SADRŽAJ

UVOD **9**
ELEKTROEROZIJA (EDM) **13**
Osnovne karakteristike 13
Fizikalne osnove procesa elektroerozije 16
Osnovne operacije elektroerozivne obrade 19
Tehnološke karakteristike procesa 20
Proizvodnost elektroerozivne obrade 20
Uticaj materijala obratka 20
Uticaj ispiranje radnog prostora na proizvodnost 21
Uticaj vrste dielektrikuma na proizvodnost 23
Uticaj materijala elektrode na proizvodnost 23
Tačnost pri elektroerozivnoj obradi 24
Kvalitet obrađene površine 26
Materijali za izradu elektroda i postupci obrade 30
Metalni materijali za izradu elektroda 30
Nemetalni materijali za izradu elektroda 32
Projektovanje tehnološkog postupka elektroerozivne obrade 32
Postrojenja za elektroerozivnu obradu 33
Generator električnih impulsa 34
Primena elektroerozivne obrade 36
OBRADA VODENIM MLAZOM (Water jet) **38**
Osnovna podela obrade vodenim mlazom 43
Obrada čistim vodenim mlazom *43*
Abrazivni vodeni mlaz *45*
Greške nastale prilikom obrade vodenim mlazom 48
Formiranje brazdi 49
OBRADA LASEROM **50**
Vrste lasera 52
Rezanje laserom 52
Lasersko rezanje topljenjem *53*
Lasersko rezanje isparavanjem *53*
Parametri obrade laserom 55
Snaga lasera *55*
Brzina rezanja *55*
Gas za rezanje *55*
Žarišna-žižna dužina *56*
Položaj žarišta u odnosu na površinu radnog komada *56*
Upoređenje postupka obrade vodenim mlazom i laserskom obradom 56

PLAZMA REZANJE **58**
Postupci rezanja plazmom *59*
Plazma rezanje bez sekundarnog medija *59*
Princip rada *60*
Plazma rezanje sa sekundarnim gasom *61*
Plazma rezanje s injektiranom vodom *63*
Plazma rezanje pod zaštitom vode *64*
Plazma rezanje s povećanim suženjem plazmenog luka *64*
Postrojenje za plazma rezanje *65*
Regulacija visine pištolja za plazma rezanje od radnog komada *66*
Uticaj parametara na kvalitet plazma rezanja *67*
P**ROGRAMIRANJE OBRADE ELEKTROEROZIJOM FEATURE CAM-u** 69
Pokretanje programa *70*
Obrada komada 94
Dvoosna obrada 116
Izrada otvora (Die) *117*
Simulacija rada 156
Dobijanje G koda 159
Postprocesor *159*
Provera NC koda *167*
Sečenje pod uglom 171
Izrada probojca (Punch) 177
Metode kompenzacije 194
Kompenzacija na mašini (Cuter Comp) *195*
Kompenzacija u okviru programa Feature CAM (Offset Toopath) 202
Obrada otvorene površine (Side) 205
Brza obrada više otvorenih površina 2Axis Rapid 218
Četvoroosno sečenje (4 Axis) 230
Četvoroosno sečenje spoljašnjih površina (Punch) 259
Četvoroosna obrada otvorenih površina (Side) 276
Obrada više istih površina opcijom umnožavanje (PATTERN) 284
Linijsko umnožavanje 289
Pravougaono umnožavanje 298
RAZMEŠTANJE KOMADA (NESTING) **305**
Pokretanje programa 311
Rad u programu 313
PROGRAMIRANJE SEČENJA MATERIJA WATER JET, PLAZMA, LASER **336**
Pokretanje programa 337
Osnovne komande programa (meniji) 338

Rad u programu Shet CAM - Izbor moda rada....346
Podešavanje jedinica za rad....348
Podešavanje table materijala za sečenje....350
Podešavanje mašine za rad....360
Post procesor....*362*
Izbor i podešavanje alata....366
Podešavanje alata za lasersko sečenje....368
Podešavanje alata za plazma sečenje....374
Podešavanje alata za Water jet sečenje....383
Uvoz i podešavanje crteža delova za sečenje....384
Izbor i podešavanje operacije sečenja....395
Pomeranje početne tačke sečenja....411
Izrada većeg broja istih komada....414
Simulacija rada....417
Ispisivanje Texta za sečenje....419
Dobijanje G koda....421
DNC veza....425
Promena parametara alata ili operacije....425
Saveti....431
ZAKLJUČAK....433
LITERATURA....435
O autoru....437

UVOD

Prerada sirovina i poluproizvoda sa ciljem dobijanja delova i gotovih proizvoda može se izvesti na razne načine. Koji metod je pravi, zavisi od čitavog niza faktora, a oni se mogu svrstati u nekoliko opštih grupa:

- karakteristike proizvoda,
- karakteristike materijala i
- karakteristike proizvodnog procesa.

Danas je na raspolaganju veliki broj različitih načina izrade, obrade i oblikovanja i oni se svrstavaju u nekoliko kategorija . Za one koji su slabi poznavaoci, naglašava se da je smislena i opravdana upotreba raziičitih termina vezanih za tehnologije obrade, i to: izrada, prerada, dorada i sl. Na primer, čelični rukavac *izrađuje* se kovanjem u kalupu, termički *obrađuje* i *dorađuje* brušenjem. Laserskim snopom je moguća termička *obrada* sedišta ventila, ali i *izrada* otvora na mlaznici. Raspoložive metode primenljive su, naravno selektivno, na sirovine, poluproizvode i gotove proizvode.

KONVENCIONALNE ili klasične metode obrade su one za koje se već dugo zna. Neke su stare nekoliko hiljada godina, ali većina se razvila tokom devetnaestog i početkom dvadesetog veka. S obzirom da su dugo pripadale proizvodnoj praksi *zanatskog, esnafskog, manufaktumog* i, konačno, *industrijskog* tipa i da se sve do polovine dvadesetog veka nisu pojavile nove metode, smatramo ih klasičnim metodama prerade i oblikovanja. U ove metode svrstavaju se dve velike podgrupe:

- obrada rezanjem (sa skidanjem strugotine) i
- obrada bez rezanja.

OBRADA REZANJEM je takav vid obrade kod koga su različiti alati u neposrednom kontaktu sa radnim predmetom i pod dejstvom odgovarajućih sila svojim reznim elementima odnose deo materijala pretvarajući ga u strugotinu. Zbog toga se često koristi i termin *obrada sa skidanjem strugotine.* Strugotina je višak materijala u odnosu na željeni oblik i posle njenog formiranja i odvajanja predstavija otpad. Prema uslovima obrade i geometriji alata razlikuju se metode obrade sa *reznim klinom definisane geometrije* (struganje, glodanje, bušenje, rendisanje, provlačenje i rezanje testerama) i sa *reznim klinom nedefinisane geometrije* (brušenje, honovanje, lepovanje, superfiniš i poliranje).

