

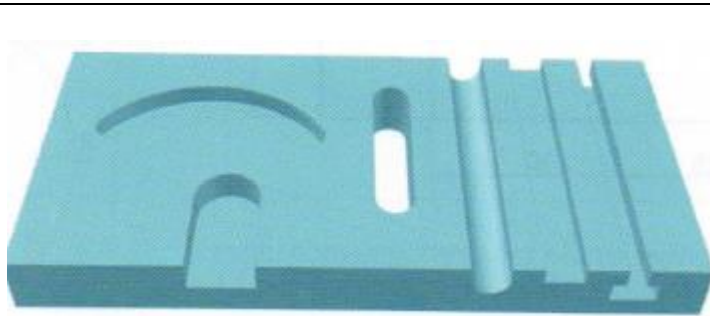
IZRADA UTORA GLODANJEM

UTOR je udubina u površini materijala nepromijenjenog poprečnog presjeka. Može se nalaziti:

- na valjkastoj površini: utori za klinove (pera) na vratilima
- na ravnoj površini: za dosjedaње raznih dijelova, za aksijalne ležajeve, za razne klizače i sl.

Utori se mogu podijeliti:

- prema dubini: idu kroz čitavu dubinu materijala ili do određene dubine
- prema obliku poprečnog presjeka: pravokutni, V utor, polukružni T utor, specijalni
- prema obliku simetrale: pravocrtni, kružni, ostali zakrivljeni oblici
- prema smještaju krajeva utora: zatvoreni, poluotvoreni, otvoreni



Oblici utora

Izbor alata:

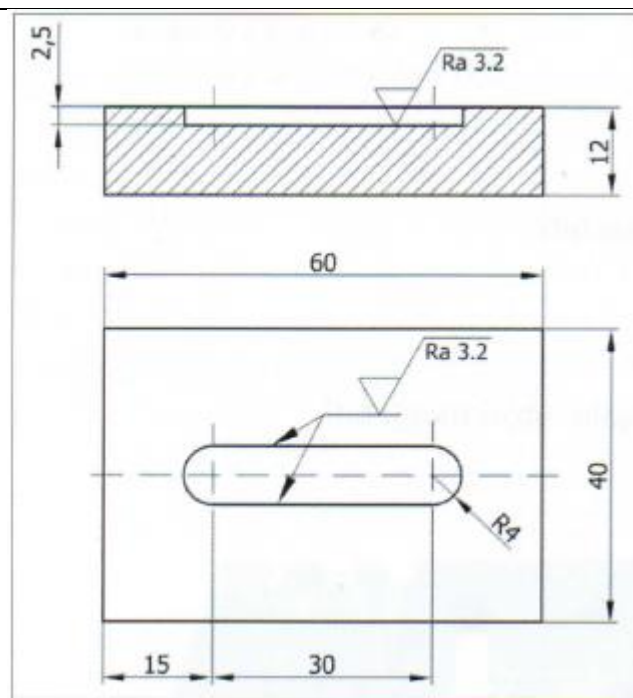
- u otvorene i poluotvorene utore alat ulazi iz slobodnog prostora, okomito na poprečni presjek utora
- za izradu otvorenih utora mogu se koristiti **kutna glodala** odgovarajućeg oblika
- za izradu zatvorenog utora mora se koristiti **utorno glodalo** koje ima oštrice i po obodu i po vrhu, kako bi moglo ući u materijal okomito na obrađenu površinu

Izrada zatvorenog utora je složenija od izrade otvorenog ili poluotvorenog, a slična je izradi džepa.

Programiranje izrade utora:

- ručno
- uporaba standardnih ciklusa: LONGHOLE , SLOT1, SLOT2.

