

The background features an abstract design with four blue circles of varying sizes, each composed of concentric rings. These circles are arranged in a diamond-like pattern. Thin blue lines intersect at the center, forming an 'X' shape that divides the page into four quadrants.

AUTODESK INVENTOR

SKRIPTA

Uradio: Prof. Saša Ilić

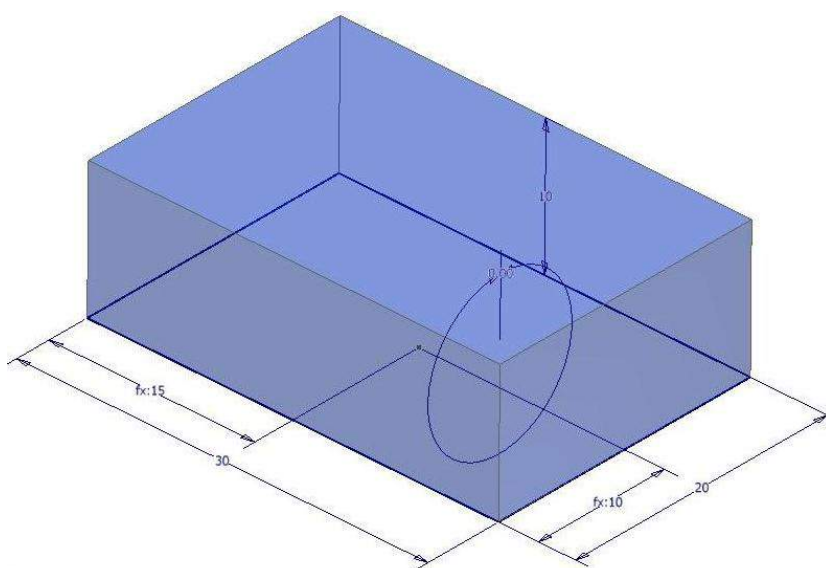
Sadržaj:

Autodesk Inventor 2008.....	4
Radno okruženje programa inventor 2008	5
Početak rada u programu Autodesk Inventor 2008.....	6
Podešavanje programa za rad.....	7
Osnovne komande za skiciranje.....	8
Upotreba alata za crtanje početnih skica.....	9
Radne ravni i ose	10
Kreiranje dela (modela).....	10
Skica za deo (model)	10
Rad sa alatima za skiciranje.....	11
Komanda Line	11
Geometrijska ograničenja (Constraints)	12
Kotiranje (dimenzionisanje) skice	14
Tipovi linija	14
Korišćenje opcije za precizan unos koordinata	15
Primeri skica za vežbanje	16
Komanda Polygon	17
Komanda Mirror.....	17
Komande Rectangular i Circular Pattern.....	18
Komanda Offset	19
Komande Extend i Trim	19
Komande Move i Rotate	19
Komande Fillet i Chamfer	21
Komanda Insert AutoCAD file	21
Skice za vežbanje.....	22
Modeliranje u tri dimenzije.....	23
Alati za 3D modeliranje	24
Alat Extrude (E)	24
Alat Revolve (R).....	27
Naknadno uređivanje skice ili dela	28
Izrada modela tipa školjke (Shell)	29
Modeliranje opruga Coil	30

Autodesk Inventor 2008

Autodesk Inventor 5.0 je softverski proizvod firme AUTODESK koja je poznata i po svom programu AutoCAD. Inventor je namenjen pre svega potrebama projektovanja u oblasti mašinstva. Za razliku od AutoCAD-a inventor je program za **parametarsko, zapreminsko (solid)** modeliranje mašinskih delova i sklopova. Osim modeliranja delova on omogućava i generisanje tehničke dokumentacije a novije verzije programa omogućavaju i različita izračunavanja i simulacije. Trenutno aktuelna verzija programa je 11 a u pripremi je i verzija 12 ako već nije i plasirana na tržište.

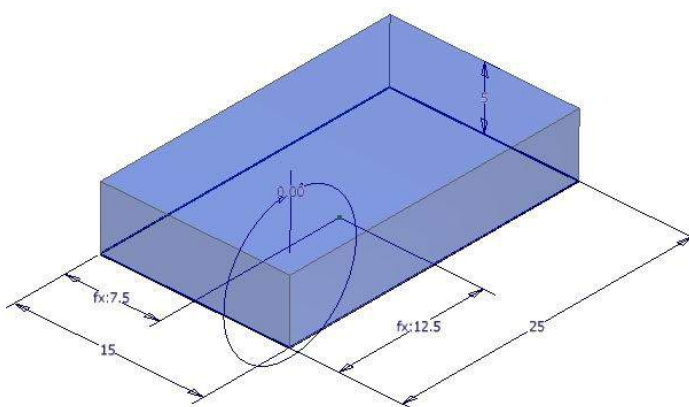
Šta je to parametarsko modeliranje? Parametarsko modeliranje omogućava da se geometrijski model može opisati skupom geometrijskih i dimenzionih parametara. Parametri predstavljaju promenljive veličine i svojim trenutnim vrednostima potpuno opisuju geometriju dela. Geometrijski parametri su geometrijska ograničenja na modelu: paralelnost, normalnost itd. a dimenzioni parametri su dimenzije modela: dužine, prečnici, radijusi, uglovi itd. Sledeće dve slike opisuju parametarski definisan deo (model).



Na slici 1 prikazana je prizma koja je parametarski opisana dimenzionim parametrima. Dimenzioni parametri u ovom primeru su dužina (30 mm) i širina (20 mm) osnove prizme. Data je i visina prizme (10 mm) koja se dobija određenim tipskim formama.

Moguće je uspostaviti određene relacije između dimenzija. Na primer: moguće je dati da širina osnove zavisi od dužine, promenom dužine automatski se menja i širina. Moguće je zadati i visinu u odnosu na neku dimenziju, na primer u odnosu na širinu ili dužinu osnove.

Slika 1. Parametarski opis modela



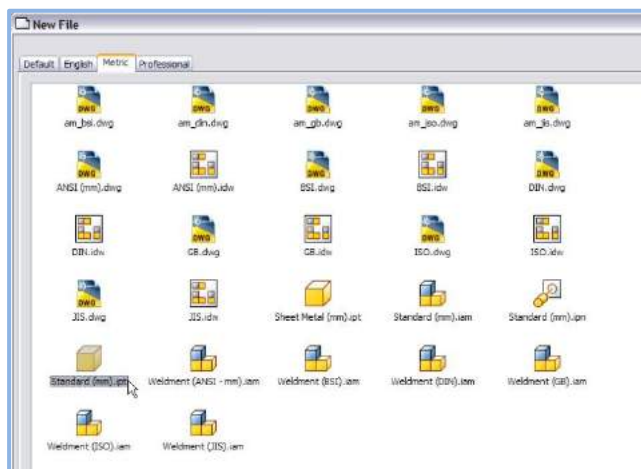
Na slici 2 prikazan je model (deo) posle promene dimenzija. Promenjena je dužina osnove sa 30 mm na 15 mm, širina osnove sa 20 mm na 25 mm i visina prizme sa 10 mm na 5 mm.

Slika 2. Parametarski opis modela sa promenjenim dimenzijama

Verzija programa 2008 je dovoljno moćna za školske potrebe i više od toga, izučavanjem ove verzije u mogućnosti ste da se kasnije nosite i sa mnogo složenijim verzijama ovog programa a isto tako i sa programima konkurentskih firmi. Principi modeliranja delova u ovom i srodnim paketima je slična.

Radno okruženje programa inventor 2008

Po startovanju programa pred nama će se pojaviti osnovni prozor programa prikazan na sledećoj slici. Po pojavljivanju početnog ekrana na korisniku je da izabere jednu od nekoliko ponuđenih opcija. Treba izabrati karticu Metric i u zavisnosti od toga šta treba da se radi bira se jedna o ponuđenih opcija.

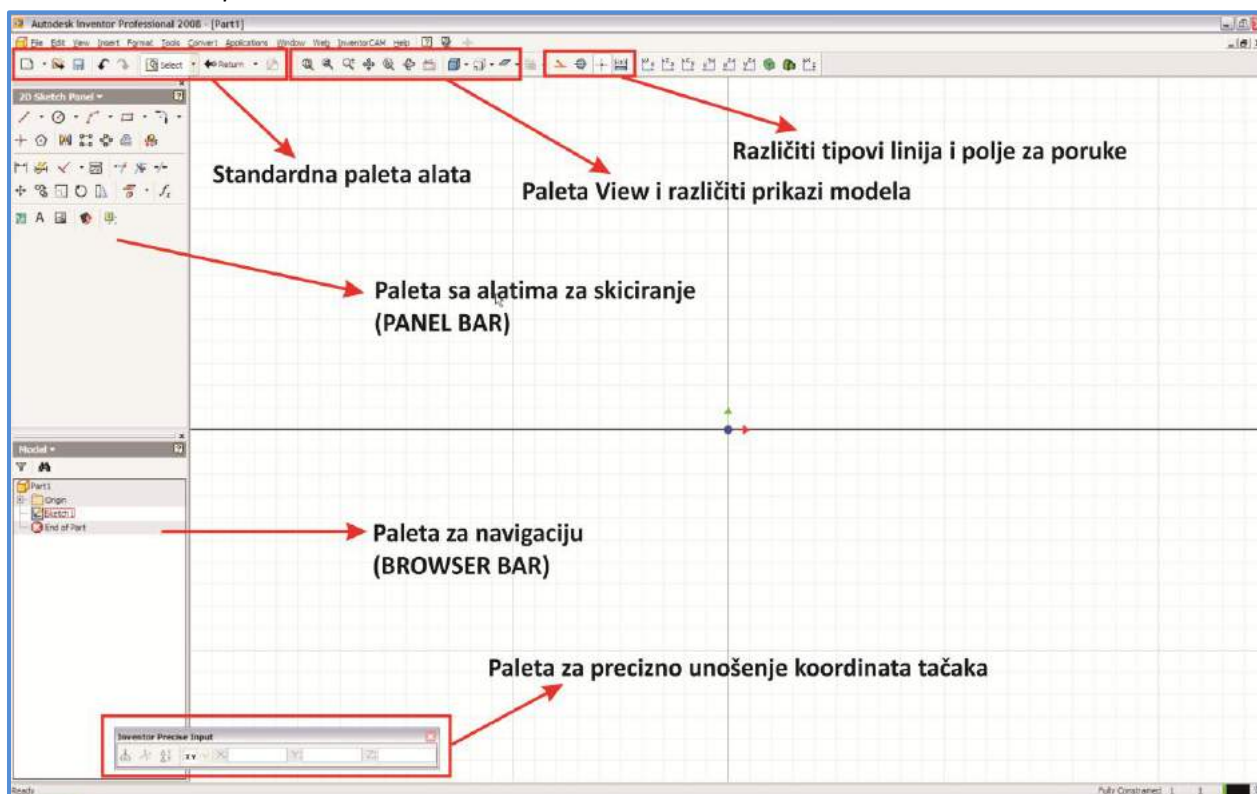


Slika 3. Osnovni prozor Autodesk Inventora 2008

Na raspolaganju su nam sledeće opcije:

1. Modul za modeliranje delova
2. Modul za izradu sklopova
3. Modul za generisanje tehničke dokumentacije
4. Modul za izradu prezentacija

Da bi smo mogli da izrađujemo sklopove, prezentacije ili crteže moramo prvo da izmodeliramo jedan ili više delova. Početak rada delova zahteva da izaberemo modul za izradu delova a to je žuta kockica ispod koje piše standard (mm).ipt. Po izboru ove opcije pred nama će se naći osnovni prozor za skiciranje. Treba napomenuti da je za modeliranje delova od

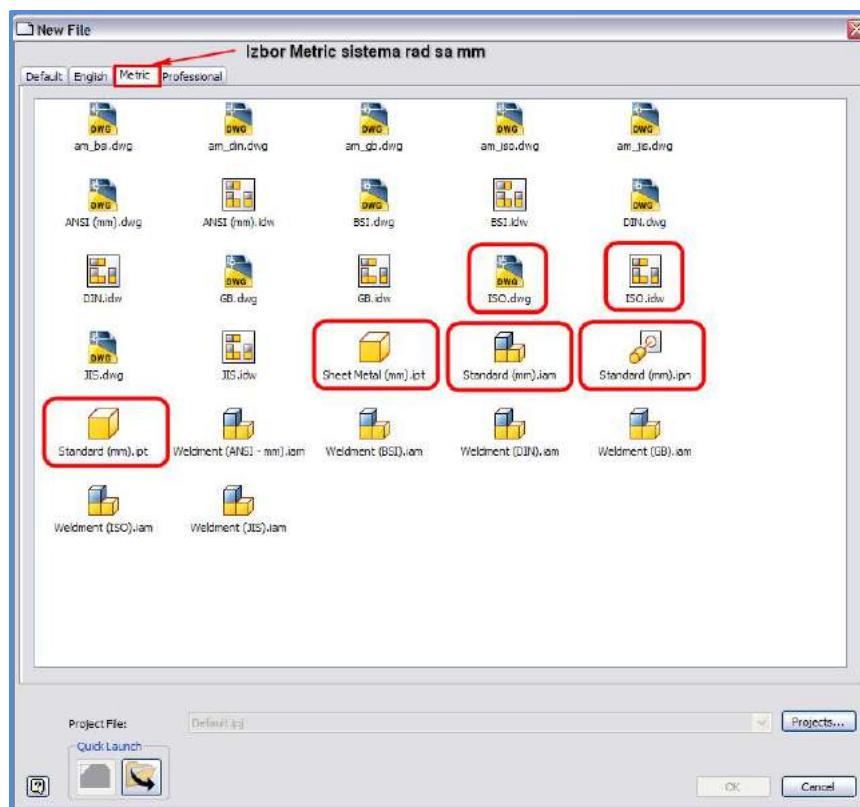


Slika 4. Osnovni prozor za skiciranje i radni prostor









značaja izrada skice od koje se različitim komandama dobijaju zapreminski delovi koji se još nazivaju i part-ovi. Osnovni prozor programa za skiciranje prikazan je na slici 4. Pozadina modula za skiciranje je po osnovnim podešavanjima plava. Na ovoj slici je bela i pomeren je koordinatni sistem u levo zbog skiciranja. Boju pozadine možete prilagoditi sopstvenim afinitetima. O osnovnim podešavanjima inventora biće reči malo kasnije. Na ovoj slici su pokazane osnovne palete koje bi trebalo uvek da budu prisutne prilikom rada. Nazivi paleta su dati što razumljivije za onog ko se prvi put sreće sa ovim programom. Ukoliko se neka od paleta greškom zatvori ponovno otvaranje paleta i pozicioniranje na radnoj površini vrši se kao i kod ostalih windows programa. Desni klik na standardnu paletu sa alatima i izabiramo onu opciju koja nam je potrebna, slike ispod.

Početak rada u programu Autodesk Inventor 2008

Startovanje programa moguće je na nekoliko načina. Preko start menija ili dvoklikom na ikonicu programa na desktopu. Kada se program startuje potrebno je izabrati jednu od nekoliko ponuđenih opcija. Bitno je da se izabere metrički sistem mera koji se kod nas koristi. Program nudi nekoliko podešenih opcija prema ISO standardu, međutim korisnik može sam da napravi svoja podešavanja prema svojim potrebama. Pravljenje šablona u programu inventor 2008 i novijim verzijama je veoma jednostavno. Za modeliranje delova, kreiranje sklopova i prezentacija može se koristiti već ponuđeni šablon dok za generisanje tehničke dokumentacije treba da se napravi sopstveni šablon prema našim standardima. Pri startovanju programa na početku se susrećemo sa početnim prozorom koji nam nudi nekoliko opcija za početak rada u zavisnosti od toga šta nameravamo da radimo (modeliranje dela, sklopa, kreiranje prezentacije ili generisanje tehničke dokumentacije) slika 5.