OBRADA BEZ REZANJA takođe je moguće obrađivati i oblikovati sirovinu,poluproizvode i proizvode. Kada je u pitanju obrada *deformacijom*, pod dejstvom odgovarajućih sila i uz kortšćenje alata, dolazi do preoblikovanja pripremka - uloška, sa ili bez promene ukupne mase materijala u odnosu na zahtevanu i sa ili bez odvajanja dela materijala (valjanje, kovanje, presovanje, savijanje, istiskivanje, izvlačenje, sečenje, probijanje i prosecanje). Drugu grupu obrade bez rezanja čine

metalurške metode za koje je karakteristično da, najčešće pod uticajem visoke temperature, dolazi do promene oblika sirovine ili promene kvaliteta površinskog i potpovršinskog sloja dela, kroz promenu stanja ili kroz promenu strukture (livenje, sinterovanje, zavarivanje, termička obrada, termohemijska obrada i prevlake).

NEKONVENCIONALNE metode obrade su rezultat naučno istraživačkog rada dvadesetog veka sa jedne strane, i sve većih i viših zahteva u pogledu složenosti, tačnosti i kvaliteta proizvoda, kao i novog savremenog načina organizacije proizvodnog i tehnološkog procesa. Ove metode javljaju se kao dopuna klasičnim metodama, ali nekada i kao jedino moguće rešenje postavljenog proizvodnog zahteva. Neke od njih su vrlo stare i prevaziđene (npr. aluminotermijsko zavarivanje), a neke u sasvim maloj primeni (npr. zavarivanje ultrazvukom), tako da sa stanovišta tehnološkog napretka i iznalaženja novih metoda, ovim i sličnim metodama ne poklanja se posebna pažnja. U ovom trenutku izuzetak se odnosi na tzv. 3D štampu, koja u sebi sadrži projektovanje-modeliranje delova i celih proizvoda i izradu delova i proizvoda u celini, u smislu realizacije funkcionalnog modela, a nekada i prototipa ili gotovog proizvoda.

Važna zajednička karakteristika nekonvencionalnih metoda iz grupe prihvatljivih i značajno primenljivi, je da se mogu potpuno automatizovati, a u većini slučajeva i računarski regulisati i upravljati, što je značajno sa stanovišta visoke organizacije na bazi fleksibilnih sistema ili zatvorenih proizvodnih ćelija.

Nekonvencionalne metode mogu se podeliti na tri podgrupe:

- obrada usmerenom energijom,
- nano tehnologije i
- ostale metode.

OBRADA USMERENOM ENERGIJOM podrazumeva korišćenje različitih vidova energije, koja koncentrisano deluje na radni predmet, i to u pravilu lokalno, na jedan deo površine. Osnovno je da postoji velika gustina energije (različitog porekla) po jedinici površine, koju apsorbuje radni predmet. Promene nastaju na česticama materijala najpre na površini, a potom i u podpovršinskom sloju materijala, kao posledica promene vibracionog stanja čestica materijala ili promene temperature. Različiti izvori mogu da oslobode i veliku kinetičku energiju, koja pri delovanju na materijali obratka izaziva određene promene, pre svega oblika. Tačnost oblika i dimenzija i kvalitet obrađene površine su visoki, kao i ponovljivost procesa. U ovu grupu obrade mogu se svrstati elektroerozija, plazma, laseri, elektronski snop, jonski snop, vodeni mlaz i dr.

NANO TEHNOLOGIJE su buduće metode čije se postojanje zasniva na sve većim mogućnostima računara i njihovoj ulozi u kompletnom projektovanju, vođenju, kontroli i usaglašavanju metoda obrade. Kako iz samog naziva sledi, radi se o težnji ostvarivanja izuzetne tačnosti oblika i dimenzija i visokog kvaliteta obrađene površine. Obrada materijala se izvodi raspoloživim metodama i onima koje će se tek razviti, delovanjem na mikro čestice: molekularno, atomski i subatomski.

Međutim, pod nano tehnologijama može da se podrazumeva i primena raznih proizvodnih tehnologija radi realizacije minijaturnih proizvoda, podsklopova, sklopova pa čak i sistema. U ovom trenutku elektronika je zakoračila u te sfere. U okviru jedinstvene mikrokomponente realizovan je hologramski sistem sa optičkim stolom, laserom, pratećom optikom. Realizovani su i razni mikromotori, neutronski izvori i slični uređaji, koji za sada imaju ograničenu, ali koji će jednog dana imati realnu i masovnu primenu. Mikro zupčanici, najveće dimenzije ispod 1 mm, su realnost.

OSTALE METODE iz grupe nekonvencionalnih nemaju zajedničku karakteristiku mehanizma nastajanja promena pri obradi. Mogućnost automatizacije procesa je minimalna, a uključivanje u fleksibilne proizvodne sisteme, praktično nemoguće. Pored toga, njihova primena je neznatna (čak sporadična) sa stanovišta "ozbiljne" industrijske primene. U ovu podgurpu se mogu uvrstiti i obrada ultrazvukom, elektrolitička obrada, hemijska obrada, aluminotermijsko zavarivanje, fotohemijska obrada i dr.

Navedene metode ne predstavljaju sve poznate, već samo jedan deo od prеko sto suštinski različitih metoda obrade, prerade i oblikovanja, ali sigurno onе koje su najmasovnije i najznačajnije. Značaj i mesto svake od raspoloživih metoda obrade u oblasti ljudskog stvaranja su utvrđeni i podležu određenim zakonitostima. U domenu svih aktivnosti, koje se odnose na stvaranje nove vrednosti, teži se: *kreiranju, realizaciji i eksploataciji* novih proizvoda. To podrazumeva postojanje čitavog niza kompleksnih i međusobno povezanih činilaca i dejstava proizvodnog mašinstva razvrstanih u okviru više *sistema* i više *procesa.*



Nekonvencionalni postupci obrade, na današnjem nivou, orijentisani su na *metode obrade usmerenom energijom.* To su one metode koje usnopljenom, usmerenom i najčešće velikom energijom izazivaju promene na materijalima. Te promene mogu biti

mehaničke, termičke, metalografske, hemijske i omogućavaju ostvarivanje određenog oblika, dimenzija, kvaliteta površine i stanja materijala izratka. Vidovi energije mogu biti različiti, pa time i mehanizmi delovanja, a metode koje su najčešće primenjivane, prikazane su u narednoj tabeli.

Karakteristike i mogućnosti nisu iste, ali nijedna od navedenih metoda nije isključiva, tj. eliminišuća za neku drugu iz ove grupe ili iz grupe klasičnih metoda. Specifičnosti ističu konkretna mesta moguće primene i dopunjavanja u odnosu na sve ostale postupke obrade i prerade materijala.

