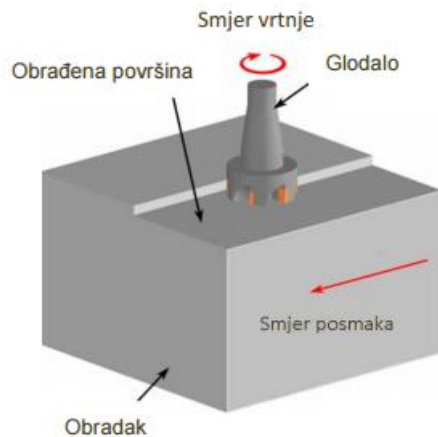


## CNC GLODANJE

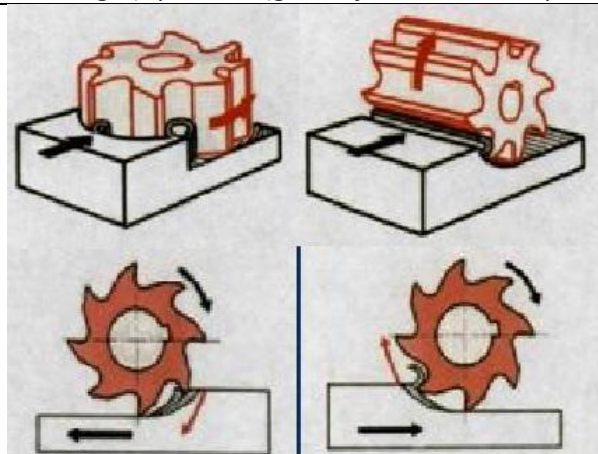
Glodanje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) prizmatičnih dijelovajednostavne ili složene geometrije. Izvodi se na alatnim strojevima, glodalicama, alatima, glodalima.

Glavno (rezo) gibanje je kružno i izvodi ga alat stegnut u radno vreteno. Pomoćna gibanja ostvaruje obradak i/ili alat (ovisno o konstrukciji), a mogu biti pravocrtna (klasične glodalice) i rotacijska (okretni stolovi).



Glodanje se dijeli:

1. Prema proizvedenoj kvaliteti obrađene površine: grubo, završno i fino glodanje
2. Prema kinematici postupka: istosmjerno i protusmjerno
3. Prema položaju reznih oštrica na glodalu: obodno i čeono
4. Prema obliku obrađene površine (elementarne površine): ravno (plansko), okretno (okruglo i neokruglo), profilno (glodanje utora raznih profila), odvalno i oblikovno

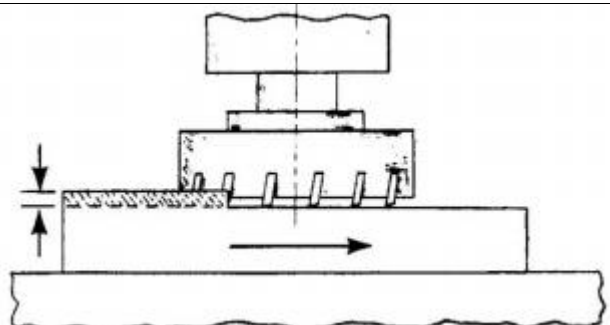
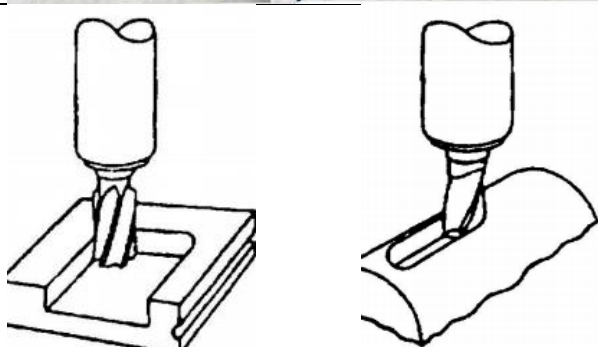