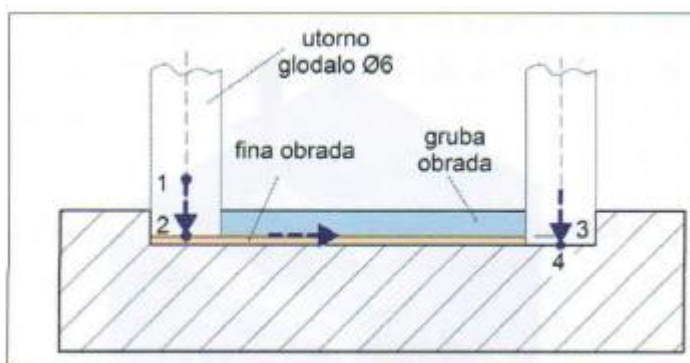
IZRADA UTORA BEZ UPORABE CIKLUSA



Primjer izrade zatvorenog utora

Analiza crteža:

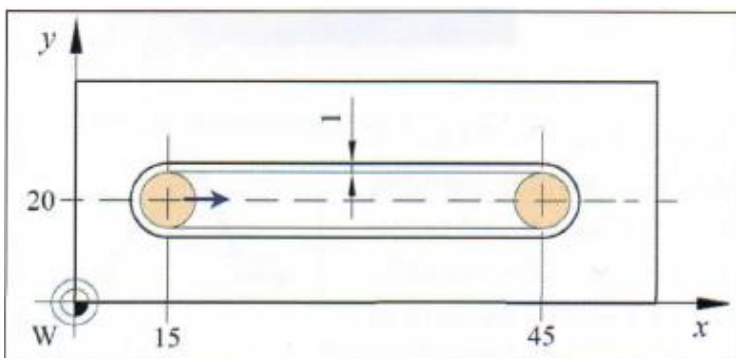
- potrebna je gruba i završna obrada
- koristit ćemo isti alat za obje obrade (u slučaju da je materijal jako tvrd ili da su zadane vrlo male tolerancije radili bismo s dva alata: za grubu i finu obradu)
- izabrat ćemo standardno utorno glodalo $\Phi 6$ mm (prema širini utora od 8 mm), tako da imamo dodatak za završnu obradu od 0,5 do 1 mm po strani utora
- u prikazanom primjeru dodatak za završnu obradu po strani utora je 1 mm: $(8-6)/2 = 1$ mm; dodatak po dubini bit će 0,3 mm pa je dubina grube obrade 2,2 mm



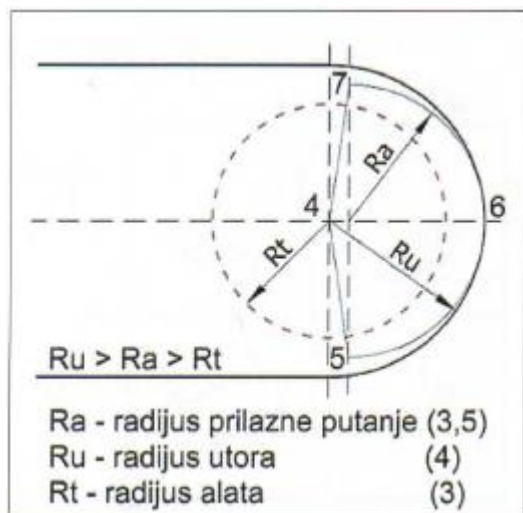
Gruba obrada izvršit će se ulaskom glodala u jedan kraj utora (bilo koji) do dubine 2,2 mm te pravocrtnim gibanjem do drugog kraja utora.

Zatim slijedi ulaz glodala do završne dubine utora te završna obrada.

Završna obrada se obvezno radi s kompenzacijom radijusa alata (KRA).



Gruba obrada utora



Putanja alata pri završnoj obradi utora

KRA se može uključiti pri pravocrtnom gibanju alata od središta prema „sjeveru“ do točke konture. Bolju kvalitetu obrade postizemo tangencijalnim prilaženjem (i odmicanjem) konturi.

KRA se ne može uključiti pri kružnom gibanju; alat se mora gibati pravocrtno s uključenom KRA, a tek zatim tangencijalno na konturu.