Nekonvencionalne metode omogućavaju da se pojedini proizvodno obradni zahtevi reše na jednostavniji, lakši ili ekonomski prihvatljiviji način. Sa druge strane, ima i takvih operacija koje se mogu izvesti samo nekom od nekonvencionalnih postupaka obrade. Kada se kaže obrada misli se na mogućnost izrade određenih delova (proizvoda) ili dorade delova, koji su ranije (na neki drugi način) urađeni.

Značaj i uloga nekonvencionalnih metoda u industrijski razvijenim zemljama su jasni i visoko cenjeni, dok je kod nas primena minimalna. Da bi se ovo promenilo u pozitivnom smislu, neophodno je upoznavanje sa osnovnim principima, mogućnostima, mestima moguće primene, opremom i potrebnim ulaganjima za nekonvencionalne metode obrade.

Sa stanovišta realne primenljivosti i manjoj ili većoj zastupljenosti u različitim industrijskim pogonima, trenutno najznačajnije nekonvencionalne metode su prvo nabrojane u prethodnoj tabeli i njima će se u ovoj knjizi pokloniti više pažnje.

Preostale (i još na desetine drugih) znatno se manje ili sasvim sporadično koriste, pa će o njima biti reči samo na nivou opšte informacije.

ELEKTROEROZIJA (EDM)

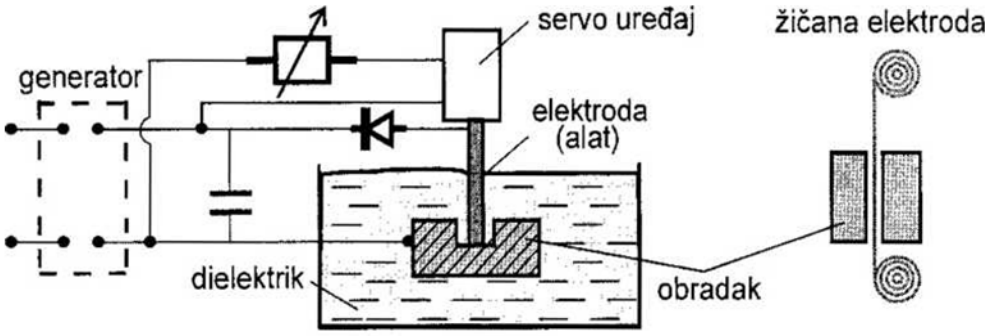
Metoda elektroerozije (eng. *EDM - Eiectrical Discharge Machining)* zasniva se na električnom pražnjenju između "alata" - elektrode i radnog predmeta, koji su suprotno polarisani. Kada postoji mali zazor između elektrode i obratka, prilikom uspostavljanja električnog kola, doći će do varničenja i, posledično, odnošenja materijala. Da bi se lakše kontrolisao strujni tok i odveo skinuti materijal iz zone neposredne obrade, aktivni elementi potopljeni su u dielektričnu tečnost određenog sastava. Obrada elektroerozijom može se izvoditi na više načina: sa masivnom elektrodom *(Sinker EDM* i *Ram EDM,* elektro-varnično, elektroimpulsno i elektrokontaktno) i sa žičanom elektrodom *(Wire EDM* elektrovarnično). Svaka od varijanti ima svoje specifičnosti i posebno mesto primene. Ono što je zajedničko je da se radni parametri i brzina procesa obrade mogu menjati i regulisati u širokom dijapazonu, što se odražava na raziičite kvalitete površine obratka. Uslovno može se izvršiti podela na grubu, čistu i finu obradu, pri ćemu su moguće tačnosti reda 0,01-0,001 mm, a uobičajene srednje hrapavosti od 10-0,1 pm. Pri tome, najviši kvaliteti ostvaruju se sa najnižim brzinama obrade, a time i najvećim vremenima trajanja.

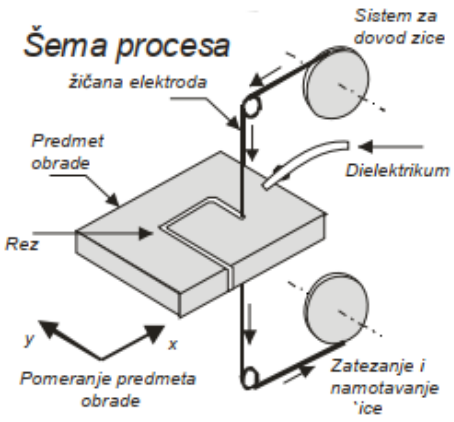
Osnovne karakteristike

Metalni alat (anoda) i obradak (katoda) su različito polarisane elektrode strujnog kola. Potrebno pražnjenje obezbeđuje impulsni generator. Pražnjenja odgovaraju nizu uzastopnih električnih lukova čije je pojedinačno trajanje 1-1000 p.s sa pauzom, koja je 10-100 puta veća od dužine impulsa.

Pojavom varnice, u jezgru električnog luka postiže se gustina struje do 10^6 A/mm^2, a kao rezultat toga i visoka temperatura do 40 000°C i na površini elektroda do 10 000°C. Visoka temperatura dovodi do lokalnog topljenja i isparavanja materijala. Kada je trajanje impulsa završeno, cirkulacijom dielektrikuma obezbeđuje se očvršćavanje rastopljenog materijala u formi sfernih kapljica i njihovo odvođenje iz zone delovanja. Dielektrik istovremeno hladi elektrodu i odvodi gasne i druge produkte pražnjenja. Posle pauze (prekida) ponovo nastaje varnica i proces tako teče dalje. S obzirom na malo trajanje impulsa i pauze, rad je prividno kontinualan (semikontinualan). Jasno je da neprekidno kontinualno pražnjenje ne daje mogućnost odnošenja materijala i toplotne relaksacije, tako da bi došlo do oštećenja elektroda, obratka ili kratkog spoja. Pored toplotnog delovanja javljaju se i efekti eksplozivne sublimacije male dodirne zone i jonizacije dielektrika, što takođe utiče na odnošenje materijala i, konačno, postoji i spontana emisija elektrona sa obratka (katode) na mestu najbližem površini elektrode (anode). Principijelna šema metode obrade elektroerozijom prikazana je na slici.

Mogući efekti delovanja električne vamice na promenu oblika metalnog dela uočeni su i analizirani još 1943. godine u Rusiji (Boris i Natalija Lazarenko). Prva mašina napravljena je 1954. godine u Švajcarskoj u firmi Charmilles (i danas vodeća u ovoj oblasti, a posluje u sastavu GF AgieCharmilles). Industrijska primena započela je sedamdesetih godina prošlog veka, a tek 1997. godine (Konig i Klocke) potpuno je razjašnjen princip i postavljen model elektroerozione obrade.