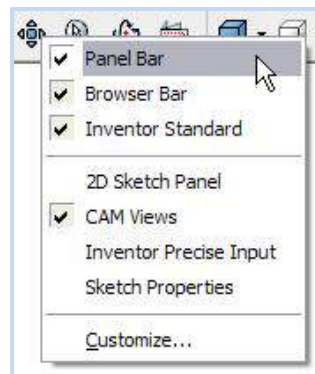
Slika 5. Početni prozor sa ponuđenim opcijama

	Objašnjenja za rad (Help)		Početak rada na novom delu, modelu (Part)
	Rad na novom delu, sklopu, prezentaciji ili crtežu.		Izrada sklopova (Assembly)
	Otvaranje postojećeg rada.		Kreiranje prezentacija (Presentation)
	Formiranje projekata.		Generisanje tehničke dokumentacije (Drawing)

Slika 6. Ponuđene opcije iz početnog prozora

Da bi smo mogli da kreiramo sklop potrebno je da imamo delove koji sačinjavaju taj sklop, a kasnije od sklopa možemo kreirati prezentaciju. Generisanje tehničke dokumentacije moguće je od pojedinačnih delova ili od sklopova. Moguće je kreiranje sklopa i u samom modulu za izradu sklopova, gde mi formiramo deo po deo a sam program nam te delove snima kao pojedinačne. U okviru sklopa moguće je vršiti i izmene već formiranih delova. Svaka izmena na delu (Part) automatski se odražava i na

sam sklop ili na već generisan tehnički crtež. Autodesk Inventor nam omogućava da na osnovu sklopa generišemo sastavnice delova, revizione tabele i sve druge elemente tehničke dokumentacije.



Slika 3. Izbor paleta desnim klikom

Preporuka je da se na početku rada izabere ikonica za kreiranje delova (Part) a kasnije da se na osnovu izmodeliranih delova kreiraju sklopovi. Generisanje tehničke dokumentacije nije moguće bez ijednog dela jer Inventor na osnovu modela pravi poglede i preseke.

Kada smo izabrali ikonicu za kreiranje delova susrećemo se sa radnim prostorom inventora koji je prikazan na slici 4. Pre početka rada treba postaviti sledeće palete na radnoj površini programa ako već nisu po podrazumevanim podešavanjima postavljene. Te palete su:

1. Panel Bar
2. Browser Bar
3. Precise Input i
4. Standard paletu

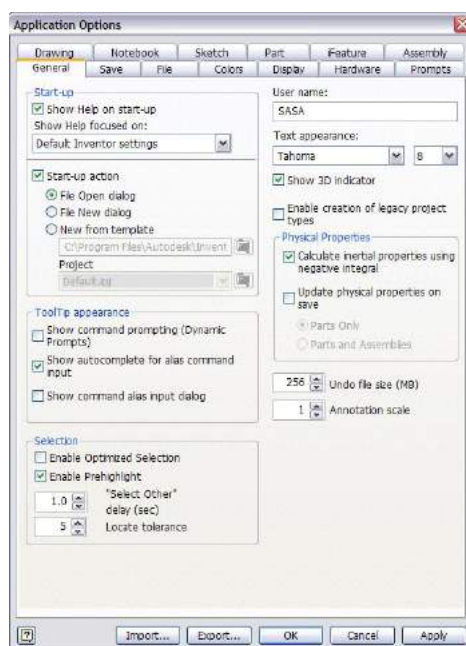
Ove palete najlakše je da se postave iz menija koji se dobija desnim klikom na neku paletu.

Podešavanje programa za rad

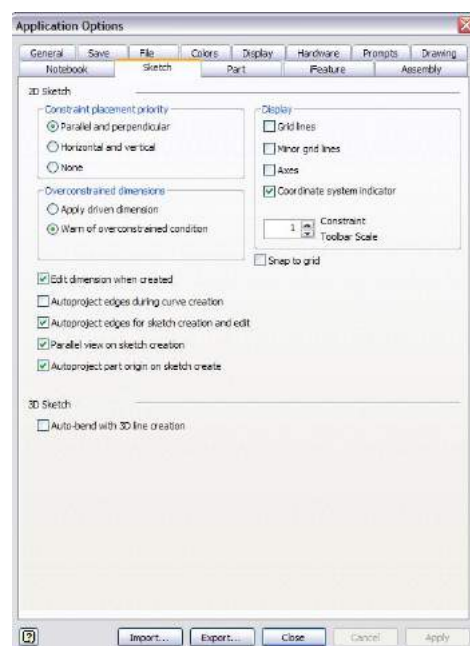
Autodesk Inventor može da se koristi i bez nekog dodatnog podešavanja a možemo izvršiti i podešavanje prema ličnim afinitetima (npr. boja pozadine, snap opcija, mreža u radnom prostoru, koordinatni sistem itd). Ono što treba obavezno da se podesi odnosi se na generisanje tehničke dokumentacije (treba prilagoditi zaglavlja prema našim standardima).

Podešavanje programa vrši se na sledeći način: Sa padajućeg menija Tools izaberemo opciju Application options (Tools→Application options). Zatim se pojavljuje dijalog Options koji je prikazan na slici 4. Dijalog options sadrži 11 kartica pomoću kojih možemo vršiti podešavanje programa. Za školske potrebe koristićemo samo kartice:

1. General
2. Colors (promena boje pozadine)
3. Display
4. Sketch
5. Part



Slika 4. Dijalog options



Slika 5. Dijalog options sa otvorenom karticom Sketch

U okviru kartice General treba da podesimo sledeće: veličinu undo opcije u MB, Show Startup Dialog (da li da prikazuje početni prozor, slično kao kod Autocad-a, Show 3D Indicator (da bude prikazan koordinatni sistem u donjem levom delu ekrana ili ne).

U okviru kartice Colors vršimo podešavanje boje pozadine (preporuka, podesiti na Millennium).

U okviru kartice Sketch možemo podešavati sledeće:

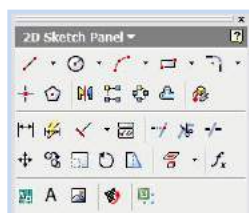
1. u polje Constraint Placement Priority treba da podesimo koji metod ograničenja da bude prioritetan (paralelnost i normalnost ili horizontalnost i vertikalnost),
2. u polje Display možemo podešavati:
 - **Grid Lines** (mreža linija u radnom prostoru koja može biti manje ili više gusta što se podešava iz opcije Tools→Document Settings i tu se u kartici Sketch podesi rastojanje po X i Y)
 - **Minor Grid Lines** (uključuje manje gustu koordinatnu mrežu na ekranu)
 - **Axes** (uključuje i isključuje linije koje predstavljaju X i Y ose tekuće skice)
 - **Coordinate System Indicator** (uključuje i isključuje ikonicu koja predstavlja X, Y i Z ose sa koordinatama 0,0,0 na tekućoj skici)
3. Snap to Grid (početne i krajnje tačke vezivače se za tačke preseka koordinatne mreže,
4. Automatic reference edges for new sketch (kada je ova opcija potvrđena ravan novoformirane skice se automatski dovodi u položaj skiciranja,

U okviru kartice Part treba staviti potvrdu u polje Sketch on X-Y Plane.

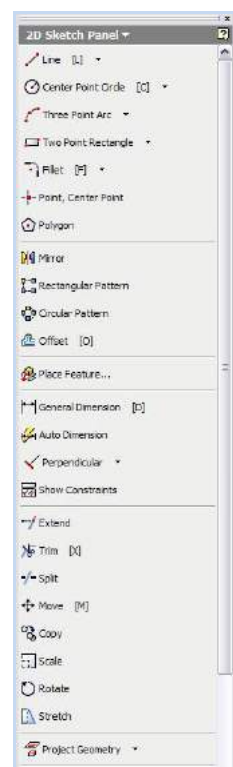
Osnovne komande za skiciranje

Pre početka opisivanja svake komande za skiciranje na sledećim slikama je prikazana paleta za skiciranje (panel bar) u expert i normalnom modu.

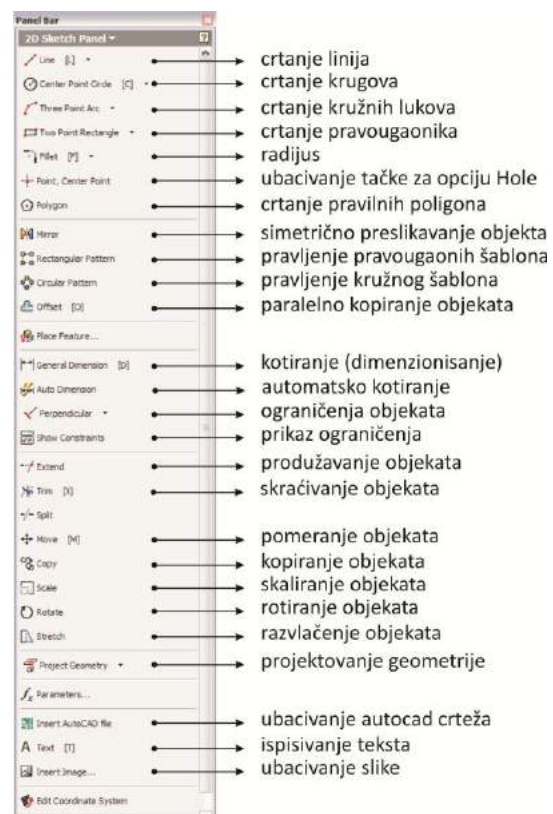
Napomena: U zavisnosti od toga u kom se modu nalazimo trenutno panel bar izgleda drugačije. Na primer: ako smo u modu za crtanje početne skice panel bar izgleda kao na slikama 6 i 7, ako smo u modu za dodeljivanje treće dimenzije (Features) panel bar će sadržati drugačije komande i drugačije ikonice.



Slika 6. Panel bar u expert modu





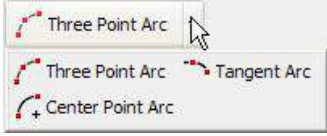
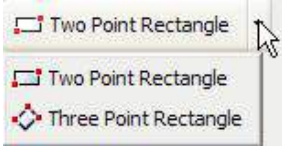



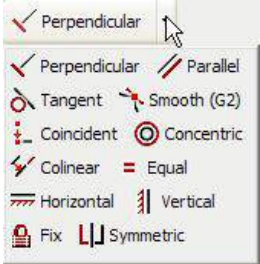
Slika 7. Panel bar















Slika 8. Osnovne komande za crtanje

Upotrba alata za crtanje početnih skica

Oznake date u zagradi predstavljaju skraćenice sa tastature.

	Komanda: Line (+L) Ovom komandom vrši se crtanje horizontalnih, vertikalnih i kosih linija. Osim pravih linija moguće je crtanje i krivih linija pomoću komande Spline
	Komanda: Circle (Shift +C) Crtanje kružnice na nekoliko načina (kružnica iz centra, kružnica koja tangira tri linije i elipsa.
	Komanda: Arc Crtanje kružnog luka na nekoliko načina.
	Komanda: Rectangle Crtanje pravougaonika kroz dve tačke i kroz tri tačke.
	Komanda: Fillet i Chamfer Izrada radijusa i oborone ivice.
	Komanda: Point Unos tačke za kasniju tipsku formu za izradu rupa i otvora na modelu.
	Komanda: Polygon Crtanje pravilnih poligona.
	Geometrijska ograničenja.

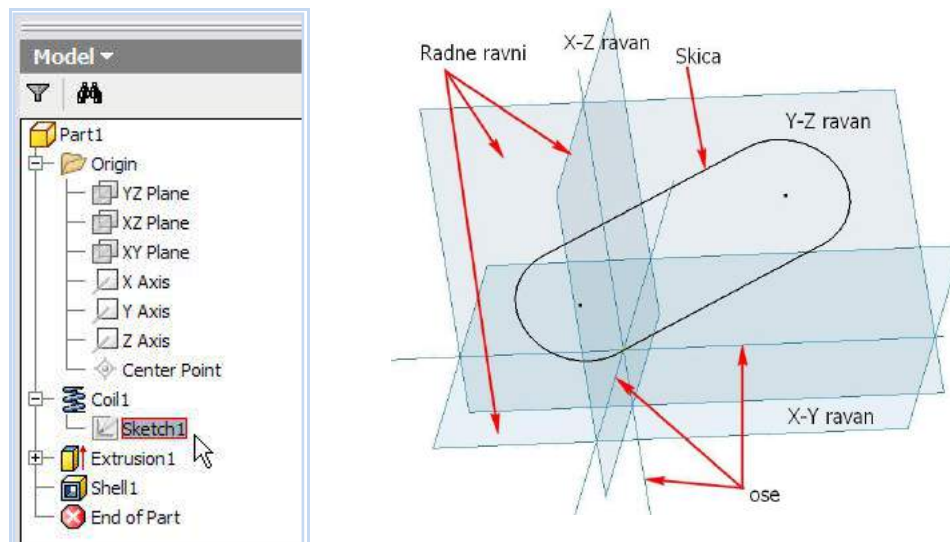
Slika 9. Osnovne komande za skiciranje (crtanje) skica

Colinear (kolinearnost duži)		Perpendicular (normalnost)	
Equal (ista dužina)		Parallel (paralelnost)	
Vertical (vertikalnost duži)		Tangent (tangenta)	
Horizontal (horizontalnost duži)		Smooth (dimenzionisanje)	
Fix (fiksira objekat-zaključava)		Coincident (postavlja objekte u jednu tačku)	
Symetric (simetričnost objekata)		Concentric (koncentričnost krugova)	

Slika 10. Ograničenja (Constraints)

Radne ravni i ose

Svaka skica se kreira u jednu radnu ravan. Radne ravni mogu biti unapred definisane, to su YZ, XZ, XY radne ravni i smeštene su u folderu Origin koji se nalazi u Browser baru. Korisnik može i sam da definiše radne ravni u toku izrade modela, a kao radne ravni mogu da se koriste i strane modela (npr. ako smo izmodelirali kocku jedna strana-površina te kocke može da se iskoristi za kreiranje skice tj. kao radna ravan).




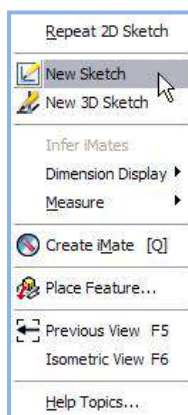
Slika 11. Panel Browser bar i izgled radnih ravni sa skicom

Kreiranje dela (modela)

Skica za deo (model)

Kreiranje nove skice može se vršiti na više načina:

1. Preko alatke Sketch sa palete Command  kao što je prikazano na slici. Zatim selektujemo radnu ravan ili stranicu dela. Ovo možemo uraditi i obrnutim redom, selektujemo radnu ravan ili stranicu dela a onda izaberemo komandu Sketch,
2. Prečicom na tastaturi (taster S), a zatim izaberemo radnu ravan ili stranicu dela,
3. Desnim tasterom se klikne u prostor za crtanje i iz padajućeg menija izabere opcija New Sketch slika 12.



