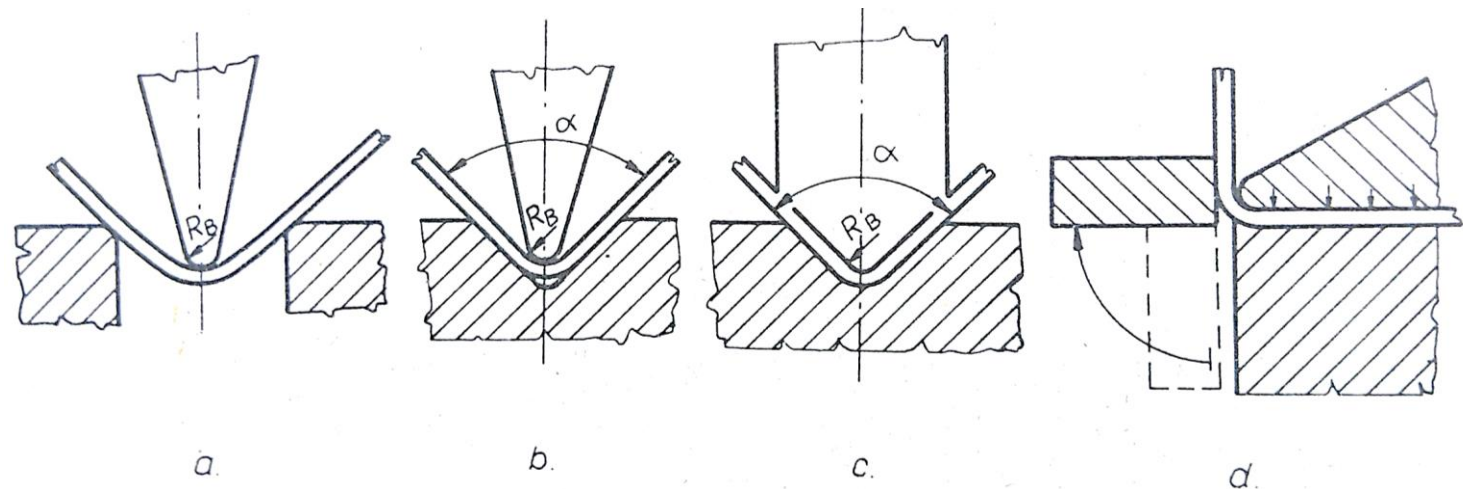


Hajlítás

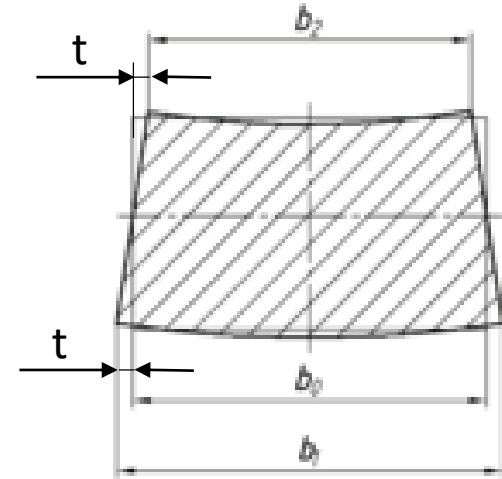
Hajlítási módok

- a) Szabad hajlítás
Egyik szerszámfél sem határozza meg a munkadarab alakját
- b) Félsüllyesztékes hajlítás
A matrica kiképzése határozza meg a munkadarabot
- c) Süllyesztékes hajlítás
Szerszámai adott hajlásszögűek \rightarrow pontos hajlítás
- d) Lengő hajlítás



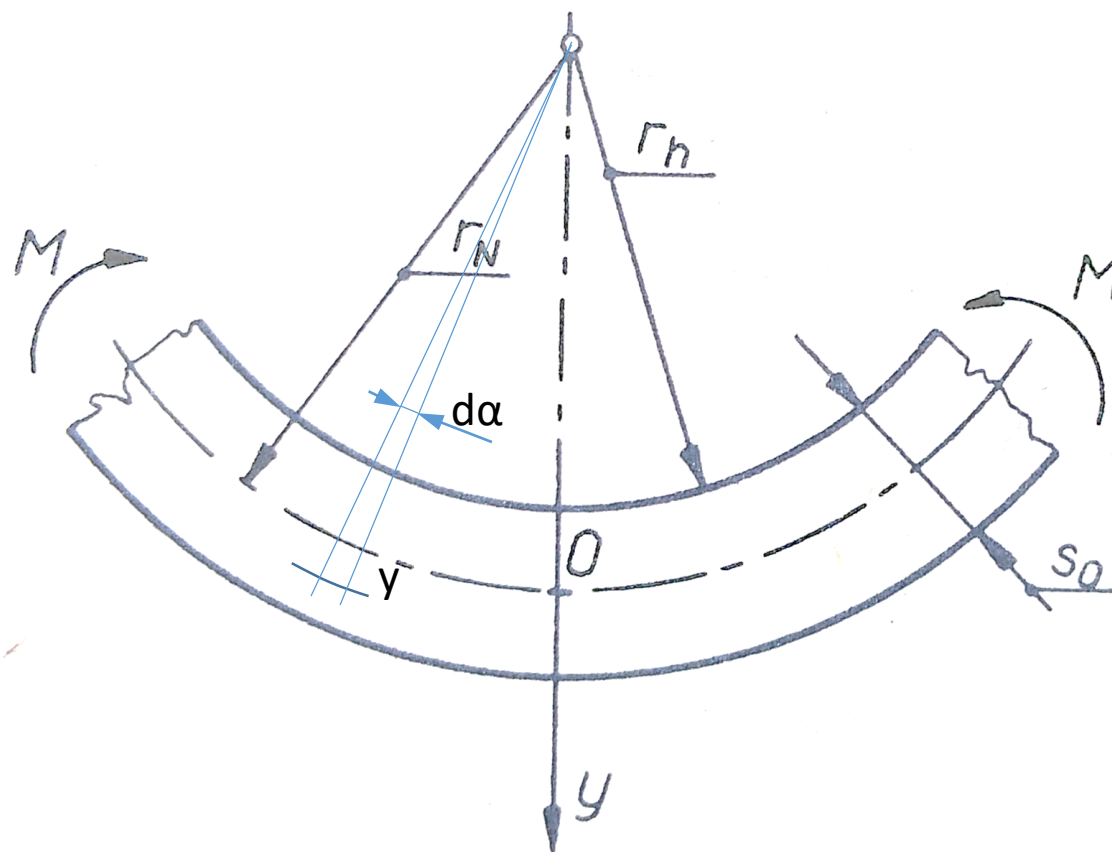
Munkadarab szélessége

- Széles munkadarab
 - Ha $b > 3s_0$
 - Szélesség irányú alakváltozás elhanyagolható
- Keskeny munkadarab
 - Ha $b < 3s_0$
 - Szélesség irányú alakváltozás nem hanyagolható el
 - $t = 0.4 \frac{s_0}{r_h}$