Obrada žičanom elektrodom

lako je vreme trajanja impulsa kratko, jasno se uočava više faza stvaranja električnog luka, odvajanja čestica materijala i njihovog odnošenja (slika).

Ruski naučnici i supružnici Lazarenko su, rešavajući problem erozionog efektaelektričnog pražnjenja na komponentama, došli na ideju iskorišenja ove pojave za obradu materijala. Godine 1943, lansirali su novu metodu, koja se tada zvala Lazarenkov krug.

Elektroerozivna obrada, skraćeno EDM (Electro Discharge Machining), je savremen postupak obrade čija je primena u praksi veoma rasprostranjena. Zbog brojnih

tehnoloških prednosti počinje postepeno da potiskuje primenu konvencionalnih metoda obrade rezanjem, naročito kod izrade alata i delova od teško obradivih materijala.

Ova obrada je počela da se razvija od 1943. godine kada je bračni par Lazarenko (SSSR) postavio osnovne principe i izradio prvo postrojenje za EDM-obradu. Usavršavanje pojedinih delova ovog postrojenja teklo je uporedo sa razvojem nauke i tehnike, tako da je danas dostignut vrlo visok stepen razvoja sa posebnim naglaskom na automatizaciju rada postrojenja.

Skidanje materijala kod elektroerozivne obrade se ostvaruje putem učestalih električnih pražnjenja između obratka i alata, koji u ovom slučaju igraju ulogu elektroda. Zavisno od sredine u kojoj se odvijaju ova pražnjenja, razlikujemo dva vida ovog postupka i to:

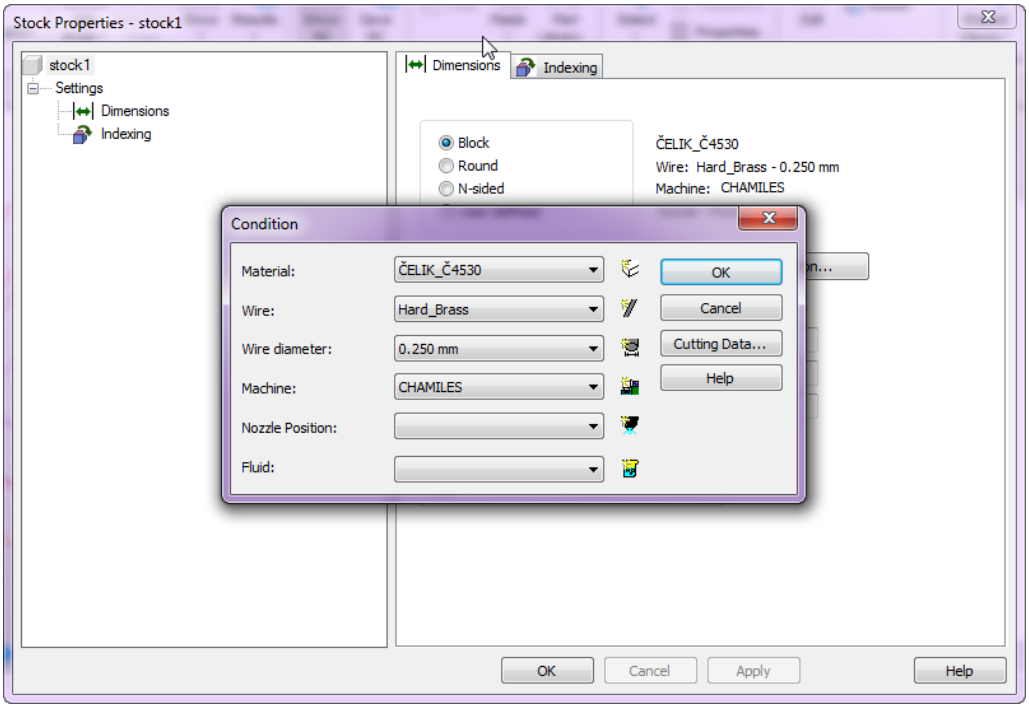
- elektrolučna erozija i
- elektroiskrična erozija.

Elektrolučna erozija je karakteristična je po tome, što se skidanje materijala ostvaruje periodičnim stacionarnim električnim pražnjenjima u atmosferi. Pražnjenja se ostvaruju preko električnog luka koji se uspostavlja mehaničkim dodirivanjem elektrode - alata sa obratkom i njenim naglim odmicanjem. Uspostavljanje i gašenje *električnog luka*, odakle potiče ovakav naziv, praktično se ostvaruje mehaničkim oscilovanjem alata vrlo visokom brzinom koja se kreće 30-80 m/s, dok je napon izvora ispod 20 V i ima konstantan nivo. Proces erozije se ostvaruje tako što se rastopljeni metal, nastao delovanjem električnog luka, naglo ohladi vodom koja cirkuliše kroz elektrodu čime dolazi do njegovog izbacivanja iz površine obratka delovanjem dinamičkih sila.

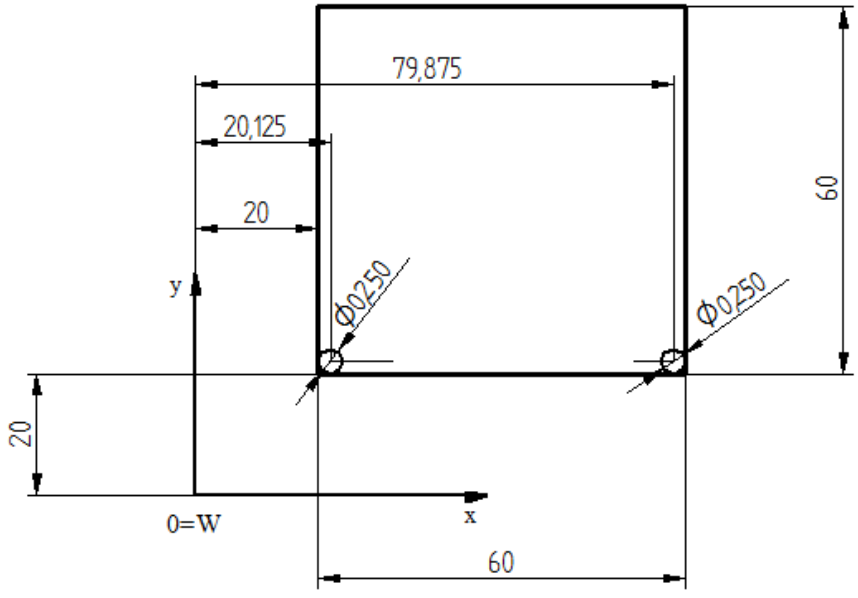
Ovaj vid erozije se koristi u praksi u vrlo ograničenom obimu, pa se zbog toga gubi naročiti smisao da se ona posebno izučava. Međutim, pojmovi i parametri *elektroiskrične erozije*, koja se znatno više proučava i primenjuje u praksi, mogu se u potpunosti primeniti i kod *elektrolučne erozije.*