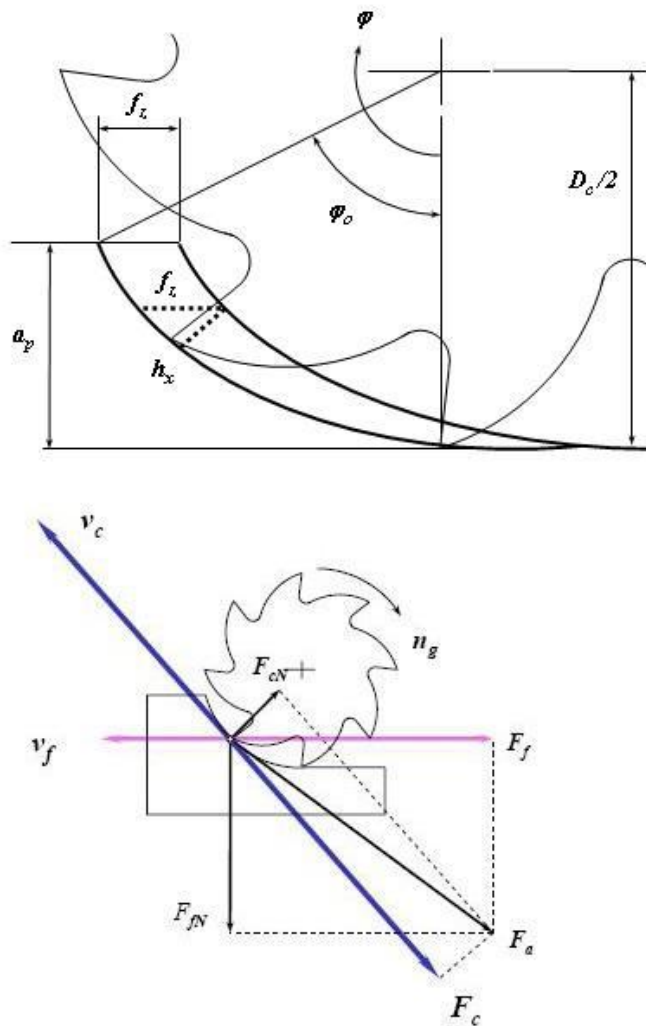
Obodno glodanje:

Istosmjerno glodanje – brzina posmaka je u smjeru vrtnje glavnog vretena (glodala).

Protusmjerno glodanje (klasično) – brzina posmaka je u suprotnom smjeru od vrtnje glodala.

Čeono (plansko) glodanje





## REŽIMI OBRADE

### Brzina rezanja, $v_c$

- je obodna brzina kojom oštrica odvaja česticu (daje dužinu strugotini)
- daje glavno gibanje
- ima ju obradak (tokarenje) ili alat (glodanje)
- mjerna jedinica je m/min ili m/s

Pravilan izbor brzine rezanja ovisi o:

- materijalu obratka i alata
- kvaliteti obrade (toleraciji, hrapavosti)
- hlađenju i podmazivanju
- vrsti obrade
- snazi stroja idr.

Formule za izračun brzine rezanja i broja okretaja su:

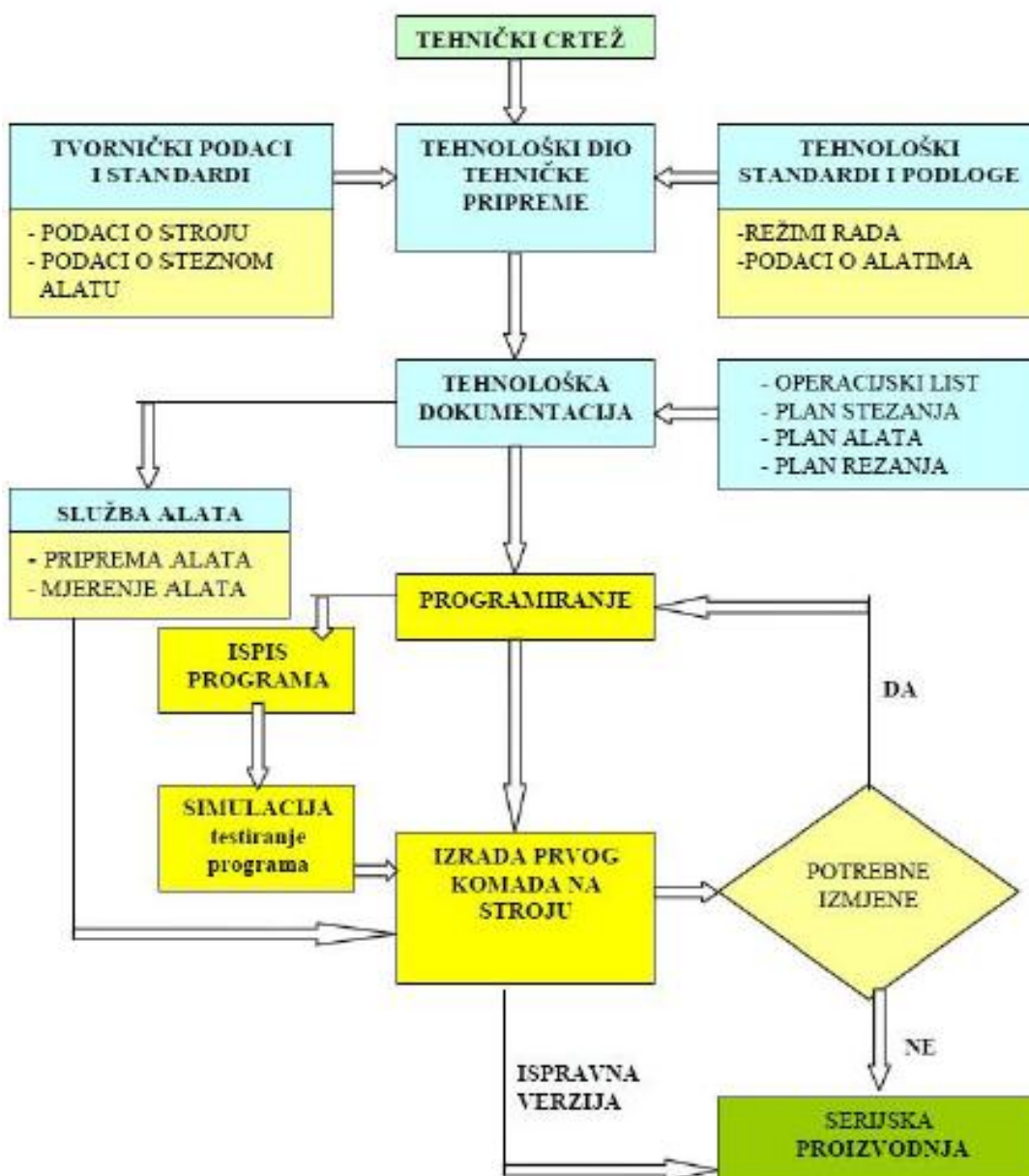
|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $v_c = \frac{d \pi n}{1000}, \text{ m/min}$ <p>d – promjer obratka ili alata<br/>n – broj okretaja obratka ili alata</p> | $n = \frac{1000 v_c}{d \pi}, \text{ o/min}$ <p>Brzinu rezanja izaberemo iz tablica (kataloga alata) prema gore navedenim kriterijima. Izračunamo broj okretaja i izaberemo prvi manji na stroju (kod klasičnih strojeva).</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Posmak,  $f$  (s)**

- je ona veličina za koju se alat ili obradak pomakne za jedan okretaj glavnog vretena
- je pomoćno gibanje
- daje širinu strugotine
- ovisi o vrsti obrade i kvaliteti obrađene površine (za grubu obradu je veći, za finu manji)
- posmična brzina:  $v_f = s \cdot n$ , mm/min
- posmak kod glodanja:  $f = f_z \cdot z$ , gdje je  
 $f_z$  – posmak po zubu, a  $z$  – broj zuba glodala

**Dubina rezanja,  $a$** 

- je ona vrijednost za koju se pomakne alat ili obradak da bi alat došao u poziciju skidanja sloja materijala

**HEMA POSTUPKA PROGRAMIRANJA (CNC glodanje)**

**DEFINICIJA PROGRAMA**

Proces izrade dijelova na CNC stroju se sastoji od:

- Razrade tehnologije i utvrđivanje redoslijeda zahvata, alata i režima rada
- Pripreme alata
- Programiranja
- Pripreme stroja
- Izrade prvog komada u seriji
- Serijska proizvodnja

Programiranje je ono što je svojstveno CNC strojevima. Programiranje je postupak pisanja programa prema unaprijed definiranoj tehnologiji, a može se obaviti ručno ili pomoću računala:

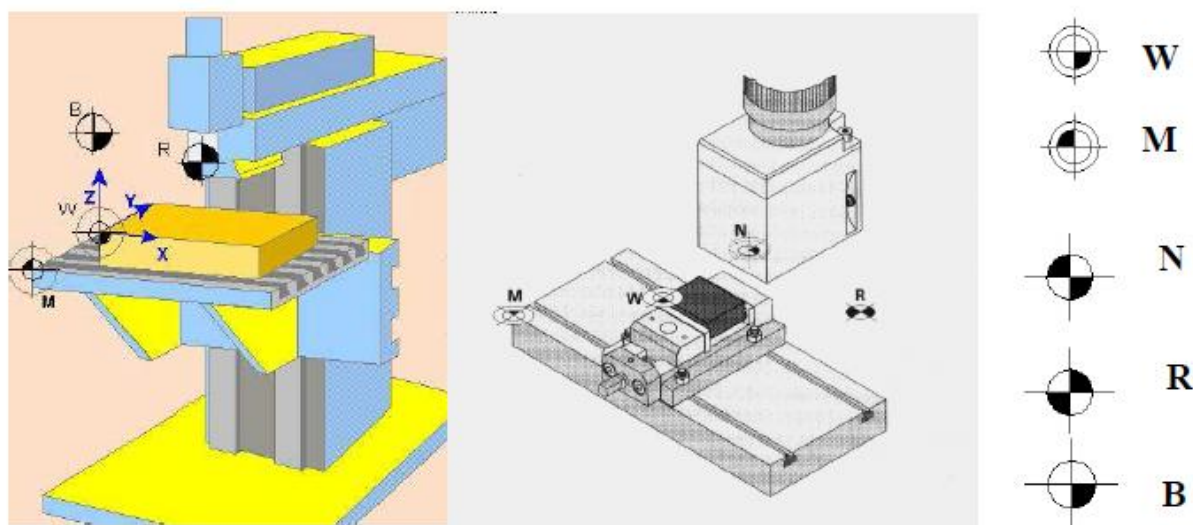
**RUČNO** – podrazumijeva ispisivanje programa od strane tehnologa ručno, tj. piše se svaki redak programa prema definiranoj tehnologiji.

**POMOĆU RAČUNALA** – podrazumijeva automatsko programiranje samog računala na osnovu izabranih parametara programera (kao što su dimenzije sirovca, put alata, izbor alata, režima rada, itd.) u posebnim *software-ima* kao što su *CATIA*, *MASTERCAM*, *SOLIDCAM* i drugi. Također je moguća simulacija programa i ispis samog programa u izabranim upravljačkim jedinicama. Ovime se skraćuje vrijeme i smanjuju troškovi izrade programa, te je brža izrada prvog komada na stroju.

**TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA ZA CNC STROJEVE**

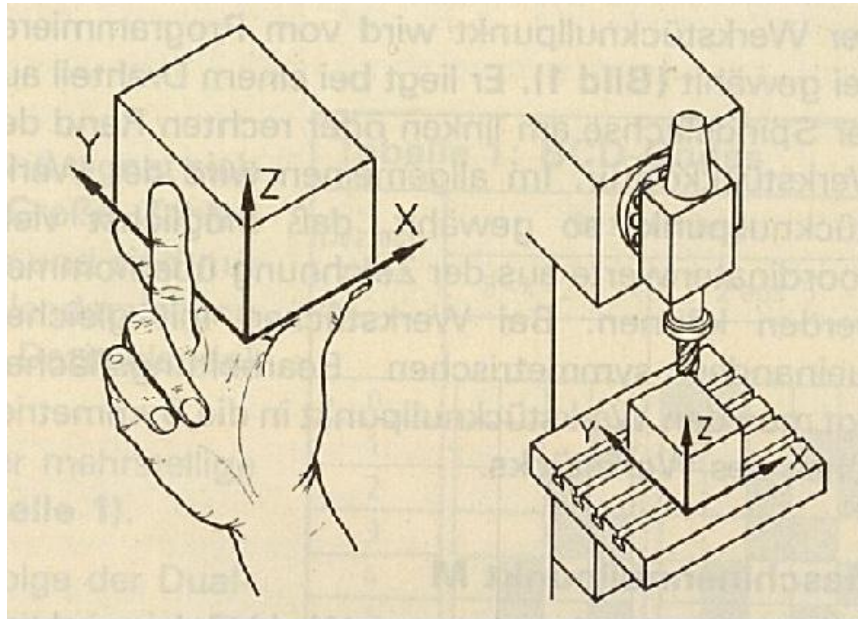
Kod uspješnog pisanja NC programa bitno je prije samog pisanja programa napraviti tehnološku dokumentaciju. Tehnološka dokumentacija za CNC strojeve sastoji se od:

1. **Tehničkog crteža izratka** – tehnička dokumentacija koja u svom dvodimenzionalnom prikazu pokazuje kako izgleda proizvod, na koji ga način obrađivati, te koje materijale koristiti.
2. **Plana alata za radni predmet** – sadrži popis svih korištenih alata za obradu prema redoslijedu korištenja, potrebne mjere, standardne režime i korekcije.
3. **Plana stezanja** – obuhvaća osnovne dimenzije radnog prostora, položaj radnog predmeta na stolu, točke oslanjanja predmeta i mjesta stezanja, te položaj nulte točke.
4. **Plana rezanja** – je glavni dokument za ispis programa u kojem su vidljive putanje kretanja alata za svaku operaciju. Prati se put kretanja vrha alata od početka obrade do kraja obrade.
5. **Operacijski list** – dokument koji sadrži redoslijed operacija i zahvata, podatke o radnom predmetu s potrebnim alatima, režimima rada i vremenima izrade.
6. **Programski list** – sadrži naredbe za upravljanje strojem.

**NULTE I REFERENTNE TOČKE GLODALICE**

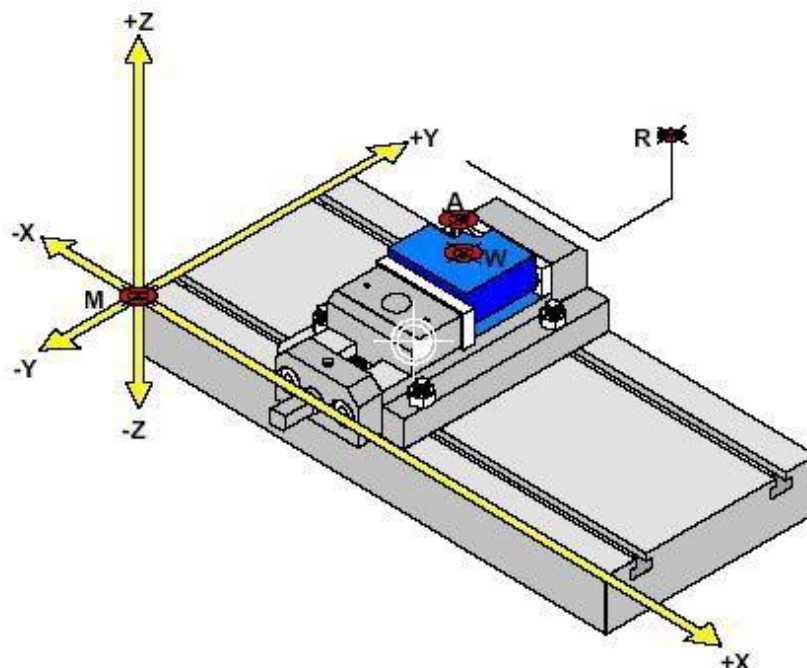
| OZNAKA | SIMBOL | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M      |        | <b>Strojna nul točka (<i>Machine zero point</i>)</b><br>Pozicija ove točke se ne može mijenjati. Određena je odstrane proizvođača NC stroja. Ona je ishodište koordinatnog sustava. Ne može se promijeniti i nalazi se izvan radnog prostora stroja                                                                              |
| W      |        | <b>Nul točka obratka (<i>Workpiece zero point</i>)</b><br>Točka vezana uz obradak. Slobodno se mijenja prema potrebama konstrukcije ili izrade. Njen položaj određuje programer. Isti obradak može imati i više nul točaka.                                                                                                      |
| R      |        | <b>Referentna točka (<i>Reference point</i>)</b><br>Točka u radnom području stroja koja je determinirana sa krajnjim prekidačima. Ishodište je mjernog sustava stroja. Pozicija se prijavljuje kontrolnom uređaju čim se klizači približe točki R. Položaj joj je stalan i nepromjenjiv, ali se nalazi u radnom prostoru stroja. |
| N      |        | <b>Referentna točka alata (<i>Tool mount reference point</i>)</b><br>Početna točka od koje se mjere svi alati. Leži na osi držača alata. Određena je od strane proizvođača alata i ne može se mijenjati.                                                                                                                         |
| B      |        | <b>Početna točka alata (<i>Begin point</i>)</b><br>Od ove točke alat počinje sa obradom i u njoj se vrši izmjena alata. Ne mora biti neophodno definirana.                                                                                                                                                                       |

Tablica 1.1 – Simboli i opis referentnih točaka

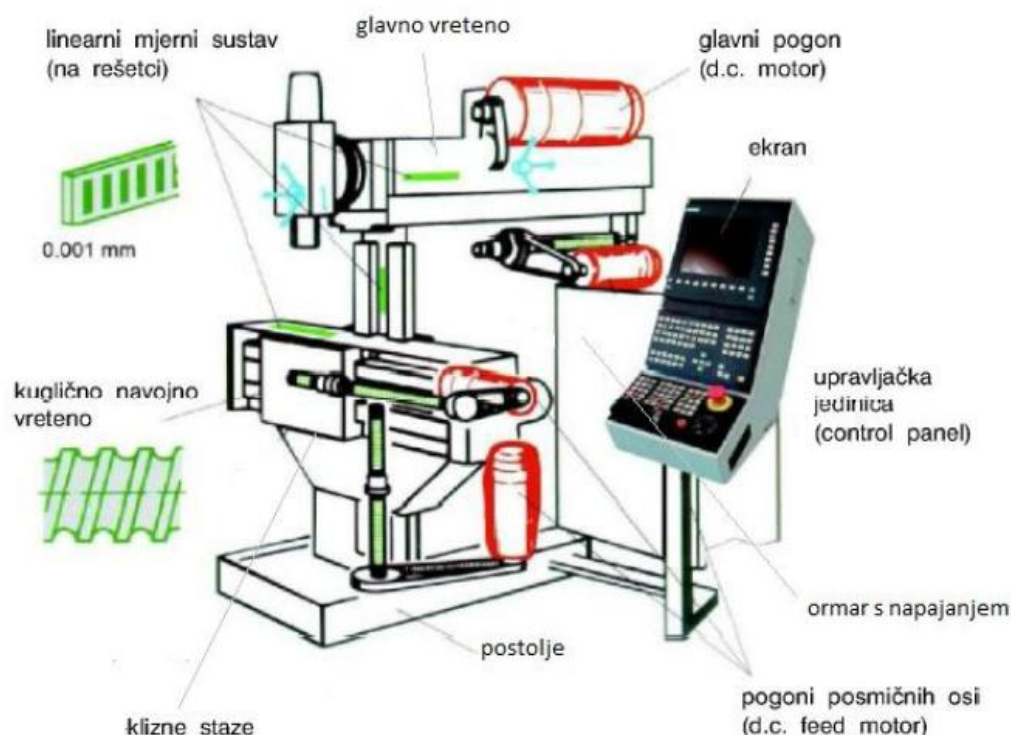
**KOORDINATNI SUSTAV GLODALICE PO PRAVILU DESNE RUKE**

Pozitivni pravci koordinatnih osi slijede položaj prstiju desne ruke. Palac pokazuje u pozitivnom smjeru osi X, kažiprst pokazuje u pozitivnom smjeru osi Y, dok srednji prst pokazuje u pozitivnom smjeru osi Z.

Kod CNC glodalica koordinatni sustav je troosni X,Y,Z. Koordinate s negativnim predznakom (-x, -y) označuju kretanje alata prema radnom predmetu, a pozitivni predznak znači odmicanje alata od radnog predmeta.

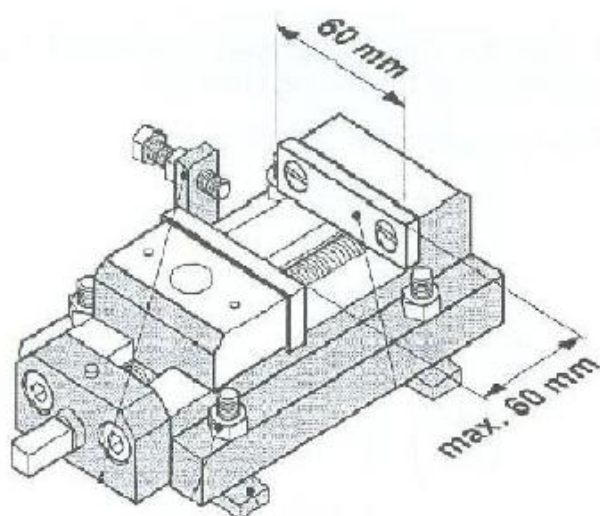


Treba napomenuti da se alat uvijek giba u predmet ili u smjeru predmeta ako je koordinata negativna. Razlog zašto je to tako leži u činjenici da ako se pri programiranju zaboravi negativan predznak, neće doći do sudara alata i predmeta, nego će se alat odmaknuti od predmeta.

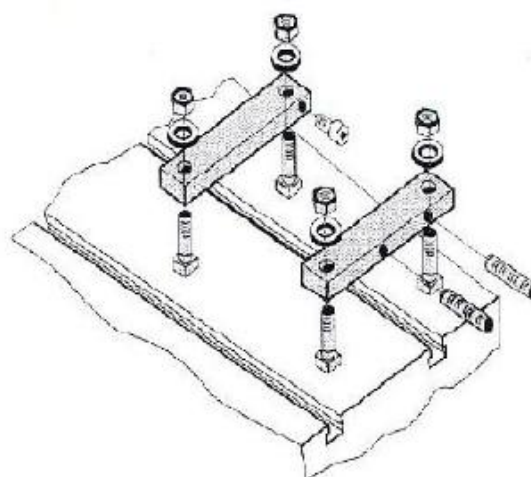
**DIJELOVI GLODALICE**

Za stezanje radnog predmeta koristi se:

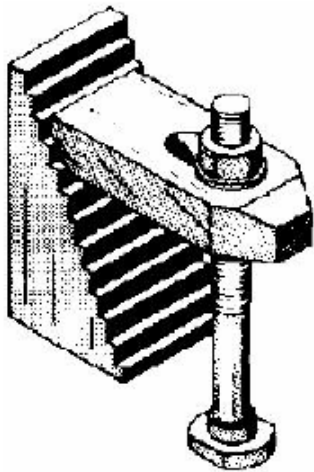
1. Strojni škripac – isporučuje se s izmjenjivim steznim čeljustima i graničnikom. (Slika 2.24)
2. Stezni pribor – set steznih tračnica (Slika 2.25)
3. Stupnjeviti stezni uređaj (prizma) – koristi se za stezanje nepravilnih i visokih radnih predmeta. Potrebna su minimalno dva stupnjevita stezna uređaja za stezanje radnog predmeta. (Slika 2.26)
4. Stezne glave – koriste se za stezanje okruglih, šesterokutnih i dvanaesterokatnih radnih predmeta (stezna glava s tri čeljusti) i okruglih, četvrtastih i osmerokutnih radnih predmeta (stezna glava s četiri čeljusti). (Slika 2.27)



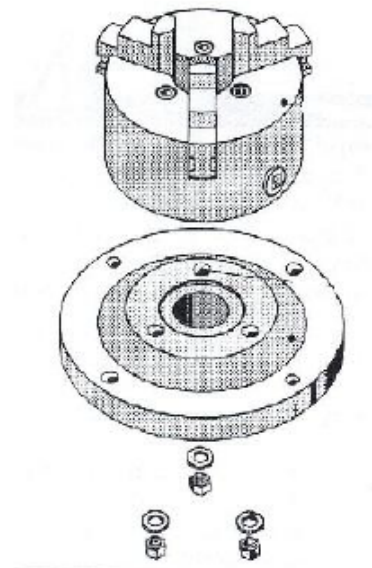
Slika 2.24 – Strojni škripac



Slika 2.25 – Stezni pribor



Slika 2.26 – Stupnjeviti stezni uređaj



Slika 2.27 – Stezne glave

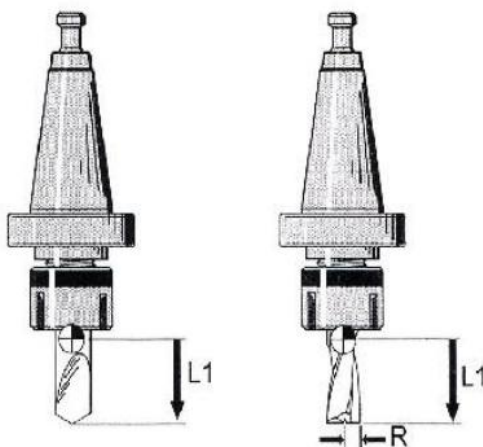
Sredstva za pozicioniranje predmeta su:

Fiksni svornjaci, podesivi svornjaci, graničnici, obrađene ravne plohe steznog škripca, V-blok, ravne plohe prizme i sl.

### SINUMERIK 840D MILL

Kod alata za glodanje korekcija alata se vrši samo po osi Z. Kod većine glodalica nul točka alata je u osi rotacije na čelu alata. Korekcija po osi Z upisuje se u polje **Length 1** (Slika 3.14).

Osim toga upisuje se polumjer Radijus alata (radijus je bitan ako se koristi kompenzacija G41 ili G42). Kompenzacija alata izvodi se tako da najprije stavimo u glavu prazan držač alata i njime dodirnemo čeljust škripca (Slika 3.13). Vrijednost koordinate Z zapamtimo jer će nam ona biti mjerodavna za mjerenje svih alata.



Slika 3.13 – Kompenzacija alata kod glodalica

Nakon toga u glavu stavimo alat koji želimo izmjeriti pa s njim isto dodirnemo čeljust škripca i očitamo vrijednost za os Z. Razliku vrijednosti upišemo u polje **Length1**.

Kod glodala moraju se osim duljine u polje **Length1** upisati i radijus alata u polje **Radius**.

Kod svrdla **Radius** alata mora biti 0, jer svrdlo ne reže po obodu.

U polja **Length2** i **Length3** upisuje se također 0.

Korekciju alata za os **Z** unosimo tako da se pozicioniramo na polje **Length1** (Slika 3.14).

| Tool offsets               |                         | TO area                               |             | 1                     |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------|
| <b>T number</b>            | 1                       | <b>D number</b>                       | 1           | <b>No. of c.edges</b> |
| <b>Tool type</b>           | 120                     | <b>End mill (w/o corner rounding)</b> |             |                       |
| <b>Tool name</b>           | glodalo za poravnavanje |                                       |             |                       |
| <b>Tool length comp.</b>   | <b>Geometry</b>         | <b>Wear</b>                           | <b>Base</b> |                       |
| Length 1 :                 | 66.000                  | 0.000                                 | 0.000       | mm                    |
| Length 2 :                 | 0.000                   | 0.000                                 | 0.000       | mm                    |
| Length 3 :                 | 0.000                   | 0.000                                 | 0.000       | mm                    |
| <b>Radius compensation</b> |                         |                                       |             |                       |
| Radius :                   | 20.000                  | 0.000                                 |             | mm                    |

| Reference                             |                   |                 |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Axis</b>                           | <b>Ref. value</b> | <b>Position</b> |
| Z <input checked="" type="checkbox"/> | 0.000             | 212.150 mm      |

Slika 3.14 – Sučelje *Tool offset* pri podešavanju Z osi kod glodalice