Slika 12. Izbor nove skice iz padajućeg menija

Nakon kreiranja aktivne skice, u ravni će se automatski postaviti X i Y ose i onda se može početi sa skiciranjem.

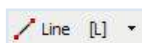
Rad sa alatima za skiciranje

Kad izaberemo alat za skiciranje treba da pratimo informacije koje nam inventor upućuje o tome šta trebamo da uradimo. Ove informacije ispisuju se u polje Message na komandnoj liniji. Osim toga treba da znamo i koje tipove linija možemo da koristimo dok stvaramo skicu konture dela od koje nastaje 3D deo. Tipove linija koje možemo da koristimo su: **Normal**, **Construction** i **Centerline**. Skica od koje treba da se formira deo treba da bude od Normal linija dok Construction linije koristimo kao pomoćne prilikom skiciranja i one ne utiču na budući deo. Linije tipa Centerline koristimo kod simetričnih rotacionih delova.

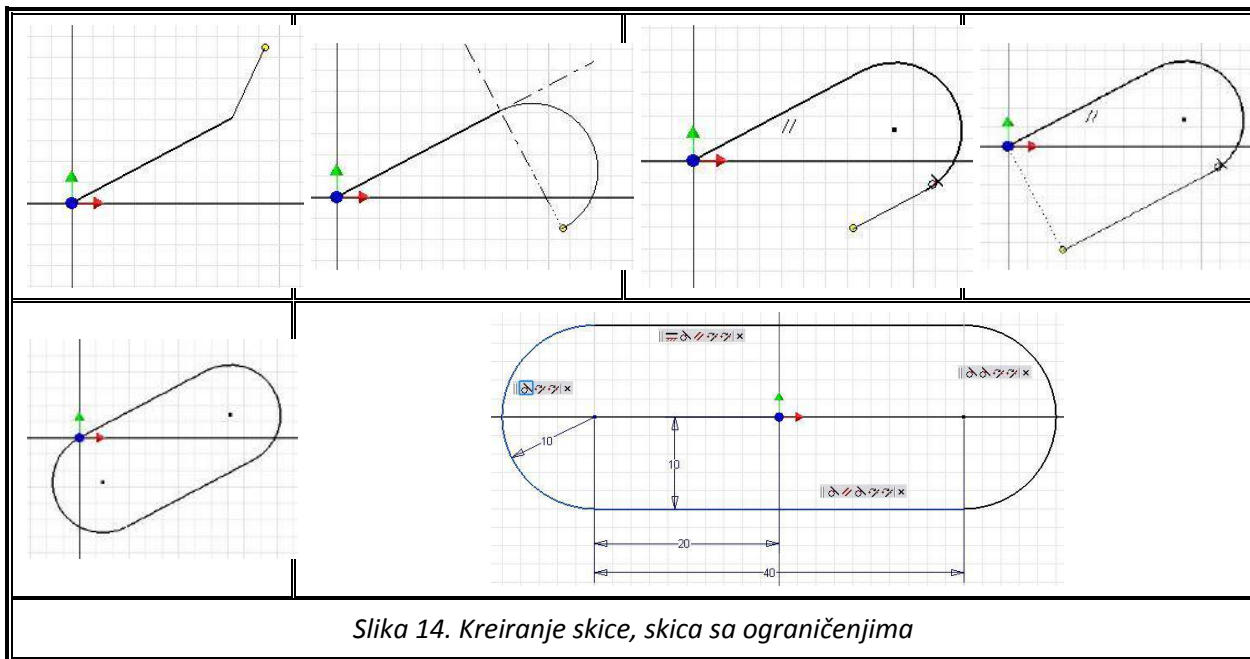
Construction – konstrukciona linija  **Centerline** – osna linija (simetrala)

Slika 13. Vrste (tipovi) linija

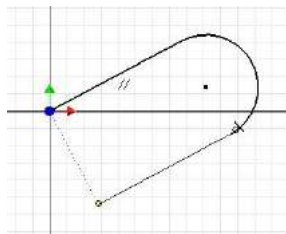
Komanda Line



Alatka line je jedna od najmoćnijih i najčešće korišćenih alatki za skiciranje. Ovom alatkom možemo da crtamo linije i lukove koristeći krajnje tačke linija. Slično kao kod AutoCAD-a, nakon pokretanja komande sledi zahtev za unos prve tačke. Nakon izbora početne (prve) tačke u prostoru za crtanje sledi zahtev za unos druge tačke. Kada smo zadali i drugu tačku možemo nastaviti sa crtanjem linije ili luka iz krajnje tačke linije. Da bismo nacrtali luk treba da uradimo sledeće: dođemo pokazivačem miša u krajnju tačku linije i kad tačka bude crna pritisnemo levi taster miša i držimo i pomeramo miš u pravcu ukome želimo da nacrtamo luk. Ovaj luk biće tangenta na prethodno nacrtanu liniju slika 14.



Slika 14. Kreiranje skice, skica sa ograničenjima



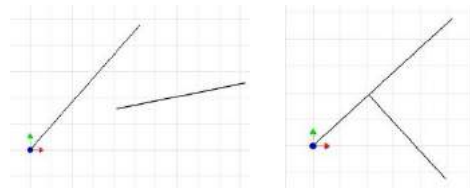
Slika 15. Geometrijski uslovi

Tokom crtanja na ekranu se pojavljuju isprekidane linije koje predstavljaju krajnje tačke linija i lukova. Kako se približavamo ovim tačkama one će se vezivati za njih (Snap). Ako je to ono što želimo izaberemo tačku a ako nije nastavimo sa pomeranjem miša dok ne dođemo u položaj koji nam odgovara. U toku crtanja skice pojavljuju se mali simboli koji označavaju geometrijske uslove koji će biti primenjeni na objekat. Geometrijske uslove možemo i naknadno da zadajemo. Na slici 15. prikazani su geometrijski uslovi koji se pojavljuju u toku kreiranja skice i pomoćna linija (isprekidana).

Geometrijska ograničenja (Constraints)

✓ Perpendicular ▾

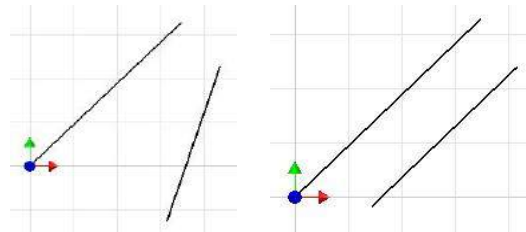
- Kad se primeni ovo geometrijsko ograničenje linije će biti pod uglom od 90° . To znači da će prva linija ostati u istom položaju a druga će se rotirati dok ne dođe u položaj od 90° .



Slika 16. Primenjen uslov normalnosti

Parallel ▾

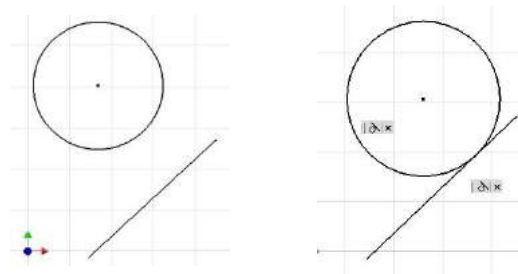
- Primenom ovog ograničenja dovodimo linije u paralelan položaj. Prva linija ostaje u istom položaju a druga se rotira dok se ne postigne uslov paralelnosti.



Slika 17. Primena uslova paralelnosti

Tangent ▾

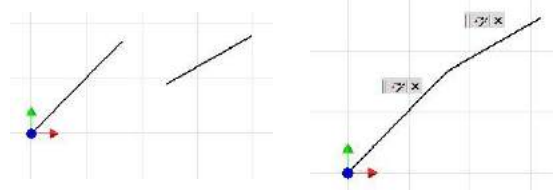
- Ovim ograničenjem dovodimo luk i liniju, ili dva luka, ili krug i liniju da budu tangenti.



Slika 18. Primena uslova tangენტnosti

Coincident ▾

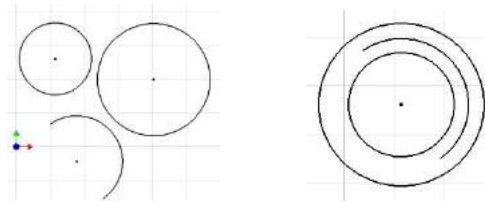
- Krajevi lukova i/ili linija, ako nisu spojeni spojiće se.



Slika 19. Primena uslova Coincident

Concentric ▾

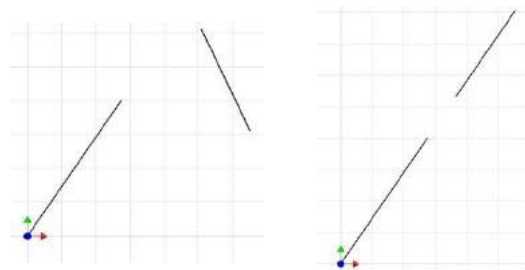
- Krugovi i lukovi će imati isti centar.



Slika 20. Primena uslova koncentričnosti

Colinear ▾

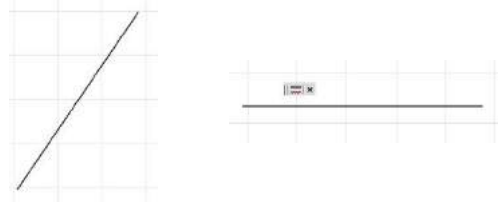
- Ovim ograničenjem postavljamo dve linije na isti pravac. Ako se pomeri prva linija pomeriće se i druga, linije ne moraju da se dodiruju.



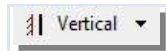
Slika 21. Primena uslova kolinearnosti



- Ovo ograničenje postavlja linije u horizontalan položaj.



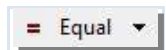
Slika 22. Primena uslova horizontalnosti



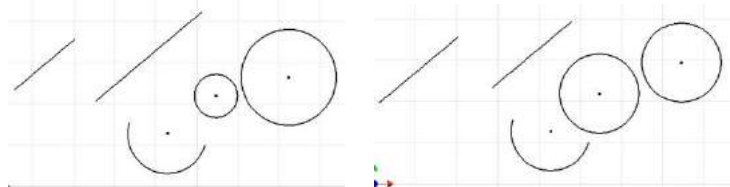
- Primenom ovog ograničenja izabrana linija se postavlja u vertikalni položaj.



Slika 23. Primena ograničenja vertikal



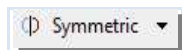
- Ako su selektovane dve linije imajuće iste dužine, ako su selektovana dva kruga ili luk i krug imajuće iste prečnike.



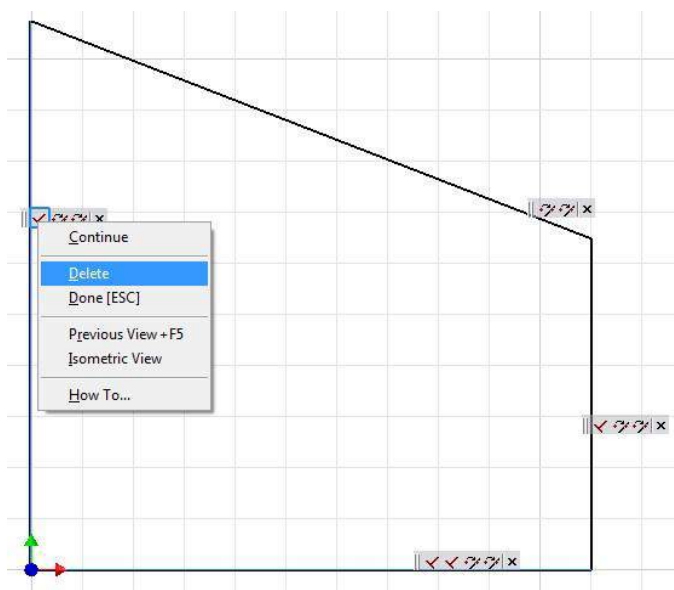
Slika 24. Primena ograničenja jednakosti



- Ovaj uslov ima prioritet u odnosu na svaki drugi. Pomoću ovog uslova mi fiksiramo (zaključavamo) objekte da se ne pomeraju.



- Selektovani objekat biće simetričan u odnosu na drugi.



Na prethodnim slikama videli smo da pored nekih linija stoje oznake sa ograničenjima. Ograničenja se prikazuju pomoću komande Show Constraints

. Kada se zada komanda Show Constraints onda se jednostavno mišem klikne na liniju ili drugi objekat gde treba da se prikažu ograničenja i ona će biti vidljiva. Pritiskom na taster F8 pojaviće se sva ograničenja na svim objektima a pritiskom F9 sva ograničenja se zatvaraju. Ova ograničenja možemo i da izbrišemo tako što mišem selektujemo ograničenje a onda pritisnemo taster delete ili desnim tasterom selektujemo ograničenje i iz padajućeg menija izaberemo opciju delete. slika 25.

Kotiranje (dimenzionisanje) skice

Kad smo nacrtali skicu i zadali potrebna ograničenja jedino nam preostaje da izvršimo kotiranje skice. Kotiranje skice se može vršiti na nekoliko načina. Pomoću komande General Dimension (+D)



General Dimension [D]

, ili pomoću komande Auto Dimension

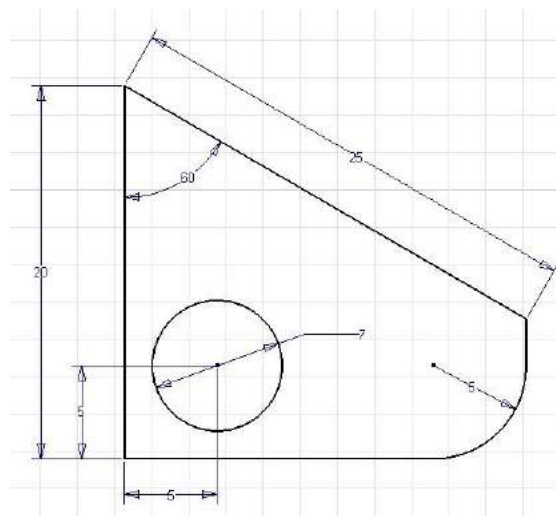
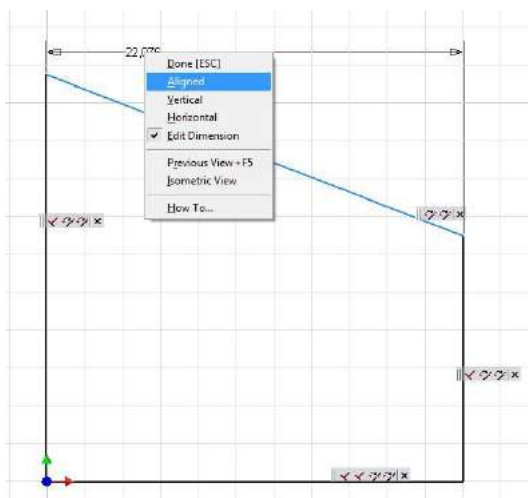


Auto Dimension

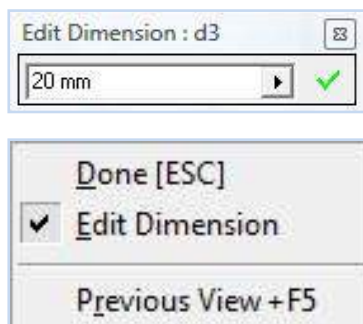
. Uglavnom ćemo koristiti

komandu General Dimension. Pomoću ove komande možemo da kotiramo linije, uglove, radijuse, prečnike jednom rečju sve ono što nam je potrebno da bi smo dimenzionisali jednu skicu. Kotiranje ovom alatkom je veoma jednostavno pa se nećemo detaljno zadržavati na objašnjavanju ove komande. Biće objašnjene samo neke pojedinosti koje se smatraju specifičnim, na primer kod kotiranja kosih linija kad želimo da nam kota prati kosinu linije.