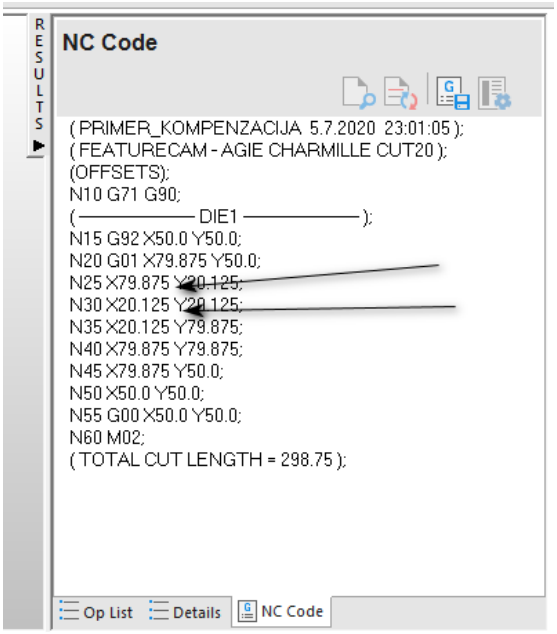
Elektroiskrična erozija se odlikuje time što se skidanje materijala ostvaruje periodičnim nestacionarnim ili kvazistacionarnim električnim pražnjenjima u elektro-neprovodljivoj tečnosti – dielektrikumu. Pražnjenja se odvijaju u vidu kratkih *električnih iskri*, otuda i potiče ovakav naziv, a ostvaruju se pri naponu izvora koji ima promenljiv – impulsni karakter. Zbog toga se ovaj vid elektroerozivne obrade naziva još i ***elektroimpulsna obrada***.

Elektroiskrična erozija se najviše koristi u praksi, pa kada se govori o elektroerozivnoj obradi uglavnom se misli na ovaj vid erozije. Radi toga su sva dalja razmatranja usmerena ka razmatranju ovog vida erozije, pri čemu se koristi naziv ***elektroerozivna obrada***, s obzirom da se takav termin najčešće koristi u naučno-stručnoj literaturi i u praksi.



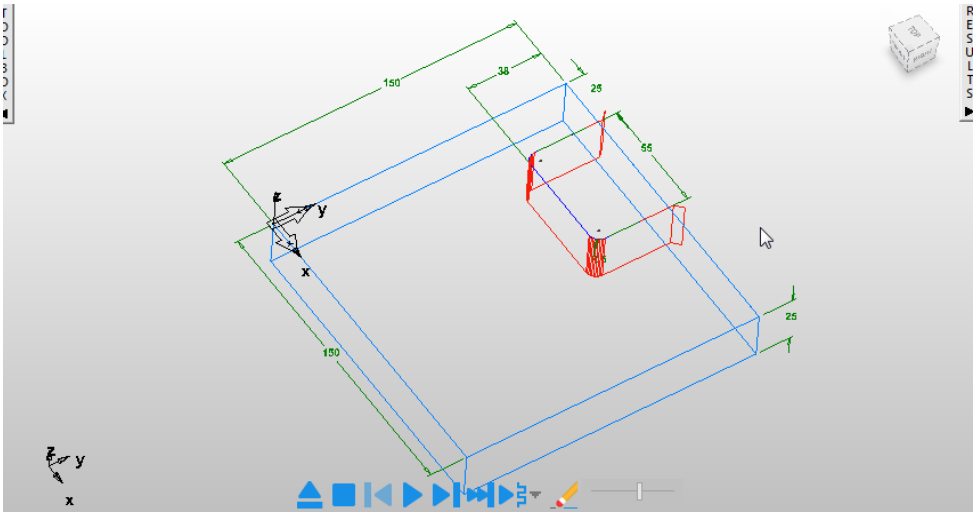
Konkretno u našem primeru bi imali:



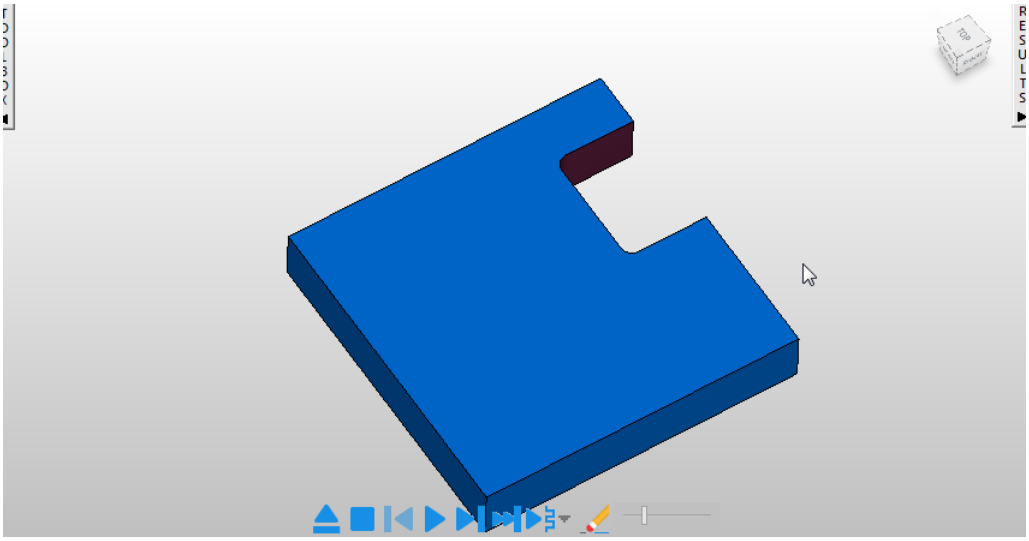


Obrada otvorene površine (Side)

