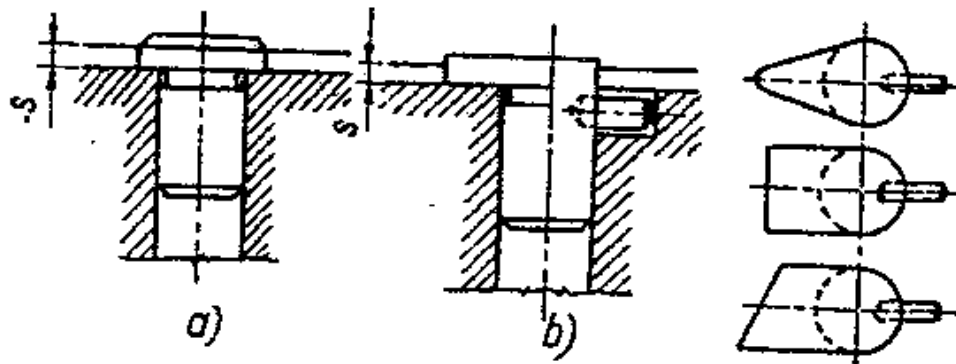


Oldalrugós anyagvezeték



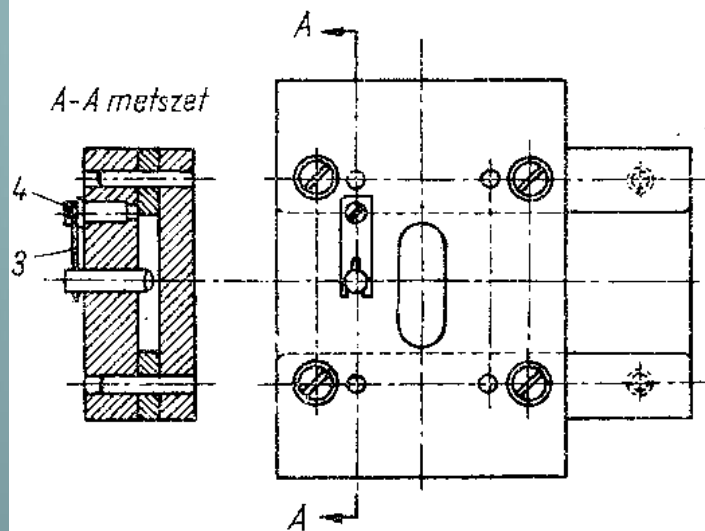
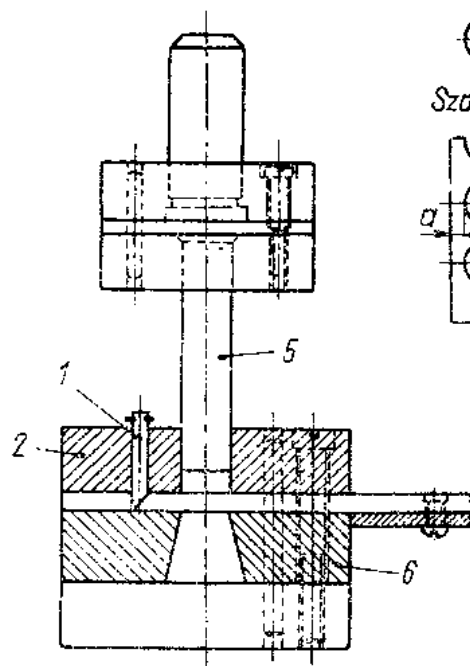
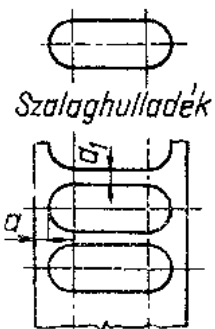
A kivágás művelettervezése

- **Az előtoláshatárolók** (szerszámba beépített) **típusai:**
- merev ütközők (hengeres fejű és orros),
 - mozgó ütközők, helyrehúzó csapok,
 - oldalütközők,
 - első munkadarab kivágásánál, sáv elején: kézi működtetésű előütköző (előtolás-határolás a végleges ütköztetés eléréséig).

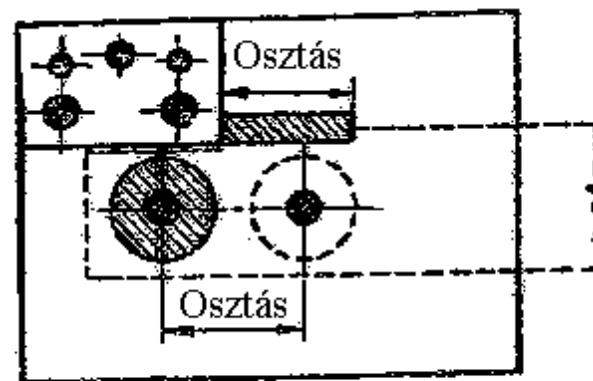


Hengeres fejű és orros ütközőcsap

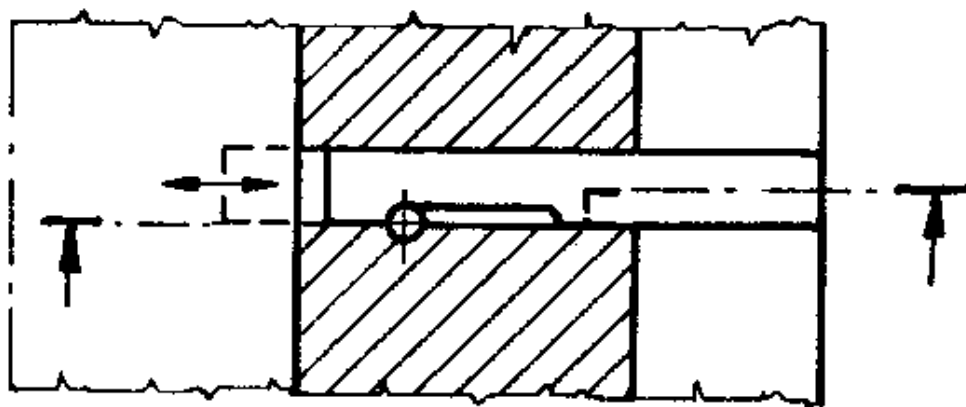
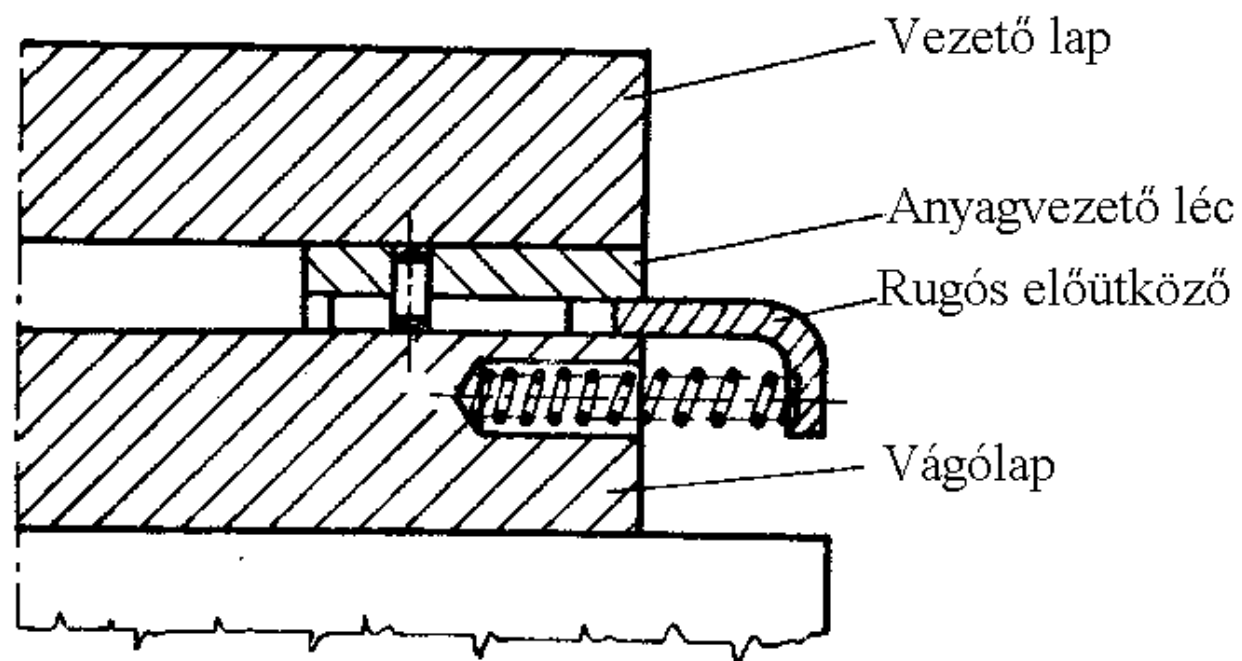
Gyártmány vázlata



Egyszeres működésű vezetőlapos vágószerszám



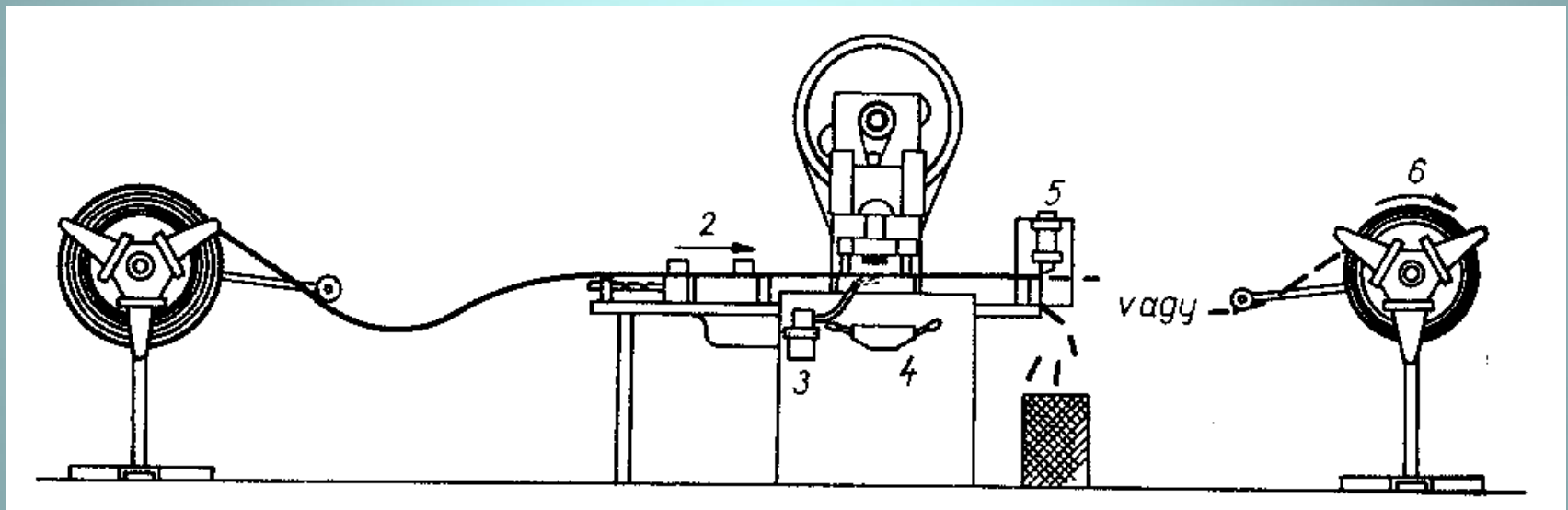
Oldalkéses ütköztetés



Rugós előütköző

A kivágás művelettervezése

Sáv előtoló egységek: pneumatikus vagy hidraulikus működtetésű, nagy pontosságú előtolást tesz lehetővé.