U ovom slučaju treba uraditi sledeće: selektujemo liniju koju želimo da iskotiramo povučemo levim tasterom miša da se pojavi kota a zatim kliknemo na desni taster i iz pomoćnog menija izaberemo opciju Aligned.



Slika 25. Primeri kotiranja komandom General Dimension



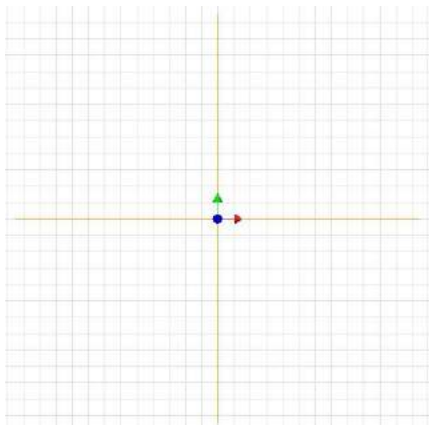
Nakon iskotiranog elementa treba da dodelimo pravu vrednost tog elementa npr. linije. Promena kotnog broja a time i dužine elementa vrši se tako što dva puta brzo kliknemo na sam kotni broj i u dijalog koji se otvori promenimo broj i to potvrdimo. Ovim smo mi uneli pravu dimenziju kotiranom elementu (npr. liniji dužinu). Dijalog Edit Dimension možemo podesiti da se otvara odmah nakon završetka kotiranja tako što u toku kotiranja pritisnemo desni taster i u pomoćnom meniju potvrdimo opciju Edit Dimension.

Tipovi linija

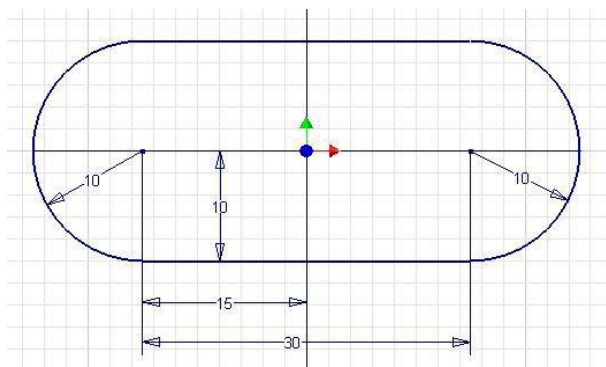
Kad smo počeli da govorimo o komandi Line rekli smo da tip linije može biti različit i to: **Normal**, **Construction** i **Centerline**. Sve prethodne skice su rađene pomoću linije normal jer smo rekli da od te linije nastaje naš budući 3D deo. Sada ćemo objasniti ostala dva tipa linije.

Linije tipa **Construction** koristimo kao pomoćne linije prilikom crtanja naše skice. Ove linije služe da bi nam olakšale crtanje skice. Ako bi neka skica bila nacrtana samo od ovih linija program bi nam javio grešku kad bismo želeli da toj skici dodelimo treću dimenziju. Ove linije možemo koristiti kad želimo da nam se skica nalazi u tačnom položaju u odnosu na koordinatni početak. Pre početka crtanja skice

nacrtaćemo dve linije koje će prolaziti kroz koordinatni početak, pretvoriti ih u konstrukcione linije i pomoću geometrijskog ograničenja Fix izvršićemo njihovo fiksiranje tako kad kotiramo ostale elemente skice od ovih linija, one ne menjaju svoj položaj. Na sledećoj slici je prikazan primer crtanja gde su korišćene konstrukcione linije.

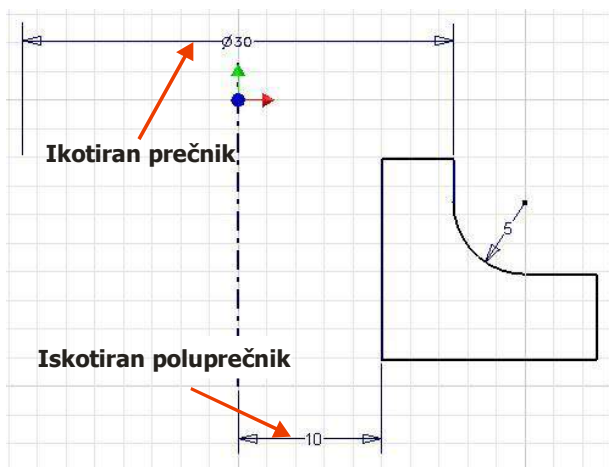


Slika 26. Konstrukcione linije kroz koordinatni početak

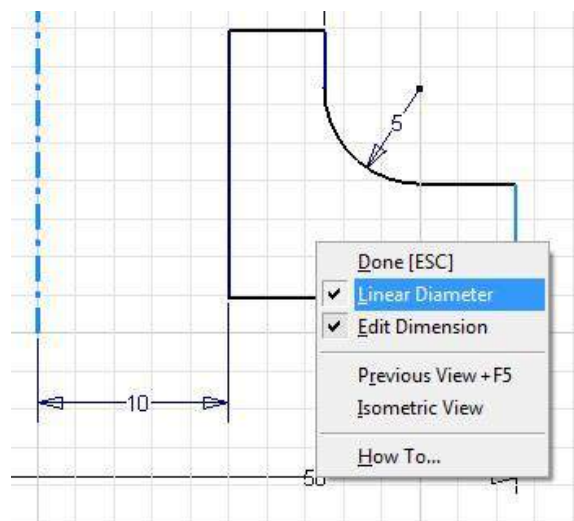


Slika 27. Primer skice gde su korišćene konstrukcione linije kao pomoćne

Linija tipa **Centerline** koristi se kada se kod delova koji se dobijaju rotiranjem oko ose. Ova linija se koristi kao osa simetrije i kao osa oko koje se okreće profil od koga nastaje deo. Kotiranje u odnosu na ovu liniju može biti dvojako: možemo kotirati prečnike ili poluprečnike budućeg dela. Šta želimo da kotiramo biramo kod samog procesa kotiranja iz pomoćnog menija koji se dobija na desni klik mišem. Na sledećoj slici prikazan je primer sa linijom tipa **Centerline**.



Slika 28. Primer primene linije tipa Centerline



Slika 29. Pomoćni meni iz kog biramo šta ćemo da kotiramo

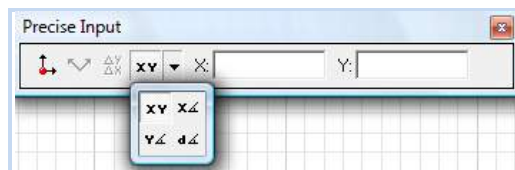
Kad je potvrđena opcija linear kotiramo prečnike a kad nije potvrđena kotiramo poluprečnike.

Kod kotiranja trebamo još napomenuti da Inventor ne dozvoljava da neka skica bude predimenzionisana, ovo znači da nemožemo da dupliramo kote. Ako kotiramo deo skice koji je već iskotiran Inventor će nas upozoriti o tome i pitati da li želimo da prihvatimo tu dimenziju, ako prihvatimo koda će biti dodata samo kao informacija. Ovakvu kotu ne možemo da menjamo.

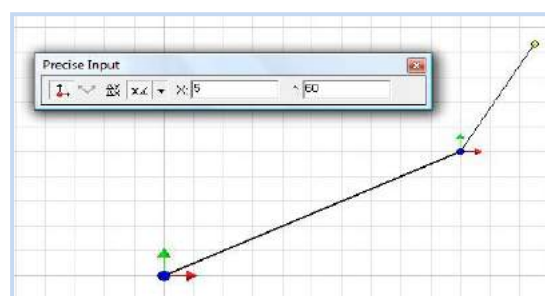
Korišćenje opcije za precizan unos koordinata

Dijalog Precise Input omogućava nam da precizno unosimo koordinate linija ili bilo kog drugog objekta. Na ovaj način možemo crtati linije sa tačnom dužinom ili pod tačno određenim uglom. Dijalog Precise Input možemo otvoriti na više načina. Iz padajućeg menija View→Toolbar→Precise Input ili iz

pomoćnog menija koji se dobija kad se desnim tasterom klikne na neki tulbar slika 3. Okvir za dijalog aktivan je tek pošto se izabere alat za crtanje.

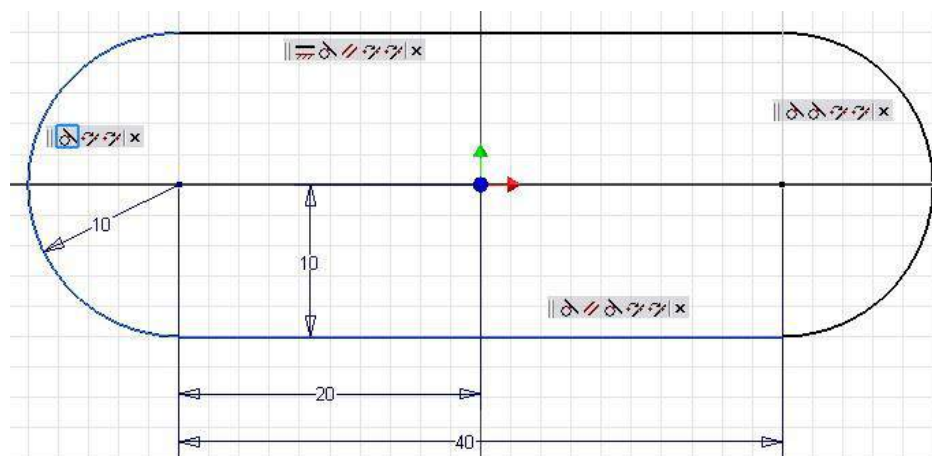
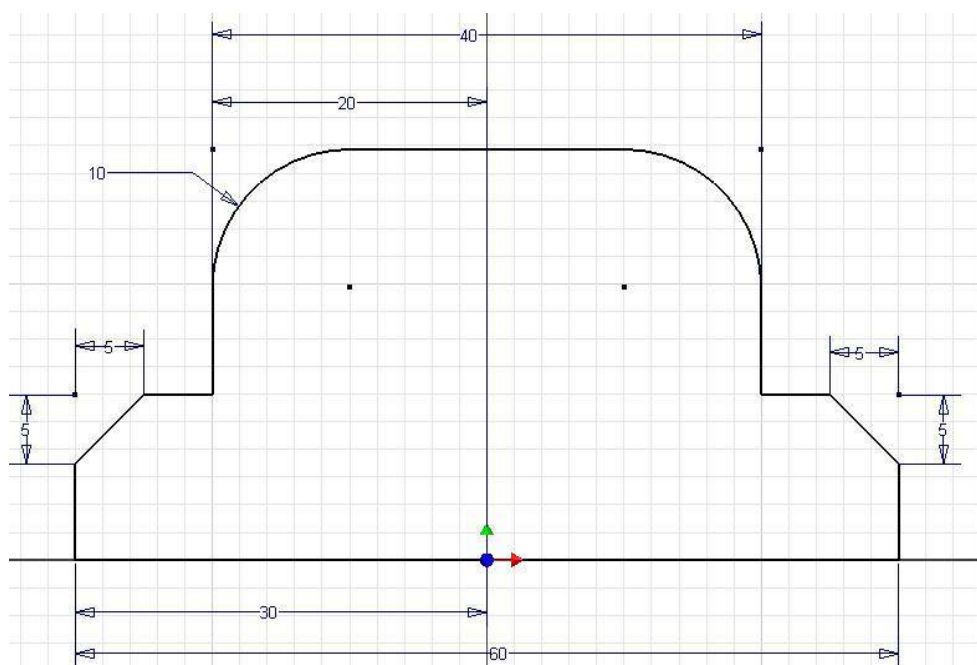


Slika 30. Dijalog Precise Input



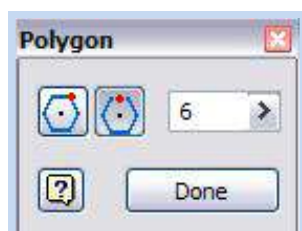
Slika 31. Crtanje pomoću dijaloga Precise Input

Primeri skica za vežbanje



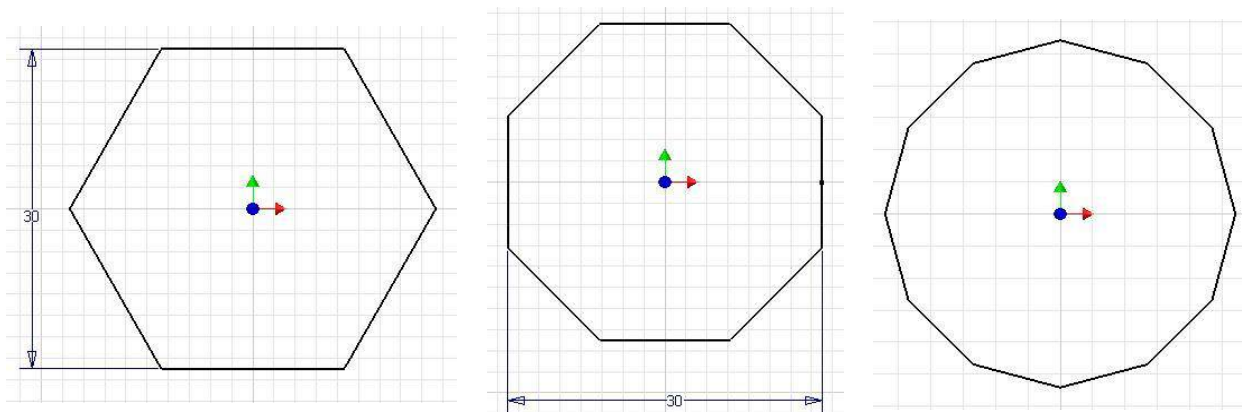
Slika 32. Primeri skica za vežbanje

Komanda Polygon



Komandom poligon crtamo pravilne mnogouglove. Po izboru komande Polygon otvara nam se dijalog iz koga biramo da li je poligon opisan oko kružnice ili upisan u kružnicu i biramo tj. ukucavamo broj strana poligona. Crtanje skice za navrtku ili glavu vijka obavićemo sa ovom komandom.

Slika 33. Dijalog Polygon



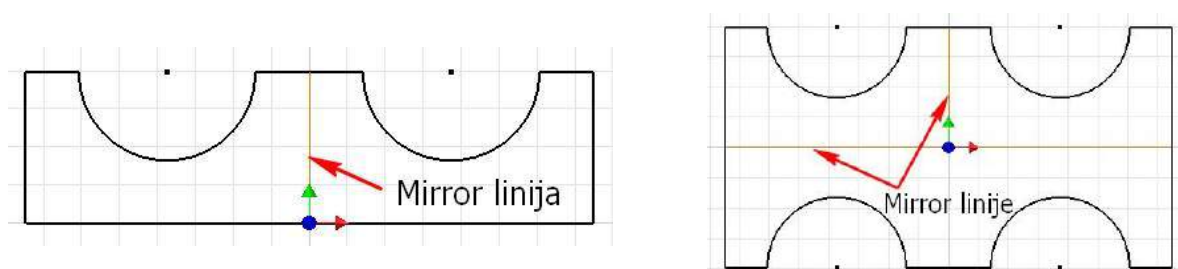
Slika 34. Šestougaonik, osmougaoonik i dvanaestougaoonik nacrtani pomoću komande Polygon

Komanda Mirror



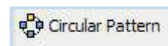
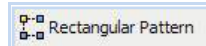
Slika 35. Dijalog prozor Mirror

Komandom miror (ogledalo) vršimo simetrično preslikavanje objekata u odnosu na izabranu osu preslikavanja (slično kao kod AutoCAD-a). Po zadavanju komande otvara nam se dijalog prozor gde biramo opcije za selektovanje objekata (dugme Select) koji će se preslikati i opciju pomoću koje selektujemo liniju za osu simetrije (Mirror line) oko koje se vrši preslikavanje. Nakon toga idemo na dugme Apply i ako smo završili sa ovom komandom idemo na Done.