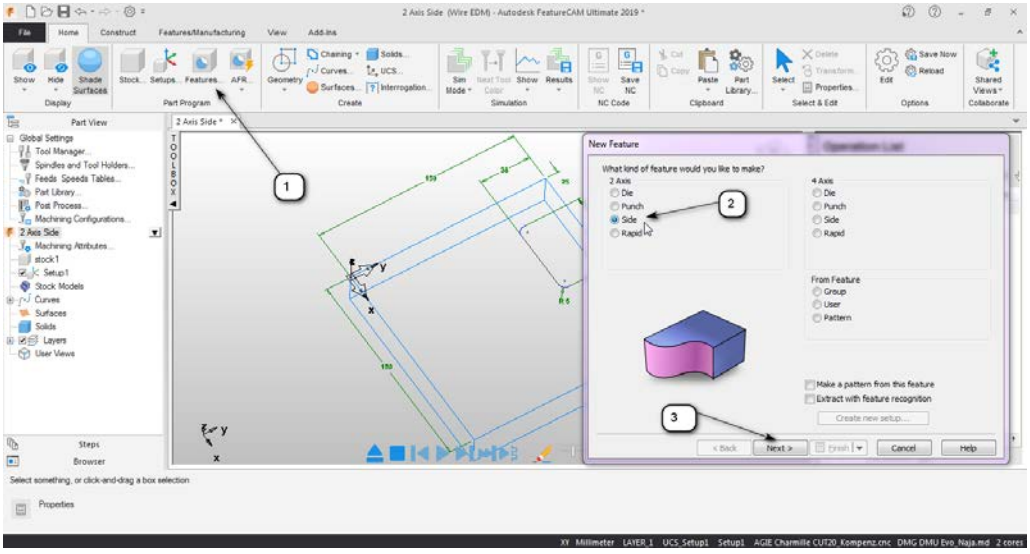
Operacija Side se koristi za obradu otvorenih krivih linija a može se i koristiti za obradu Punch i Die.Kod obrade Side moramo imati otvorene krive. Pogledaćemo na sledećem primeru kako se koristi operacija Side.



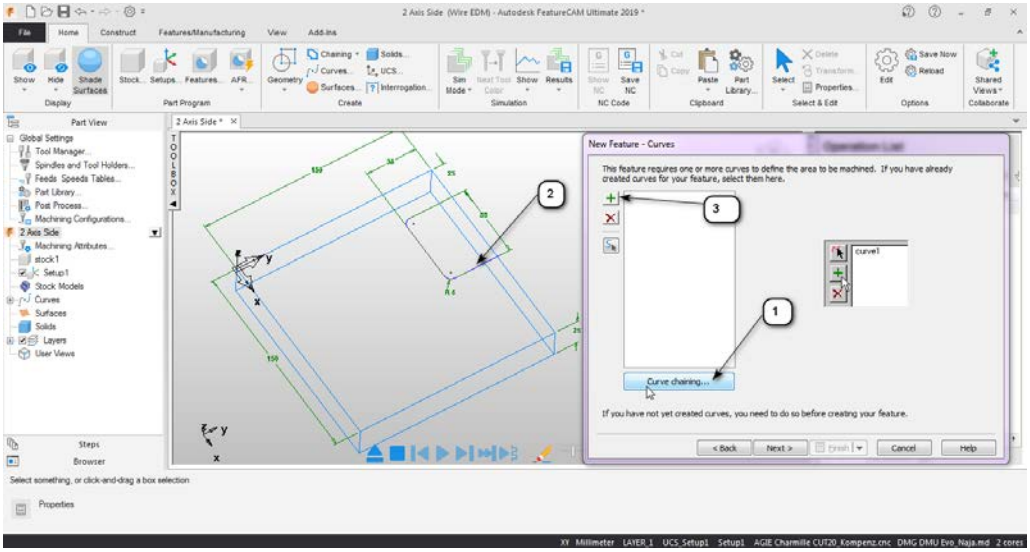
Ili 3D izgled:

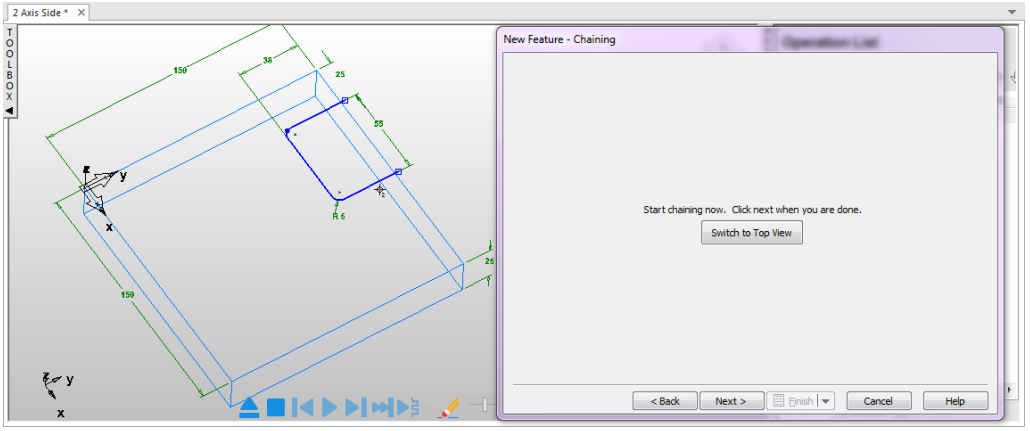


Obradu ćemo početi kreiranjem pripremka 150x150x25 mm i na gornjoj površinu nacrtamo otvorenu krivu kao na slici. Kada smo to uradili obradu započinjemo izborom komande redosledom kao na slici:

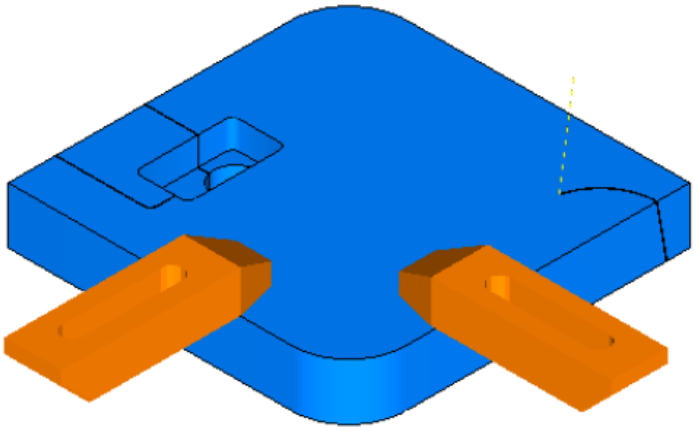


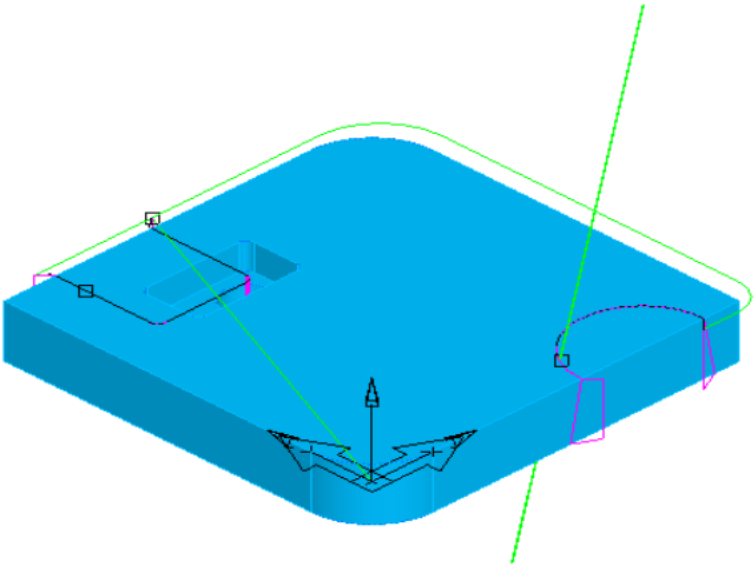
Kada smo pritisnuli Next dobili smo prozor za izbor krive koja ograničava otvorenu površinu.Selektovanje radimo tako što selektujemo krivu komplet i pritisnemo +. Kriva će biti ubačena u dijalog prozor.



