

OSNOVE MAŠINSKIH TEHNOLOGIJA 2

TEHNOLOGIJA PLASTIČNOG DEFORMISANJA

SAVIJANJE

Savijanje je proces čija je osnovna karakteristika da se deformisanje odvija u manjem delu zapremine obratka (lokalno deformisanje).

Izuzetak predstavlja kružno savijanje kod koga se deformiše ukupna zapremina obratka.

Savijanjem se najčešće oblikuje lim, ali savijanjem se mogu oblikovati i profili, žica, cevi.

Savijanje je metoda tehnologije plastičnog deformisanja koja ima široku primenu, kako u serijskoj i masovnoj proizvodnji, tako i uslovima pojedinačne proizvodnje.

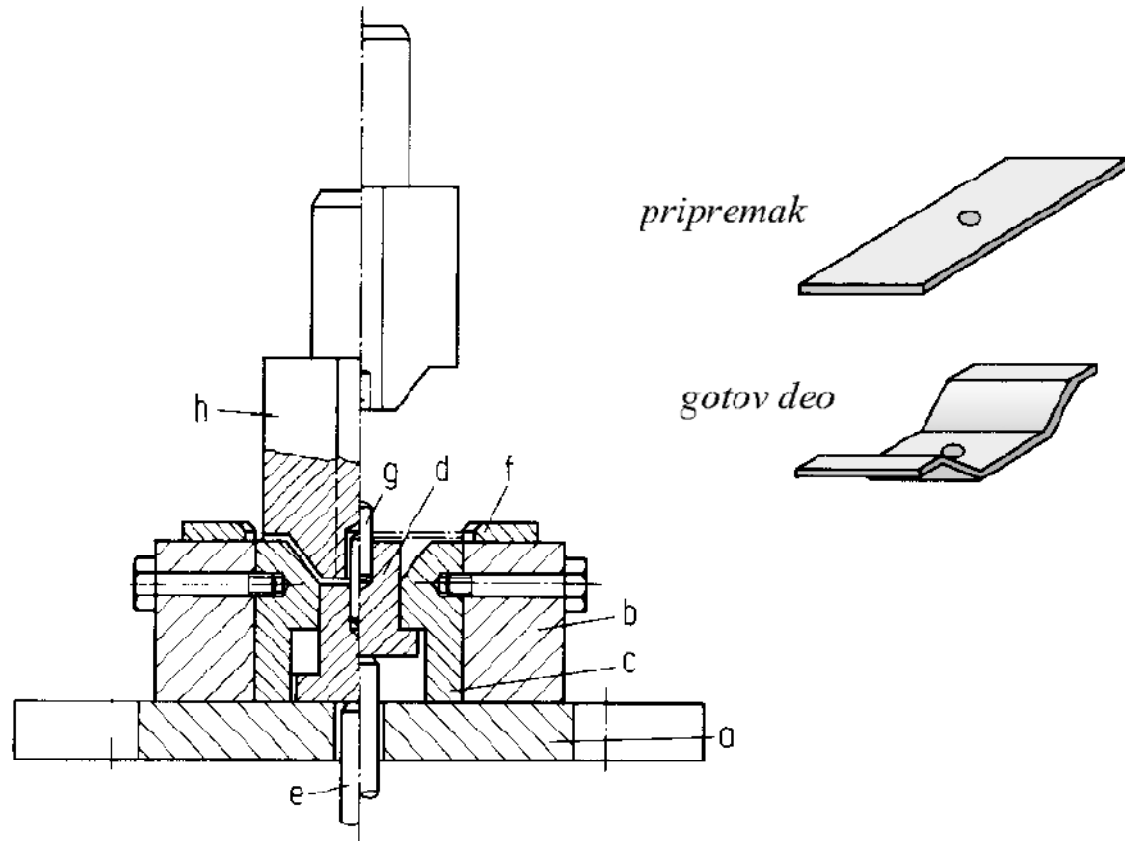
Dimenzije radnog dela su od nekoliko milimetara do nekoliko metara.

Savijanje se često izvodi u kombinaciji sa drugim obradama plastičnog deformisanja.

Vrste savijanja

1. savijanje na univerzalnim mašinama pomoću specijalnih alata
2. profilno savijanje na specijalnim mašinama – abkant presi
3. profilno savijanje pomoću valjaka
4. kružno savijanje lima
5. kružno savijanje profila
6. savijanje uskih traka i žice

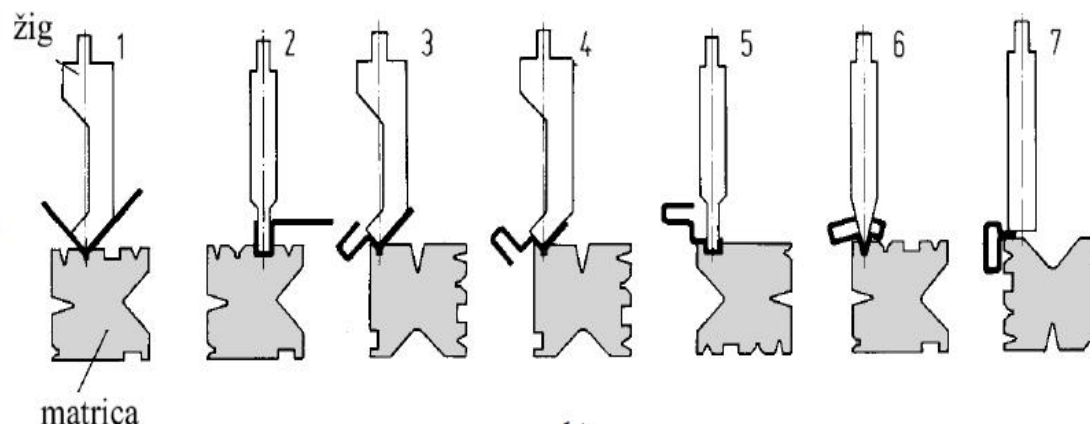
Savijanje na univerzalnim mašinama pomoću specijalnih alata



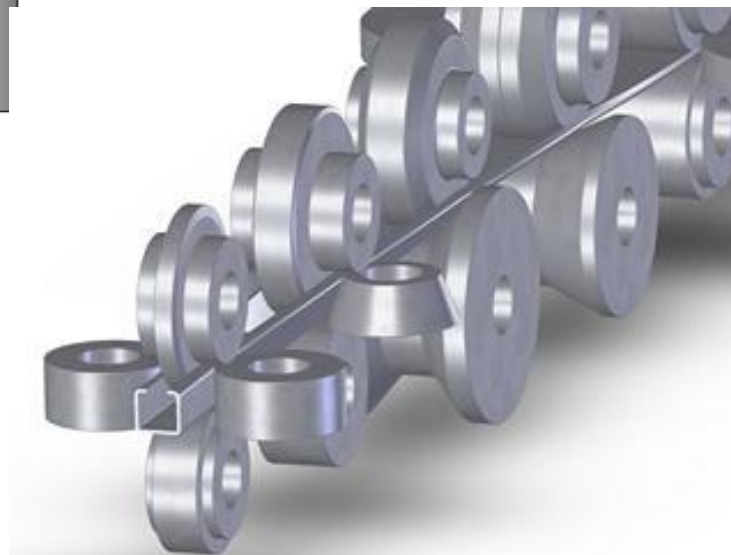
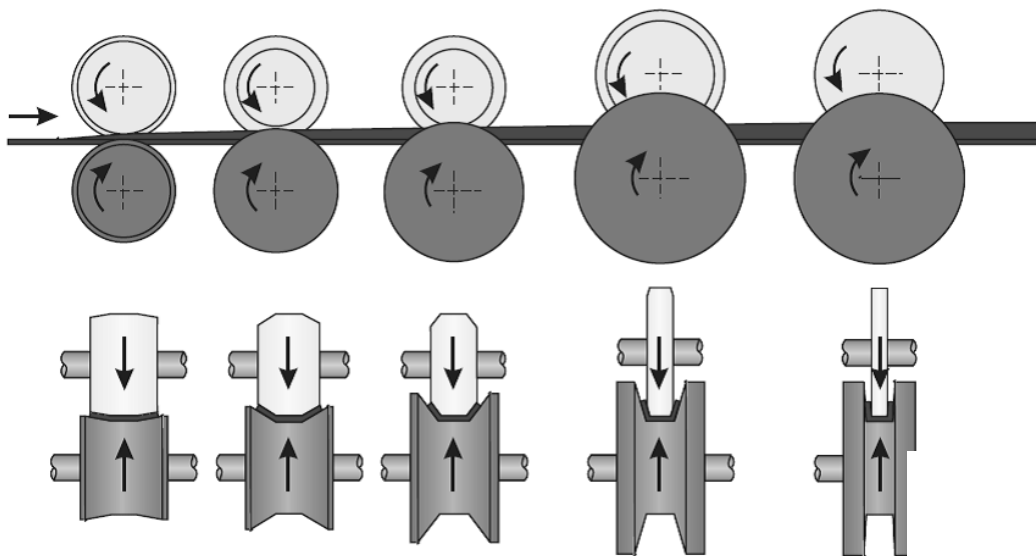
Profilno savijanje na specijalnim mašinama

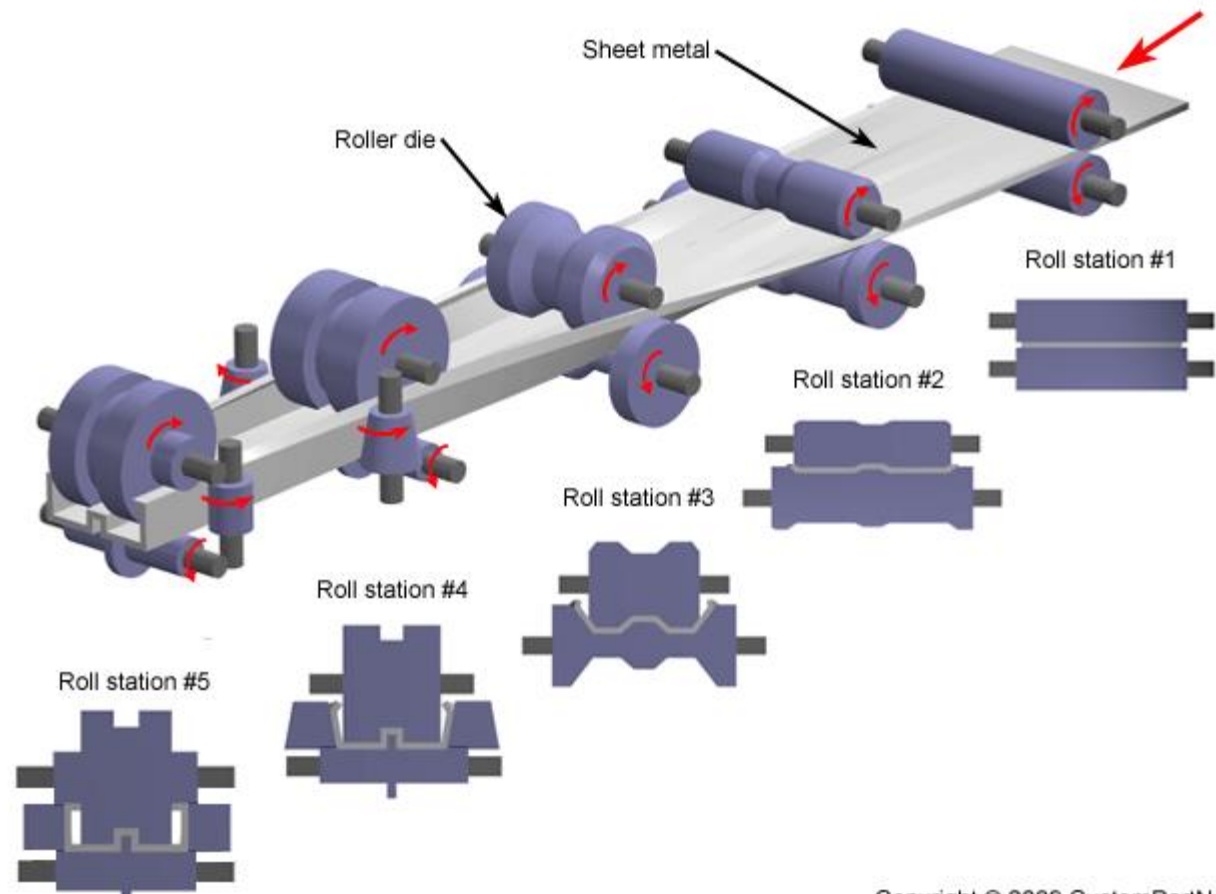


Abkant presa

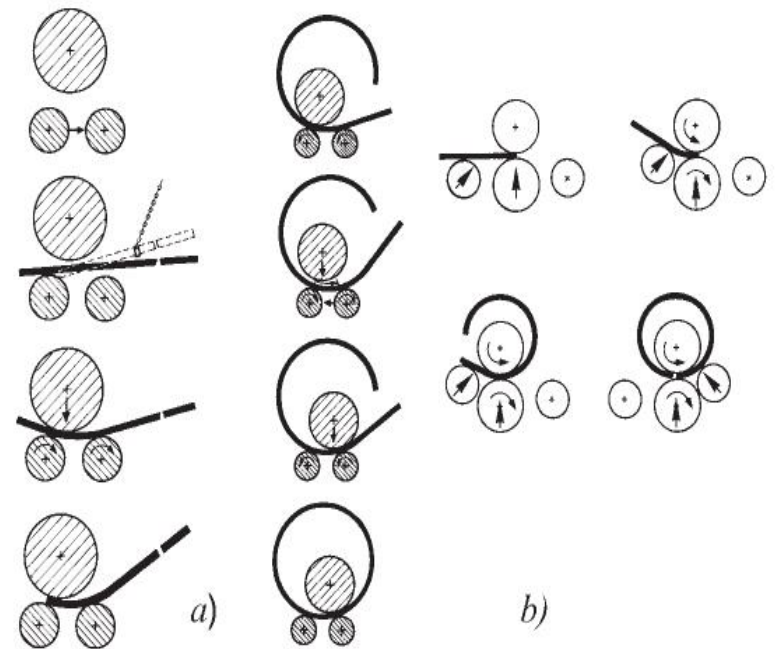


Profilno savijanje pomoću valjaka





Kružno savijanje lima



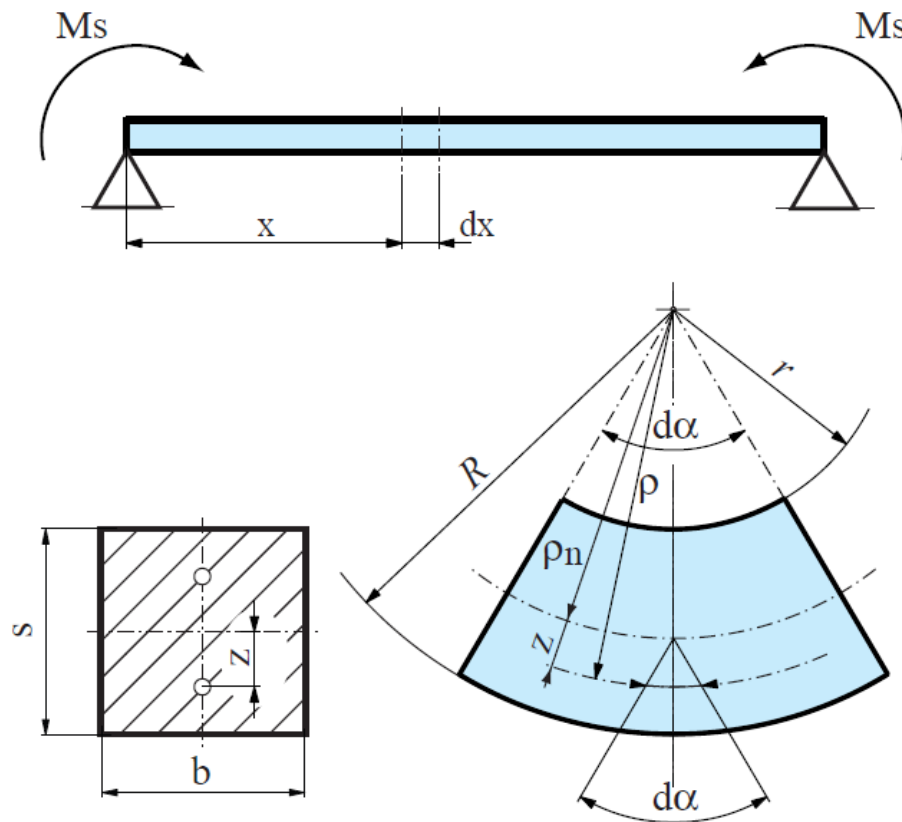
Kružno savijanje profila



Savijanje uskih traka i žice



Deformacije kod savijanja



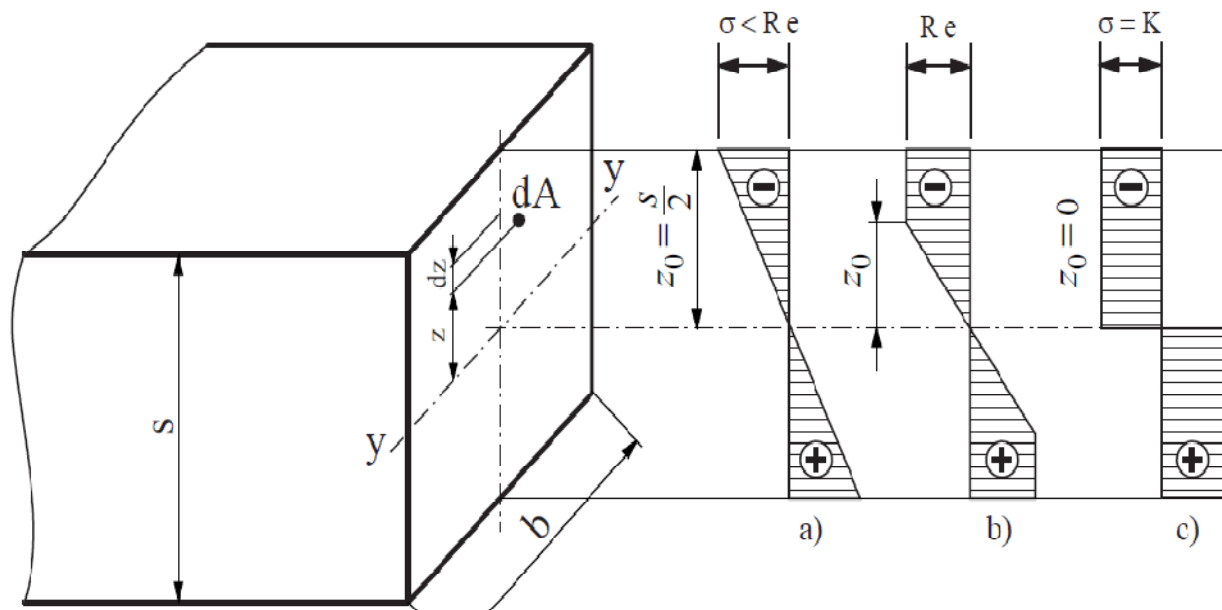
$$\varphi = \ln \frac{R}{\rho_n}$$

$$\rho_n = \sqrt{R \cdot r}$$

$$R = r + s$$

$$\varphi = \frac{1}{2} \ln \frac{R}{r}$$

Naponi kod savijanja



a) elastične deformacije b) elastično-plastične deformacije c) plastične deformacije

Granične vrednosti radijusa savijanja

Minimalni radijus savijanja je najmanja vrednost radijusa savijanja koja se može ostvariti, a da ne dođe do pucanja lima u zoni zateznih napona.

$$r_{\min} = \frac{s}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon_m} - 1 \right)$$

s – debljina lima

ε_m - maksimalna ravnomerna deformacija pri zatezanju, deformacija koja odgovara zateznoj čvrtoći u dijagramu zatezanja

Maksimalni radijus savijanja je najveća vrednost radijusa savijanja koja dovodi do trajnih, plastičnih deformacija.

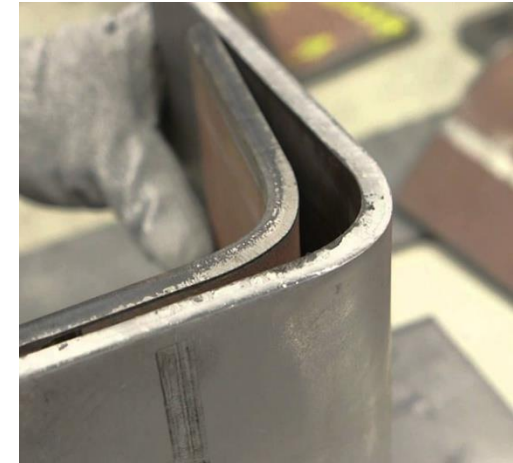
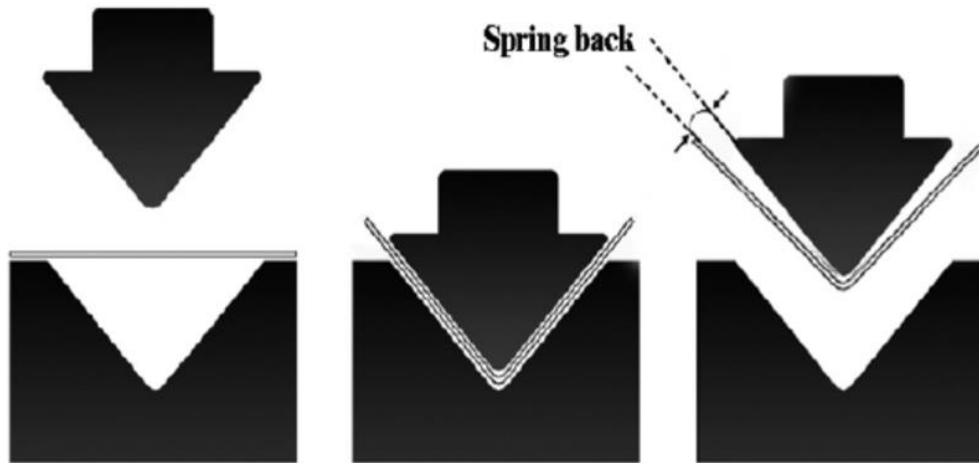
$$r_{\max} = \frac{s}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon_e} - 1 \right) = \frac{s}{2} \left(\frac{E}{R_e} - 1 \right) \approx \frac{s}{2} \frac{E}{R_e}$$

s – debljina materijala

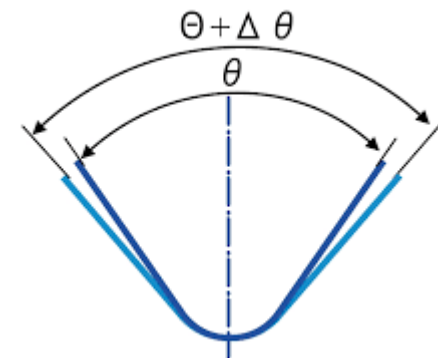
E – modul elastičnosti

R_e – napon na granici plastičnog tečenja

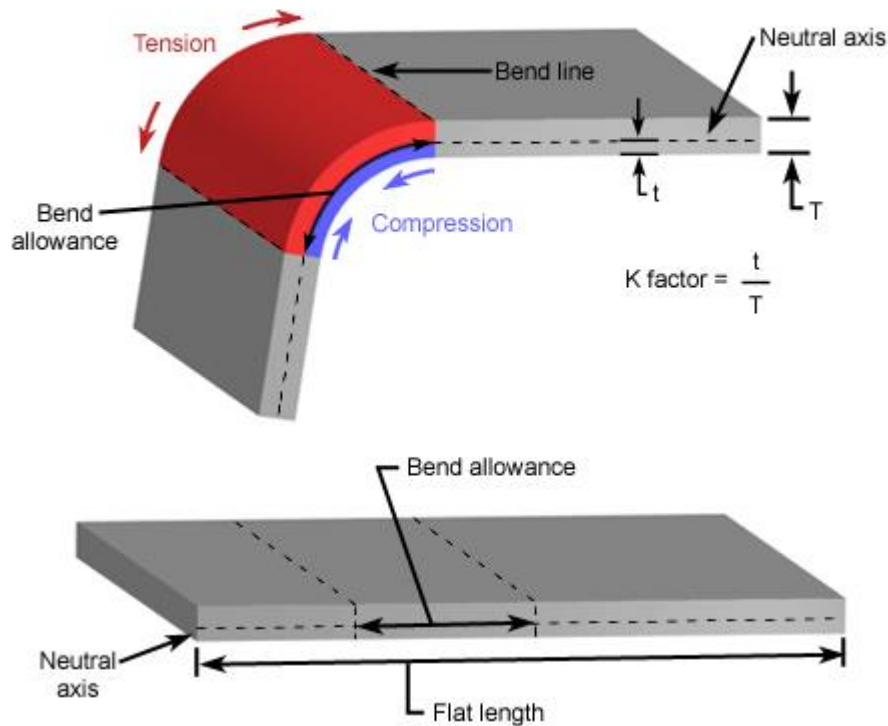
Elastično ispravljanje obratka



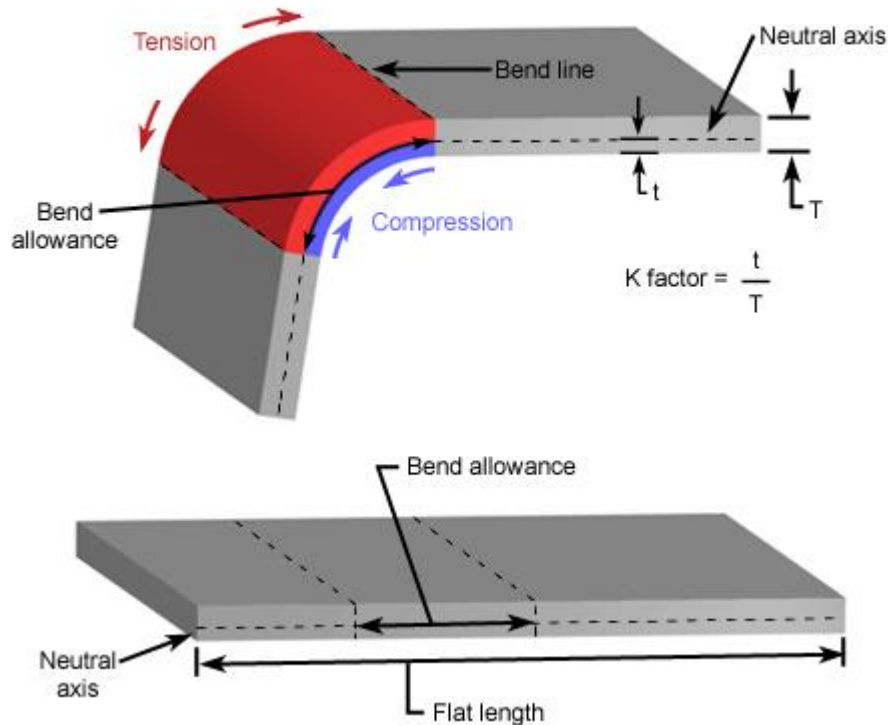
U svakom procesu obrade metala deformisanjem postoji uticaj elastičnih deformacija. Njihov uticaj je veći ukoliko je ukupno ostvarena deformacija u procesu relativno mala kao što je slučaj kod savijanja. Nakon vađenja savijenog dela iz alata uticaj elastičnih deformacija se ogleda u povećanju ugla savijanja. Kako bi se eliminisao uticaj elastičnih deformacija, u zavisnosti od karakteristika materijala koji se savija, najčešće se povećava ugao savijanja, da bi se nakon savijanja i elastičnog ispravljanja dela ostvario predviđeni ugao savijanja.



Razvijena dužina obratka



Razvijena dužina obratka je dužina neutralne linije deformacije, tj. linije čija se dužina tokom savijanja ne menja. Razvijena dužina obratka dobija se sabiranjem dužina pravolinijskih elemenata obratka i dužina krivolinijskih elemenata.



Dužina krivolinijskog elementa određuje se kao:

$$l_s = \rho_d \alpha$$

gde je ρ_d radijus neutralnog sloja, a α ugao savijanja (u radijanima).

Radijus neutralnog sloja se izračunava prema:

$$\rho_d = r + \zeta s$$

gde je ζ koeficijent koji zavisi od odnosa r/s .

r/s		r/s	
0,1	0,23	1,0	0,41
0,2	0,29	1,2	0,42
0,3	0,32	1,5	0,44
0,4	0,35	2,0	0,45
0,5	0,37	3,0	0,46
0,6	0,37	4,0	0,47
0,7	0,39	5,0	0,48
0,8	0,40	10,0	0,50

Vrednosti koeficijenta u zavisnosti od odnosa r/s