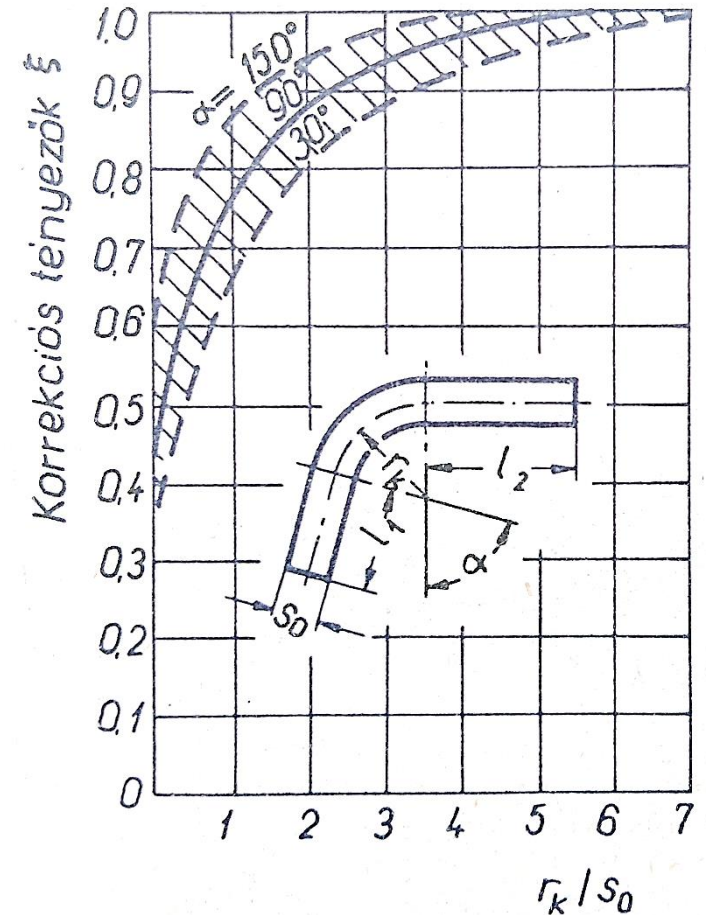
Fajlagos nyúlás hajlításkor

- A külső rész nyúlik, a belső rész zömül. A kettő között van a semleges szál, aminek a hossza nem változik.
- $$\varepsilon = \frac{(r_N + y)d\alpha - r_N d\alpha}{r_N d\alpha} = \frac{y}{r_N}$$
- $$\varepsilon_{max} = \frac{s_0}{2r_N}$$
- A külső húzott szál a veszélyes \rightarrow berepedhet
- A vágott él sorjája a nyomott oldalon legyen.
- Hengerlés irányára merőlegesen hajlítsunk.



Semleges szál helye

- A kiterített méret meghatározásához lehet szükséges, helyzete a hajlítás folyamán változik.
- Ha $r_h \gg s_0 \rightarrow r_N$ a lemez középvonalában helyezkedik el.
- Csökkentve r_h -t r_N a nyomott zóna felé tolódik el.
- Közepes hajlítási sugár: $r_K = r_h + \frac{s_0}{2}$
- $\frac{r_K}{s_0} < 5$ esetén kell számolni a semleges szál eltolódásával.
- Semleges szál sugara: $r_N = r_h + \frac{s_0}{2} \xi$



Minimális hajlítási sugár

- A lemez anyagára jellemző érték, amit még repedés nélkül el tud viselni.
- Elméleti meghatározása: A külső rétegben nem engedünk meg nagyobb nyúlást, mint a szakító próbatest szakadásának helyén fellépő effektív nyúlás.
- $\varepsilon_{max} \leq \varepsilon_{eff}$
- $\varepsilon_{eff} = \frac{Z}{1-Z}$ $r_{hmin} = \frac{1-2Z}{2Z} s_0$
- Másik számítási összefüggés:
- $r_{hmin} = s \left(0.085 \frac{R_m}{A_{10}} + 0.5 \right)$
- $A_{10} \approx 0.785 A_5$

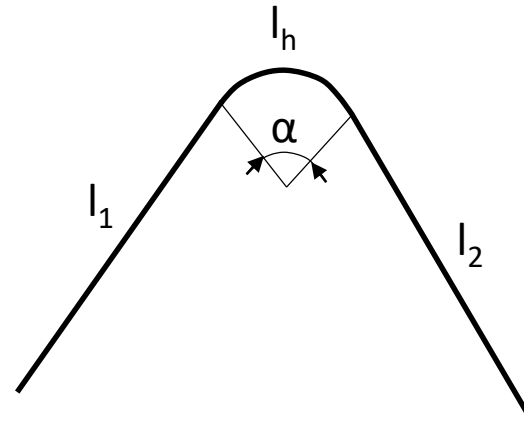
Minimális hajlítási sugár

- Gyakorlati számításokhoz egy tapasztalati képlet:
- $r_{hmin} = kS_0$

Anyag	k
acéllemez	0.6
Mélyhúzzható acéllemez	0.5
Korrózióálló acéllemez perlites	0.8
Korrózióálló acéllemez ferrites	0.8
Korrózióálló acéllemez ausztenites	0.5
réz	0.25
Sr72	0.3
Sr60	0.4
Al lágy	0.6
Al félkemény	0.9
Al kemény	2

Munkadarab kiterített hossza

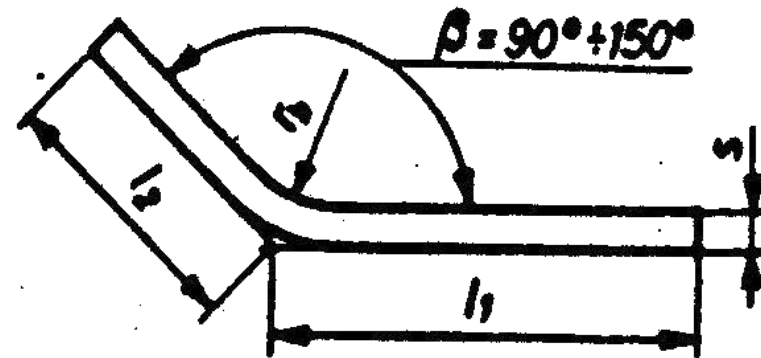
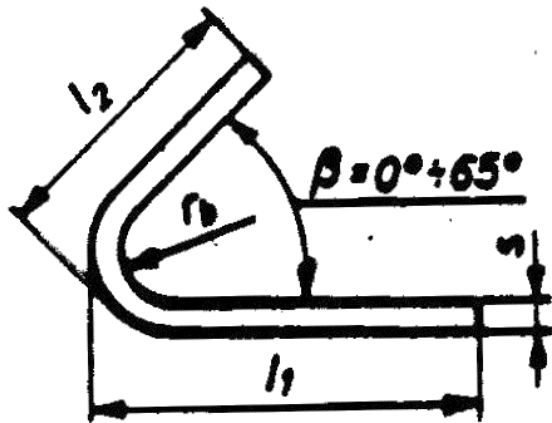
- $L = l_1 + l_h + l_2$
- $l_h = r_N \alpha^{\text{rad}}$
- $l_h = 0.0175 \alpha^\circ \left(r_h + \frac{k \cdot s}{2} \right)$
- k- korrekciós tényező



r_h/s	5	3	2	1.2	0.8	0.5
k	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

Munkadarab kiterített hossza

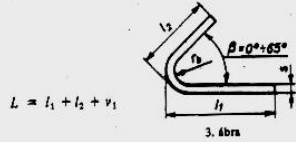
- A gyakorlatban az egyenes szakasz hossza bizonytalanul mérhető, tehát olyan méreteket célszerű megadni, ami korrekten mérhető.



Munkadarab kiterített hossza

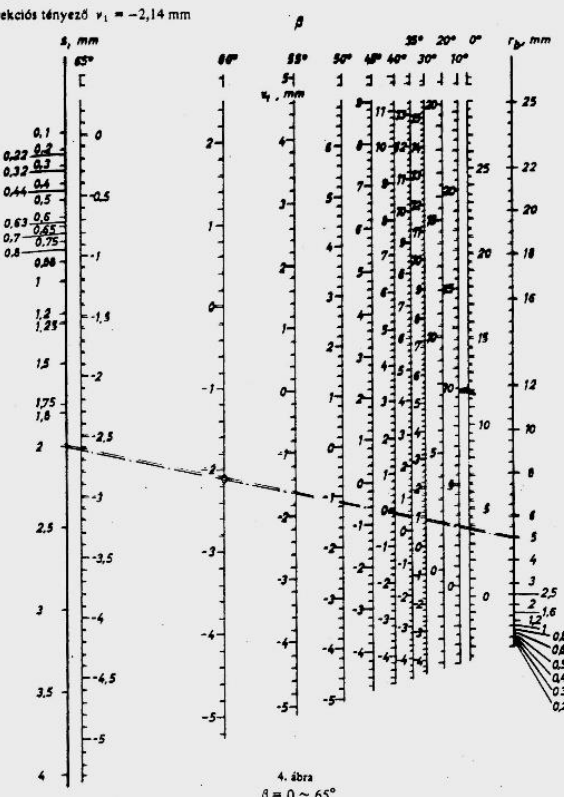
A nomogramok használata a következő: a megfelelő r_b és s értéket berajzolva és egyenessel összekötve az adott szögnek megfelelő korrekciós tényező leolvasható.

v_1 korrekciós tényező ($\beta = 0^\circ \sim 65^\circ$) meghatározása (3. és 4. ábra)

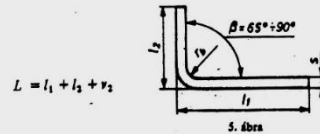


A nomogram szerinti példában $r_b = 5$ mm, $s = 2$ mm, $\beta = 60^\circ$.

A korrekciós tényező $v_1 = -2,14$ mm

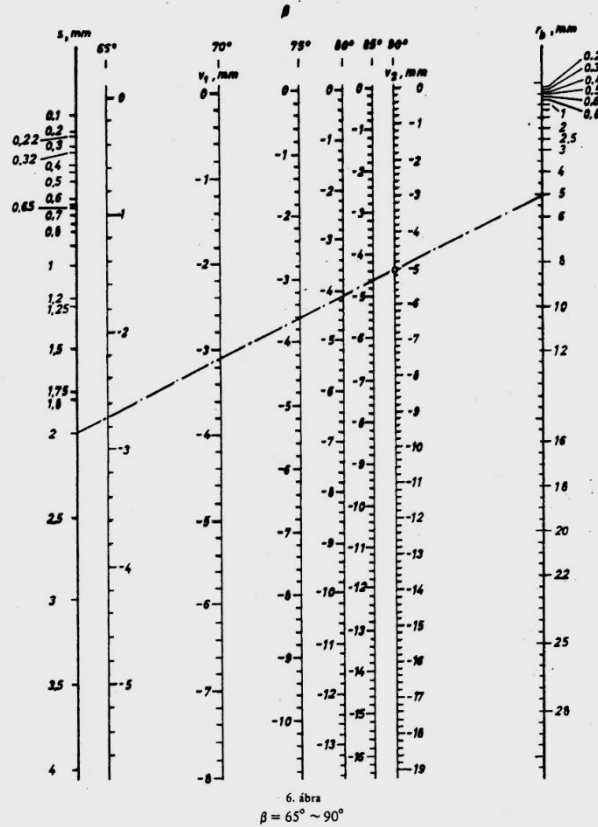


v_2 korrekciós tényező ($\beta = 65^\circ \sim 90^\circ$) meghatározása

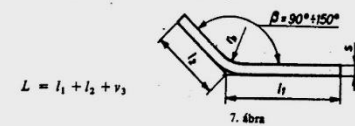


A nomogram szerinti példában $r_b = 5$ mm, $s = 2$ mm, és $\beta = 90^\circ$

A korrekciós tényező $v_2 = -5,1$ mm.

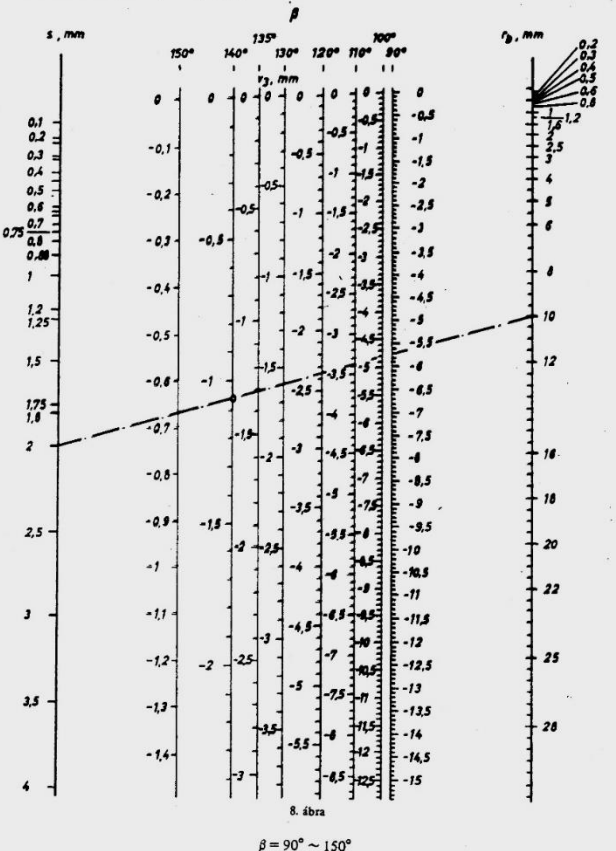


v_3 korrekciós tényező ($\beta = 90^\circ \sim 150^\circ$) meghatározása



A nomogram szerinti példában $r_b = 10$ mm, $s = 2$ mm és $\beta = 140^\circ$

A korrekciós tényező $v_3 = -1,06$ mm.

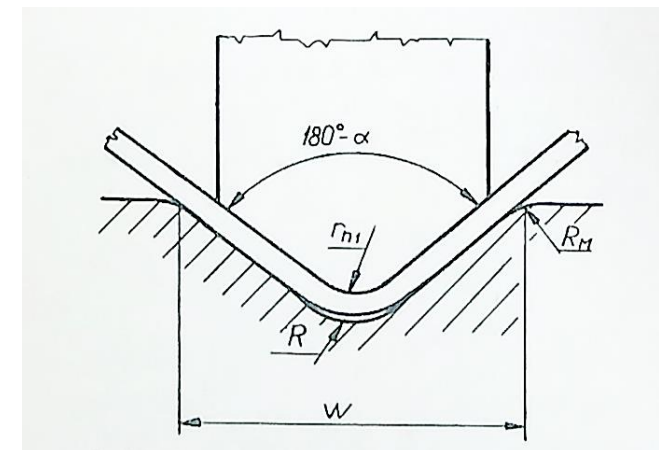
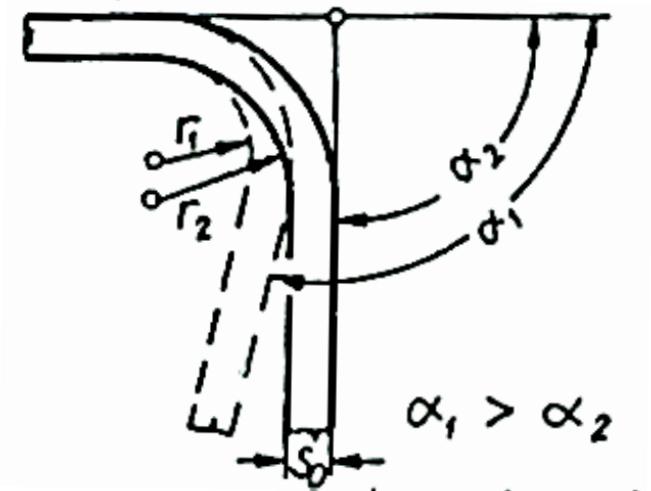


Lemezek hajlítás utáni visszarusugózása

- Keresztmetszet mentén változik a feszültség és az alakváltozás.
- Mindig van olyan tartomány amely csak rugalmas alakváltozást szenved.
- Leterhelés után ezek a rugalmas feszültségek okozzák a lemez visszarusugózását.
- Visszarugózás szöge függ – anyag szilárdsága, hajlítási sugár és a lemezvastagság viszonya
- Visszarugózás mértékét a visszarusugózási tényező (K) ismeretében lehet meghatározni.

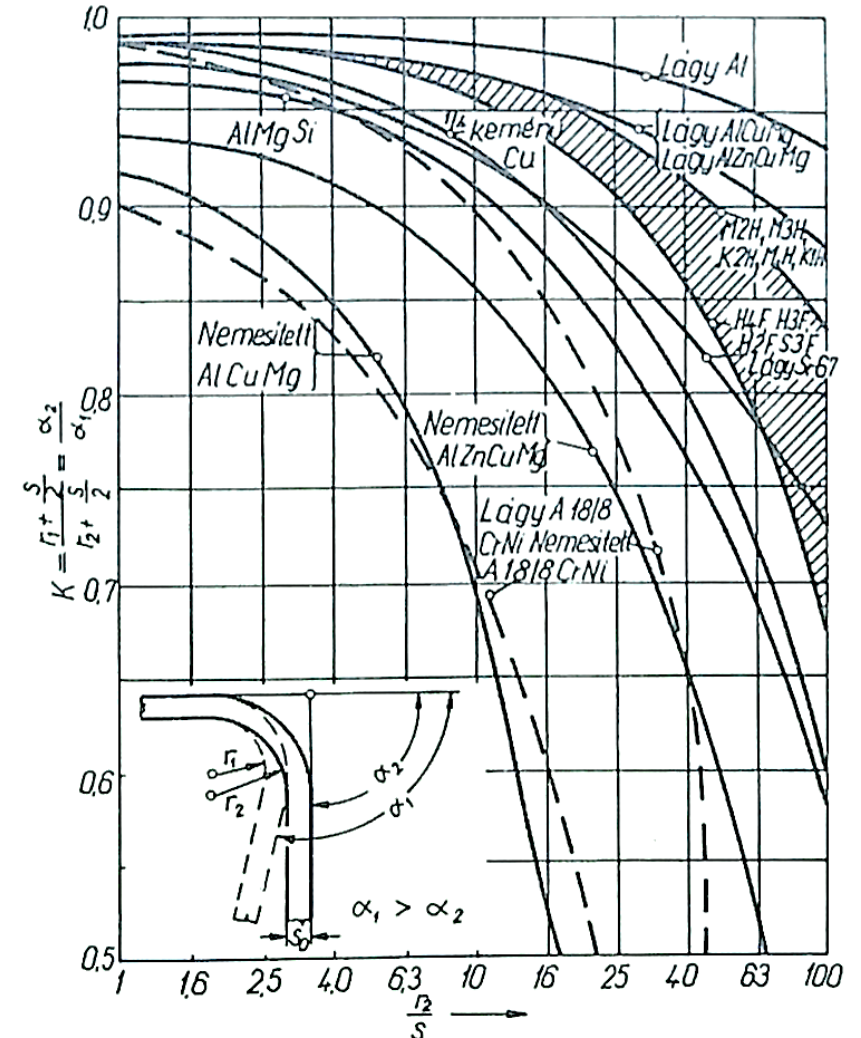
Visszarugózási tényező

- Visszarugózást a technológia tervezésekor figyelembe lehet venni → túlhajlítás
- Értelmezése: $K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{r_1 + 0.5s_0}{r_2 + 0.5s_0}$
- Számítással is meghatározható:
- $$K = 1 - \frac{12M_h(r_1 + 0.5s)}{Ebs^3}$$
- $$M_h = \frac{Fw}{4}$$
- Visszarugózás igen sok tényezőtől függ, ezért azonos süllyeszték szerszámban készült darabok is jelentősen eltérhetnek egymástól.



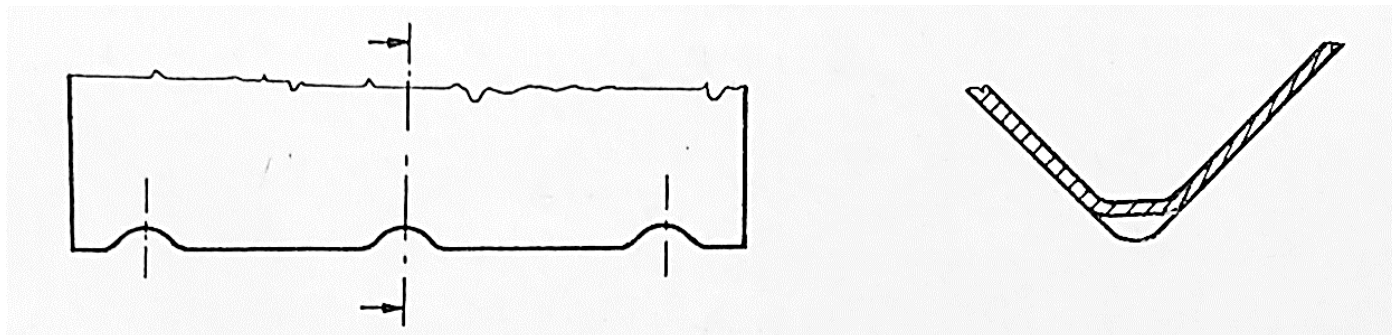
Visszarugózási tényező

- K tényező diagramból vehető ki.
- CNC élhajlító gépek a saját adatbázisukban tartalmazzák a visszarugózásra vonatkozó adatokat.
- Célszerű egy hajlítási sorozat elején próbahajlítást végezni és a valós adatok alapján korrigálni a technológiát.
- Vannak aktív mérőfejes berendezések, melyek két lépésben hajlítanak. Az első lépés után visszaterhelnek és mérik a visszarugózás mértékét és a második lépésben szükséges túlhajlítást ebből határozzák meg.



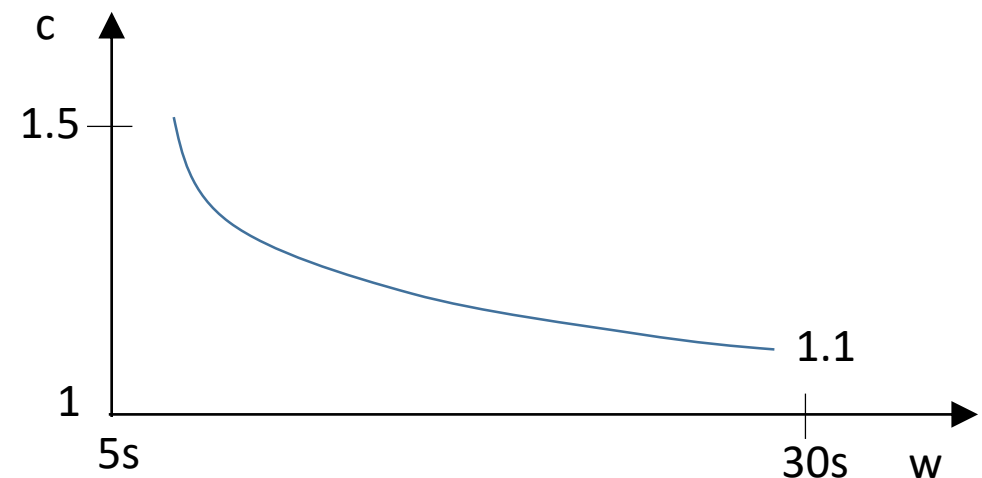
Visszarugózás csökkentése

- Ha a rugalmas zónát is képlékeny állapotba hozzák, akkor jelentősen csökkenthető a visszarugózás mértéke → utánnyomás
- Utánnyomáskor (megvasalás) normál hajlítás után a hajlított élet egy kisebb rádiuszú bélyeggel terhelik meg.
- A felületi nyomás igen nagy $p=(0.3-0.6)R_e$
- Vékony lemezek visszarugózása csökkenthető úgy, hogy a hajlított élen, a hajítás tengelyére merőleges keresztbordákat képeznek ki.



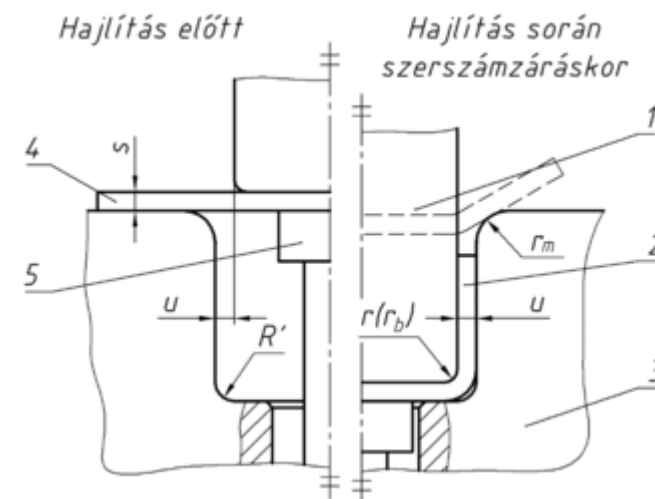
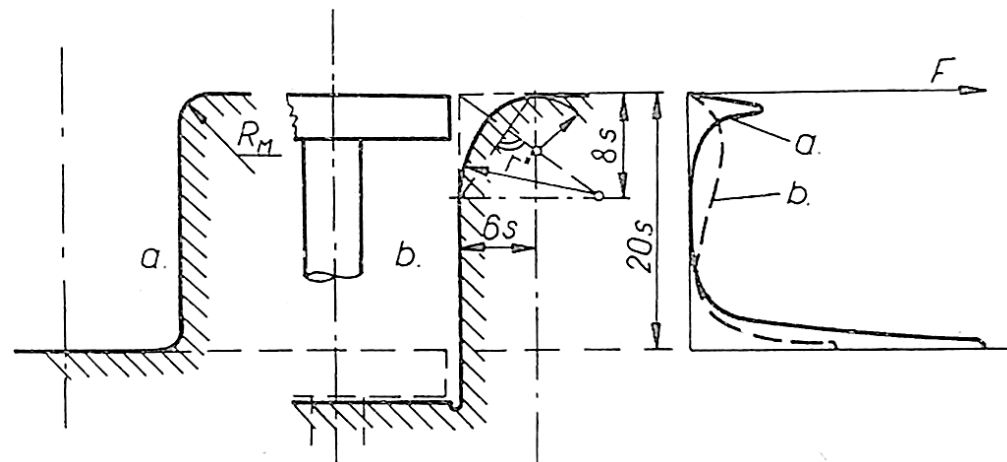
V hajlítás erő és munkaszükséglete

- Erőszükséglet: $F = ck_f \frac{bs_0^2}{2r_N} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$
- Munkaszükséglet: $W = M\alpha = ck_f \frac{bs_0^2}{4} \alpha$, széles lemez esetén $c = \frac{2}{\sqrt{3}}$
- Tapasztalati erőképlet: $F_v = \frac{cR_m bs^2}{w}$, $R_m[\text{kp/mm}^2]$



U alakú darabok hajlítása süllyeszték szerszámban

- A hajlító éleket gondosan kell elkészíteni:
 - Egyszerű lekerekítés esetén nagyobb erő szükséges a hajlítás kezdetén
 - Ilyenkor az élek kopása gyorsabb.
 - Ideális megoldás az elliptikus lekerekítés → nehéz gyártani
 - Gyakorlatban két rádiusszal közelítik az ellipszist
- Oldalankénti rés: $u = s_0 + \sqrt{0.2s_0}$
- Hajlító erő: $F_u = 0.4R_m s b$, ahol b a szár hossza, R_m [kp/mm²]
- $F_u = 0.2R_m (b_1 + b_2)s$ –eltérő szárhossz esetén
- Fenékdomborodás megakadályozására gyakran alkalmaznak ellenbélyeget.



Egyetemes hajlító szerszámok

- A szerszámokat egyetemes élhajlító sajtókon üzemeltetik
- Keskeny, de több méter hosszú asztallal rendelkeznek.
- Lehet zárt vagy C állványú