Primjer programskog lista:

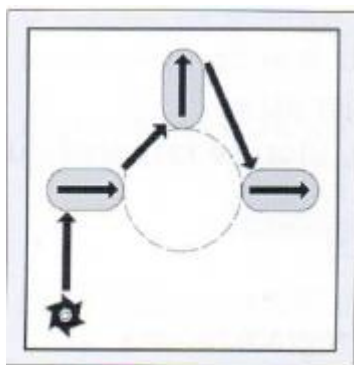
```
...
N120 T6 D1 M6 ; glodalo Ø6
N130 S2400 F200 M3
N140 G0 X15 Y20 Z5
N150 G1 Z-2.2
N160 G1 X45
N170 G1 Z-2.5
N180 S2500 S240 ; završna obrada
N190 G1 G41 X46.5 Y16.5
N200 G3 X49 Y20 CR3.5
N210 G3 X45 Y24 CR4
N220 G1 X15
N230 G3 X15 Y16 CR4
N240 G1 X45
N250 G3 X49 Y20 CR4
N260 G3 X46.5 Y23.5 CR3.5
N270 G1 G40 X45 Y20
N280 G0 Z20
N290 M30
```

IZRADA UTORA PRIMJENOM CIKLUSA

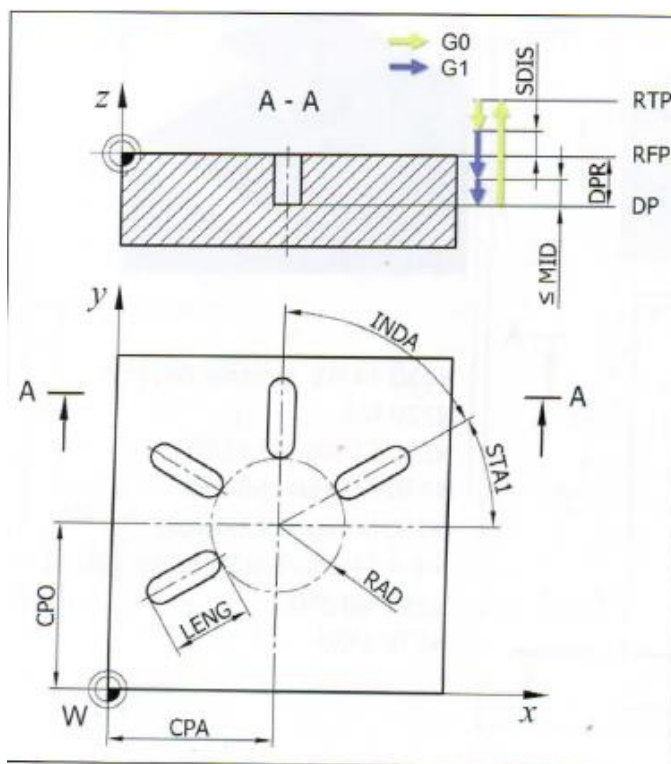
Postoji mogućnost izrade utora u smjeru radijusa i po obodu kružnice.

LONGHOLE – produljeni utori

- za izradu utora koji dodiruju zamišljenu kružnicu zadanog polumjera
- za izradu utora gdje se ne traži velika točnost izrade i/ili kvaliteta obrade
- odabire se utorno glodalo čiji je promjer jednak širini utora
- unutar ciklusa određuje se optimalna putanja alata radi što kraćeg vremena izrade
- obrada počinje pozicioniranjem alata s G0 na udaljenost SDIS iznad prvog utora
- alat se spušta s G1 na izračunatu vrijednost MID s brzinom posmaka FFD te počinje obrada u ravnini s brzinom posmaka FFP1
- nakon postignute dubine obrade alat se podiže na povratnu površinu u brzom hodu



Redoslijed obrade utora



Grafički prikaz parametara ciklusa LONGHOLE

Poziv ciklusa: **Support** ➔ **Milling** ➔ **Grooves** ➔ **Elongated hole**

LONGHOLE(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, CPA, CPO, RAD, STA1, IND1, FFD, FFP1, MID)

Prije poziva ciklusa alat treba biti pozicioniran u točki s koje mu je moguće pravocrtno pristupiti najbližem utoru.