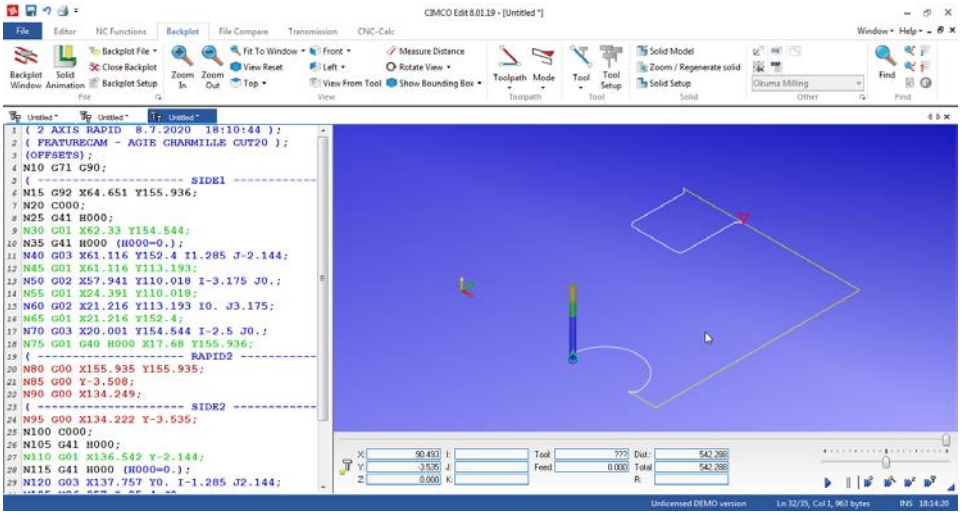


Promenu pravca sečenja (unutar krive ili spolja izvan krive). Mi trebamo seći unutar krive i zato ćemo pritisnuti taster (1) kao na slici:





Ako sada pogledamo putanju u CIMC-u, kopiranjem NC koda i puštanjem simulacije dobili bi:



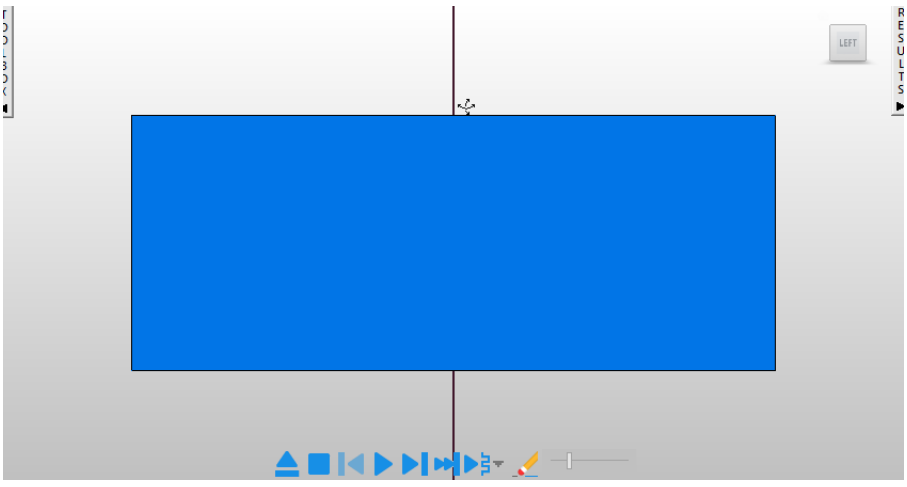
Ovim smo završili postupak obrade sečenja operacijom RAPID. Naravno da ćete vi u konkretnim slučajevima sami određivati redosled rada pridržavajući se upustva iznešenom u ovom primeru.

Četvoroosno sečenje (4 Axis)

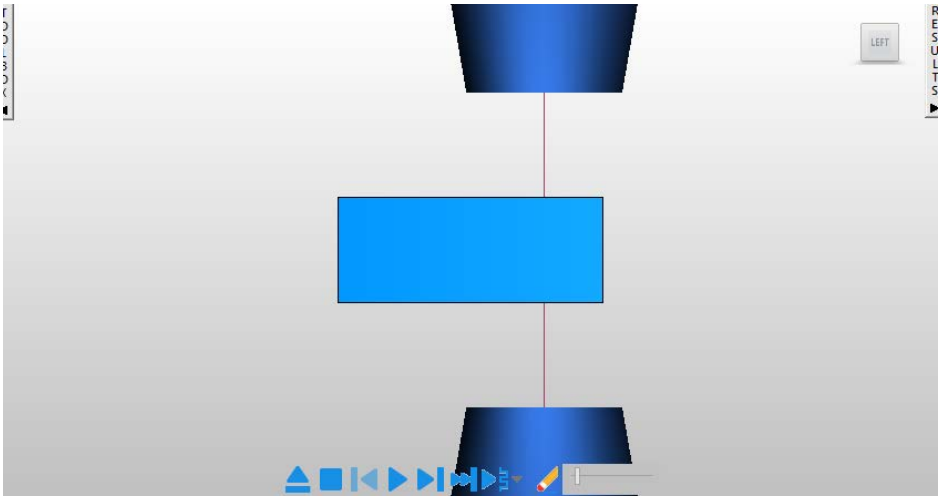
Kada smo govorili da Elektroerozivno sečenje može biti :

1. pravouglo i
2. koso sečenje.

Pravouglo sečenje je takav postupak da se žica koja seče kreče pod uglom od 90 stepeni u odnosu na radnu površinu.

