



**INTERNACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK U
TRAVNIKU**

**FAKULTET POLITEHNIČKIH NAUKA TRAVNIK U
TRAVNIKU**

ZAVRŠNI RAD

**KONSTRUKCIJA ALATA ZA PROBIJANJE I
PROSIJECANJE U PROGRAMSKOM PAKETU
SOLIDWORKS**

Mentor:

Prof.dr. Zdravko Božičković

Student:

Semir Ahmetović

Travnik, 2019. godine

**INTERNACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK U
TRAVNIKU**

**FAKULTET POLITEHNIČKIH NAUKA TRAVNIK U
TRAVNIKU**

ZAVRŠNI RAD

**KONSTRUKCIJA ALATA ZA PROBIJANJE I
PROSIJECANJE U PROGRAMSKOM PAKETU
SOLIDWORKS**

Mentor:

Prof.dr. Zdravko Božičković

Student:

Semir Ahmetović

Travnik, 2019. godine

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je konstrukcija alata za probijanje i prosjecanje korištenjem CAD programskog paketa SolidWorks. U prvom dijelu ovog rada opisane su temeljne mogućnosti ovog alata i temeljni elementi uobičajni kod ovakvih tipova alata. U drugom dijelu prikazana je 3D konstrukcija u CAD paketu SolidWorks za pripadajući model proizvoda.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CAD	2
2.1. Definicija CAD-a (Computer Aided Design)	2
2.2. Historijski razvoj CAD-a.....	2
2.3. Mogućnosti CAD sistema.....	4
2.4. Prednosti i nedostaci CAD-a.....	5
2.4.1. Prednosti CAD-a	5
2.4.2. Nedostaci CAD-a	5
3. SOLIDWORKS	7
3.1. Programski paket SolidWorks	7
3.1.1. SolidWorks Standard.....	8
3.1.2. SolidWorks Professional.....	8
3.1.3. SolidWorks Premium	8
3.2. Rad u SolidWorks-u	8
3.2.1. Part način rada.....	9
3.2.2. Assembly načina rada.....	11
3.2.3. Drawing način rada.....	13
4. PROBIJANJE I PROSĲECANJE	14
4.1. Alati za probijanje i prosijecanje.....	15
4.2. Procesi probijanja i prosijecanja	17
4.3. Elementi mašine za probijanje i prosijecanje	18
5. POSTAVKA ZADATKA	20
6. RAZRADA PROBLEMA I KONSTRUKCIJA.....	21
6.1. Temeljna ploča	22
6.2. Podložna ploča	23
6.3. Rezna ploča	24
6.4. Vodeća ploča.....	25
6.5. Gornja ploča.....	26

6.6. Usadna ploča – nosač žigova	27
6.7. Prosjekač.....	28
6.8. Probojac	29
6.9. Operacije.....	30
6.10. Kompletan sklop alata	31
7. PRILOZI.....	32
8. ZAKLJUČAK.....	36
9. LITERATURA	37

1. UVOD

Današnja moderna industrija a na prvom mjestu mašinske grane za razvoj proizvoda gotovo je nezamisliva bez visoko efikasnih CAD sistema. CAD sistemi omogućavaju konstruktoru veliku fleksibilnost u izradi proizvoda, ubrzavaju razvoj, analizu i redizajniranje modela. Projektovanje proizvoda predstavlja veoma važan faktor koji u konačnici igra veliku ulogu u formiranju cijene proizvoda, pa se procjenjuje da je udio projektovanja proizvoda 70-80% od cijene razvoja i proizvodnje.

Computer-Aided Design (CAD) je program koji koristi kompjutersku grafiku za razvoj, analizu i izmjene oka postupka oblikovanja proizvoda.

Prema definiciji CAD aplikacija (alat), je bilo koja aplikacija koja sadrži kompjutersku grafiku i aplikacija prilagođena inženjerskim funkcijama u procesu dizajna. To ustvari znači da CAD aplikacije mogu biti raznolike, varirajući od alata za vizualizaciju rezultata koje analiziramo do geometrijskih alata za manipulaciju oblicima. Ova definicija danas ima i širi okvir. Naime, dokumentacija izrađena u CAD sistemu može poslužiti kao osnova za programiranje CNC (kompjuterski upravljane mašine) mašina, a vektorski crteži predstavljaju osnovu u raznim složenim konstrukcijskim i simulacijskim aktivnostima. Kako je osnova svih aktivnosti u proizvodnji definiranje geometrije, upravo to bi bila osnovna zadaća CAD alata.

Konfiguracija CAD-a može se podijeliti u tri osnovne cjeline:

1. Ulaz – tastatura i miš, digitalizator, grafička ploča.
2. Obrane – kompjuter, operativni sistem OS i pripadajući CAD programski paket.
3. Izlaz – pisač ili crtač.

U ovom završnom radu najviše pažnje ćemo posvetiti SolidWorks-u. SolidWorks je CAD (computer-aided design) program za dizajn. Izdaje ga Dassault Systèmes, francuska multinacionalna kompanija koja razvija CAD programe. Prema njihovim izvorima više od dva miliona inženjera i dizajnera u više od 165 000 kompanija koristi SolidWorks.

2. CAD

2.1. Definicija CAD-a (Computer Aided Design)

Computer-Aided Design (CAD) je program koji koristi kompjutersku grafiku za razvoj, analizu i izmjene tokom postupka oblikovanja proizvoda.

Prema definiciji, CAD aplikacija je bilo koja aplikacija koja sadrži kompjutersku grafiku i aplikacija prilagođena inženjerskim funkcijama u procesu dizajna. To ustvari znači da CAD aplikacije mogu biti raznolike, varirajući od geometrijskih alata za manipulaciju oblicima do alata za vizualizaciju rezultata koje analiziramo.

2.2. Historijski razvoj CAD-a

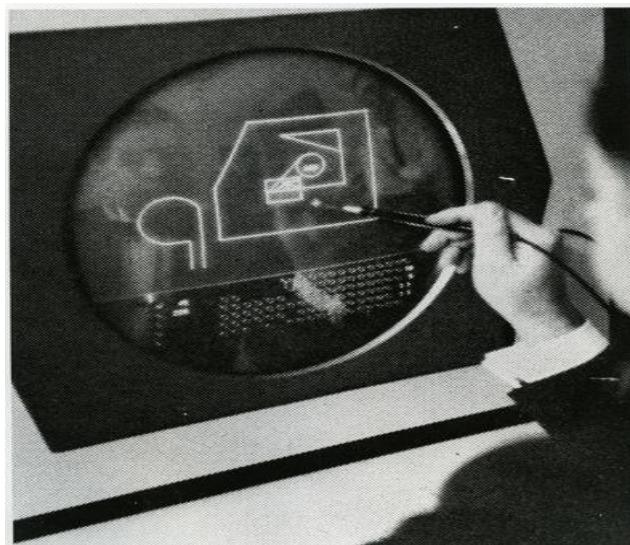
Od samog početka primjene kompjutera na njih se gledalo kao na alate za neke proračune. Dalnjom primjenom kompjutera u industriji uočeno je da se oni mogu koristiti i u druge svrhe, tu u prvom redu mislimo na CAD. Kao što biva sa svim novitetima grafičku primjenu kompjutera je pokrenula američka vojska 1950.godine kada je napravljen prvi grafički sistem naziva SAGE (*Semi Automatic Ground Environment*) – sistem koji se koristio u protuzračnoj odbrani.



Slika 1. SAGE sistem

Posle toga 1960-ih godina službeno je počeo razvoj kompjuterske grafike koja se polako uvodi i u avionsku i automobilsku industriju gdje je korištena u području 3D konstrukcije vanjskih površina i NC programiranja, što je tek dosta kasnije izašlo u javnost.

Prekretnicom u razvoju se smatra sistem SKETCHPAD, razvijen na MIT-u (Massachusetts Institute of Technology) 1963. godine, koji omogućuje grafičku interakciju s kompjuterom. Taj program je omogućavao crtanje jednostavnih oblika na ekranu pomicanjem posebno razvijene "olovke" sa fotoelektričnom čelijom.



Slika 2. Sketchpad

Prve komercijalne CAD aplikacije korištene su u velikim automobilskim i avionskim kompanijama, kao i u elektronici upravo zbog toga što su si samo velike korporacije mogle priuštiti kompjutere sposobna da izvršavaju tako kompleksne proračune. Značajne projekte te vrste provodile su korporacije General Motors i IBM razvivši sistem DAC-1 (*Design Augmented by Computer*), 1959. godine, te Renault koji je razvio UNISURF 1971. godine.

Krajem 1960-tih godina je francuski proizvođač aviona, Avions Marcel Dassault (*danas Dassault Aviation*), počeo je s programiranjem grafičkog programa za izradu crteža. Iz toga je nastao program CATIA.

Kasnih 80-tih godina razvojem vrlo dostupnih CAD programa za osobne kompjutere započinje trend masovnog smanjivanja odjela za izradu nacrta u mnogim malim i srednjim poduzećima, a mnogi inženjeri počinju osnivati svoje vlastite radionice za izradu nacrta, eliminirajući na taj način potrebu za tradicionalnim odjelima za izradu nacrta. Danas CAD alati nisu ograničeni samo na crtanje i prikazivanje, već omogućuju i mnoge druge primjene čime se korištenje CAD-a proširilo na mnoge aktivnosti i organizacije širom svijeta.

2.3. Mogučnosti CAD sistema

CAD predstavlja spektar neograničenih mogučnosti, neke od njih su:

- modeliranje površina
- 2D i 3D modeliranje
- izrada tehničkih crteža
- automatiziran dizajn složenih proizvoda
- jednostavno modificiranje modela
- ponovna upotreba modeliranih komponenti
- dostupnost standardnih dizajnerskih komponenti
- simulaciju dizajna
- prenošenje podataka na proizvodne mašine
- kompleksnu vizualizaciju
- provjeru kinematike
- optimizaciju rješenja

2.4. Prednosti i nedostaci CAD-a

2.4.1. Prednosti CAD-a

- brži, jednostavniji, kvalitetniji i tačniji dizajn proizvoda
- poboljšana produktivnost
- brza izrada dokumentacije
- generisanje tehničkog crteža iz 3D modela
- jednostavnost naknadnih izmjena nacrta i modela
- mogućnost prilagodbe alata vlastitim potrebama
- mogućnost analize i usporedbe izrađenog modela sa zahtjevima
- bolje vizualno predstavljanje prototipa u odnosu na fizičke prototipe

2.4.2. Nedostaci CAD-a

- visok tehničko-softwerski nivo inžinjerskog tima koji radi
- hardwerski izuzetno zahtjevno
- potrebno je postojati 3D model opreme koja se ugrađuje
- dosta više vremena potrebno za crtanje 3D modela nego za običan crtež

2.5. CAD programi

CAD programe možemo podjeliti na više vrsta i načina, a najčešće se koriste programi za:

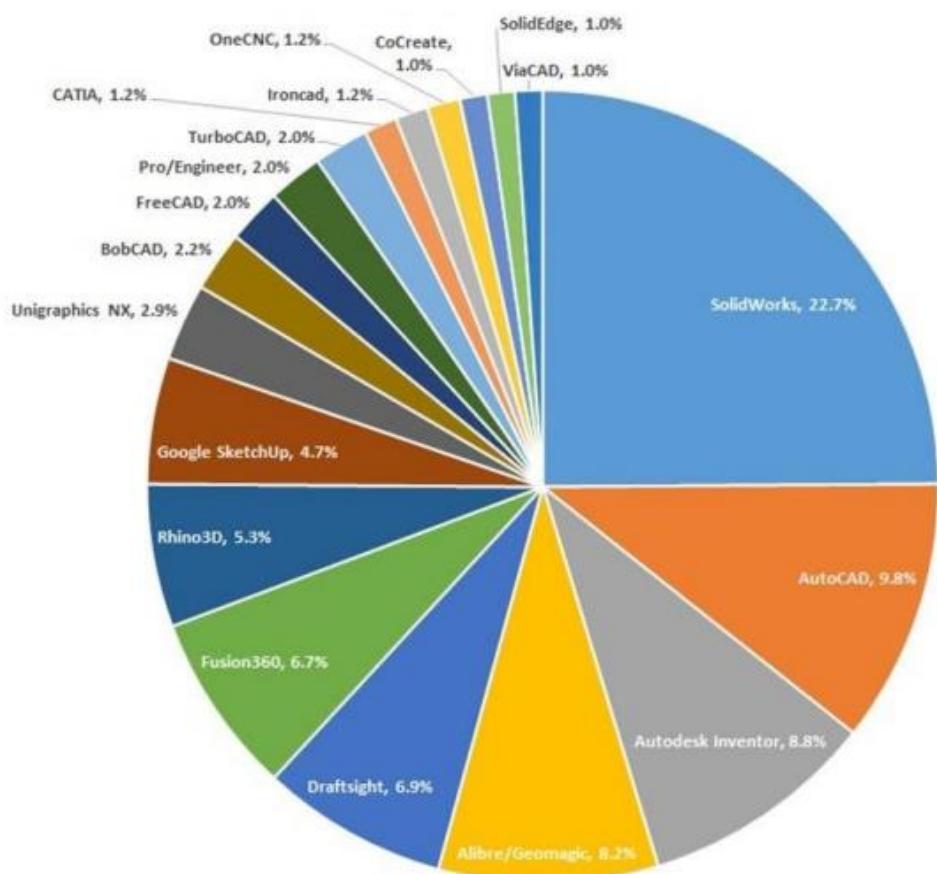
- 3D modeliranje
- 3D računalne grafike

Današnji CAD programi dolaze u paketima sa mnogo programa spojenih u jedno grafičko korisničko sučelje sa mogućnostima kao nikada prije. Ako posjeduje dovoljno znanja, korisnik može dizajnirati bilo kakav predmet u 2D ili 3D obliku, proučiti kako će se taj element ponašati u različitim okruženjima, naći dodatne CAD modele u internetskim bazama i napraviti tehničku dokumentaciju za taj predmet.

Neki od najpopularnijih CAD programa koji nisu besplatni i koje kompanije razvijaju za svoje potrebe i za prodaju su:

- AutoCAD
- Autodesk
- Pro/Engineer (PTC)
- SolidWorks
- CATIA

Za ovaj završni rad najvažniji kad program je SolidWorks koji ima i daleko najveću zastupljenost od svih CAD programa u cijelom svijetu, što se može vidjeti i na dijagramu



Slika 4. Zastupljenost CAD program

3. SOLIDWORKS

SolidWorks je CAD (Computer-Aided Design) program za dizajn. Izdaje ga Dassault Systèmes, francuska multinacionalna kompanija koja razvija CAD programe. Prema njihovim izvorima više od dva miliona inženjera i dizajnera u više od 165 000 kompanija koristi SolidWorks. SolidWorks se koristi za kreiranje 3D/2D alat, simulacije i obrade podataka. Najveća prednost SolidWorksa je „user friendly“, velika pristupačnost samom korisniku koja omogućava brzo učenje i samim time kratko vrijeme implementacije u postojeće sisteme industrije.

Primjena SolidWorks-a je gotovo pa neograničena, od automobilske, brodarske i avionske industrije, za električne i elektroničke komponente i instalacije, naučne potrebe, u razvoju medicinskih uređaja, medicinskih implantata, potrošačke tehnologije i sl.



Slika 5. Logo SolidWorks

SolidWorks osnovao je Jon Hirschtick 1993 godine. Okupio je tim inženjera sa osnovnim ciljem izrade 3D CAD programa koji bude jednostavan za korištenje i može se koristiti na Windows operativnom sustavu. SolidWorks je 1995 godine izdao svoj prvi CAD program pod nazivom SolidWorks 95. 1997 godine Dassault Systèmes, poznat po CATIA CAD programu postao je vlasnik SolidWorks-a.

3.1. Programska paket SolidWorks

Programski paket SolidWorksa dolazi standardno u tri paketa.

3.1.1. SolidWorks Standard

SolidWorks Standard posjeduje osnovne i napredne module za različite industrije. Sadrži module za rad s površinama, modul za alatničarstvo, rad s limovima, module za zavarivanje i zavare, te module za napredne površine.

3.1.2. SolidWorks Professional

SolidWorks Professional sadrži sve pakete kao i SolidWorks Standard, te ga nadopunjuje novim sposobnostima poput sistema za upravljanje s podacima proizvoda, te modulom za foto- realistično renderiranje. Također, Professional verzija SolidWorks-a sadrži i veliku bazu mašinskih elemenata, softverske alate koji će automatski računati proizvodne troškove, module za otkrivanje grešaka na konstrukcijama. Alate za foto- realistično renderiranje s dodatkom “Photoview 360°”. eDrawings Professional omogućuje izmjenu dokumentacije među različitim odjelima tvrtke, uključujući i one koji nemaju CAD alate, u 2D ili 3D načinu prikaza.

3.1.3. SolidWorks Premium

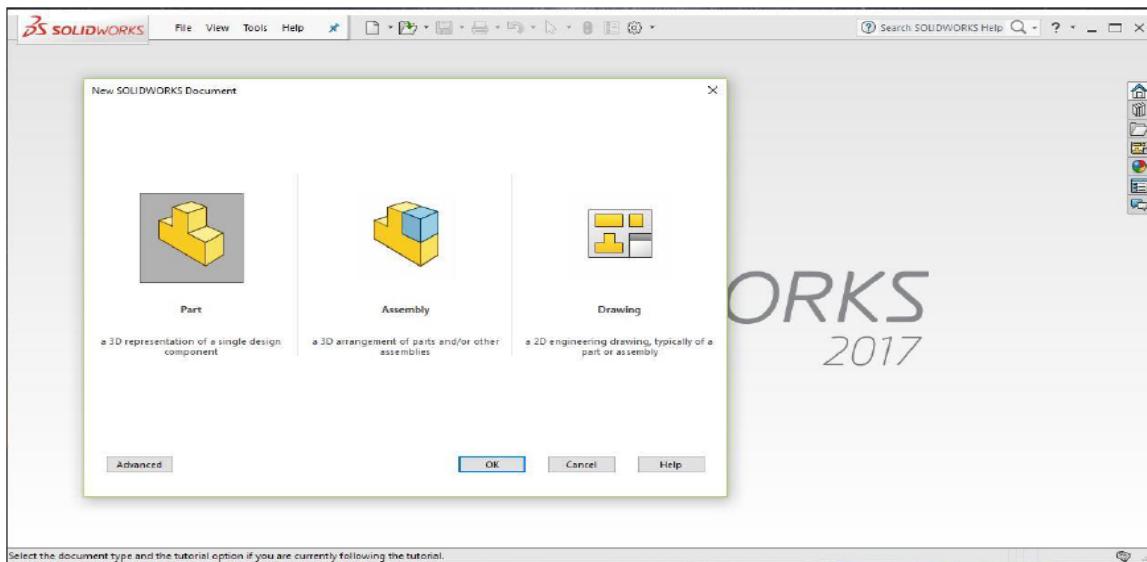
Kompletno 3D rješenje koje sadrži cijelu funkcionalnost kao SolidWorks Professional uz dodatne module za simulaciju i analize, te napredne naredbe za crtanje linijskih elemenata kao što su cijevi i kablovi. SolidWorks Premium čini razvoj i razmjenu ideja bržima i jednostavnijima, što rezultira većom produktivnosti.

3.2. Rad u SolidWorks-u

Rad u SolidWorks-u je podjeljen, i pri samom pokretnju nam pruža tri načina:

1. Part – modeliranje dijelova.
2. Assembly – modeliranje sklopnih crteža.
3. Drawing – modeliranje crteža.

Osnovnim načinom rada se smatra modeliranje dijelova – Parts, jer iz dijelova možemo dalje kombinovati sklopove, kao i crteže, odnosano tehničku dokumentaciju.



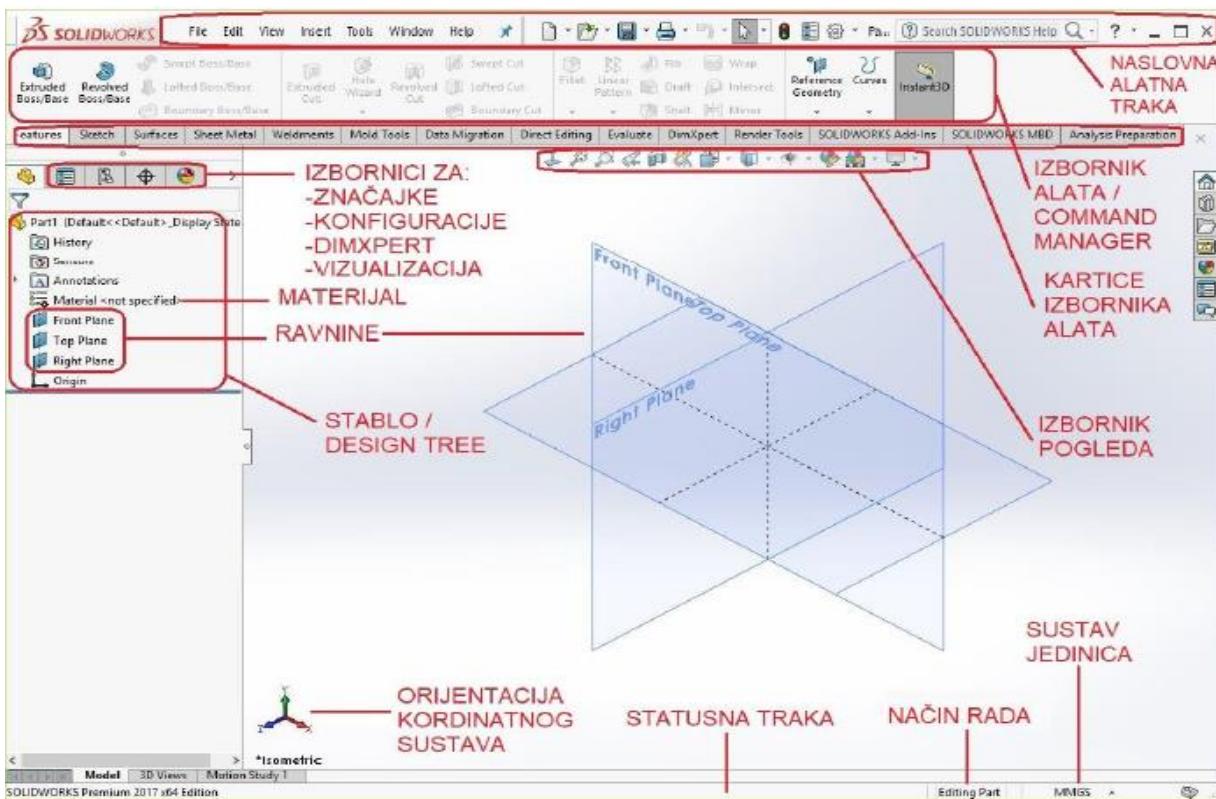
Slika 6. Grafičko sučelje SolidWorks 2017

Izrada modela u SolidWorksu obično počinje s 2D skicom a imamo opciju 3D skice. Skica se sastoji od geometrije, kao što su tačke, linije, lukovi, elipse (osim hiperbole). Mjere i kote se dodaju crtežu, kako bi definirali veličinu i lokaciju geometrije. Odnosi se koriste za definiranje atributa kao što su tangenta, paralelnost, okomitosti i koncentričnost. Parametarska priroda SolidWorksa znači da dimenzije i odnosi dirigiraju geometriju, a ne obrnuto. Konačno, crteži mogu se stvoriti ili iz dijelova ili sklopova. Pogledi se automatski generiraju iz čvrstog modela, te bilješke, dimenzije i tolerancije se mogu lako dodati na crtežu prema potrebi. Crtajući modul uključuje većinu veličine papira i standarde (ANSI, ISO, DIN, GOST, ZIS, BSI i SAC).

3.2.1. Part način rada

Part parametarsko okruženje zasnovano je na tipskim oblicima u kome možemo raditi modele punih tijela. U samom postupku crtanja na raspolažanju su nam tri ravni:

1. Front Plane – prednja ravan.
2. Top Plane – gornja ravan.
3. Right Plane – desna ravan.



Slika 7. Part način rada SolidWorks

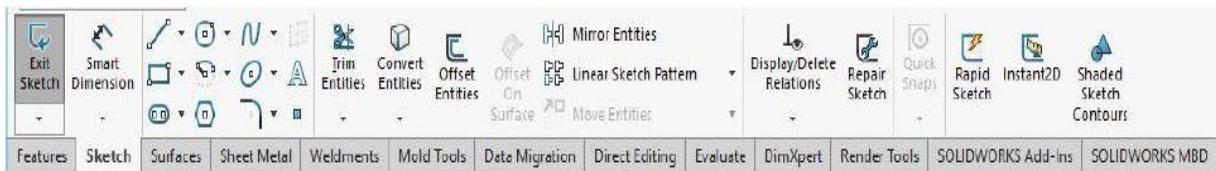
Na samom početku rada na novom dijelu uvijek kao prvo moramo odabrati ravan crtanja nakon čega modeli za crtanje skica postaju aktivni. Skice se u istom modulu kotiraju ili dodaju potrebne geometrijske relacije. Nakon potpunog definiranja geometrije 2d ili 3d, prelazimo u modul Features gdje preko tipskih modela kreiramo puno tijelo. Na tom punom tijelu moguće su daljnje „nadogradnje“ prema jednom od ponuđenih standarda, ISO , DIN , ANSI, JIS.... Način rada Part preko raznih alata omogućava izradu raznih alata od lima, zavarenih spojeva, izradu alta i kalupa za preradu polimera i sličnih materijala.

Njavažniji dio u načinu rada Part su alati koji se koriste i koji obuhvataju rad na osnovnim skicama pa sve do izrade čvrstih tijela. Ti alati su:

- Sketch Command Manager – alati za skiciranje
- Features CommandManager – alati za tipske oblike
- Surfaces – alati za površine
- Sheet Metal – alati za lim
- Weldments – alati za izradu varene pozicije
- Mold Tools – alati za kalupe
- Data Migration – alati za prijenos podataka
- Direct Editing – alati za direktne izmjene
- Evaluate – alati za procjene

- DimXpert – alati za kotiranje
- Render Tools – alati za vizualizaciju
- SolidWorks Add-Ins – alati za dodatke
- SolidWorks MBD – izbornik alata

Najvažniji izbornik alata u Part načinu rada je Sketch Command Manager, jer alati sa ovog izbornika služe za crtanje skica tipskih oblika.

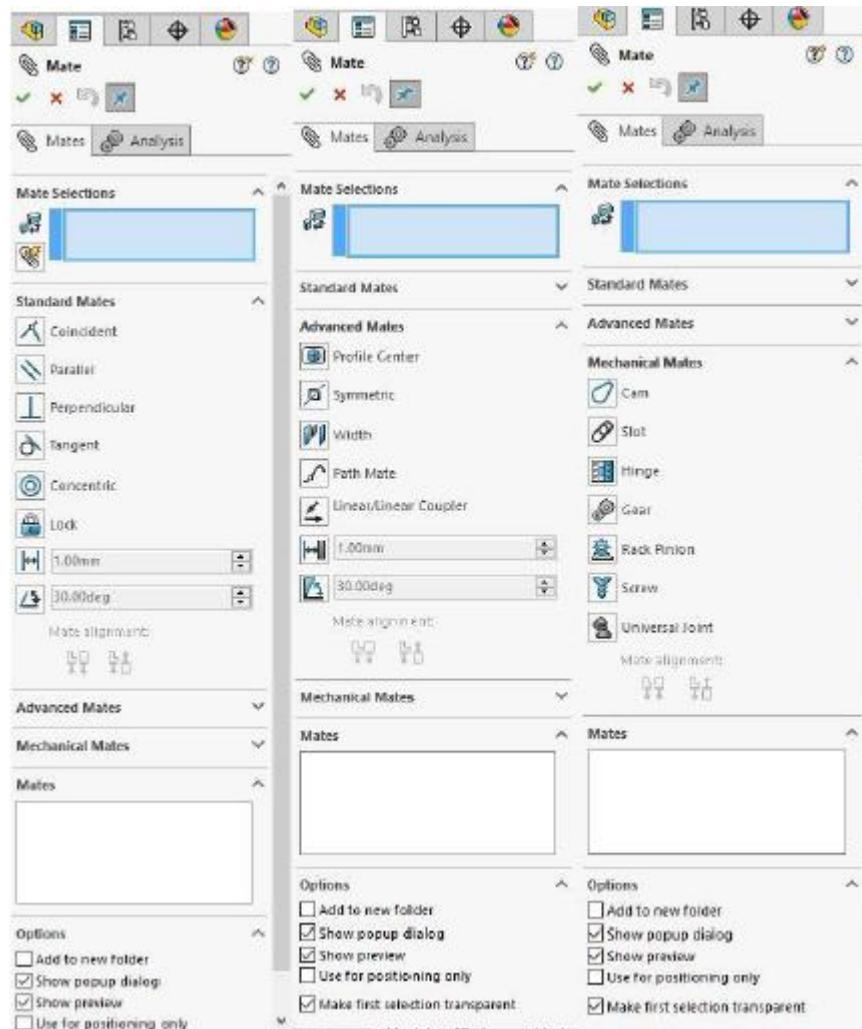


Slika 8. Sketch Command Manager

3.2.2. Assembly načina rada

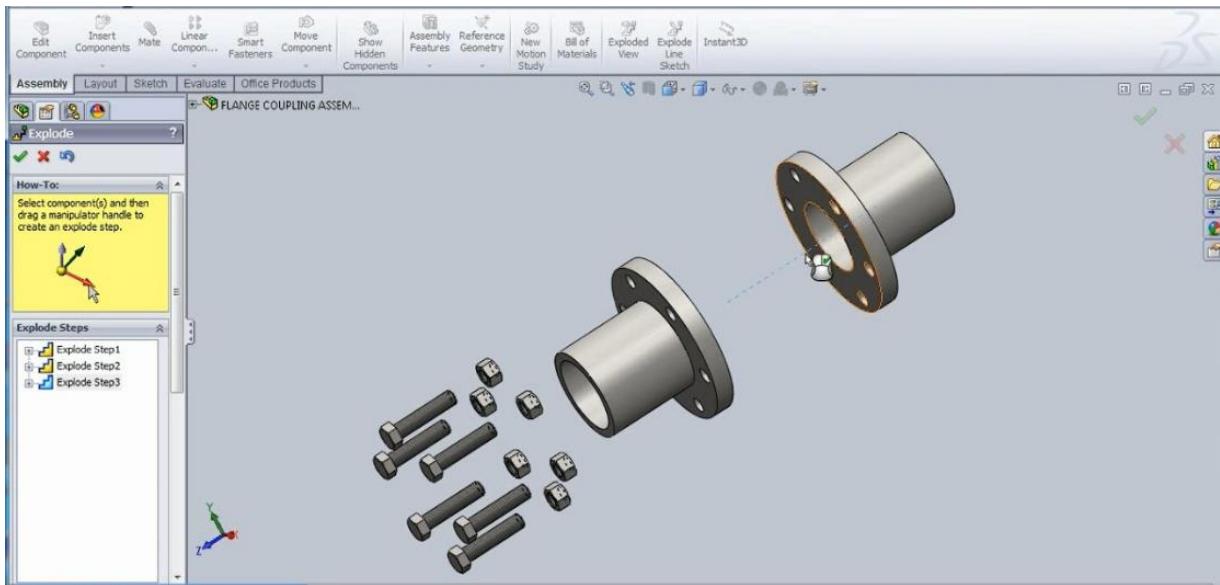
Assembli način rada u prvom redu predstavlja sastavljanje komponenti, pozicija preko opcije Mate što ujedno predstavlja glavnu opciju ovoga načina rada. Mate opciju mžemo podjeliti u tri vrste:

1. Standard Mates – osnovno spajanje
2. Advanced Mates – spajanje komplikiranih pozicija
3. Mechanical Mates – spajanje standardnih mehaničkih komponenti



Slika 9. Tri vrste opcije Mate

Jedna od najvažnijih mogućnosti Assembly načina rada je i kreiranje Exploded prikaza koji se kasnije koriste za izradu sklopnih radioničkih nacrta.



Slika 10. Explode prikaz

3.2.3. Drawing način rada

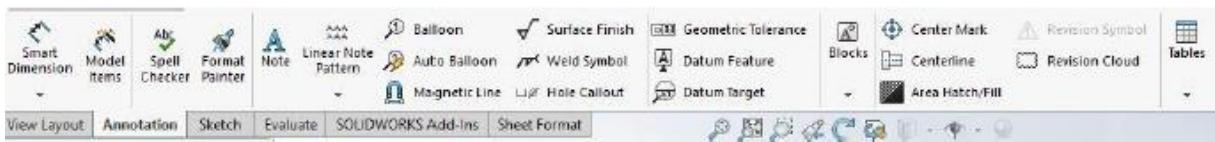
Drawing način rada koristi se za izradu dokumentacije već ranije napravljenih pozicija (Part-ova) ili sklopova (Assembly-a) na način da se generiraju tehnički crteži različitih pogleda, presjeka i detalja. Jedna od najvažnijih karakteristika Drawing načina rada je mogućnost dodavanja raznih dimenzijskih kota, sa ili bez tolerancije, oznake kvalitete površine i varova, geometrijskih tolerancija na generirane poglede. Moguće je odrediti da se sastavnica automatski ispuni podacima tipa broj nacrta, naziv djela, materijal, masa, autor, datumi i slično. Za potrebe sklopnih nacrta također je moguće generirati tablice sa popisom pozicija i ostalih potrebnih podataka.

Njavažniji dio u načinu rada Drawing su alati koji se koriste. Ti alati su:

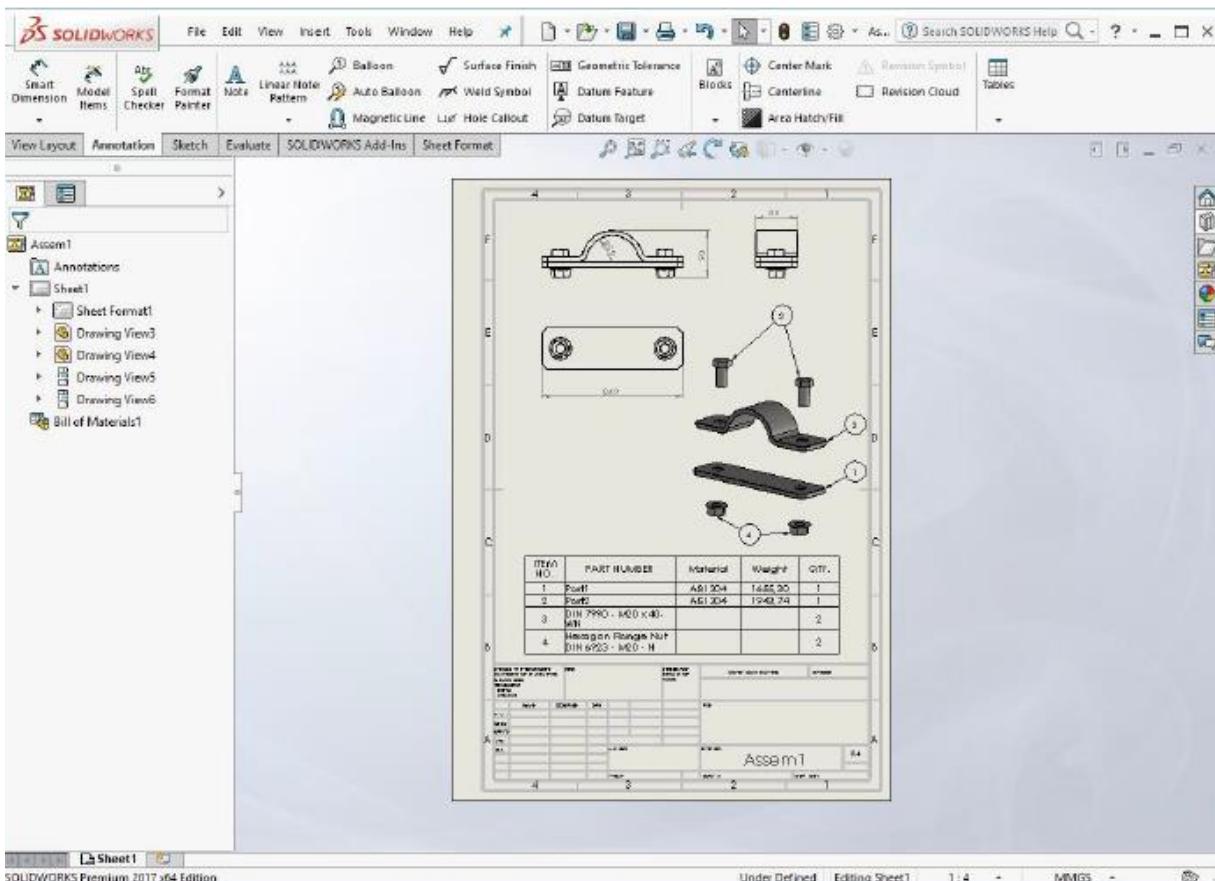
- View Layout – alati za pogled
- Annotation – alati za oznake



Slika 11. View Layout



Slika 12. Annotation



Slika 12. Drawing način rada

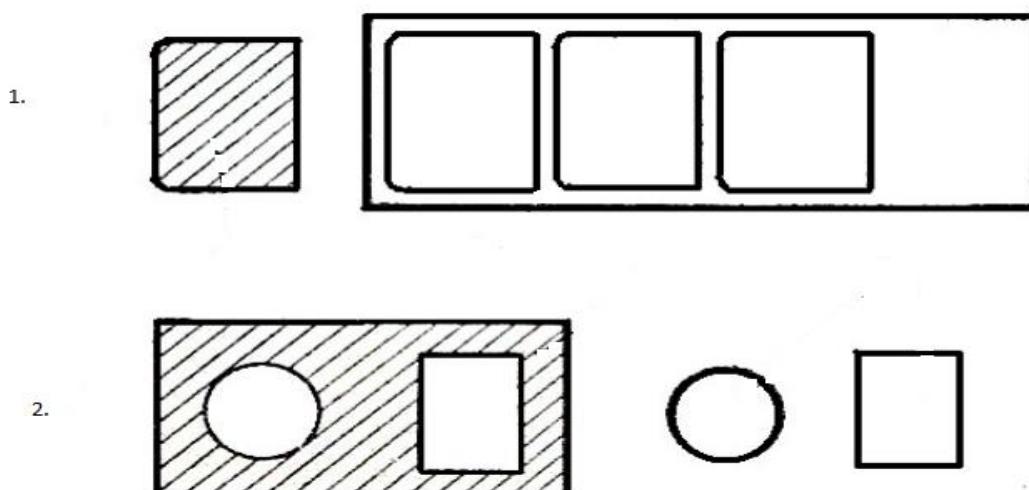
4. PROBIJANJE I PROSIJECANJE

Uvijek kada govorimo o velikoserijskoj proizvodnji kada je tipična mašinska obrada predugotrajna i preskupa koriste se uređaji i mašine koje takav proces obavljaju dosta brže i jednostavnije. Jedne od takvih mašina su mašine za probijanje i prosijecanje koje uz pomoć alata i prese obavljaju takav posao. Obrada probijanjem i prosijecanjem spada u grupu obrade bez deformacije materijala, pri čemu se vrši odvajanje jednog dijela materijala od drugog.

Razlika između probijanja i prosijecanja je ta što se pri probijanju izrežu rupe različitih oblika u materijalu, dok se prosijecanje izvodi u cilju dobijanja radnih predmeta različitog spoljnog oblika. Gornje granične dimenzije dijelova koji se dobijaju praktično su ograničeni karakteristikama prese na kojoj se dijelovi izrađuju. Sam proces prosijecanja, odnosno probijanja, u početku predstavlja deformisanje dijela ispod probajca – prosijekača, i to elastičnim savijanjem, koje se određenog trenutka pretvara u plastično savijanje sa istezanjem. U periodu plastične deformacije, ivica probajca i ploče za probijanje razara spoljnju površinu dijela da bi ga prosjekla.

4.1. Alati za probijanje i prosijecanje

Alati za probijanje i prosijecanje su ekonomični samo pri izradi većeg broja obradaka. Uzrok leži u činjenici što su komplikirane izvedbe, pogotovo ukoliko se pri jednom hodu mašine želi postići više različitih operacija. Postupak prosijecanja kao rezultat daje komad koji je isječen iz određene površine, dok se probijanjem iz površine izdvajaju komadi koji su tehnološki nepotrebni.



Slika 13. Postupak prosijecanja i probijanja

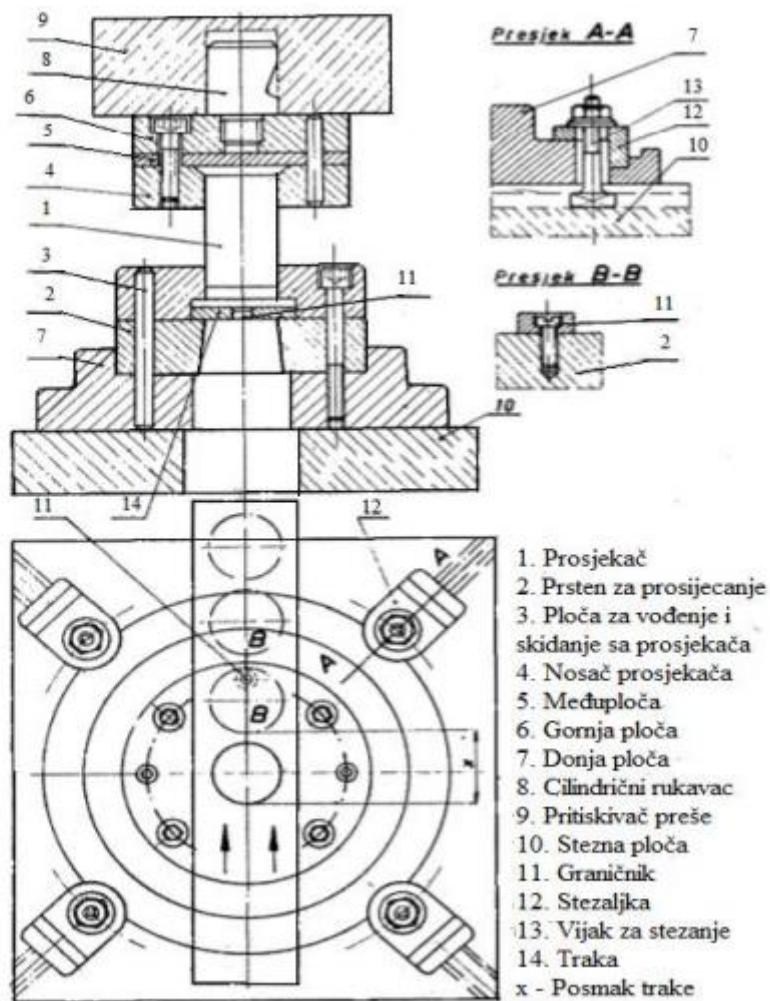
Na slici 13. prikazni su postupci probijanja i prosijecanja;

1. postupak prosijecanja koji ima kao rezultat komad koji je isječen iz određene površine
2. postupak probijanja koji ima kao rezultat izdvajanje komada iz površine koji su tehnološki nepotrebni

Alati za probijanje i prosijecanje se postavljaju na prese i djeluju na jednak način kao i makaze za rezanje. Alati za probijanje i prosijecanje mogu se podijeliti u nekoliko skupina:

1. prema vrsti noževa
 - alati sa jednim nožem
 - alati sa više noževa
2. prema broju koamada koji se istovremeno probijaju – prosijecaju
 - alati za probijanje – prosijecanje jednog radnog komada
 - alati za probijanje – prosijecanje više radnih komada
3. prema broju operacija
 - jednooperacijski alati
 - višeoperacijski ili kombinirani alati
4. prema načinu provalačenja trake kroz alat
 - alat sa ručnim pomicanjem trake
 - alat sa mehaničkim pomicanjem trake
5. prema konstrukcijskim karakteristikama
 - alati bez vođenja
 - alati sa vođenjem

Osnovni alat za prosijecanje ili probijanje sastoji se od prosjekača (probojca), koji je u većini slučajeva izrađen od legiranog alatnog čelika. Prosjekač (probojac) je učvršćen u nosaču prosjekača (probojca). Bitno je da se poveća sila prosijecanja (probijanja), a to se postiže povećanjem površine i smanjivanjem površinskog pritiska. Prosjekač se naslanja na kaljenu međuploču. Gornji sklop alata se spaja vijcima i osigurava se cilindričnim oprugama. Cijeli gornji dio alata je spojen preko cilindričnog rukavca s pritiskivačem prese. Ploča za stezanje je spojena vijcima s pritiskivačem prese. Da cilindrični rukavac ne bi ispaо, koriste se vijci kao dodatno osiguranje. Donji sklop alata sastoji se od: prstena za prosijecanje (probijanje), ploče za vođenje, graničnika i donje ploče. Graničnik je spojen vijkom direktno na prsten za prosijecanje. Traka se pomakne do graničnika u povratnom hodu prese za iznos posmaka x. Najčešći materijal za izradu prstena za prosijecanje je legirani alatni čelik uz obaveznu naknadnu toplinsku obradu. Donja ploča se postavlja na steznu ploču i pričvršćuje pomoću T-vijaka. Stezna ploča postavlja se na stol prese i spaja se vijcima. U samome stolu prese nalazi se otvor za ispadanje jezgre. Kod operacije prosijecanja to su gotovi komadi, dok su kod operacije probijanja to otpadci. Ploča za vođenje ima više funkcija. Prvo i osnovno, mora tačno voditi prosjekač i vrlo je bitno centriranje alata. Također, uz vođenje prosjekača bitno je i vođenje trake lima. Na kraju, nakon što se odradi operacija svrha je skidanje odpatka sa prosjekača.



Slika 14. osnovni alat za prosijecanje i probijanje

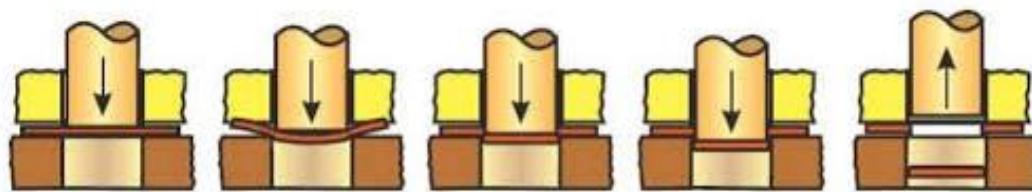
4.2. Procesi probijanja i prosijecanja

Osnovni proces probijanja i prosijecanja gotovo uvijek možemo podijeliti u tri faze:

1. Materijal je pod djelovanjem pritiska prosjekača izložen opterećenju na elastično savijanje, koje nakon što dosegne neku graničnu vrijednost prelazi u plastično savijanje, uz koje se nadovezuje istezanje vlakana.
2. Pri dalnjem prodiranju prosjekača u materijal i nakon što se prevlada granica tečenja, nastaju bitne deformacije ispod prosjekača. Materijal se savija i utiskuje u otvor prstena za prosijecanje. Sila djeluje na mjestima između reznih rubova prosjekača i prstena za prosijecanje. Sila je koncentrirana na granični

prstenasti sloj materijala. Ta koncentracija vanjskih sila dovodi prstenasti sloj do plastične deformacije, ali u tom trenutku slojevi još nisu prekinuti.

3. U zadnjoj fazi nastavlja se prodiranje prosjekača u materijal. Stepen deformacije prelazi dozvoljenu granicu i sada je već mala dužina prstenastog elementa koji se deformira. Nakon prelaska te granice, pojavljuju se prve pukotine ispred reznih rubova i dolazi do konačnog prekida materijala i istiskivanja jezgre.



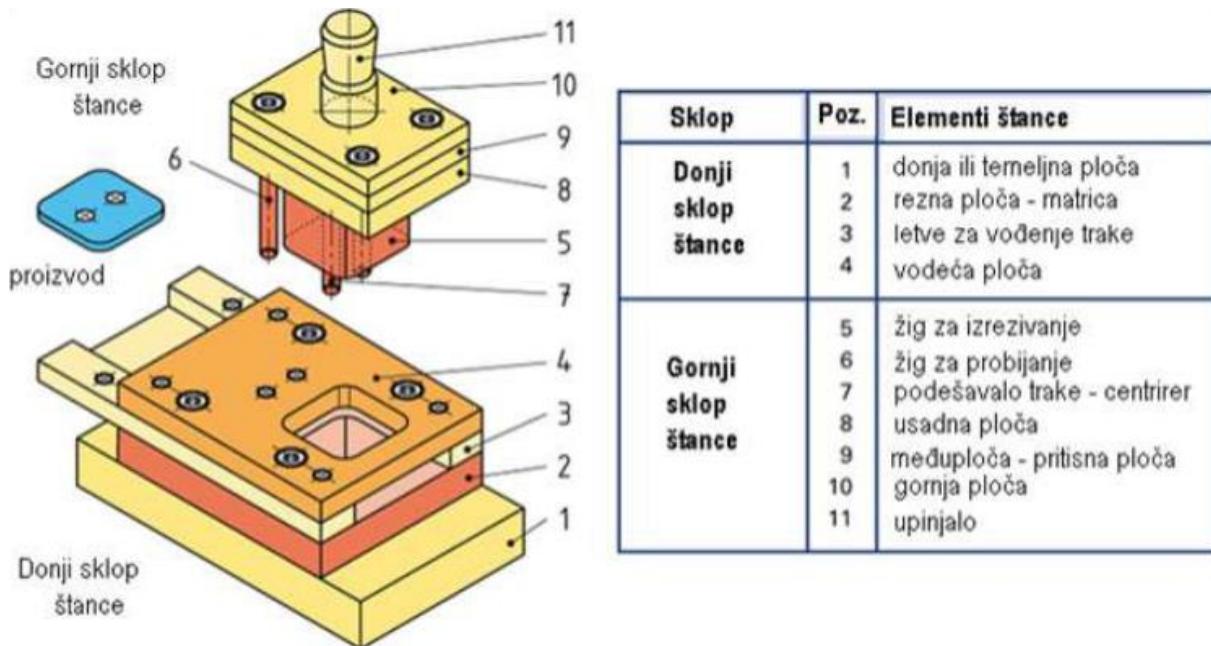
Slika 15. Faze operacije prosijecanja i probijanja

Najveća relativna dubina prodiranja prosjekača ε_{ot} označava dubinu kod koje dolazi do razdvajanja materijala i ovisi o:

1. Vrsti materijala. S povećanjem tvrdoće pada vrijednost ε_{ot} .
2. Debljini materijala. S porastom debljine, opada vrijednost ε_{ot} .
3. Istrošenosti reznih rubova alata.

4.3. Elementi mašine za probijanje i prosijecanje

Proces izrade mašine za probijanje i prosijecanje je složen, skup i dugotrajan. Da bi se uštedilo na troškovima izrade i skratilo vrijeme isporuke potrebno je ugraditi što vise standardiziranih ili tipiziranih elemenata. Često puta se kupuju gotova kućišta s vođenjem, a izrađuju i ugrađuju samo radni elementi kao žigovi, rezne čahure i slično. U osnovi, mašina za prosijecanje i probijanje se sastoji od gornjeg i donjeg sklopa s pripadajućim elementima. Najvažniji elementi prikazani su na sljedećoj slici.



Slika 16. Elementi mašine za probijanje i prosijecanje sa vodećom pločom

Elementi mašine za probijanje i prosijecanje sa vodećom pločom su:

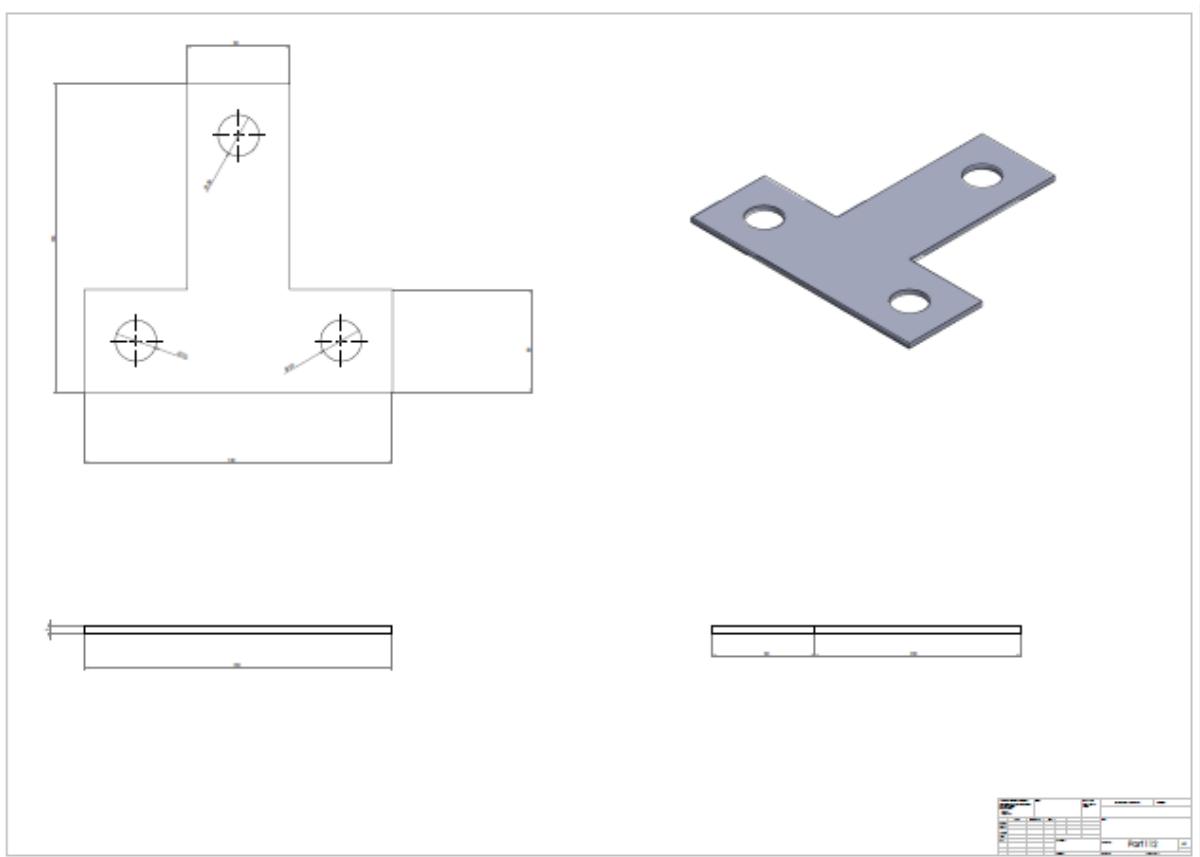
- Donja ili temeljna ploča - služi za povezivanje elemenata i pričvršćivanje donjeg sklopa na radni stol prese.
- Rezna ploča - zajedno sa žigovima reže materijal.
- Letva za vođenje trake - služe za vođenje trake kroz alat, održavanje razmaka između rezne i vodeće ploče te sprečavaju savijanje otpadne trake pri povratnom hodu žigova.
- Vodeća ploča - služi za vođenje žigova i skidanje rezne trake u povratnom hodu.
- Usadna ploča – služi za učvršćenje i nošenje žigova.
- Međuploča - ugrađuje se zbog preuzimanja sile rezanja s glave žiga i sprečavanja većeg površinskog pritiska na gornju ploču ($p>250 \text{ N/mm}^2$) da se izbjeglo utiskivanje žiga i njegov prazni hod.
- Gornja ploča - povezuje sve dijelove gornjeg sklopa štance i pomoću upinjala pričvršćuje u pritiskalo prese.
- Stezna ploča - na modernim prešama je omogućeno stezanje alata pomoću brzostezajućih elemenata.
- Upinjalo - služi za spajanje gornjeg sklopa manjih i srednjih štanci na pritiskalo prese.
- Žig - zajedno s matricom reže materijal
- Opružni elementi – oprug služe za elastično spajanje pritiskala, izbacivala i pomoćne vodeće ploče.

5. POSTAVKA ZADATKA

Zadatak postavljen u ovom grafičkom radu je dobiti predmet prema strogo postavljenim zahtjevima koje postavlja klijent. Cilj je dobiti gotov proizvod korištenjem alata za probijanje i prosijecanje. Glavni zadatak je konstrusati alat za probijanje i prosijecanje u SolidWorks-u. Konstrukcija reznih dijelova alata kao i sama izvedba alata će biti ključna želimo li dobiti proizvod kako je zadan tehničkim nacrtom na optimalan i prihvatljiv način.

6. RAZRADA PROBLEMA I KONSTRUKCIJA

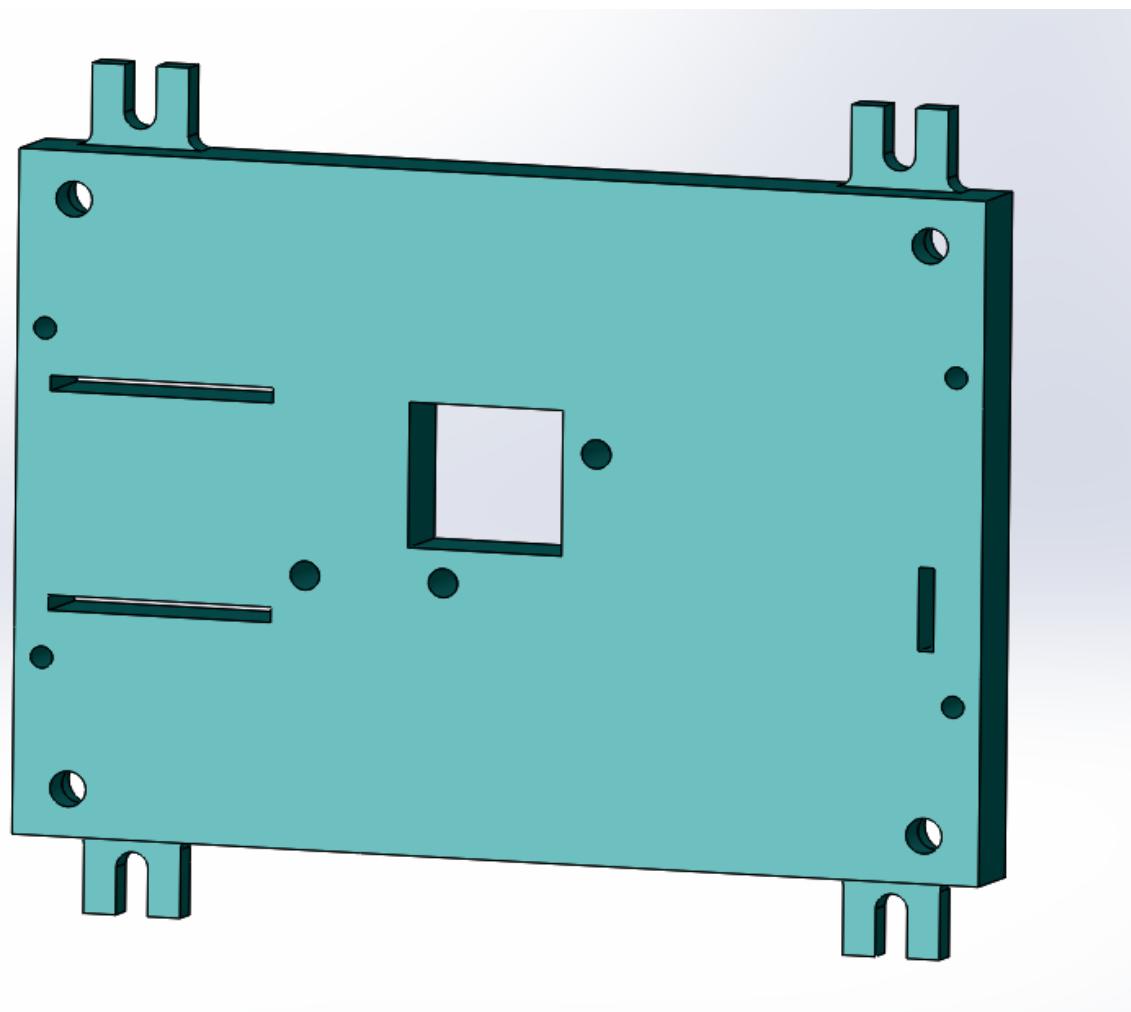
Cijeli proces konstruiranja alata, koji je razrađen u diplomskom radu, obavlja se u cilju dobivanja gotovog proizvoda na brz i jednostavan način sa što manje operacija. Stoga cijeli proces konstruiranja kreće od toga da znamo čemu naprava za rezanje služi, odnosno što nam je izradak. Izradak i njegove karakteristike zadate su od strane klijenta pa sam se u izradi alata za prosijecanje i probijanje vodio unaprijed zadanim uslovima.



Slika 17. Radionički crtež zadatog predmeta

6.1. Temeljna ploča

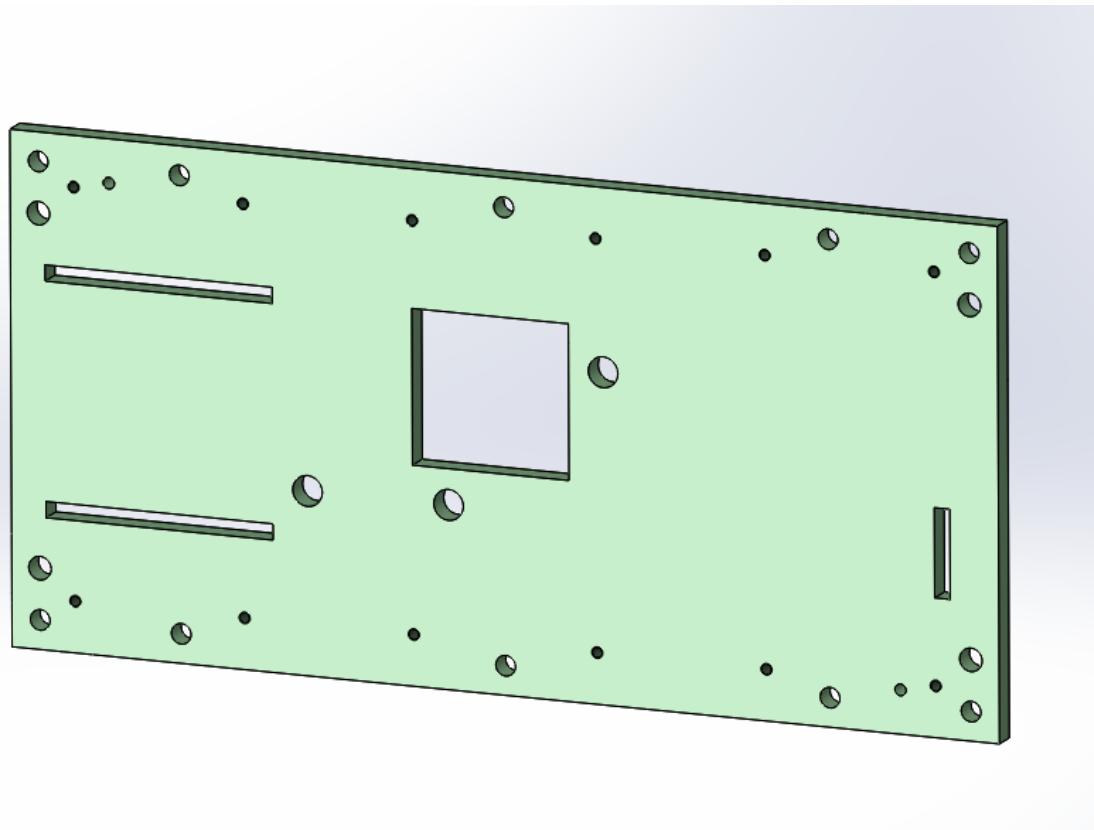
Temeljna ploča prvenstveno služi za povezivanje elemenata i pričvršćivanje donjeg sklopa na radni stol prese. Prodori za slobodan prolaz izrezanog materijala veći su za 2 mm u odnosu na prodore u matrici.



Slika 18. Temeljna ploča

6.2. Podložna ploča

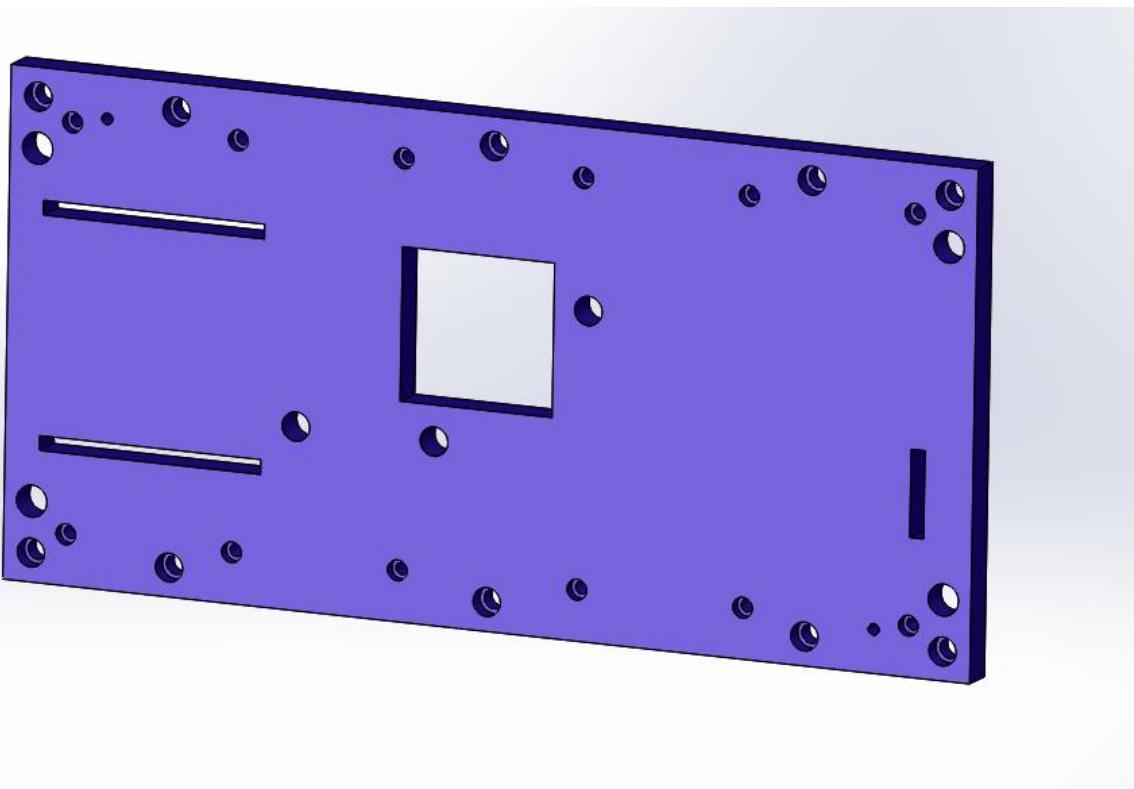
Podložna ploča će poslužiti kako bi podigli temeljnu ploču od samog stola prese u cilju dobivanja vise prostora za manipulaciju i sakupljanja izradaka.



Slika 18. Podložna ploča

6.3. Rezna ploča

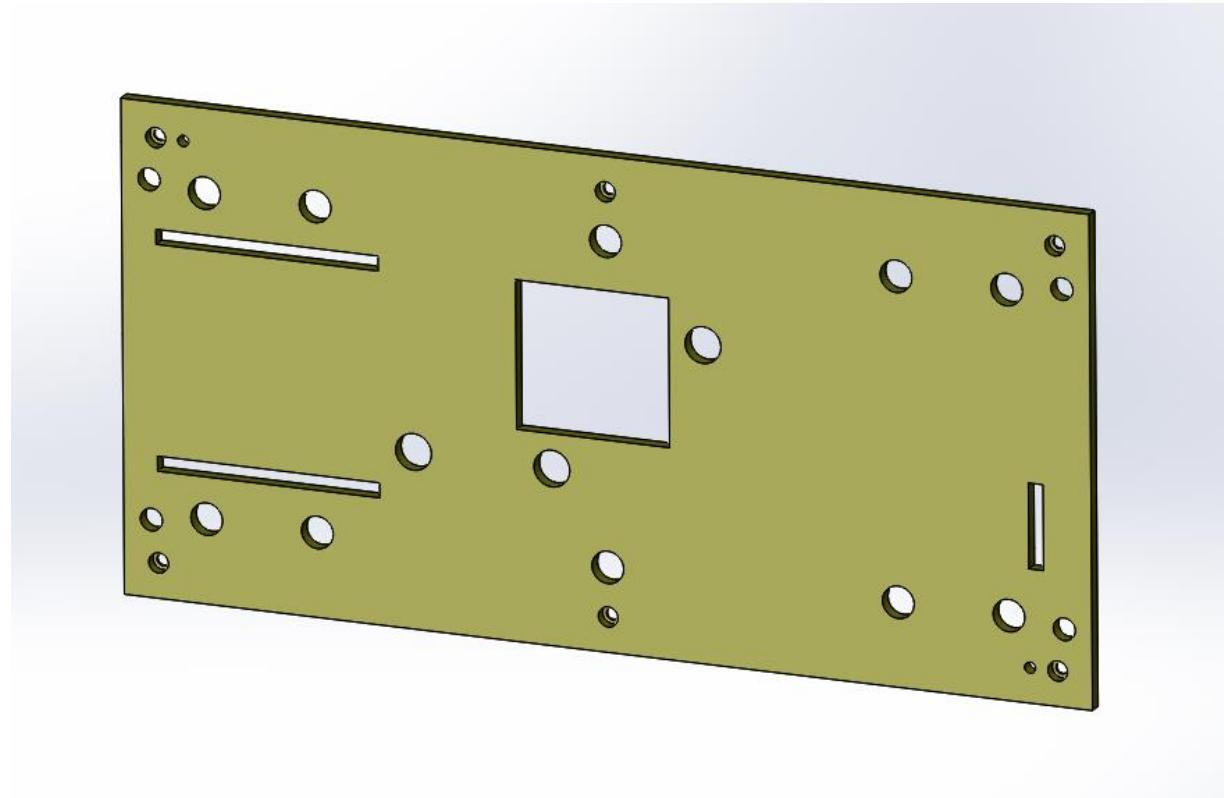
Rezna ploča u zahvatu s žigovima probija, to jeste reže materijal. Izrađuje se od visokolegiranog alatnog čelika za rad u hladnom stanju (Č4150 – OCR12 i Č4650 – OCR12 specijal, radne tvrdoće 56 – 64 HRC) ili tvrdog metala. S obzirom da se radi o kompletном i finom rezu prođor za izrezivanje će biti ravan, fino obrađen sa hraptavosti $Rz=6.3$ dok će prođor za probijanje imati skošenje od 1° . Ploča je istih dimenzija kao i temeljna ploča samo manje visine. Obično je visina matrice H od 16 do 40 mm ovisno o sili rezanja.



Slika 19. Rezna ploča

6.4. Vodeća ploča

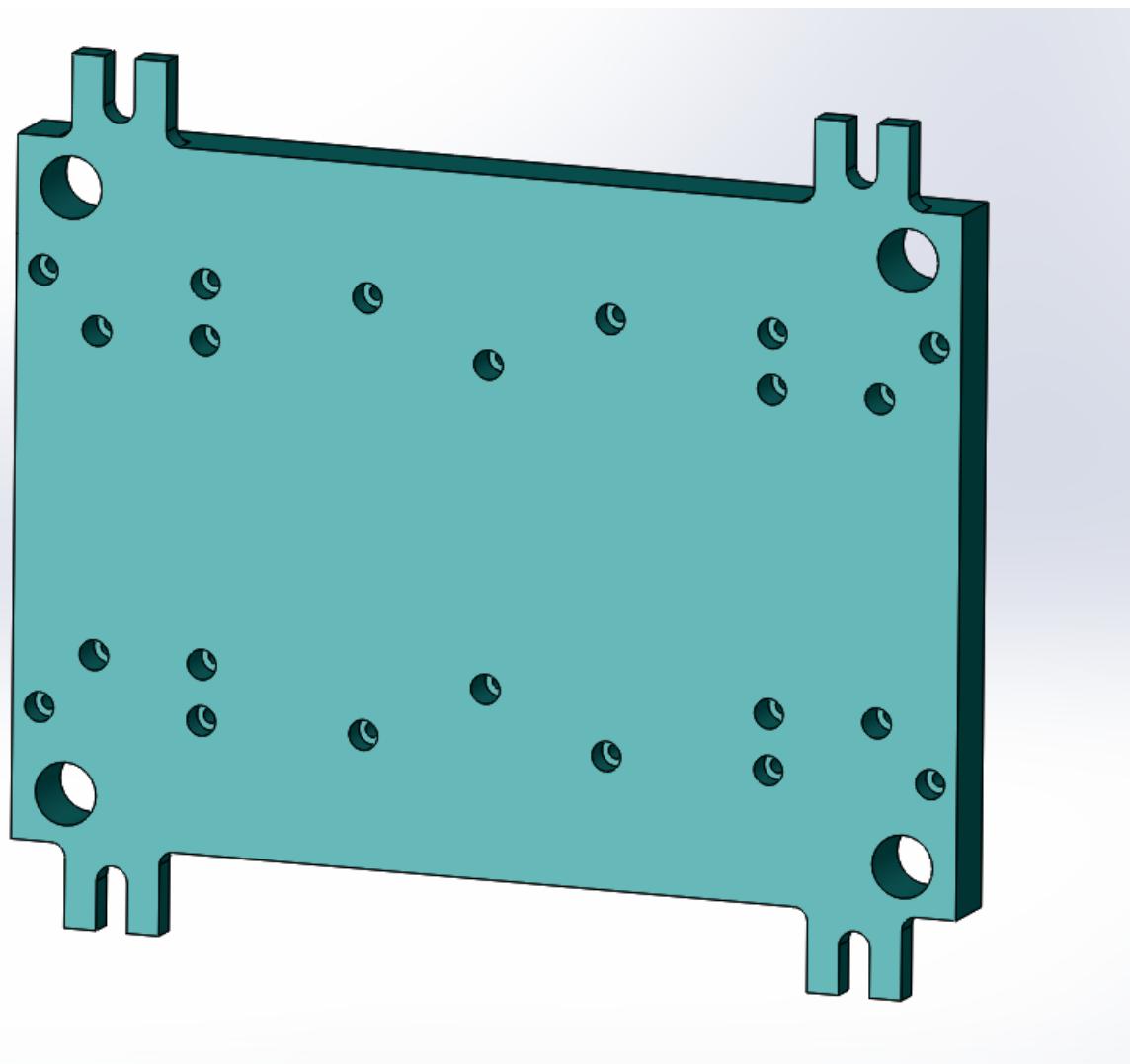
Na vodećoj ploči kao i na reznoj te temeljnoj postoje utori za rezne noževe za pozicioniranje lima.



Slika 20. Vodeća ploča

6.5. Gornja ploča

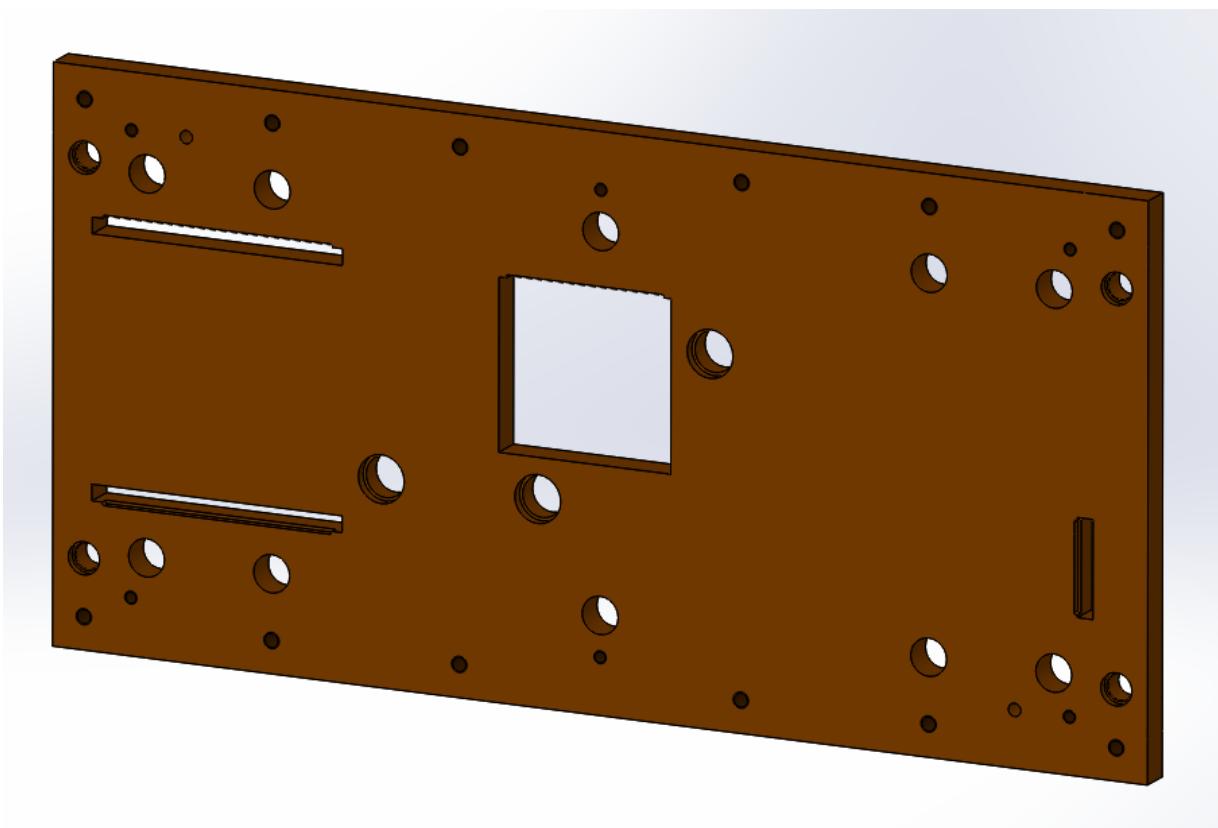
Gornja ploča povezuje sve dijelove gornjeg sklopa reznog alata i pomoću upinjala pričvršćuje se u pritiskalo prese. Rade se od opće konstrukcijskog čelika, u ovoj konstrukciji od poboljšanog čelika Č4230. Visina gornje ploče je obično od 18 do 28 mm ili (0,8 – 1,2) H – visine matrice. Iste je veličine kao usadna ploča i pravougaonog oblika.



Slika 21. Gornja ploča

6.6. Usadna ploča – nosač žigova

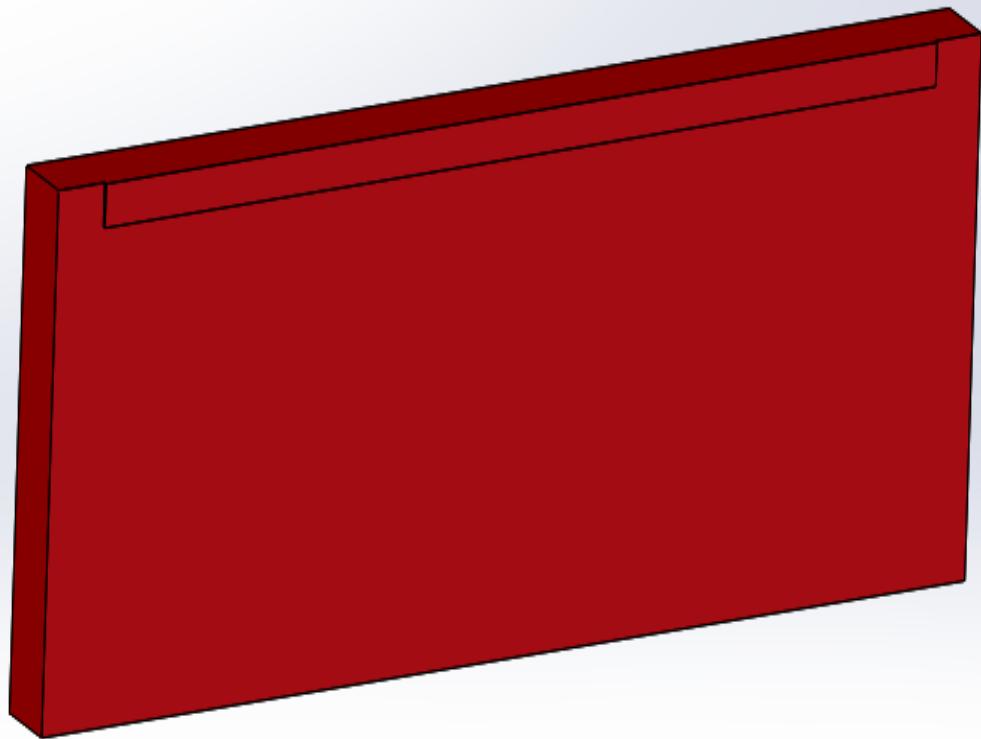
Usadna ploča služi za učvršćenje i nošenje žigova. Ima iste prodore kao vodeća ploča. Gornja i donja ploha je brušena jer moraju biti paralelne, a prodori strogo okomiti s tolerancijom H7. Izrađuje se od čelika Č0561, visoke vlačne čvrstoće vrijednosti Rm od 510 do 680 Mpa. Prvo je konstruirana ploča istih dimenzija kao što je i gornja ploča, a potom napravljeni utori slično kao i na pločama donjeg sklopa. Utori na svim pločama kroz koje prolaze žigovi ili matrica moraju biti na istoj osi tako da kote prvrta ostaju neizmijenjene. To uključuje i proreze za rezne noževe za pozicioniranje lima.



Slika 22. Usadna ploča

6.7. Prosjekač

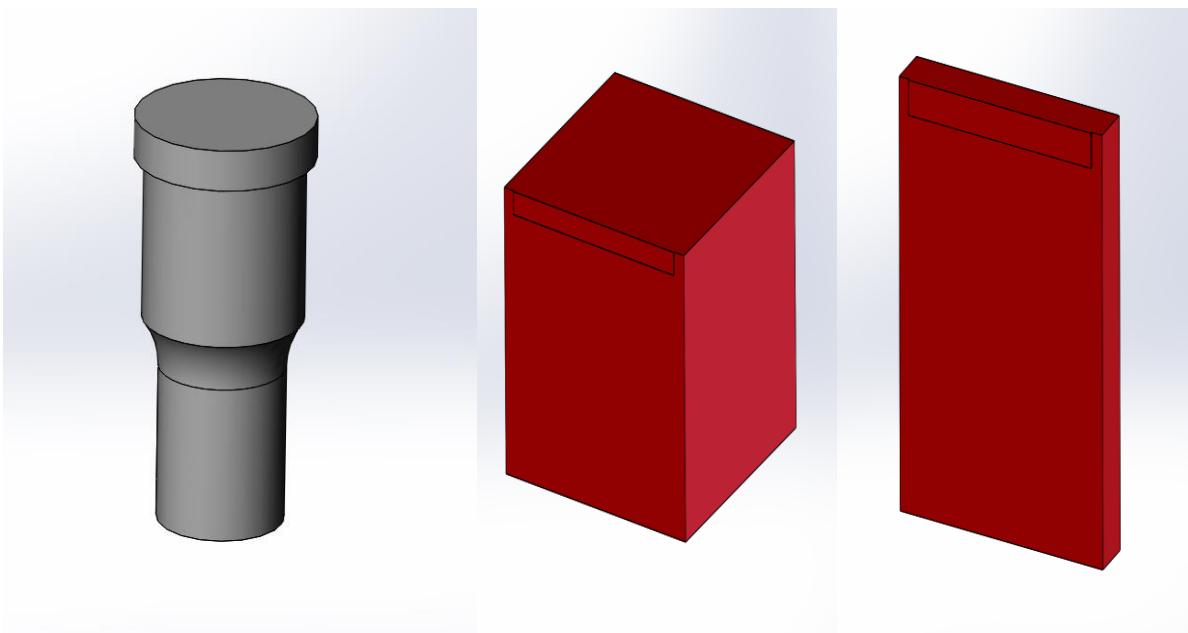
Dva ista prosjekača su smještena u usadnu ploču i služe za bočno poravnjanje trake lima. Prosjekači se izrađuju od legiranog alatnog čelika i tipično je da se kale do polovine dužine, dok se druga polovica alata termički popušta. Za gornji dio prosjekača vrlo je bitno da ima veću elastičnost zbog mogućeg opterećenja na savijanje.



Slika 23. Prosjekač

6.8. Probojac

Probojac zajedno sa matricom reže materijal. Ugrađen je u gornji sklop alata, u usadnu ploču. Radit će se od istog tvrdog metala kao i rezna ploču, 56-64 HRC tvrdoće. Probojci se nakon strojne obrade kali i popušta u svrhu normalizacije strukture.



Slika 24. Probojci

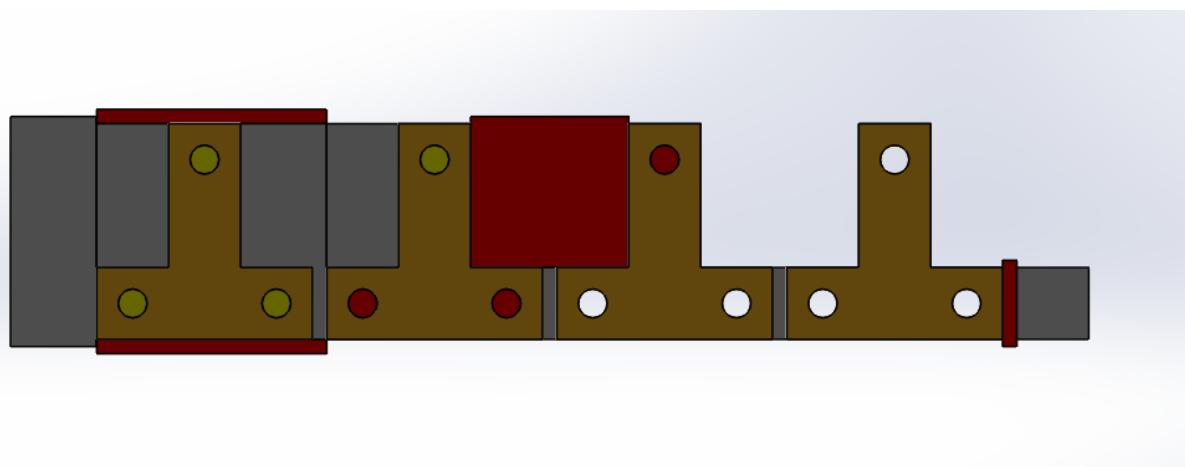
U ovom alatu smještena su tri probojca:

1. probojac za kružne otvore
2. probojac za kvadratni dio
3. probojac za odsjecanje

6.9. Operacije

Izrada zadatog predmeta odvija se u četiri operacija:

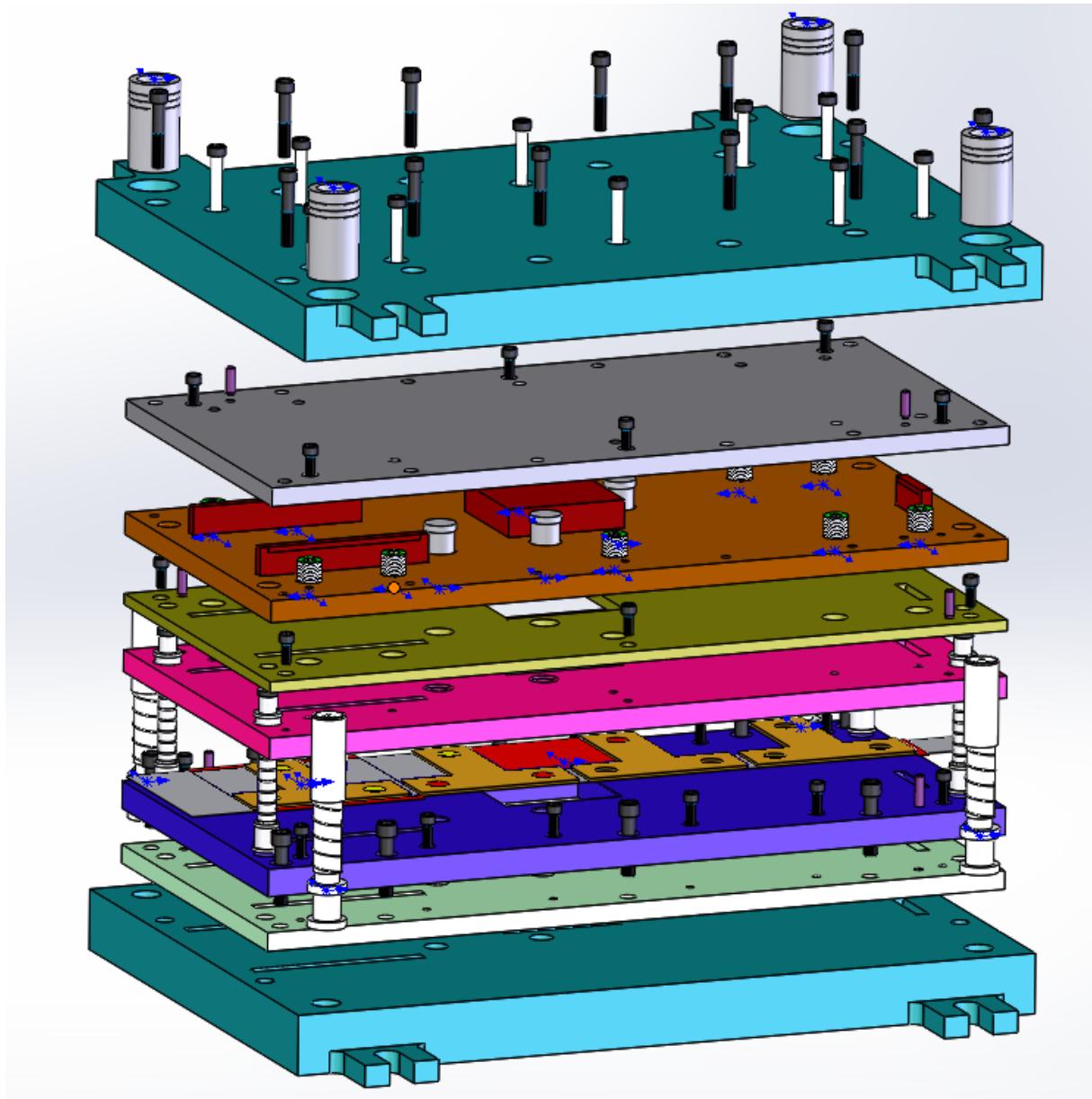
1. bočno poravnjanje trake
2. probijanje dva kružna otvora
3. probijanje kvadratnog dijela i probinje zadnjeg kružnog otvora
4. odsjecanje predmeta



Slika 25. Operacije

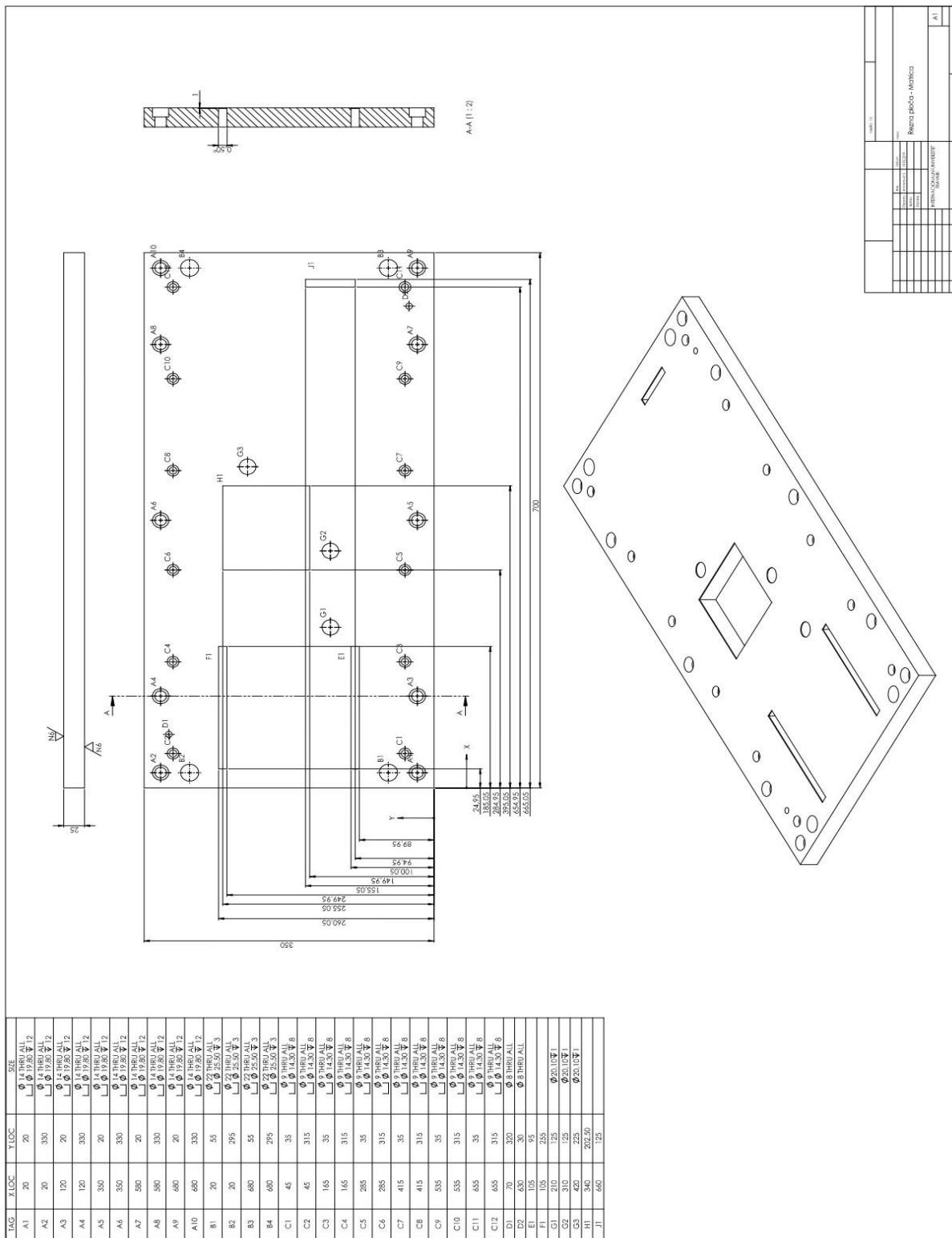
6.10. Kompletan sklop alata

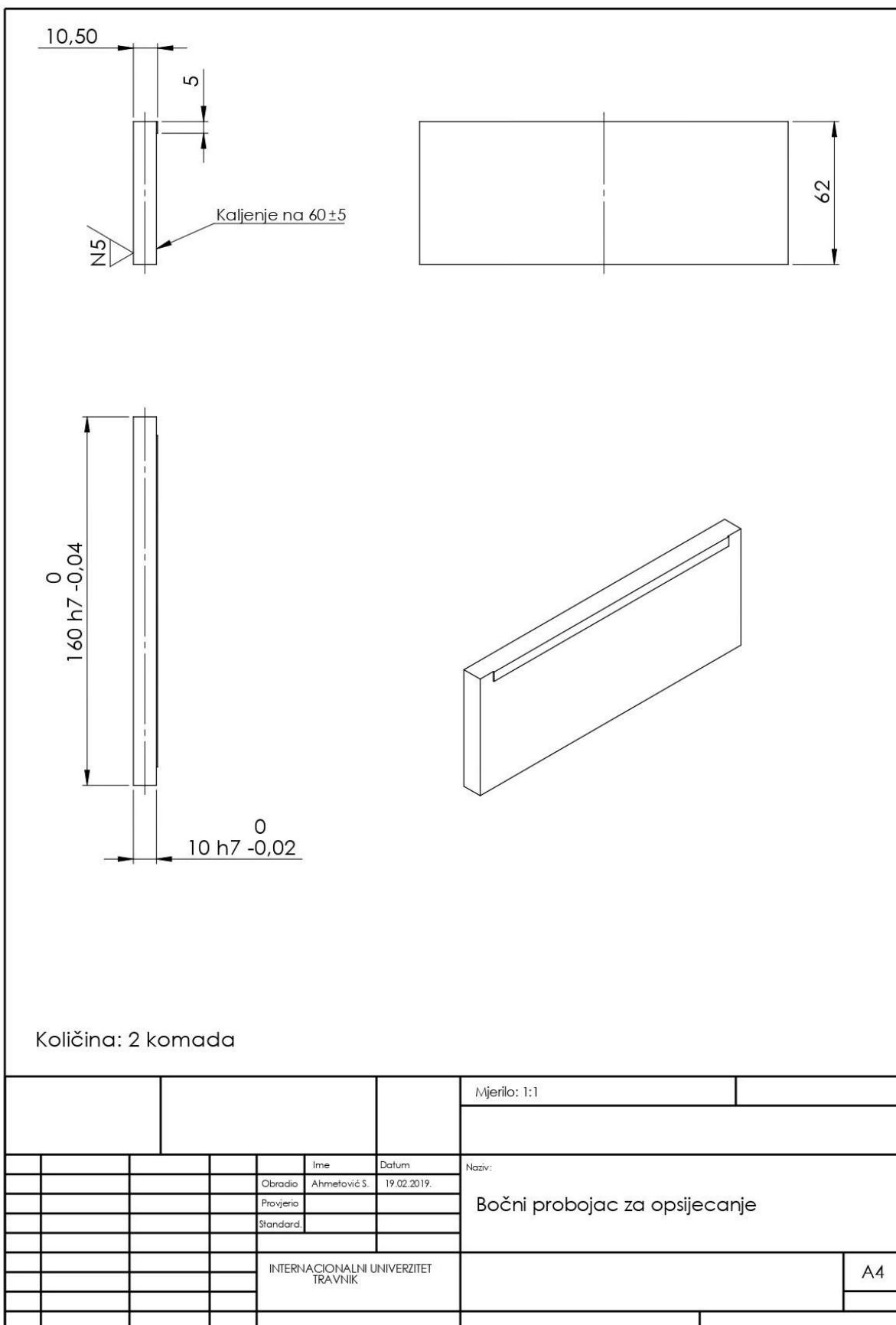
Po završetku konstrukcije svih pojedinih dijelova alata preostaje sve dijelove sastaviti u jedan sklop te provjeriti odgovaraju li sve mjere, poklapaju li se otvori, provjeriti je li prisutno sudaranje ili preklapanje, provjeriti visine probojaca, hod donjeg segmenta matrice i sl. Na sledećoj slici je izometrijski prikaz sklopa alata sa svim bitnim vidljivim dijelovima.

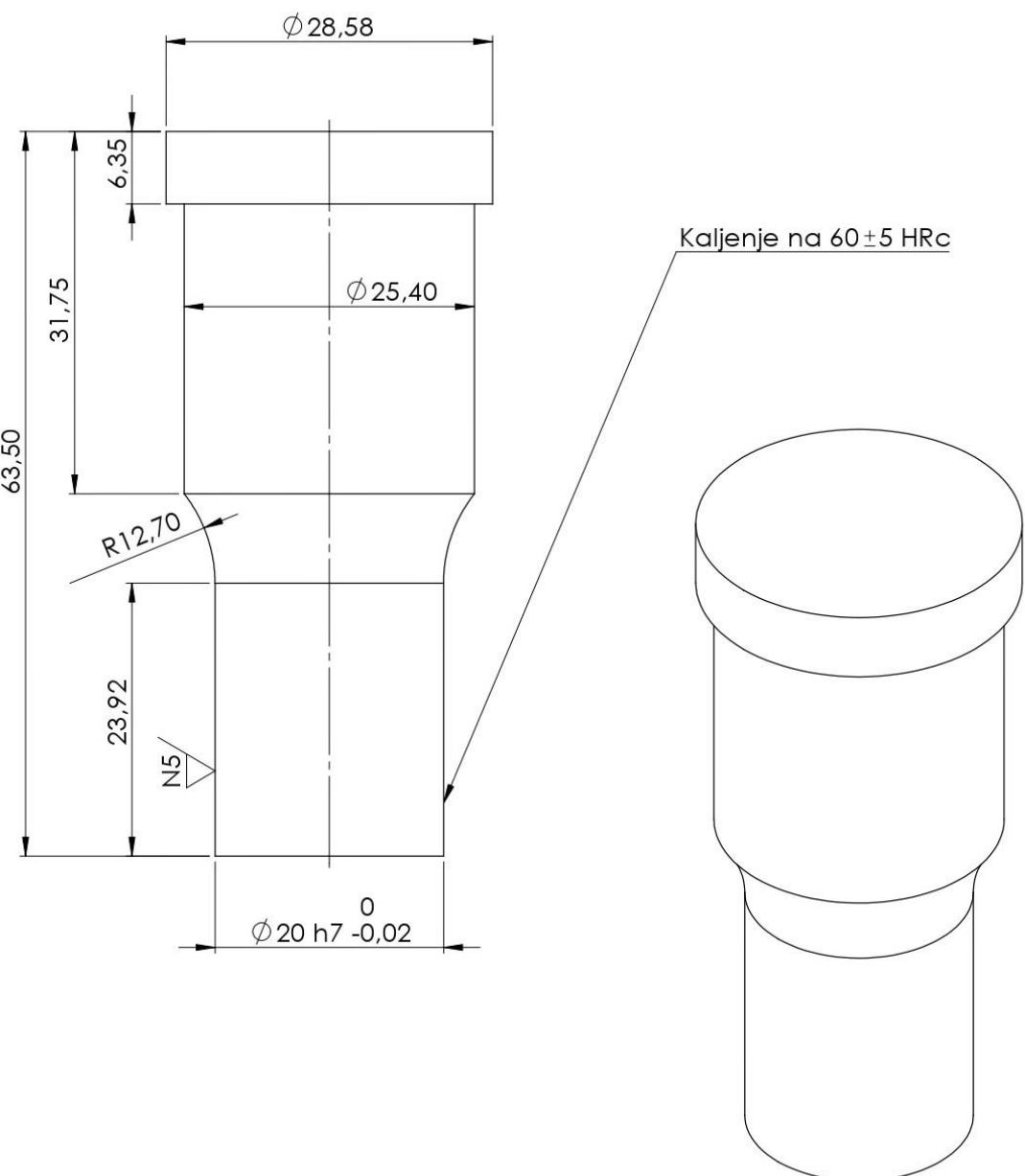


Slika 26. Sklop alata

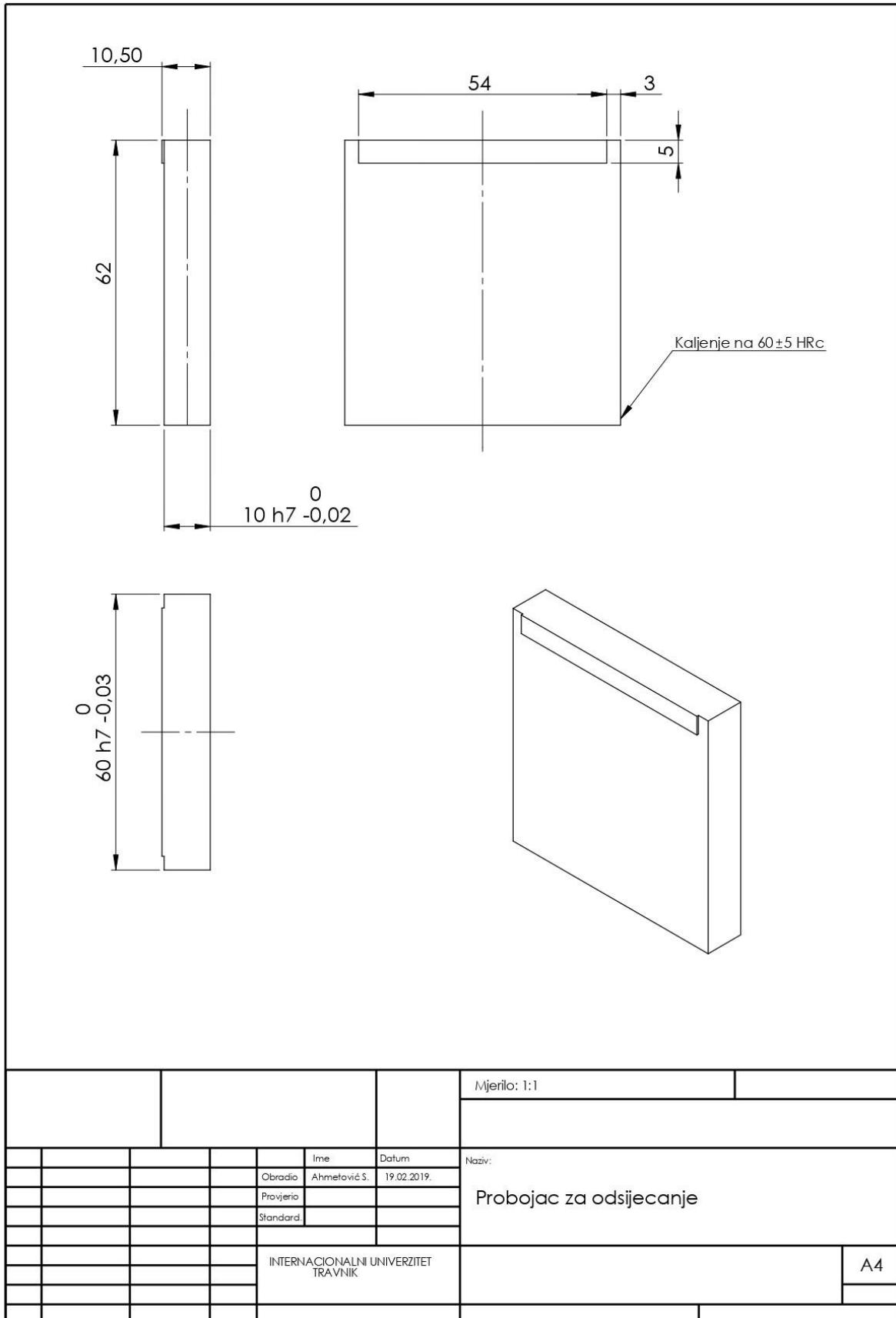
7. PRILOZI







						Mjerilo: 2:1	
						Naziv:	
				Ime	Datum	Okrugli probajac	
				Obudio	Ahmetović S.	19.02.2019.	
				Provjerio			
				Standard			
				INTERNAACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK		A4	



8. ZAKLJUČAK

Poznavajući činjenicu da cijenu proizvodu uz materijal u najvećoj mjeri određuje vrijeme izrade proizvoda vrlo važno je skratiti to vrijeme što je moguće više. Da bi to postigli okrećemo se izradi specijalnih alata za probijanje i prosijecanje. Ovakvi alati skraćuju vrijeme izrade proizvoda i održavaju kvalitet izrade.

Koristeći SolidWorks izrađen je alat za probijanje i prosijecanje za zadati predmet. Nakon smišljanja koncepta i razrade dizajna izrađen je alata za probijanje i prosijecanje koji u 4 operacije od trake lima izrađuje zadati predmet. Takođe ovaj alat može koristiti kao polazna tačka i za izradu drugih alata, za druge predmete uz određene korekcije.

9. LITERATURA

- [1] Gradimir Čučković, SolidWorks i SolidCAM osnove, Srbija 2005.
- [2] Đ. Kukec, B. Hršak, Konstruiranje 3D modeliranjem, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, 2012.
- [3] Popović, B: "Proizvodne tehnologije", Beograd 1990.
- [4] M. Kljajin & M. Karakašić, Modeliranje primjenom računala, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, 2012.
- [5] Grizelj, B.: Alati i naprave, Strojarski fakultet Slavonski Brod, 2004.
- [6] Musafija, B.: Obrada metala plastičnom deformacijom, >>SVJETLOST<< OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1988.
- [7] Dies And Its Types, engineeringhut.blogspot.hr/2010/11/dies-and-its-types.html, 10.2.2016.
- [8] <https://vdocuments.mx/alati-za-probijanje-i-prosijecanje.html>, dostupno 20.08.2019.
- [9] https://kupdf.net/download/_alati-za-probijanje- i _prosijecanje_pptx_5_8b7055_46454a73c69b1e8d1_.pdf