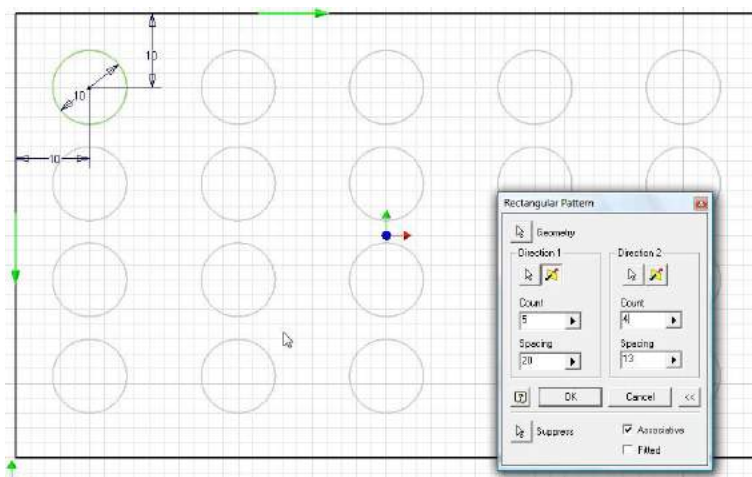
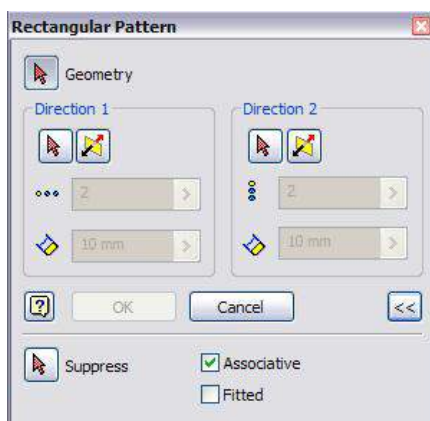


Slika 36. Primena komande Mirror

Komande Rectangular i Circular Pattern

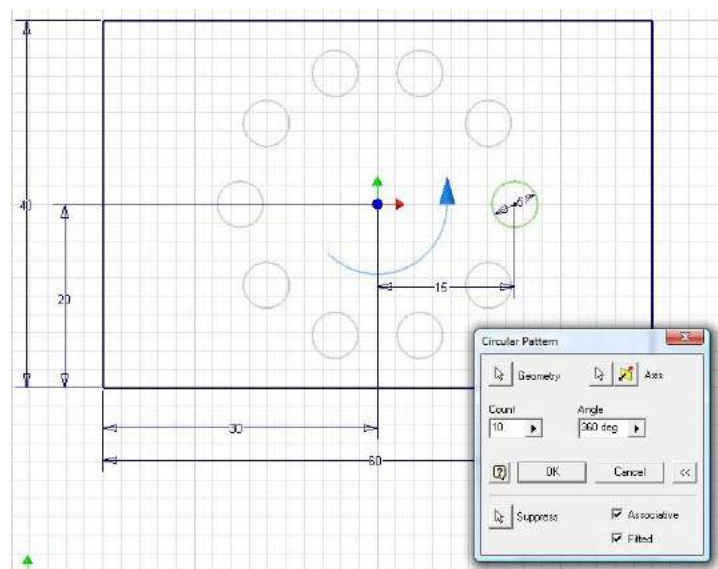
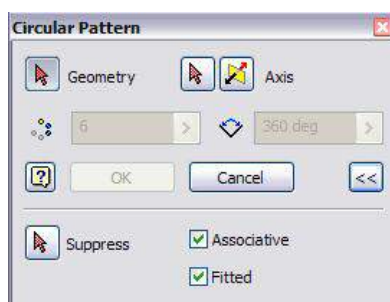


Pomoću ove dve komande pravimo pravougaone i kružne šablone, tj. kopiramo određene elemente skice u određeni broj kolona i redova ili u krug oko zadatog centra. Kada izaberemo komandu Rectangular Pattern ili Circular Pattern otvara nam prozor prikazan na slici 37 tj. 38. Iz ovog prozora biramo dugme Geometry i onda selektujemo geometriju skice od koje ćemo praviti pravougaone ili kružne šablone. Kada smo izabrali geometriju definišemo osu i smer (ili smerove) šablona i unosimo vrednost za broj kopija i rastojanje između kopija, za pravougaoni šablon, i unosimo broj kopija i centar oko koga se vrši kopiranje i ugao kopiranja, za kružni šablon. Postoji još i opcija Associative koja određuje da li se promena na izvornom objektu koji je kopiran odražava i na iskopirane oblike. Kad je ova opcija potvrđena sve promene na izvornom obliku odraziće se i na iskopirane a kad nije potvrđena promene na izvornom objektu neće se odraziti i na iskopirane objekte.



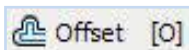
Slika 37. Dijalog prozor Rectangular Pattern

Slika 38. Primena Rectangular Pattern-a (pravougaoni šablon)

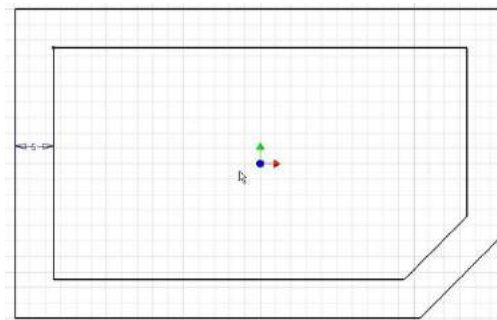


Slika 39. Dijalog prozor Circular Pattern

Slika 40. Primena Circular Pattern-a (kružni šablon)

Komanda Offset

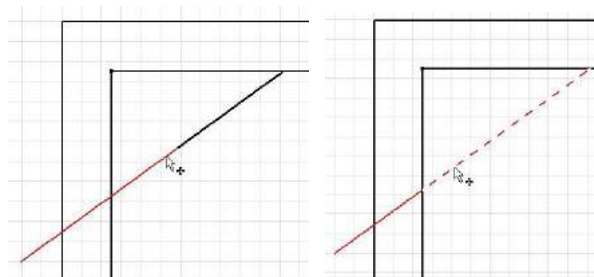
Pomoću ove komnde vršimo paralelno kopiranje objekata. Prvo selektujemo geometriju skice koju hoćemo da iskopiramo i pomeramo kursor miša na onu stranu na koju želimo da napravimo kopiju. Nakon toga izvršimo kotiranje na pravu dimenziju tj. odstojanje od izvornog objekta.



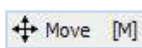
Slika 41. Primena komande Offset

Komande Extend i Trim

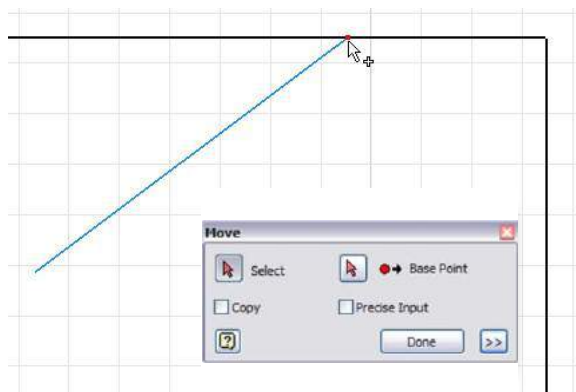
Komandom Extend produžavamo objekat do sledećeg objekta koji pronađe. Da bi se produžio objekat selektujemo kraj objekta koji treba da produžimo. Ako želimo da skraćujemo objekte držimo pritisnut taster Shift. Slično komandi Extend radi i komanda Trim stim što pomoću ove komande vršimo skraćivanje objekta do prvog sledećeg objekta. Ako držimo pritisnut taster Shift dok smo u komandi Trim možemo da produžavamo objekte.



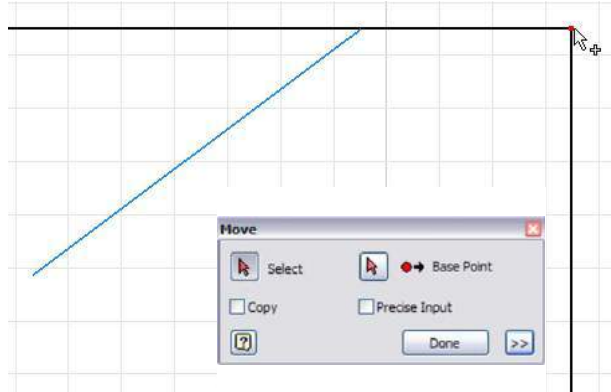
Slika 42. Primena komande Extend i Trim

Komande Move i Rotate

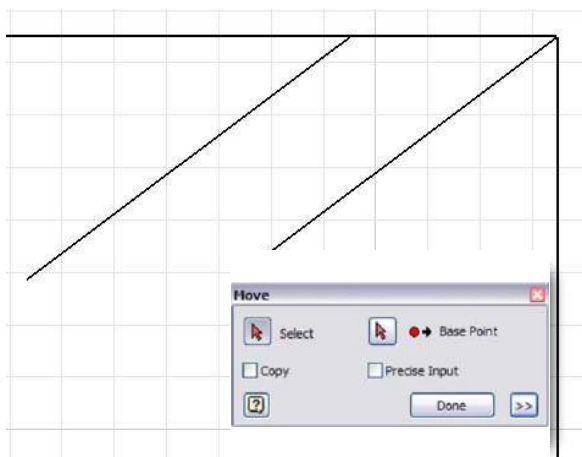
Komandom Move vršimo pomeranje ili kopiranje objekata. Ako u dijalog prozoru koji se pojavi nakon selektovanja komande move potvrdimo opciju Copy objekat koji je izabran biće kopiran na novu poziciju. Da bi smo izvršili pomeranje ili kopiranje objekta potrebno je da prvo selektujemo objekat zatim da odredimo početnu tačku (tačku na objektu) i krajnu tačku u koju će se pomeriti ili iskopirati objekat. Po završetku komande kliknemo na dugme Done za izlazak iz komande Move.



a)



b)

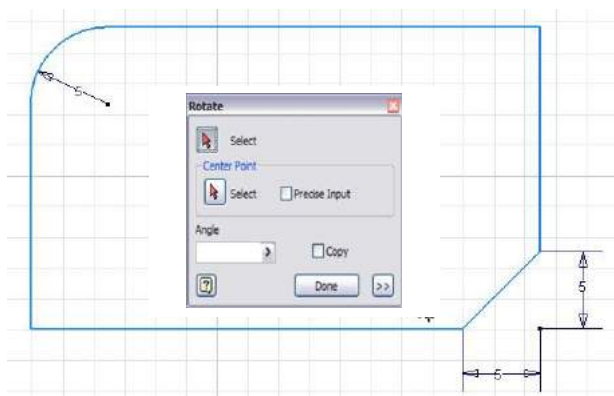


c)

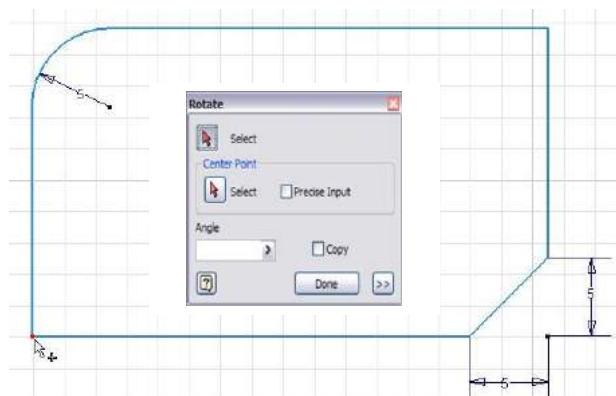
Slika 43. Primena komande Move

- a) selektovanje geometrije i početne tačke
- b) selektovanje krajnje tačke
- c) završetak komande kopiranja ili pomeranja

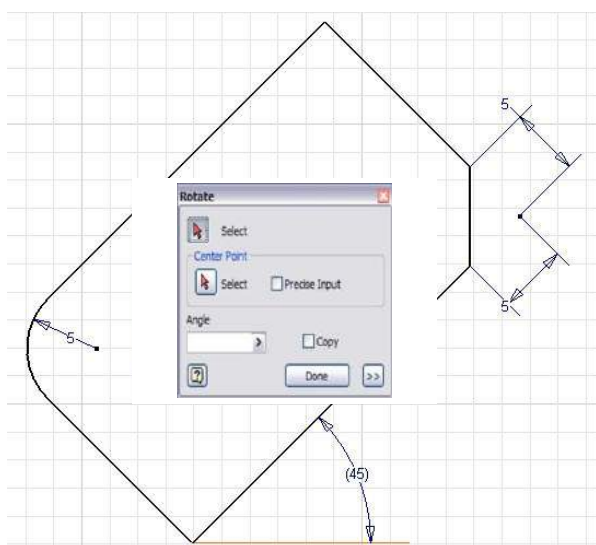
Komanda Rotate vrši rotaciju selektovanih objekata (skice) oko određene tačke (Center Point) koju mi zadajemo. Kada smo selektovali skicu koja će biti zarotirana zadajemo tačku oko koje se vrši rotacija, zadajemo ugao rotacije (u ovom primeru je to 45°), potvrđujemo polje Copy ako želimo da se objekat kopira i završavamo komandu na dugme Apply. Ako želimo da završimo sa komandom Rotate kliknemo na dugme Done.



a)



b)



c)

Slika 44. Primena komande Rotate za ugao od 45°
 a) selektovanje skice (geometrije), b) zadavanje tačke rotacije (Center Point), c) zadavanje ugla rotacije

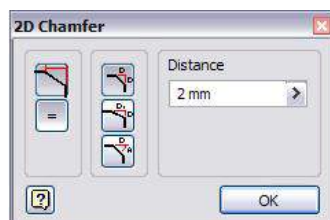
Komande Fillet i Chamfer



Kao i kod Autocad-a i ovde komande fillet i chamfer služe za zaobljavanje i obaranje ivica. Nakon zadavanja komande Fillet pojavljuje se prozorčić gde vršimo podešavanje radijusa jednostavnim upisivanjem vrednosti radijusa slika 45. Kada smo upisali vrednost radijusa mišem selektujemo linije ili ugao gde treba da napravimo radijus i kad se radijus pojavi samo kliknemo. Slično je i sa komandom Chamfer. Kada zadamo komandu pojavljuje se prozor gde imamo nekoliko mogućnosti slika 46.:



Slika 45. Dijalog prozor Fillet

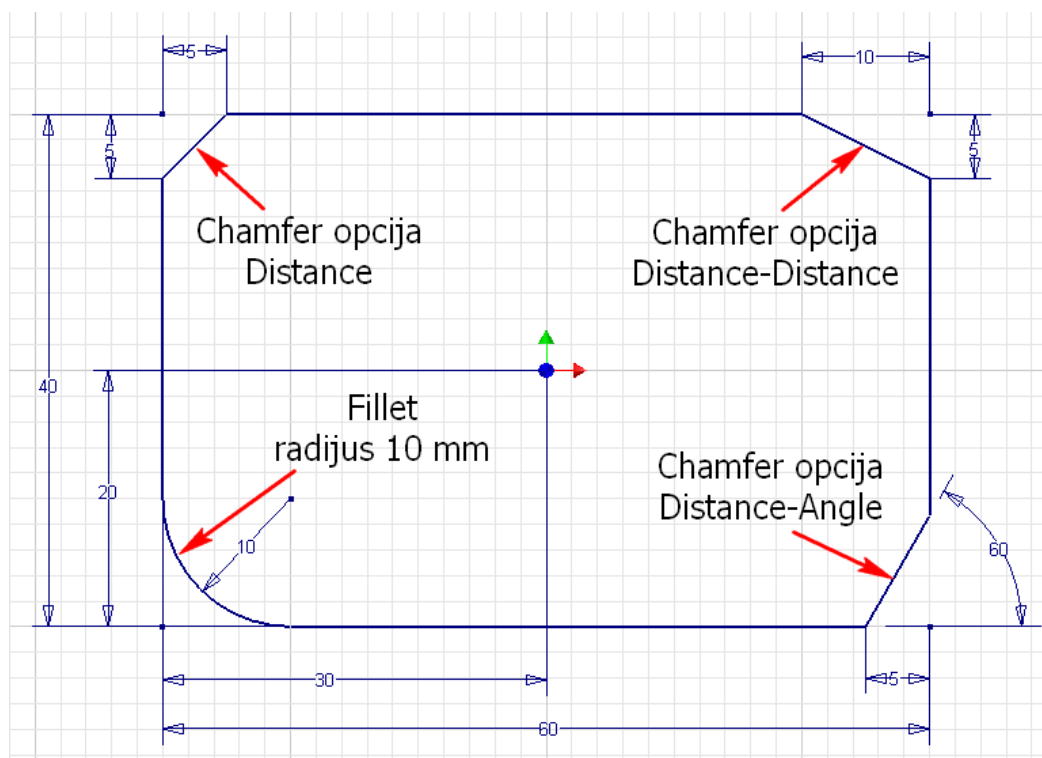


Slika 46. Dijalog prozor Chamfer

1. Distance
2. Distance Distance
3. Distance Angle

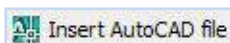
Primenom prvog uslova vršimo obaranje ivice na određeno rastojanje tako da je to rastojanje jednako nad oba dve linije. Kod drugog uslova možemo zadati različita rastojanja i kod trećeg uslova zadajemo jedno rastojanje i ugao.

Primer komande Fillet i Chamfer dat je na slici 47.

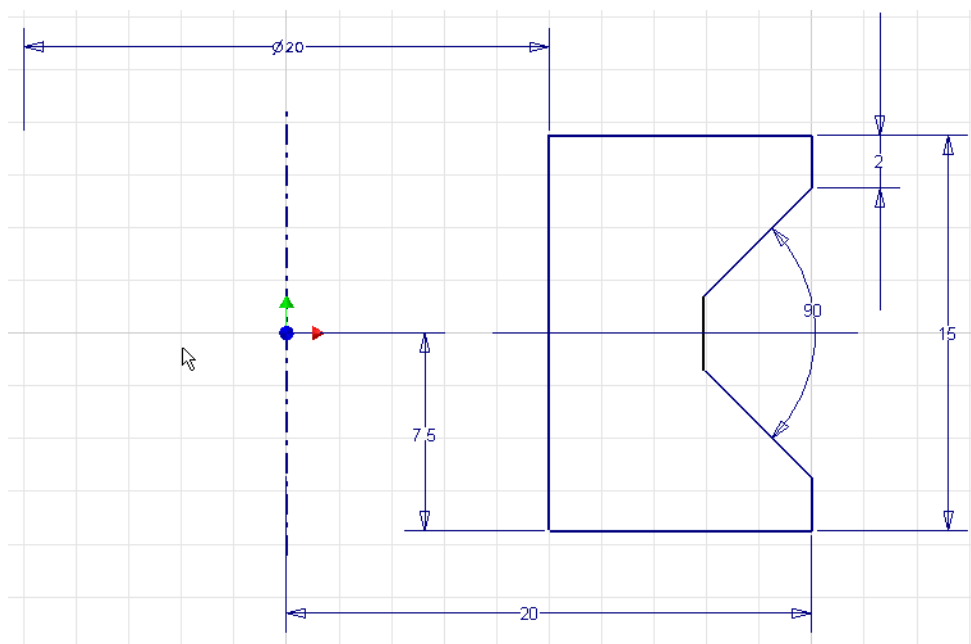
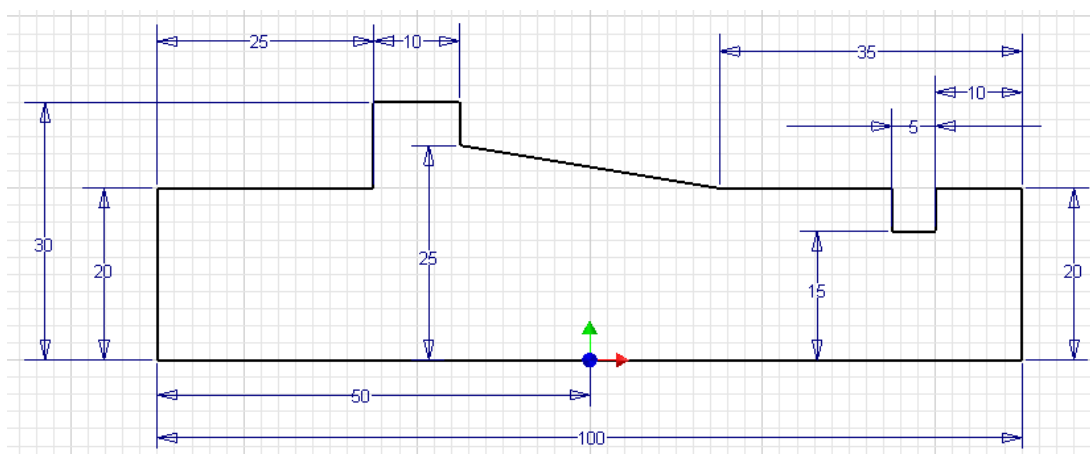
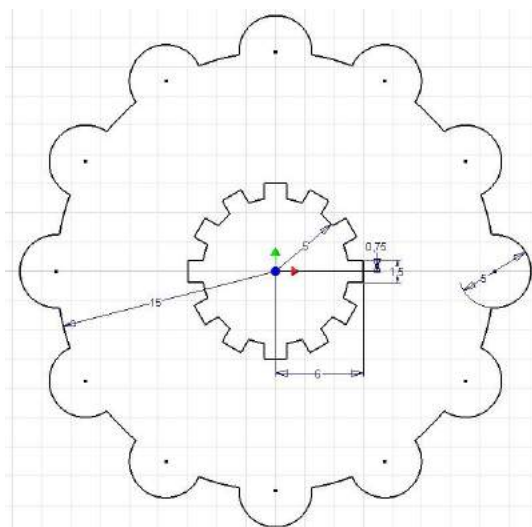
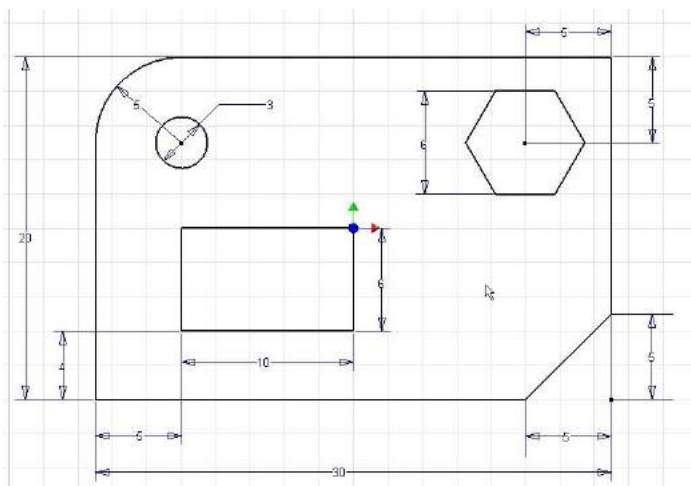


Slika 47. Primena komande Fillet i Chamfer

Komanda Insert AutoCAD file



Ovom komandom vršimo ubacivanje crteža iz AutoCAD-a. Treba napomenuti da je moguće ubaciti crtež koji je urađen u verziji AutoCAD-a 2008 ili starijoj. Ako se crtež radi u novijim verzijama prilikom snimanja crteža treba izabrati opciju kojom će crtež biti sniman za verziju 2008.

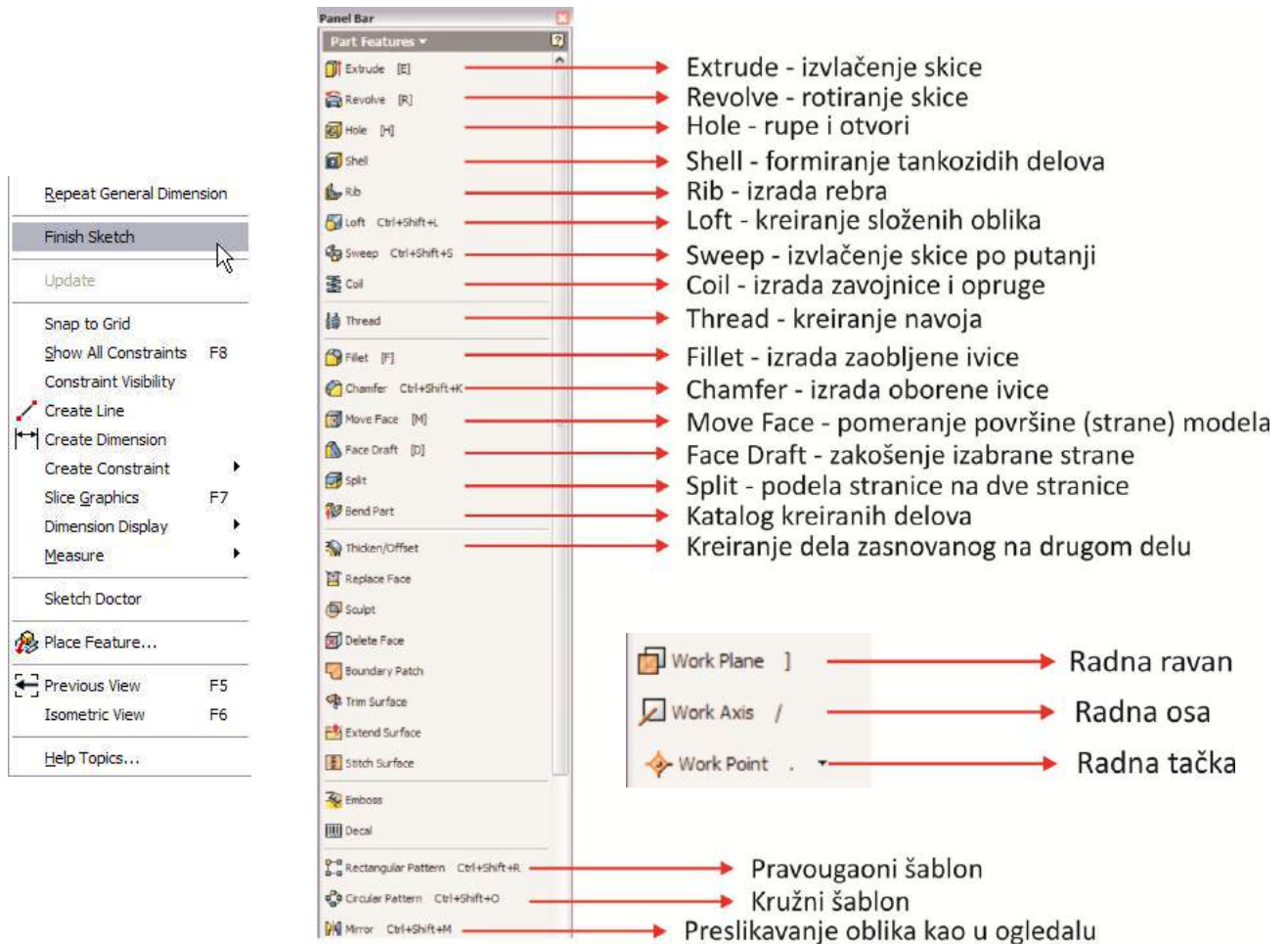
Skice za vežbanje

Slika 48. Skice za vežbanje

Modeliranje u tri dimenzije

Po završetku crteža, kao osnove za nastajanje 3D modela, sledeći korak je zadavanje treće dimenzije tom crtežu tj. prevođenje tog crteža u 3D deo. Za dodeljivanje treće dimenzije crtežu (skici) koristi se veći broj alata. Alati za dodeljivanje treće dimenzije nalaze se na panel baru. Kada smo završili crtanje skice, to programu treba i da sopštimo tako što ćemo iz padajućeg menija koji se dobija na desni klik u prostoru za crtanje izabrati opciju Finish Sketch. Kada smo odabrali ovu opciju mi smo napustili mod za skiciranje i ušli u mod za dodeljivanje treće dimenzije skici. Ikonice u panel baru su se promenile i tu su sad alati kojima se vrši 3D modeliranje.

Alati koji se sad nalaze u panel baru prikazani su na slici 50 sa kratkim objašnjenjem.

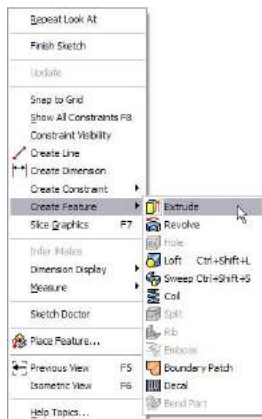
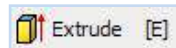


Slika 49. Pomoćni meni

Slika 50. Panel Bar sa alatima za 3D modeliranje

Alati za 3D modeliranje

Alat Extrude (E)



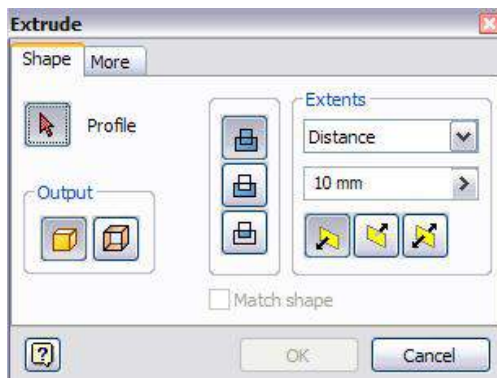
Slika 51. Izbor alata Extrude

Pomoću alatke extrude mi skici dodeljujemo treću dimenziju tako što je izvlačimo u pozitivan ili negativan smer Z-ose (ispod ili iznad radne ravni u kojoj je skica nacrtana). Primenom ovog alata mi možemo da dodajemo ili da oduzimamo materijal sa samog dela. Izbor alata extrude moguće je sa panel bara, ako pritisnemo taster E ili iz pomoćnog menija koji se otvara kad se klikne desnim tasterom na radnu površinu i izabere opcija Create Feature a zatim podopcija Extrude slika 51. (ovo je moguće dok smo u modu za crtanje).