NUM - ukupan broj utra

LENG - duljina utora

CPA - koordinata središta kružnice po osi x

CPO - koordinata središta kružnice po osi y

RAD - radijus unutarnje kružnice utora

STA1 - kut simetrale prvog utora u odnosu na +x

IND1 - kut između dva susjedna utora (ako se upiše nula, utori se raspoređuju jednoliko po cijelom opsegu kružnice (kut 360°))

FFD - brzina posmaka po dubini utora (u smjeru osi z)

FFP1 - brzina posmaka čeoine obrade

MID - najveća dubina obrade po koraku, bez predznaka (između $0,5 \cdot \text{MID}$ i MID)

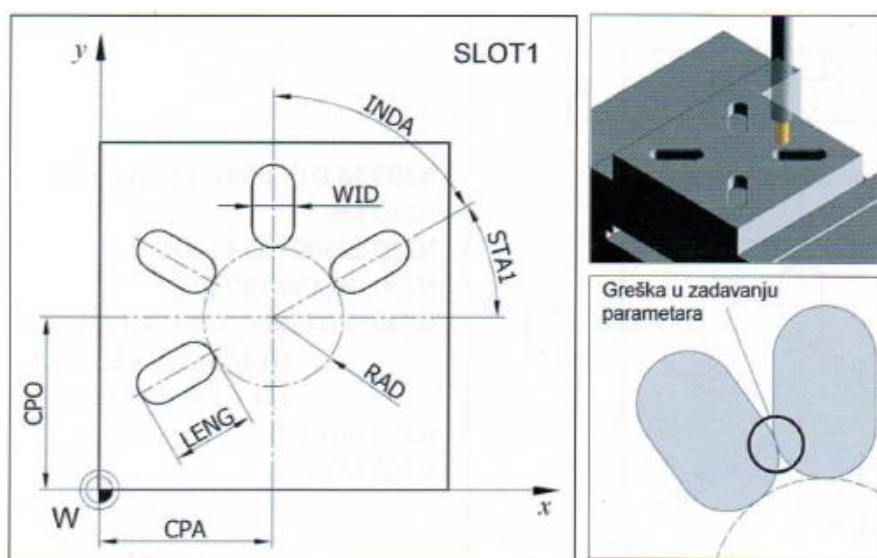
Ostali parametri su ranije opisani

SLOT1 – radialni utori na kružnici

- za izradu utora preciznih dimenzija i/ili visoke kvalitete obrade
- zadaje se širina utora
- odabiremo utorno glodalo promjera većeg od polovine širine utora, ali manjeg od širine utora za dva dodatka završne obrade ($WID/2 < D_{alata} < WID - 2*FAL$)
- ako je promjer glodala premali ostatak će neobrađeni dio (program ne javlja grešku)
- prije poziva ciklusa alat treba pozicionirati na točku s koje je moguće pravocrtno pristupiti najbližem utoru
- u slučaju da je širina ili duljina utora prevelika ili kut između utora premali, utori će se dodirivati pa će potprogram javiti grešku i zaustaviti rad

Poziv ciklusa: **Support ➔ Milling ➔ Grooves ➔ Slot on a circle**

SLOT1(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF, FALD, STA2)



Grafički prikaz ciklusa SLOT1

WID - širina utora

CDIR - smjer obrade: 2 (G2 – u smjeru kazaljke na satu)
 3 (G3 – suprotno smjeru kazaljke na satu)
 0 – istosmjerno glodanje 1 – protusmjerno glodanje

FAL - dodatak za završnu obradu

MIDF - najveća završna dubina rezanja bez predznaka

FFP2 - brzina posmaka pri završnoj obradi

SSF - brzina vrtnje vretena pri završnoj obradi (br. okretajaglavnog vretena)

VARI - varijanta čeonice obrade:

Znamenka jedinice:

0 – gruba pa završna obrada
 1 – samo gruba obrada do završne
 2 – samo završna obrada (ako je gruba već izvedena)

Znamenka desetice:

0 – ulaz alata s G0
 1 – ulaz alata s G1
 3 – oscilirajuće (pod kutom; glodala s izmjenjivim pločicama)

FALD - dodatak za završnu obradu na dnu utora

STA2 - kut ukopavanja

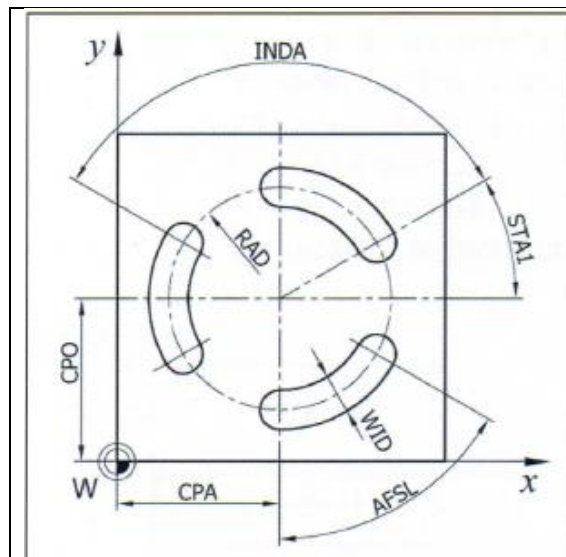
Ostali parametri su ranije opisani.

SLOT2 – utori po opsegu kružnice

- za izradu utora po opsegu kružnog luka (kružnice)

Poziv ciklusa: **Support** ➔ **Milling** ➔ **Grooves** ➔ **Circumsf. slots**

SLOT2(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)

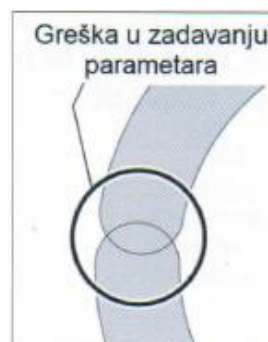


Grafički prikaz parametara ciklusa SLOT2

RAD – radijus simetrale utora

AFSL - kut duljine utora

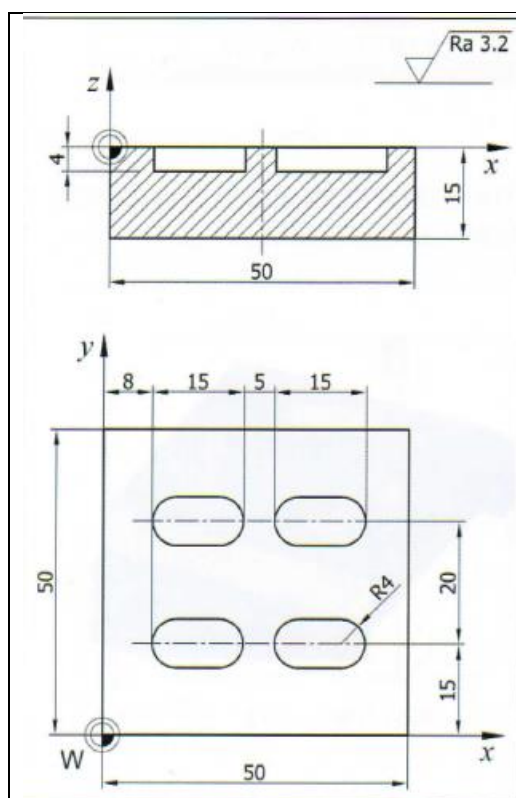
Ostali parametri su ranije opisani.



Preklapanje utora nije dozvoljeno. U višim verzijama moguće je izraditi utor od 360°.

Paralelni utori

- nekad je potrebno izraditi utore koji su međusobno paralelni ili se nalaze na pravcu
- za takve utore moguće je koristiti cikluse LONGHOLE i SLOT1.
- os utora može biti vodoravna, okomita ili pod kutom



- utore ćemo izraditi pozivom ciklusa SLOT1, a koristit ćemo utorno glodalo $\Phi 6$ mm.

Primjer NC programa:

...

N280 T6 D1 M6 ; utorno glodalo $\Phi 6$, HSS

N290 S2400 F200 M3

N300 G0 X8 Y15 Z7

N310 SLOT1(5,,2,-4, 0, 2, 15, 8, 25.5, 15, 2.5, 0, 180, 30, 200, 1, 3, 0.3, 0, 4, 140, 2500)

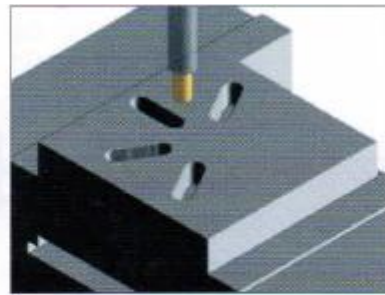
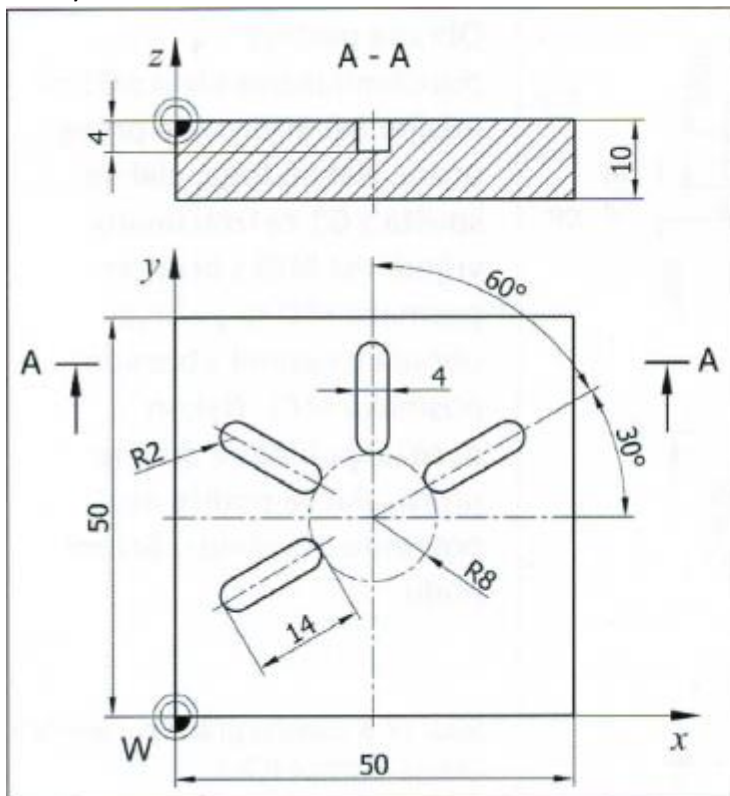
N320 SLOT1(5,,2, -4, 0, 2, 15, 25.5, 28, 15, 2.5, 0, 180, 30, 200, 1, 3, 0.3, 0, 4, 140, 2500)

N330 G0 Z60

N340 M30

Primjeri izrade utora uporabom ciklusa

a) ciklus LONGHOLE

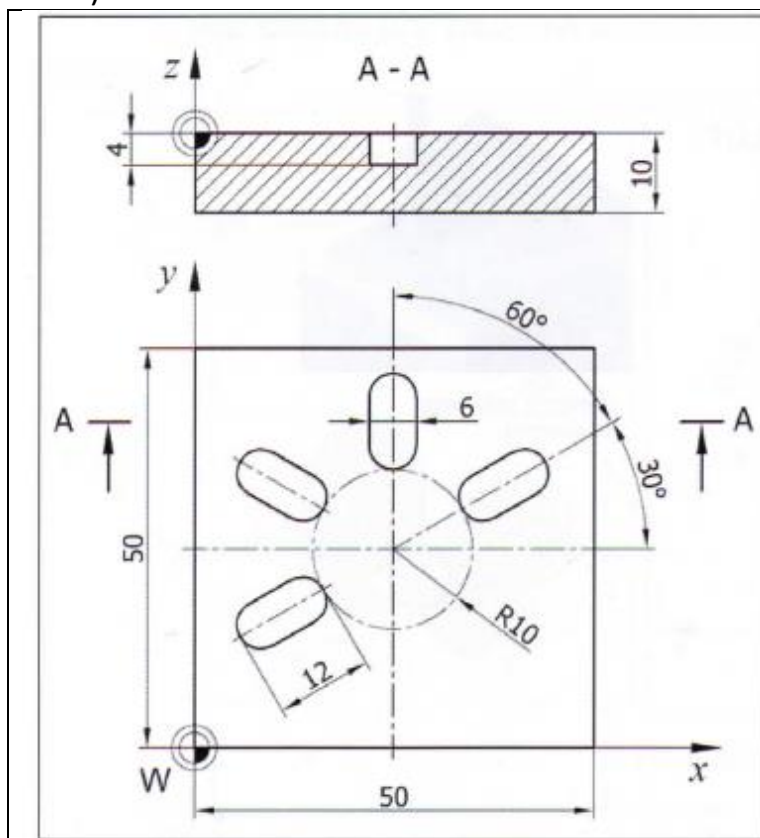


```

...
N210 T4 D1 ;glodalo Ø4, HSS
N220 M6
N230 S2500 M3 F180
N240 G0 X50 Y50 Z10
N250 LONGHOLE(4,0,2,-
6,0,4,14,25,25,8,30,60,40,130,1)
N260 G0 Z50
N270 M30

```

b) ciklus SLOT1

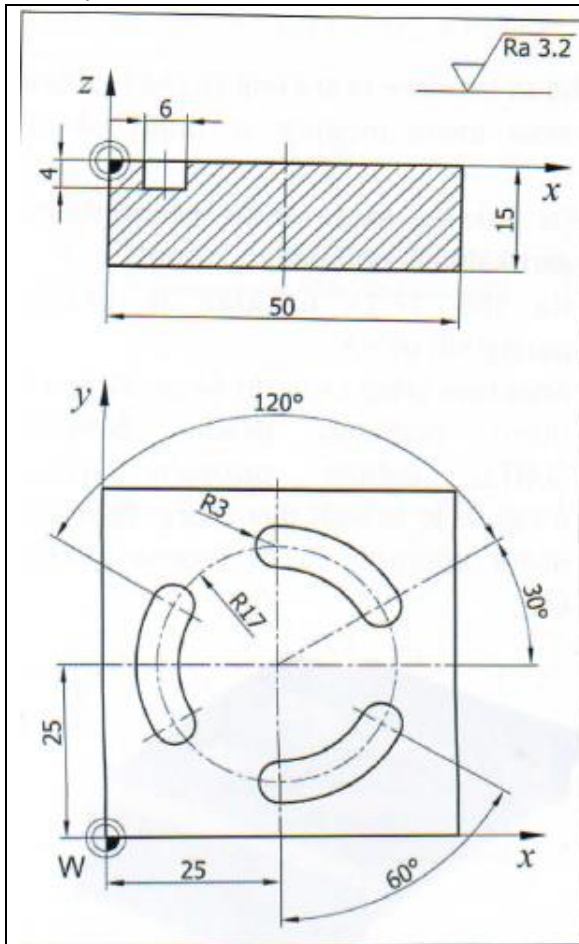


```

....
N200 T4 D 1 M6; utorno glodalo Ø4mm
N210 S2500 F150 M3
N220 G0 X50 Y50 Z10
N230 SLOT1(4,0,3,-4,0,4,12,6,25,25,
10,30,60,30,150,1,3,0.2,
0,1,130,3000,0.3,0)
N240 G0 Z50
N250 M30

```

c) ciklus SLOT2



....

N200 T4 D1 M6 ;utorno glodalo $\Phi 4$, HSS

N210 S2500 F150 M3

N220 G0 X30 Y30 Z10

N230 SLOT2(9,0,3,-4,0,3,60,6,25,25,17,
30,120,30,150,1,3,0.2,0,2,130,3000)

N240 G0 Z50

N250 M30

Zadatak za vježbu:

