Fakultet tehničkih nauka
Osnovne akademske studije
Studijski program: PROIZVODNO MAŠINSTVO
Predmet***: Automatizacija u proizvodnom mašinstvu***
Semestar: V

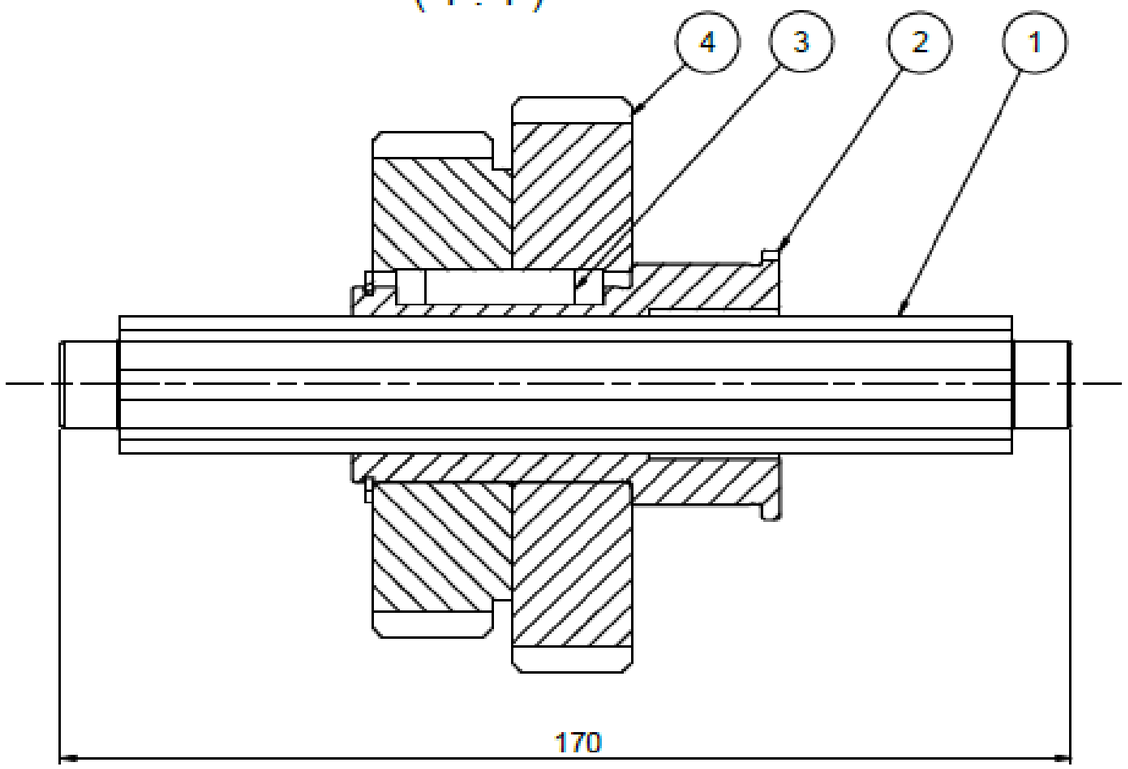
Z A D A T A K Z A M O D E L O V N J E
C A D

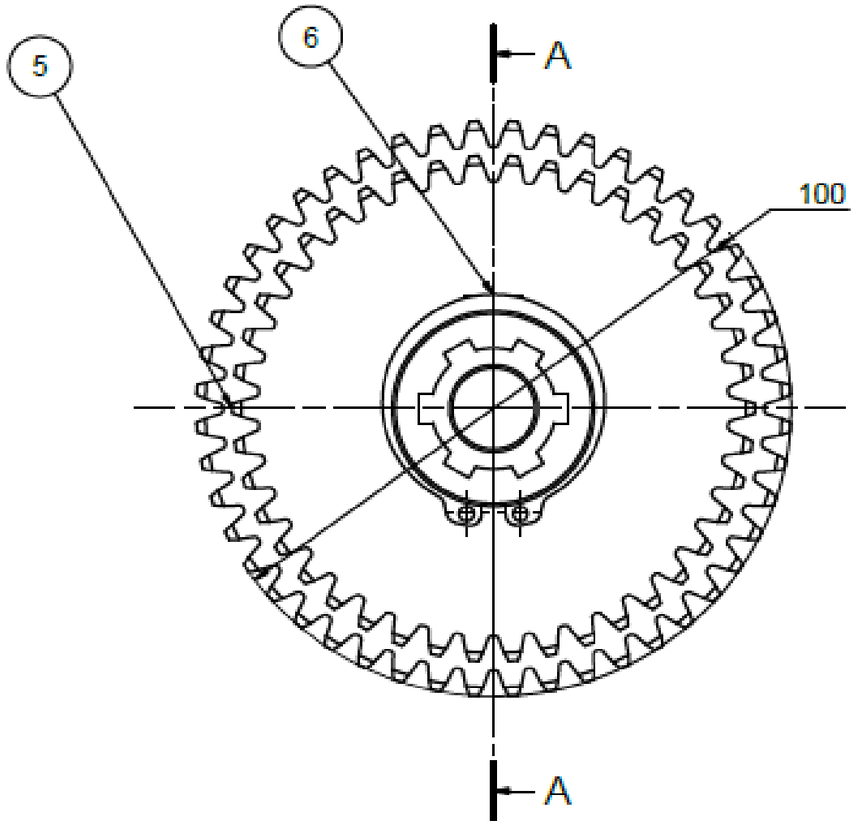
Modelovnje čaure
(vežba 2)

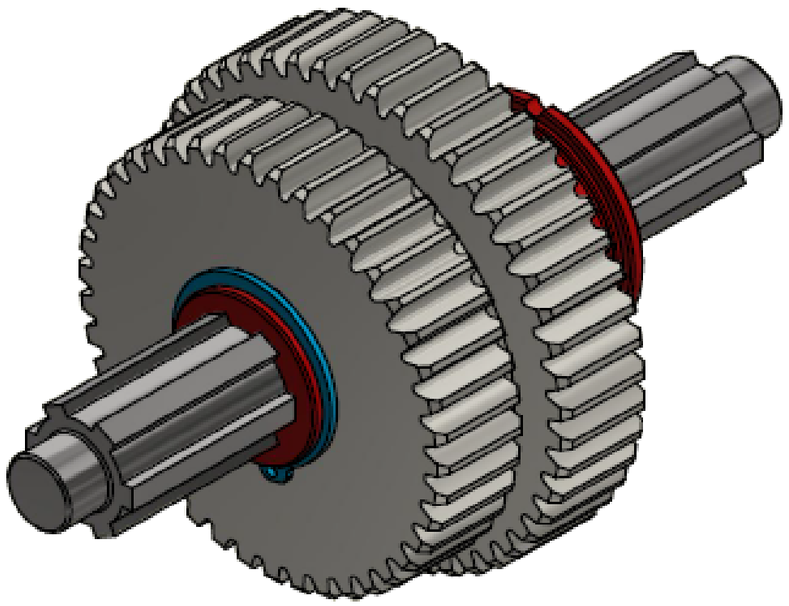
Predmetni asistent:

Miloš Knežev

Presek A-A
(1 : 1)



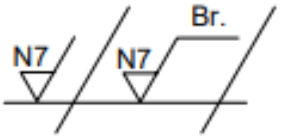


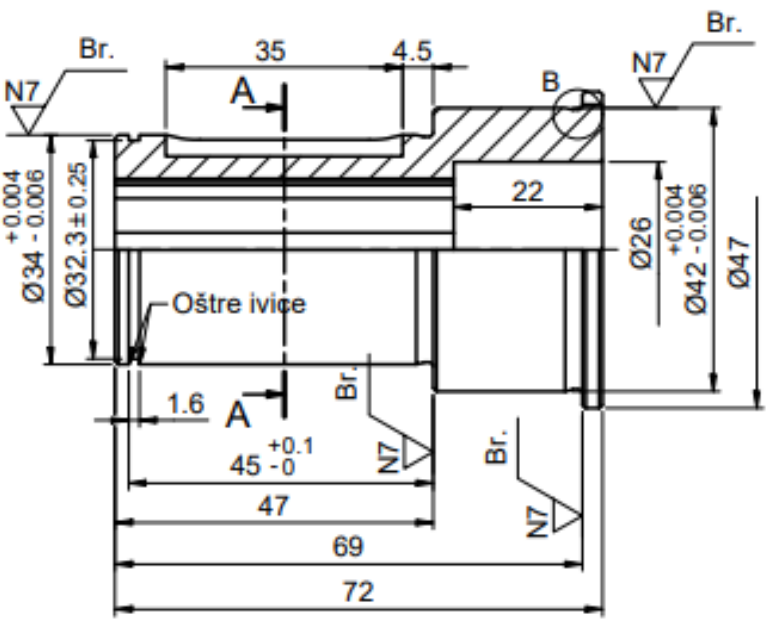


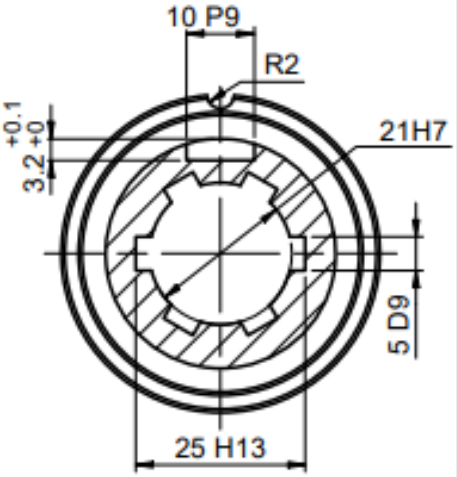
6	PZ025.006	Uskočnik	SRPS M.C2.401	1	kom
5	PZ025.005	Zupčanik Z42	SRPS M.C1.012	1	kom
4	PZ025.004	Zupčanik Z48	SRPS M.C1.012	1	kom
3	PZ025.003	Klin	SRPS M.C2.060	1	kom
2	PZ025.002	Čaura		1	kom
1	PZ025.001	Vratilo	SRPS M.C1.441	1	kom
Pozicija	Broj crteža	Naziv	Standard	Kol.	Jeninica

							2,68 kg			
Poz.	skl. / pr. kom.	NAZIV		Dimenzije		Broj crteža (Standard)	Materijal	1 kom. ukup. masa u kg		Primedba
Konstruisao		10.11.2020	Miloš Knežev				FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO			
Uskladio		10.11.2020	Miloš Knežev							
Pregledao		10.11.2020	Milan Zeljković							
Overio		10.11.2020	Milan Zeljković							
Izmenio	1.	2.	3.	4.	5.	6.	SKLOP	PZ025.000		
Merilo: 1 : 1	NAZIV:	SKLOP POMERLJIVIH ZUPČANIKA					Broj crteža polufabrikata	Broj crteža PZ025.000		

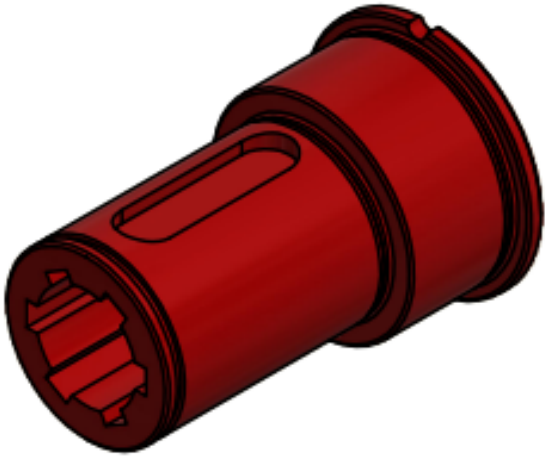
10P9	-0.015
	-0.051
21H7	+0.021
	0.000
5D9	+0.060
	+0.030
25H13	+0.330
	0.000



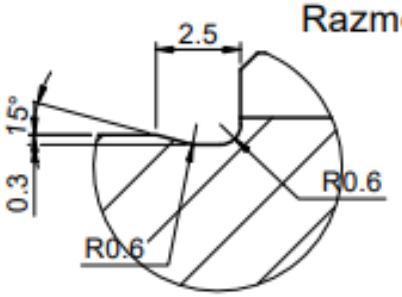




Presek "A-A"



Detalj B
Razmera 5:1



NAPOMENA: Poboljšati na Rm=900-1050 [MPa]
Nekotirane ivice oboriti sa 0.5/45°

Tolerancije slobodnih mera: ISO 2768-m

Poz.	skl. i pr. kom.		NAZIV	Dimenzije	Broj crteža (Standard)	Materijal	1 kom. ukup. masa	Primedba
2	1	100		Ø50x75		Č.1530	0,35 kg	

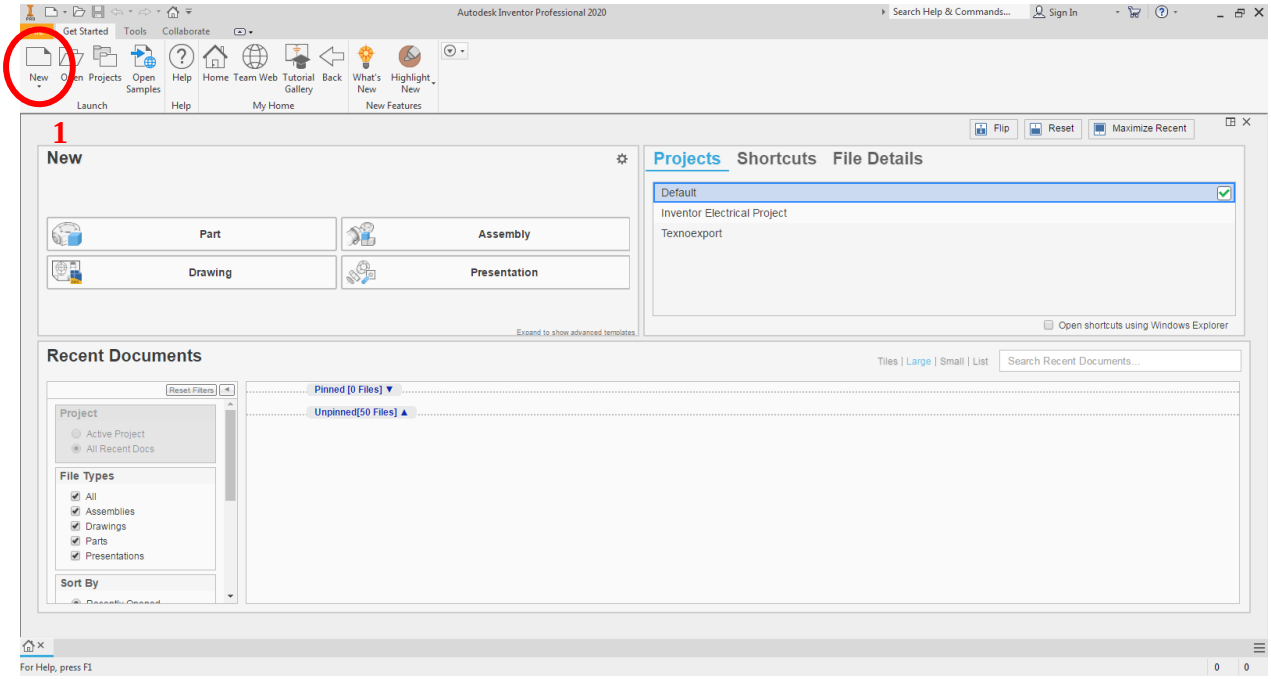
Konstruisao	10.11.2019	Miloš Knežev				FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO
Uskladio	10.11.2020	Miloš Knežev				
Pregledao	10.11.2020	Milan Zeljković				
Overio	10.11.2020	Milan Zeljković				
Izmenio	1.	2.	3.	4.	5.	6.

Merilo: 1 : 1	Naziv: ČAURA	Broj crteža polufabrikata PZ025.002-1	Broj crteža PZ025.002

Sklop: PZ025.000

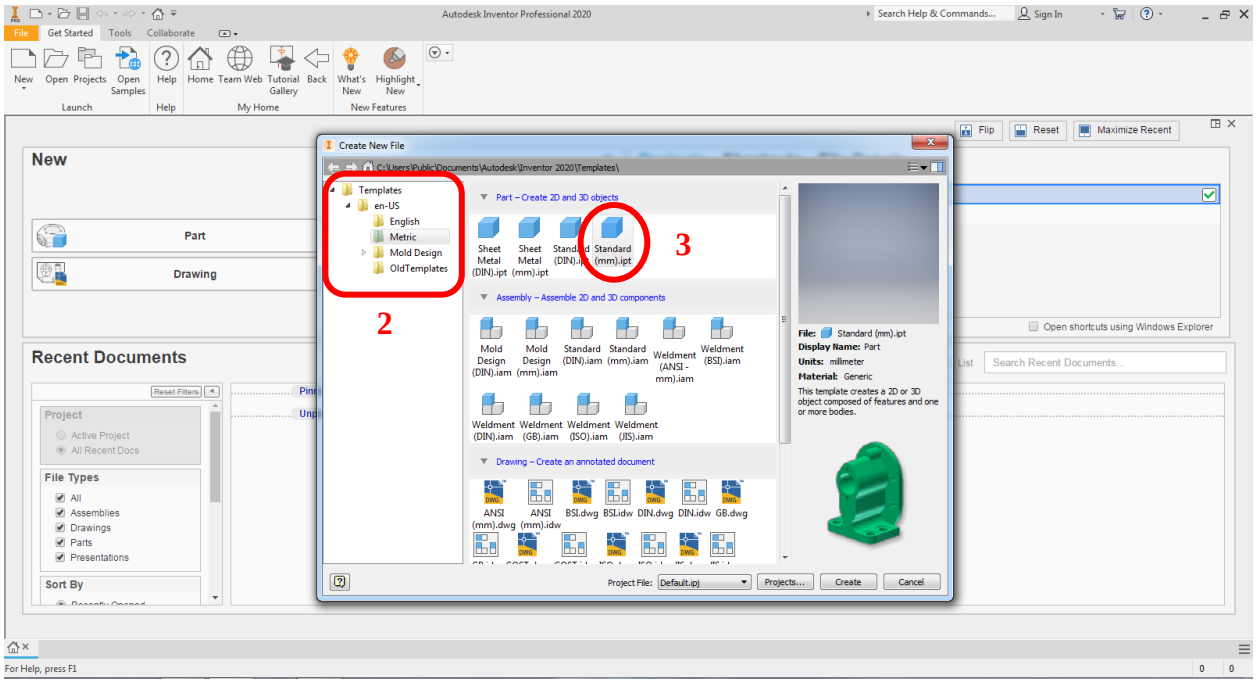
Na osnovu datog radioničkog crteža čaure **PZ025.002** a primenom softverskog sistema ***Autodesk Inventor*** potrebno je definisati računarski model istog. U nastavku je dat opis jednog, od mogućih više postupka, kroz određeni broj aktivnosti (koraka) modelovanja.

Na slici 1, dat je prozor programskog sistema ***Autodesk Inventor 2020***. Kako bi bilo moguće početi sa radom (modelovanjem) nephodno je pokrenuti modul za modelovanje izborom naredbe ***New***, koja sa nelazi u gornjem levom uglu



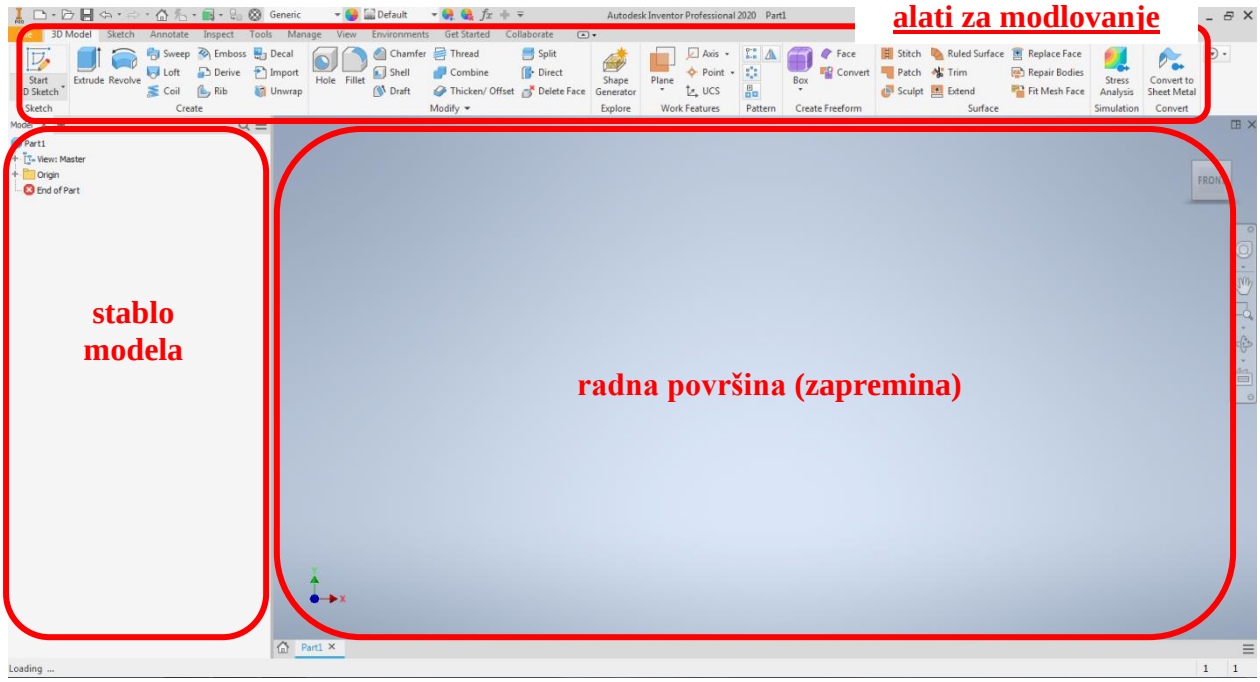
Slika 1. Izgled prozora nakon pokretanja softverskog sistema

Nakon toga se otvori pomoćni prozor gde su ponuđeni svi moduli koje softverski sistem poseduje. Za pokretanje pomenutog modula neophodno je ispratiti proceduru koja je data na slici 2., redosledno izvođenjem koraka 2 i 3.



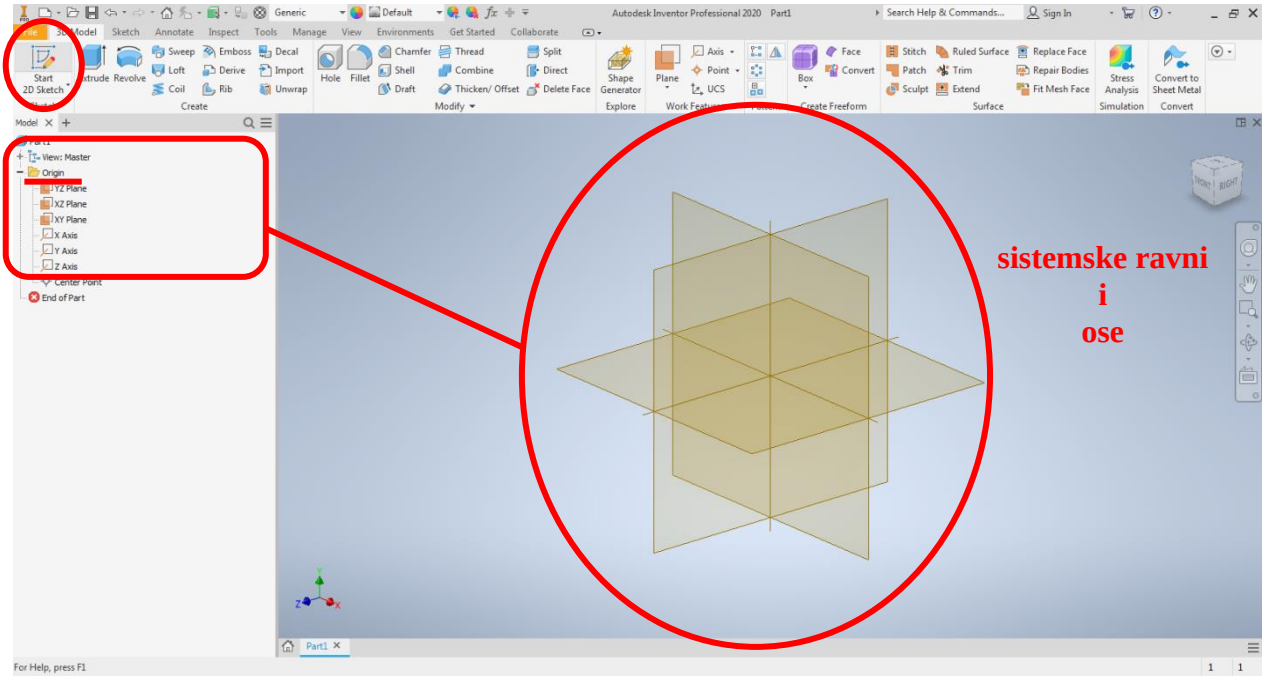
Slika 2. Postupak pokretanja modula za modelovanje

Nakon realizacije koraka prikazanih na slici 2, pojaviće se prozor koji je dat na slici 3.

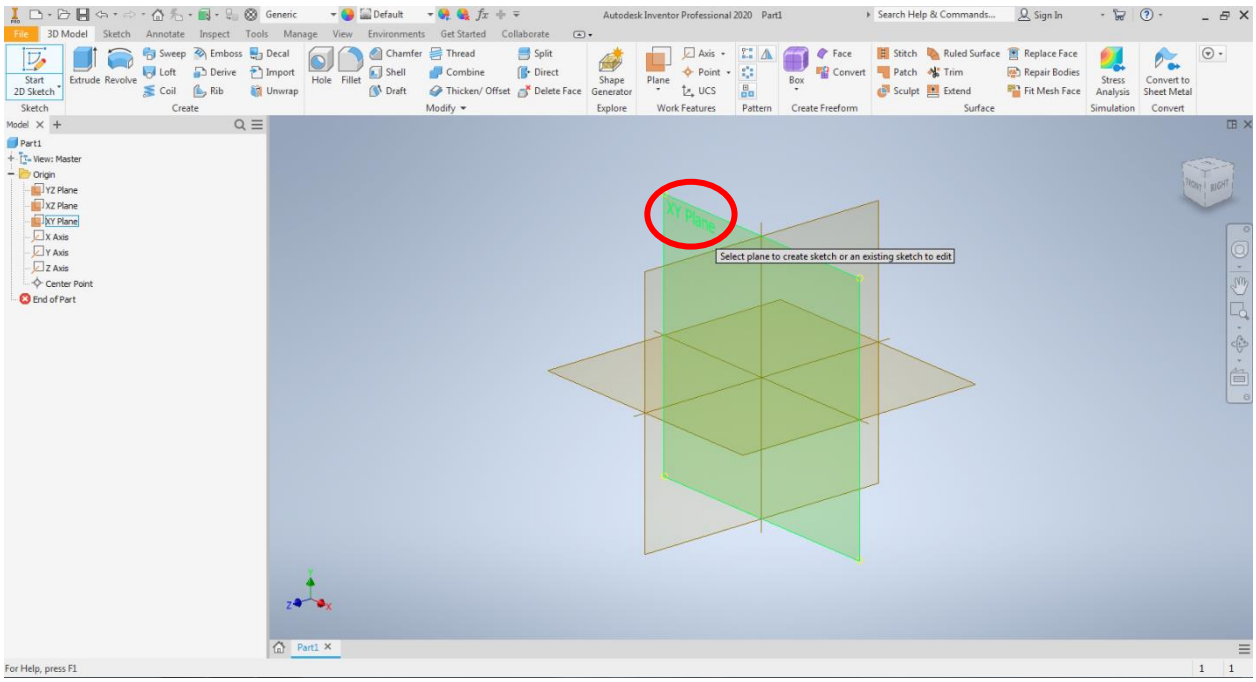


Slika 3. Izgled prozora u okviru modula za modelovanje

Iz prethodnog primera je poznato da pri modelovanju izvedenih geometrijskih oblika treba prvo nacrtati skicu. To se radi pomoću naredbe ***Start 2D Sketch*** koja se nalazi u gornjem levom uglu. Nakon čega će se na radnoj površini pojaviti tri sistemske ravni i ose koje služe za definisanje radne zapremine, a mogu biti odabrane i u stablu modela, kao što je prikazano na slici 4. Skica koju treba nacrtati treba da se nalazi na jednoj od ponuđene tri ravni, na primer ravan XY (Slika 5).

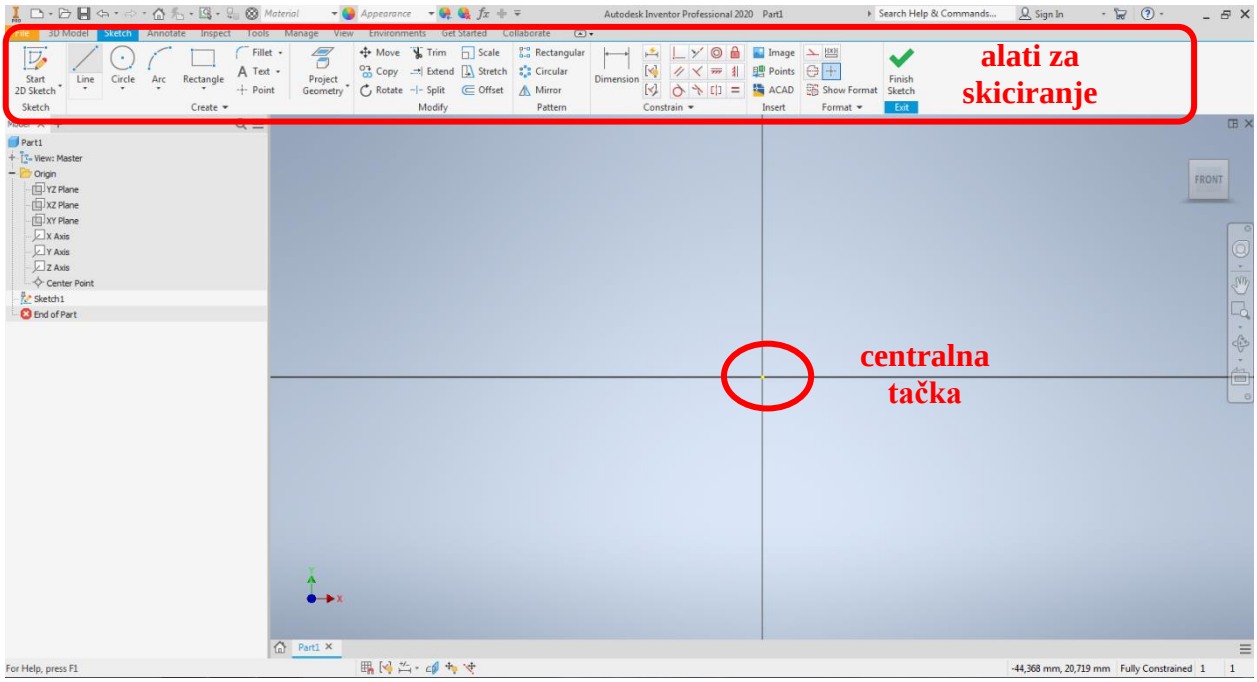


Slika 4. Prikaz sistemskih ravni i koordinatnih osa



Slika 5. Prikaz odabira sistemske ravni za ravan skicirnja

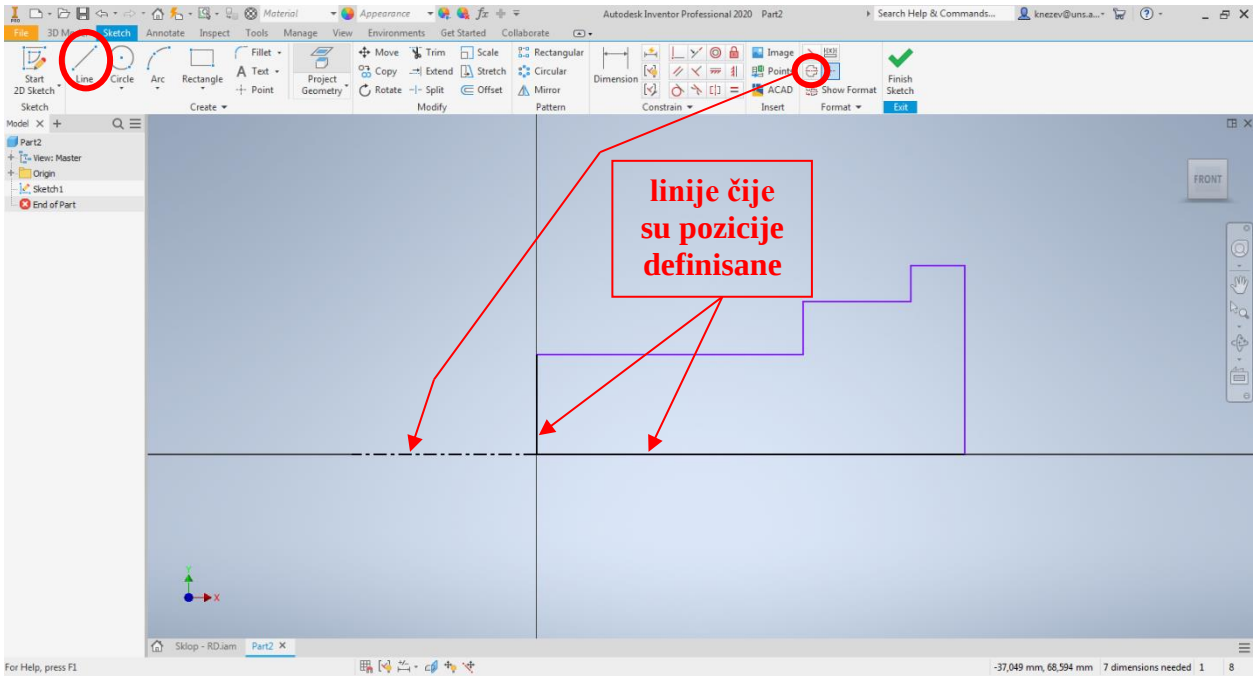
Pokretanjem modula za skiciranje pojavljuje se prozor prikazan na slici 6, gde treba uočiti da su alati za modelovanje sa slike 3, sada zamenjeni alatima koji su neophodni za skiciranje. Neophodno je uočiti centralnu tačku. Centralna tačka je značajna iz razloga što pozicija skice treba da bude određena u odnosu na ovu tačku.



Slika 6. Prikaz okruženja za crtanje skice

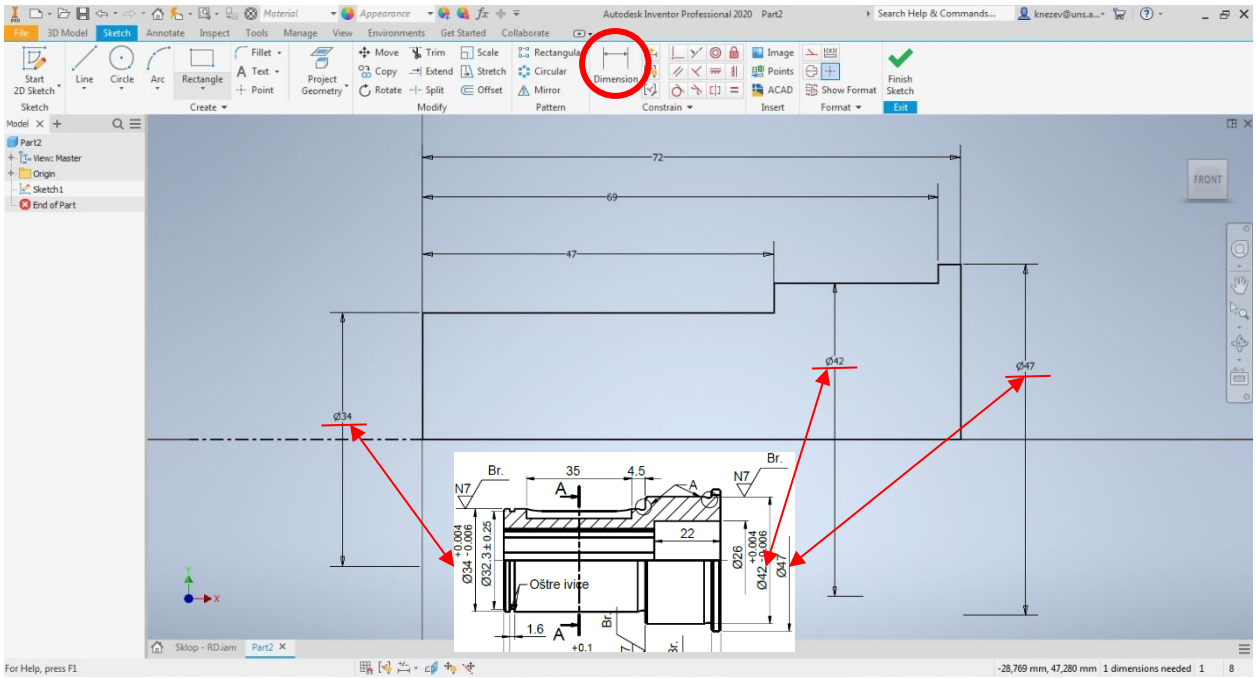
Jedan od načina za skiciranje profila je sa početkom u centralnoj tački, tada je pravac linija koji prolaze kroz nju definisan i linija menja boju iz ljubičaste u crnu, što je u ovom slučaju znak određenositi pravca. Da bi i ostale linije bile određene neophodno je celu skicu kotirati prema dimenzijama datim na radioničkom crtežu **PZ025.002**. Međutim radni predmet sa crteža je rotaciono simetričan (ukoliko se izuzme žleb za klin i polukružni žleb na najvećem cilindru R2, koji će biti kasnije modelovani). Zbog simetričnosti radnog predmeta pored skice je potrebno nacrtati osu rotacije, koja ujedno služi i za kotiranje prečnika. Osa rotacije se crta

sa alatom za crtanje linije ***Line***, sa početkom u centralnoj tački, nakon čega je potrebno promenuti tip linije u ***Centerline***, kada ona postaje crta-tačka-crta. Smer ose rotacije (levo ili desno od centralne tačke) je u levo od centralne tačke samo iz razloga lakše uočljivosti, da se ne bi preklapala sa skicom (Slika 7).



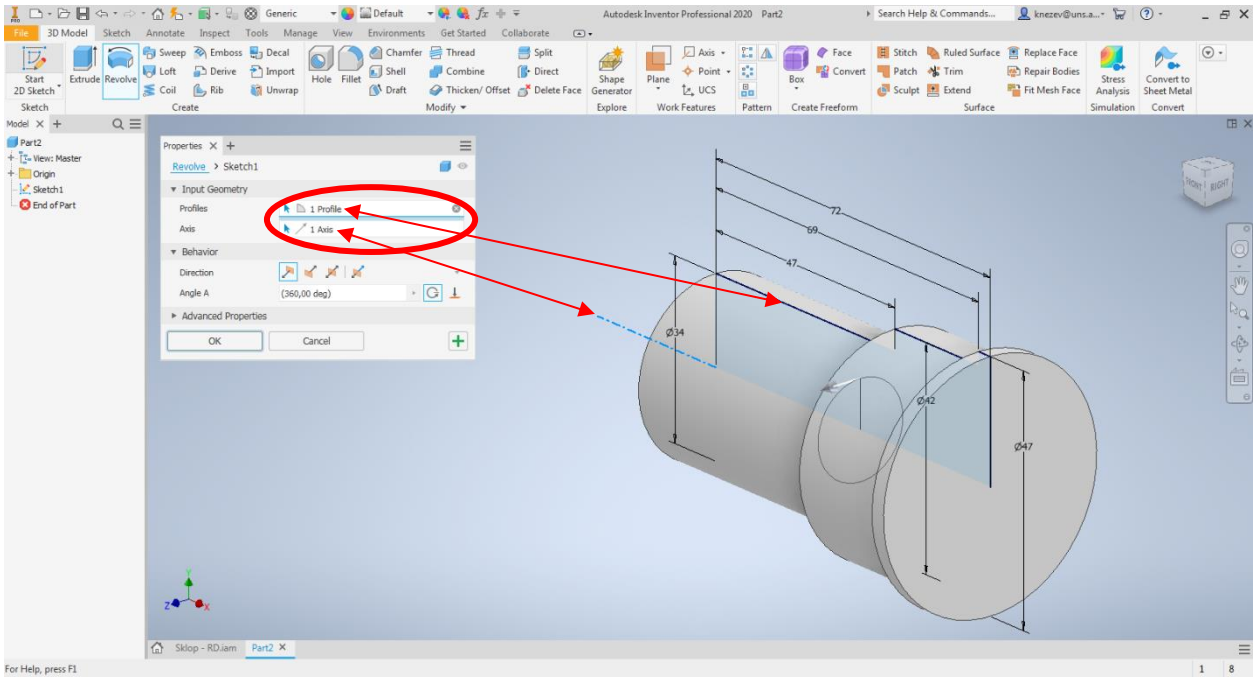
Slika 7. Početna skica i osa rotacije

Kotiranje se vrši alatom ***Dimension***, koji funkcioniše tako što je nephodno kliknuti na deo skice u ovom slučaju liniju/e, koju/e treba kotirati. Treba uočiti kote *Φ34, Φ42, Φ47*, koje su kotirane kao prečnici. Da bi se kotirali prečnici kotira se rastojanje između željene linije i ose rotacije. Kada je to urađeno skica je završena i treba se vratiti u modul sa alatima za modelovanje. Vraćanje u alate za modelovanje se vrši naredbom ***Finish Sketch*** (Slika 8).



Slika 8. Kotiranje skice

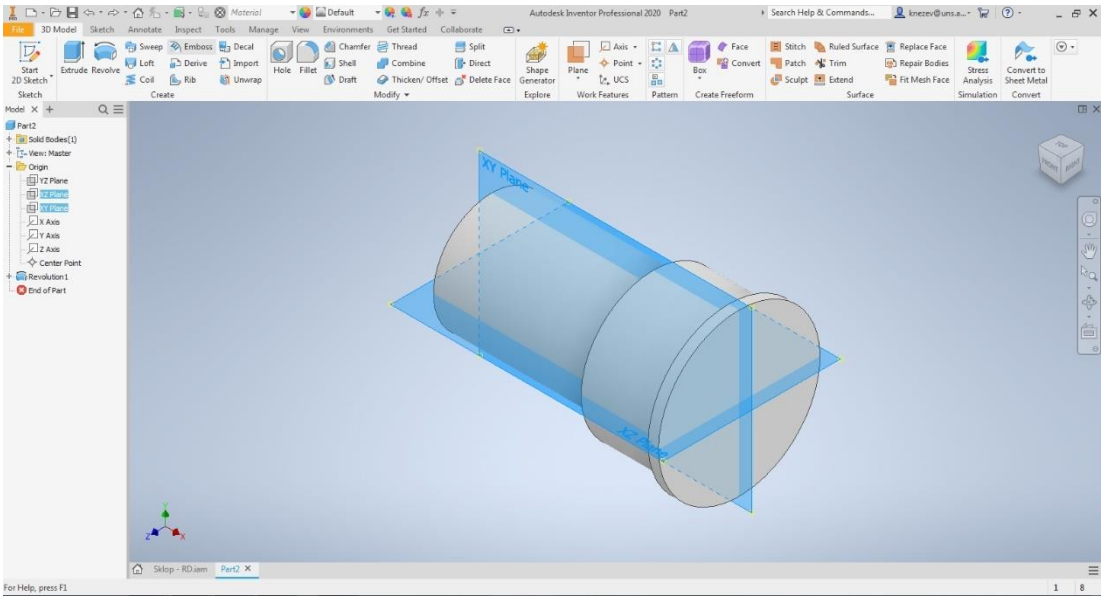
Pri modelovanju rotacionih radnih predmeta treba koristi alat ***Revolve***, za koji je neophodna skica i osa rotacije. Potrebna skica je kreirana u prethodnom koraku. Nakon izbora alata ***Revolve*** pojavi se pomoćni prozor u kome se nalaze parametri nephodni da bi se izvršila rotacija profila. Parametre kao što su ***Profile i Axis***, softver najčešće automatski prepozna. Ukoliko to nije slučaj tada se zahteva od korisnika da klikom na skicu i osu sam to uradi. Što se tiče parametara ***Direction***, u okviru njega se definiše smer rotacije, a u polje ***Angle A***, treba upisati za koliko stepeni je rotacija (najčešće 360^o) (Slika 9).



Slika 9. Rotacija profila

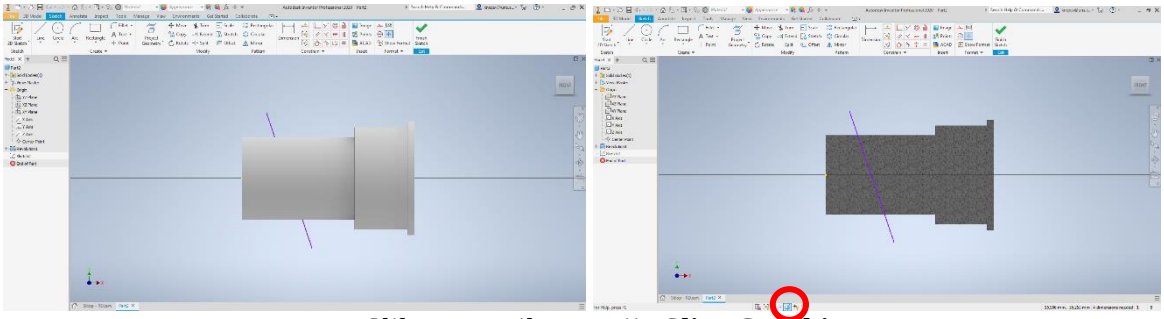
Sledeći korak je bušenje otvora kroz sredinu bez žljebova 5 D9, otvor sa cilindričnim upustom. Kao i za sve postoji više načina realizacije. Ovaj primer je pogodan za demonstraciju dva načina bušenja otvora kroz sredinu, prvi koji će biti prikazan je pomoću alata ***Revolve.***

Za njega važi slično kao za prethodni korak gde je potrebna skica i osa. Ravan skiciranja bi trebalo da bude jedna od sistemskih ravni koje se nalaze duž modela i ose predmeta, za ovaj slučaj XY ili XZ (Slika 10). U konkretnom slučaju odabrana je ravan XY.



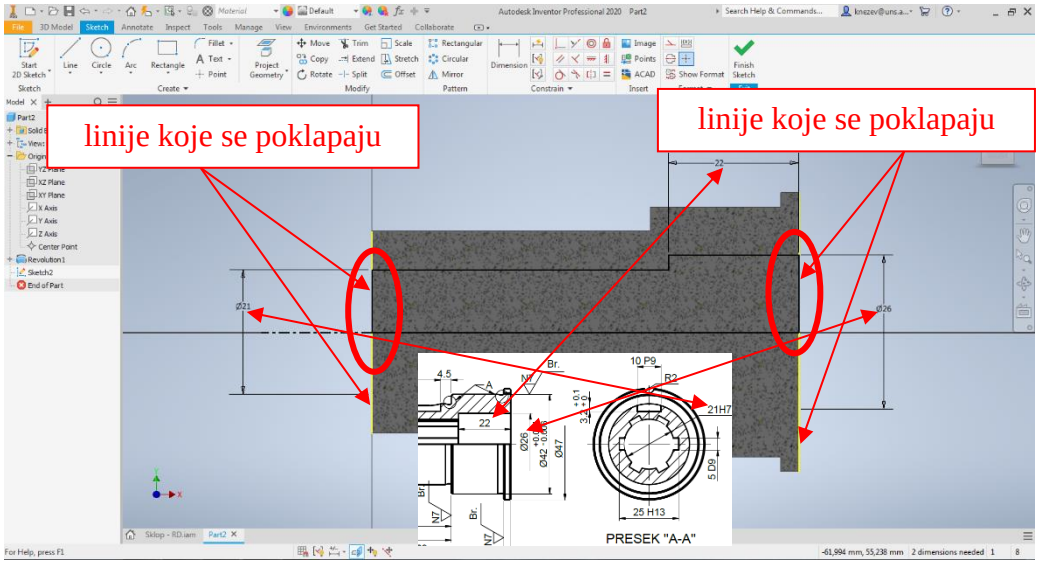
Slika 10. Prikaz ravni koje mogu biti odabrane za skiciranje

Iz razloga što ravan XY prolazi kroz sredinu modela, tokom skiciranja deo skice koji se nalazi u okviru modelovane zapremine nije vidljiv. Kod ovakvih skica značajnu pomoć obezbeđuje opcija ***Slice Graphics*** ili kao prečica na tastaturi za pozivanje ove opcije je ***F7***, koja ukloni zapreminu koja se nalazi između skice i korisnika (Slika 11)



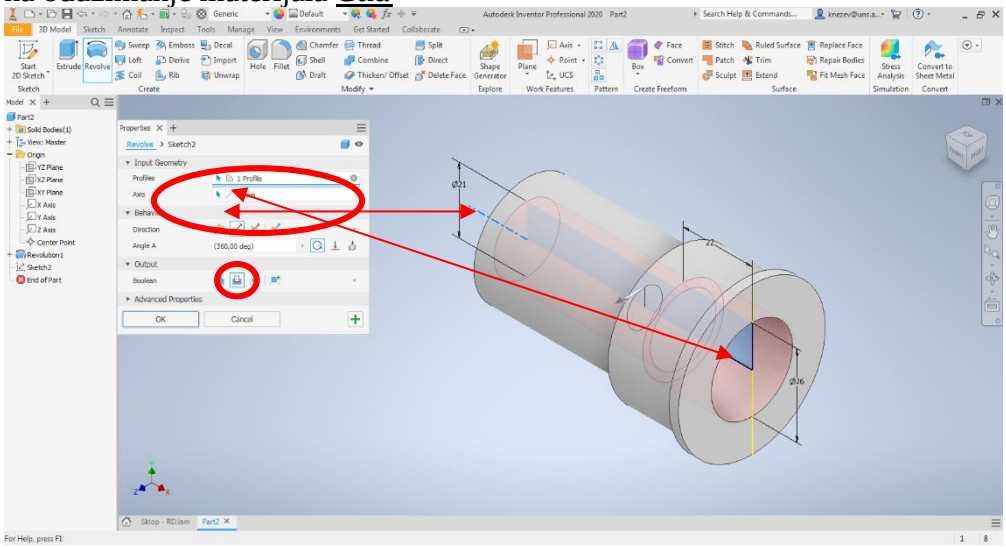
*Slika 11. Prikaz opcije **Slice Graphics***

U odabranoj ravni je skiciran i kotiran profil koji treba rotirati i osa. Međutim tokom crtanja krajnjih vertikalnih ivica označenih na slici 12, potrebno je pravce ovih ivica poklopiti sa pravcima projektovane, prednje i zadnje čeone površine definisanog modela (žute linije). Nakon prihvatanja skice ***Finish Sketch*** sledi rotacija profila alatom ***Revolve***.



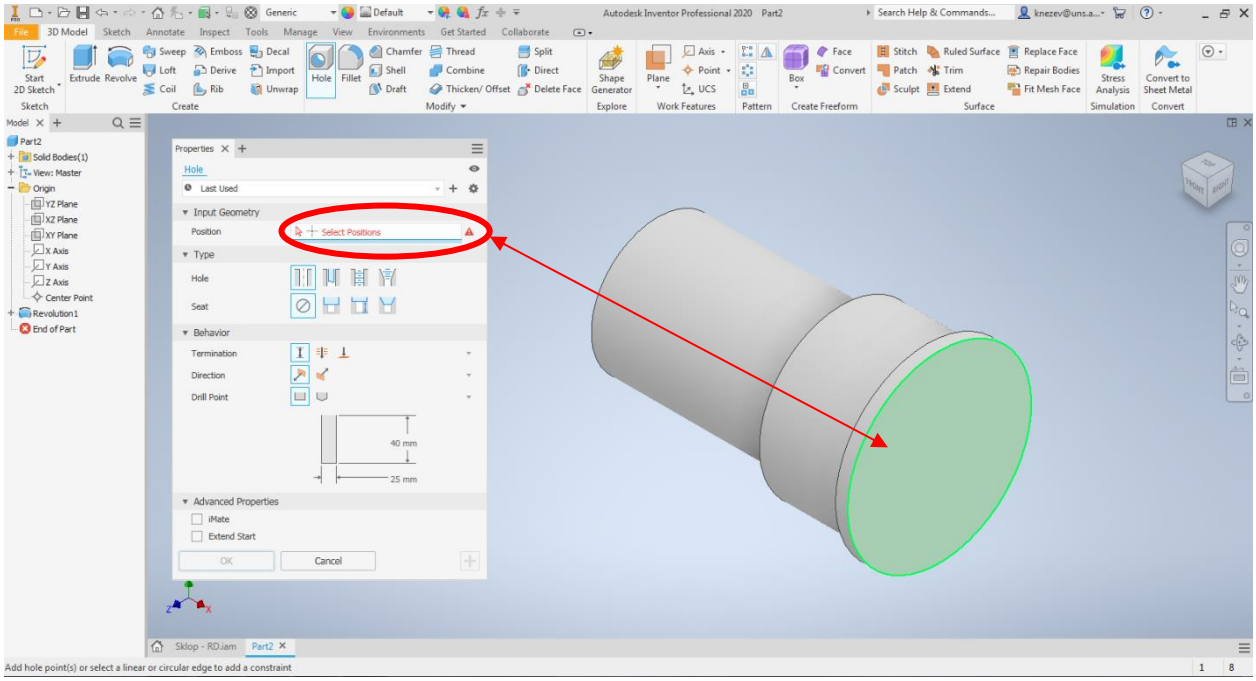
Slika 12. Skica i osa rotacije

Pomoćni prozor sa potrebnim parametrima za rotaciju profila dat je na slici 13, gde je akcenat na oduzimanje materijala ***Cut.***



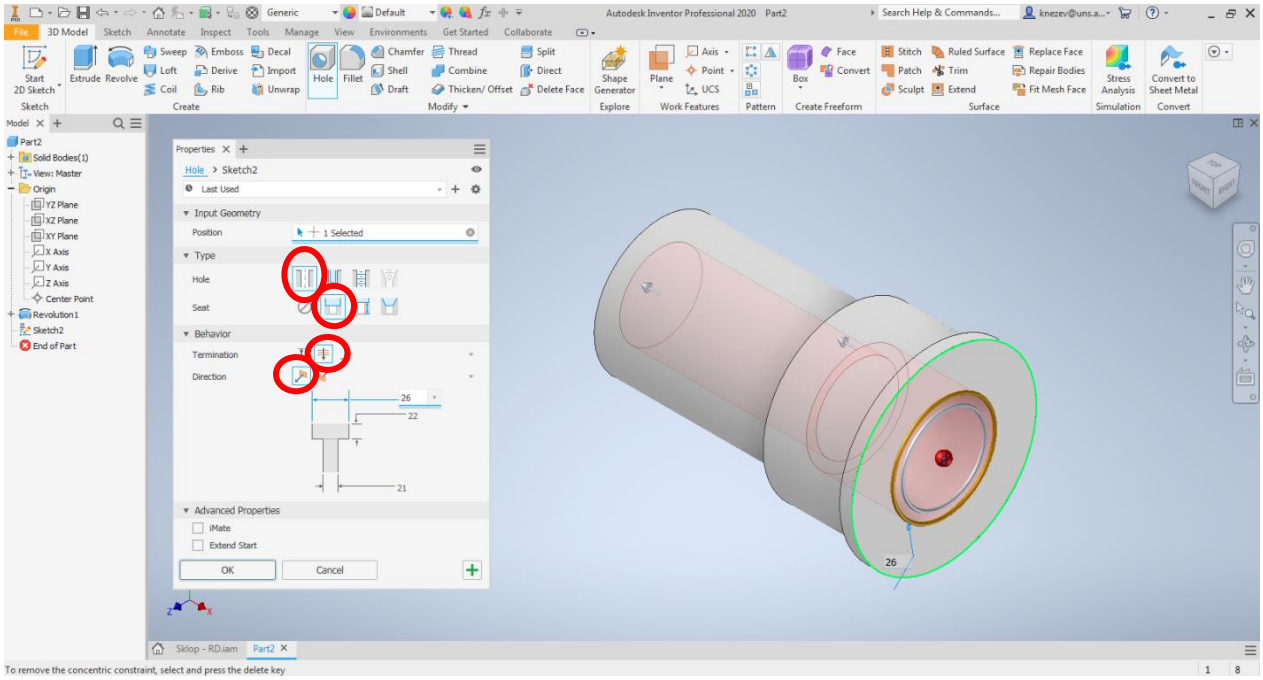
Slika 13. Rotacija profila za bušenje otvora sa cilindričnim upustom

Drugi način za modelovanje istog ovag otvora bi bio pomoću alata ***Hole***. Alat koji je u prethodnom primeru obajšnjen. Međutim u ovom slučaju postoji ralika u definisanju pozicije ose otvora, koji treba da budeo koaksijalan sa osom modela. Pokretanjem alata Hole najčešće je polje ***Position*** označeno crvenom bojim i zanakom uzvika. Time se zahteva od korisnika da označi površinu gde taj otvor počinje (Slika 14).



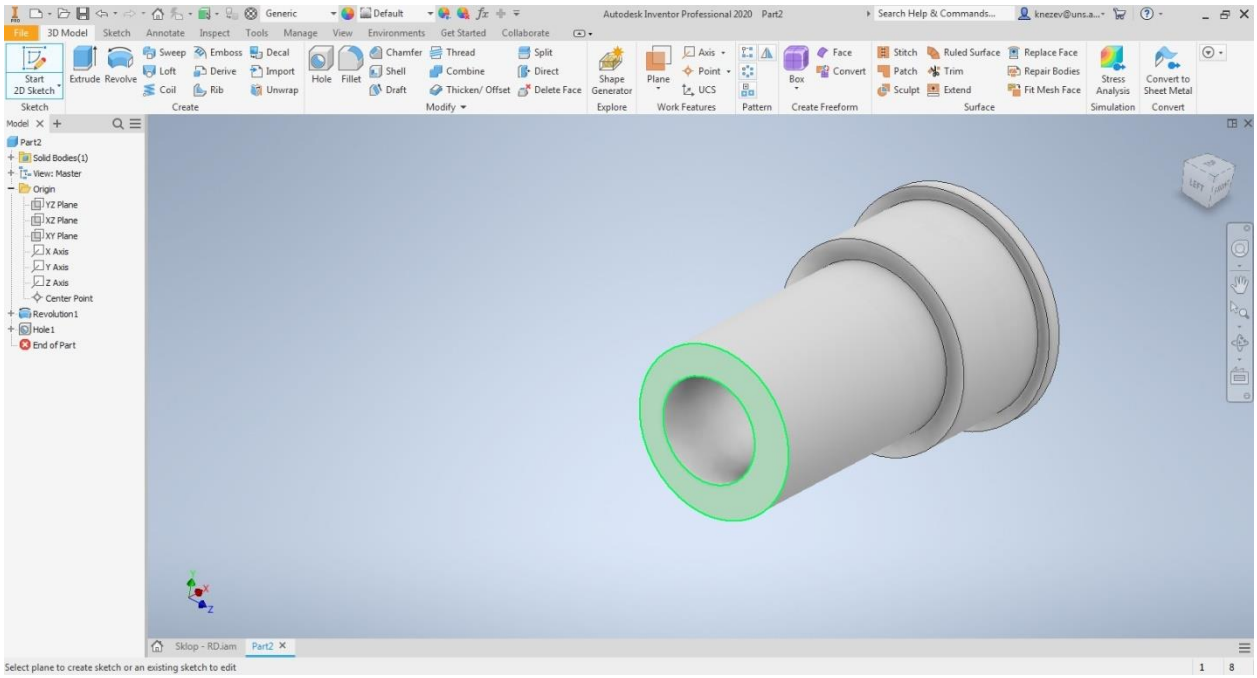
Slika 14 Definisanje površine početka otvora

Posle toga potrebno je odabrati tip otvora, kao i naredbu ***Through All*** kako bi se dobio otvor. Ukoliko softver ne prepozna automatski treba odabrati i smer. Na kraju se unose dimenzije. Za razliku od određivanja pozicije koja je objašnjena na prošlom primeru (Kućište), gde treba odabrati dve ivice kao referentne u odnosu na koje se definiše rastojanje centra rupe/otvora. Kod rotacionih modela najčešće je unutrašnji otvor koaksijalan, s tim u vezi tako se i određuje pozicija, klikom na neku od kružnica na modelu sa kojom otvor treba da bude koncentričan.



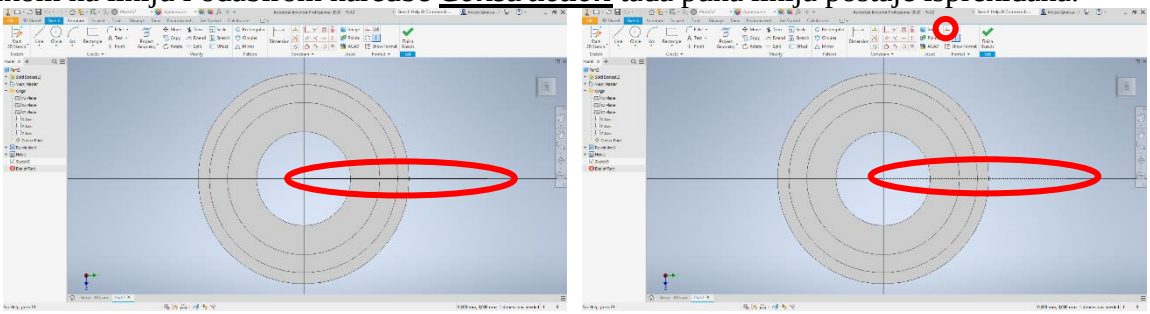
*Slika 15. Bušenje otvora pomoću naredbe **Hole***

Nakon bušenja otvora, sledi modelovanje žlebova, tako što će biti modelovan jedan, koji će biti umnožen, potreban broj puta. Za realizaciju ovok koraka korišćen je alat ***Extrude***, a ravan skiciranja je zadnja čeona površina (Slika 16).



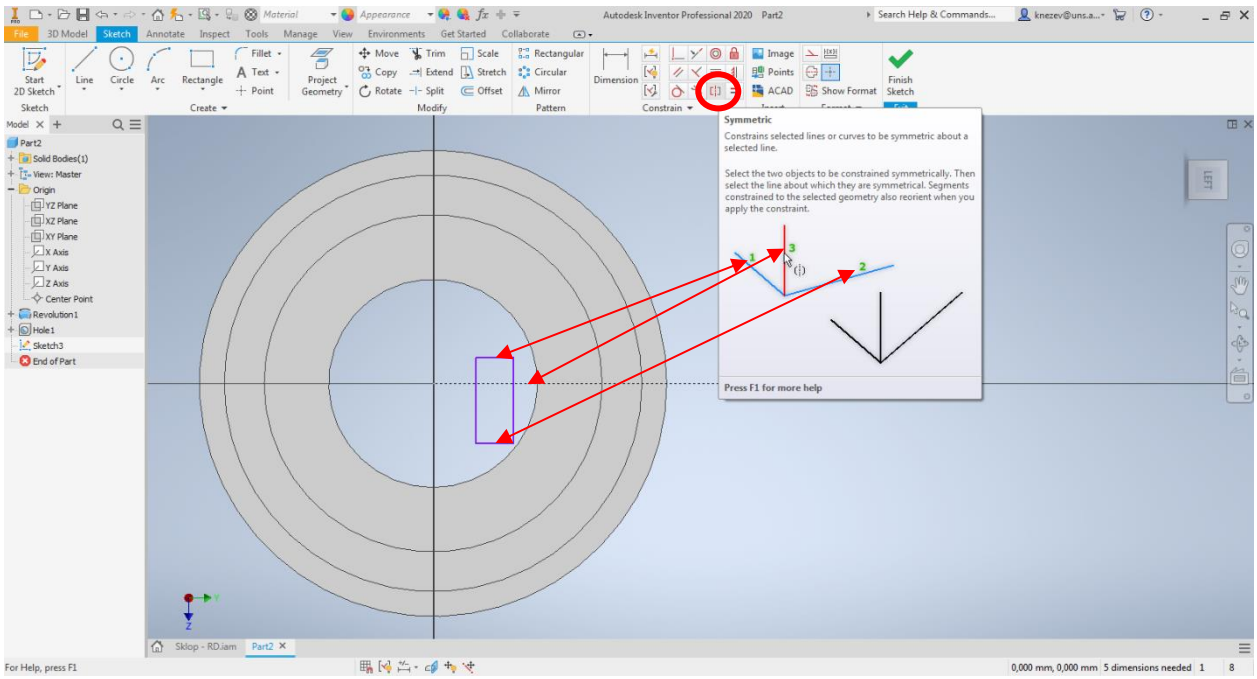
Slika 16. Površine skiciranja profila za izvlačenje žleba

Na crtežu treba uočiti pozicije unutrašnjih žlebova i zaključiti da je najjednostavnije, nacrtati jedan od dva žleba koji su simetrični u odnosu na horizontalnu osu. Iz tog razloga trebalo bi nacrtati jednu horizontalnu pomoćnu liniju. Postupak je vrlo sličan kao gore navedeni za crtanje ose. Potrebno je sa alatom ***Line*** nacrtati liniju, koja počinje iz centralne tačke, proizvoljne dužine. Nakon toga je potrebno promeniti tip linije u konstrukcionu tj. pomoćnu, klikom na liniju i odabirom naredbe ***Construction*** tada puna linija postaje isprekidana.

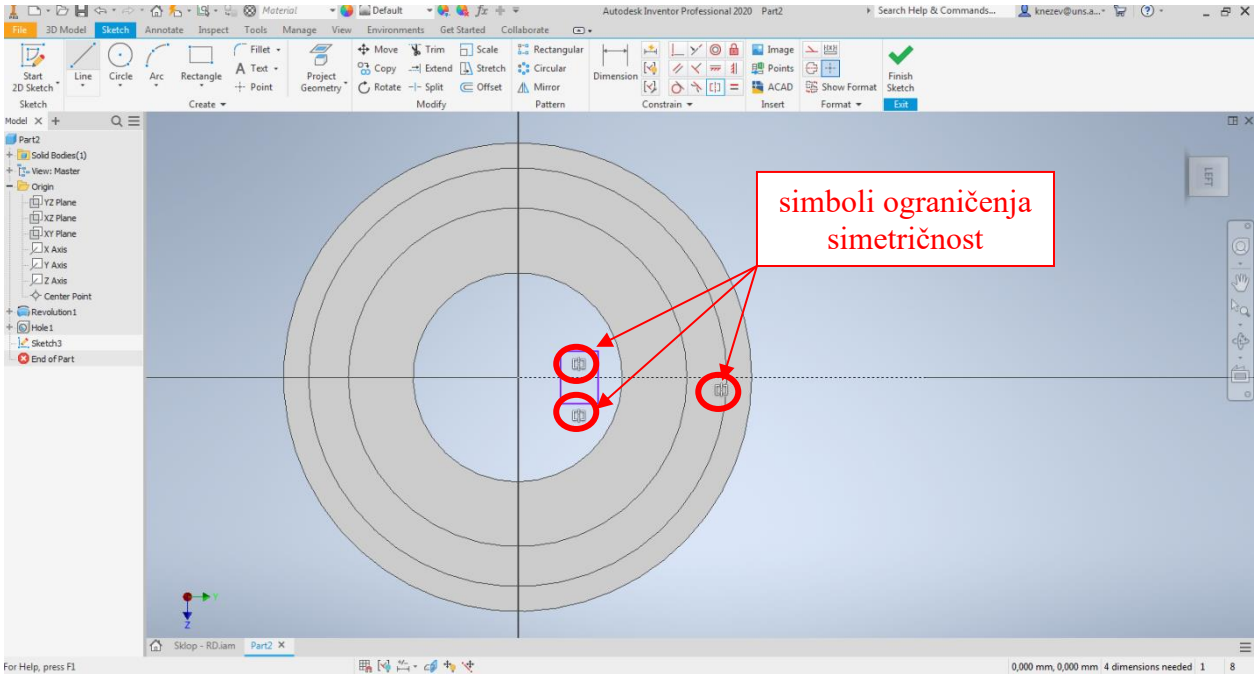


Slika 17. Promena tipa linije u pomoćnu

Nacrtana linija će biti iskorišćena kao osa simetrije za žleb. Prvo je potrebno nacrtati pravougaonik kojim će biti zadato ograničenje simetričnost. Pri zadavanju ovog ograničenja treba voditi računa o redosledu označavanja linija. Zadržavanjem kursora na ikonicu za ograničenje ***Simetric*** dat je prikaz redosleda označavanja, tako što prvo treba označiti (prva dva klika) odjekte (linije) koje treba da budu simetrične, a zatim (treći klik) osu simetrije (Slika 18). Nakon uvođenja ograničenja simetričnosti, gornja i donja ivica pravougaonika će bez obzira na dimenziju pravougaonika (žleba) uvek biti simetrične u odnosu na osu. Na slici 19 vidljivo je da se pored svake od linija koja je deo simetričnosti pojavio simbol koji to i potvrđuje.



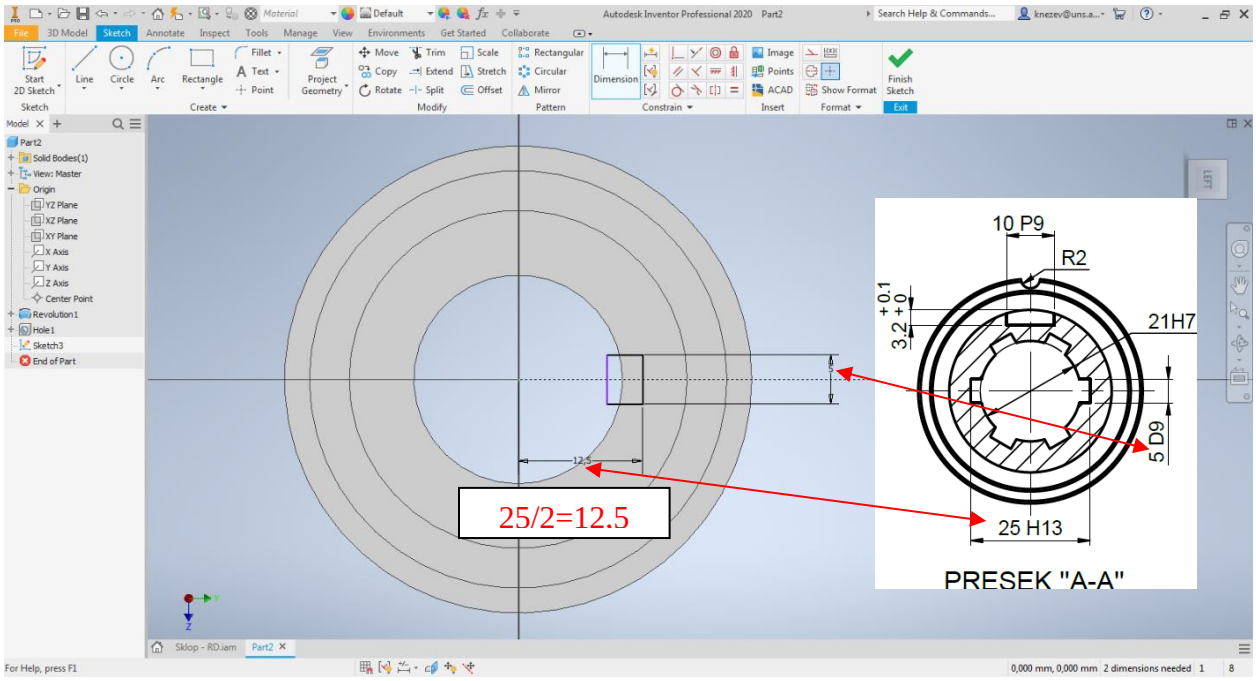
Slika 18. Skica pravouganika pre ograničenja simetričnost



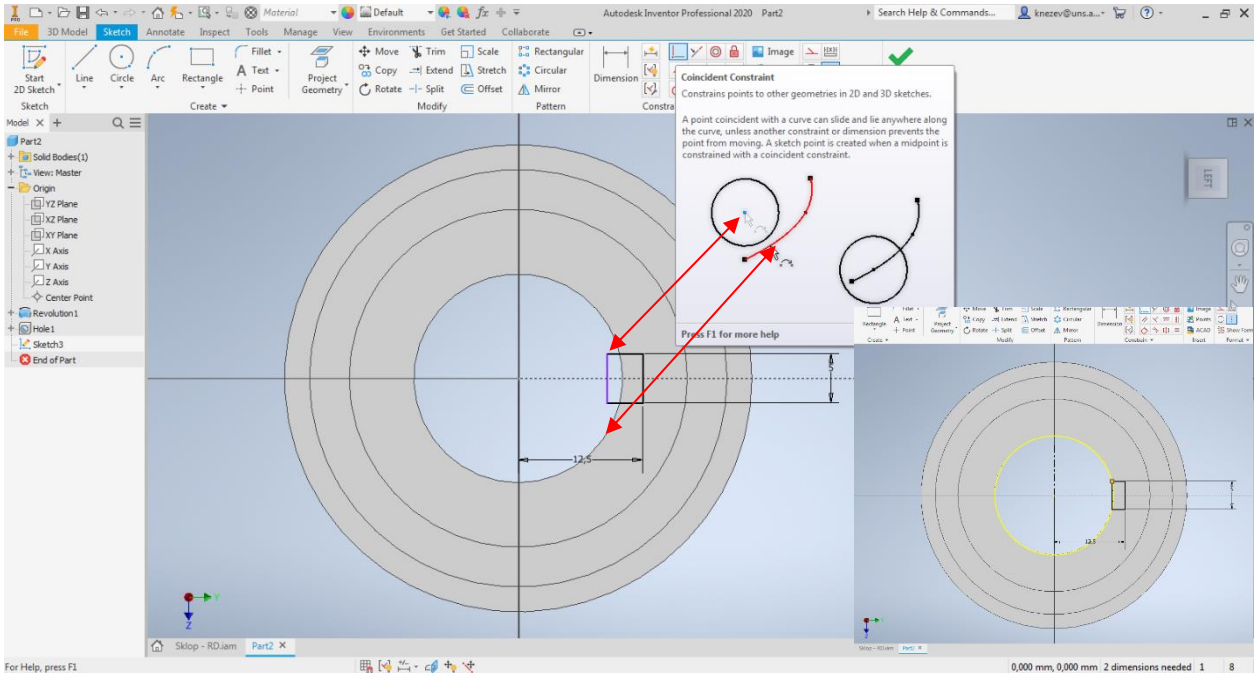
Slika 19. Skica pravouganika nakon ograničenja simetričnost

Sledeći korak je skiciranje pravougaonika, kao što je prikazano na slici 20. Na crtežu **PZ025.002** u okviru preseka se vide potrebne dimenzije i pozicija žleba. Međutim da bih dimenziju 25 H13 bilo moguće kotirati neophodna je osa rotacije (tada bi bio kotiran prečnik, a ovde se ne radi o takvom tipu dimenzije) ili neke druge pomoćne linije. Iz tog razloga je dimenzija 25 podeljena na dva i sa dobijenom vrednošću od 12.5 kotirano je rastojanje od centra modela do spoljašnje dimenzije žleba. Pored toga vidi se da je jedna od ivica tj. leva ostala neodređena (ljubičaste boje). To u ovom slučaju nije problem i može tako da ostane, iz razloga što tim delom skice nakon izvlačenja i oduzimanja, geometrija modela nije ugrožena. Jedan od načina da se taj problem reši je uvođenje ograničenja ***Coincident Constraint***. Zadržavanjem kursora na ikonici takođe će biti prikazana dodatni opis i grafički prikaz ograničenja. Kod ovog ograničenja se vrši preklapanje tačke i linije, tako da nakon odabira alata neophodno je označiti (kliknuti na) liniju i tačku koje je potrebno preklopiti. U ovom slučaju tačka je teme

pravougaonika, a linija je unutrašnja kružnica. Na slici 21 prikazan je postupak uvođenja ograničenja ***Coincident Constraint.***

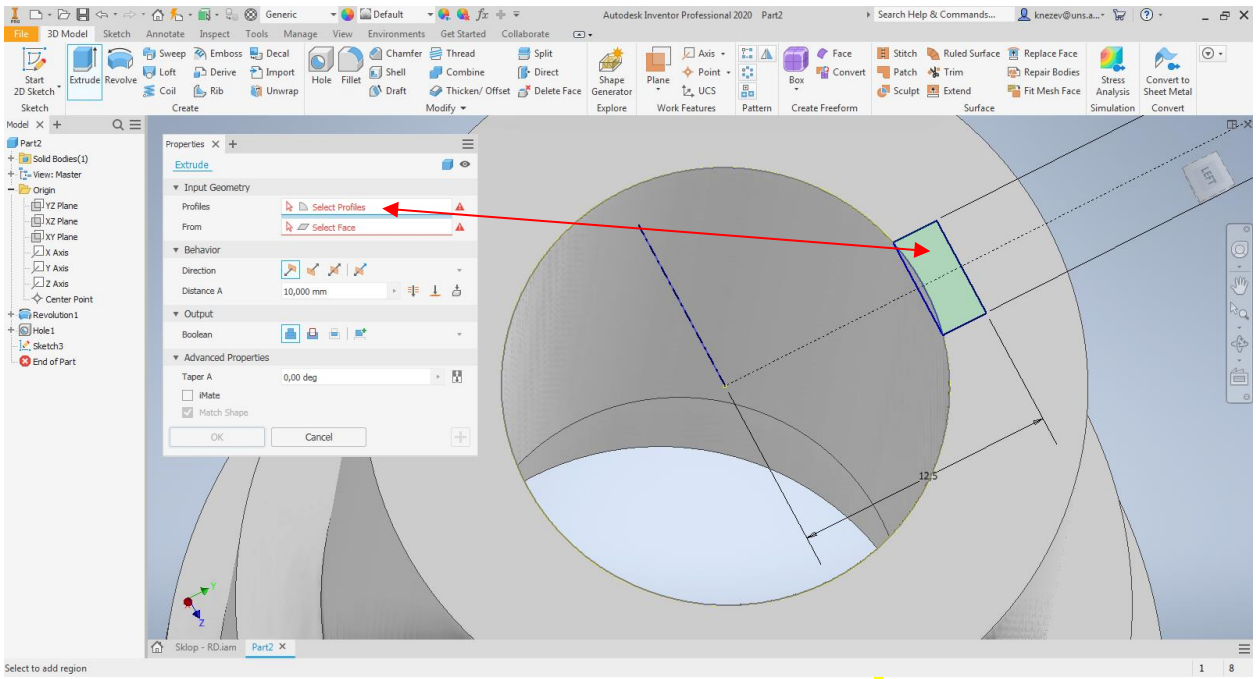


Slika 20. Skica pravouganika nakon kotiranja

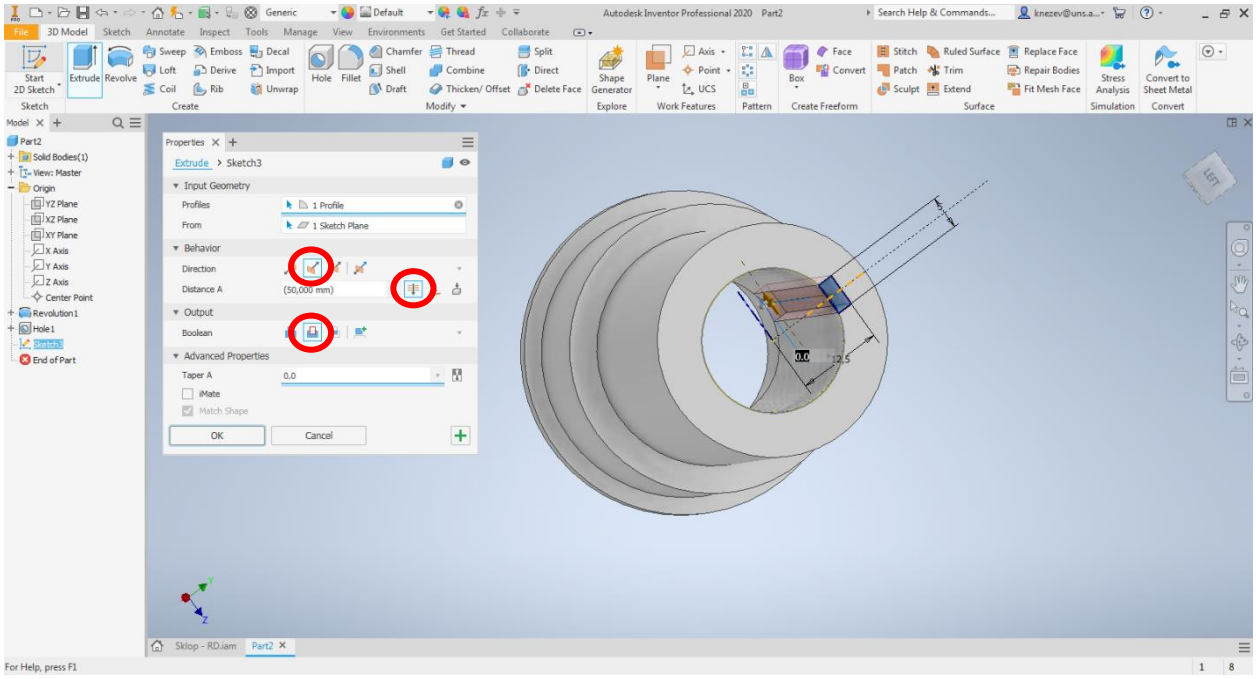


*Slika 21. Skica pravouganika nakon ograničenja **Coincident Constraint***

Zbog pojavljivanja projektovane ivice (žuta kružnica) kao posledica uvođenja prethodno opisanog ograničenja, u okviru ove skice ima više zatvorenih kontura. Tako da u okviru pomoćnog prozora alata ***Extrude*** prva dva polja ***Profiles i From***, softver nije prepoznao, i korisnik treba da ih sam odabere (klikom na konturu koju treba izvući) i to je profil koji je označen na slici 22. Nakon odabira profila potreno je podesiti i ostale parametre koji su označeni na slici 23.

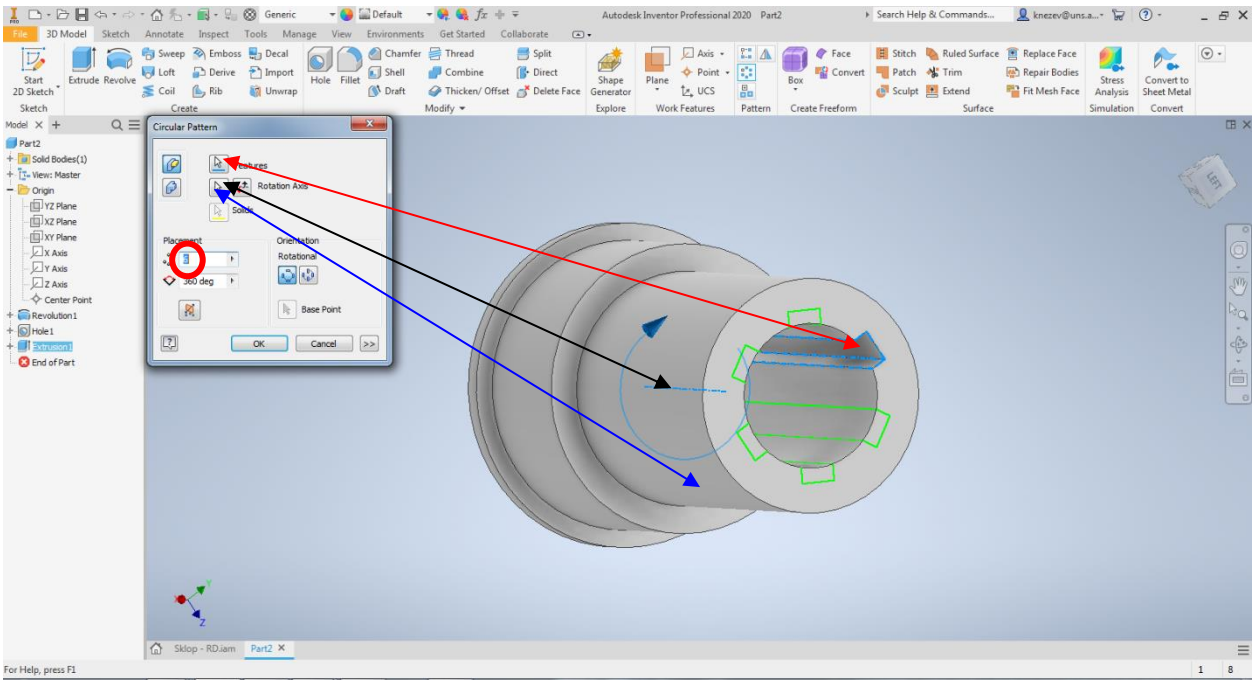


Slika 22. Označavanje profila za izvlačenje žljeba



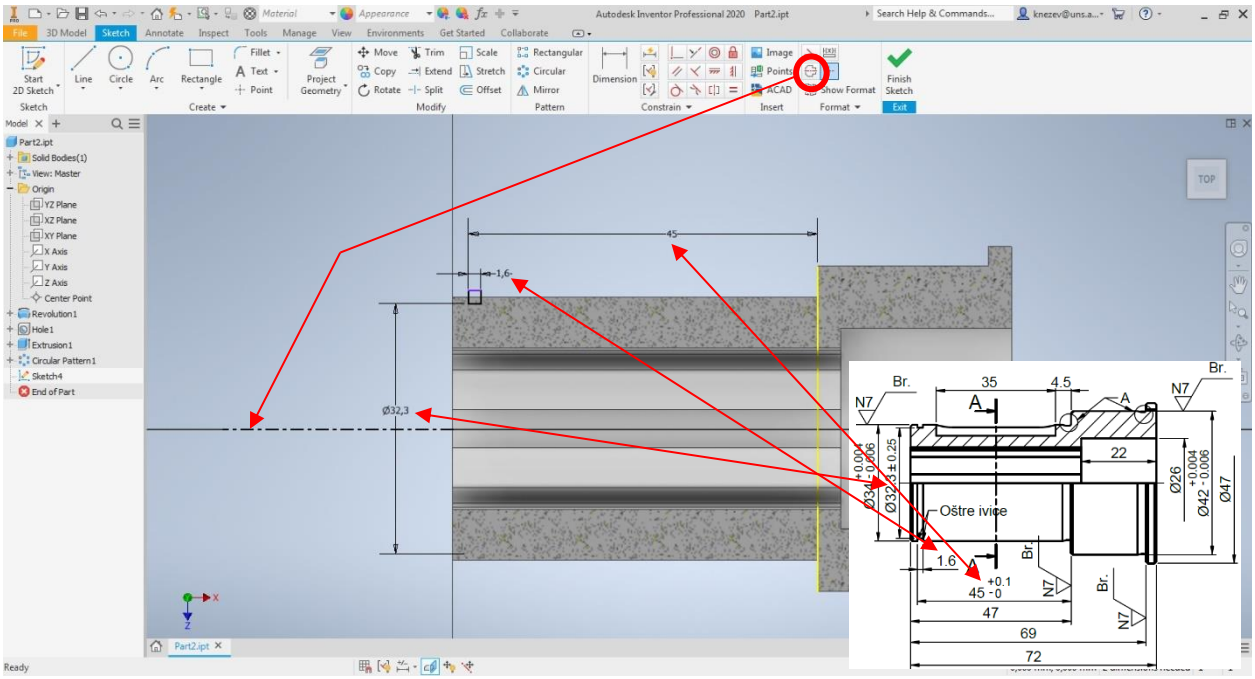
Slika 23. Izvlačenje (oduzimanje) profila za žleb

Kada je jedan žleb modelovan, treba ga umnožiti, u tu svrhu će biti korišćen alat ***Circular Pattern***, koji se koristi za umnožavanje oko ose. Na slici 24, dat je izgled pomoćnog prozora za označenim poljima koje treba odrediti. Prvo pod opcijom ***Features*** treba označiti koji oblik se umnožava (kliknuti na žleb, crvena strelica na slici 24, tada ikonica pored ***Features*** postaje bela), nakon toga je neophodno na neki od načina označiti osu. Jedan od jednostavnih je odabrati bilo koju cilindričnu površinu koja je koaksijalna sa osom simetrije svih žlebova, u ovom slučaju je odabrana cilindrična površina sa najmanjim prečnikom (označeno plavom strelicom na slici 24) nakon čega se na modelu pojavi prikaz ose (označeno crnom strelicom na slici 24) i smer umnožavanja (mogle su takođe biti odabrane druge dve spoljašnje cilindrične površine, kao i unutrašnji cilindri).



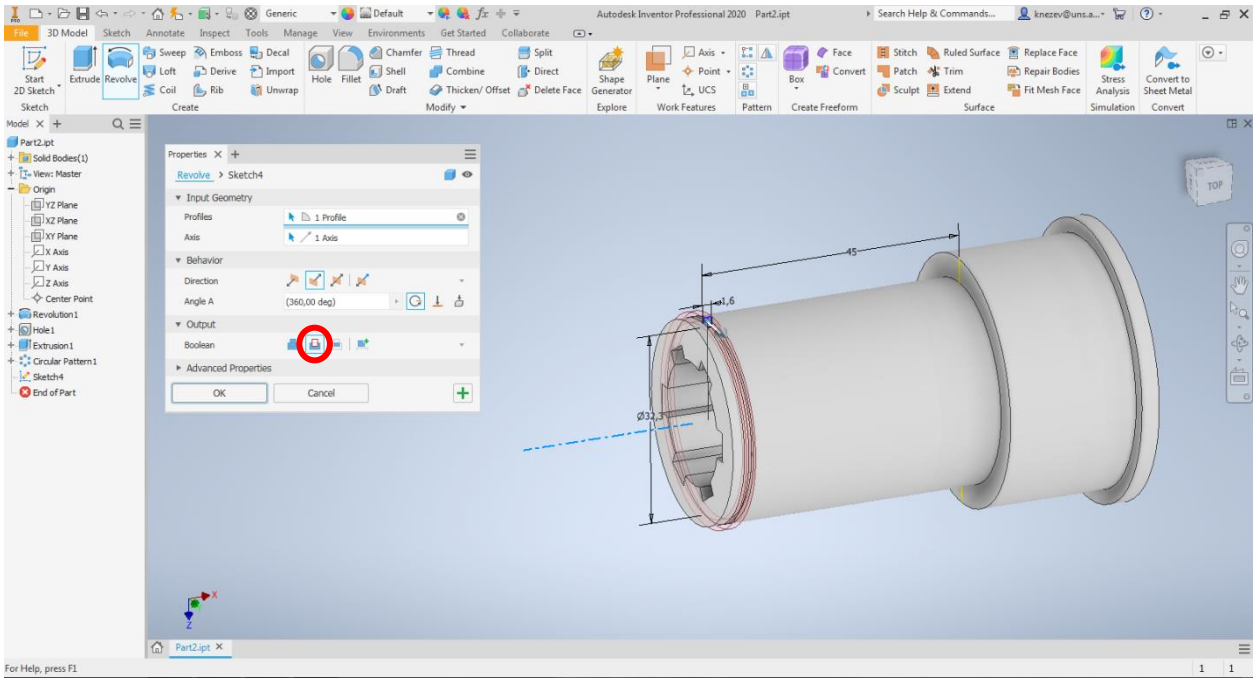
Slika 24. Kružno (osno) umnožavanje žleba

Žleb za spoljašnji uskočnik, će biti modelovan primenom alata ***Revolve***, tako što će u nekoj od poprečnih ravni pogledati sliku 10 (ovde je odabrana ravan XZ) biti skiciran profil žleba (pravougaonik), koji će biti zarotiran oko ose sa opcijom oduzimanja materijala. Nakon pokretanja modula za skiciranje javlja se isti problem što se skica ne vidi od modela, kao na slici 11. Iz tog razloga će opet biti korišćena opcija ***Slice Graphics***, a profil skice je oblika pravougaonika (slika 25). Pored skice potrebno je nacrtati osu rotacije ***Centerline*** (pogledati sliku 7). Na slici 25, treba videti da gornja stranica pravougaonika nije potpuno definisana (linija je ljubičasta), tj prelazi prečnik modela. Sličan takav slučaj je bio kod modelovanja unutrašnjeg žleba, kod kojeg je uvedeno ograničenje ***Coincident Constraint***. Kod ove skice će skica ostati ovakva kakava jeste, zato što rotaciojm ovog profila oko ose i oduzimanjem materijala, geometrija modela neće biti ugrožena.



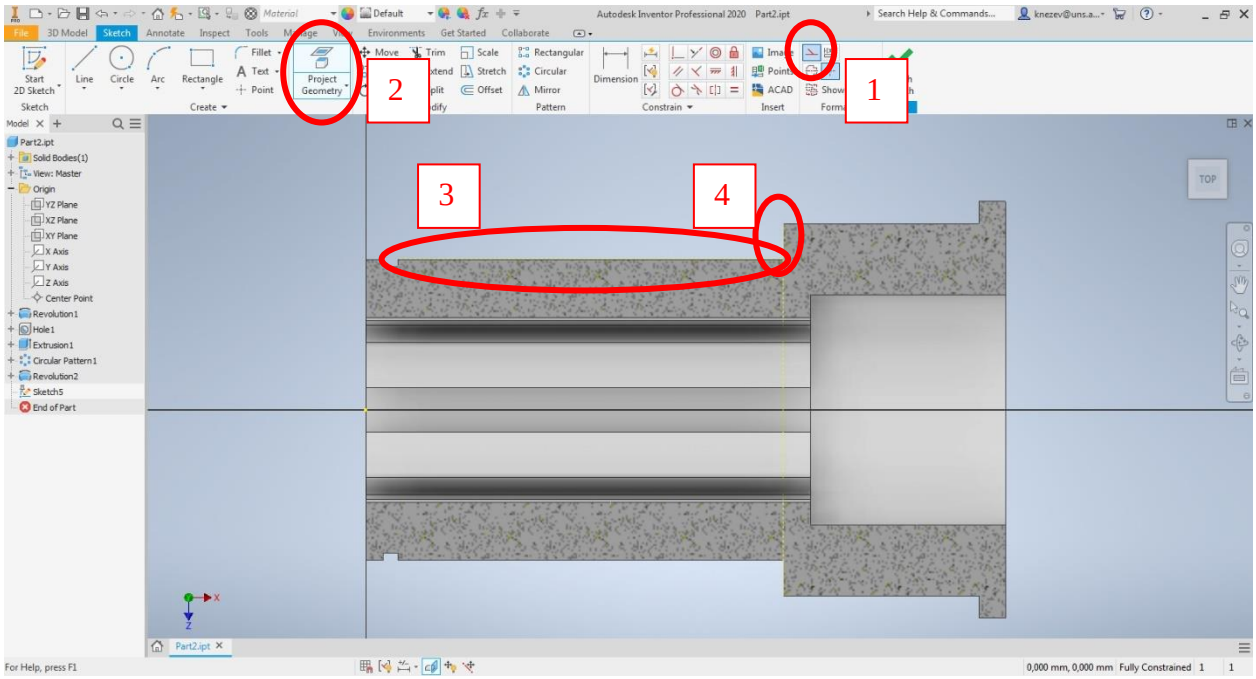
Slika 25. Kotiranje skice žleba za uskočnik

Pozivanjem alata Revolve pojavi se pomoćni prozor kod kojeg je potrebno definisati parametre kao što je prikazano na slici, gde treba naglasiti oduzimanje materijala ***Cut***.



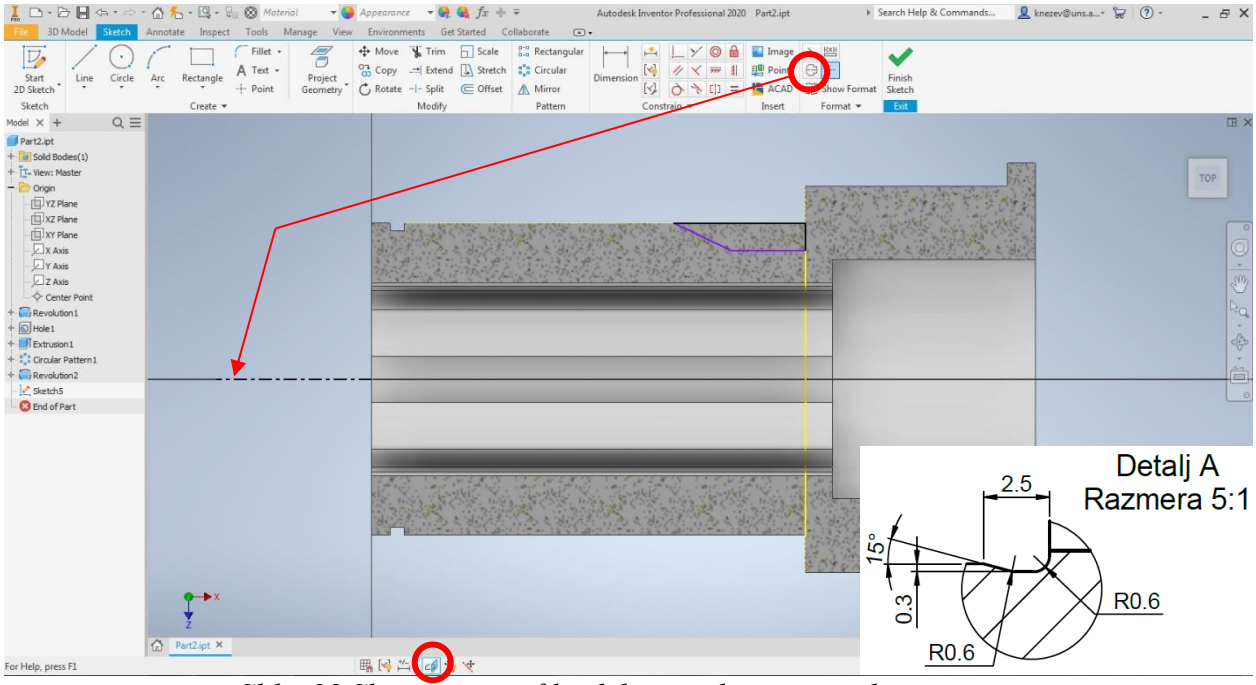
Slika 26. Rotacija profila žleba za uskočnik

Na isti način samo što se radi o drugačijem obliku profila skice, će biti modelovani žlebovi za izlaz alata - strugarskog noža, čije se dimenzije vide na **Detalju A.** Kao za sve skice do sada i ovde će biti primenjeno pravilo da skica bude bez zaobljenih ivica. Ravan skiciranja je identična kao u prošlom koraku tj. XZ. Radi tačnijeg i jednostavnijeg crtanja skice, potrebne su dodatne pomoćne linije, koje će biti projektovane, alatom ***Project geometry***, pošto se radi o pomoćnim linijama trebalo bi da budu isprekidane, tako da pre pozivanja alata ***Project geometry***, treba aktivirati opciju ***Construction***. Kada je opcija ***Construction*** aktivna-sledi i alat ***Project geometry***. Nakon toga je potrebno označiti (kliknuti), na linije koje su označene na slici 27, i pojaviće se dve isprekidane (žute) linije.

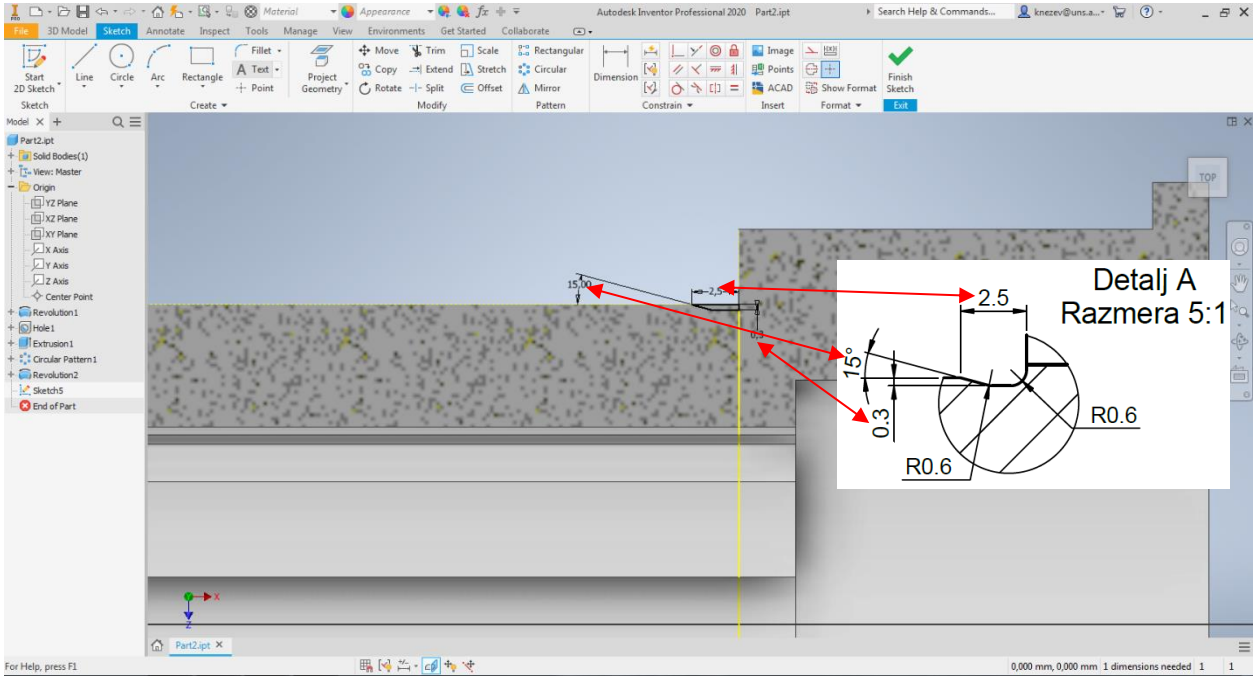


Slika 27. Projektovanje geometrije

Slika 28 prikazuje oblik profila skice i osu rotacije, gde treba uočiti crne linije profila koje su preklopljene sa prethodno projektovanim pomoćnim linijama, dok je na slici 29, prikazana skica nakon kotiranja. Kod kotiranja skice: Ovde je prvi put slučaj da se pojavljuje ugaona kota. To se radi tako što se alatom ***Dimension*** označe linije (kliknuti) između kojih je kotiran ugao.

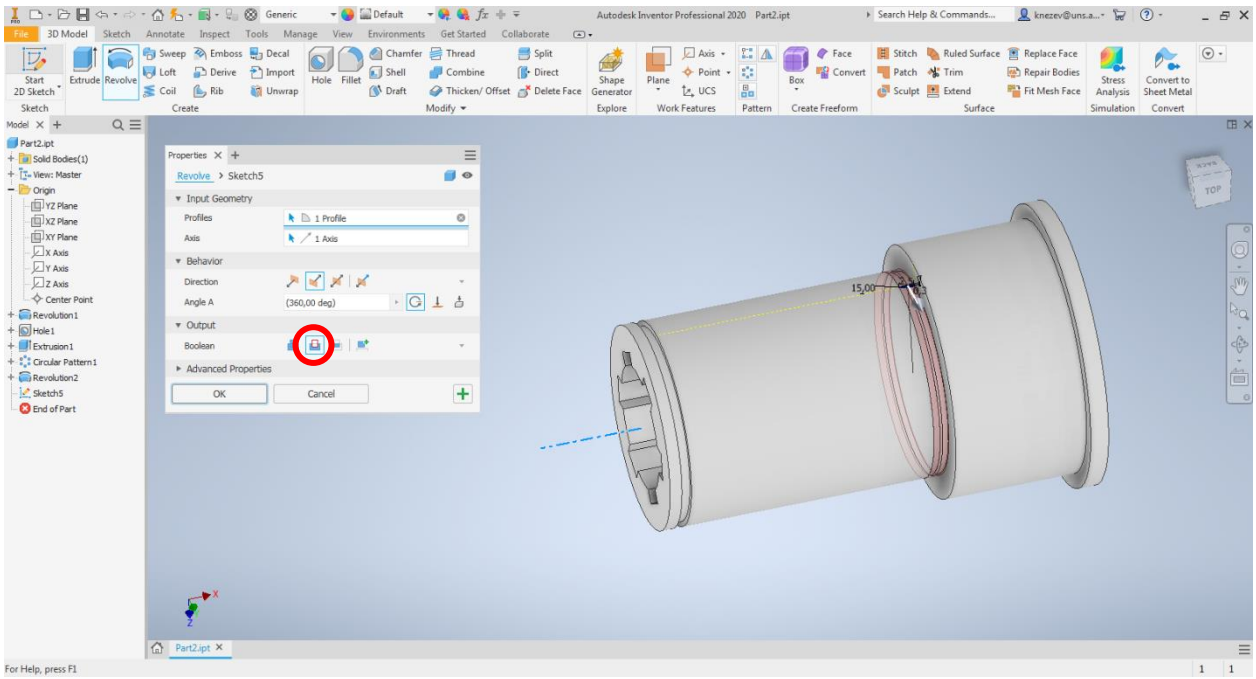


Slika 28 Skiciranje profila žleba za izlaz strugarskog noža

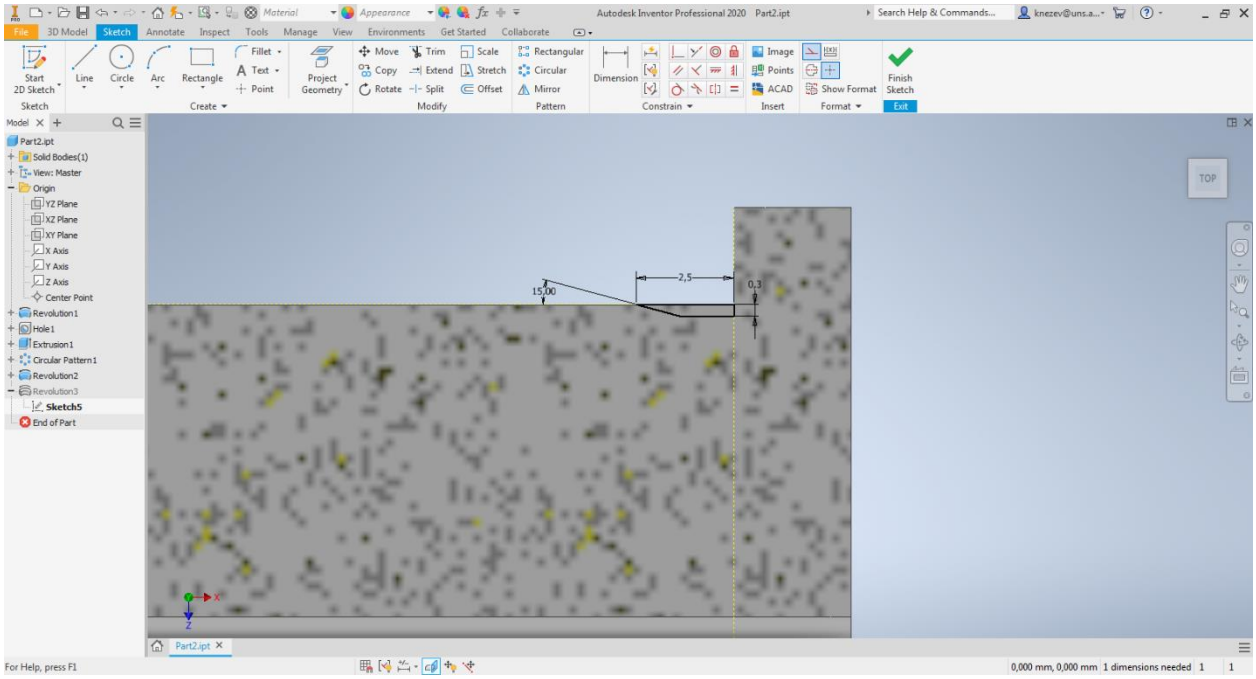


Slika 29 Izgled skice nakon kotiranja

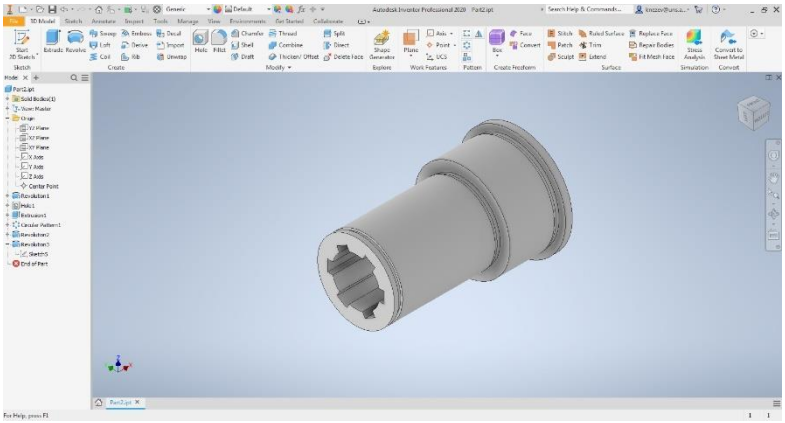
Nakon prihvatanja skice, kao što je već rečeno, alatom ***Revolve***, potrebno je rotirati profil i oduzeti materijal. Izgled pomoćnog prozora alata ***Revolve*** je dat na slici 30. Isti ovakav žleb se nalazi na prelazu između srednjeg i najvećeg spoljašnjeg cilindra, međutim pošto se radi o istom obliku žleba, potrebno je ponoviti postupak za tu poziciju. Tako da je na slici 31, dat samo prikaz, da bi uočili poziciju profila skice i koju geometriju treba projektovati. Izgled modela nakon rotacije i oduzimanja materijala prikazan je na slici 32.



Slika 30. Rotacija profila žleba za izlaz strugarskog noža

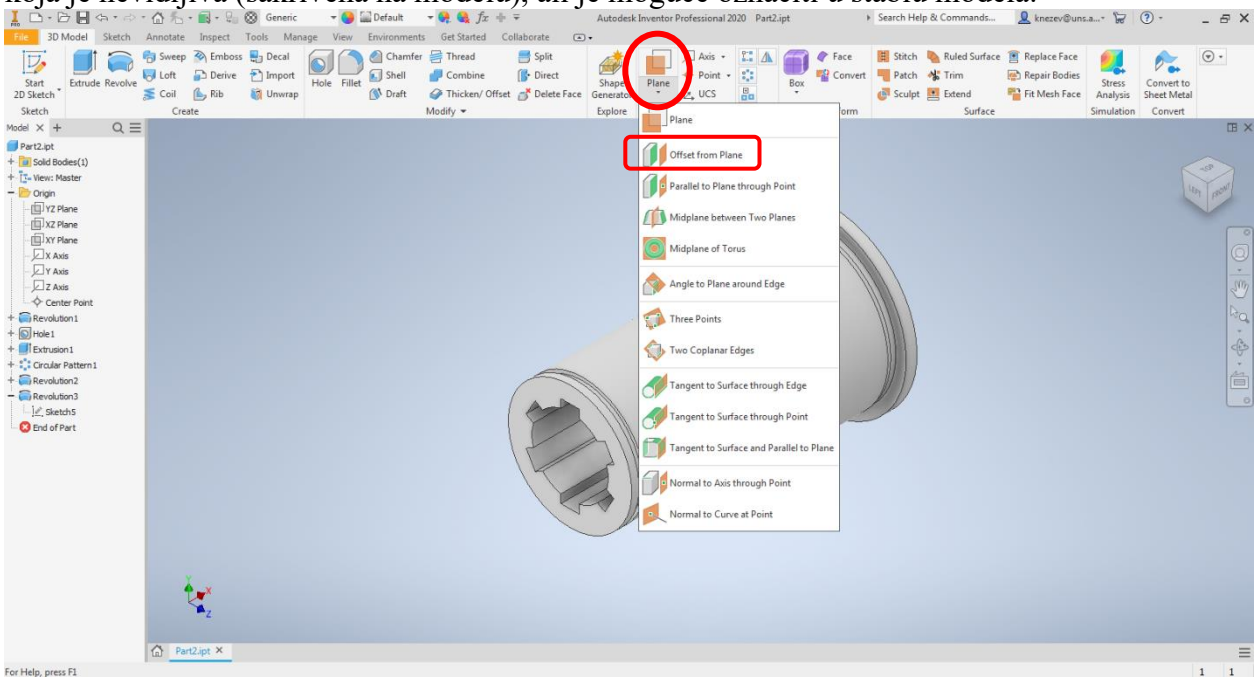


Slika 31. Izgled skice drugog žleba za izlaz strugarskog noža nakon kotiranja

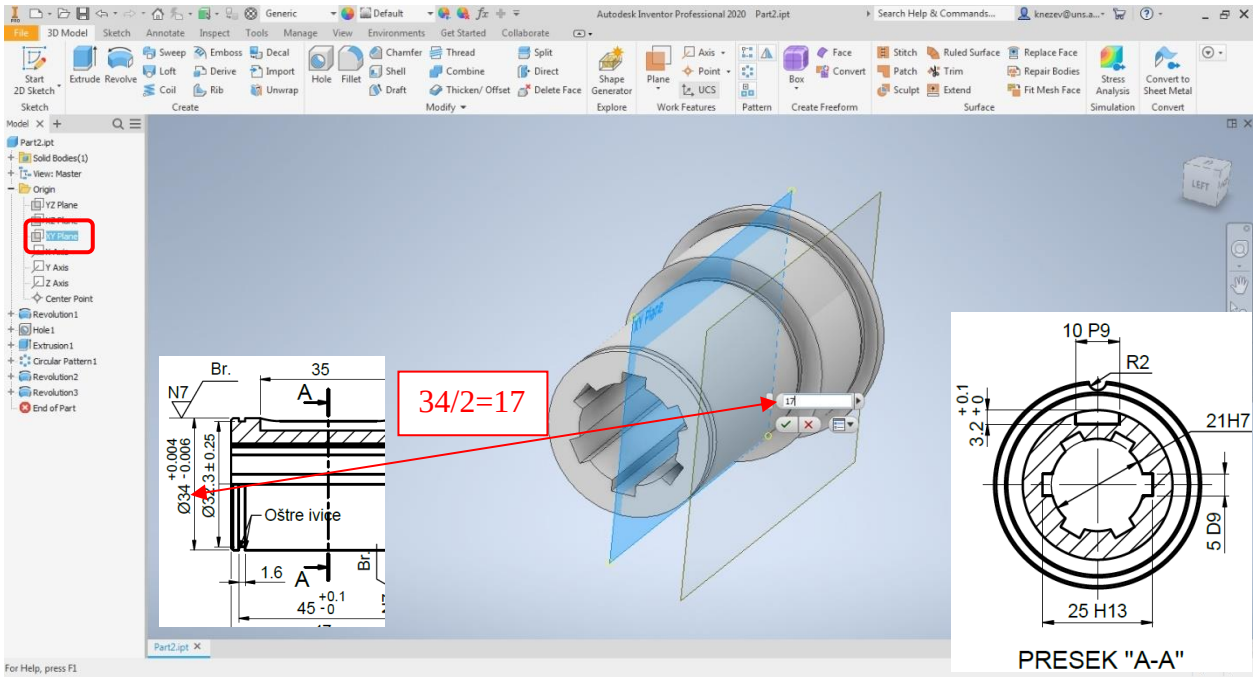


Slika 32. Izgled modela nakon modelovanja oba žleba za izlaz strugarskog noža

Za modelovanje žleba za klin, neophodna je nova ravan, ozirom da se ne može skicirati na cilindričnoj površini. Ovde je potrebno kreirati ravan koja je tangenta na najmanji spoljašnji cilindar. Da bi bili korišćeni alati koji kreiraju novu ravan pomoću tangente (***Tangent to Surface through Edge, Tangent to Surface through Point)*** bilo bi potrebno docrtati pomoćnu liniju tj. tačku. Takođe i alat ***Tangent to Surface and Parallel to Plane*** nije moguće koristiti iz razloga što na modelu nema površine koja je paralelna sa novom ravni. Iz navedenih razloga obabran je alat ***Offset from Plane***, alati za kreiranje novih ravni dati su na slici 33. Pojam Offset se susreće u većini softvera ove namene (CAD) i najčešće služi kada postoji već obejkat, a treba kreirati isti takav na nekom datom rastojanju. Ovde treba voditi računa kako će nova ravan biti orijentisana, u odnosu na unurašnje žlebove, gde se vidi da je žleb za klin pozicioniran između dva unutrašnja žleba. Iz tog razloga za ovaj konkretan slučaj, ta ravan je sistemska ravan XY, koja je nevidljiva (sakrivena na modelu), ali je moguće označiti u stablu modela.



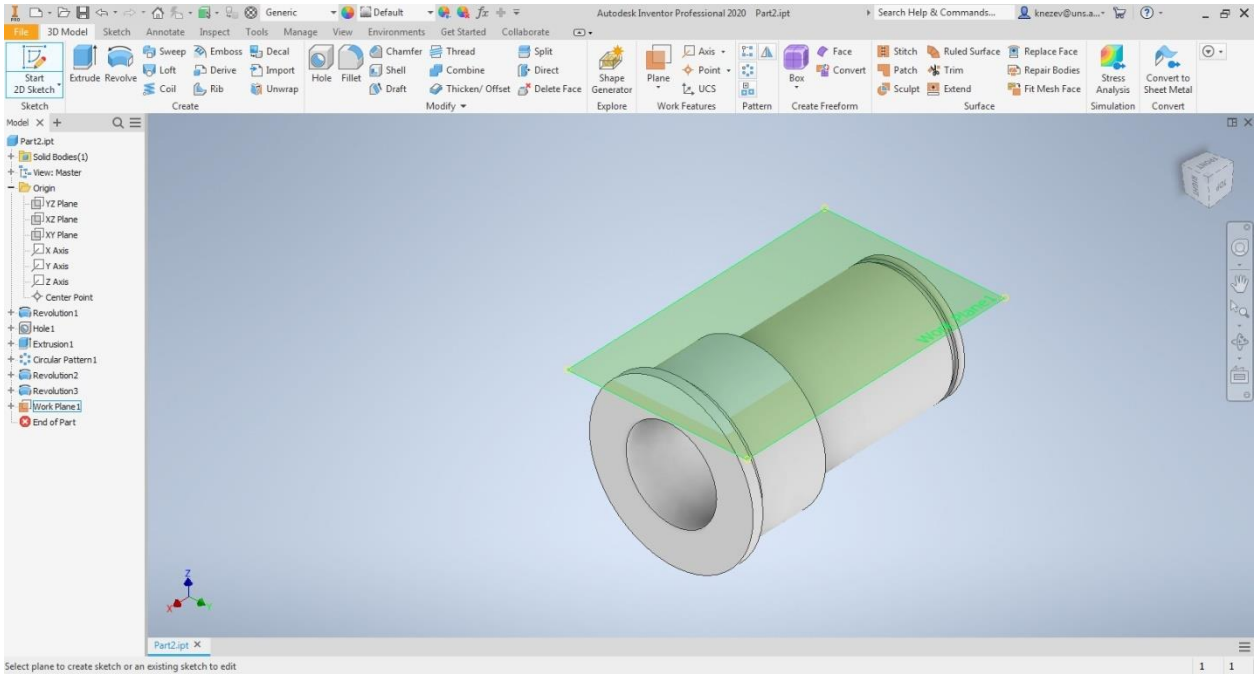
Slika 33.Prikaz alata za kreiranje nove ravni



*Slika 34. Kreiranje nove ravni na rastojanju (**Offset**)*

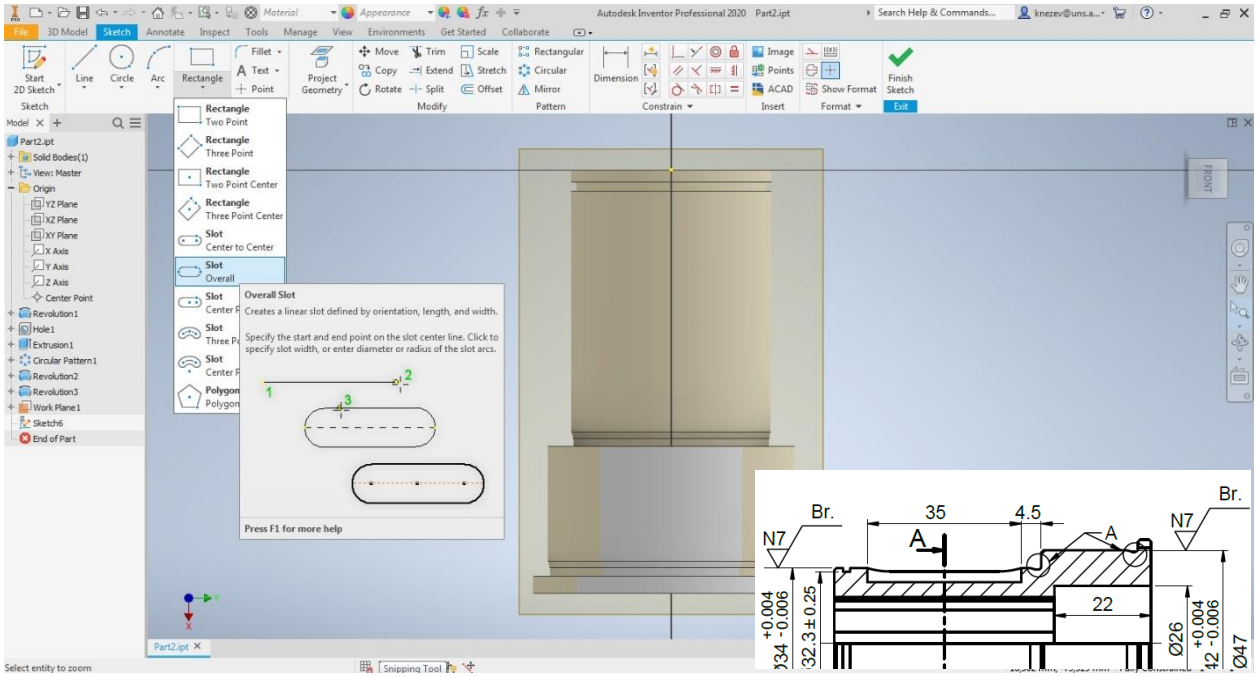
Na slici 34 prikazan je postupak kreiranja nove ravni, pomoću alata ***Offset from Plane***. Kako je prečnik cilindra na kome se nalazi žljeb za klin 34 mm, jednostavno je zaključiti da je rastojanje od sistemske XY ravni do željene nove ravni 17 mm.

Sada je ta nova ravan, ravan skiciranja (Slika 35) profila čijim se izvlačenjem i oduzimanjem materijala modluje žleb za klin.



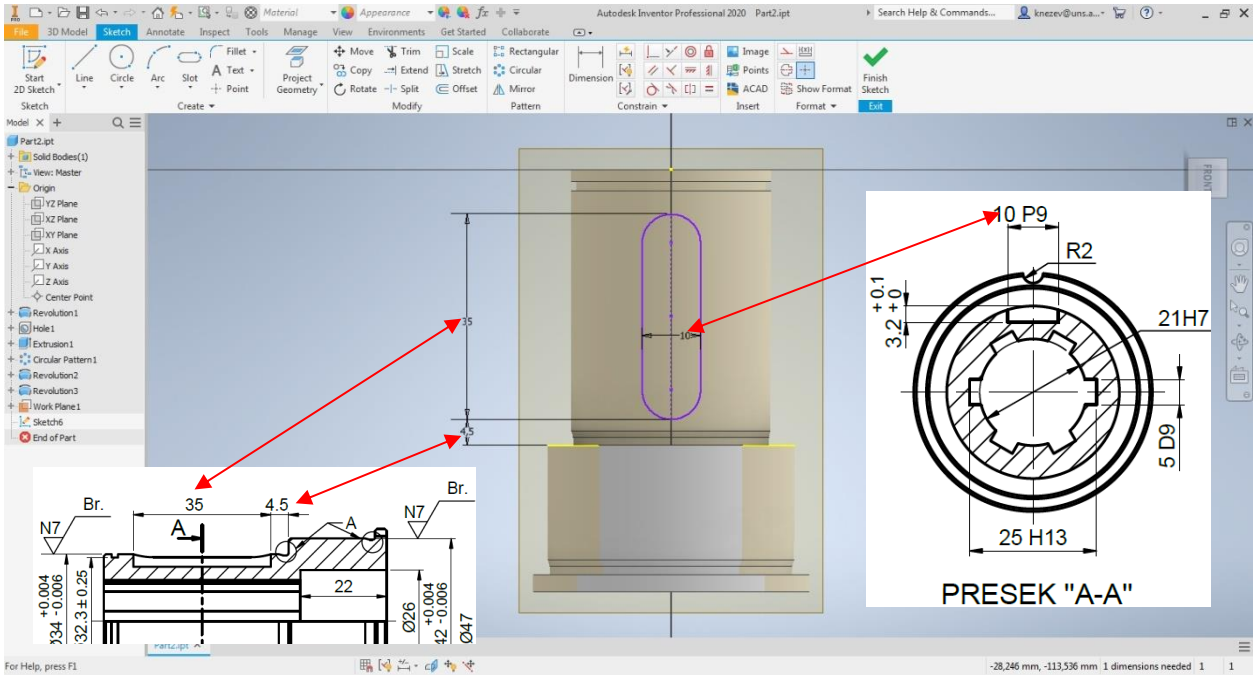
Slika 35 Odabir kreirane ravni za ravan skiciranja

Za crtanje profila oblika klina postoji alat i to više njih, u zavisnosti od tačaka koje je potrebno definisati i koje su na crtežu kotirane. Na crtežu treba uočiti da je kotirana ukupna dužina žljeba 35 mm, tako da se nameće alat ***Slot – Overall*** čijom primenom se dobija profil koji poseduje krajnje tačke i moguće je ispoštovati kotu 35 sa crteža (Slika 36).

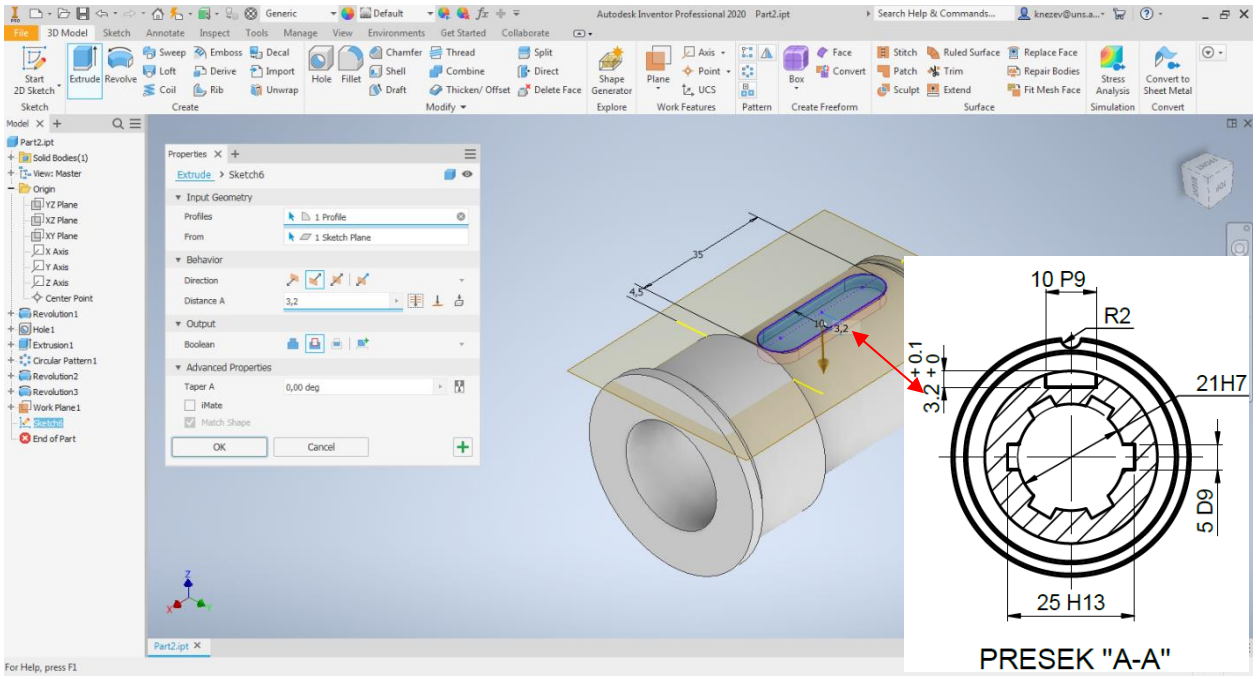


Slika 36. Odabir alata za crtanje profila žleba za klin

Profil žleba za klin je potrebno nacrtati taka da je njegova uzdužna osa u pravcu centralne tačke, tj. da bude tačno na sredini. Izgled skice profila dat je na slici 37. Nakon toga novokreirana ravan nije nephodna da bude prikazana, tako da se može sakriti kao i sistemske, tako što je u stablu modela na ***Work Plane 1*** potrebno kliknuti desni taster miša, nakon čega odabrati ***Visibility***. Komanda ***Visibility*** važi i za ostale novokreirane ose, ravni, skice...

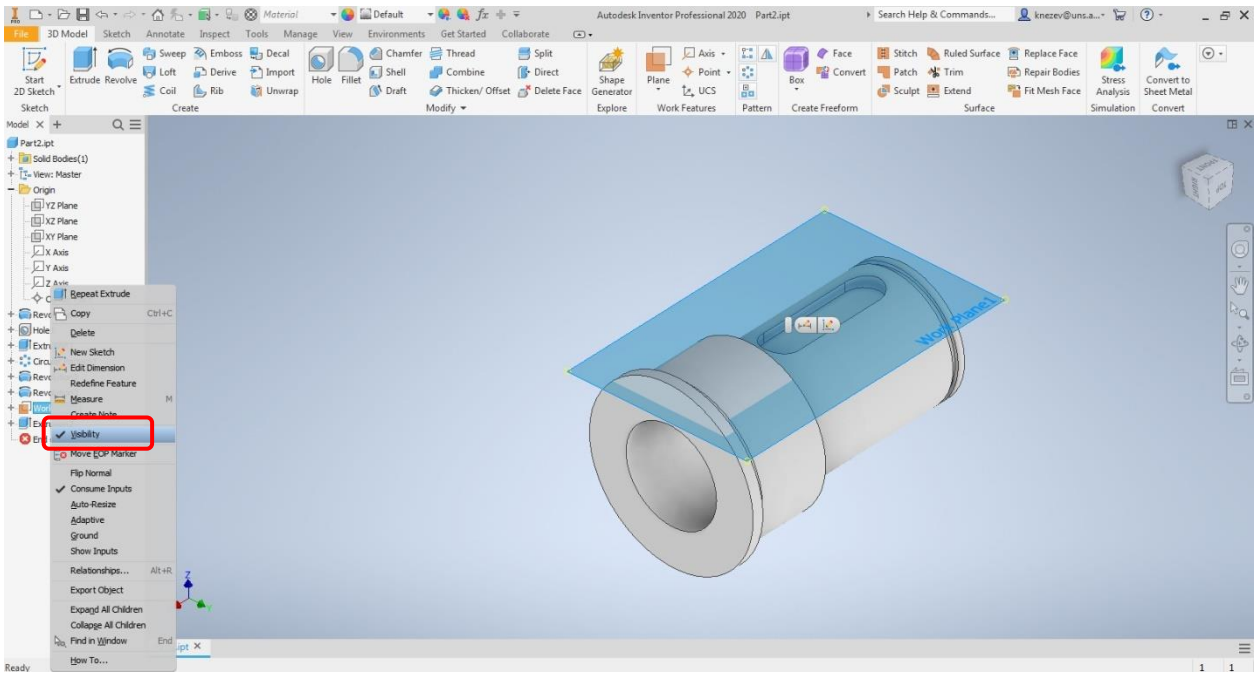


Slika 37. Izgled skice profila žleba za klin nakon kotiranja



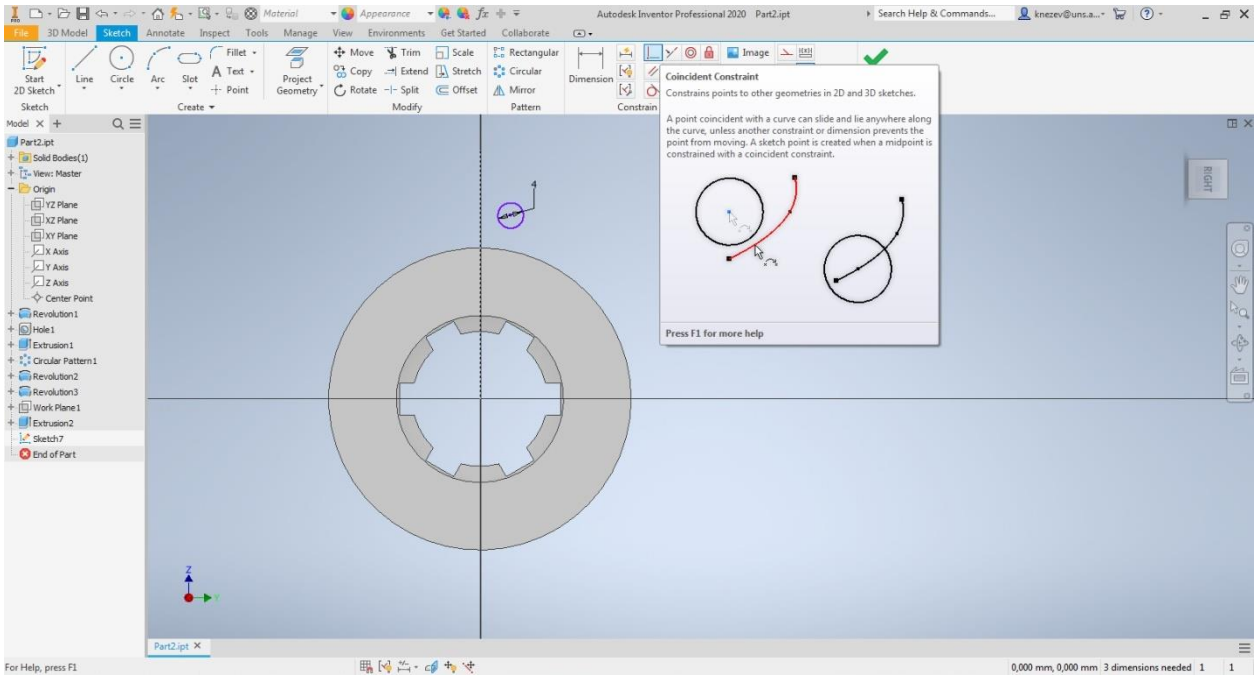
Slika 38. Izvlačenje (oduzimanje) profila za žleb za klin

Na kraju je potrebno modelovati žleb R2, koji se nalazi na najvećem cilindru, gde takođe treba voditi računa o njegovom položaju u odnosu na unutrašnje žlebove i žleb za klin. Ravan skiciranja će biti prednja čeona površina, gde će biti nacrtan krug prečnika 4mm (isto što i radijus 2 mm), na tačno određenoj poziciji.



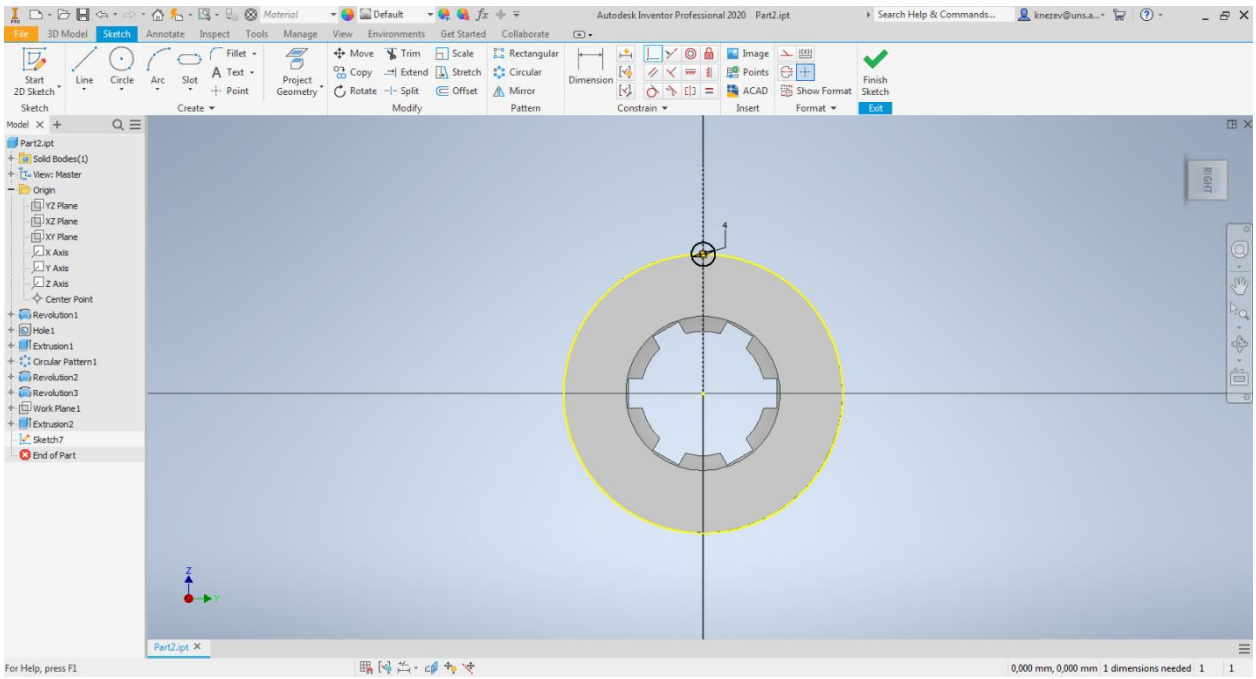
Slika 39. Sarivanje ravni

Na slici 40, je dat prikaz skice pomenutog kruga i jedne vertikalne pomoćne linije koja počinje u centralnoj tački. Kružnica sa sa razlogom nacrtana van modela, kako bi ponovili ograničenje ***Coincident Constraint*** (Slika 40). U ovom slučaju centar kružnice treba da se poklopi sa pravcem vertikalne pomoćne linije i najvećom kružnicom. To znači da je nakon aktiviranja ograničenja ***Coincident Constraint*** potrebno označiti (kliknuti) na centar kruga i pomoćnu vertikalnu liniju, nakon čega to ponoviti za centar kružnice i najveću kružnicu



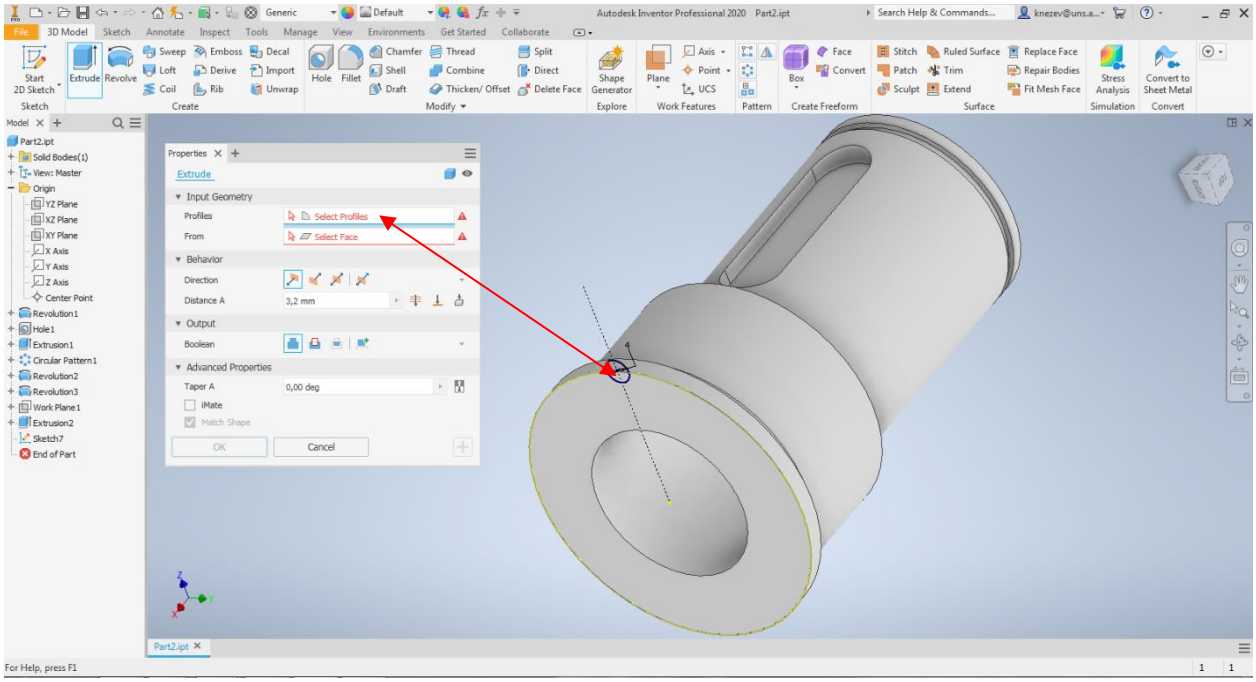
*Slika 40. Ograničenje **Coincident Constraint**, skica kružnice i pomoćna vertikalna linija*

Konačna skica kružnice nakon pozicioniranja pomoću ograničenja ***Coincident Constraint***, data je na slici 41, gde treba uočiti da se kontura najveće kružnice projektovala (žuta linija), to se desilo u momentu kada je uvedeno ograničenja ***Coincident Constraint*** za centar kružnice i najveću kružnicu.



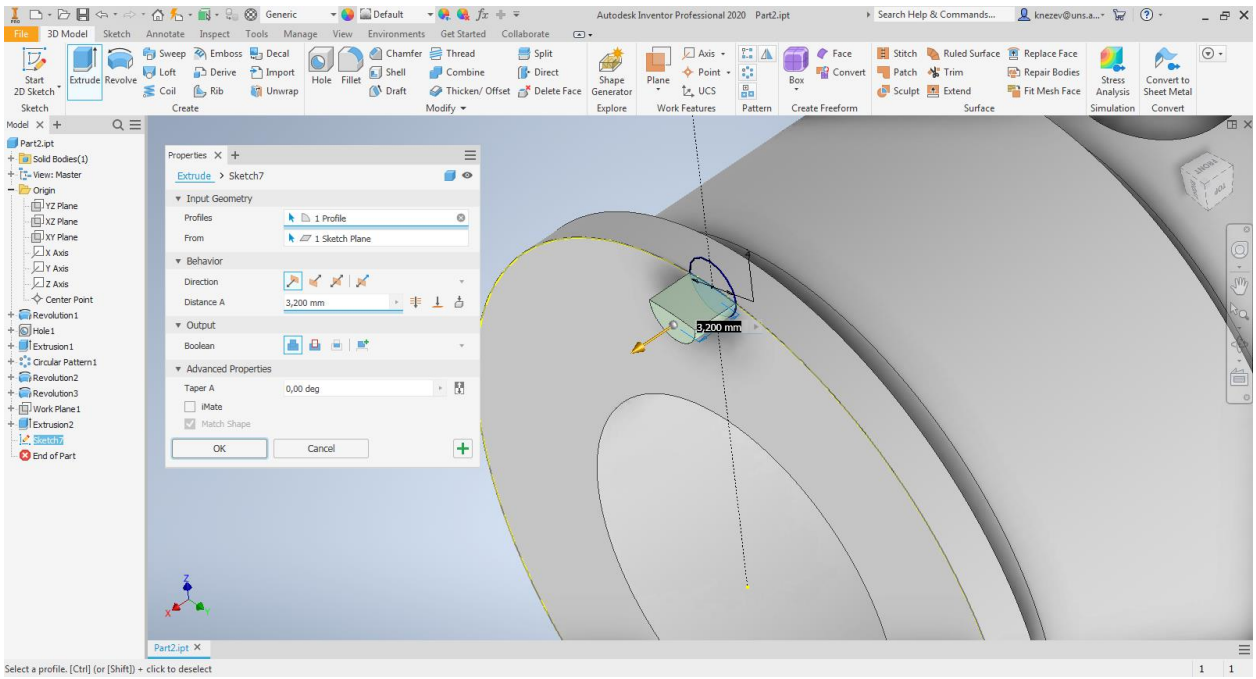
Slika 41. Izgled skice žleba R2 nakon pozicioniranja

Nakon prihvatanja skice, potrebno je izvući profil (***Ekstrudirati***) i oduzeti materijal. Zbog pojavljivanja projektovane kružnice, skica se sastoji iz više zatvorenih kontura, neophodno je pod parametrom Profiles odabrati (kliknuti), na željenu kontur, a to je donji deo kružnice prečnika 4mm.

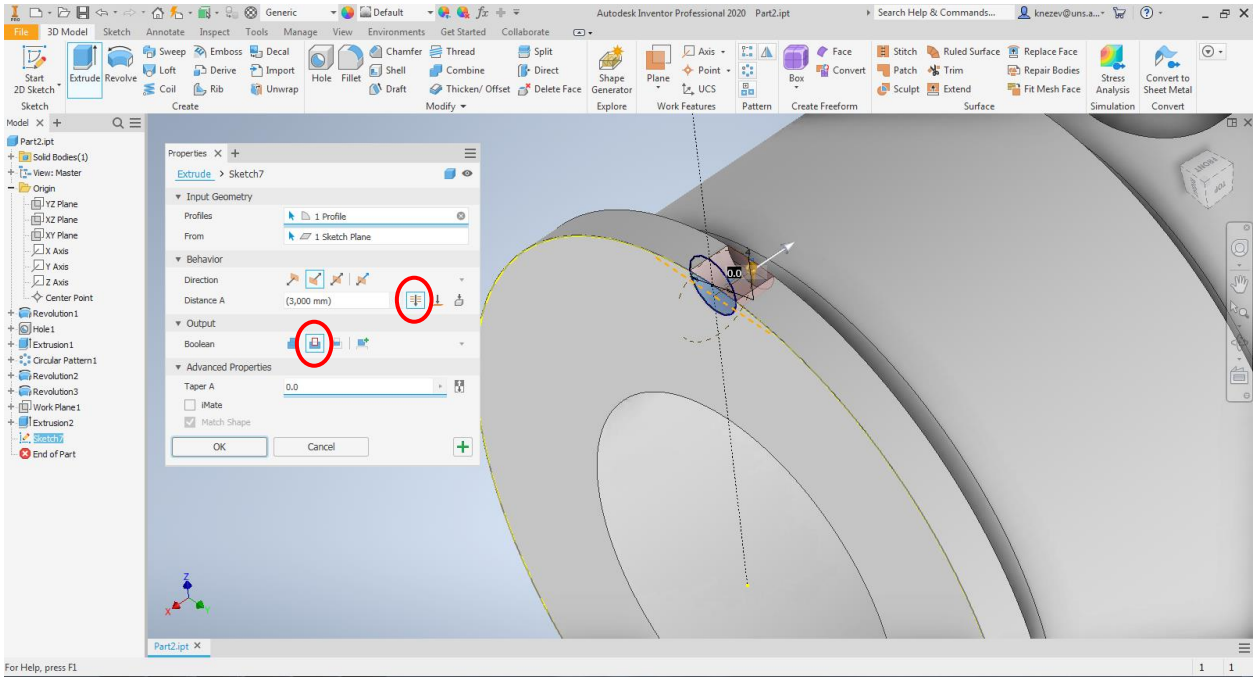


Slika 41. Označavanje profila za izvlačenje

Izgled modela i pomoćnog prozora za izvlačenje profila, nakon odabira donjeg dela kružnice dat je na slici 42. Tu je uočljivo da softver nudi dodavanje materijala, što nije slučaj. Zato je potrebno u pomoćnom prozoru za alat ***Extrude***, parametar ***Boolean*** promeniti da bude ***Cut***, pored toga odabrano je oduzimanje ***Through All***.

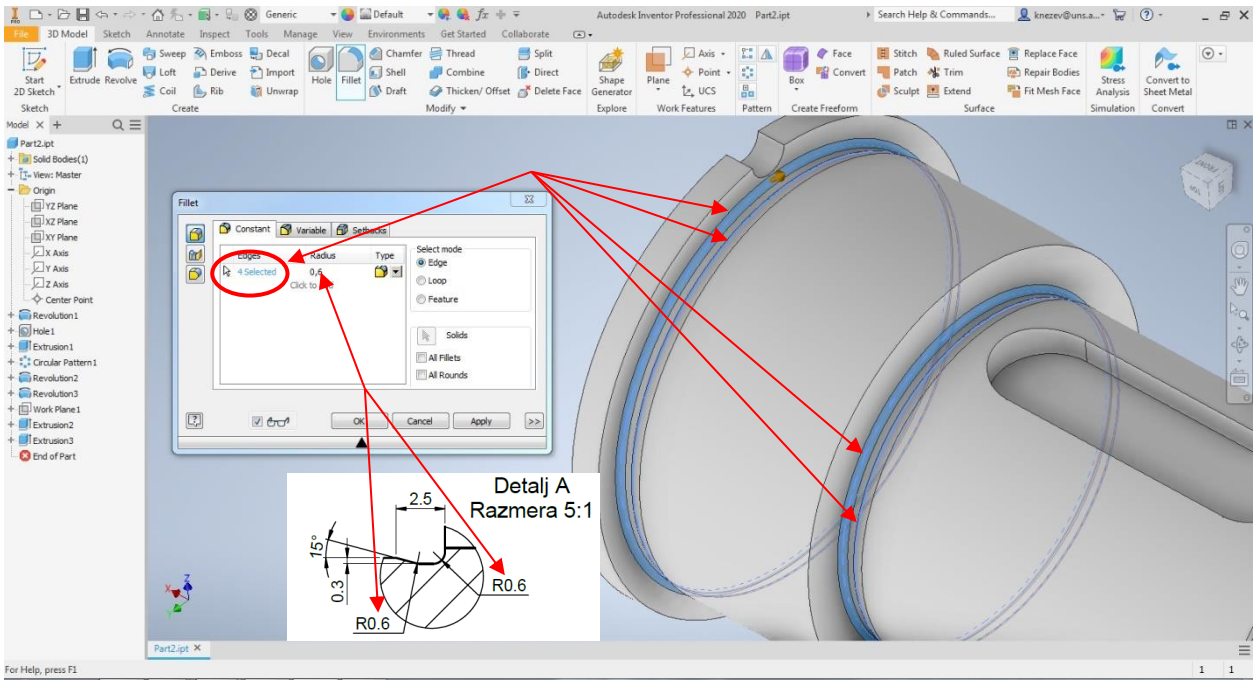


Slika 42. Prikaz pomoćnog prozora nakon označavanja donjeg dela kružnice



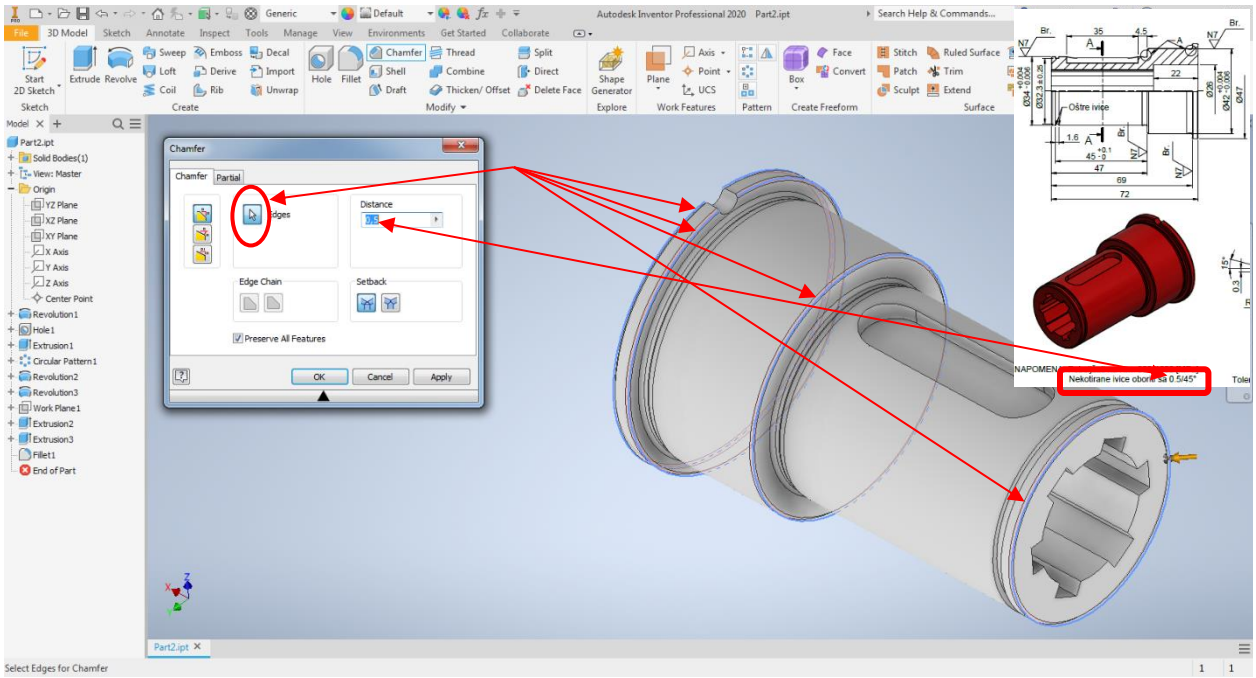
Slika 42. Prikaz pomoćnog prozora nakon podešavanja parametara

Na kraju je potrebno modelovati oborene i zaobljene ivice. Zaobljene ivice se nalaze na oba žleba za izlaz strugarskog noža, vrednost zaobljenja je 0,6 mm i ima ih ukupno četiri. Za zaobljenje ivica se koristi alat ***Filet***, gde je potrebno označiti ivice koje treba zaobliti, zatim upisati vrednost zaobljenja (Slika 43).



Slika 43. Prikaz alata za zaobljenje ivica

Na vrlo sličan način se modeluju i oborene ivice, koje nisu kotirane radi rasterećenja projekcije, već je u napomenama iznad gornjeg levog ugla zaglavlja navedeno: „Nekotirane ivice oboriti sa 0,5/45°“ kojih ima ukupno četiri (Slika 44)

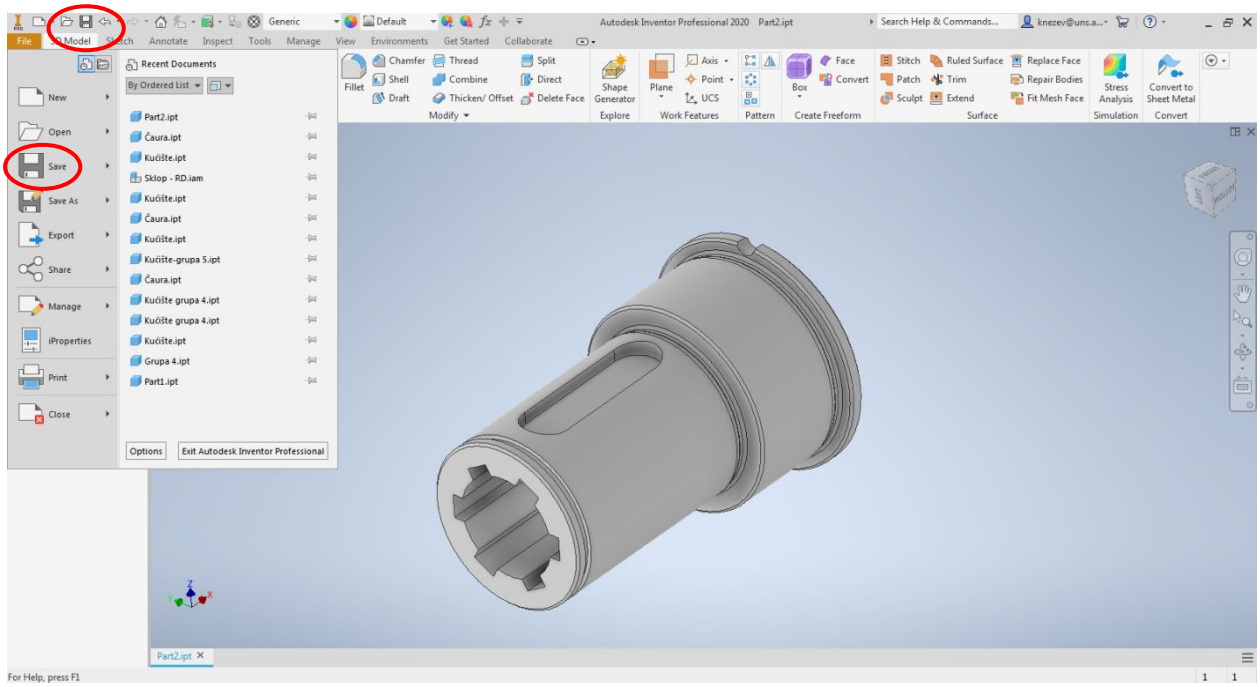


Slika 44. Prikaz alata za obaranje ivica

Obaranjem ivica je završeno modelovanje geometrije čaure, tako da treba sačuvati model, preporuka je da se nakon svake 3D operacije (***Extrude, Revolve, Filet,...***) sačuva model, pod nazivom koji je naveden u zaglavlju. Na slici 45, dat je prikaz gde se nalaze ikonice za memorisanje.

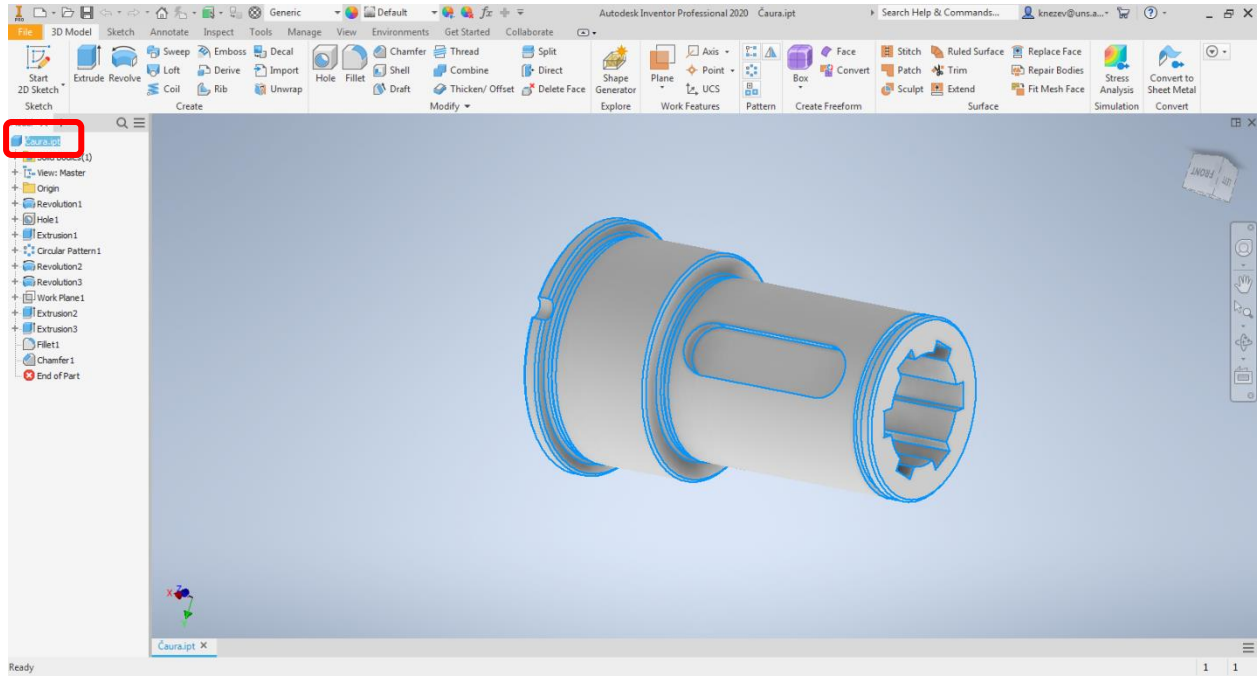
Međutim u zaglavlju je navedeno da je materijal čaure Č. 1530 i da je masa 0,35 kg. U nastavku će biti prikazan postupak definisanja materijala modela i određivanje nekoh od fizičkih veličina. Prvo je potrebno označiti ceo model, i to u stablu modela označavanjem naziva

modela u ovom slučaju ***"Čaura.ipt"*** nakon čega konturne linije modela postaju plave kao što je prikazano na slici 46.



Slika 45. Prikaz pozicije opcije za memorisanje modela

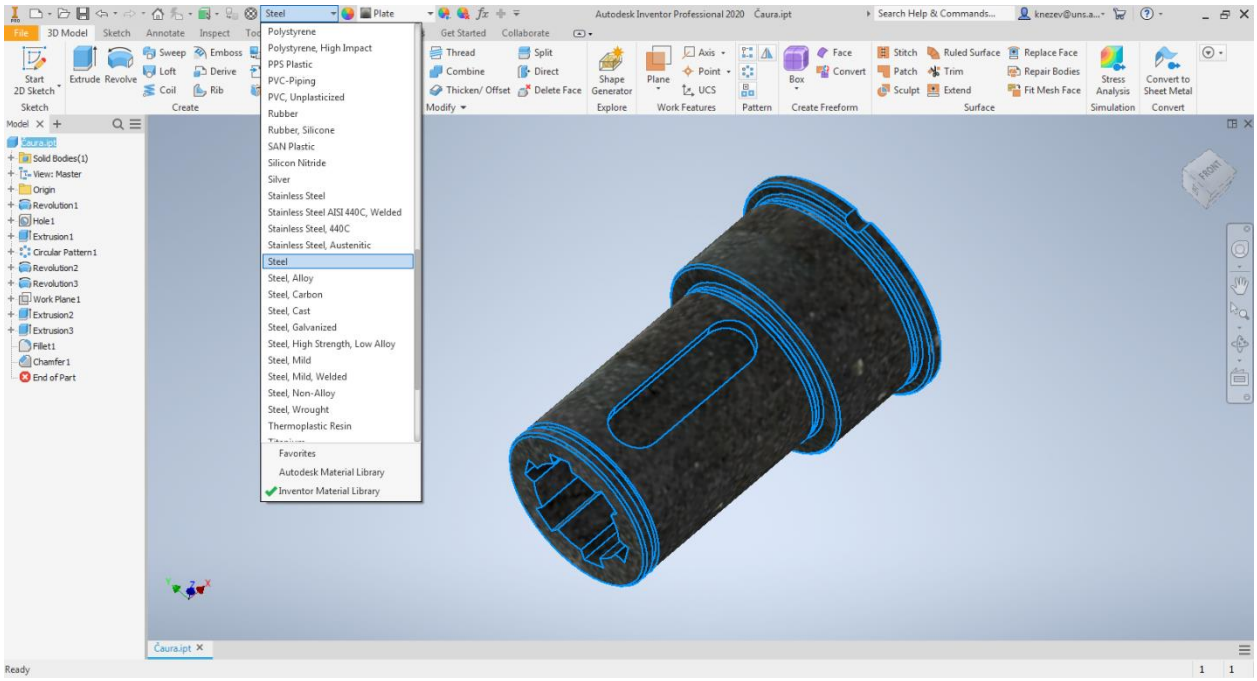
Kada je model označen tada je potrebno u gornjem delu prozora iz padajućeg menija sa bazom podataka različitih materijala, odabrati ***Steel***, sto na engleskom jeziku znači **Čelik,** nakon čega se menja boja modela (Slika 47).



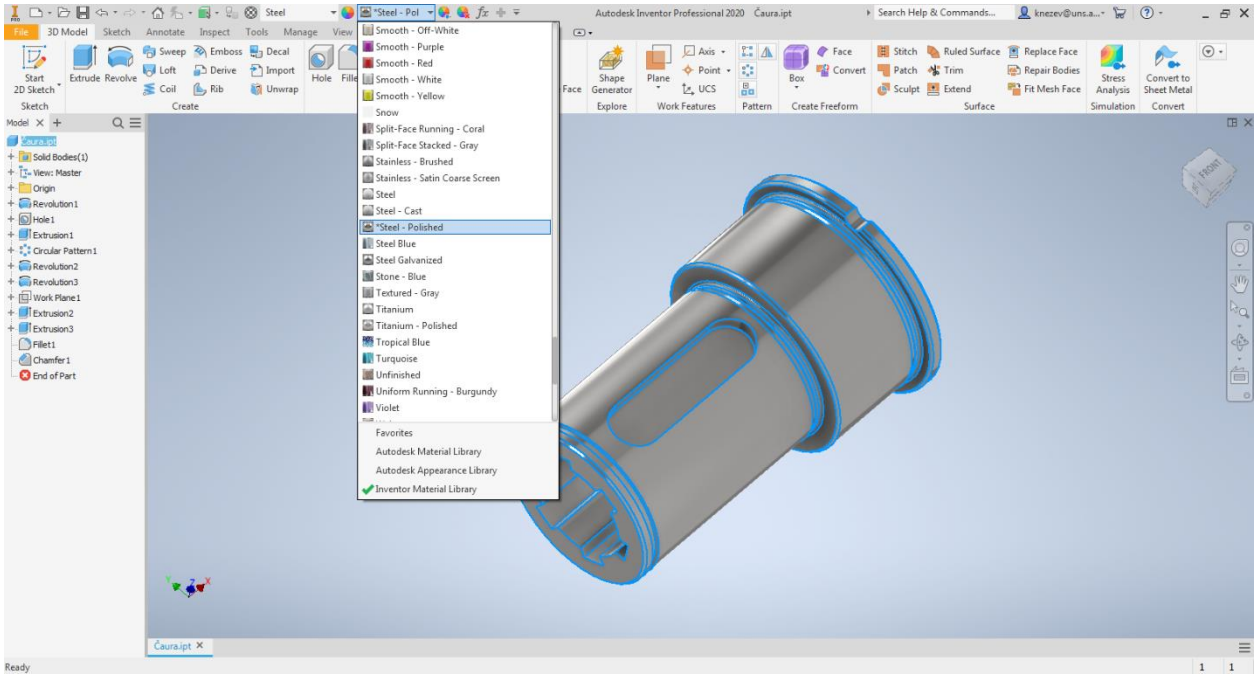
Slika 46. Označavanje celog modela

Pored ovog padajućeg menija nalazi se drugi koji se koristi za bojenje modela, boja ne utiče na masu modela, tako da boju korisnik može odabrati po želji. Na slici 48, prikazano je kako model obojati kao da je poliran čelik tj. ***Steel – Polished.*** Što se tiče bojanja nije neophodno obojati ceo model istom bojom već je moguće obojati svaku površinu posebno.

Tada umesto celog modela treba da bude označena samo ta površina, a postupak odabira boje je isti kao gore navedeni.



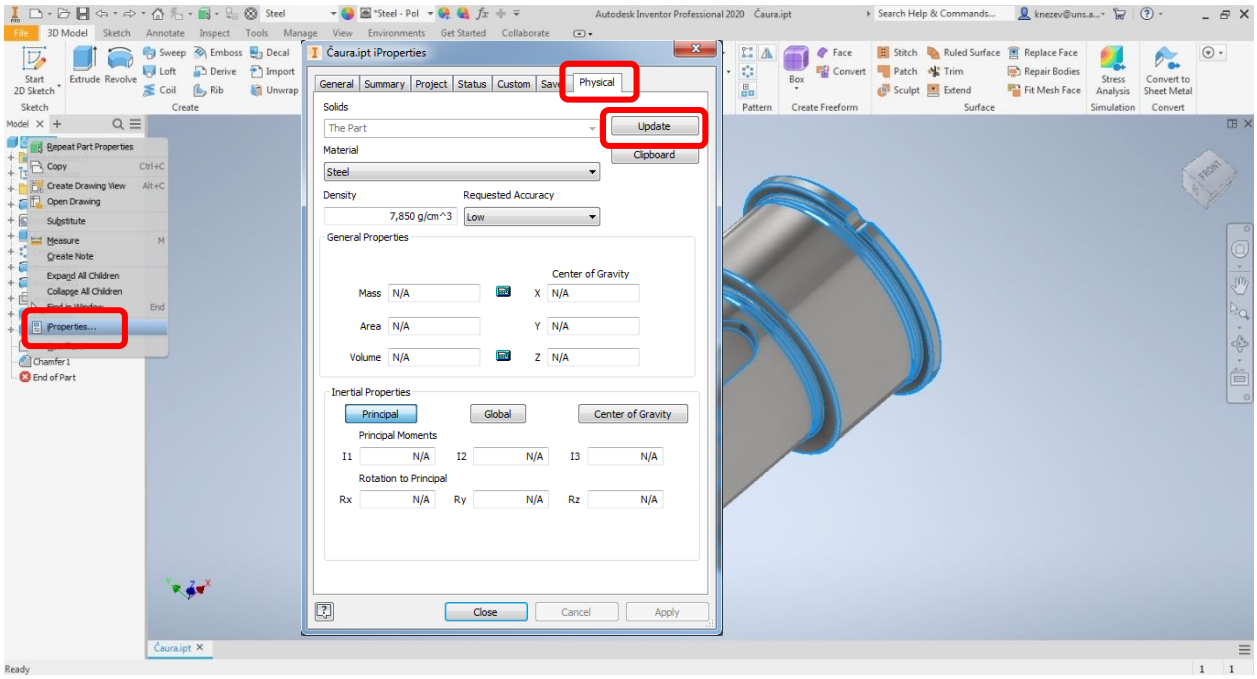
Slika 47. Definisanje materijala modela



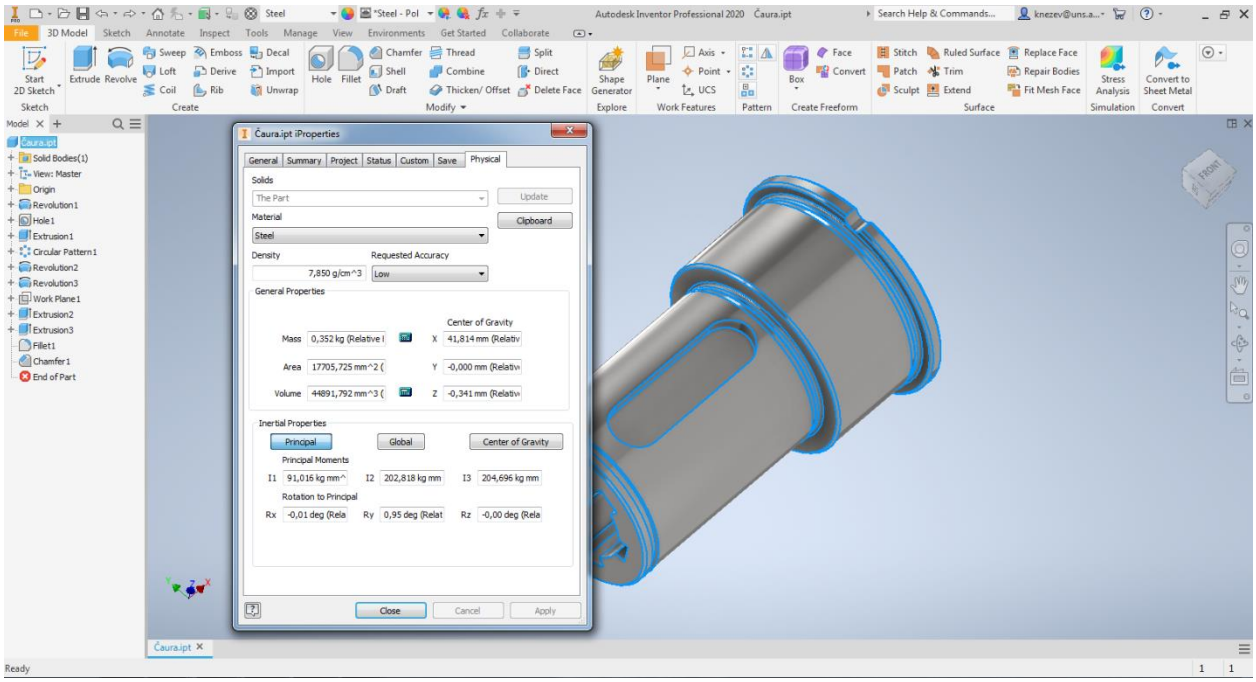
Slika 48. Bojenje modela

Sledeći korak je određivanje mase i još nekih veličina karakterističnih za model. Pošto se radi o celom modelu, nameće se da u stablu modela opet na naziv ***Čaura.ipt*** kliknuti desnim tasterom miša, nakon čega odabrati ***Properties***. Posle toga se pojavi prozor sa različitim podacima o modelu (***General, Summary, Projest, Custom, Save, Physical)*** Masa spada u fizičke osobine modela, tako da je potrebno odabrati karticu ***Physical***, gde međutim u poljima gde je ***Mass***-Masa, ***Area***-Površina, ***Volume***-Zapremina, ***Center of Gravity***-Težište, ***Inertial Properties*** – Momenti inercije, stoji oznaka N/A. To znači da podatke treba osvežiti-***Update*** (Slika 49). Nakon osvežavanja softver izračuna sve ponuđene vrednosti fizičkih veličina (Slika

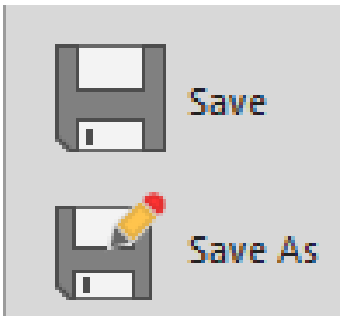
50). Ovim korakom je kompletno završen model čaure ostalo je samo još sačuvati opcijom ***Save*** ili ***Save As***.



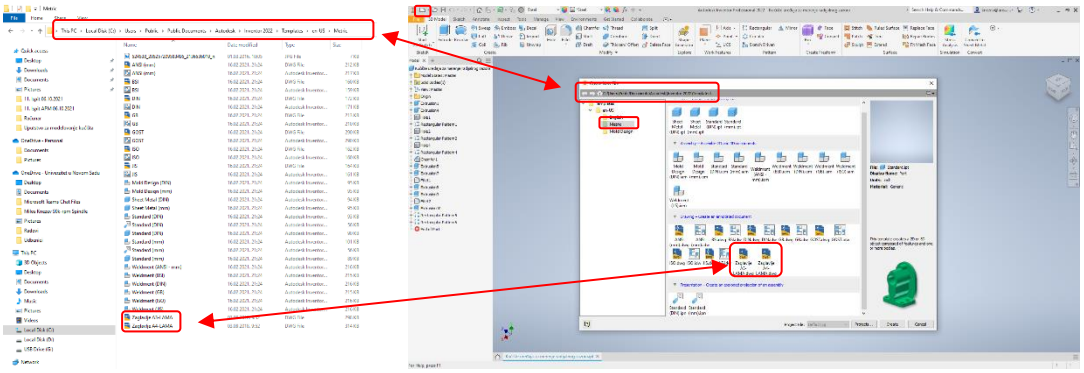
Slika 49. Određivanje fizičkih veličina modela



Slika 50. Izračunavanje fizičkih veličina modela

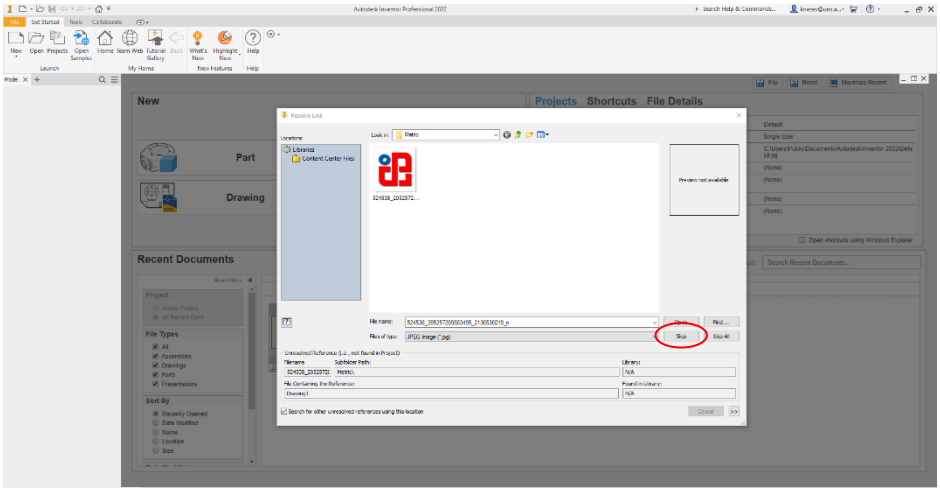


Nakon završenog modelovanja potrebno je kreirati radionički crtež za dati deo. Pre početka je neophodno u ***Windows exploreru*** prebaciti fajlove Zaglavlje A4 – LAMA i Zaglavlje A3 – LAMA u direktorijum čija se putanja vidi na slici 51.



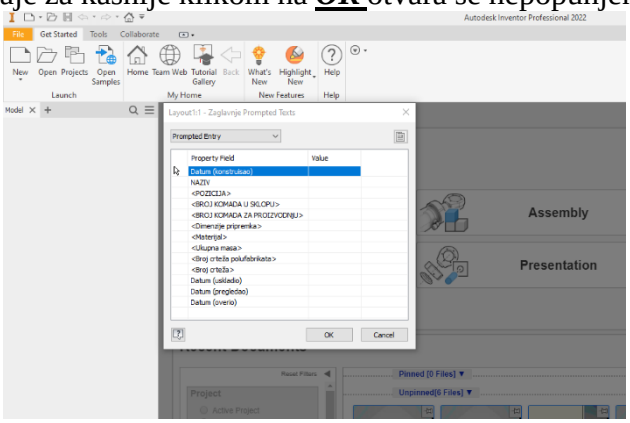
Slika 51. Učitavanje zaglavlja u softver

Kada su fajlovi kopirani u odgovarajući direktorijum klikom na ***New*** otvoriće se početni prozor sa svim modulima, a u modulu za kreiranje crteža (***Drawing***) će se pojaviti kopirana zaglavlja (Slika 51). Klikom na zaglavlje koje je potrebno može se desiti da se pojavi greška kao na slici 52, tada treba kliknuti ***Skip.*** Razlog pojave ove greške je fotografija koja se nalazi u zaglavlju.

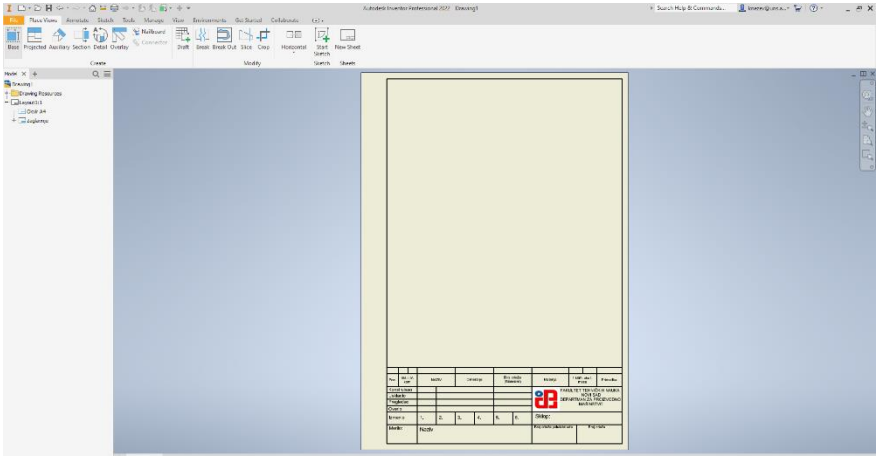


Slika 52. Uklanjanje greške u sofveru

Nakon uklanjanja greške pojavi se dijalog prozor, (Slika 53) gde je moguće uneti podatke potrebne za zaglavlje, to može biti urađeno tada kad se pojavi, međutim može i naknadno. Ukoliko ostaje za kasnije klikom na ***OK*** otvara se nepopunjeno zaglavlje (Slika 54).

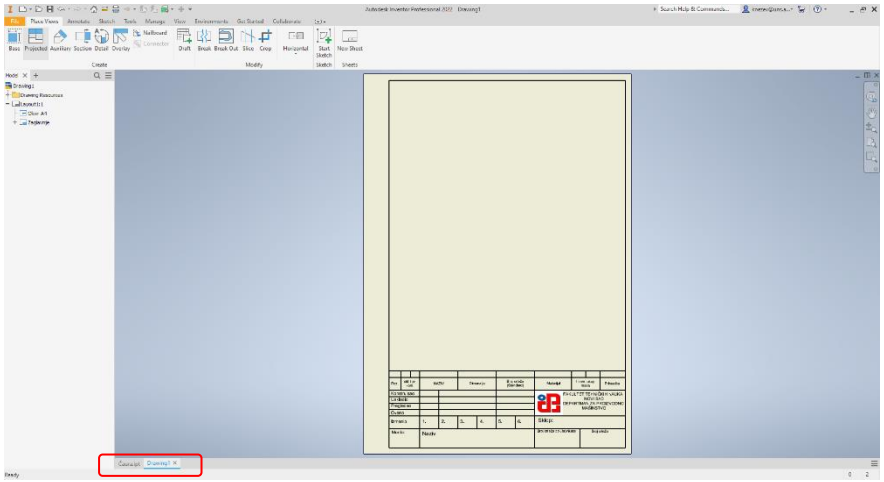


Slika 53. Dijalog prozor za popunjavanje zaglavlja



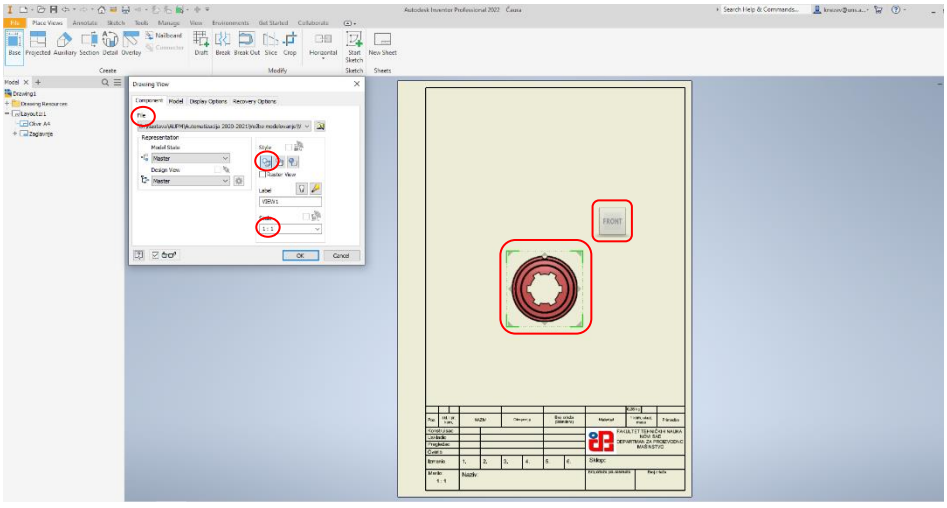
Slika 54. Nepopunjeno zaglavlje

U donjem levom uglu su prikazani fajlovi koji su trenutno učitani ***Čaura.ipt*** i ***Drawing1*** (slika 55).



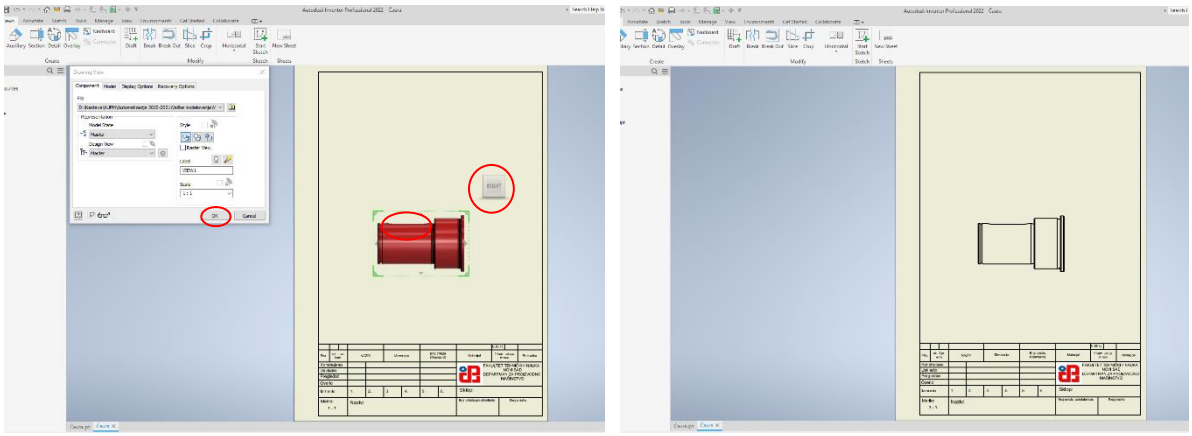
Slika 55. Otvoreni fajlovi

Prvi korak je ubaciti glavni pogled, to se radi pomoću alata ***Base*** (slika 56). Kod ovog koraka postoji neka od podešavanja koje treba naglasiti. Ukoliko model nije učitan u softver, to može biti urađeno u okviru prozora ***Drawing View – File.*** Međutim u ovom slučaju je model učitan, tako da softver prepoznaje model i on se pojavljuje u okviru zaglavlja.



Slika 56. Podešavanje izgleda glavnog pogleda

Pored toga u ovkiru alata ***Style*** trebalo bi podesiti način prikazivanja projekcija, tu postoje tri mogućnosti, ***Hidden Line***-prikaz projekcije sa nevidljivim linijama, ***Hidden Line Removed***-prikaz projekcije bez nevidljivih linija, i ***Shaded***-prikaz osenčene projekcije. Na crtežu koji je dat na početku se ne vide nevidljive linije, tako da za ovaj slučaj treba odabrati ***Hidden Line Removed.*** Sledeće što treba definisati je razmera, to može biti urađeno u okviru alata ***Scale*** (na crtežu je 1:1). Kada su ovi parametri podešeni potrebno je orijentisati model tako da projekcije izgledaju kao na datom crtežu, to se vrši pomoću kocke za manipulaciju. Klikom na ravni kocke ***Front, Back, Right, Left, Top, Button*** model se rotira sinhronizovano sa kockom. U zavisnosti od ravni u kojoj je modelirano zavisi koja će strana biti odgovarajuća za ovaj konkretan slučaj to je ravan ***Right*** (Slika 57a), pri čemu treba voditi računa o orijentaciji žleba za klin, zatim klikom na OK, dobija se projekcija kao što se vidi na slici 57b.

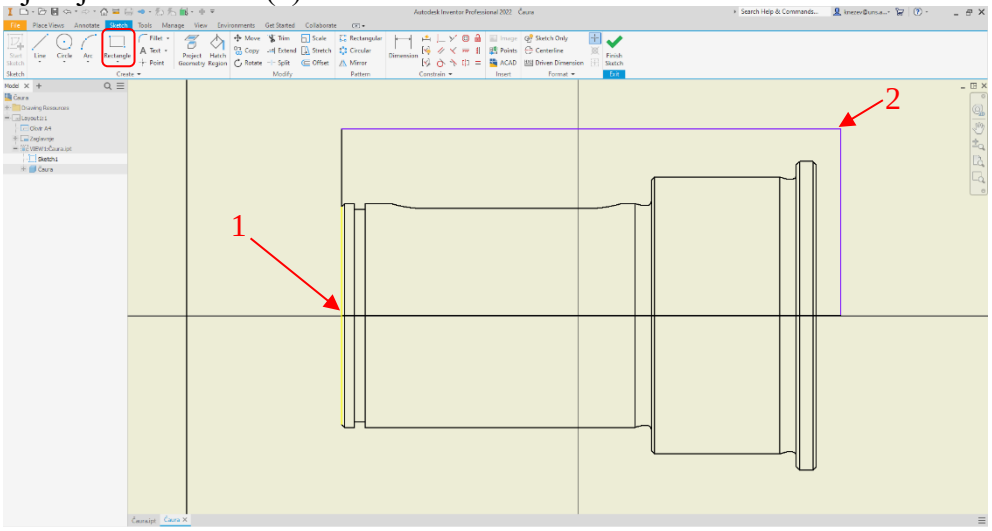


a) *b)*

Slika 57. Ubacivanje glavnog pogleda

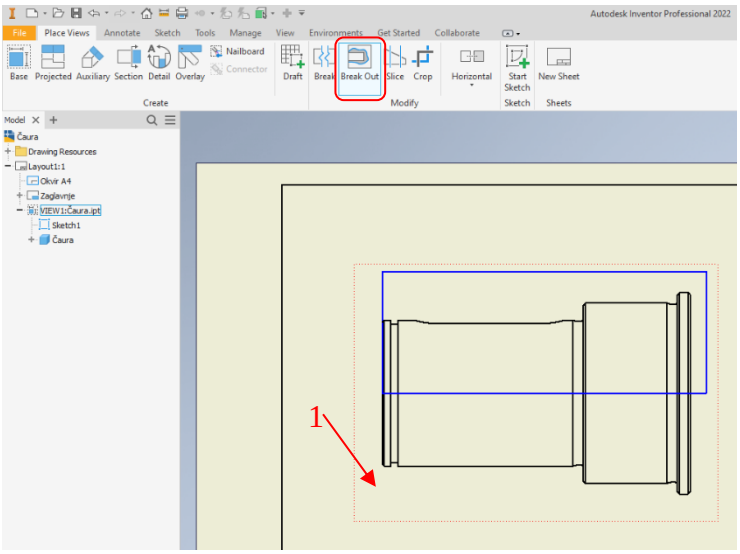
Pozicija glavnog pogleda nije kao na datom crtežu, već treba da se prepozicionira, tako što se kursorom miša priđe pogledu, oko njega se tada pojavi crveni okvir i pored kursora simbol sa četiri strelice tada klikom i zadržavanjem kursora, pogled može da bude pozicioniran na odgovarajuće mesto. Može da se desi da neko od podešavanja bude preskočeno, tada se dvoklikom unutar okvira oko projekcije ponovo otvara prozor za podešavanje ***Drawing View.*** Sledeći korak je izrada delimičnog preseka na glavnom pogledu.

Kod delimičnog preseka, neophodno je nacrtati skicu koja obuhvata segment na projekciji koji će biti presečen. Aktiviranjem modula za skiciranje u grupi alata ***Annotate***, i odabirom glavne projekcije kao mesto gde će biti skica, potrebno je nacrtati pravougaonik koji obuhvata gornju polovinu čaure (Slika 58), klikom na tačku koja koja se nalazi u pravcu ose (1) i drugu tačku čija pozicija nije toliko bitna (2)



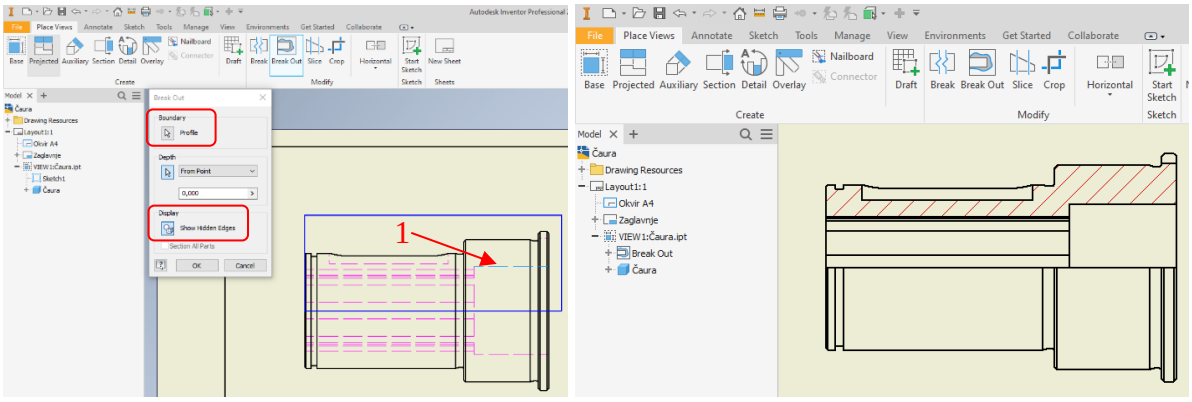
Slika 58. Crtanje pravougaonika na glavnom pogledu

Nakon prihvatanja skice (***Finish Sketch***), pomoću alata ***Break Out,*** se kreira delimičan presek. Aktiviranjem alata ***Break Out,*** potrebno je odabrati u okviru koje projekcije treba izraditi delimičan presek, to se radi tako što treba kliknuti unutar okvira željenog pogleda (1) (Slika 59).



Slika 59. Aktiviranje alata za izradu delimičnog preseka

Nakon toga se pojavi prozor ***Break Out***, (Slika 60) u okviru kojeg se vrše podešavanja vezana za delimični presek. Prvo šta treba uraditi je odabir granice unutar koje će biti izrađen polupresek (prethodno nacrtana skica), to se radi pomoću naredbe ***Boundry-Profile***. Softver ima mogućnost da prepozna skicu i tada ikonica (strelica) treba da postane bele boje. Ukoliko se to ne desi potrebno je kliknuti na skicu. Sledeći korak je definisanje do koje dubine će biti presek. U tu svrhu je zgodno koristiti opciju ***Show Hidden Egdes***, koja služi za prikazivanje nevidljivih linija (Slika 60a). Iz razloga što je delimičan presek do sredine dela, potrebno je kliknuti na neku nevidljivu liniju (1) koja se nalazi u sredini čaure (Slika 60), to može biti izvodnica unutrašnjeg cilindra prečnika 26mm, zatim se klikom na ***OK,*** dobija delimičan presek (Slika 60b).

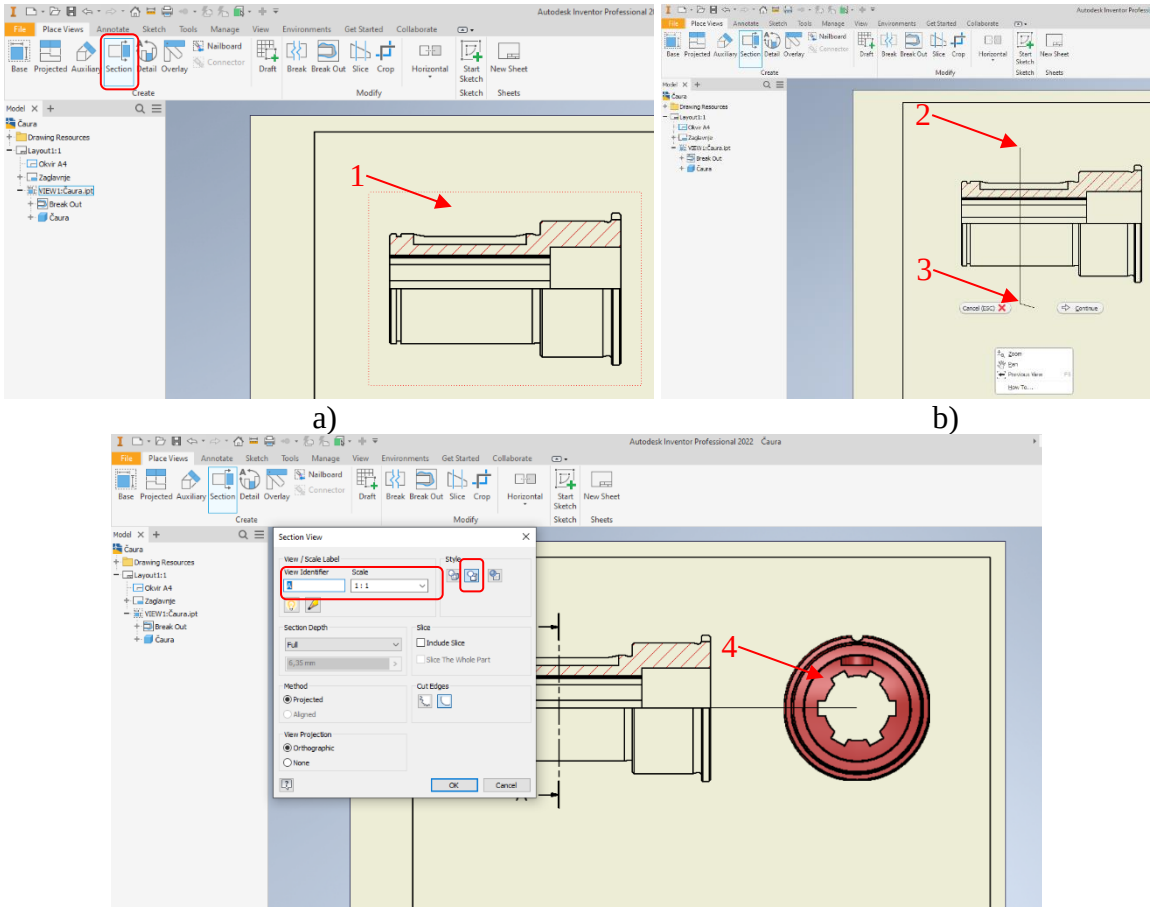


a) b)

Slika 59. Aktiviranje alata za izradu delimičnog preseka

Sledeći korak je izrada preseka A-A. Nakon odabira naredbe ***Section*** potrebno je odabrati od kojeg pogleda se pravi presek, u ovom slučaju postoji samo jedan, tako da je potrebno kliknuti unutar crvenog okvira oko projekcije, (1) (Slika 60a) nakon čega se pomoću kursora nacrta linija preseka. Pri crtanju linije treba voditi računa da ona prolazi kroz žleb za klin. Nakon što je linija preseka nacrtana, klikom na desni taster, zatim ***Continue*** prekida se crtanje linije (Slika 60b), a pojavi se prozor za podešavanje izgleda preseka (Slika 60c). U

okviru prozora ***Section View***, treba upisati slovo preseka ***View Identifier,*** razmeru ***Scale,*** pored toga i način prikazivanja ***Style*** - ***Hidden Line Removed,*** kako bi bile uklonjene nevidljive linije. Poslednji korak je odabir pozicije preseka na papiru, tako što treba kliknuti levim klikom miša.

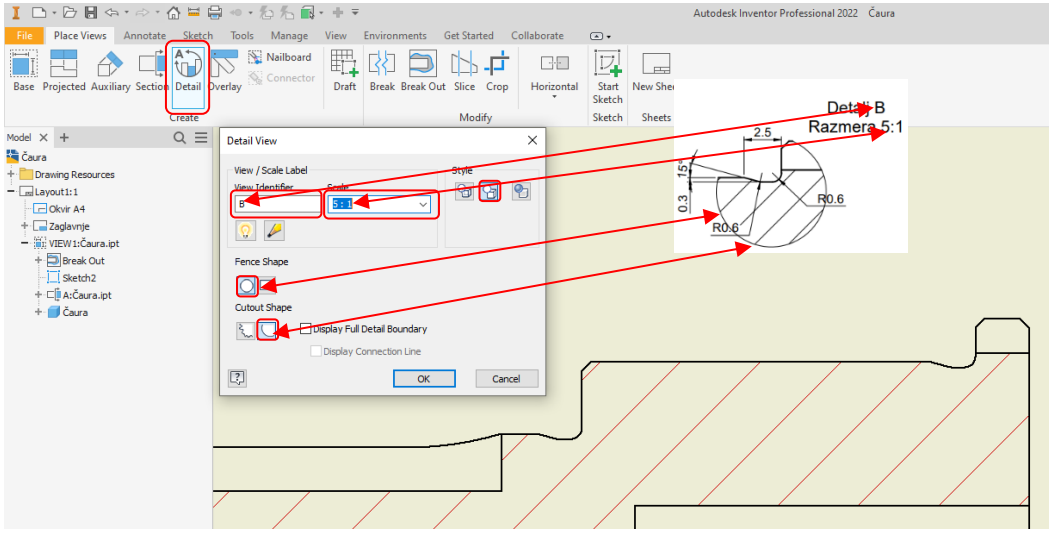


a) b)

c)

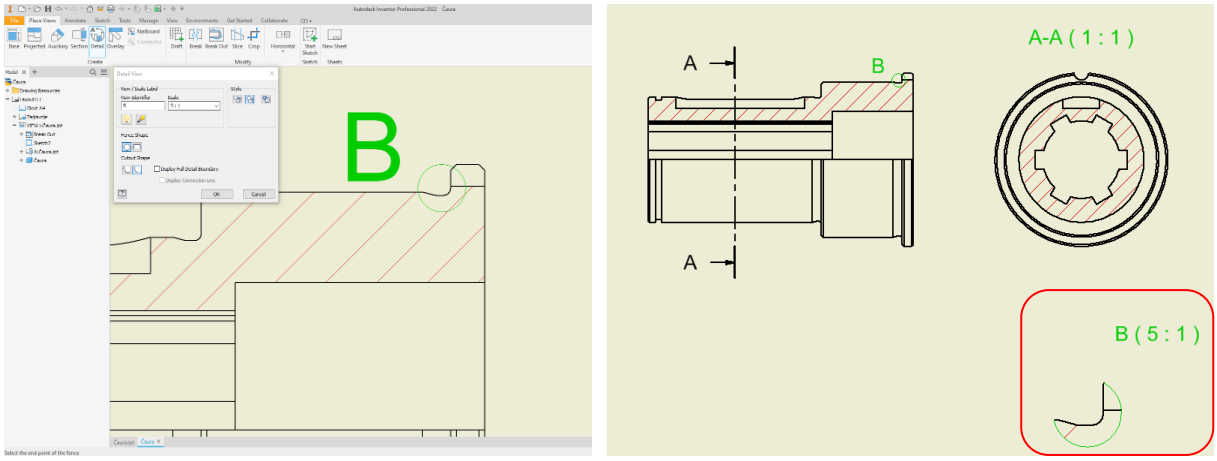
Slika 60. Kreiranje preseka (odabir pogleda, crtanje presečne linije i podešavanje)

Na spoljašnjim prelazima između cilindara su predviđeni žlebovi za izlaz alata, zbog malih vrednosti dimenzija potrebno je taj deo prikazati uvećano kao detalj. Alat za kreiranje detalja ***Detail***, se koristi slično kao kod kreiranja preseka. Aktiviranjem alata ***Detail***, potrebno je kliknuti unutar crvenog okvira oko projekcije.



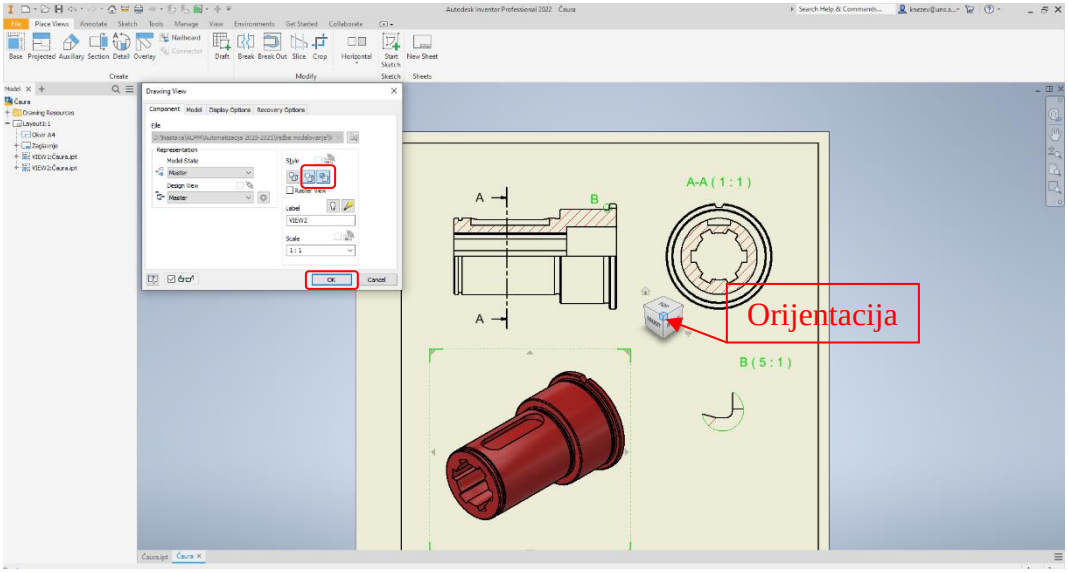
Slika 61. Kreiranje detalja

Posle toga se pojavi pomoćni prozor ***Detail View***, gde treba definisati slovo detalja B ***View Identifier,*** razmeru 5:1 ***Scale,*** način prikazivanja ***Style*** - ***Hidden Line Removed,*** oblik granice oko detalja da bude krug ***Fence Shape – Circular,*** tip linije oko detalja da bude glatka ***Cutout Shape – Set Cut Edges as Smooth*** (Slika 61). Nakon toga potrebno je nacrtati kružnicu, koji će obuhvatiti izvodnicu žleba za izlaz alata (Slika 62), i zatim pozicionirati detalj na papiru.



Slika 62. Crtanje kružnice za kreiranje detalja

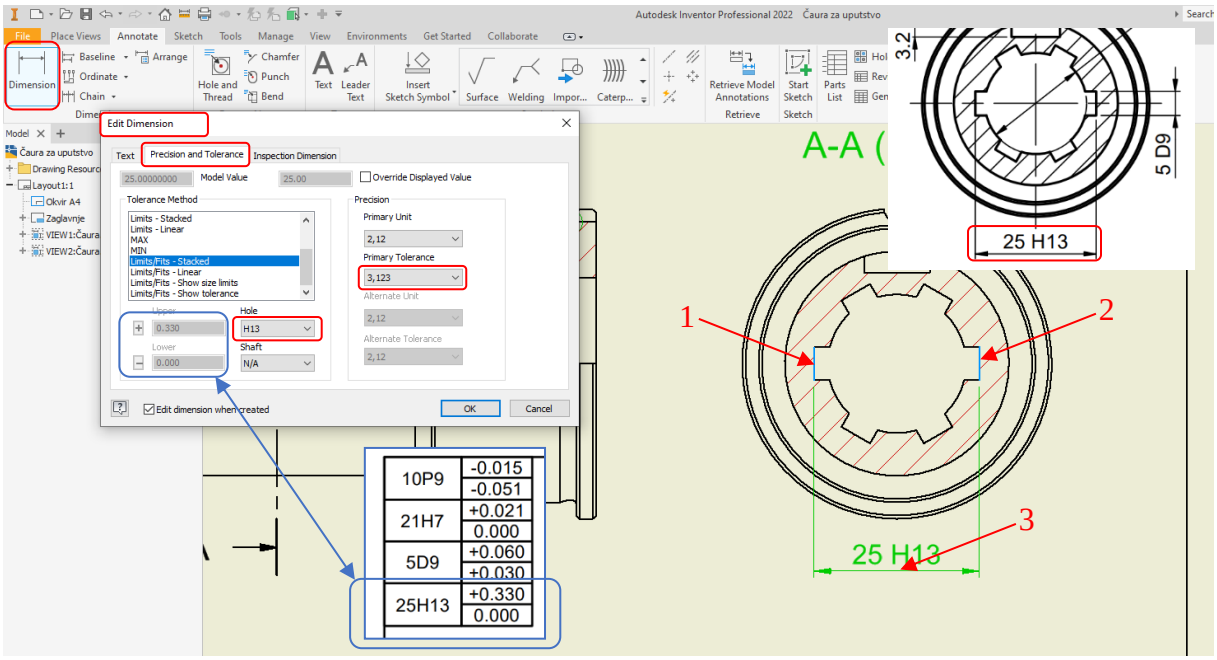
Poslednji pogled je izometrijski, a njegovo kreiranje se vrši pomoću naredbe ***Base***, pri čemu treba voditi računa o orijentaciji, odnosno na kocki za manipulaciju treba odabrati odgovarajuće teme kocke (Slika 63) i ukoliko treba, usključiti senčenje, a isključiti prikaz nevidljivih linija i pozicionirati projekciju na određeno mesto.



Slika 63. Kreiranja izometrijskog pogleda

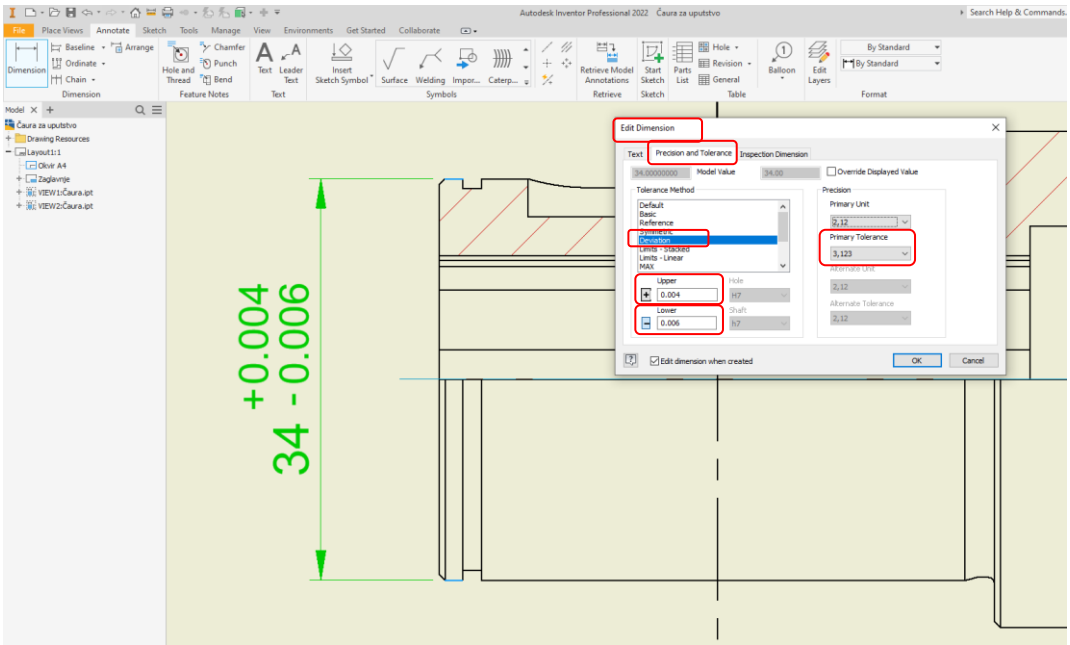
Kada su kreirane projekcije potrebno je iskotirati crtež, definisati tolerancijska polja, hrapavosti površina, dopunske oznake, itd. Većina alata koji su potrebni za dodavanje obeležija na radioničkom crtežu nalaze se u okviru grupe alata ***Annotate***. Prvi po redu ujedno i alat koji se najčešće koristi je ***Dimension***, i služi za sve vrste kotiranje. U nastavku će biti prikazani postupci kotiranja za karakteristične kote. Prvi primer će biti spoljašnji prečnik unutrašnjeg ožlebljenja čija je vrednost kotnog broja 25H13. Postupak je sledeći, nakon odabira alata ***Dimension***, potrebno je kliknuti na dve linije (1 i 2) čije rastojanje treba da bude kotirano, trećim klikom se pozicionira kotni broj. Savremeni softveri kao što je ***Autodesk Inventor*** ima bazu podataka tolerancijskih polja (Slika 64), gde je moguće očitati vrednost i upisati u tabelu za upisivanje vrednosti tolerancijskog polja. Međutim pošto se radi o vrednosti sa tri decimale

u prozoru ***Edit Dimension***, u polju ***Primary Tolerances***, treba odabrati način prikazivanja sa tri decimale.



Slika 64. Prikaz dodavanja tolerancijskog polja

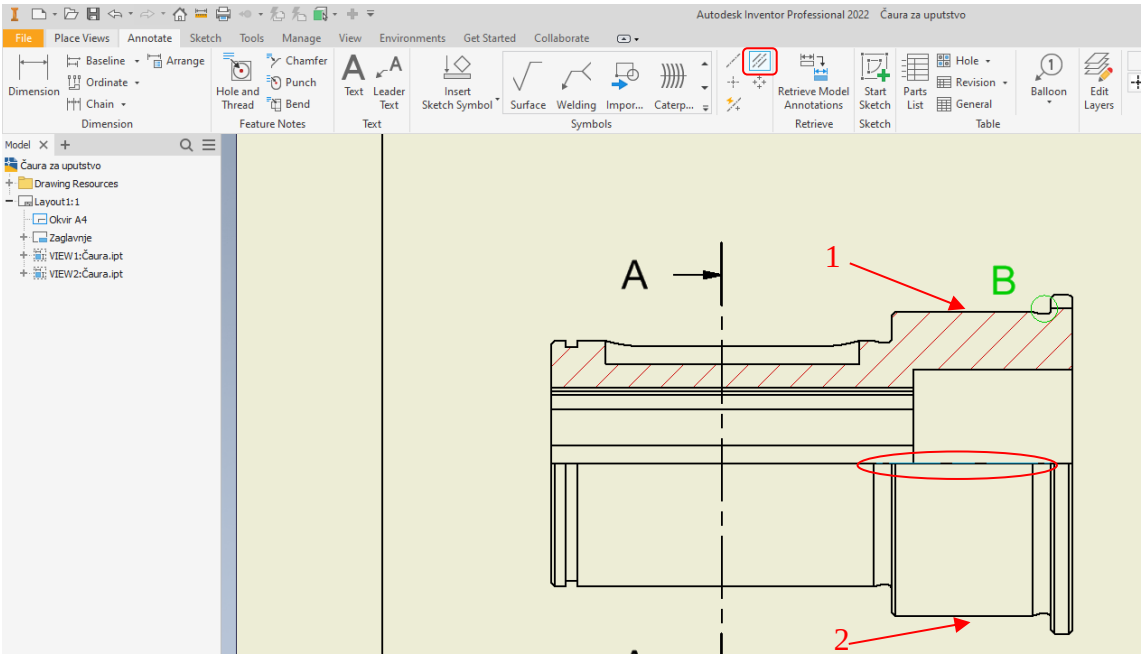
Još jedna specifična kota koja definiše prečnik rukavca na čauri, sa vrednošću kotnog broja $\phi 34^{+0.004}_{-0.006}$. U grupi alata za definisanje tolerancije ***Precision and Tolerance*** treba odabrati ***Deviation,*** a u polja za gornje granično odstupanje ***Upper*** upisati 0.004, a u donje ***Lower*** 0.006 (Slika 65). Što se tiče predznaka pored polja za unos vrednosti klikom na znak on se promeni. Međutim i ovde se radi o vrednostima sa tri decimale, tako da opet u prozoru ***Edit Dimension***, u polju ***Primary Tolerances***, treba odabrati način prikazivanja sa tri decimale.



Slika 65. Prikaz dodavanja assimetričnog tolerancijskog polja

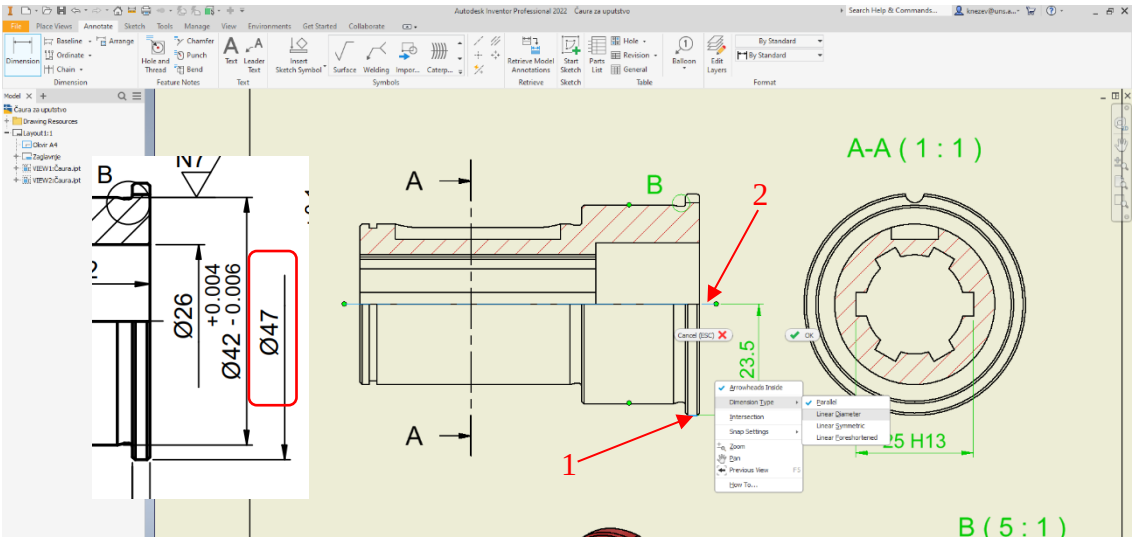
Sledeća karakteristična kota je najveći spoljašnji prečnik, ϕ47 koja je prikazana kao delimična kota, koja se koristi za prikazivanje apsolutno simetričnih delova u delimičnom pogledu. Za kotiranje na ovakav način, neophodna je osa simetrije, koja se crta pomoću alata

Centerline Bisector, iz grupe alata ***Symbols***. Nakon odabira alata potrebno je kliknuti na dve linije (1 i 2) koje između kojih je potrebno nacrtati osu (Slika 66). Međutim osa nije dovoljne dužine, već je treba produžiti, tako da prelazi van gabarita dela.



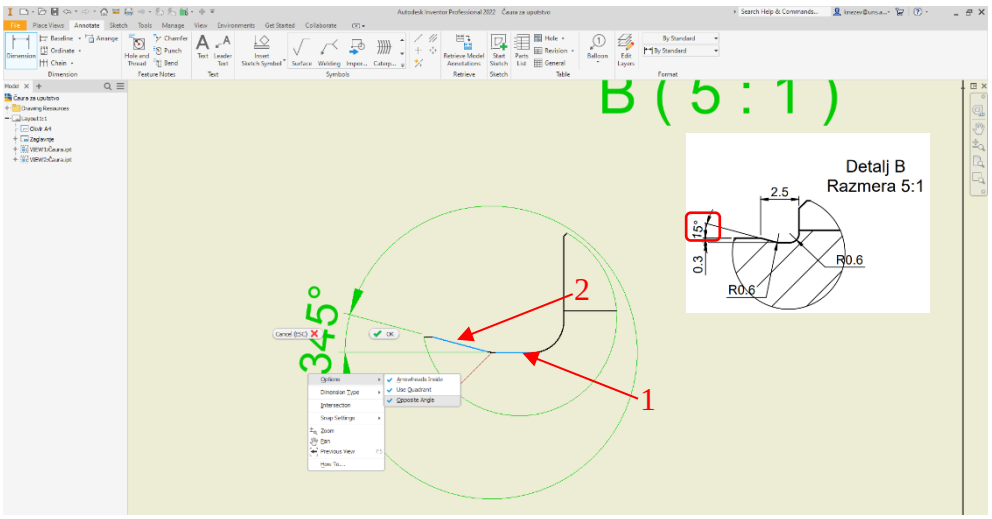
Slika 66. Prikaz crtanje ose simetrije

Da bi osa mogla biti produžena, treba kliknuti na nju, tada se pojave zelene tačke na krajevima, koje služe za produžavanje klikom levim tasterom miša, zadržavanjem i pomeranjem do željene dužine u jednom i u drugom smeru. Kada postoji osa simetrije moguće je kotirati delimičnu kotu. Kod nje je specifično što treba voditi računa o redosledu odabira. Prvo kliknuti na liniju koja treba da bude kotirana (1), zatim na osu (2), i pre pozicioniranja kote, treba kliknuti desni taster zatim ***Dimension Type***, pa ***Linear Diemeter***, zatim pozivioniranje kotnog broja (Slika 67).



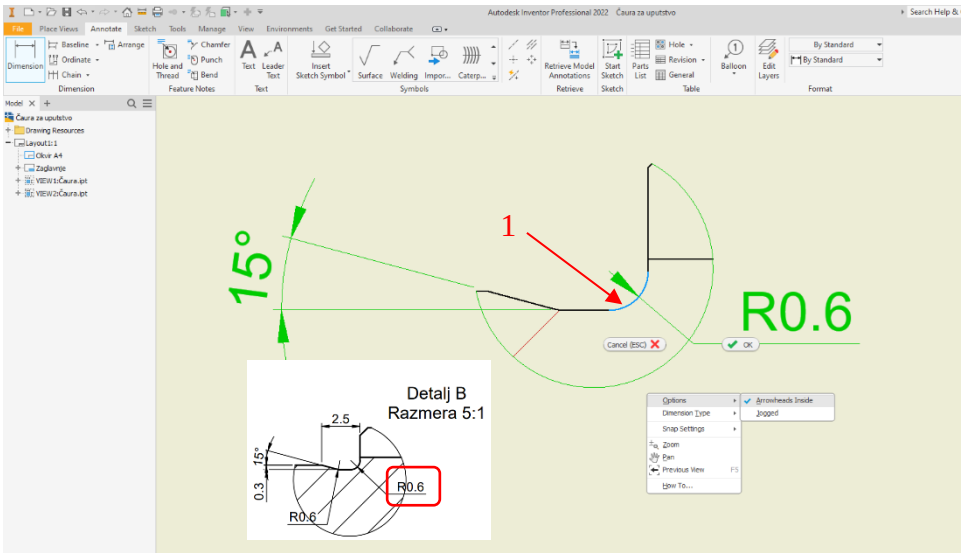
Slika 67. Prikaz kotiranja delimičnom kotom

Sledeća karakteristična kota definiše ugao na detalju sa vrednošću kotnog broja 15º, ovde pri obeležavanju linija treba voditi računa i kliknuti na liniju, a ne u zelenu tačku koja se pojavi na sredini linije. Zatim pre pozicioniranja kotnog broja, treba kliknuti desni taster zatim ***Options***, pa ***Opposite Angle***, zatim pozicioniranje kotnog broja (Slika 68).



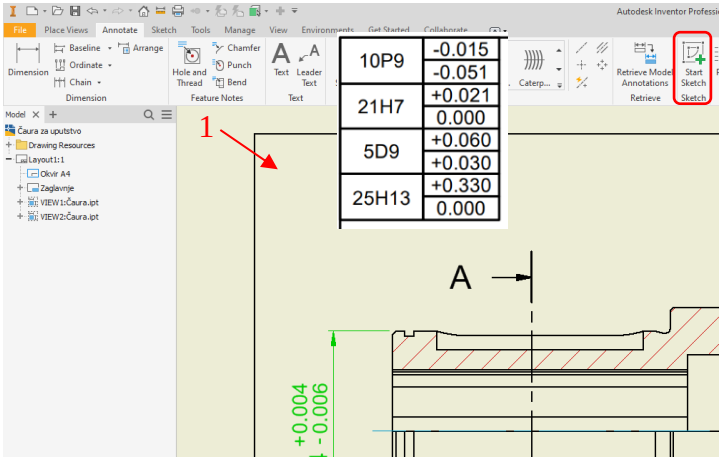
Slika 68. Kotiranje ugla

Kotiranje radijusa, se takođe vrši pomoću alata ***Dimension***, tako što nakon odabira alata kliknuti na radijus (1) koji treba kotirati, zatim podesiti smer strelice klikom desnim tasterom miša zatim ***Options***, pa ***Arrowheads Inside***, zatim odabrati poziciju kotnog broja, tj. položaj prelomne tačke kotne linije (Slika 69).



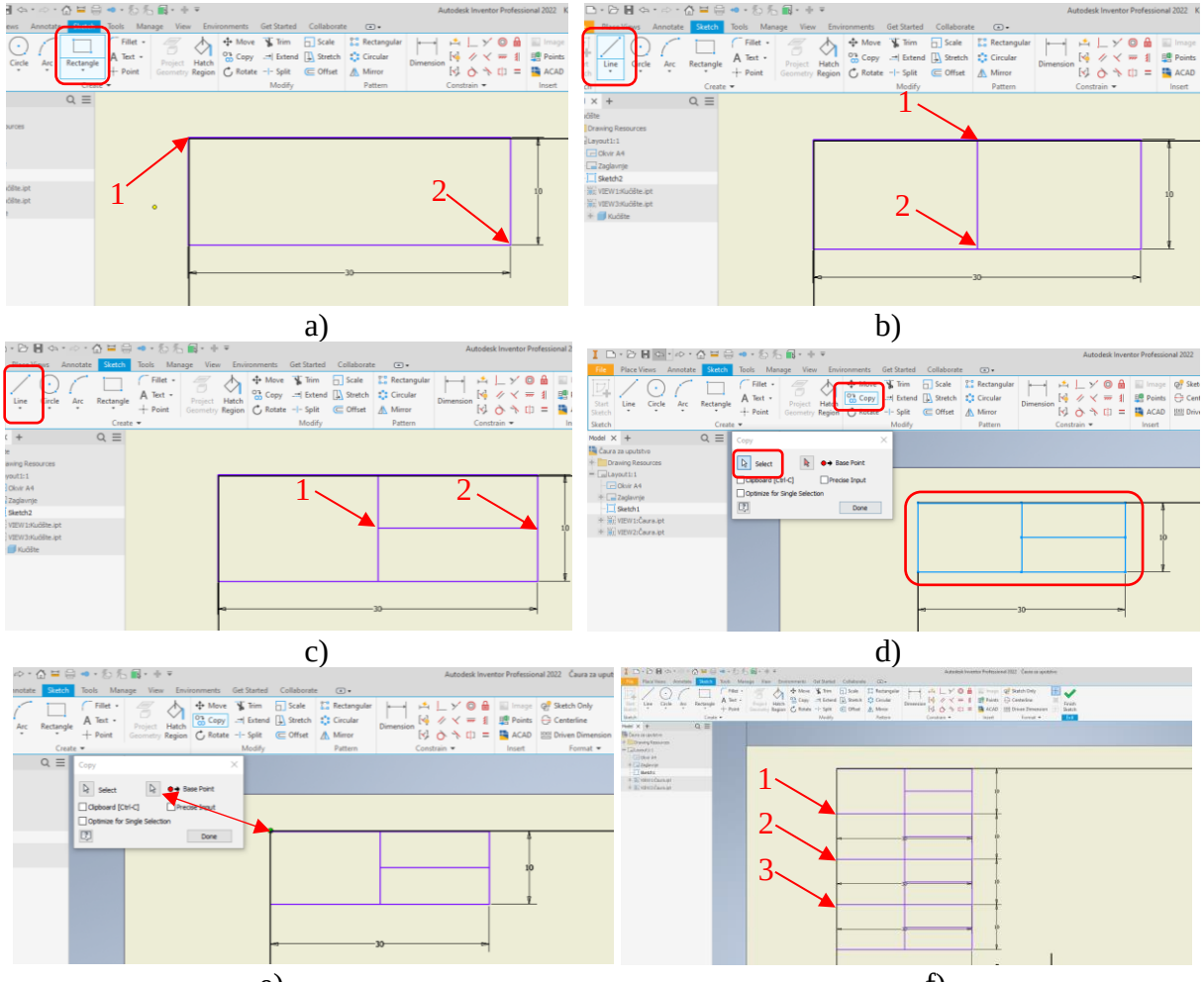
Slika 69. Kotiranje radijusa

Sledeće što treba uneti na crtež je tabela sa upisanim vrednostima tolearncija, kao i većina stvari ovo može da se izvede na više načina, od kojih će jedan biti pokazan u nastavku. Iako postoji alat za kreiranje tabele, takva tabela nema mogućnost spajnja polja, što je čini nepovljnu za ovu primenu. Iz tog razloga se pribegava crtanju tabele pomoću modula za skiciranje. Odabirom alata za skiciranje ***Start Sketch***, potrebno je kliknuti bilo gde na "papiru" ali da nije u okviru projekcija (npr. na mesto gde će biti tabela) (Slika 70). Radi usaglašavanja veličine fonta, u toku crtanja tabele za upisivanje vrednosti tolerancija, potrebno je usvojiti dimenzije tabele 30x10. Na slici 71, se vidi jedan od postupaka crtanja. Pomoću alata za crtanje pravougaonika (***Rectangle***) nacrtati jedan pravougaonik, pomenutih dimenzija, zatim alatom za crtanje linije, podeliti celu tabelu popreko tačno pola, zatim desnu polovinu istim alatom uzdužno na pola, i zatim kliknuti ***Finish Sketch.***



Slika 70. Aktiviranje modula za skiciranje na "papiru"

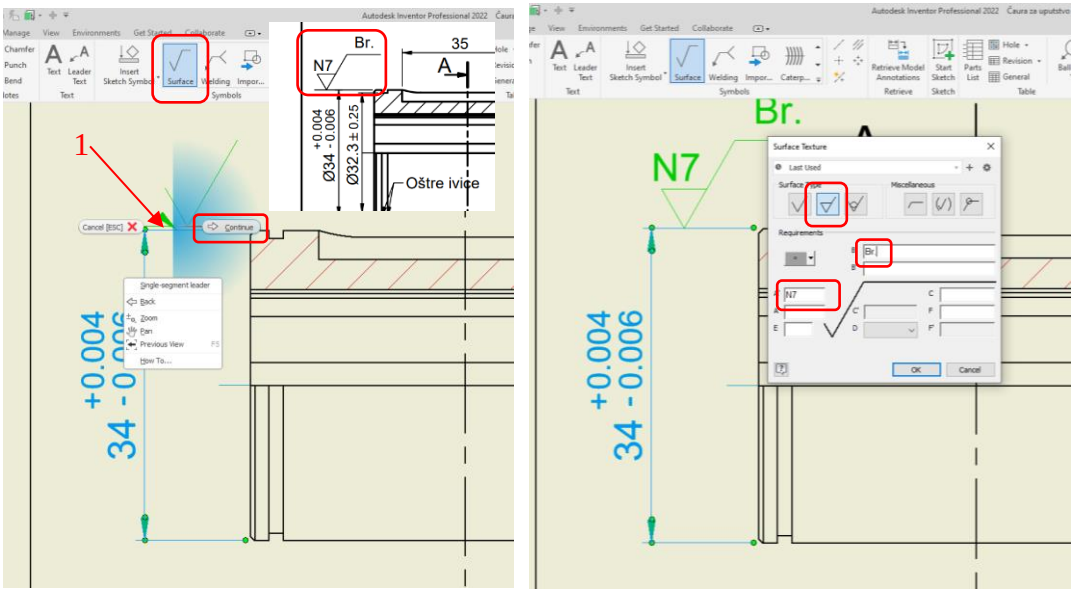
U ovom slučaju je potrebno više tabela, može biti nacrtana svaka pojedinačno, ili jednu nacrtati pa je kopirati. Alatom ***Copy***, potrebno je pod opcijom ***Select*** označiti nacrtanu tabelu, zatim sa ***Base Point***, odabrati vodeću tačku za kopiranje, npr. gornji levi ugao tabele, zatim svaku kopiju treba pozicionirati u donji levi ugao prethodne tabele, nakon što je to urađeno kliknuti ***Finish Sketch.*** Kada je tabela završena, potrebo ju je popuniti pomoću ***Text*** alata za pisanje teksta u grupi alata ***Annotate***, sa kojim se takođe pišu i napomene.



Slika 71. Postupak crtanja i kopiranje tabele za upisivanje vrednosti tolerancija

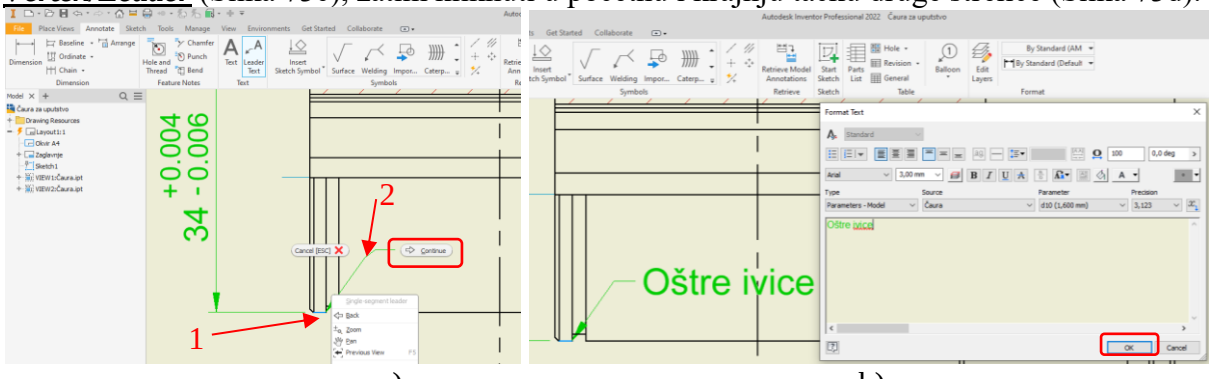
Upisivanje kvaliteta obrađene površine se vrši preko već gotovih simbola, koji se nalaze u grupi alata ***Annotate,*** u podgrupi ***Symbols*** (Slika 72). Prvi N7, je specifičan pošto se odnosi

na kotnu linije. Pozivanjem alata ***Surface***, (Slika 72) treba kliknuti na pomoćnu kotnu liniju za koju je taj simbol vezan (1), nakon toga klikom na desni taster miša, zatim ***Continue***, otvoriće se prozor za podešavanje simbola. U tom prozoru treba odabrati da se radi o obradi skidanjem strugotine, a u polje za vrednost upisati N7, a za postupak proizvonje upisati Br. što se odnosi na brušenje i na kraju kliknuti ***OK.***

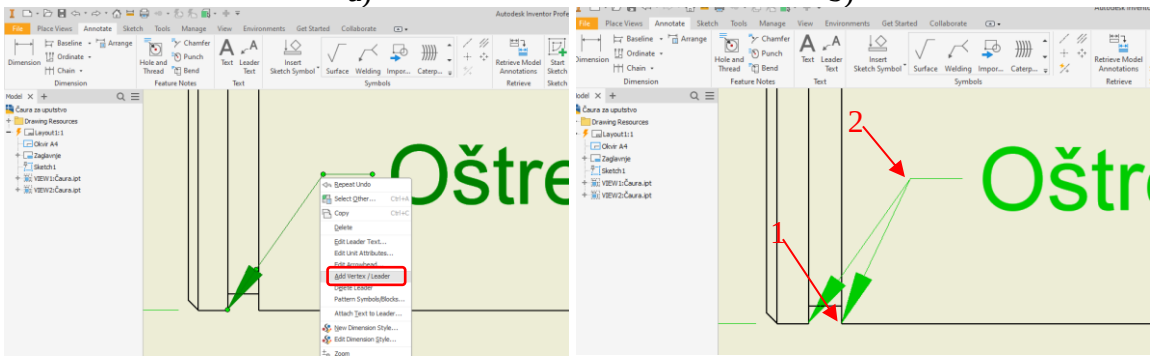


Slika 72. Postupak unošenja simbola za kvalitet obrađene površine

Nekada na crtežu treba uneti tekst, međutim nema uvek prostora za to, iz tog razloga se pribegaca pisanja teksta na drugoj poziciji, pri čemu strelica služi za pokazivanje pozicije. Na ovom primeru se nalazi jedan takav slučaj, gde je napomenuto da su ivice žleba za uskočnik sa oštim ivicama. U tu svrhu se koristi alat ***Leader Text***, (Slika 73a), u ovom slučaju klikom na teme na koje se odnosi napomena (1), zatim klikom na poziciju teksta (2), nakon toga klikom na desni taster miša onda ***Continue***, otvara se prozor za pisanje teksta, gde treba upisati "Oštre ivice" (Slika 73b). Zatim desnim tasterom miša kliknuti na strelicu, pa odabrati ***Add Vertex/Leader*** (Slika 73c), zatim kliknuti u početnu i krajnju tačku druge strelice (Slika 73d).



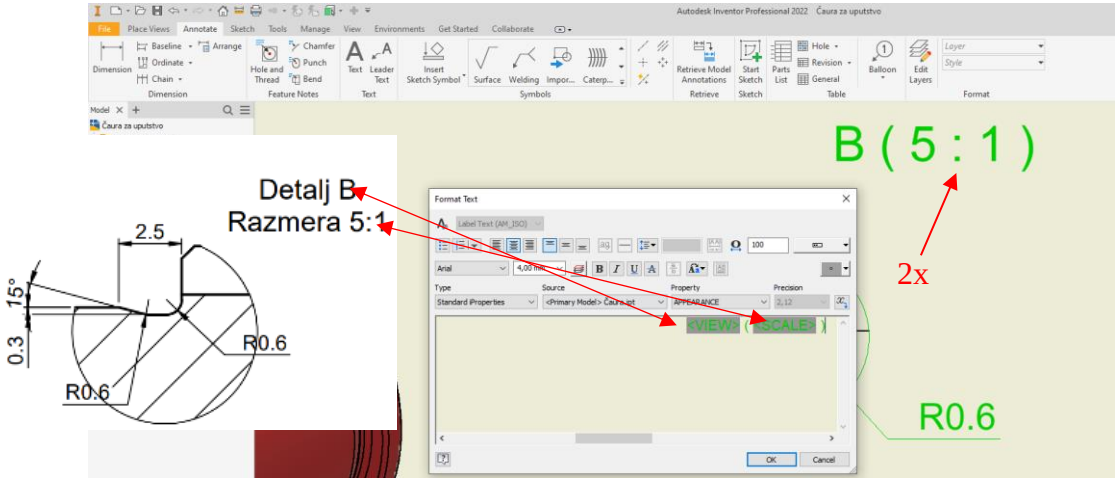
a) b)



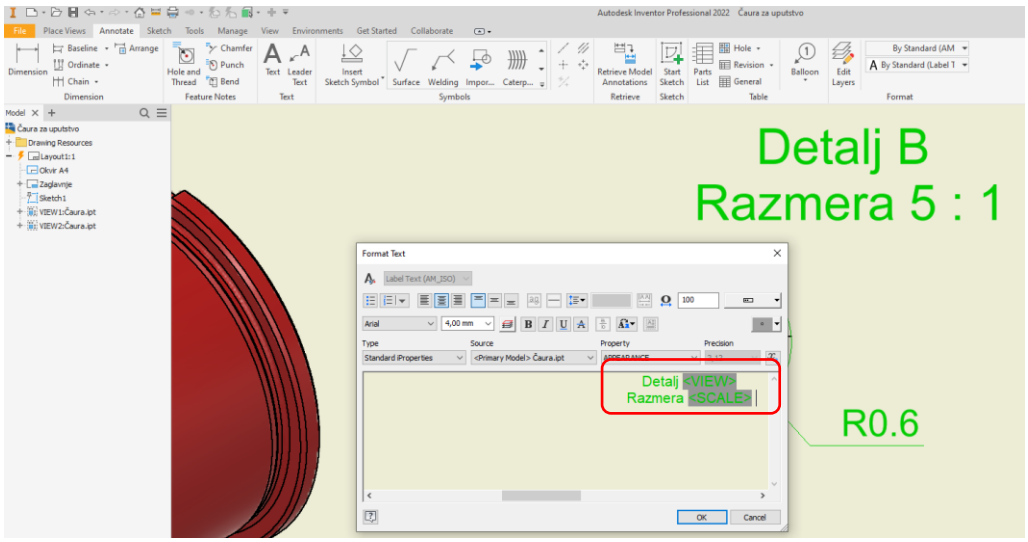
c) d)

Slika 73. Unošenje napomene sa strelicom

Što se tiče naziva pogleda, preseka, detalja, idt. vrlo jednostavno se mogu izmeniti, tako što treba kliknuti dva puta levim tasterom na tekst i upisati željeni naziv. Na primer softver je automatski detalj nazovao **B(5:1)**, međutim na crtežu stoji **Detalj A, Razmera 5:1.** Dvostukim klikom na postojeći naziv, otvoriće se pomoćni prozor ***Format Text*** (Slika 74). U okviru kojeg stoje parametarske vrednosti slova i razmere, prilagođavanjem tog teksta dobija se naziv kao na datom ctrežu (Slika 75), ista je procedura i kod naziva za presek.

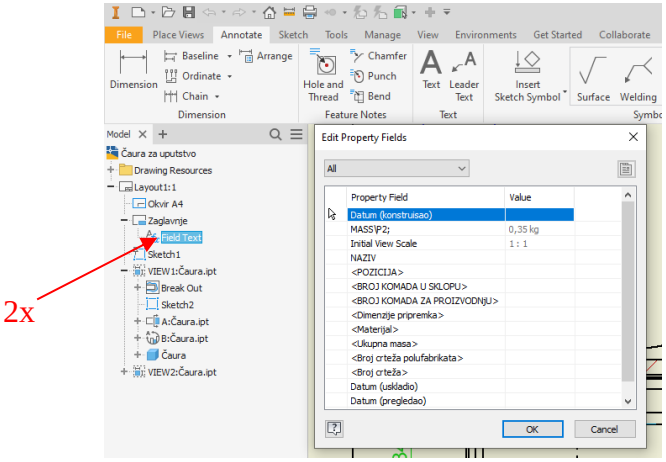


Slika 74. Aktiviranje prozora za promenu naziva detalja



Slika 75. Prilagođavanje naziva detalja

Ukoliko zaglavlje nije popunjeno na početku, dijalog prozor za tu svrhu može da se aktivira iz stabla modela, dvoklikom na ***Field Tekst***.



Slika 76. Popunjavanje zaglavlja