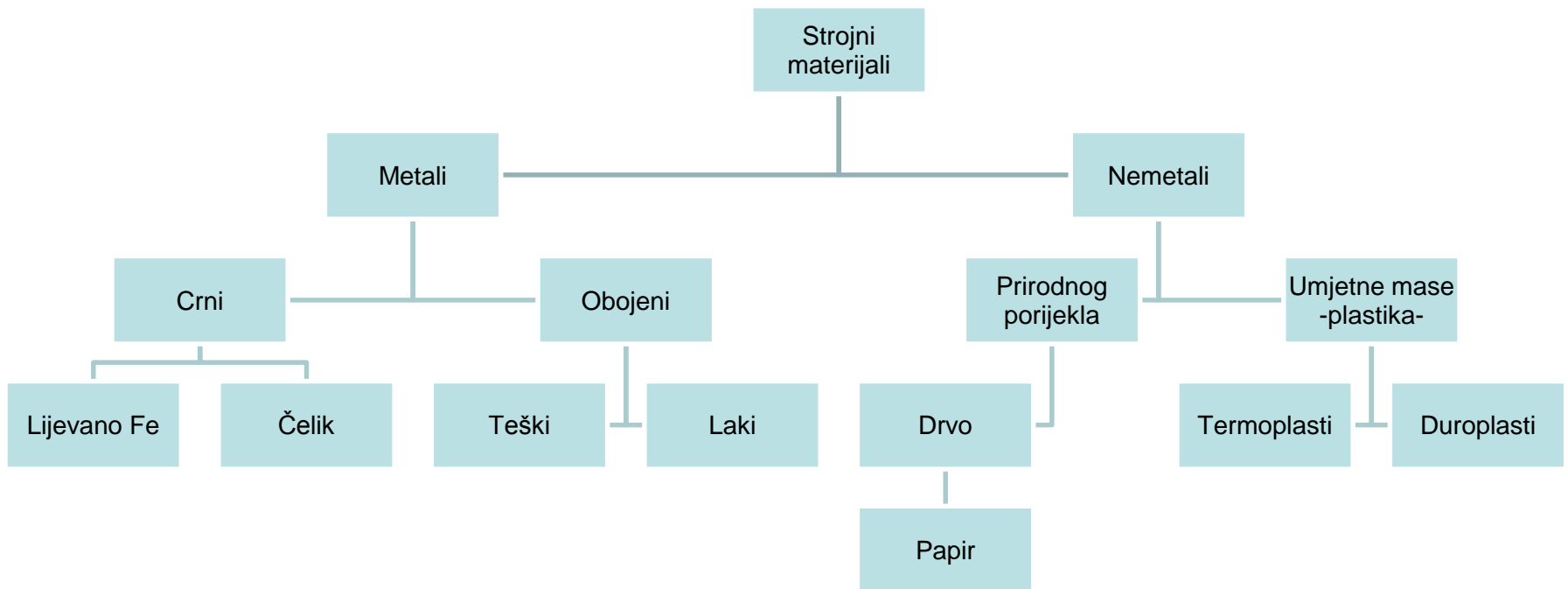


STROJNI MATERIJALI

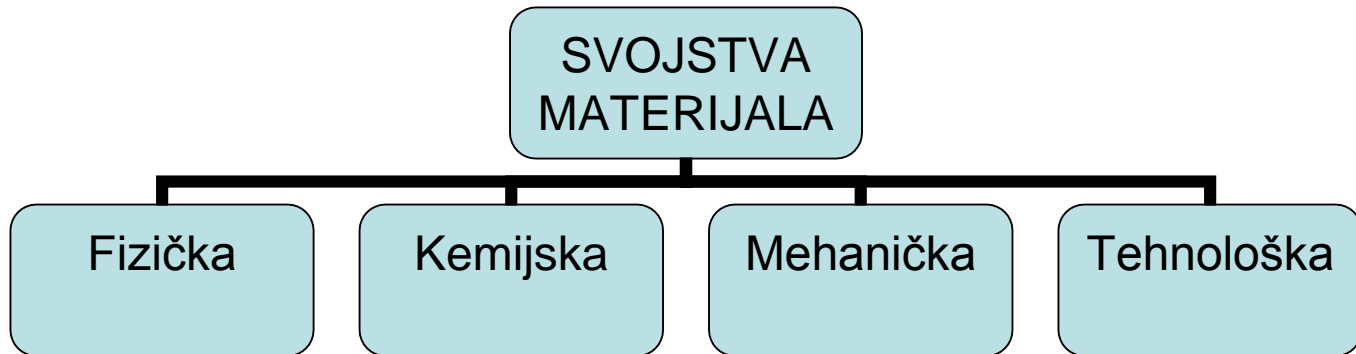
Namjena:

- služe za gradnju raznih strojeva, uređaja i alata
- svojim osobinama moraju dulje vrijeme odolijevati naprezanjima kojima su izloženi u radu

PODJELA STROJNIH MATERIJALA



SVOJSTVA MATERIJALA



FIZIČKA SVOJSTVA MATERIJALA

- Odnose se na strukturu materijala. Tu ubrajamo:
 - Boju
 - Gustoću (specifičnu težinu)
 - Toplinsku vodljivost i rastezljivost
 - Specifičnu toplinu
 - Talište, vrelište
 - Električne i magnetske osobine...

KEMIJSKA SVOJSTVA MATERIJALA

- Otpornost na kemijske utjecaje (kisljine, lužine)
- Afinitet – sklonost spajanja s određenim kemijskim elementima (kisikom, sumporom...)
- Otpornost na koroziju (hrđanje)
- Vatrootpornost – otpornost na visoke temperature

Korozija železnih predmeta



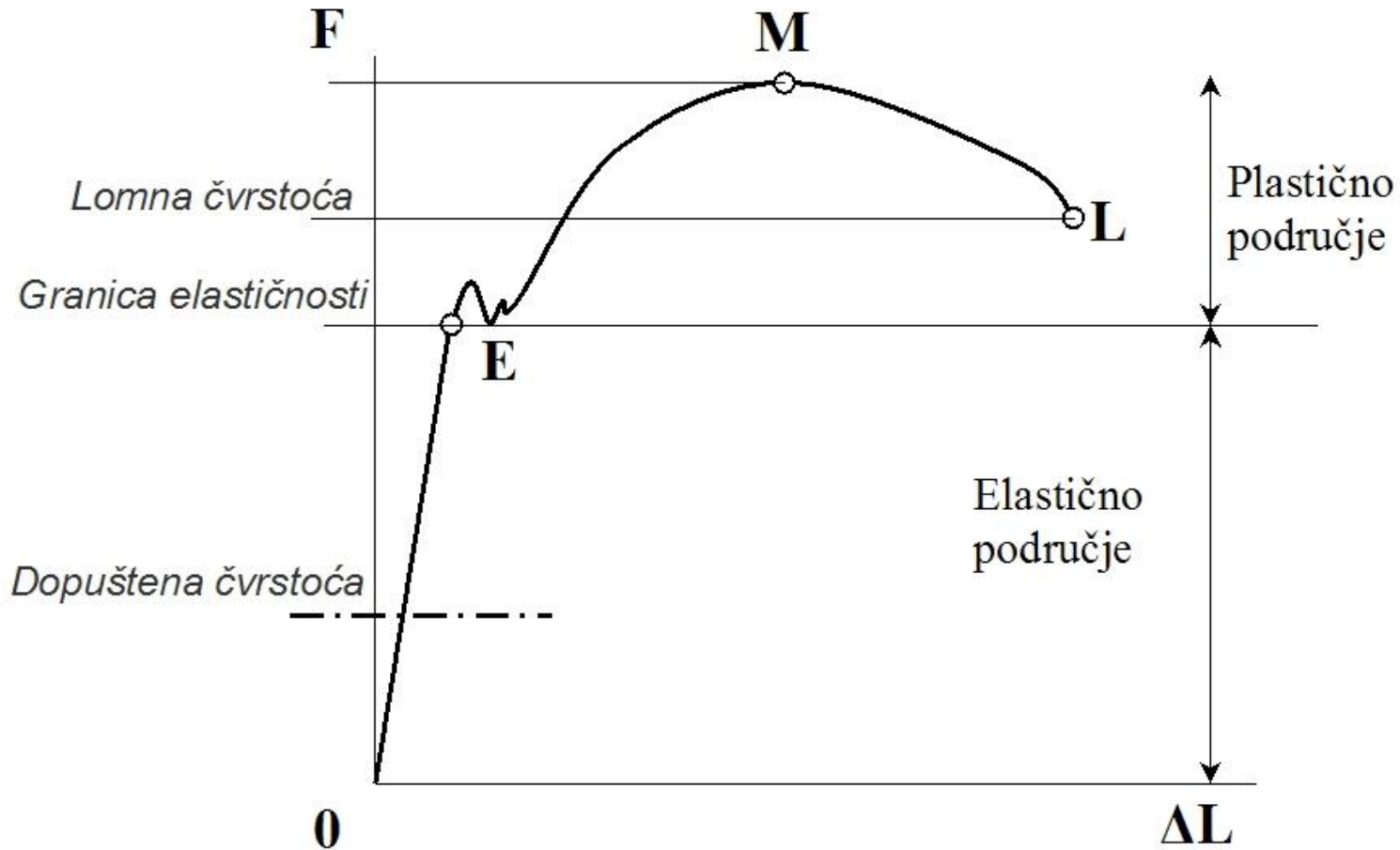
MEHANIČKA SVOJSTVA MATERIJALA

- Odnose se na ponašanje materijala pod utjecajem vanjskih sila (opterećenja, naprezanja).
- To su: čvrstoća, tvrdoća, elastičnost, žilavost, puzavost, zamor materijala...

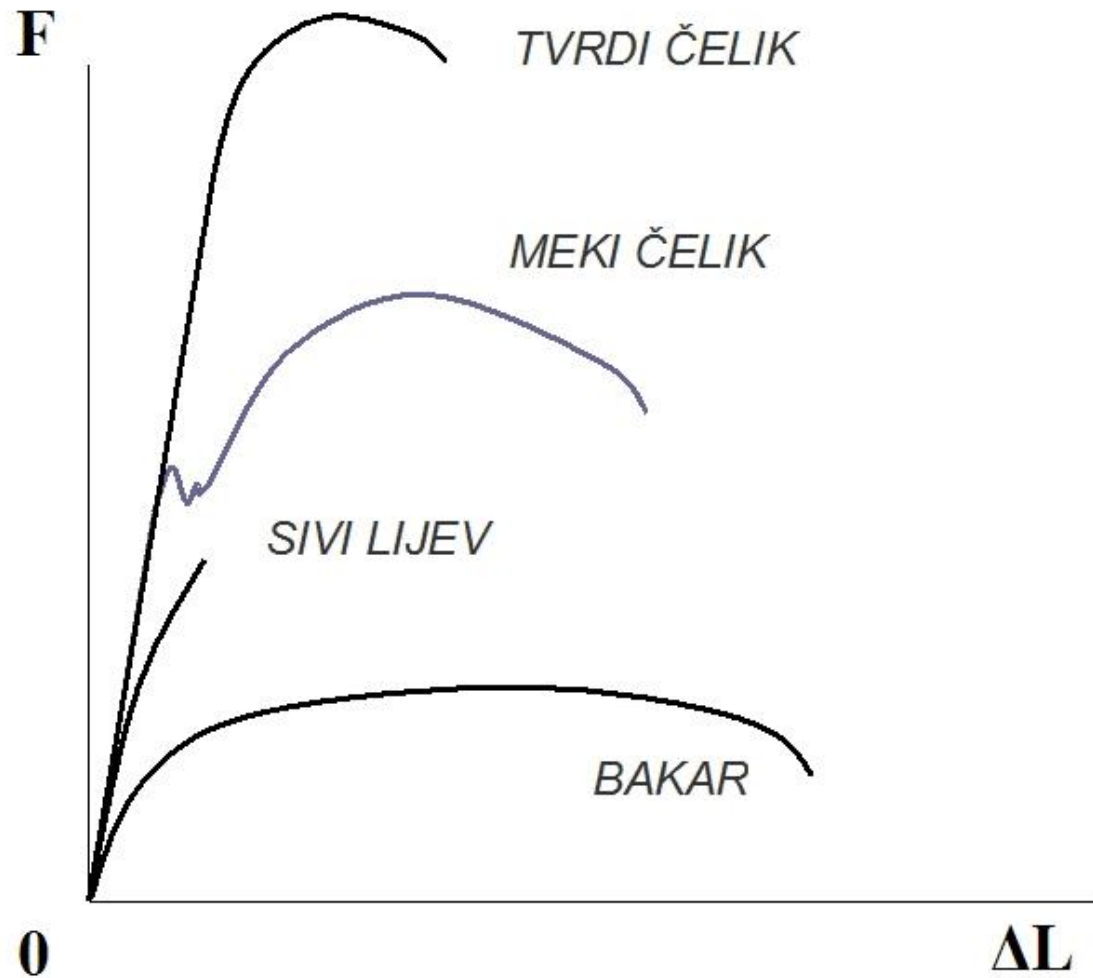
TEHNOLOŠKA SVOJSTVA MATERIJALA

- Odnose se na možnosti obrade materijala.
- Razlikujemo:
 - Obradu s odvajanjem čestica materijala
 - Obradu bez odvajanja čestica materijala
 - Obradu s mogućnošću spajanja

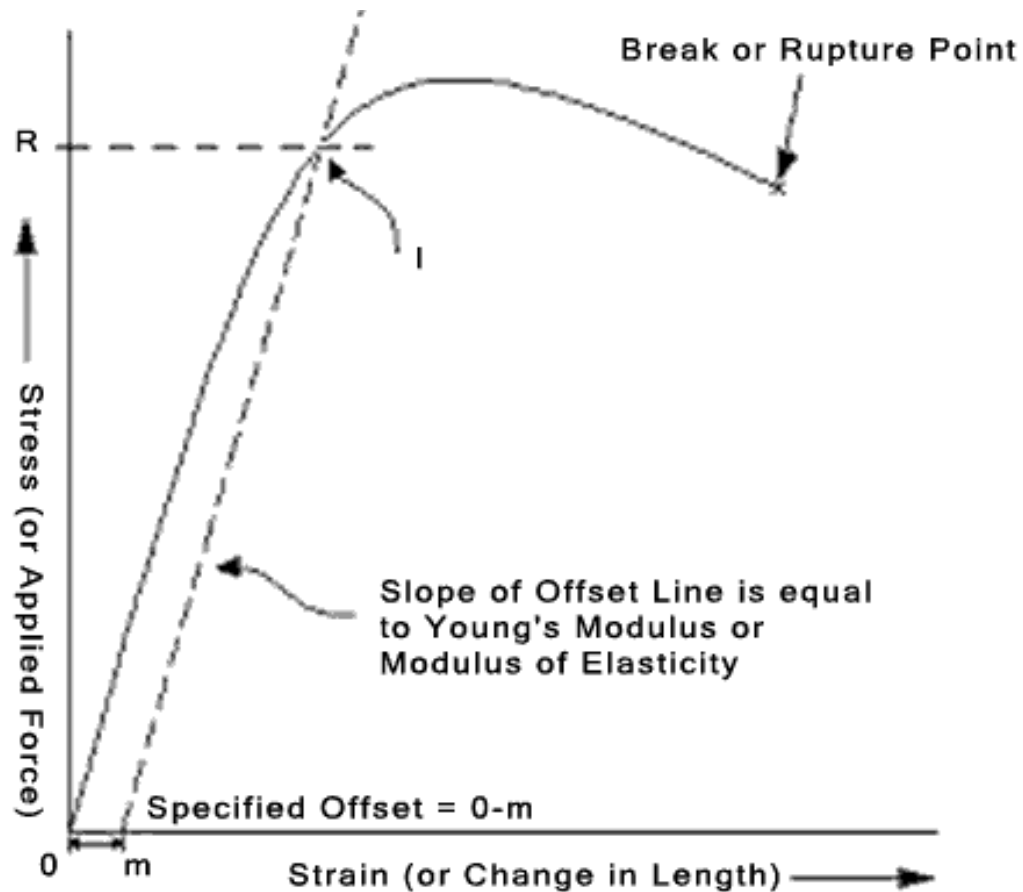
Mehanička svojstva materijala dijagram istežanja



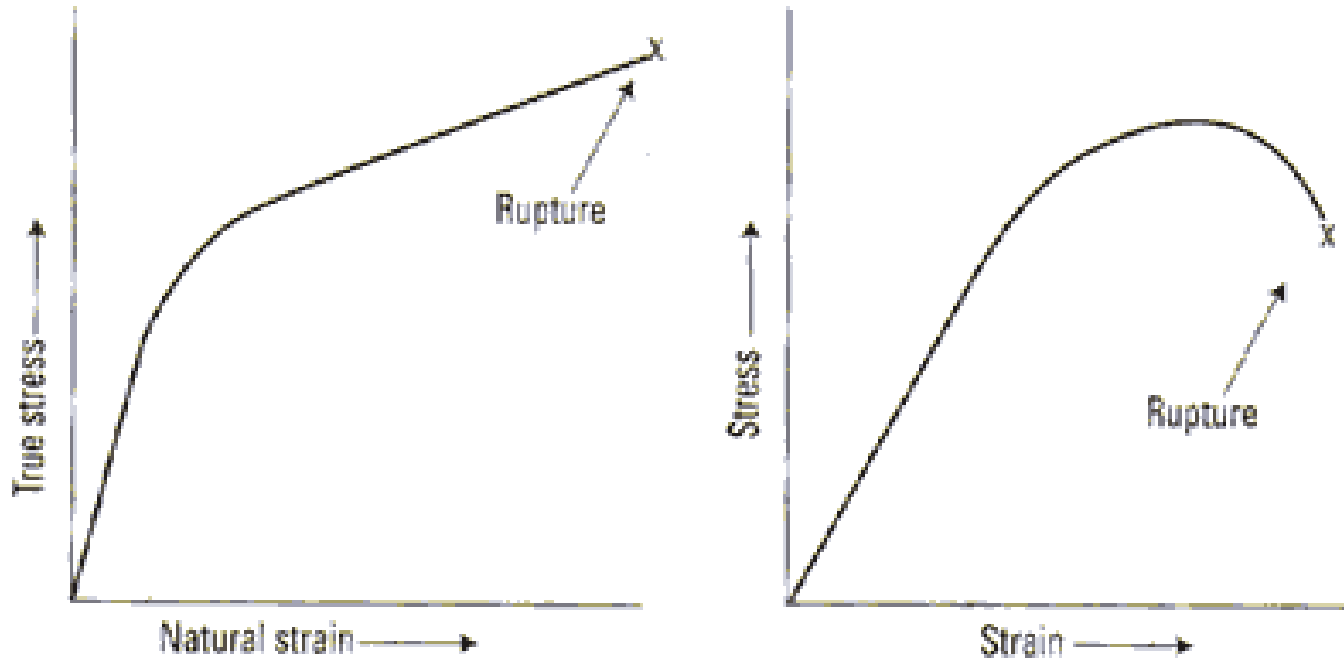
Dijagram istežanja različitih materijala



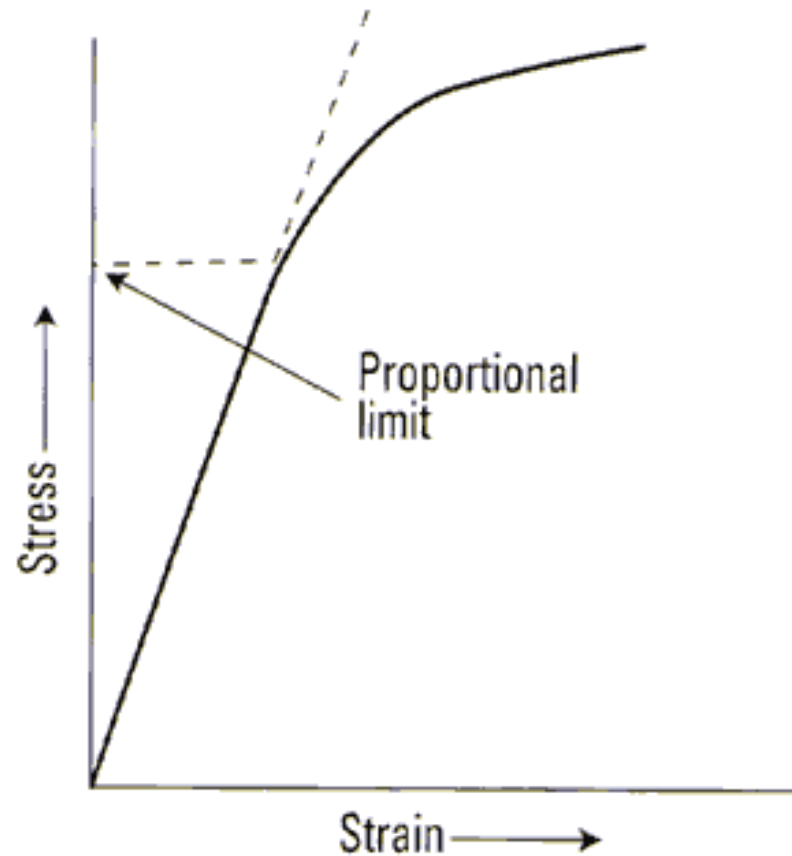
Dijagram istežanja materijala



$\sigma - \epsilon$ diagram



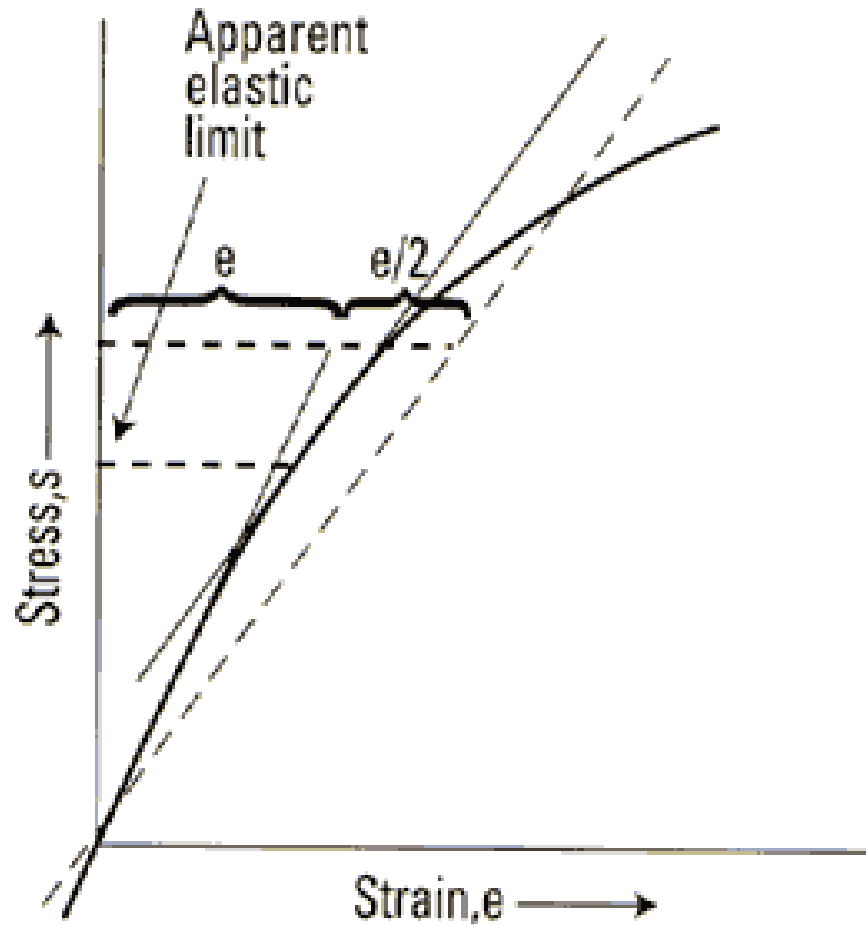
Granica proporcionalnosti Hooke-ov zakon



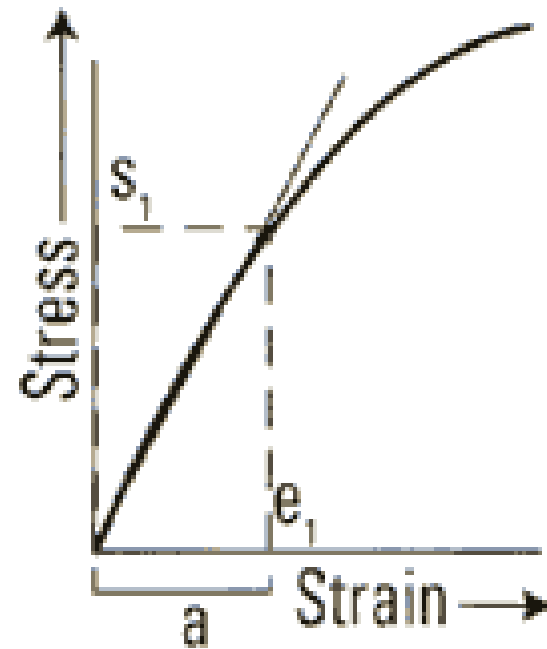
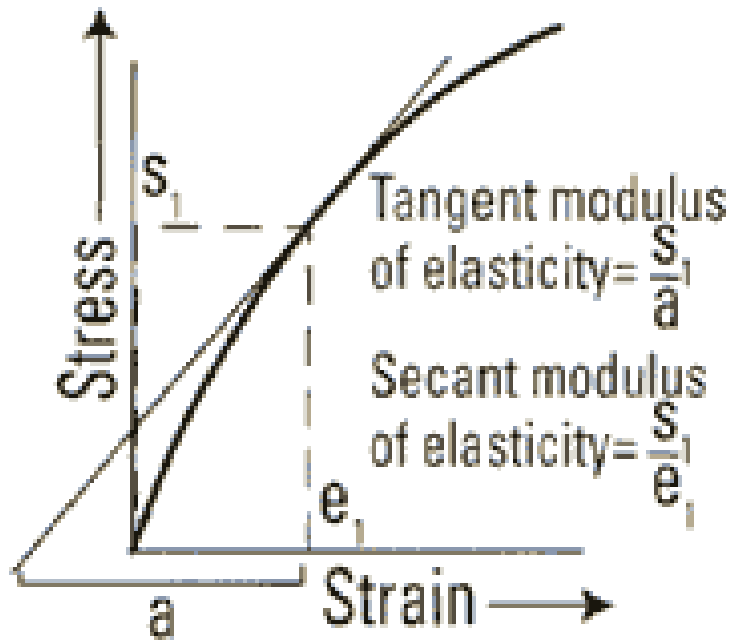
$$\sigma = E \times \varepsilon \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

E = modul elasticiteta
 ε = rel. produljenje

Granica elastičnosti

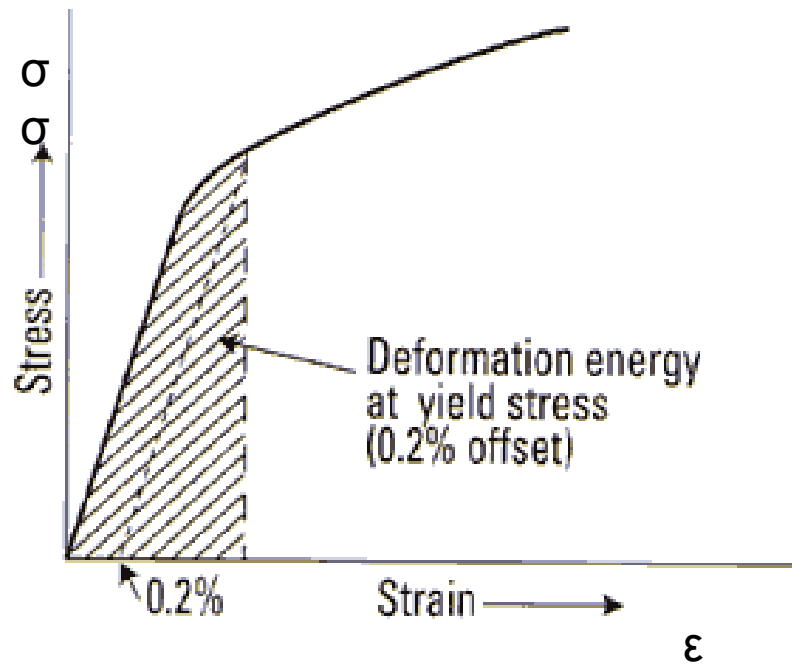


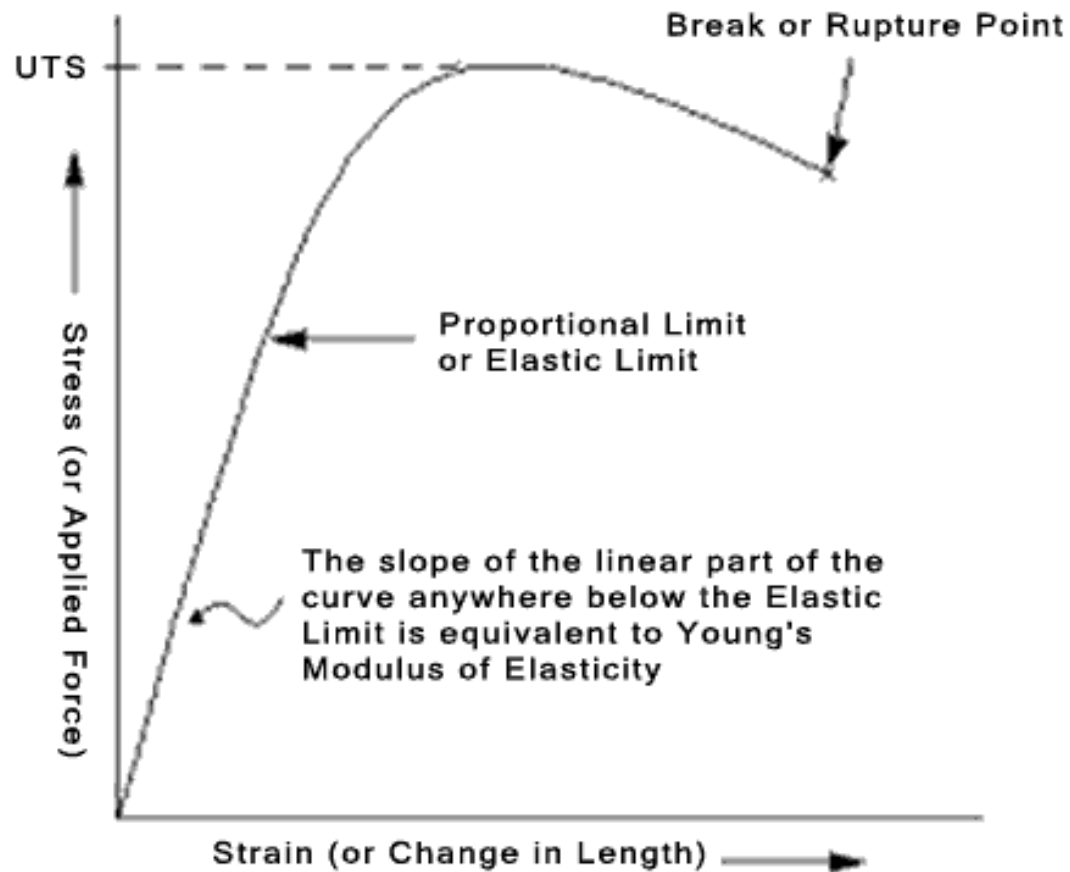
Modul elasticiteta



Modul elastičnosti za različite materijale

MATERIJAL	E , GPa
Aluminij	72
Aluminijske legure	69 ÷ 72
Bakar	125
Mjed	80 ÷ 125
Bronca	115 ÷ 120
Magnezij i legure	44 ÷ 45
Nikal i legure	200
Cink i legure	94 ÷ 130
Olovo i legure	16
Titan	105
Ti-legure	105
Konstruktivni čelici	200 ÷ 210
Čelici za poboljšavanje	192 ÷ 215
Sivi lijev	100 ÷ 120
Nodularni lijev	170
Temper lijev	170
Čelični lijev - nelegirani	190
Čelični lijev - legirani	180 ÷ 195

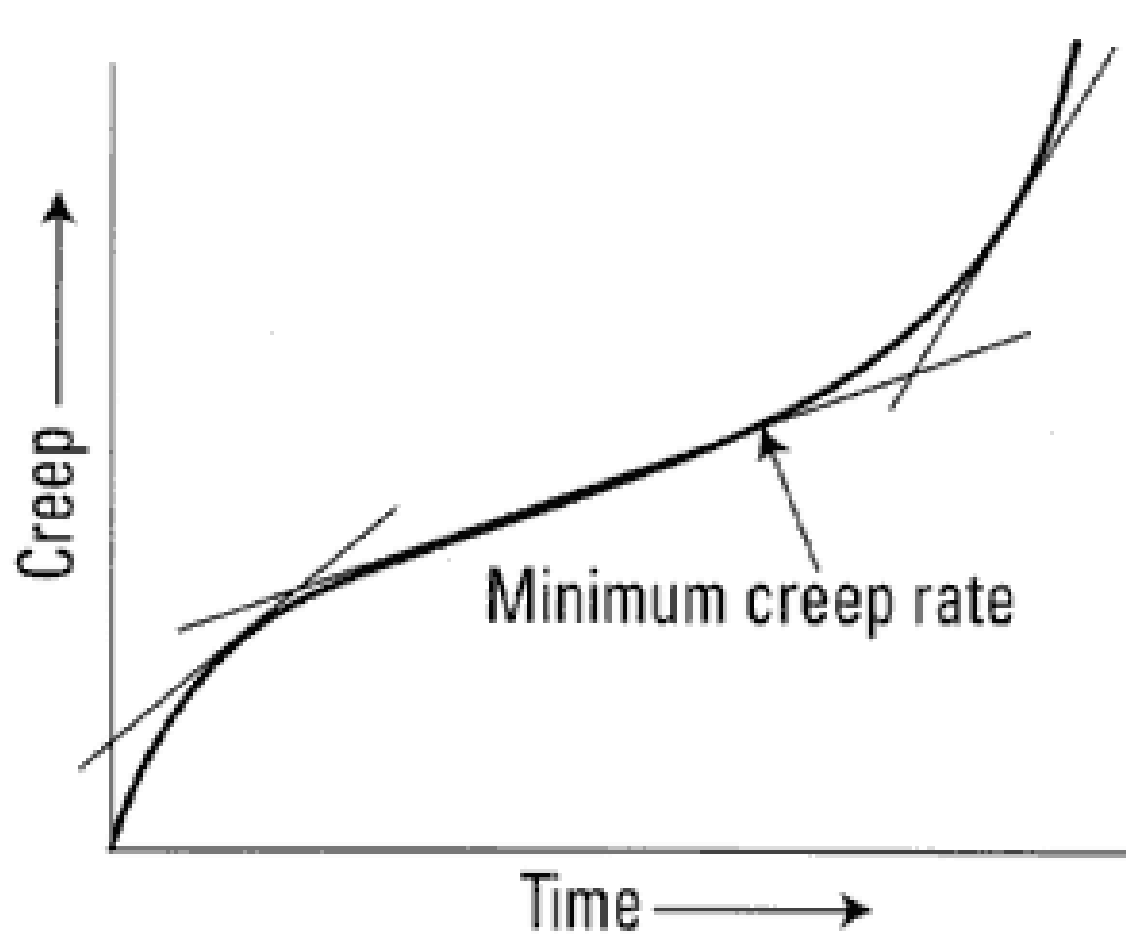




Poissonov koeficijent različitih materijala

Materijal	Poissonov koeficijent
ČELIK	0,24-0,32
Mekani čelik, tvrdi čelik, Ni-čelik, Cr-čelik, čelik za opruge	0,30
Sivi lijev	0,24-0,27
Aluminij	0,34
Aluminijske legure	0,32-0,36
Bakar	0,31-0,35
Olovo	0,42
Mjed	0,32-0,42
Guma, kaučuk	0,47
Staklo	0,25
Beton	0,08-0,18

Puzavost



Prenosivi instrument za određivanje tvrdoće

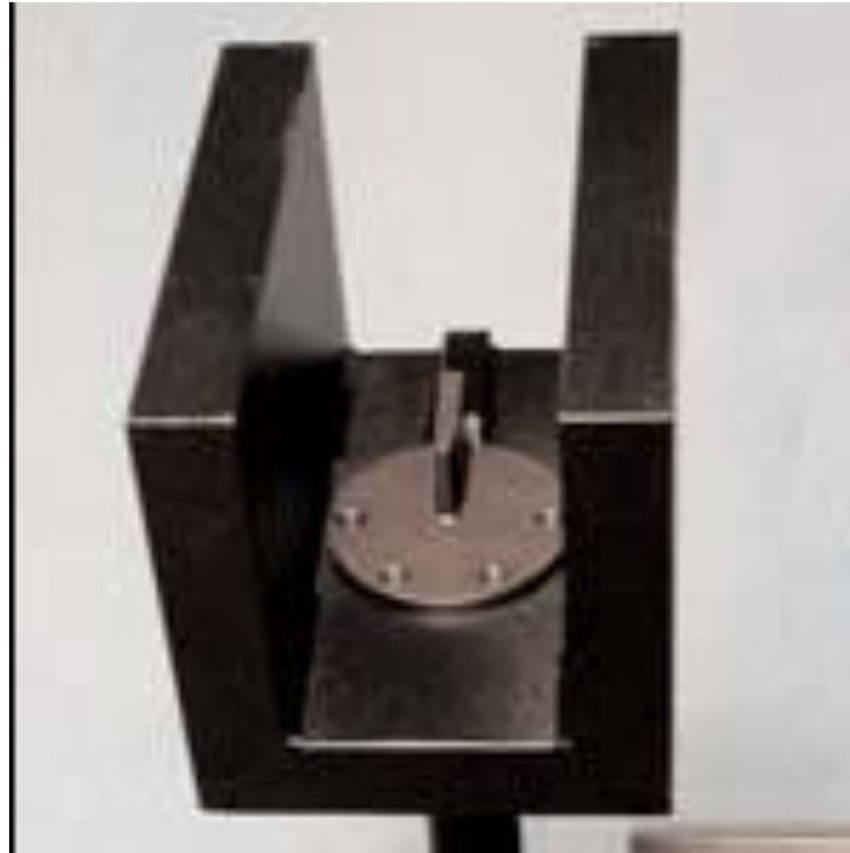


ŽILAVOST-OTPORNOST NA UDARNA OPTEREČENJA

- Charpy-ev bat



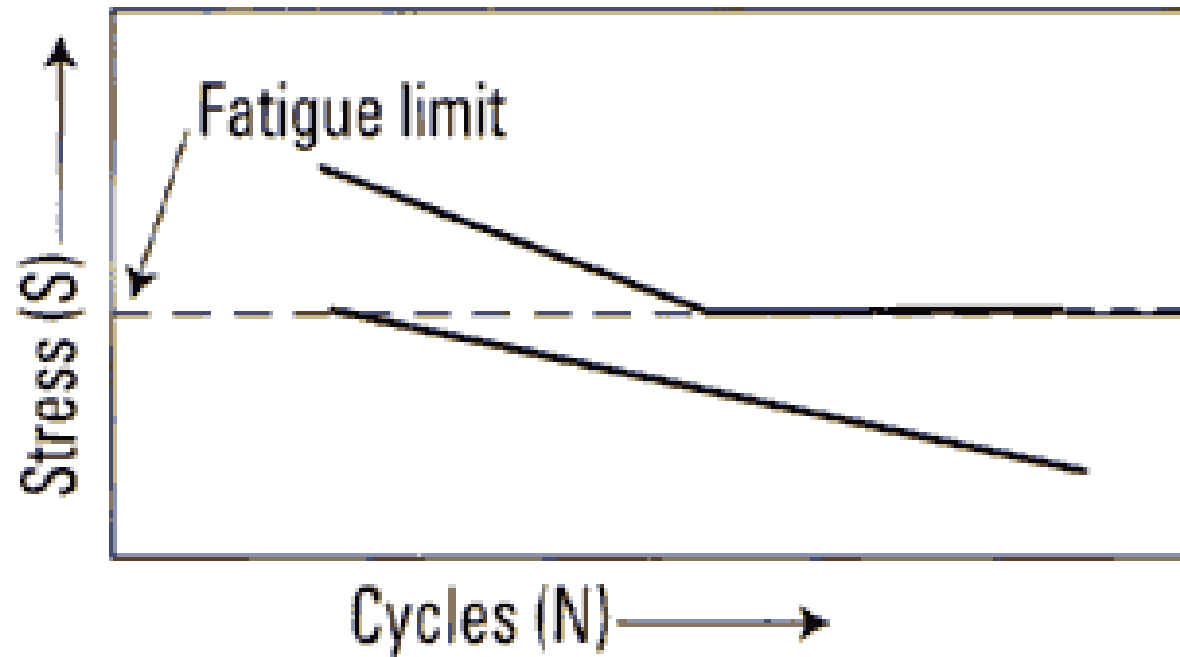






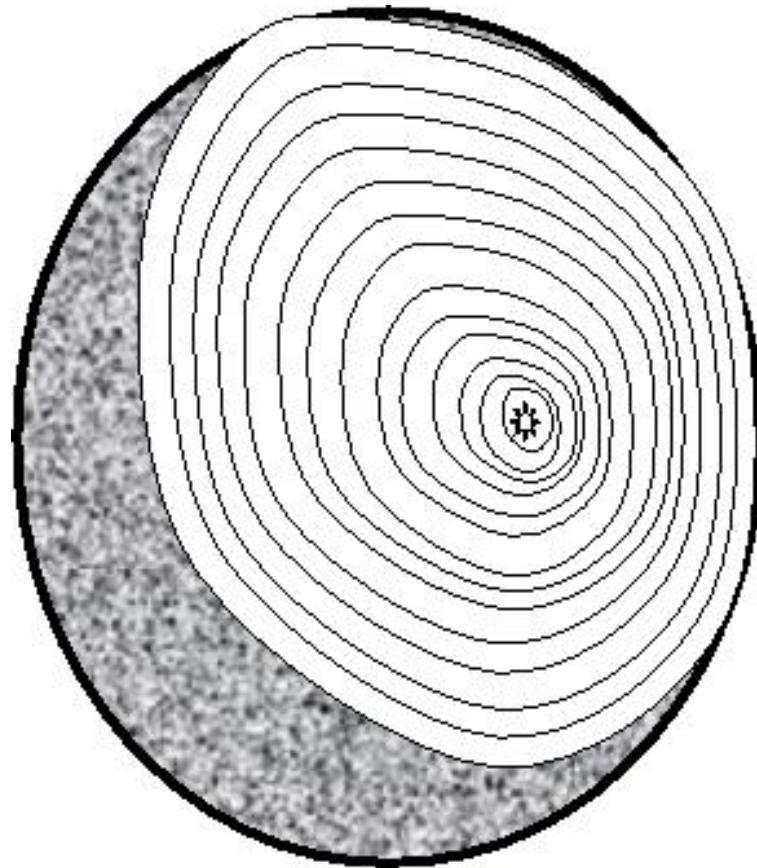


Zamor materijala

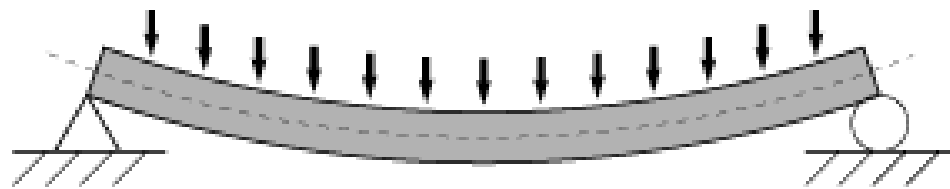
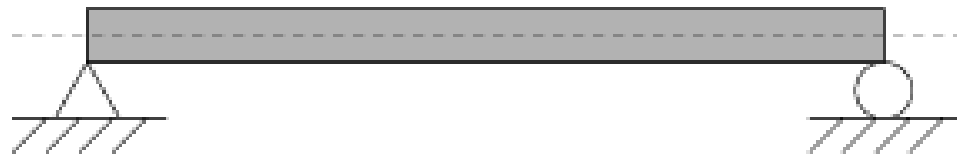


Zamor materijala karakterističan presjek loma

- Žarište loma



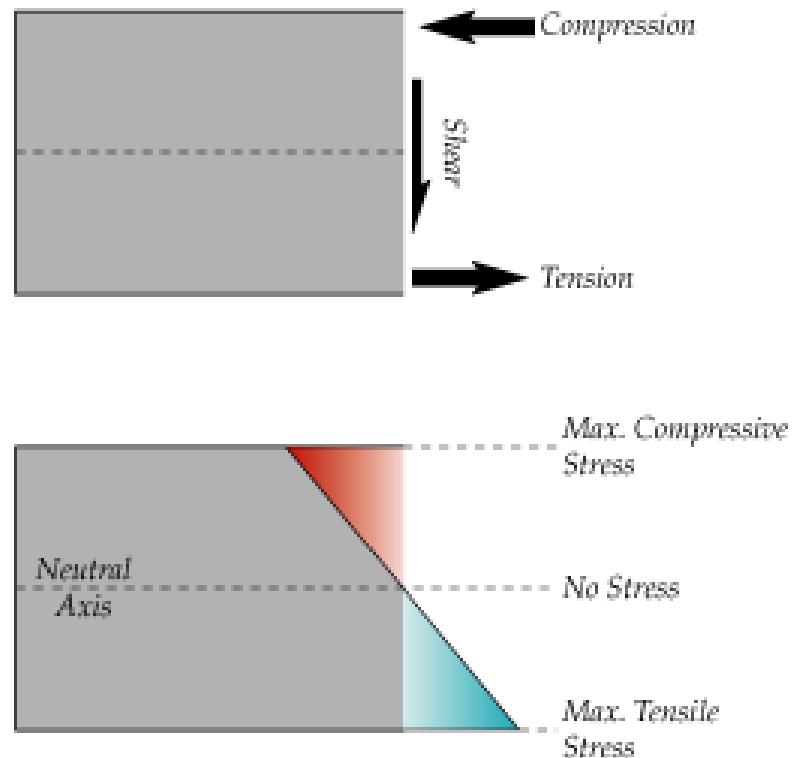
SAVIJANJE



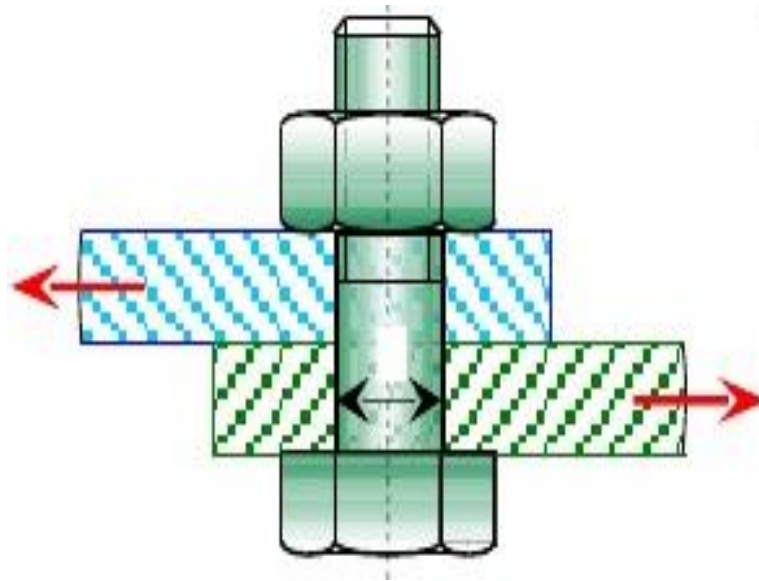
Savijanje užeta



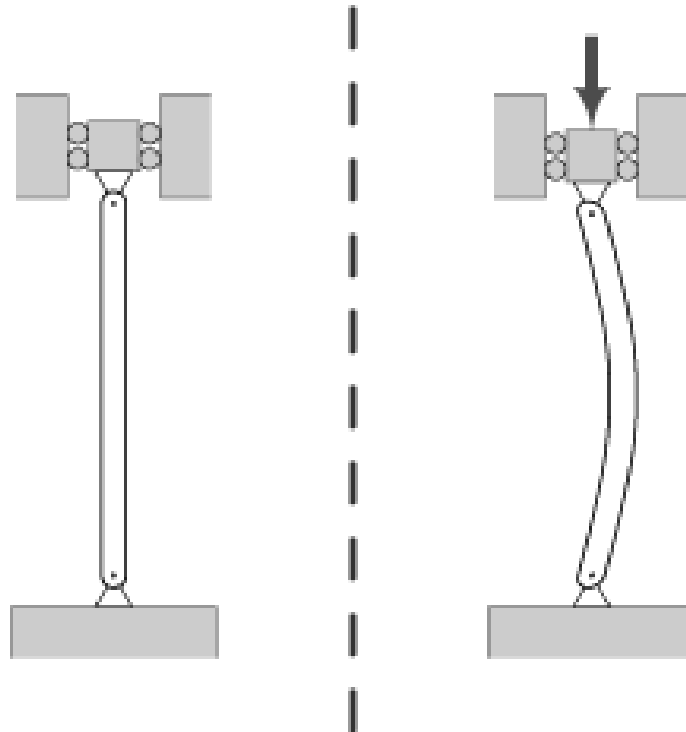
Savijanje-kombinacija tlačnog i vlačnog opterećenja



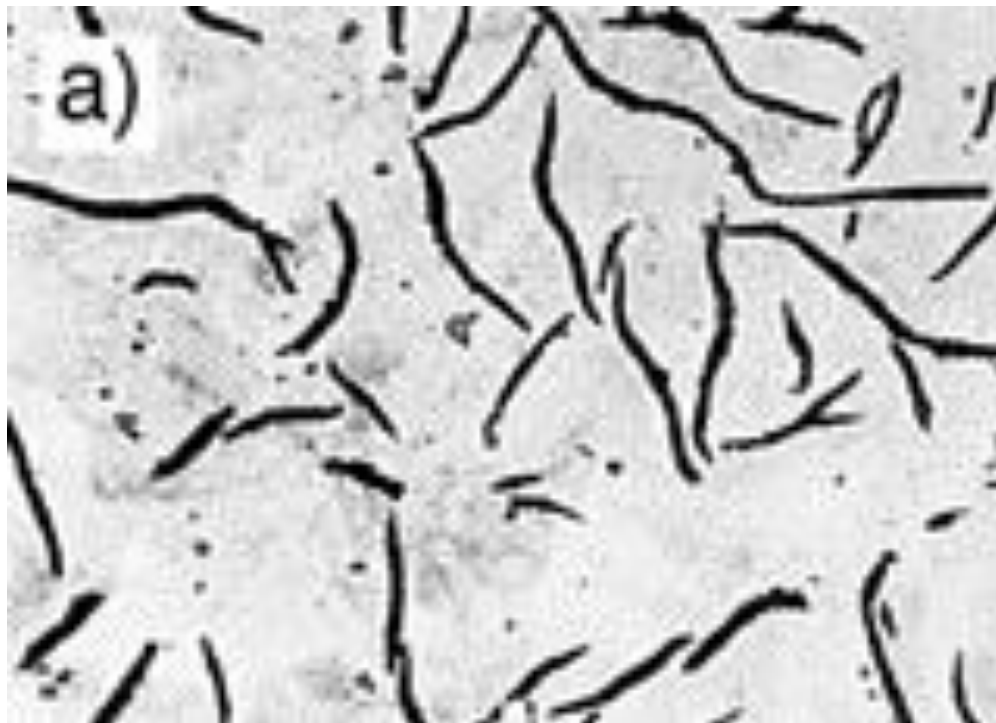
SMICANJE (ODREZ)



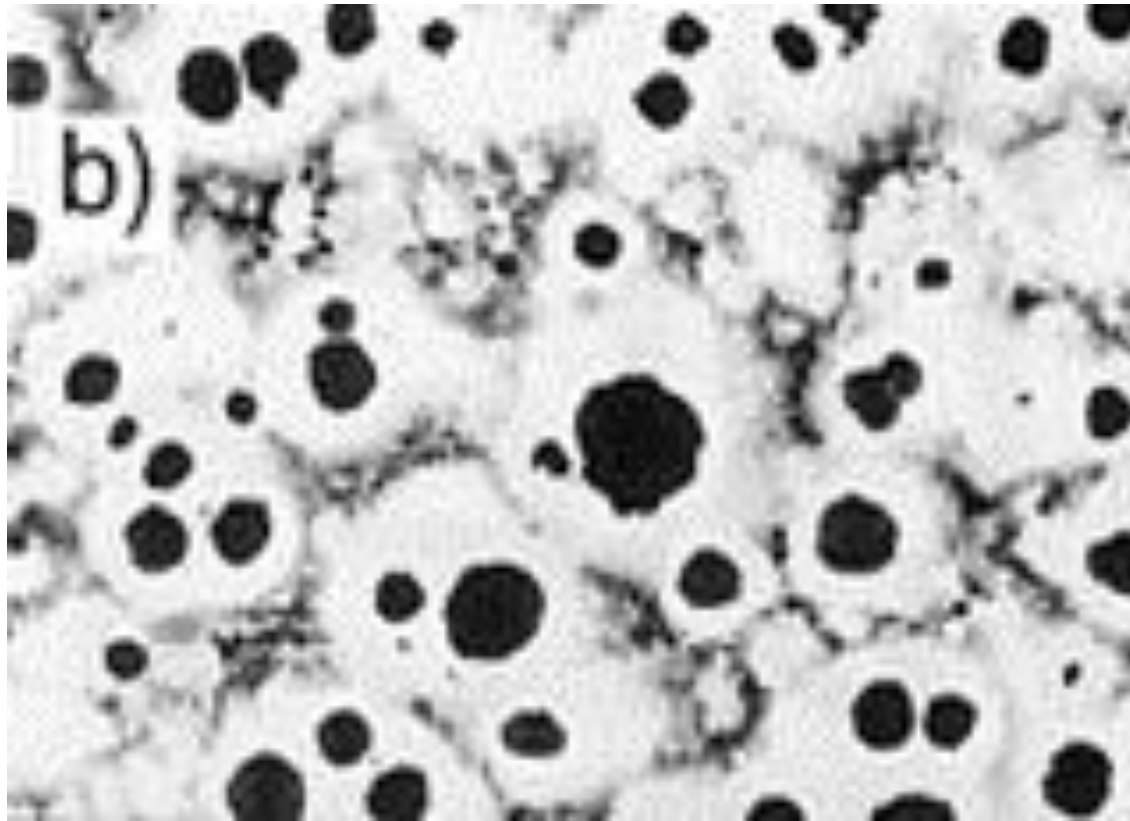
IZVIJANJE



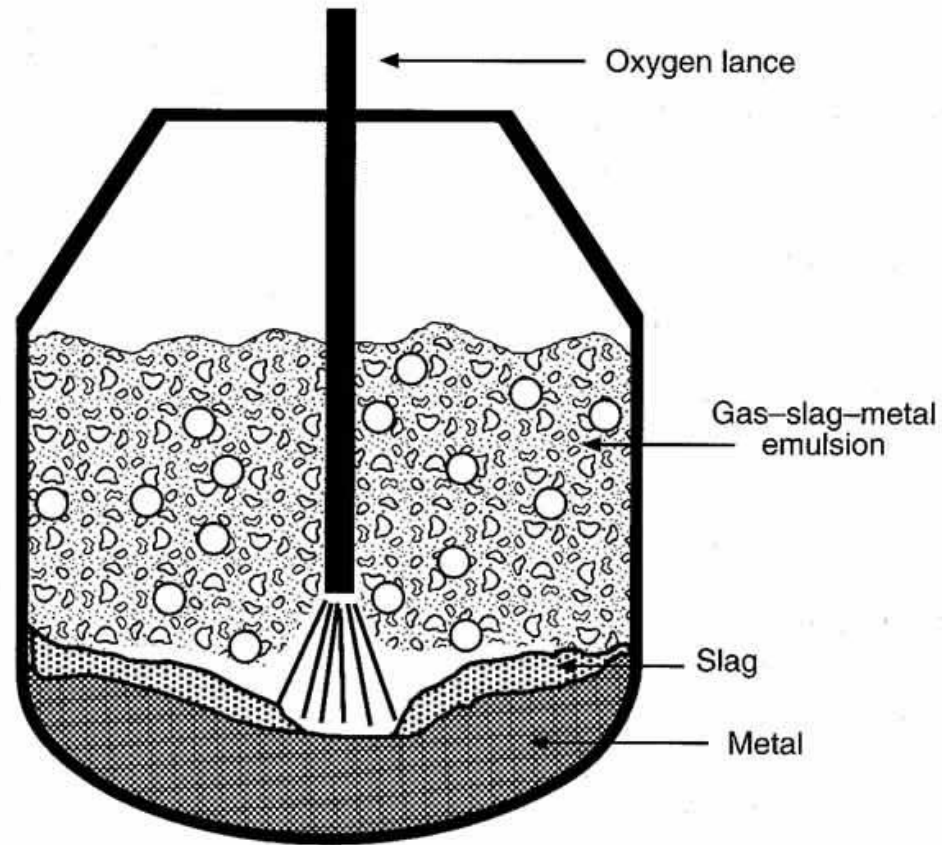
Sivi lijev



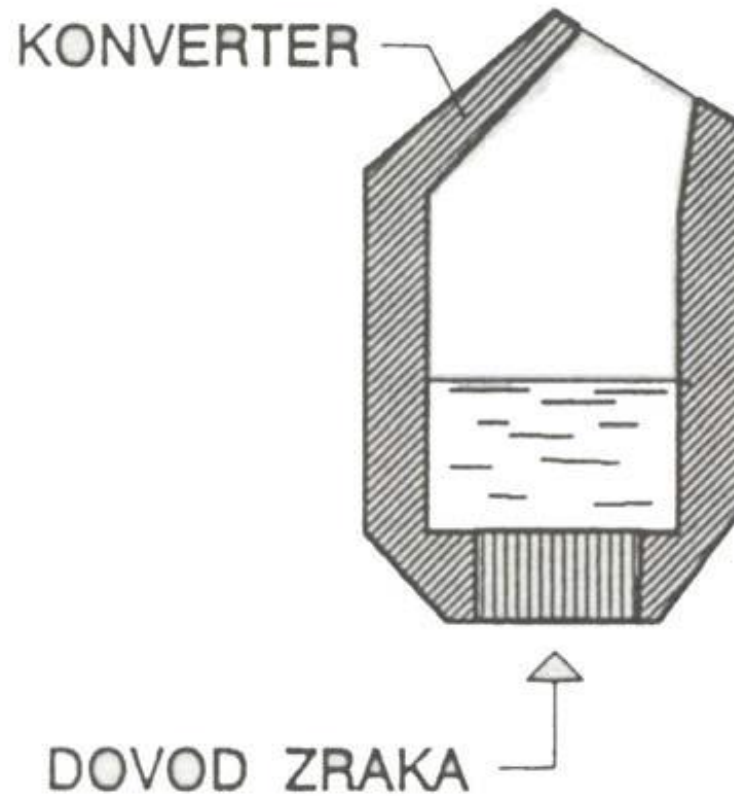
Žilavi (nodularni) lijev



PROIZVODNJA ČELIKA U KONVERTORU



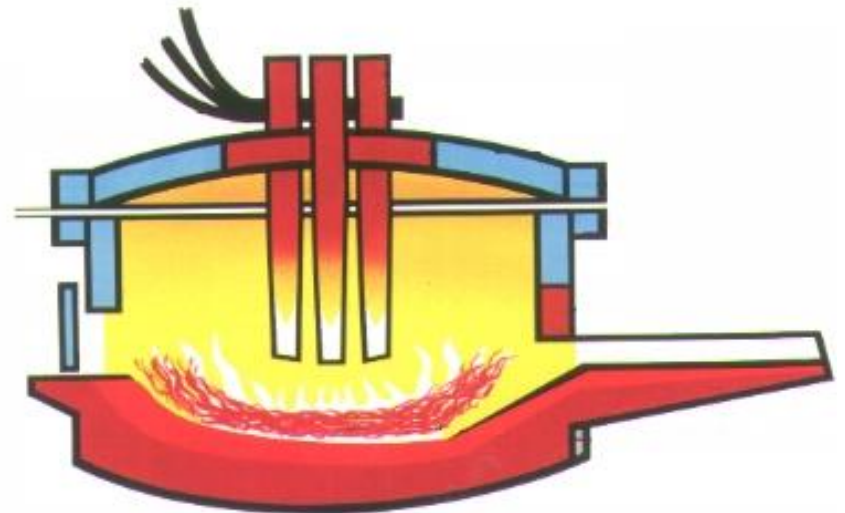
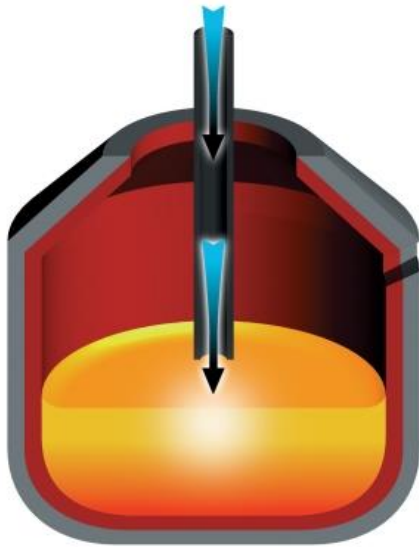
Bessemerov konverter (kruška)



Siemens – Martinova peć



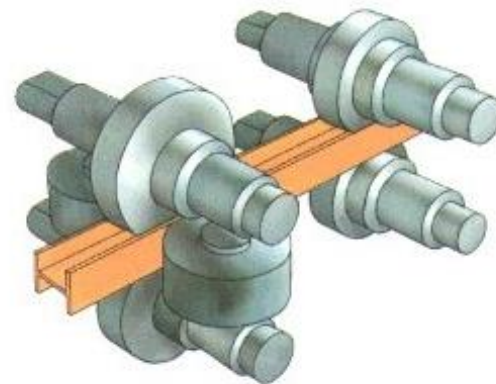
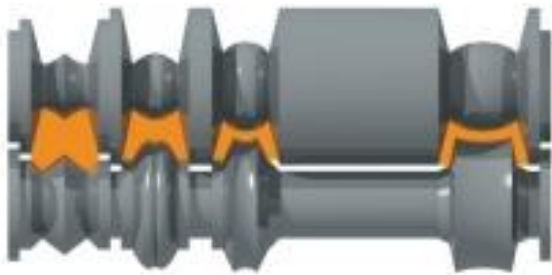
Konvertorska i elektro-lučna peć za proizvodnju čelika



Čelik-vruće valjani lim



Valjanje čelika



Proizvodi od čelika

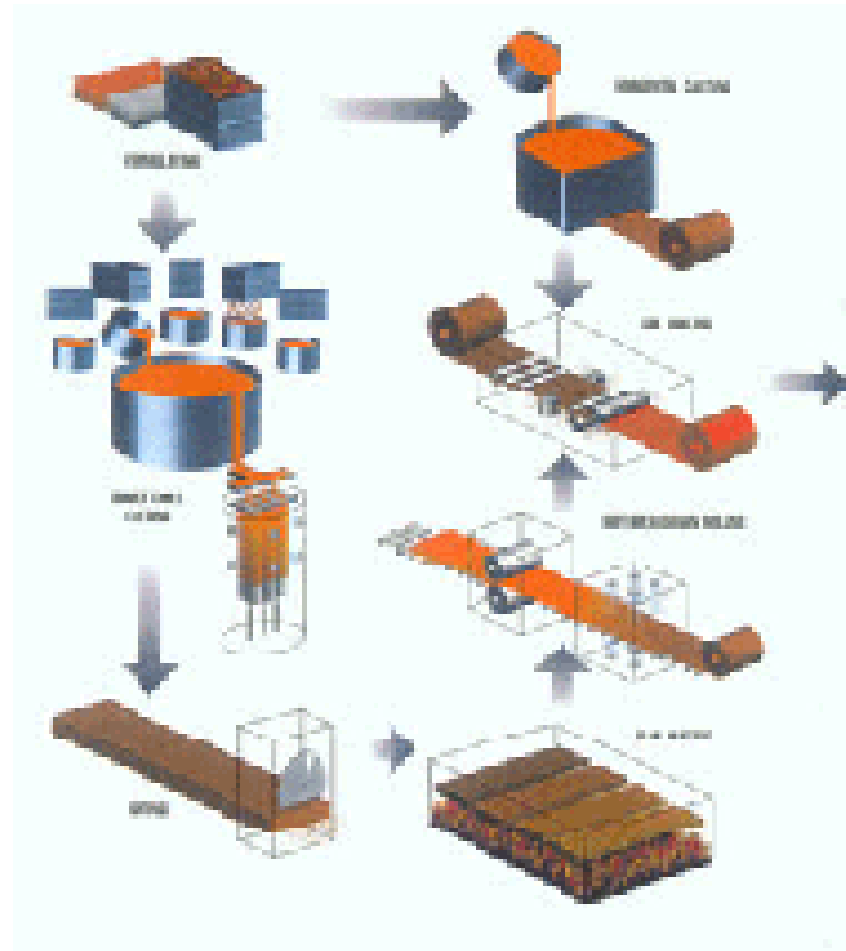


RASTALJENI ČELIK

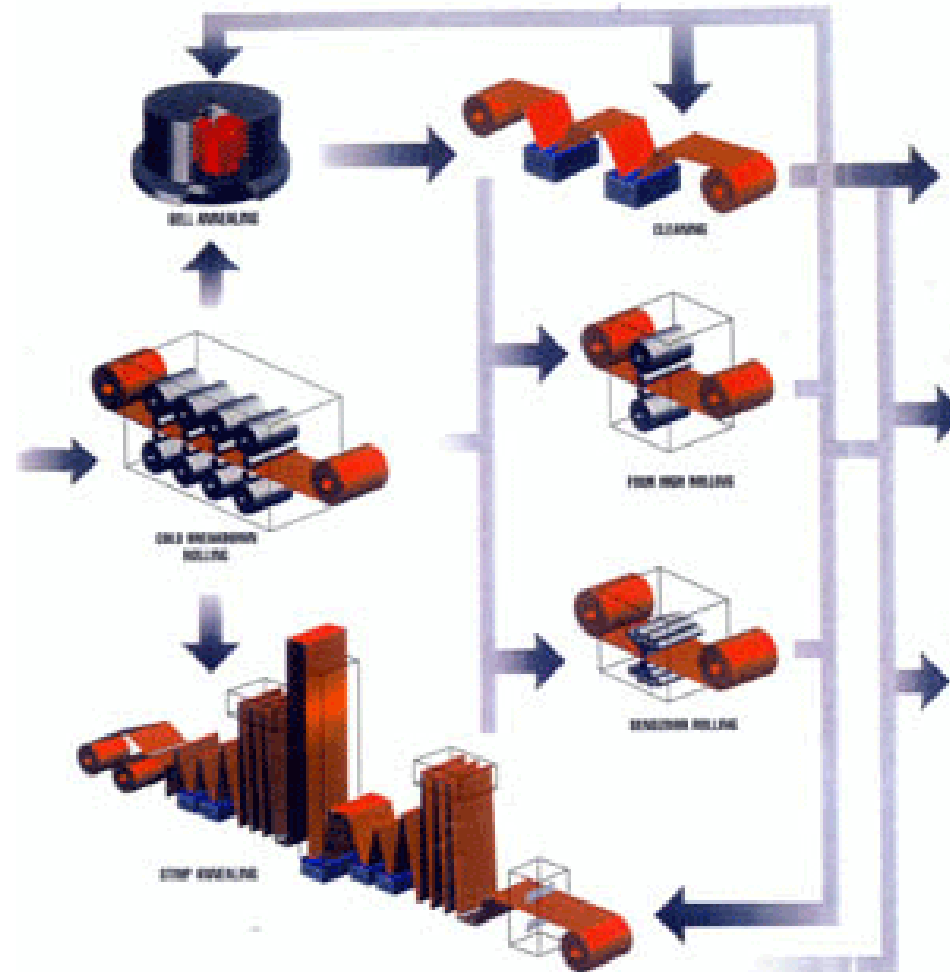


Molten Steel
98% Fe
0.04 - 1.5% C
1% Mn
various alloys
3000°F
Fluidity ~ 6 cp

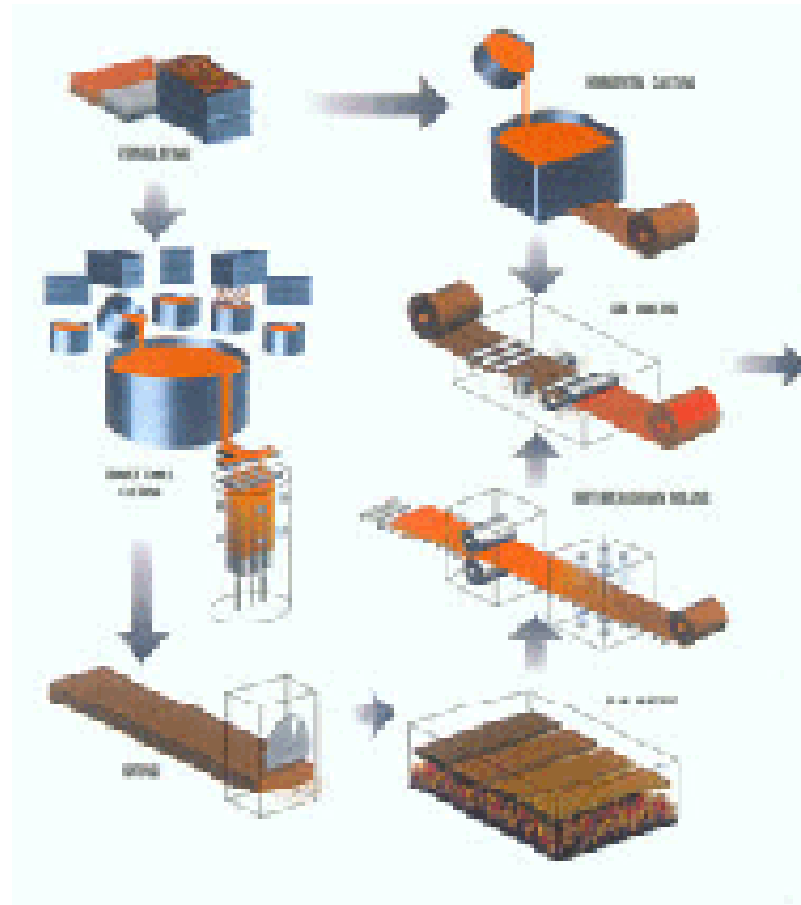
Cu-legure bronca



Hladno valjanje bakra



Lijevanje i vruće valjanje bronce



Cink (Zn)



Monel metal (67%Ni, 33%Cu)

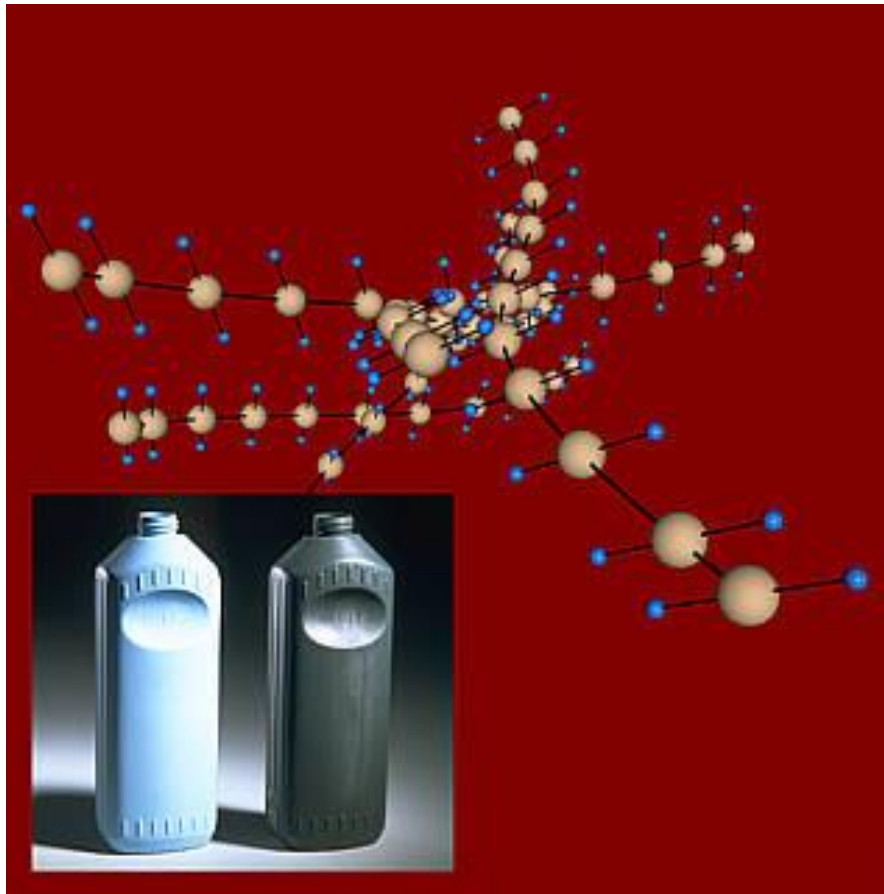


Grumen zlata



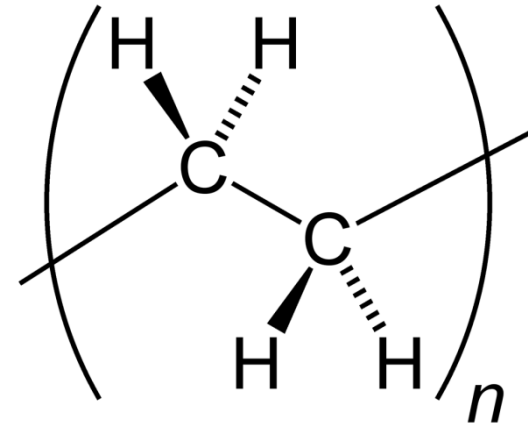
Nemetali

-umjetne mase (plastika)-



Struktura polimera-
lanci molekula

Polietilen (PE)



- Termoplastični materijal koji se proizvodi kao:
 - Polietilen niske gustoće (**LDPE**)
 - Polietilen srednje gustoće (**MDPE**)
 - Polietilen visoke gustoće (**HDPE**)
 - Polietilen ultra visoke molekulske mase (**UHMWPE**)
 - Kemijska formula: $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

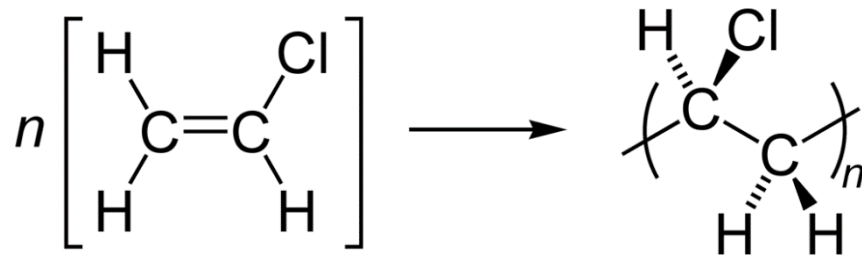
PET (polietilen tereftalat)



PET ambalaža

Polivinil klorid (PVC)

- Treći najkorišteniji polimer
- Primjena u građevinarstvu (cijevi, plastična stolarija i sl.)
- Koristi se meki i tvrdi PVC, ovisno o namjeni.

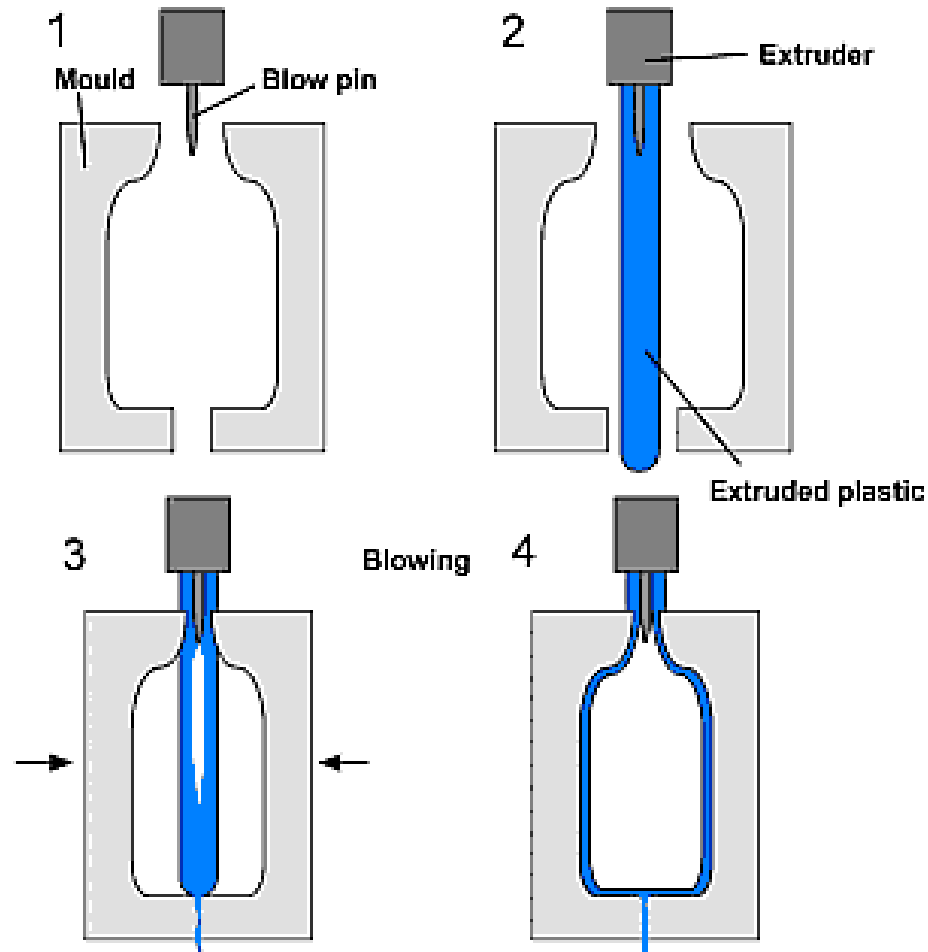


POLIPROPILEN

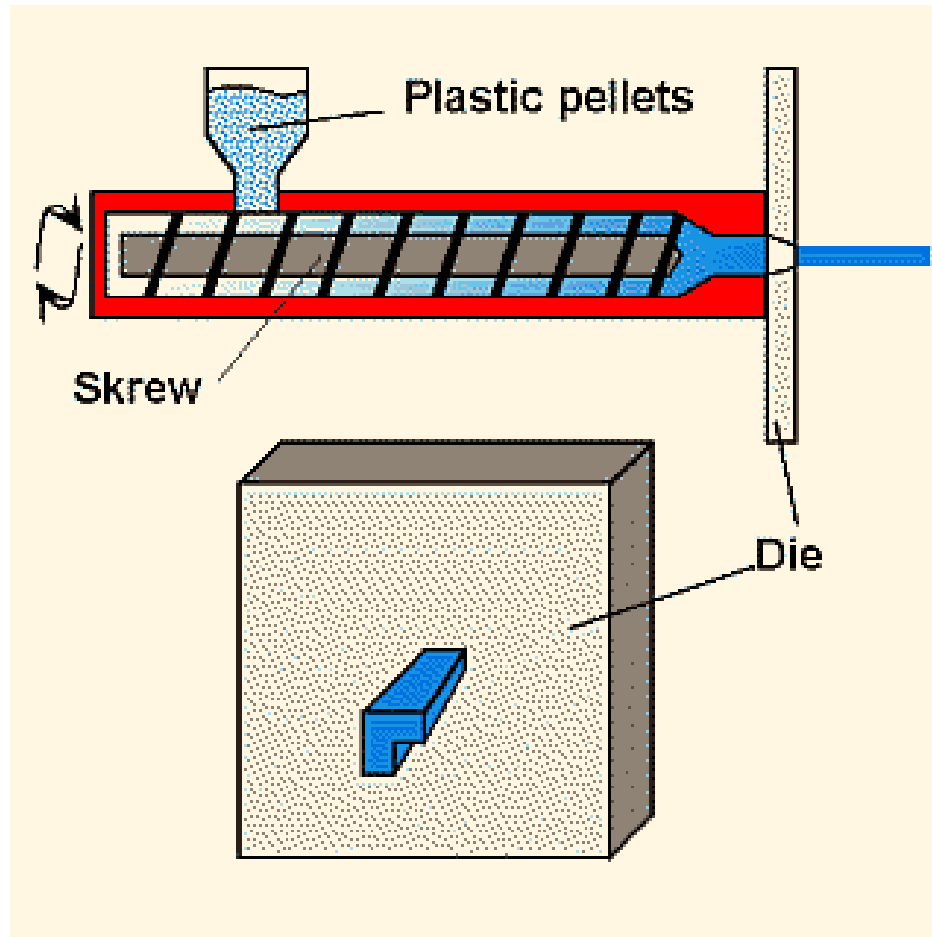
PP

- Plastomer niske gustoće
- Temperatura taljenja: 160 – 170 °C
- Lako se oblikuje savijanjem
- Nakon hlađenja zadržava novi oblik
- Izrada: - ubrizgavanje u kalupe
- ekstruzija (isprešavanje)

Lijevanje plastike puhanjem



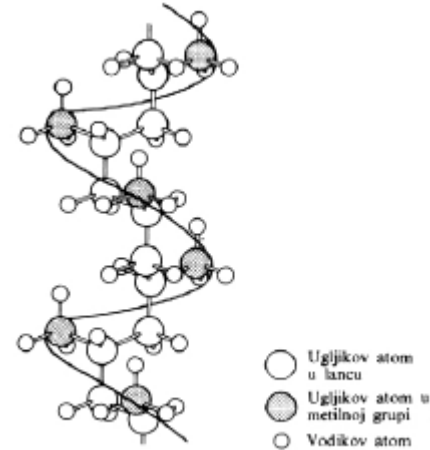
Ekstruder za plastiku



POLIPROPILEN

PP

- Formula:
 $[-CH(CH_3)-CH_2-]$



Tablica 1. Svojstva polipropilena [1]

Gustoća	g/cm^3	0.9 – 0.91
Vlačna čvrstoća	N/mm^2	31 – 41
Produljenje pri kidanju	%	100 – 600
Tlačna čvrstoća	N/mm^2	38 – 55
Temperatura taljenja	$^{\circ}C$	160 -170
Koeficijent toplinskog rastezanja	K^{-1}	$(8.1-10) \cdot 10^{-5}$

Posuda od polipropilena



Polipropilenske cijevi



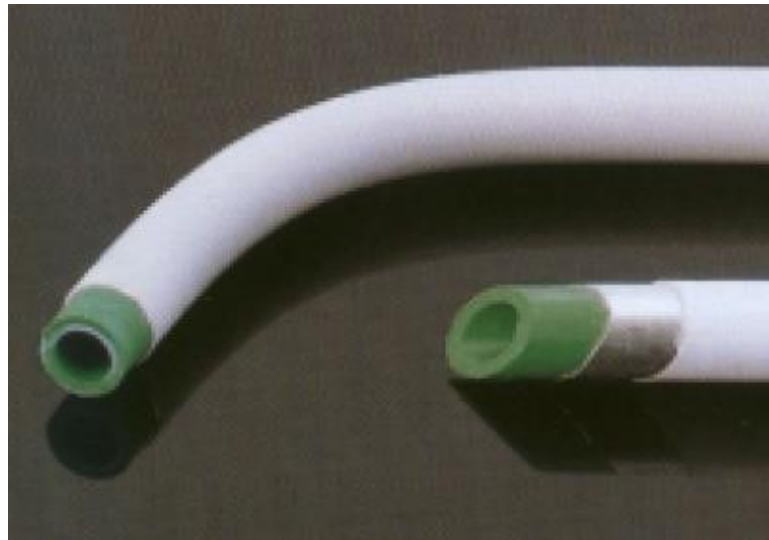
Polipropilen se obrađuje ubrizgavanjem u kalupe ili isprešavanjem (ekstruzijom) pri temperaturi 200 do 300°C.

U proizvodnji cijevi susreću se sve tri vrste polipropilena:

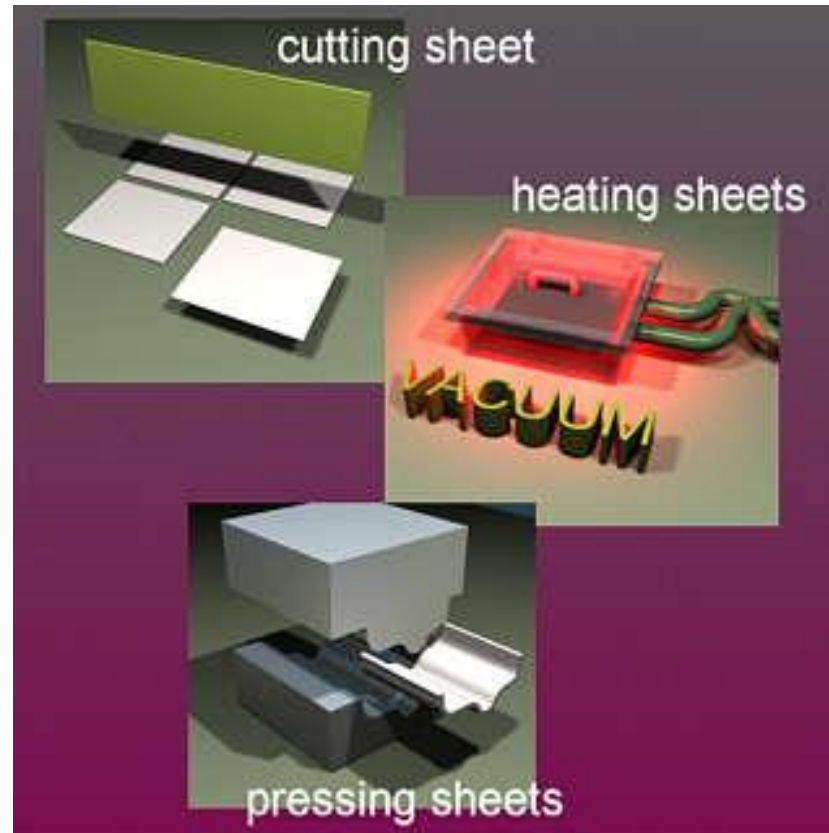
1. **Homopolimer PP-H** (PP, PP1) ili čisti polipropilen rabi se za protok hladne vode.
2. **Blok kopolimer PP-B** (PP2) je polipropilen s određenim dodacima koji poboljšavaju savitljivost cijevi pa se rabi za izradu cijevi malih promjera za protok hladne vode i za izradu cijevi za podna grijanja.
3. **Random polipropilen PP-R** (PP3) ima sastav koji udovoljava svim standardima za protok pitke i tople vode i za razvod centralnog grijanja. Ovaj se polipropilen u praksi najčešće susreće.

VIŠESLOJNE CIJEVI

- PAP CIJEV (plastika-aluminij-plastika)
- Prednost: mali koeficijent toplinskog istezanja – nepotrebna kompenzacija



Kompozitni materijali



Stakloplastika