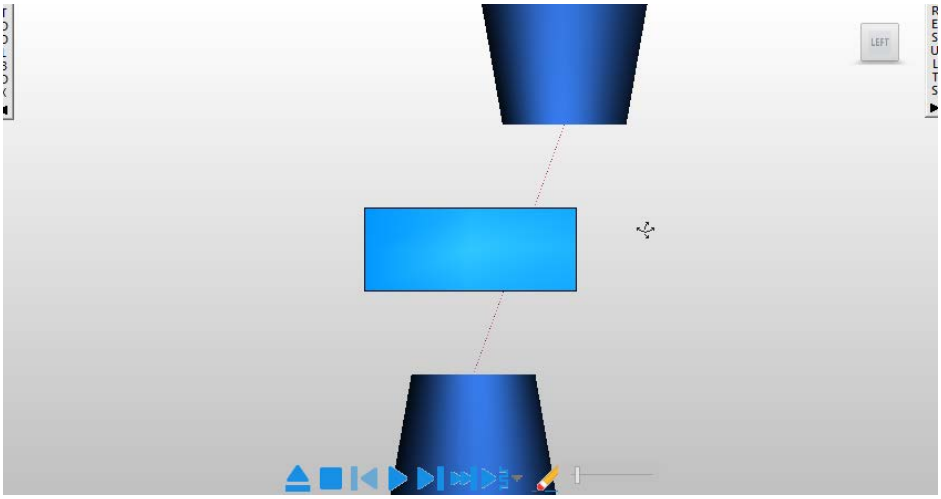


Odnosno vođice žice (gornja i donja) se nalaze na istoj osi i ne pomeraju se do završetka sečenja.

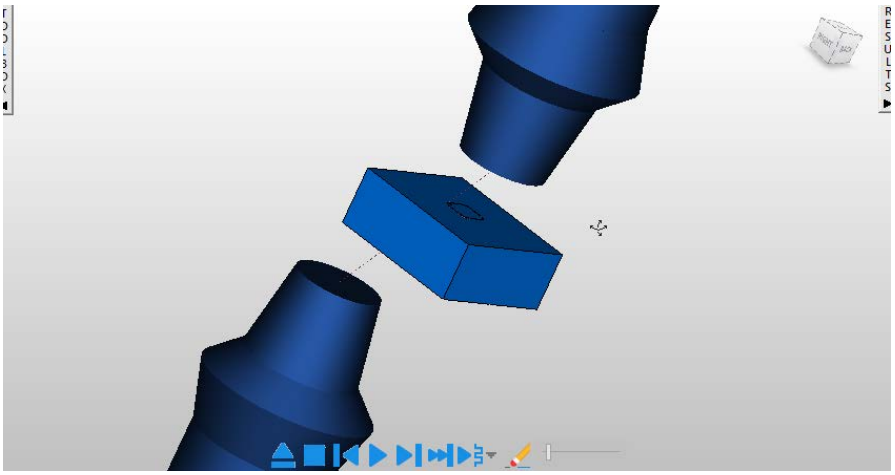


Kod kosog sečenja imamo mogućnost da:

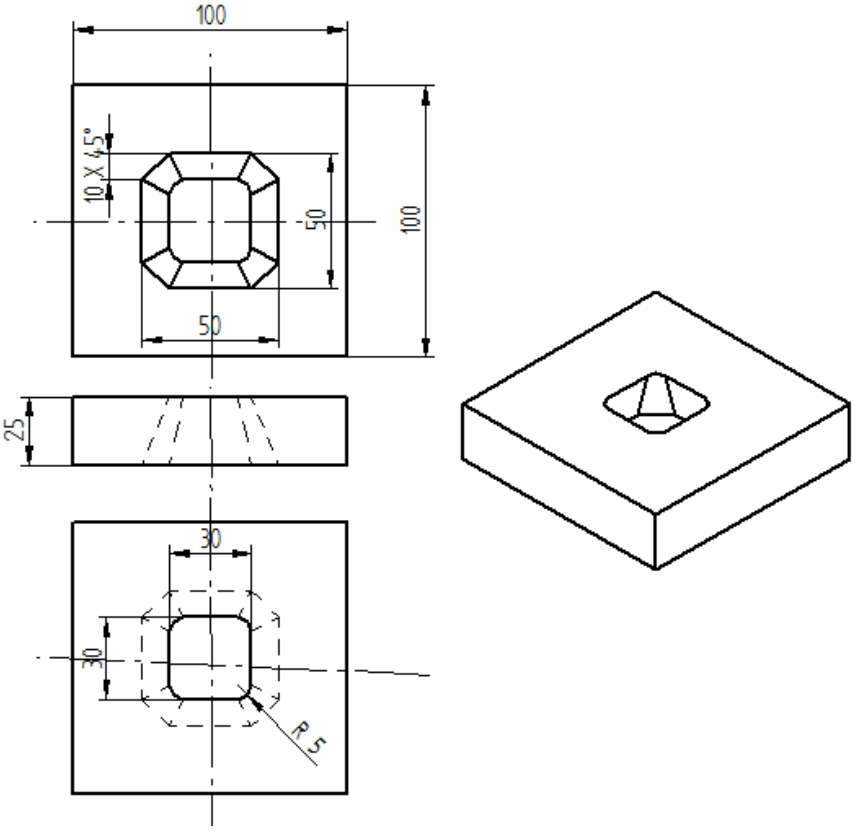
1. Ugao nagiba žice se ne menja od početka do kraja konture sečenja (2D koso sečenje)

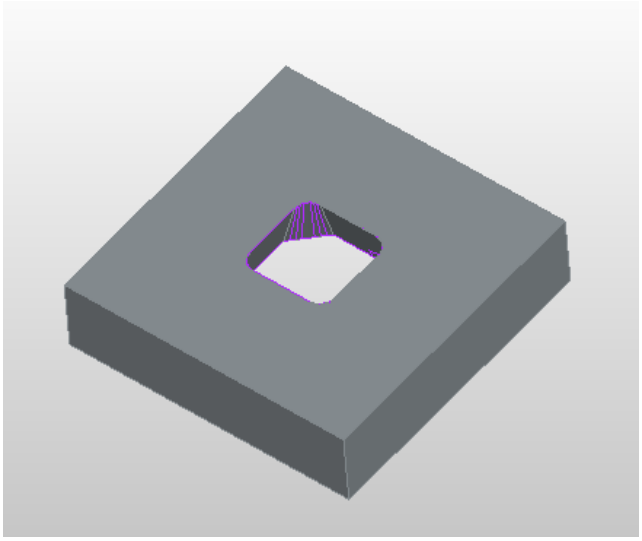


2. Ugao nagiba žice se stalno menja od početka do krja sečenja kretanjem po krivama (4D sečenje) odnosno stalnim pomeranjem gornje i donje vođice žice po koordinatama. Naravno ovakva vrsta obrade spada u četvoroosne obrade i za takvu obradu moramo imati mašinu koja ima takve mogućnosti pomeranja.



Na sledećem primeru ćemo pokazati način rada. Potrebno je iseći sedeću površinu na komadu:





Ovaj primer možemo rešavati na dva načina i to:

1. Uvoženjem 3D modela iz nekog CAD programa i procesiranje u Feature CAM-u
2. Crtanjem kontura u samom programu FeatureCAM i procesiranje u njemu

Mi ćemo pokazati oba načina.

U nekom od CAD programa, prema tehničkom crtežu, izmodeliramo deo koji treba da uradimo. Mi smo to uradili u Solid Edgu i dobili 3D model koji snimimo pod imenom 4_ose u folderu.

Komandom: