

5.5_Upogibanje

Osnove

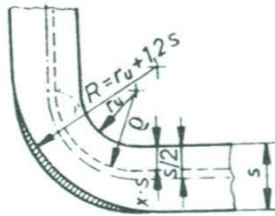
S postopki upogibanja se ravni deli pločevin ali profilov plastično deformirajo. Ti procesi ležijo znotraj intervala minimalnega in maksimalnega upogibnega polmera r_u . Pri polmeru, ki bi bil manjši od minimalnega r_{\min} bi prišlo do porušitve ali razpok, pri večjih od maksimalnega r_{\max} pa se trajne deformacije sploh ne bi pojavile. Po razbremenitvi bi se obdelovanec zravnil nazaj na začetno obliko. Minimalni upogibni polmeri so zbrani v razpredelnicah, maksimalne pa izračunamo po enačbi:

$$r_{\max} = 0,5 s \cdot \frac{E}{\sigma_T}$$



σ_T - meja plastičnosti, E - elastični modul.

Na mestu upogiba se pločevina utrdi in stanjša. Utrditev je največja na polmerih r_u (slika 85), na polmeru (ρ pa ostane nedeformirana. To dejstvo je potrebno upoštevati pri izračunu dolžin prerezov L oziroma surovcev, iz katerih upogibamo določene izdelke. Nekaj primerov je razvidnih v slikah 86,87.

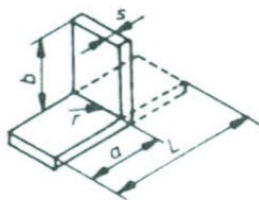


r_u - upogibni polmer
 Q - polmer nevtralnega vlakna
 x = upogibni koeficient
 $x \cdot s < \frac{s}{2}$
 $x = f\left(\frac{r_u}{s}\right)$

Slika 85. Razmere v upogibnem področju

$$L = a + b + D \text{ [mm]}$$

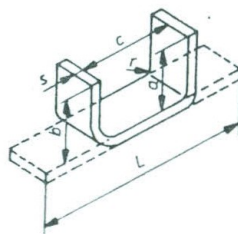
D — dodatek [mm]



Slika 86

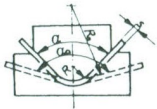
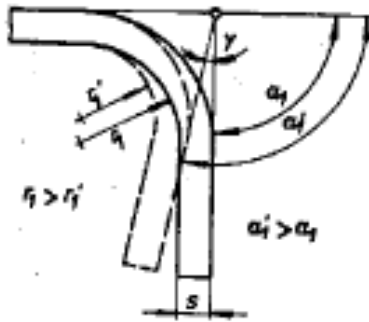
$$L = a + b + c + D \text{ [mm]}$$

D — dodatek [mm]



Slika 87

Poleg plastičnih se pri upogibanju pojavljajo tudi elastične deformacije, ki delno zravnavajo izdelek. Če hočemo pločevino upogniti za kot α_0 , mora orodje imeti kot α , ki je za $\Delta\alpha$ manjši. Ta kot lahko izračunamo (slika 89) ali pa določimo na podlagi eksperimentalno ugotovljenih vrednosti (slika 90).

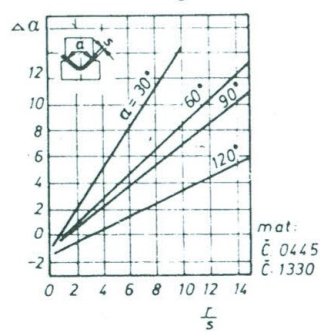
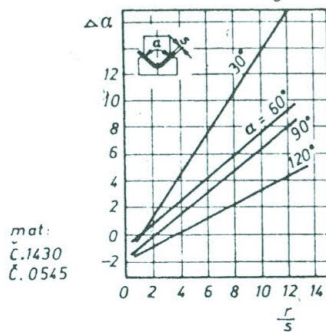
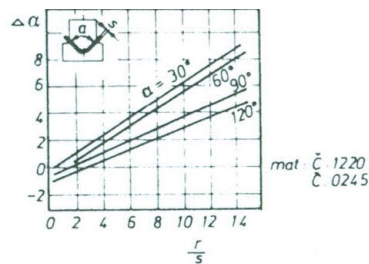
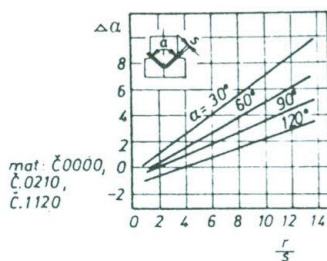


$$R = \frac{R_0}{1 + 3 \frac{\alpha_m R_0}{E s}}$$

$$\Delta \alpha = \alpha_2 - \alpha_1$$

$$\Delta \alpha = (180 - \alpha) \sqrt{\frac{R_0}{R} - 1}$$

Slika 89. Izračun kota zravnavanja



Slika 90. Diagrami za določanje kota zravnavanja

Orodja in sile

Najpogosteje uporabljamo upogibanje v profil oblike V ali U.

V sliki 91 so podane najvažnejše vrednosti za pravilno konstruiranje takih upogibnih orodij.

Sila za upogibanje v utopu V je:

$$F = k \frac{s^2 b}{w} \sigma_M \quad [\text{N}]$$

s, b — debelina oziroma širina obdelovanca [mm], w — širina utopa (iz slike 91) [mm], σ_M — zrušilna trdnost obdelovanca [N/mm²].

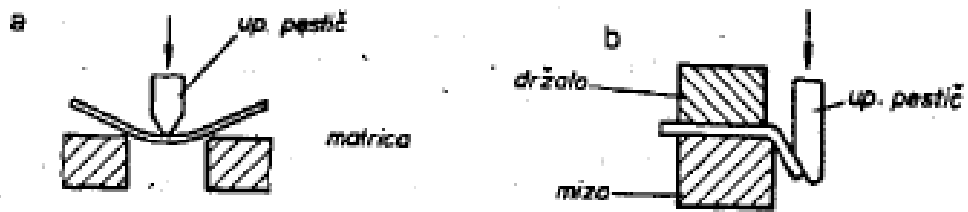
Korekcijski faktor k določimo, kakor sledi:

$$w < 20 \quad k = 1 + \frac{4s}{w}$$

$$w > 20 \quad s > 3 \quad k = 0,75$$

$$w > 20 \quad s < 3 \quad k = \frac{2,2}{\sqrt{w}}$$

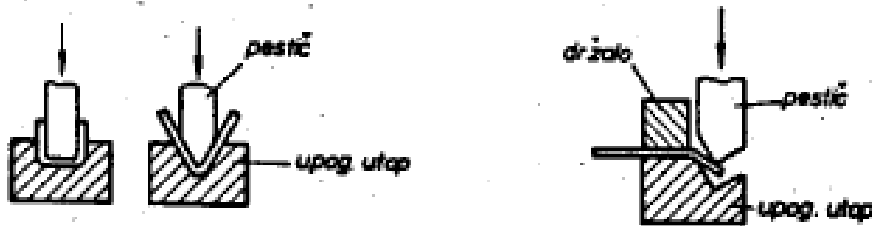
Upogibanje s premočrtnim gibanjem orodij



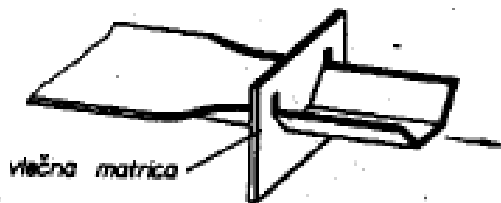
Čisto upogibanje



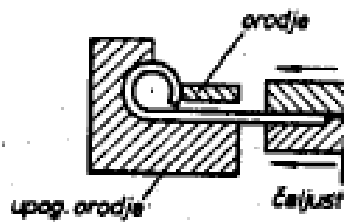
Kombiniramo ga s kalibriranjem



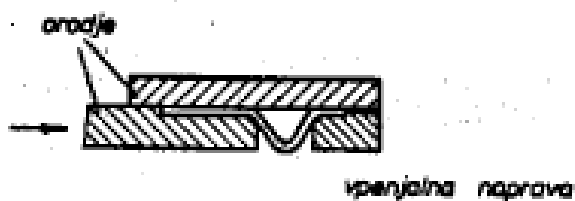
Vlečno upogibanje



Ovijanje

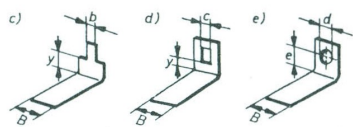
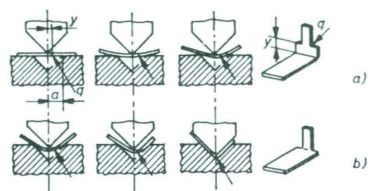


Upogibanje na uklon

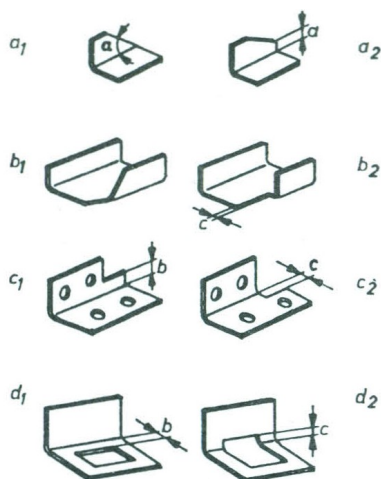


Zasnove izdelkov

Če so luknje ali utori preblizu upogibne ravnine, se močno deformirajo in popačijo.



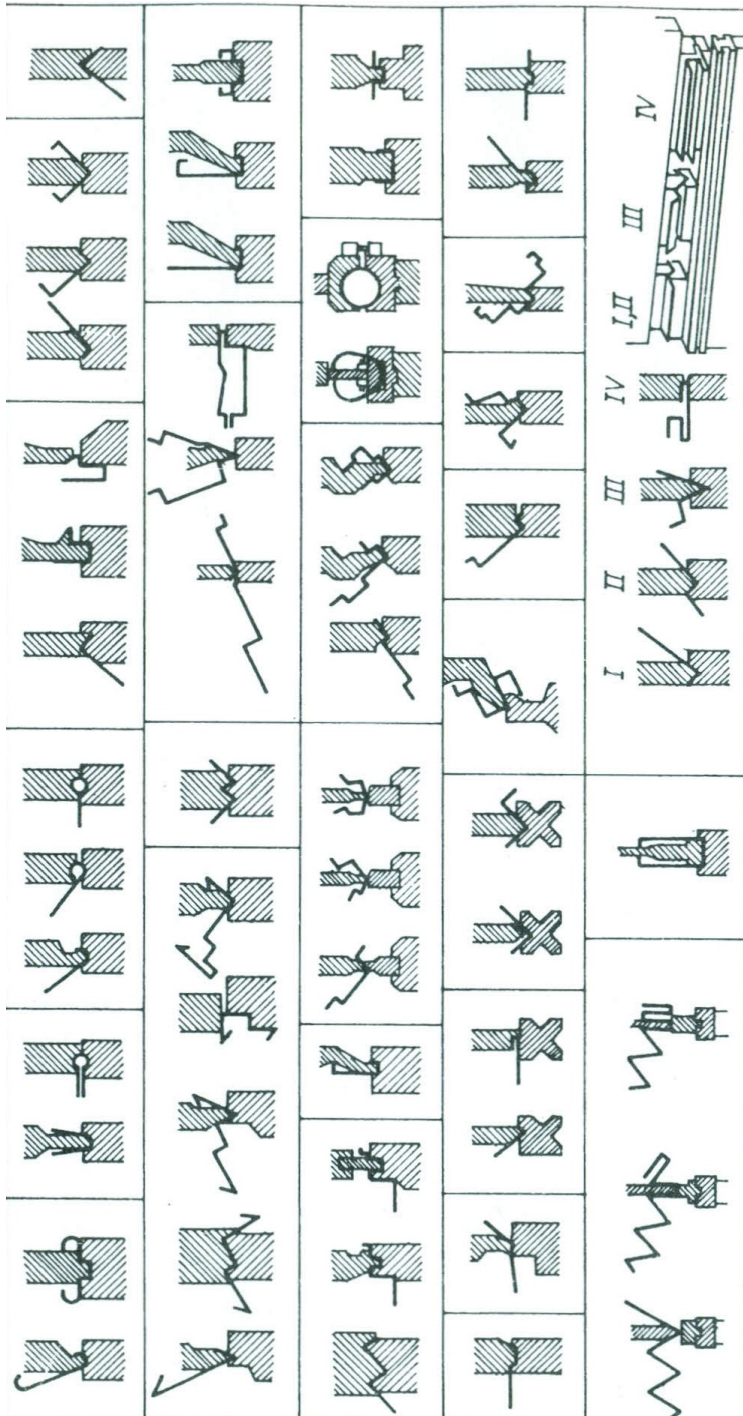
Slika 92. Upogibanje izdelkov, ki imajo na določenem mestu (q) močne spremembe prečnih prereзов



Slika 94. Neugodno (1) ter bolje (2) zasnovani izdelki

Upogibanje profilov

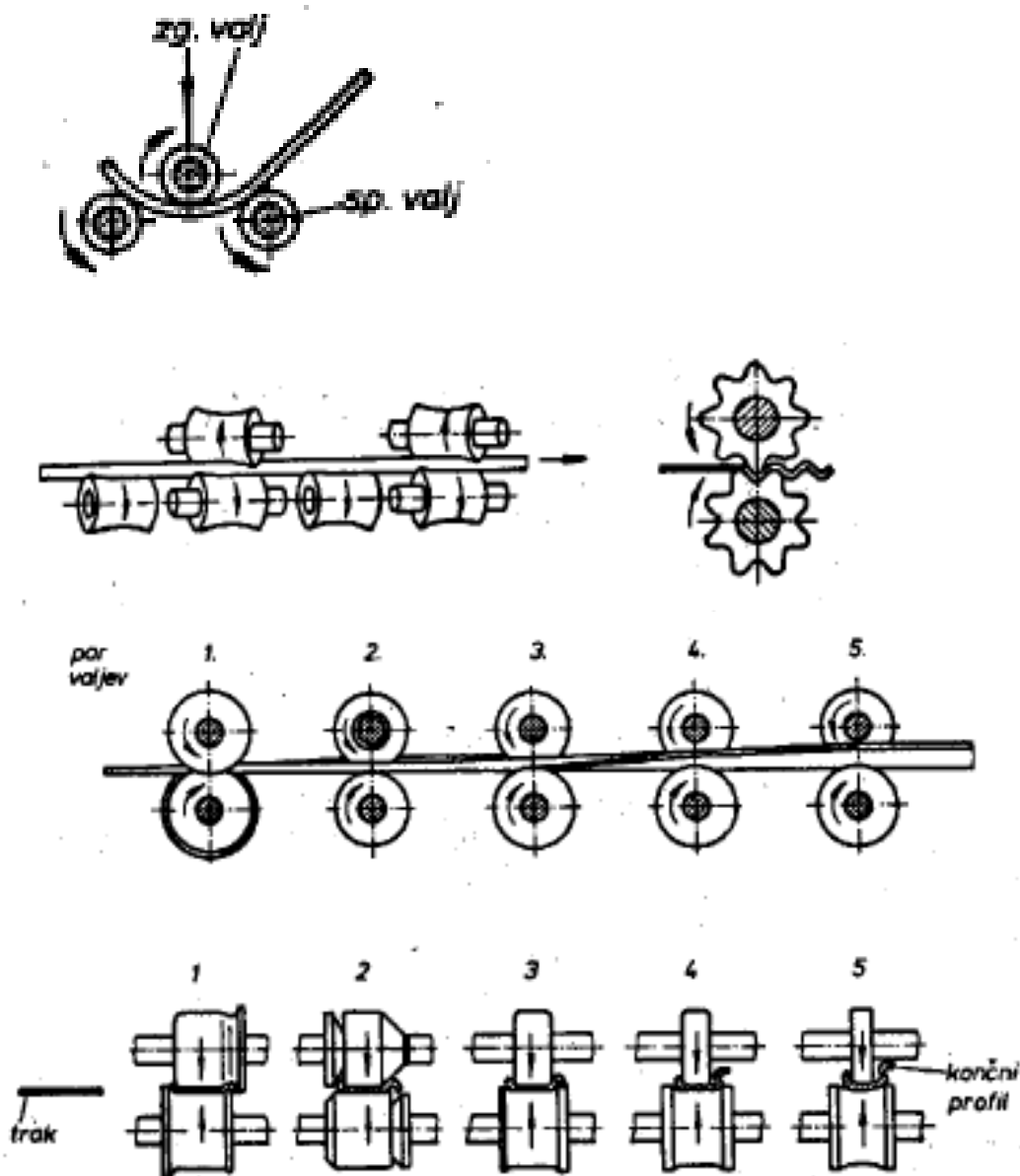
Na posebnih stiskalnicah, v katere lahko vgradimo dolga oroda, lahko upogibamo profile iz pločevinastih trakov, ki dosežejo dolžine po nekaj metrov. S pravilno izbiro zaporednih operacij ter konstrukcijo orodij je mogoče izdelati zelo različne profile, katerih uporaba je mnogostranska. Nekaj takih primerov je prikazanih na sliki 96



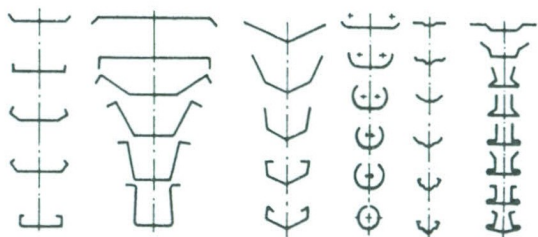
Slika 96. Razne oblike hladnega upogibanja profilov

Profiliranje med valji

Profile s praktično neomejeno dolžino je mogoče oblikovati med valji. Valji tu nimajo namena tanjšati trak, temveč ga le upogibajo. Profili so lahko zakrivljeni (kolesni obroči, platišča za avtomobile) ali pa ravni.



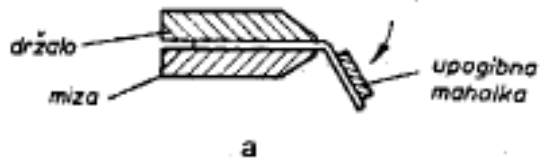
Pri oblikovanju ravnih profilov teče pločevinast trak skozi zaporedje valjev, kjer se postopoma oblikuje. Osi glavnih valjev ležijo vodoravno, osi valjev za pomožna oblikovanja pa navpično. Na slikah 97 in 98 so prikazana stopnjevanja pri profiliranju med valji.



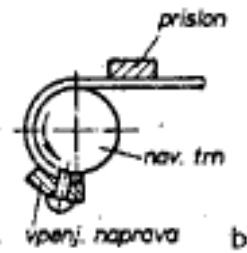
Slika 98. Primeri profiliranja med valji s 5 do 8 stopnjami

Tudi pri tem postopku se .pojavlja zravnavanje $\Delta\alpha$ profila, kar odpravimo z ustrezno korekcijo oblike valjev.

Upogibanje z mahalko



Upogibanje na bobnu



Krivljenje cevi