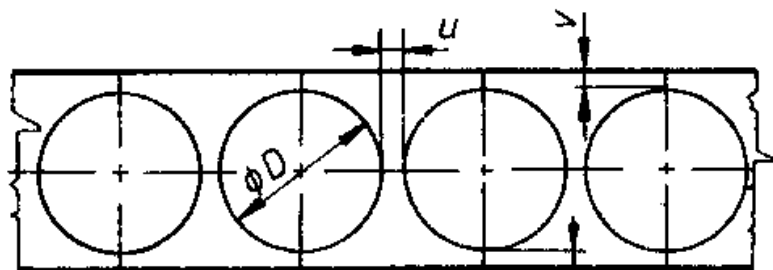


Automatizált kivágás elrendezése: 1. lecsévélő, 2. pneumatikus előtoló egység, 3. munkadarab kifúvatás, 4. kétkezes indító, 5. hulladék-daraboló, 6. sávfeltekercselés

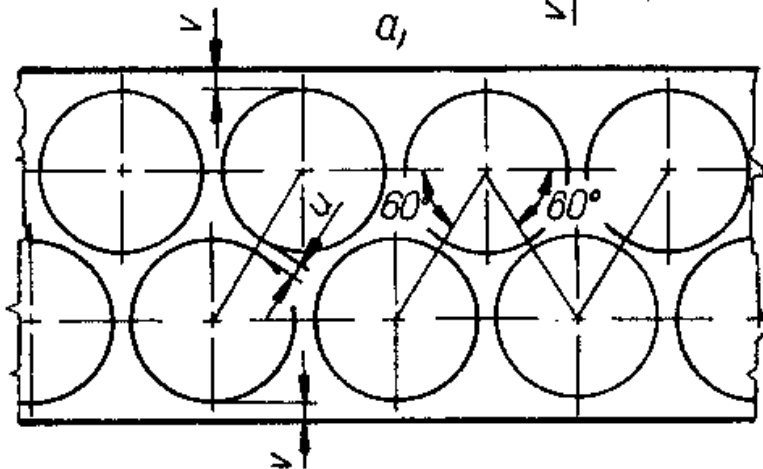
A kivágás művelettervezése

➤ *A sávterv lehet:*

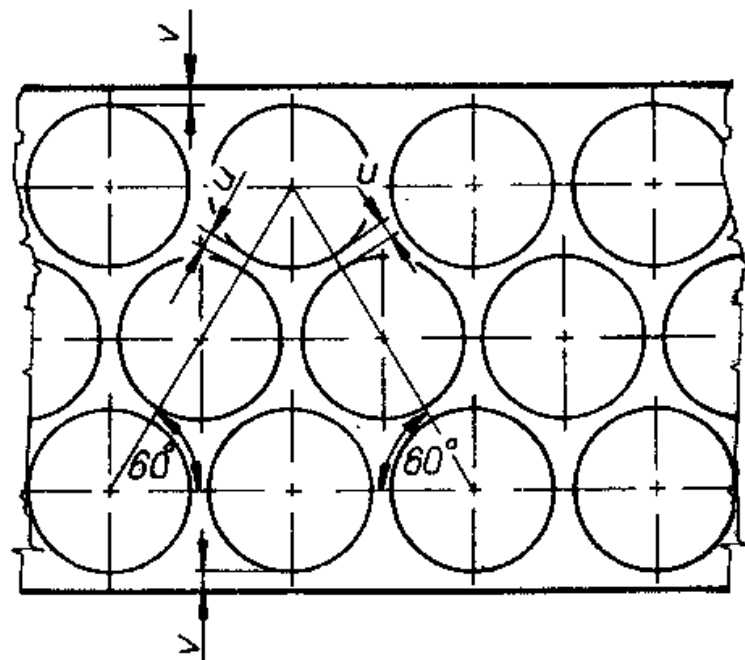
- egy vagy több soros (műveletek hány sorban elhelyezve),
- egyszeres vagy többszörös (egy löket alatt, egy sorból készülő munkadarabok száma szerint),
- sávfordító eljárás: 1. átvezetés: minden 2. munkadarab, → sáv kivétel, átfordítás, 2. átvezetés.



a₁



b₁



c₁

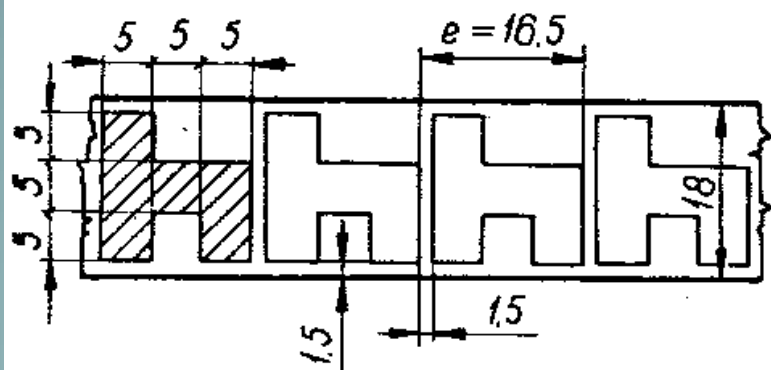
Elrendezési tervek körtárcsák kivágásához:

a, egysoros

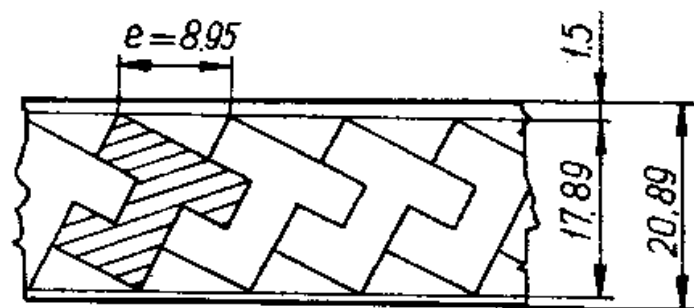
b, kétsoros

c, háromsoros

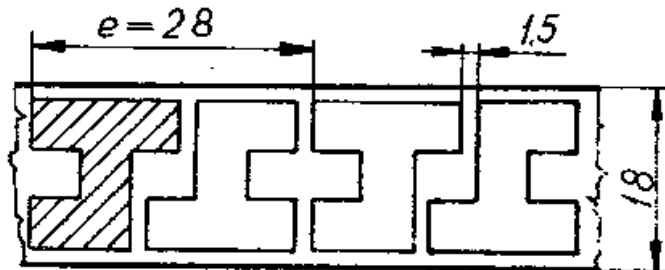
Az anyagkihozatali tényező különböző elrendezéseknél



a, $\xi = 50,5\%$



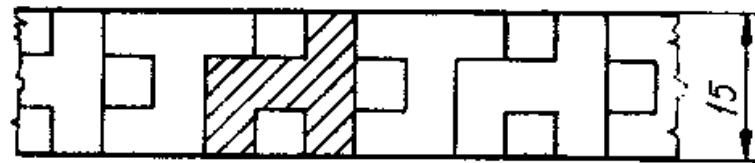
b, $\xi = 80,2\%$



c, $\xi = 59,5\%$



d, $\xi = 80\%$ $e = 25\text{ mm}$



e, $\xi = 80\%$ $e = 25\text{ mm}$

A kivágás technológiai adatai

a, Vágórés megválasztása:

- vágórés(jele z): matrica és bélyeg átmérőinek különbsége;

$$z \approx (0,04 - 0,2) s$$

- egyoldali vágórés fémekre (u_s); MI 3439/1 szerint:

$$u_s = \frac{z}{2} = c \cdot s \cdot \sqrt{\tau_m} [\text{mm}] \quad \text{ha } s \leq 3 \text{ mm};$$

$$u_s = \frac{z}{2} = (1,5c \cdot s - 0,005) \cdot \sqrt{\tau_m} [\text{mm}] , \quad \text{ha } s > 3 \text{ mm}$$

ahol τ_m : a lemez nyírószilárdsága [MPa];

s: a lemezvastagság

c: 0,0016 ÷ 0,011 tényező;

c = 0,0016: tiszta, szép vágott felület

c = 0,011: kisebb vágóerő, munka

c = 0,003: a gyakorlatban alkalmazott érték

c = 0,005 – 0,006 HM betétes szerszám

A kivágás technológiai adatai

b, Kivágó erő, maximális értéke:

- Vágóerő – bélyegút görbe;

párhuzamos vágóéleknél:

$$F_{\max} = k_v \cdot L \cdot s \cdot \tau_m [\text{N}] ;$$

$k_v = 1,1 \dots 1,3$ tényező (az élek kopottsága, ϕ , z, s, képlékeny zóna szélessége)

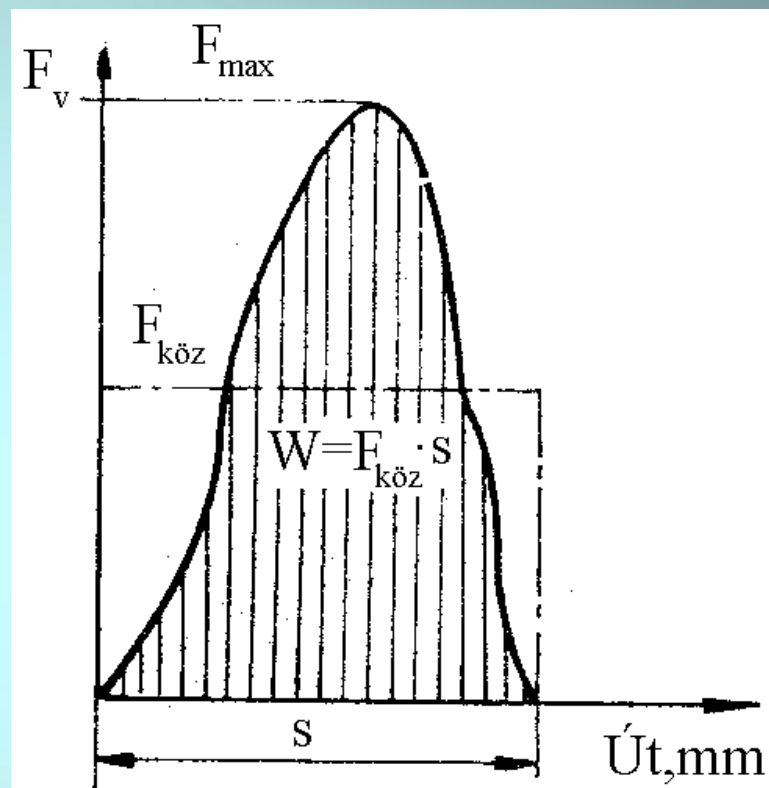
L : az egyszerre vágott terület hossza,

τ_m : nyírószilárdság

d: bélyegátmérő

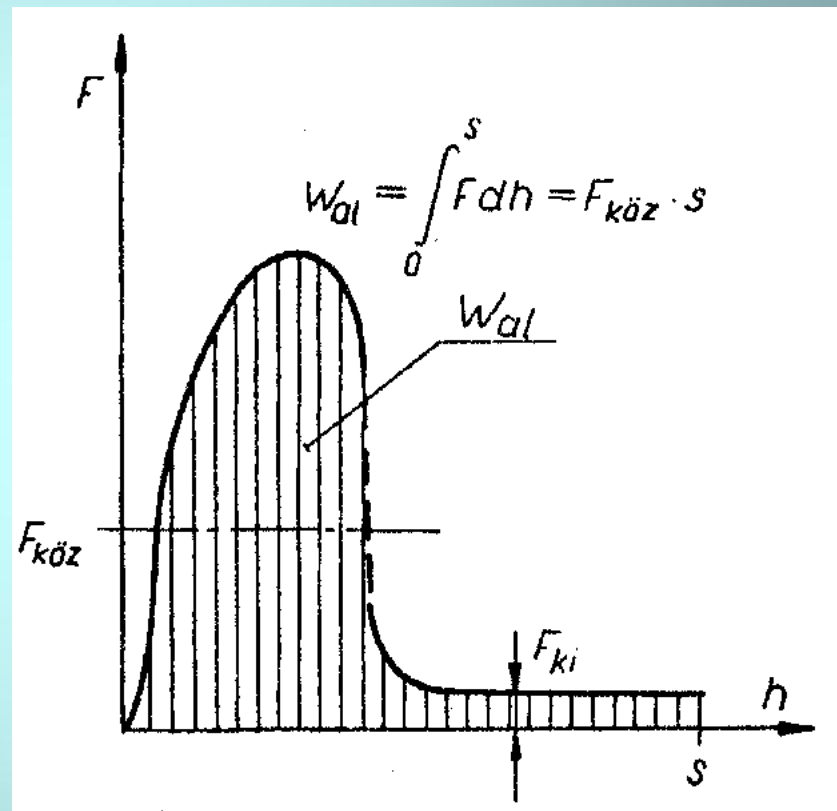
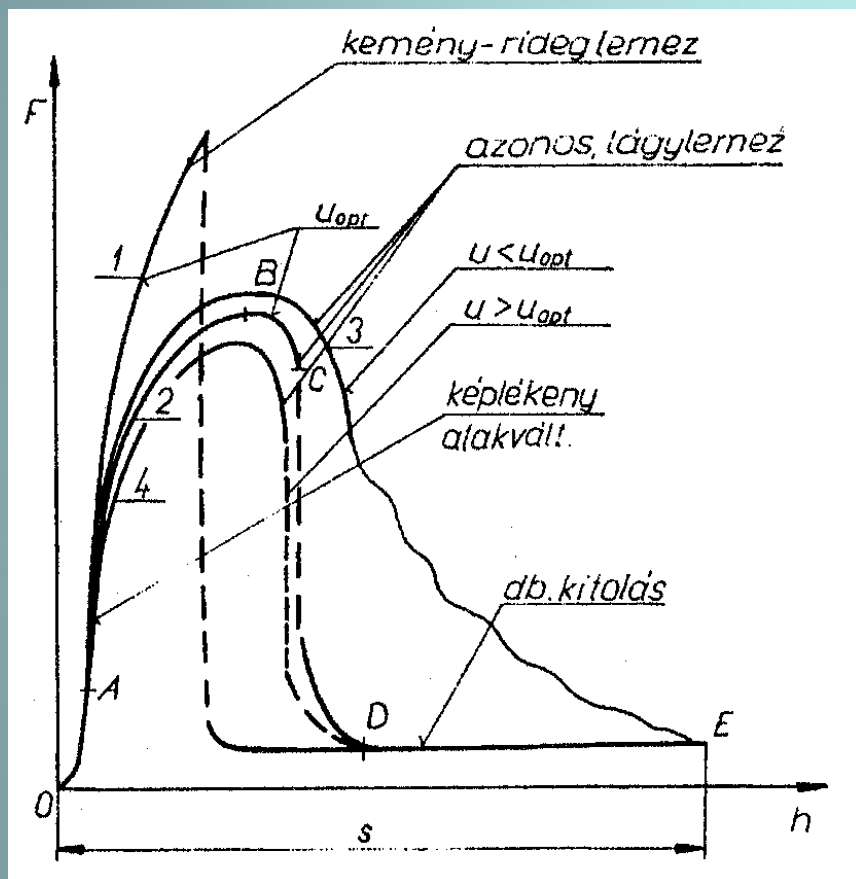
$$\tau_m = \begin{cases} = 0,8 R_m, & \text{ha } d/s \geq 2 \\ = R_m, & \text{ha } d/s = 1 \div 2 \\ > R_m, & \text{ha } d/s < 1 \end{cases}$$

- Ferde vágóél esetén $F_{\max} \downarrow 30\text{-}40\%$ -kal



Vágóerő - túskeút diagram

A kivágás technológiai adatai



A paraméterek hatása (1 – rideg anyag; 2, 3, 4 – lágy anyag)

A vágás munkája

A kivágás technológiai adatai

c, A kivágás munkaszükséglete:

$$W = c \cdot F_{\max} \cdot s \text{ [J] } ;$$

ahol: $c = 0,3 - 0,7$ (lágyabb anyagoknál, kisebb vágórészeknél c nagyobb értéket vesz fel)

c értékei:

kemény a. ↓

szívós a. ↓

$c = 0,55$

- $0,75$

$s < 2 \text{ mm}$

$c = 0,45$

- $0,6$

$s = 2 \div 4 \text{ mm}$

$c = 0,3$

- $0,4$

$s > 4 \text{ mm}$

A kivágás technológiai adatai

d, Teljesítmény szükséglet:

$$P = \frac{F_{\max} \cdot v}{60 \cdot \eta \cdot 10^3} [\text{kW}]$$

Ahol:

$\eta = 0,5 \div 0,7$ az alakító gép(sajtó, excenter) hatásfoka,

v : a vágás sebessége [m/p] –ben.

e, A sáv lehúzásához és a kivágott rész kitolásához szükséges erő:

$$F_{\text{lehúzó}} = F_{\text{kitoló}} = (0,05 - 0,15) F_{\max}; \quad \text{ha} \quad d/s > 5$$

$$F_{\text{lehúzó}} = F_{\text{kitoló}} = (0,35 - 0,5) F_{\max}; \quad \text{ha} \quad d/s < 5$$

A kivágás technológiai adatai

f, A nyomásközéppont meghatározása

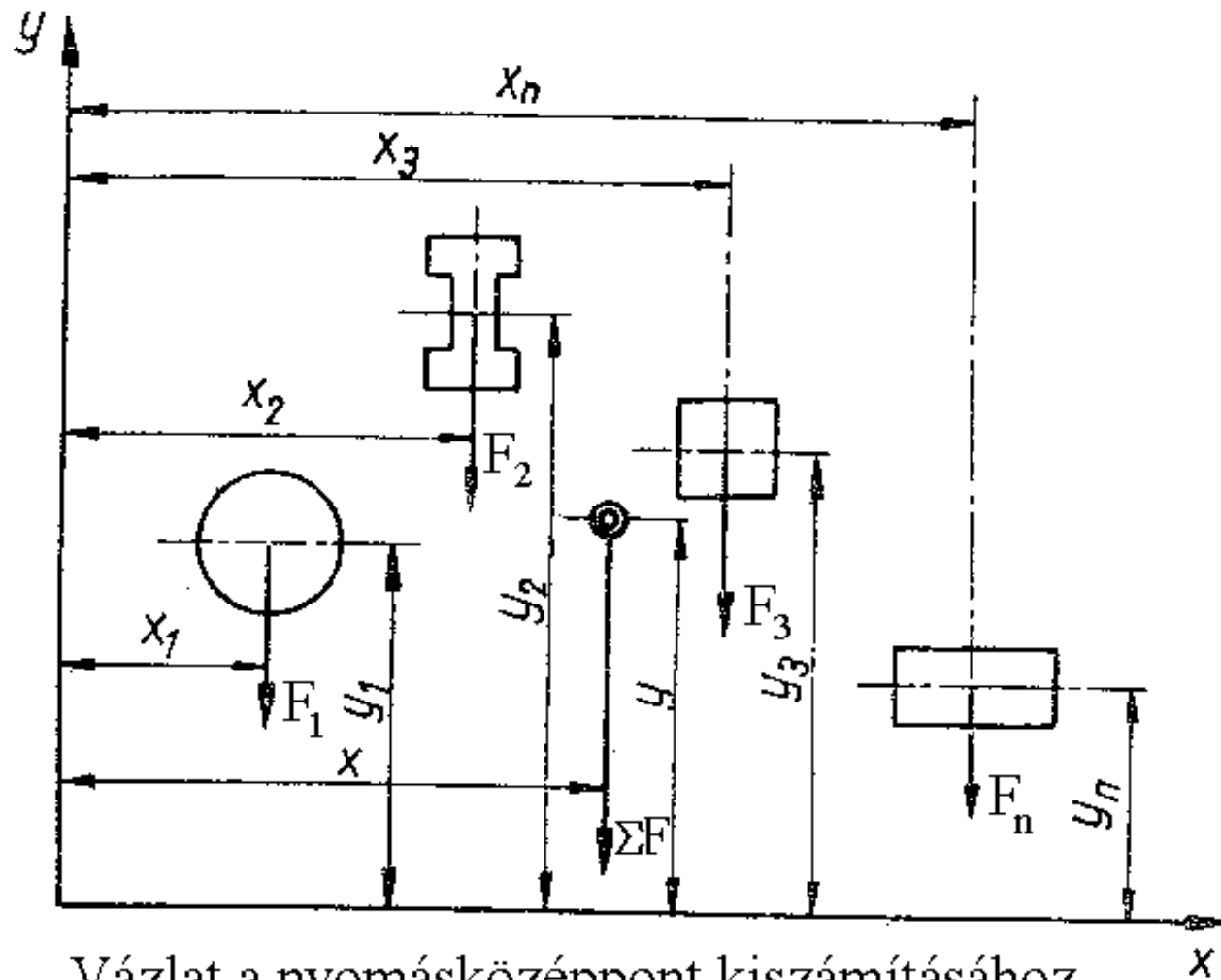
- *A vágóerő támadáspontja*, a kivágott idom(ok) súlypontja (nyomásközpontnak is nevezik).
- *A nyomásközéppont a gép nyomószánjának a tengelyébe essen!* (a fejlapba rögzített befogócsapot úgy kell elhelyezni, hogy tengelye a szerszám nyomásközéppontján haladjon át. Ha nem így történik, akkor hajlítónyomaték ébred → nyomószán elfordulhat, sajtó és szerszám vezetékei kopnak, helyükből elmozdulnak → vágórés egyenlőtlen lesz).
- Szabályos (szimmetrikus) idomok kivágásakor a nyomásközéppont az idom középpontjába esik.
- Szabálytalan idomok kivágásánál vagy sorozatszerszámmal különböző alakú darabok egyidejű vágásakor *a nyomásközéppontot az idom körvonalának súlypontja, ill. az egyszerre kivágott idomok vágóerőinek támadáspontja határozza meg.*

A kivágás technológiai adatai

f, A nyomásközéppont meghatározása

- Nyomásközéppont meghatározása: *számítással vagy szerkesztéssel* történhet.
- A számítás alapja a *súlyponti tétel*:
A ható erők tetszés szerinti tengelyre vonatkoztatott nyomatékainak algebrai összege egyenlő az eredő ugyanerre a tengelyre vonatkoztatott nyomatékával.
- *A számítás menete:*
 - meghatározzuk az egyes darabok kivágásához szükséges erőket, és
 - a súlypontok távolságát a tetszőlegesen felvett koordináta rendszer tengelyeitől (célszerűen a vágólap két szomszédos oldala).

A kivágás technológiai adatai



A kivágás technológiai adatai

f, A nyomásközéppont meghatározása

$$F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + \dots + F_n \cdot x_n = \Sigma F \cdot x$$

$$F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2 + \dots + F_n \cdot y_n = \Sigma F \cdot y$$

$$x = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + \dots + F_n \cdot x_n}{\Sigma F} = \frac{L_1 \cdot x_1 + L_2 \cdot x_2 + \dots + L_n \cdot x_n}{\Sigma L}$$

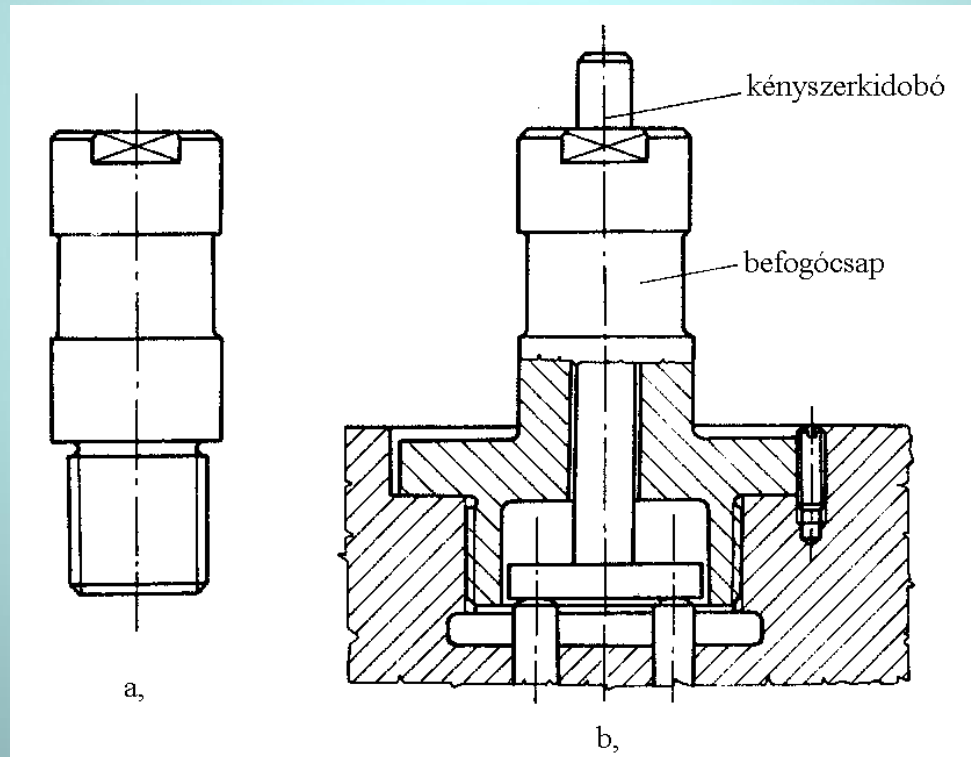
$$y = \frac{F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2 + \dots + F_n \cdot y_n}{\Sigma F} = \frac{L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + \dots + L_n \cdot y_n}{\Sigma L}$$

- *A vágóerő arányos a kivágott darab kerületével* → az erők helyett a kerületeket is be lehet helyettesíteni.

A kivágás szerszámai

A kivágó szerszám elemeinek kialakítása:

- **Befogócsap:** a sajtológép és a szerszám között létesít kapcsolatot (menetes és kényszerkidobóval ellátott);
- **Kényszerkidobó:** a szerszám felső helyzetéhez közeledve biztosítja az anyag (munkadarab) eltávolítását a felső szerszámfélből.



Befogócsapok: a, menetes; b, kényszerkidobóval ellátott

A kivágás szerszámai

- **Szerszámház:** az alakítást végző szerszám-elemeket fogja össze.

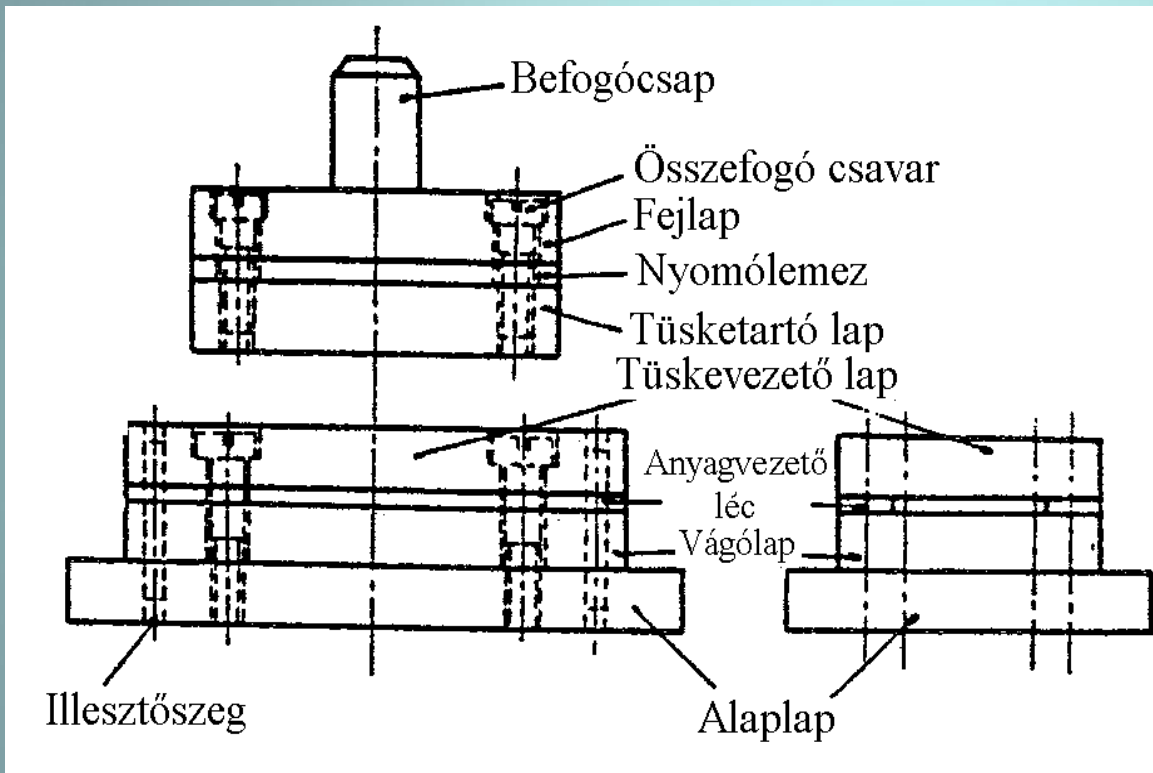
Fontos, hogy kivágásnál a vágórés a vágott terület mentén egyforma legyen → ehhez a vágólapnak és a tüskének egytengelyűnek kell lennie;

A vágótüskét a sajtó nyomószánja mozgatja, melynek játéka van, nem lehet központosan beállítani → ezért a *vágótüskét vezetni kell!*

Szerszámház kialakítások:

- a, **vezetőlapos szerszámház:** a vezetőlapba a tüske alakjának megfelelő átmenő furatot munkálnak (a vezetőlapot a tüske még felső állásban sem hagyja el!)

Vezetőlapos szerszámház



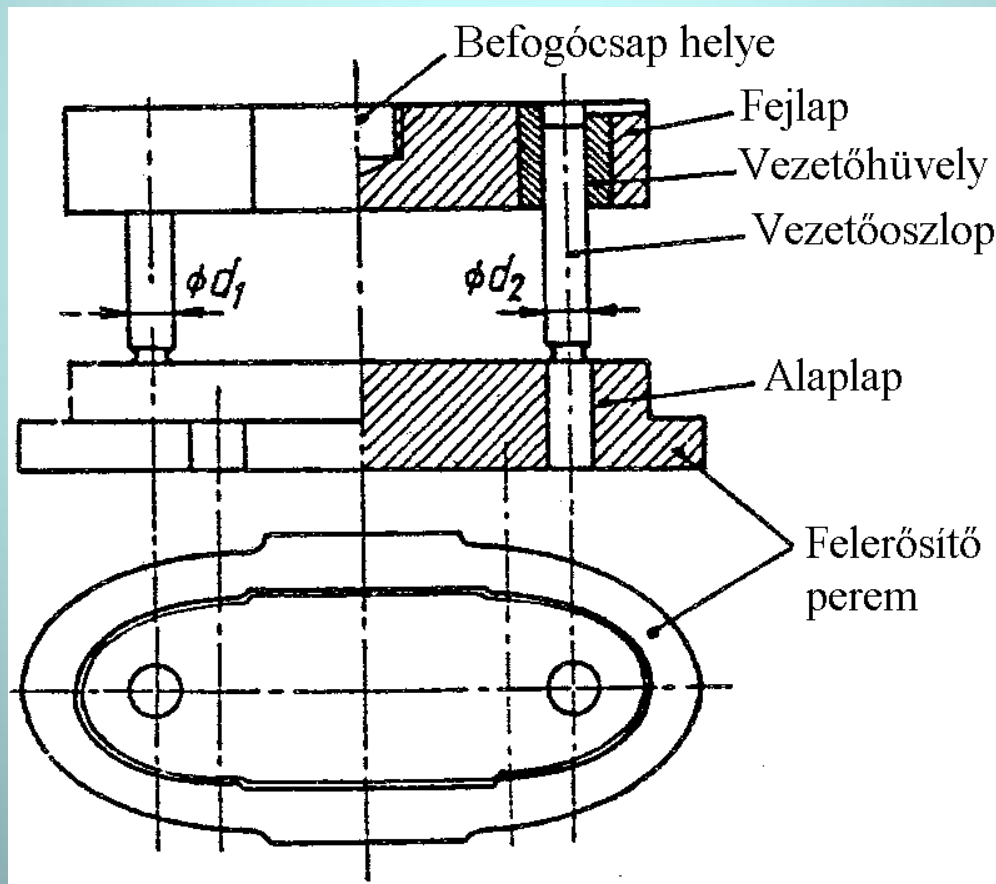
Jellemzői:

- kis lökethossz,
- kisebb db.szám,
- nagy db.számnál a vezetőlap furata kopik, nem pontos a vezetés.

Vezetőoszlopos szerszámház

A vezetést az alaplapban rögzített 2-4 db oszlop biztosítja, jellemzői:

- nagy élettartam, tömeggyártás, jó minőségű, pontos mdb.;
- de: költséges, nagy terjedelmű.



A kivágás szerszámai

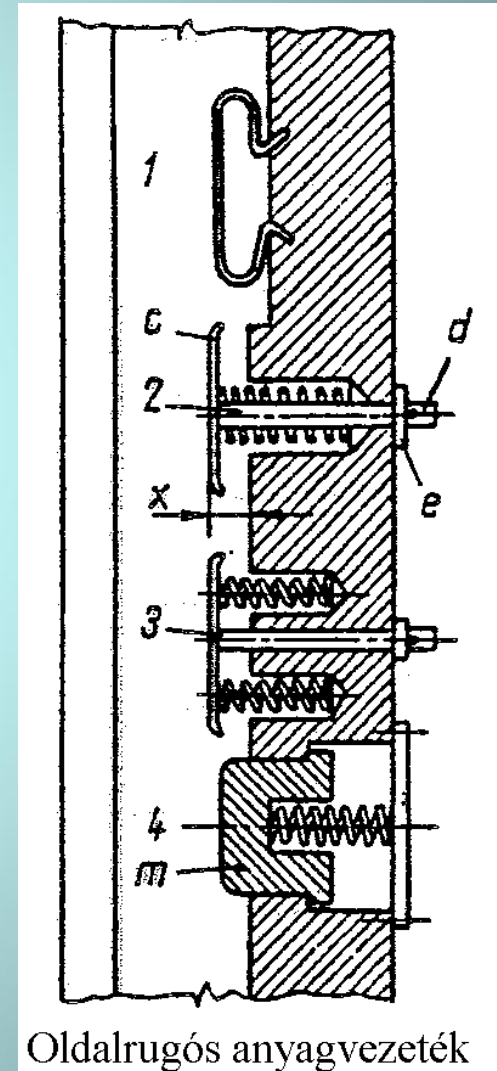
- *Szerszám vezetékek*: a két szerszám felet vezetik meg egymáshoz képest. Golyós- és csúszó vezetékek lehetnek.
- *Ütközők*: a lemezsáv előtolását határolják le (ütközőcsapok – kerek, orros – rugós előütköző, oldalvágó bélyegek, helyrehúzó csapok).
- *Vezetőlécek*: a lemezsáv megvezetését szolgálják;
tartólemez: a lemezsáv bevezetésére szolgál.

Helyzetmeghatározó és rögzítő elemek

- A kivágás és lyukasztás alapanyaga lemezsáv és szalag (táblalemezből készül) → ezeket a szerszámban vezetékek között továbbítják.

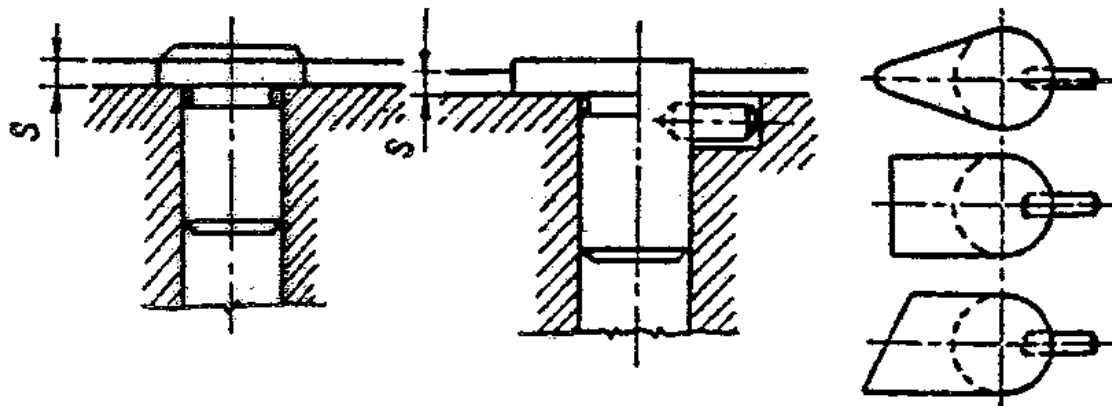
Az oldalirányú elmozdulás megakadályozására szolgáló megoldások:

Oldalrugós anyagvezeték: a lemez egyik oldala felfekszik, a szélességi méret változása miatt a másik oldalon rugós megvezetést alkalmaznak.

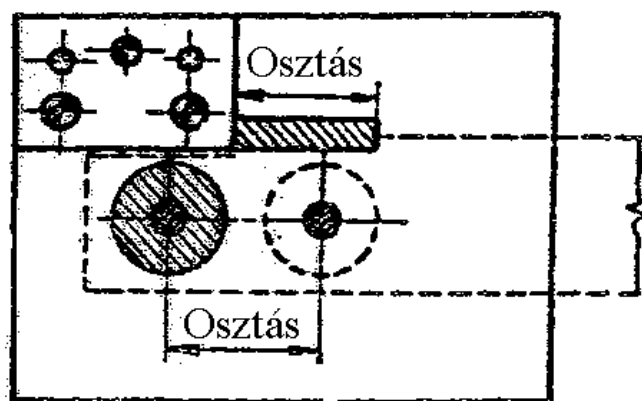


Helyzetmeghatározó és rögzítő elemek

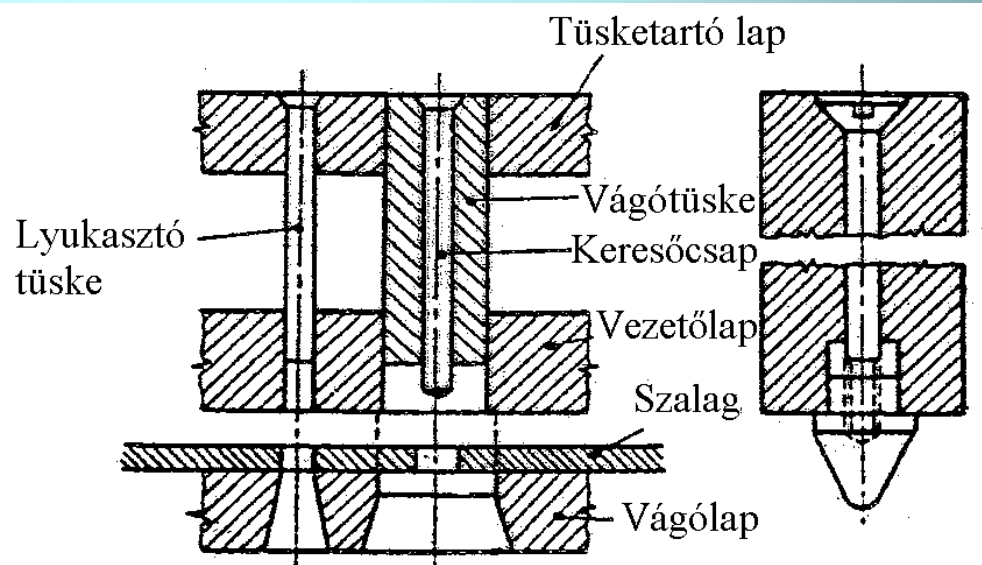
- *A lemezszárvot szakaszos előtolással kell a szerszámba betolni;* az előtolás mértékét ütközőkkel, keresőcsapokkal, oldalkésekkel állítják be;
 - *rögzített ütközők, mozgó ütközők:* az anyag megemelése nélkül lehet adagolni;
 - *oldalkéses ütköztetés:* a legpontosabb előtolás határolás: segédvágótüske oldalt 2-3 mm-es sávot kivág, a sáv a vezetőlapra szerelt ütközőbe ütközik;
 - *keresőcsap:* vágótüskére erősítik fel (az előtolás pontatlanságait egyenlítik ki, a munkadarab helyzetét pontosan meghatározza).



Hengeres fejű és orros ütközőcsap

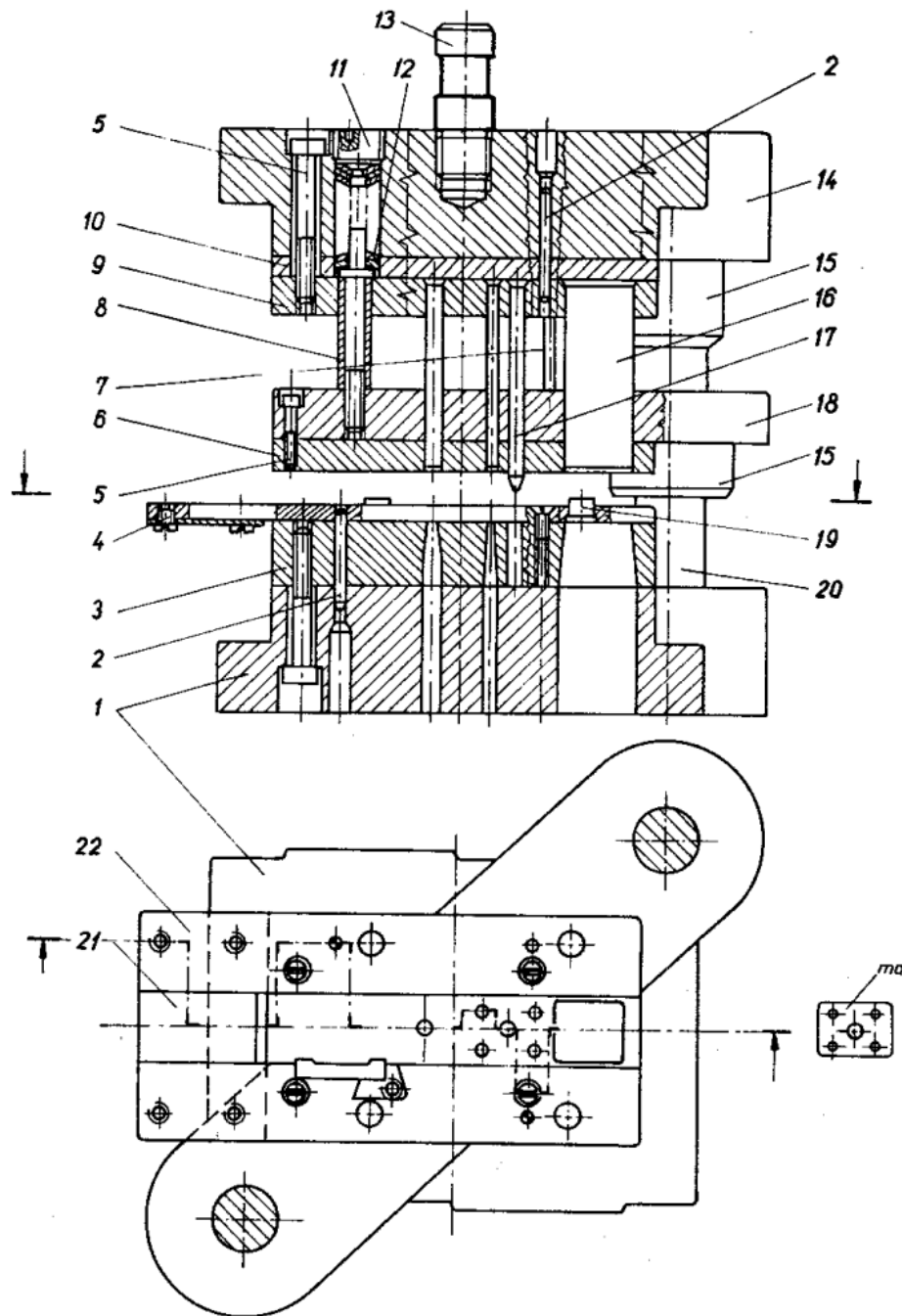


Oldalkéses ütköztetés



Keresőcsap a vágótüskében

Oszlopos vezetésű
 (lengő vezetőlappal
 kiegészített), oldalvágó
 bélyeggel ellátott,
 lyukasztó-kivágó
 sorozatszám rajza

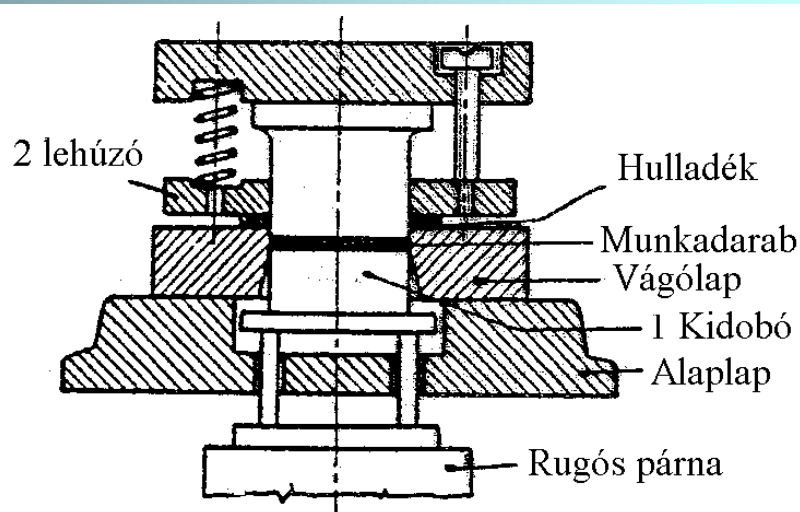


➤ **Anyaglehúzó:** kivágáskor a hulladék, lyukasztáskor a munkadarab a tüskére szorul.

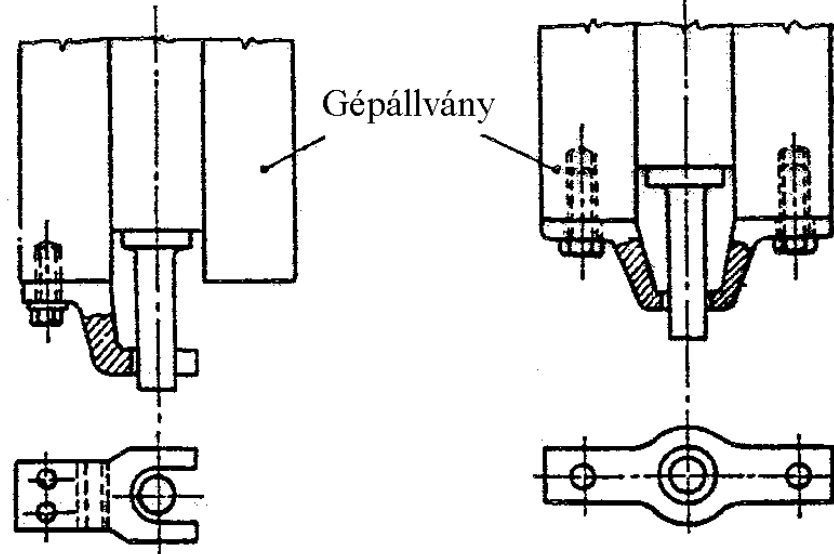
- **rögzített:** vezetőlaphoz; állványhoz vagy szerszámhoz rögzített;

- **mozgó lehúzó:** rugós lehúzó és rugós kivető

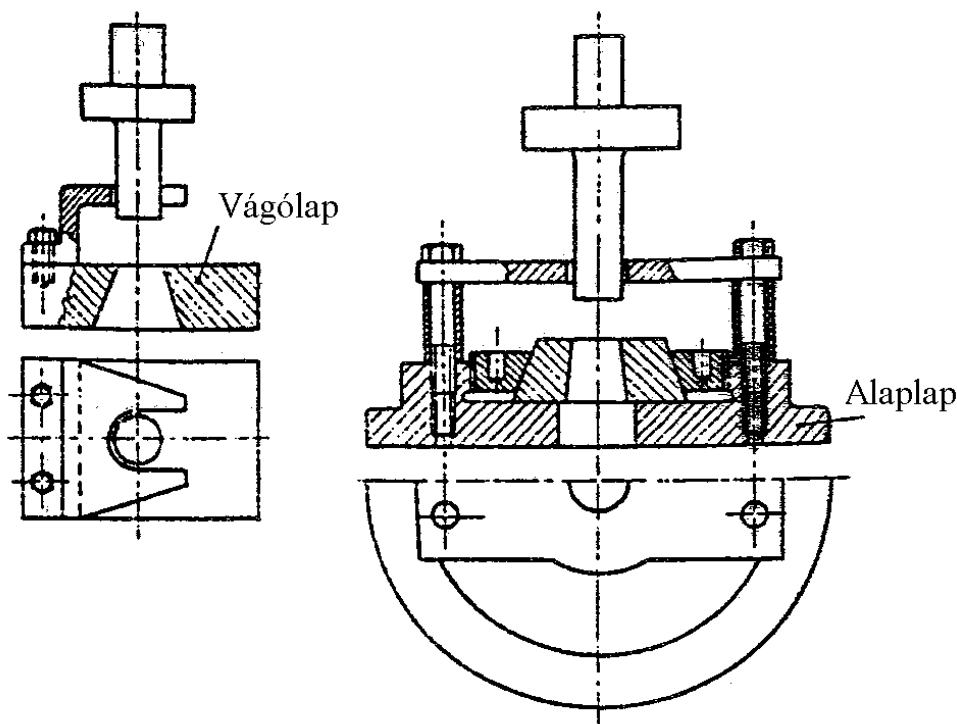
- $F_{le} \approx 0,1F_v$



Kivágószerszám rugós lehúzóval és rugós kivetővel



Sajtolóállványhoz rögzített merev lehúzó

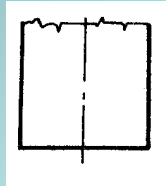


A szerszámon rögzített merev lehúzó

Vágótüske kialakítások

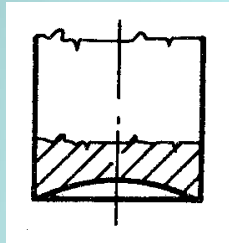
➤ *A tüske: a vágandó darab körvonalának megfelelően készül*

- sík vágóél:



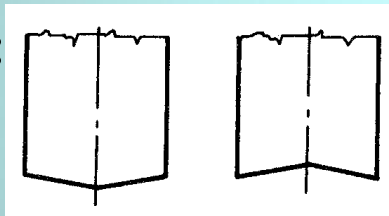
-merőleges, egyszerű, olcsó, jó felület, $s \geq 2$ mm-ig ,élezése könnyű;

- homorú:



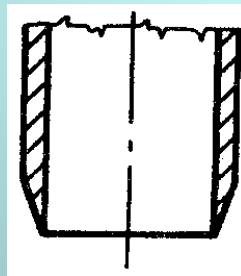
-nagy méret, vékony lemezekhez, élezése nehéz: alakos köszörülés;

- kúpos:



-a vágóerő csökkentésére, $\alpha = 2-4^\circ$ nagy szilárdságú, vastag lemezek;

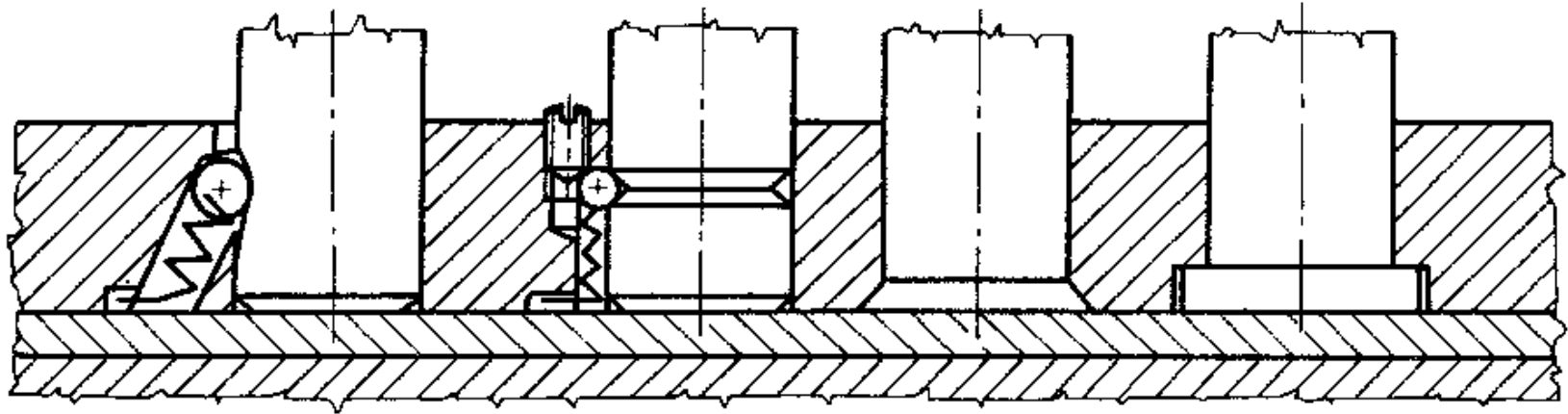
- késes tüske:



-igen vékony lemezekhez, nemfémes anyagokhoz (klingerit, gumi, bőr), a vágólap helyett itt keményfa, textilbakelit alátétet alk.

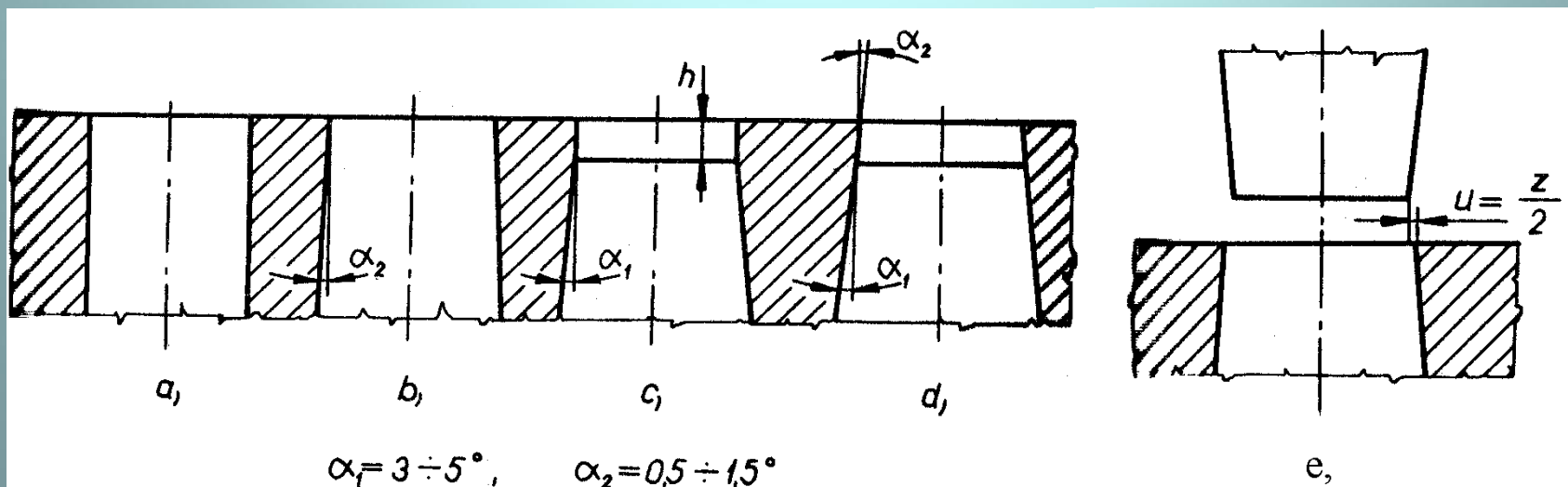
➤ A vágótüske felerősítése: fejlap, nyomólap, tüsketartó lap;

Bélyeg befogások



Vágóöv kialakítások

- a) **hengeres:** egyszerűen gyártható, de csak kilökövel együtt alkalmazható, a kivágott darab beszorulása végett;
- b) **kúpos:** nem szorul be a darab, de utánélezésnél megnő a matrica radiális mérete;
- c) **hengeres + kúpos:** $h = 3-5\text{mm}$ ha $s < 0,5\text{ mm}$; $h = 5-8\text{mm}$, ha $s = 0,5-1$, és $h = 8-10\text{ mm}$, ha $s > 1\text{ mm}$
- d) **kettős kúp:** nehéz elkészíteni, de biztosan kiesik a darab
- e) **kúpos bélyeg- kúpos áttörésű vágólap:** a bélyeget és matricát utánkösörölve a vágórés nagysága nem változik.



A kivágó szerszámok osztályozása

I. A munka jellege szerint:

a, egy műveletes: pl. kivágó, lyukasztó, hajlító, stb.

b, összetett: pl. kivágó – hajlító, stb.

II. A vezetékek rendszere alapján:

- vezetékek nélküli,

- vezetőlapos,

- vezető oszlopos (vezető hengeres)

III. A működés módja szerint:

- egyszeres,

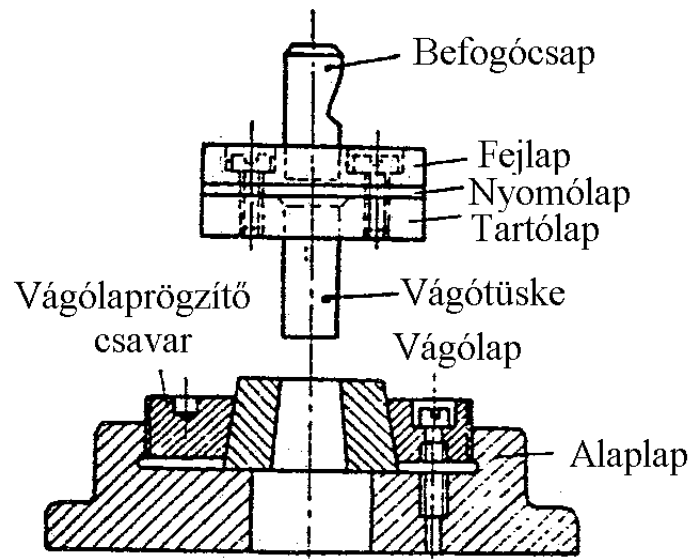
- többszörös: a, sorozat szerszám,

b, egyesített vagy kombinált szerszám.

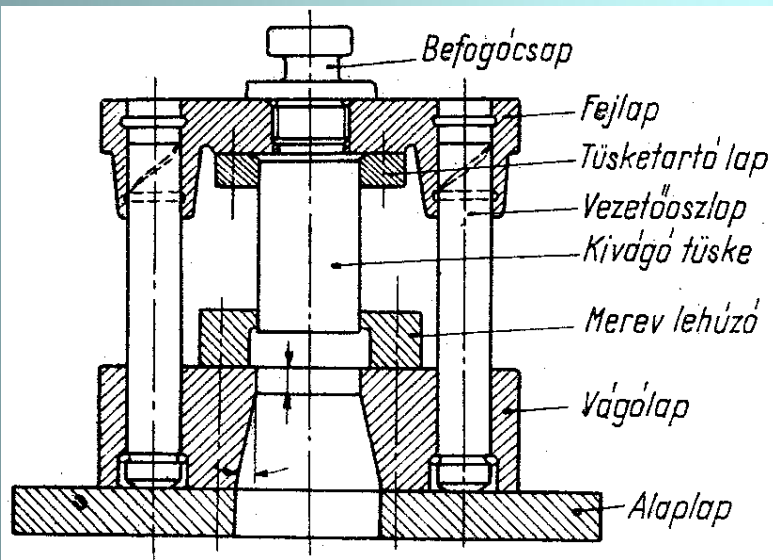
IV. Anyagütköztetés szerint:

- merev ütközős, mozgó ütközős, keresőcsapos, oldalkéses, stb. szerszám,

- ütköző nélküli.

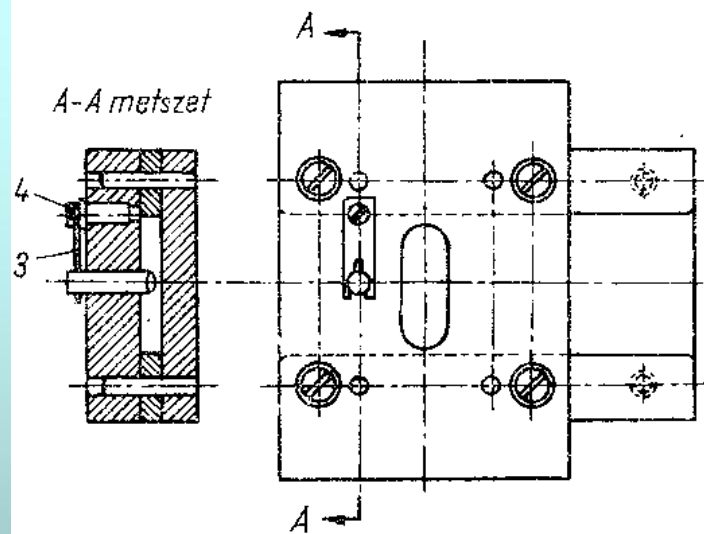
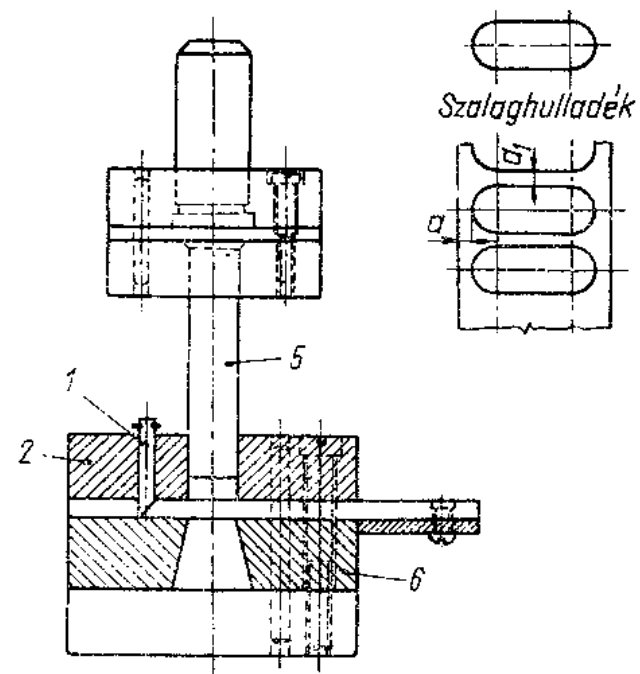


Vezeték nélküli vágószerszám

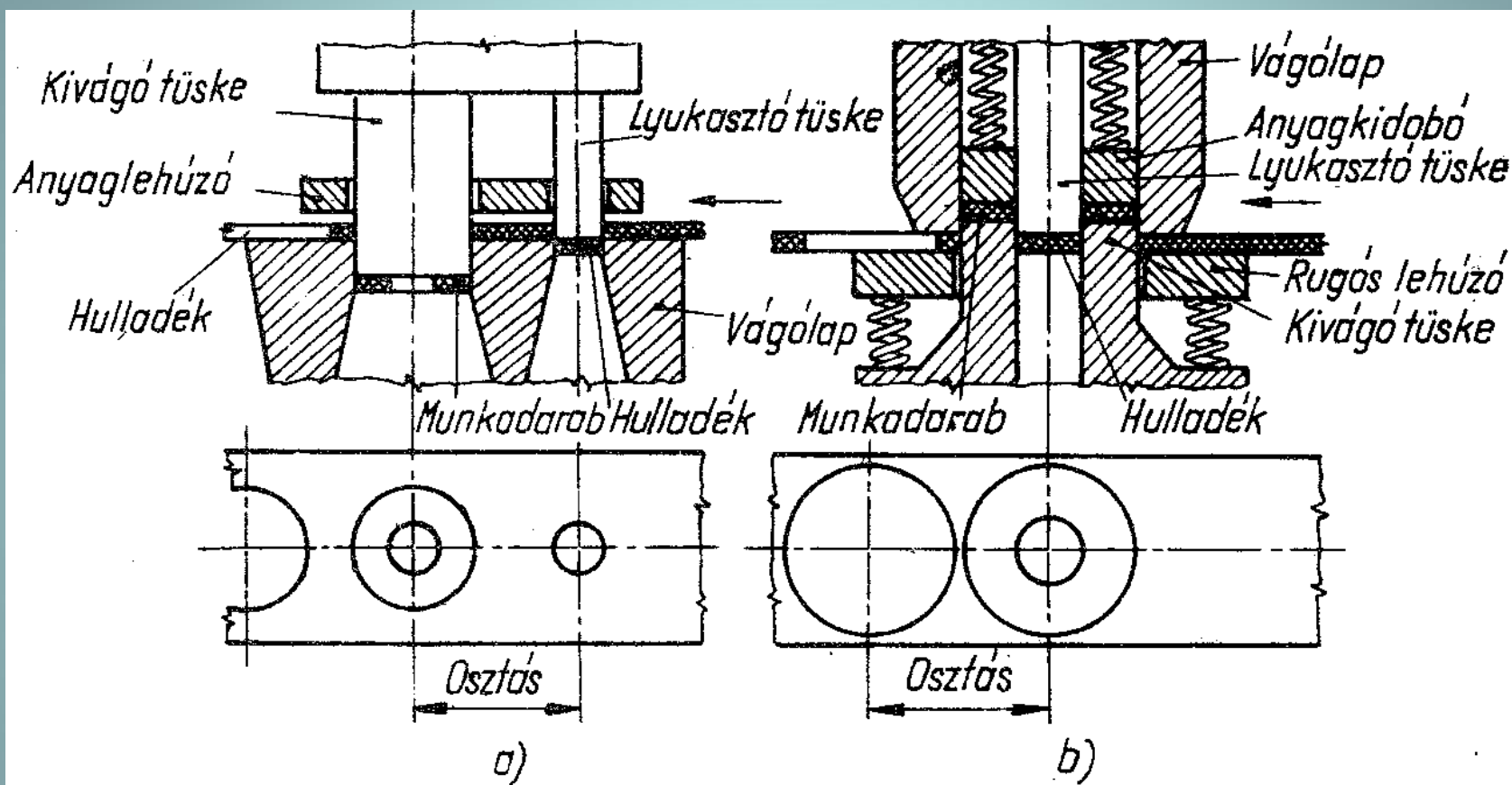


Egyszeres működésű vezetőoszlopos vágószerszám

Gyártmány vázlat



Egyszeres működésű vezetőlapos vágószerszám

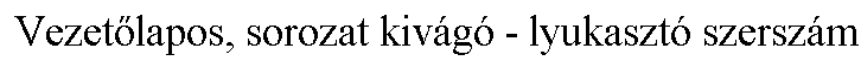
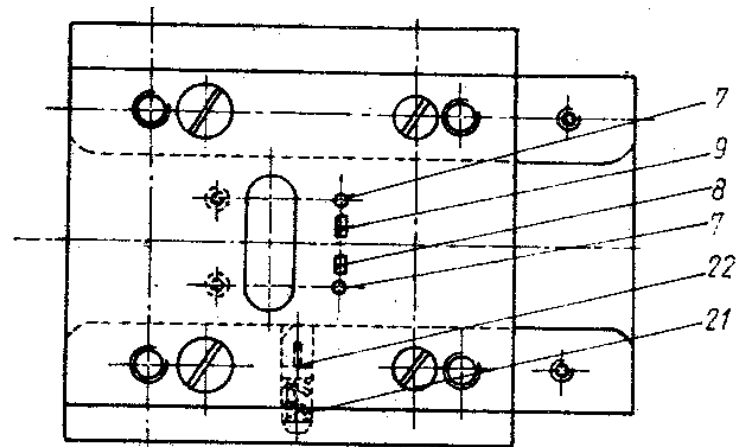


Kettős működésű vágószerszámok működési elve

a) sorozat, b) egyesített

A működés módja szerinti osztályozás

- a, Egyszeres működésű:* Egy löketre egyetlen műveletet végez;
- b, Többszörös működésű:* Egy löketre több műveletet végez;
 - *Sorozatszerszám:* a sajtó egyetlen löketére 2 vagy több műveletet végez (sorozat kivágó-lyukasztó szerszám);
(a műveleteket ugyanabban az időben, de különböző helyen végzi a szerszám);
 - *Egyesített (kombinált) szerszám:* műveleteket ugyanabban az időben és ugyanazon helyen végzi



A szerszám elemek szilárdsági méretezése

- **Bélyeg:** ellenőrzés kihajlásra és nyomásra. Kisméretű lyukakhoz:
 - lépcsős bélyeg,
 - bélyeg megvezetése perselyben (MI3438/1-74).
- **Vágólap:**
 - hajlításra kell méretezni (igénybevétele azonban összetettebb);
 - szabványos befoglaló méretek meghatározása tapasztalati adatok alapján (MSZ 3453)
- **Rúgók:** az előfeszítő erő, a maximális erő, rugó merevség, helyszükséglet figyelembe vételével kell megtervezni (gépelemek);
- Egyéb szerszám elemek: úgy kell méretezni, hogy a dinamikus igénybevételnek törés nélkül ellenálljanak.