

LIJEVANO ŽELJEZO

1. Općenito o postupku lijevanja

- ✚ lijevanje metala jedna je od najstarijih tehnologija prerade metala,
- ✚ preciznost dimenzija je slabija nego kod obrade skidanjem strugotine, ali je moguća veća složenost predmeta

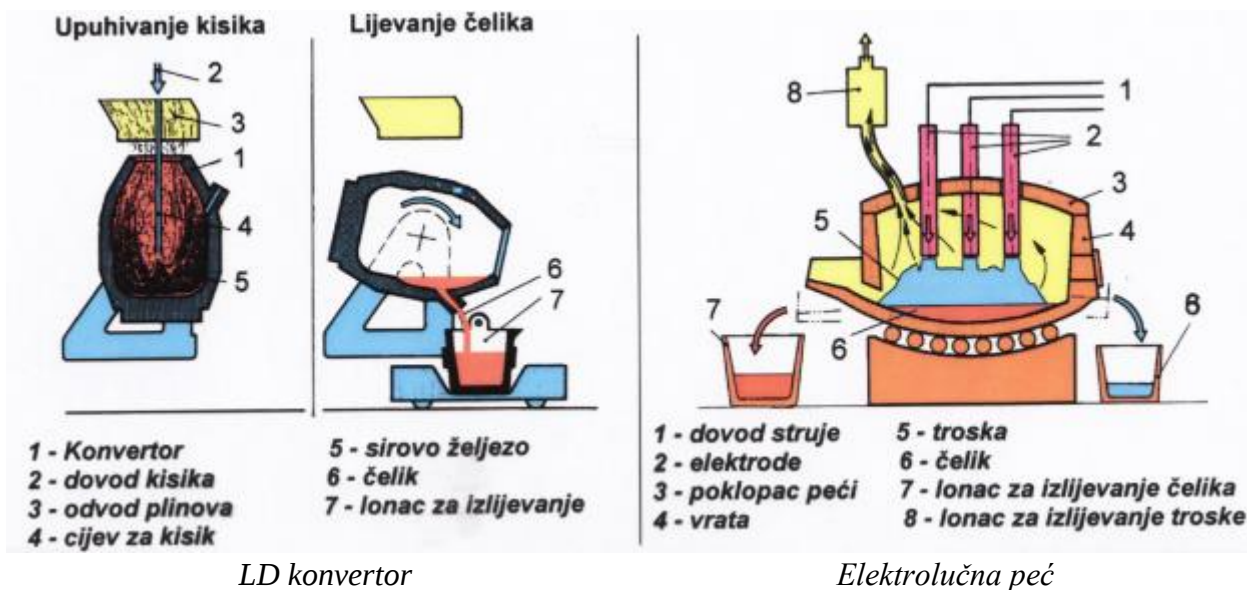
2. Lijevovi na bazi željeza:

- ✓ SL – sivi lijev
 - ✓ TL- tvrdi lijev
 - ✓ KL ili TeL – kovkasti ili temper lijev
 - ✓ ŽL ili NL – žilavi ili nodularni lijev
 - ✓ ČL – čelični lijev
- a) **Sivi lijev (SL)** može biti obični, legirani, kvalitetni i žilavi ili nodularni. Obični sivi lijev je lijevano željezo s preko 2% C. Ugljik (C) je pretežno izlučen u obliku grafitnih listića koji smanjuju ukupnu vlačnu čvrstoću. SL se dobiva pretaljivanjem (ponovnim taljenjem) sirovog željeza iz visoke peći u elektropeći. SL se ne može obrađivati plastičnom deformacijom ni u toplom ni u hladnom stanju.
- b) **Tvrdi lijev (TL)** je istog sastava kao SL, ali se izlijeva u mokre pješčane kalupe ili metalne kokile. Zbog veće brzine hlađenja u površinskom sliju, ugljik (C) ostaje vezan kao željezni karbid Fe_3C , pa je on jako tvrd. Koristi se za kotače željezničkih vagona, čeljusti drobilica i sve dijelove čije površine moraju biti otporne na trošenje.
- c) **Kovkasti ili temper lijev (KL ili TeL)** se dobiva toplinskom obradom gotovih odljevaka. Postoje bijeli i crni temper lijev. Bijeli temper lijev se dobiva tako da se odljevci žare na temp. od 900° C oko 6 dana, pa se poboljšavaju mehanička i tehnološka svojstva (kovanje i zavarivanje). Služi za dijelove motora, spojnice isl. Crni temper lijev se lošije zavaruje i ima lošija svojstva kovanja nego bijeli temper lijev.
- d) **Čelični lijev (ČL)** se jako teško lijeva, pa se primjenjuju razne tehnike lijevanja. Čelični lijev može biti ugljični i legirani (dodatak Si, Cr, Ni, Mn, Mo) . Legirani ČL se koristi za dijelove konstrukcija- statički i dinamički opterećenih, za izradu glodala, tokarskih noževa i sl.

ČELIK

1. OSNOVE

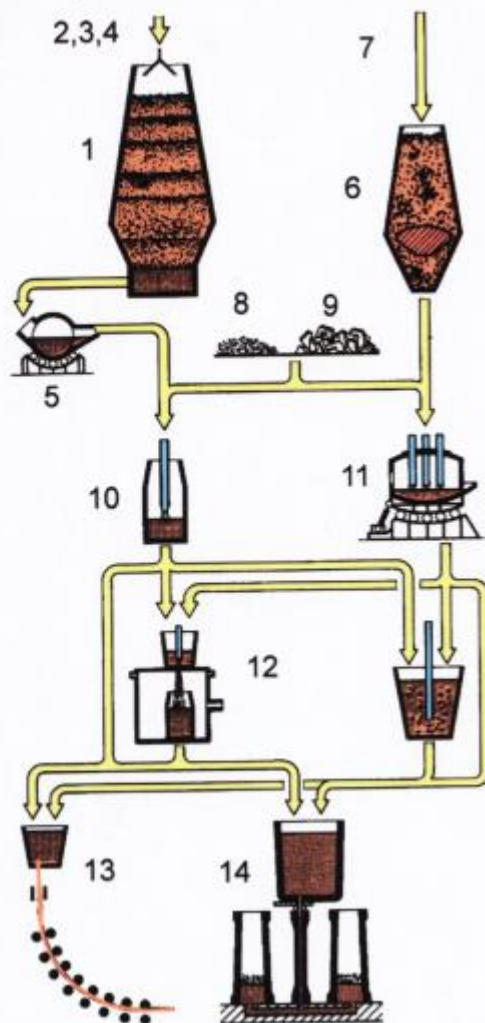
- ✚ je tehničko željezo koje sadrži maksimalno 2,03% C
- ✚ dobiva se sljedećim postupcima:
 - a) konvertor (Bessemer-Thomasov postupak)
1856. godina- 1879. godina
 - b) Siemens-Martenove peći
1864.godina
 - c) Elektrolučna peć
za plemenite čelike



- ✚ zajedničko svim postupcima:
 - I oksidacija štetnih primjesa
 - II dezoksidacija taljevine
 - III dodavanje željenih legirajućih elemenata

- ✚ osnovna sirovina za dobivanje čelika je BIJELO SIROVO ŽELJEZO
- ✚ UGLJIK ima odlučujući utjecaj na svojstva čelika (tvrdoću, čvrstoću i rastezljivost)
- ✚ legirajuće elemente dodajemo namjerno radi poboljšanja svojstava čelika (Cr/Ni)
- ✚ legirajući elementi u čeliku su: Cr, Ni, , Mo, Ti, W
- ✚ prateći elementi proizlaze iz samog procesa dobivanja čelika i sirovinskog sastava
- ✚ prateći elementi u čeliku su:
 - a) korisni: Mn, Si, Al, Cu
 - b) štetni: S (iz rudače), O(pri oksidaciji), P(iz sirovine), N (iz procesne atmosfere), H

Postupci dobivanja čelika



- 1 - Visoka peć
- 2 - željezna ruda
- 3 - koks
- 4 - talionički dodaci
- 5 - Mješalica sirovog željeza
- 6 - Šahtna peć
- 7 - željezna ruda, redukcijnska sredstva
- 8 - dodaci
- 9 - staro željezo
- 10 - LD konvertor
- 11 - Elektrolučna peć
- 12 - Vakuum postrojenje
- 13 - kontinuirano lijevanje
- 14 - lijevanje ingota

2. PODJELA ČELIKA

-prema namjeni:

- a) konstrukcijski čelici
- b) alatni čelici

KONSTRUKCIJSKI ČELICI

- ✚ služe za opće svrhe u strojarstvu, kao i za izradu svih vrsta konstrukcija
- ✚ podjela konstrukcijskih čelika:

- a) UGLJIČNI-obični

- ✚ vlačna čvrstoća se povećava sa sadržajem C
- ✚ isporučuju se kao otkivci

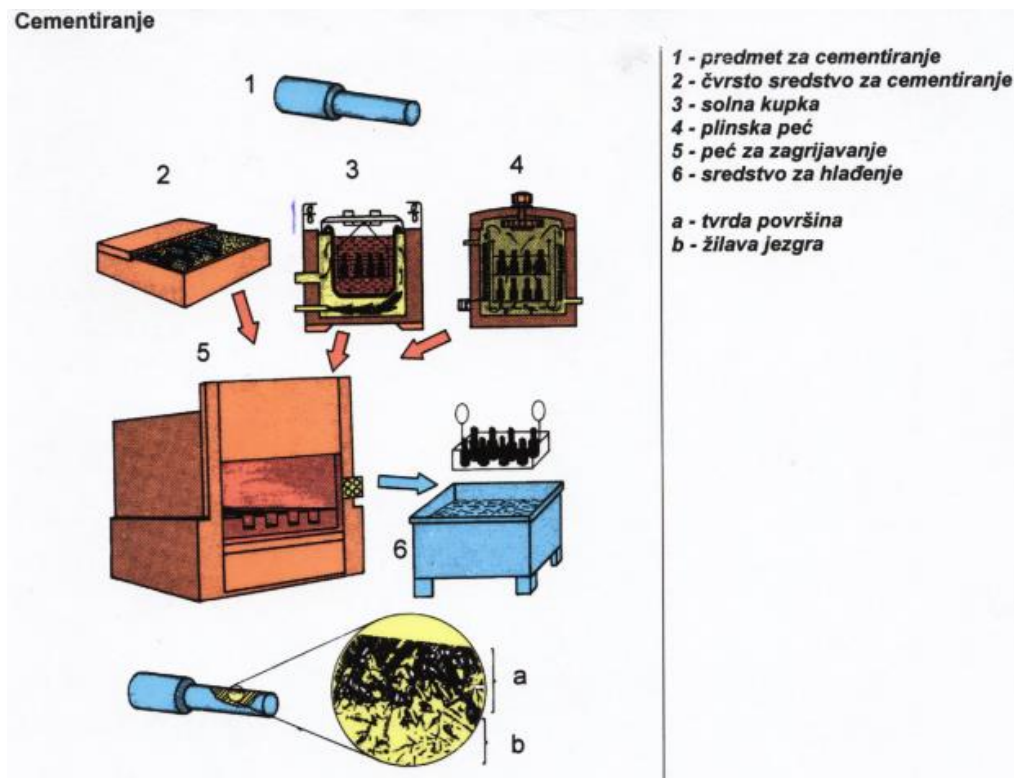
- ✚ primjenjuju se za nosive konstrukcije, za betonski čelik, za izradu osovina, vratila, zupčanika

b) ČELICI ZA AUTOMATE (za strojnu obradu)

- ✚ imaju lomljenu strugotinu (zbog utjecaja sumpora)
- ✚ isporučuju se kao vučeni čelici u šipkama (okrugli, kvadratni, šesterokutni presjek)

c) ČELICI ZA CEMENTIRANJE

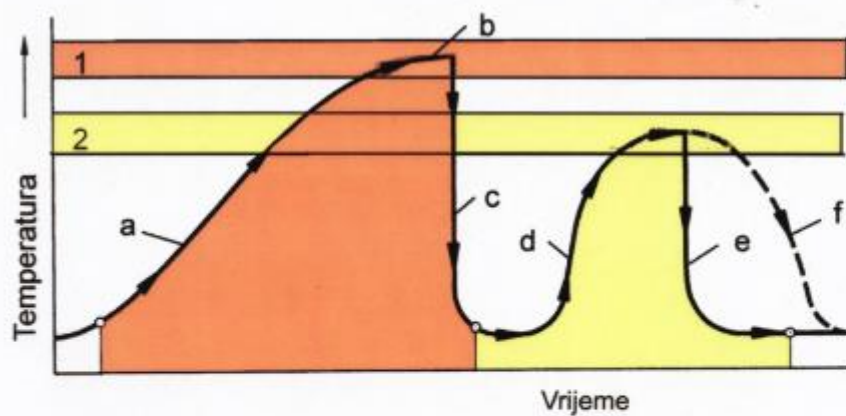
- ✚ imaju tvrdi, na trošenje otpornu površinu i žilavu jezgru koja se dobije cementiranjem tj. naugljičenjem površinskog sloja, nakon čega slijedi kaljenje
- ✚ $C < 0,2\%$
- ✚ Tvrdća $< 59\text{HRC}$ (Rockwella) ,



d) ČELICI ZA POBOLJŠANJE

- ✚ kaljenje sa naknadnim popuštanjem na temperaturi $500 - 700^\circ\text{C}$ da bi dobili visoku vlačnu čvrstoću i udarnu žilavost
- ✚ primjena: promjenljiva i udarna opterećenja npr. koljenasta vratila, ekscentar vratila za preše, osovine za vozila

Dijagram poboljšanja čelika



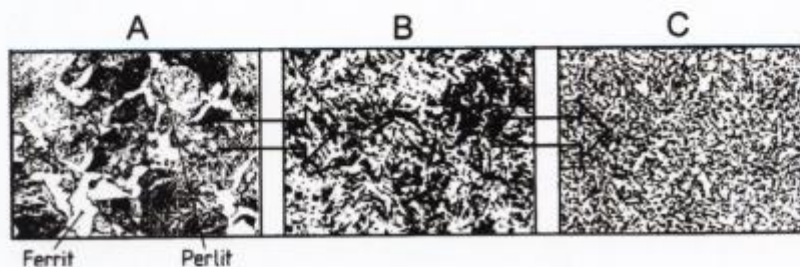
- 1 - Temperatura kaljenja
2 - Temperatura popuštanja

Kaljenje:

- a - zagrijavanje
b - zadržavanje
c - naglo hlađenje

Popuštanje:

- d - zagrijavanje
e - naglo hlađenje
f - postupno hlađenje

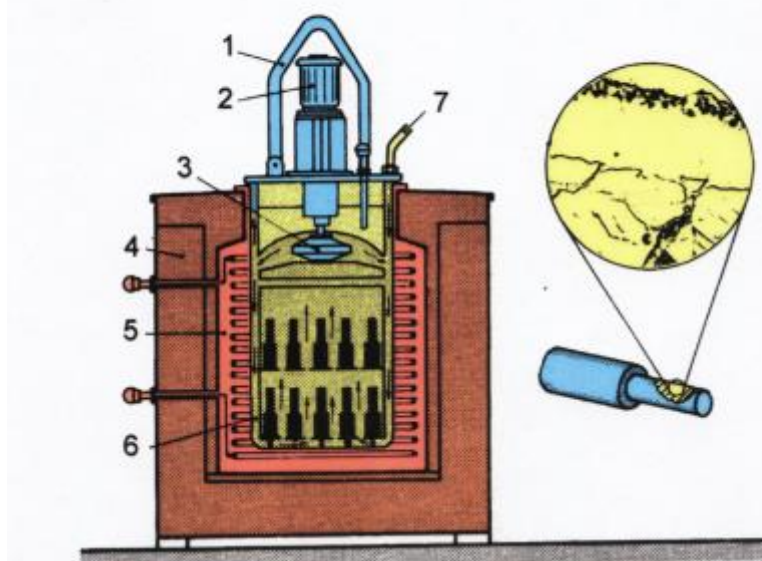


- A - Nezakaljeni čelik
Ferit - perlit struktura
B - Zakaljeni čelik
Martenzit struktura
C - Poboljšani čelik
Poboljšana struktura

e) ČELICI ZA NITRIRANJE

- ✚ tvrda se površina dobije obogaćivanjem površine čelika DUŠIKOM
- ✚ legirani su sa Cr i Al
- ✚ primjena: precizni mjerni alati, osovinnice klipova, brzohodna vratila za brusilice

Nitriranje



- 1 - zaštitni poklopac
2 - motor ventilatora
3 - ventilator
4 - izolacija peći
5 - grijači
6 - uošci
7 - dovod amonijaka

f) ČELICI ZA OPRUGE

- + visoka vlačna čvrstoća
- + elastičnost i otpornost na TRAJNA IZMJENIČNO PROMJENLJIVA OPTEREĆENJA
- + to se postiže sastavom čelika i toplinskom obradom te hladnom deformacijom

g) SPECIJALNI ČELICI

- I. Za rad na povišenim temperaturama i vatrootporni čelici (lopatice parnih i plinskih turbina, ispušni ventili motora SUI)
- II. Nehrdajući i kemijski postojani čelici (otporni na djelovanje korozije u dodiru sa vlagom iz zraka, vodom i većinom kiselina i lužina)
 - + primjena: posuđe, cjevovodi
- III. nemagnetični čelici
 - + imaju visoki sadržaj Mn, pa se teško obrađuju skidanjem strugotine

h) ČELIČNI LIMOMI

- + tanki limovi (< 3mm) niskouglični čelik
- + srednji limovi (3-4,75 mm) čelik za poboljšavanje i cementiranje
- + debeli limovi (> 4,75 mm) čelik za poboljšavanje i cementiranje
- + kotlovski limovi (normalni, kvalitetni, otporni na djelovanje lužina, cjevovodi za visoke tlakove)

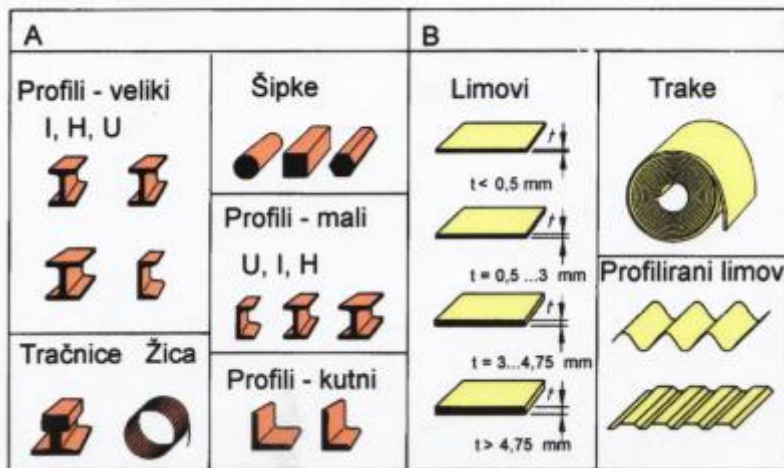
ALATNI ČELICI

- + služe za obradu rezanjem drugih materijala i za plastično oblikovanje drugih materijala
- + mogu biti:
 - a) nelegirani (za izradu turpija, sjekača, škara, noževa)
 - b) niskolegirani sa do 5% Cr,W,V,Ni, Mo (za izradu kalupa za kovanje, kalupa za prešanje, izradu mjernih alata, alata za rezanje navoja i sl.)
 - c) visokolegirani (**brzorezni čelici**- noževi za tokarenje, glodala, svrdla; **čelici za rad u toplom stanju ; čelici za izradu reznog alata za probijanje i prosijecanje**)

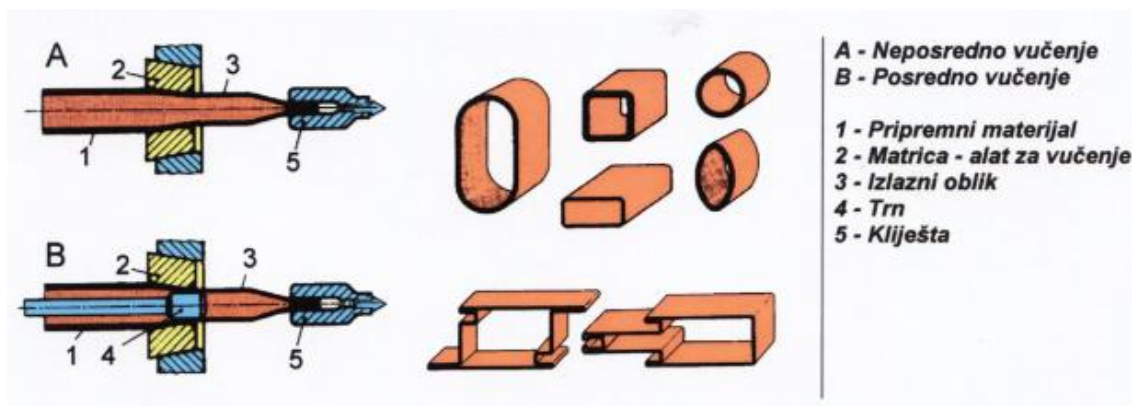
Čeličane isporučuju čelike u standardnom obliku:

1. okrugle, plosnate, kvadratne, šesterokutne i osmerokutne čelične šipke

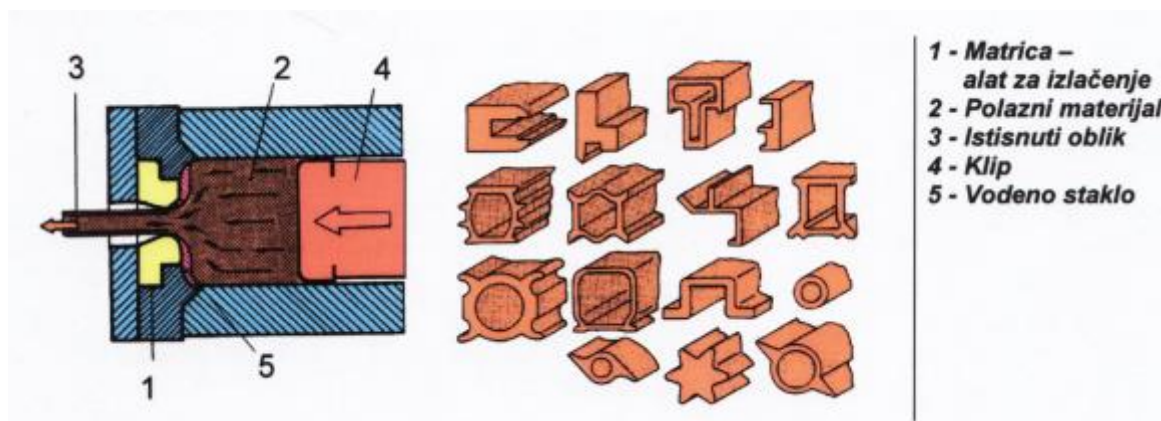
2. tanki, srednji, debeli i kotlovski čelični limovi
3. bešavne i šavne(zavarene) čelične cijevi
4. valjana i vučena čelična žica
5. čelični L, U, T, Z profili i I-nosači raznih dimenzija



Standardni oblici čeličnih proizvoda



Prerada čelika hladnim vučenjem



Prerada čelika istiskivanjem

NAČIN OZNAČAVANJA ČELIKA

Hrvatskim standardom HRN propisano je označavanje čelika, a sama oznaka se sastoji od 3 dijela:

1. slovni simbol Č, kojim se označava materijal tj. čelik
2. osnovna oznaka koja se sastoji od četiri brojana simbola s kojima se označava vrsta čelika
3. dopunska oznaka koja se sastoji od jednog ili dva brojana simbola

općenito: Č. XXXX. X

Brojani simboli koji čine osnovnu oznaku označavaju osobine čelika po slijedećim grupama:

a) **čelici s negarantiranim kemijskim sastavom** (npr. ugljični čelici s propisanim mehaničnim osobinama, čelici za automate)

✚ imaju simbol na prvom mjestu **0**, simbol na drugom mjestu je minimalna zatezna čvrstoća, a na trećem i četvrtom mjestu je simbol za kemijsku čistoću (zajedno se čitaju!)

✚ npr. Č.0340 (čitaj «č nula tri četrdeset»)

b) **čelici s garantiranim kemijskim sastavom** (ugljični konstrukcijski čelici, toplinski obrađeni)

✚ imaju simbol na prvom mjestu **1**, simbol na drugom mjestu postotak ugljika pomnožen s deset, simboli na trećem i četvrtom mjestu označavaju vrstu toplinske obrade

✚ npr. Č.1836 ima postotak ugljika 0,8% ($0,8 \times 10=8$), to je čelik za poboljšanje

c) **legirani čelici** sadrže pored ugljika jedan ili više legirajućih elemenata zbog kojih su čeliku poboljšana određena svojstva

LEGIRAJUĆI ELEMENT	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	ostalo
BROJČANI SIMBOL	1	2	3	4	5	6	7	8	9

✚ svaki element ima svoj brojani simbol (tablica)

- ✚ simbol na prvom mjestu označava najutjecajniiji legirajući element
- ✚ simbol na drugom mjestu označava drugi po redu utjecajni element
- ✚ simboli na trećem i četvrtom mjestu označavaju vrstu toplinske obrade, kemijsku postojanost, čelike za alate, automatske, brzorezne i sl.
- ✚ npr. Č.4543 je čelik sa najviše udjela kroma, zatim nikla, a broj 43 označava da je to niskolegirani čelik za alate

Pripremila: Domina Cikatić Šanić, *prof. savjetnik*