Dijalog prozor alata extrude podeljen je na tri oblasti:

1. Shape
2. Operation (srednja kolona)
3. Extents

Na slici 52 prikazan je dijalog prozor Extrude sa označenim oblastima.



Slika 52. Dijalog prozor Extrude

Kartica **Shape** je opcija **Profile** pomoću koje vršimo selekciju skice koju želimo da izvlačimo tj. nad kojom treba da primenimo opciju Extrude. Ako su više skice mi treba da selektujemo samo onu ili one skice na kojima treba primeniti opciju Extrude. Ako je na crtežu samo jedna skica ona će biti automatski izabrana.

Kartica **More** sadrži još neke opcije koje možemo da primenimo prilikom primene komande Extrude. U polje Taper koje se nalazi kad aktiviramo karticu More možemo da unesemo vrednost ugla pod kojim će selektovana skica biti izvlačena. Ako ostavimo vrednost 0 skica će se izvlačiti pod pravim uglom u odnosu na ravan u koju je nacrtana. Ugao


koji unosimo može biti pozitivan ili negativan. Ako je ugao pozitivan izvlačenje će se prema svom kraju širiti a ako je ugao negativan deo će se sužavati.

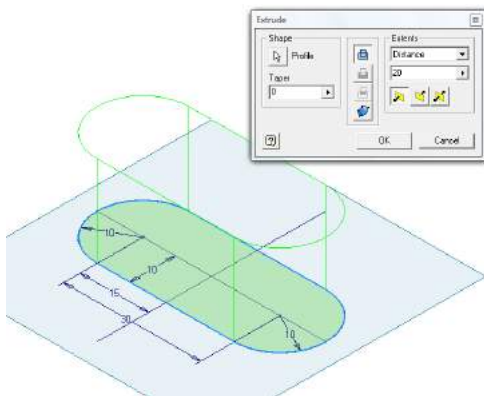
Oblast Operatin sadrži četiri dugmeta a to su odozgo na dole:

1. **Join** (označava dodavanje materija delu)
2. **Cut** (oduzimanje materijala)
3. **Intersect** (presek između postojećeg dela i dela koji se formira)
4. **Surfaces** (primenom ove opcije dobijaju se površine)

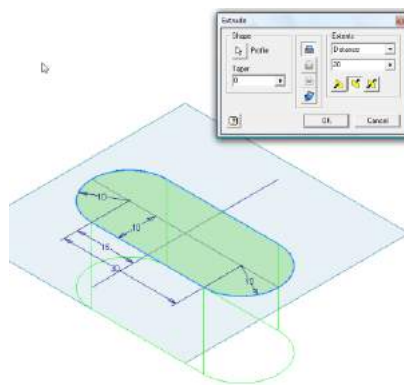
Oblast **Extents** određuje način i granicu izvlačenja. Prvo polje sadrži opcije: **Distance**, **To Next**, **To**, **From To** i **All**. U tabeli koja sledi objašnjene su sve opcije koje je moguće primeniti prilikom izvlačenja.

Distance	Visina izvlačenja određena je rastojanjem koje zadajemo.
To Next	Visina ili dužina izvlačenja određena je drugom ravni ili stranicom dela.
To	Visina izvlačenja određena je selektovanom ravni ili stranicom dela.
From To	Visina izvlačenja biće određena rastojanjem između selektovanih ravni ili stranica. Selekcija ravni ili stranice vrši se pomoću dugmeta "Select Start Surface" za početak izvlačenja i dugmetom "Select End Surface" za završetak izvlačenja.
All	Visina dela koji se izvlači prostiraće se kroz ceo deo u jednom pravcu.

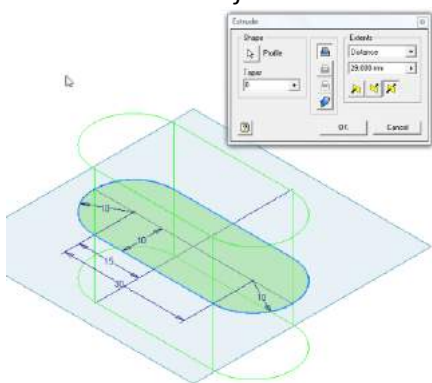
Na slici 49 u oblast Extents nalaze se i tri dugmeta  koja predstavljaju smerove izvlačenja. Prvo i drugo dugme označavaju pozitivan ili negativan smer izvlačenja a zadnje dugme označava da će skica biti izvučena simetrično (u oba smera) i u pozitivnom i u negativnom smeru.



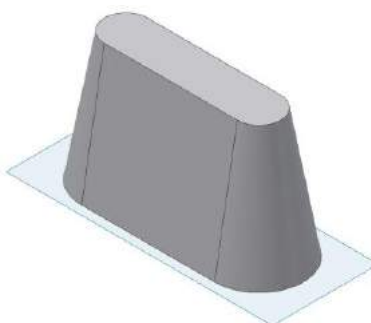
Slika 53. Izvlačenje iznad radne ravni



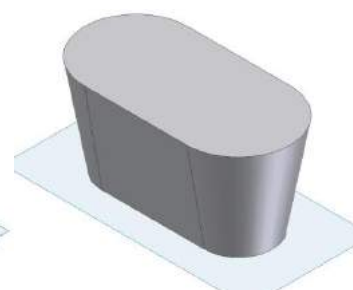
Slika 54. Izvlačenje ispod radne ravni



Slika 55. Simetrično izvlačenje dela



a)






b)

Slika 56. Izvlačenje sa uglom

a) negativan ugao i b) pozitivan ugao izvlačenja

Pre primene alata Extrude nije loše da se skica prikaže u izometriji zbog preglednosti prilikom izvlačenja. Izometrijski prikaz biramo iz padajućeg menija View→Isometric ili kad kliknemo desnim tasterom i iz pomoćnog menija izaberemo Isometric View.

Kada smo primenili alat Extrude i završili sa komandom dobili smo 3D deo ili model. Ovakav deo moguće je prikazati na nekoliko načina. Načini prikaza dela su:

1. **Shaded Display**  (deo će biti osenčen određenom bojom ili materijalom koji mu je dodeljen)
2. **Hidden Edge Display**  (deo će biti osenčen stim što će ivice koje se nalaze iza dela biti vidljive)
3. **Wireframe Display**  (deo je prikazan kao kontura od žice, neće biti osenčen).

Osim prikaza modela od značaja su i komande za manipulaciju modelom (delom). Ove komande mogu da se zadaju iz padajućeg menija View ili sa palete. Lakše je da se koristi paleta sa ovim opcijama.



- Look At
- Dynamic Rotate
- Zoom Selected
- Pan View
- Zoom In-Out
- Zoom Window
- Zoom All

Slika 57. Alati za manipulaciju

➤ **Look At** – Ovom komandom dovodimo ravan u kojoj crtamo skicu paralelno sa ravan monitora. Kad izaberemo alat Look At onda možemo da selektujemo ili skicu ili ravan u kojoj crtamo. Izbor ove komande moguć je i iz pomoćnog menija kad se klikne desnim tasterom,

➤ **Dynamic Rotate (F4+levi taster)** – Da bi smo mogli slobodno da rotiramo delo (delove) koristićemo ovu alatku,

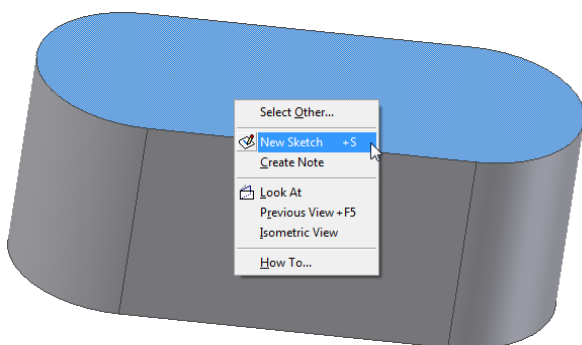
➤ **Zoom Selected** – Objekat koji je izabran

(selektovan) posle primene ove alatke biće prikazan tako da zauzme ceo ekran (biće maksimalno zumirana na ekranu),

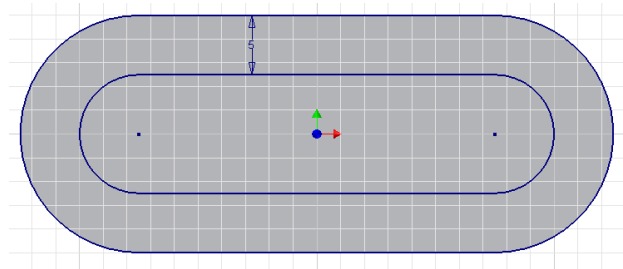
- **Pan View (F2+levi taster)** – Služi za pomeranje prikaza. Isto se dobija kad pritisnemo srednji taster (točkić) miša ako miš ima točkić,
- **Zoom In-Out (F3+levi taster)** – Povećavamo ili smanjujemo prikaz dela ili crteža,
- **Zoom Window** – Uvećavamo oblast koja je obuhvaćena sa dve tačke. Kad selektujemo ovu komandu pojave se dve končanice i oblast koju obuhvatimo pravougaonikom biće maksimalno uveličana,
- **Zoom All** – Ovom alatkom prikazujemo kompletan deo ili skicu na ekranu.

Kad smo završili sa prvim izvlačenjem pomoću komande Extrude možemo dodavati ili oduzimati materijal od formiranog dela. Da bi smo kreirali novu skicu treba da izaberemo radnu ravan ili stranu dela za novu skicu. U našem primeru iskoristićemo stranicu dela za kreiranje nove skice. Kasnije ćemo objasniti kako se kreiraju nove radne ravni.

Izbor strane dela za skicu vršimo tako što se mišem približimo strani gde treba da kreiramo skicu pritisnemo desni taster miša i iz pomoćnog menija izaberemo opciju New Sketch ili selektujemo stranu dela levim tasterom i pritisnemo slovo S na tastaturi kao skraćenicu za kreiranje nove skice. Na slici 58 prikazan je način izbora strane dela za kreiranje nove skice pomoću desnog tastera. Površina na kojoj treba da crtamo novu skicu prilikom izbora promeniće boju. Kad smo izabrali stranu dela i izabrali opciju New Sketch vraćamo se u mod za crtanje. Na panelu bar promeniće se alati kao na slici 6 ili 7 u zavisnosti kako smo podesili prikaz. Sad možemo da nacrtamo novu skicu i formiramo novo izvlačenje koje možemo da dodamo ili oduzmemo od prethodnog izvlačenja. Na slici 59 prikazan je deo u modu za skiciranje sa nacrtanom novom skicom pomoću alata Offset.

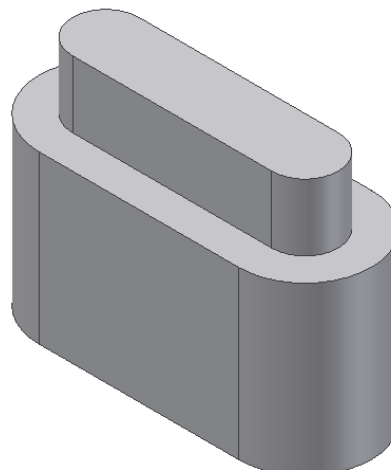
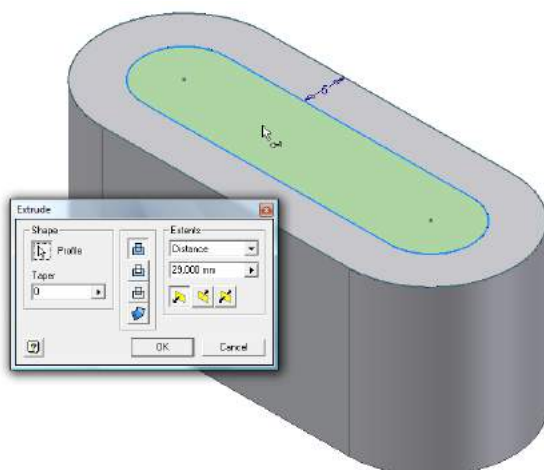


Slika 58. Izbora strane dela za kreiranje nove skice

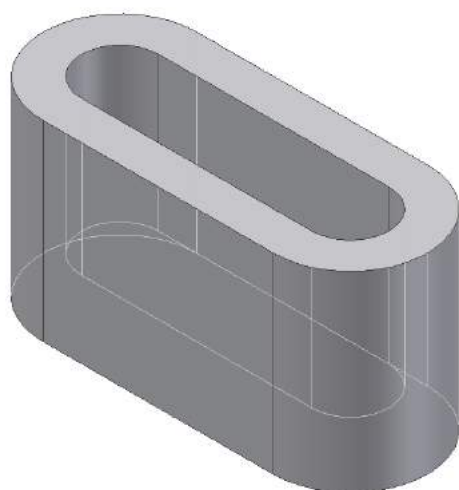


Slika 59. Nova skica na strani dela

Kad smo završili sa crtanjem skice biramo alat Extrude i pomoću opcije Profile iz oblasti Shape biramo skicu koja će biti izvlačena. Ovo izvlačenje možemo dodati ili oduzeti od prethodnog izvlačenja.

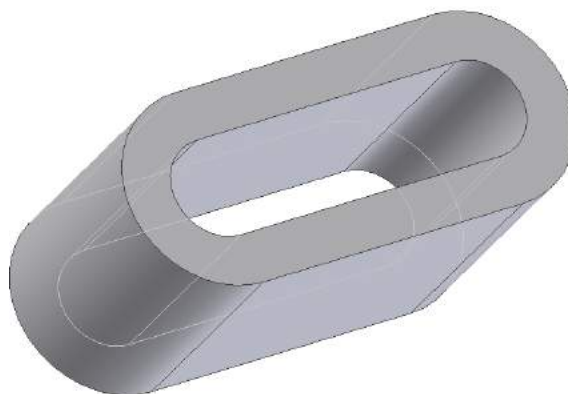


Slika 60. Primena alata Extrude na izabranu skicu



a)

Slika 61. Primena alata Extrude - opcija Join – dodavanje materijala



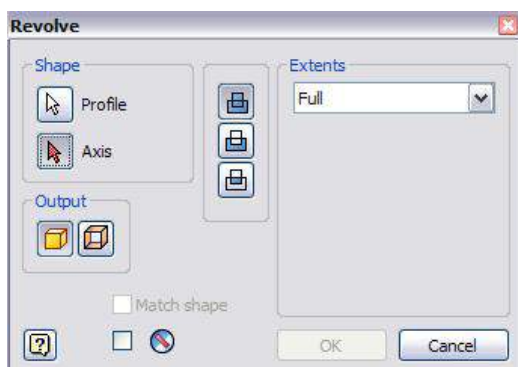
b)

Slika 62. Primena alata Extrude
a) opcija Cut do određene dubine
b) opcija Cut kroz ceo deo

Alat Revolve (R)



Alatom revolve vršimo rotaciju skice oko ose, i na taj način dobijamo 3D modele. Ovaj alat možemo primeniti za dobijanje delova koji rotiraju (vratila, osovine, cilindrični delovi...) . Osa rotacije može biti posebna linija tipa Centerline ili linija skice. Na slici 63 prikazan je dijalog prozor alatke Revolve. Kao i kod alata Extrude tako i ovde uočavamo tri oblasti.



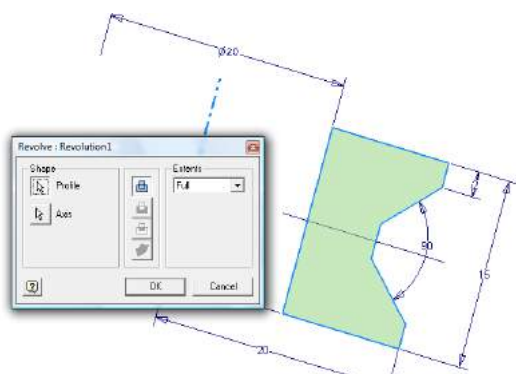
Slika 63. Dijalog prozor Revolve

Oblast **Shape** u ovom slučaju ima dva dugmeta. Prvo dugme **Profile** služi nam da selektujemo profil (skicu) koja će da se rotira oko ose. Drugo dugme je **Axis** i ono nam služi da selektujemo osu (prava ivica ili osna linija) oko koje će se rotirati prethodno izabrana skica.

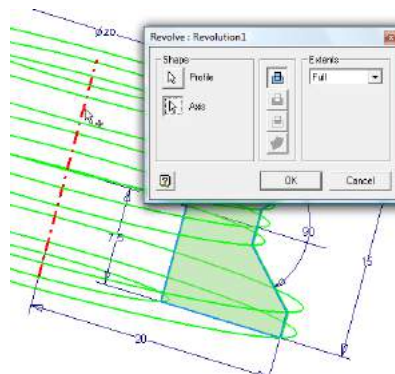
Oblast **Operatin** sadrži četiri dugmeta a to su odozgo na dole:

1. **Join** (označava dodavanje materija delu)
2. **Cut** (oduzimanje materijala)
3. **Intersect** (presek postojećeg dela i dela koji se formira)
4. **Surfaces** (primenom ove opcije dobija se površina)

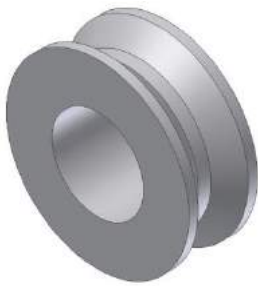
Oblast **Extents** sadrži polje gde možemo da izaberemo opciju rotacije. Opcija **Full** označava da se izabrana skica rotira oko izabrane ose za 360° . Opcija **Angle** služi nam da zadamo ugao za koliko da se izabrana skica zarotira oko izabrane ose. Na sledećim slikama prikazana su primeri delova dobijeni alatom Revolve.



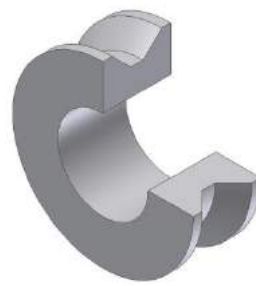
Slika 64. Izbor skice za rotaciju



Slika 65. Izbor ose rotacije



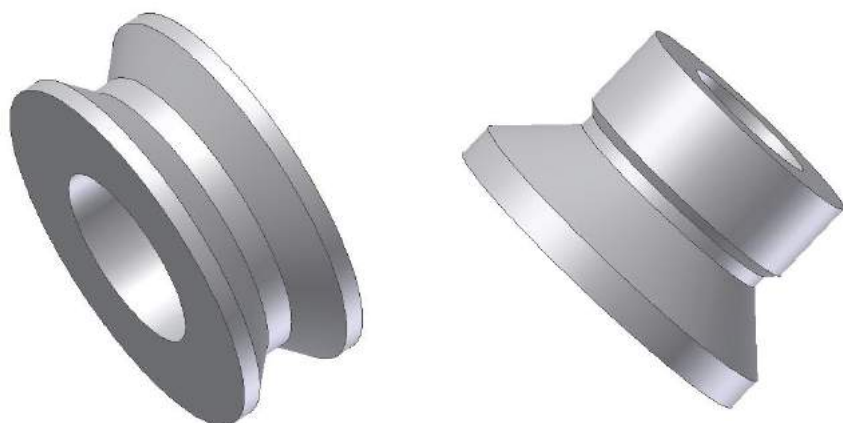
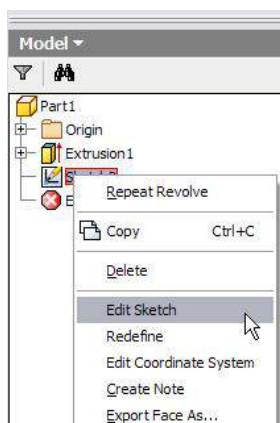
Slika 66. Deo dobijen alatom Revolve
opcija Full



Slika 67. Deo dobijen alatom Revolve
opcija Angle

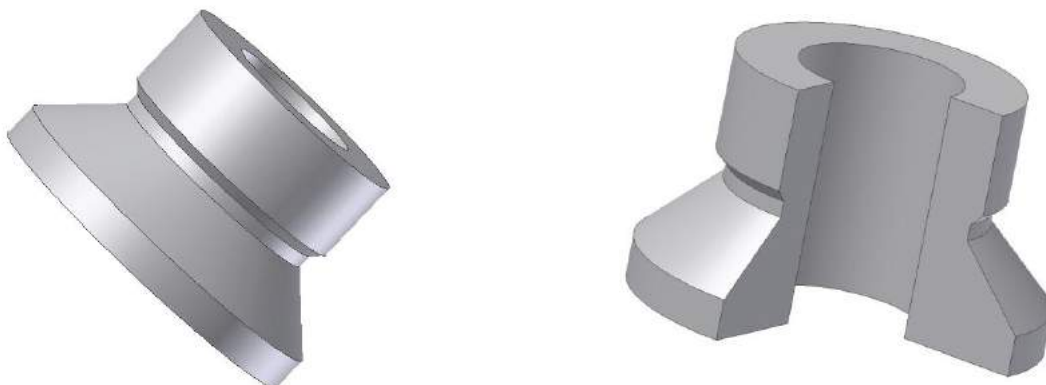
Naknadno uređivanje skice ili dela

Nakon primene nekog od alata za dobijanje 3D dela (Extrude ili Revolve) dobijamo deo u tri dimenzije. Ovako dobijeni deo je određen svojim dimenzijama i geometrijom skice. Međutim često je potrebno da se izvrše neke ispravke na skici od koje nastaje 3D deo. Ispravka skice se vrši u modu za skiciranje. Da bi smo mogli da vršimo ispravke skice treba da uradimo sledeće: desni tasterom miša izaberemo skicu ili tipsku formu kojom smo dobili 3D deo, u Browser Bar-u i iz pomoćnog menija izaberemo opciju **Edit Sketch** slika 68. Kada smo odabrali **Edit Sketch** ta skica nam postaje aktivna u modu za crtanje i možemo da je menjamo. Kad smo izvršili izmene samo izaberemo opciju Finish Sketch i deo će automatski da bude ažuriran prema novoj skici.



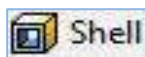
Slika 68. Primer editovanja skice

Kao što vršimo uređivanje skice možemo vršiti i uređivanje samog dela (Feature). Umesto izbora Edit Sketch biramo opciju Edit Feature. Kada smo izabrali ovu opciju možemo da menjamo ugao rotacije, dubinu izvlačenja, da li se oduzima ili dodaje materijal, izvlačenje sa ili bez ugla itd. Na slici 69 dat je primer gde je prikazan deo nakon editovanja samog dela. Na ovom primeru promenjen je ugao rotacije dela sa 360° (Full) na 270° .




Slika 69. Izgled dela nakon njegovog editovanja

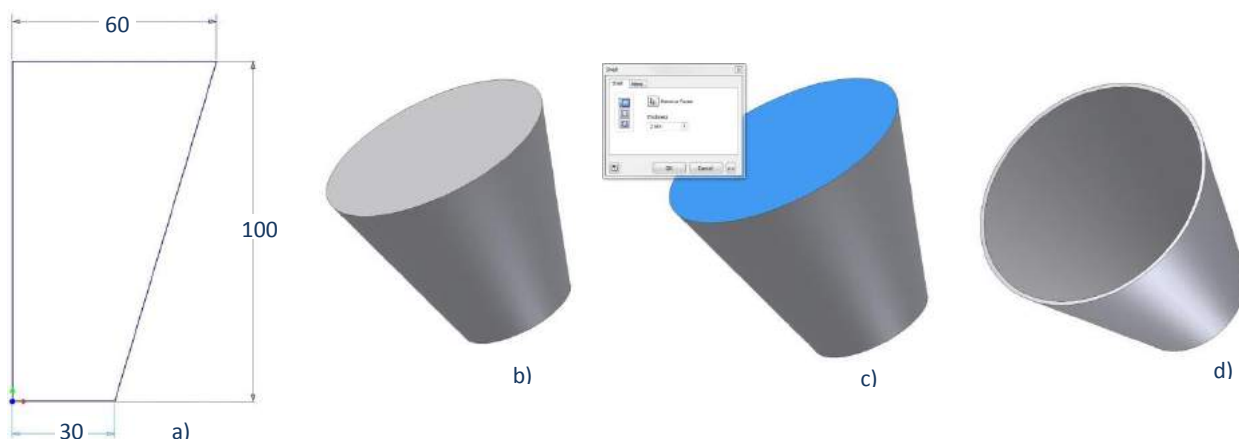
Izrada modela tipa školjke (Shell)



Komanda **Shell** daje mogućnost da se od punog materijala dobije kutijasti oblik. To su takozvani delovi sa tankim zidovima (tankozidi elementi). Komandom **Shell** najlakše napraviti npr. kutiju šibice, čašu... Da bi smo mogli da primenimo komandu **Shell** potrebno je da pre toga imamo neki zapreminski model (npr. kvadar, valjak itd.).

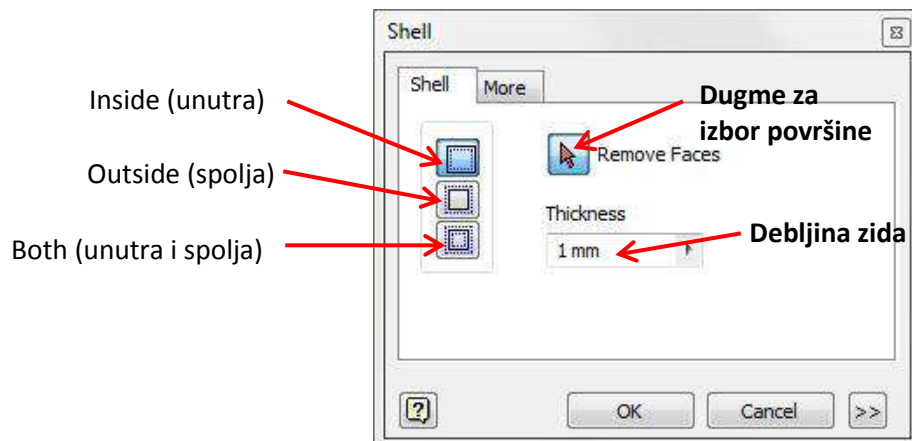
Da napravite školjku potrebno je da se primeni alat **Shell** klikom na ikonicu . Postupak primene komande **Shell** prikazan je na primeru ispod.

Vežba 1 → primene komande Shell

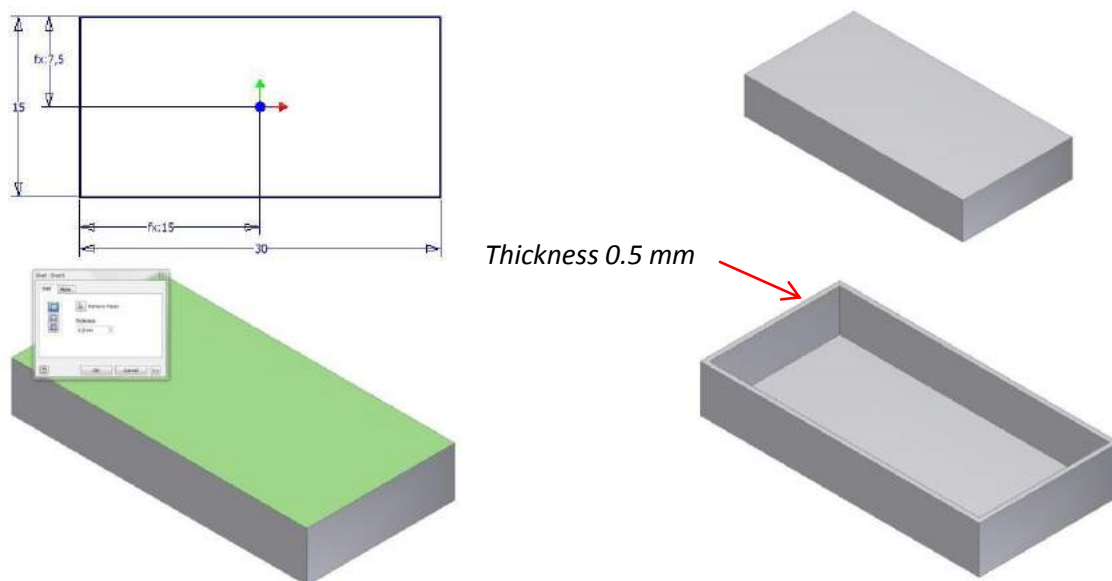


Slika 70. Primer primene komande Shell za dobijanje čaše

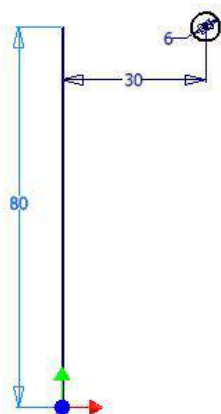
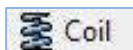
Potrebno je da se prvo opcijom **Revolve** izmodelira oblik npr. čaše. Onda se komandom **Shell** bira površina od koje treba da se oduzme deo materijala (slika 70 c) to je površina označena svetlo plavom bojom, izabrana je opcija da se oduzme materijal unutar i zadata je debljina zida od 2 mm.





Slika 71. Dijalog prozor komande **Shell**

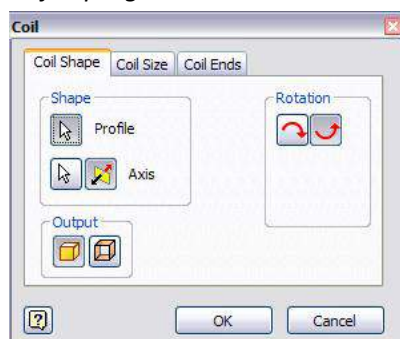
Vežba 2 → primene komande Shell

Slika 72. Primer primene komande Shell za dobijanje kutije (šibice)

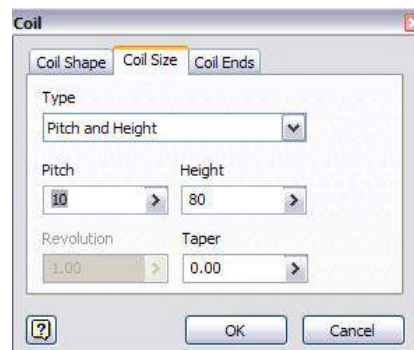
Modeliranje opruga Coil

Slika 73. Skica za modeliranje opruge

Da bi se napravila opruga potrebno je da se nacrtta skica. Skica treba da sadrži: osu (centralnu liniju) koja može biti prema tipu linija noraml ili centerline (na slici 73 osa je nacrtana linijom tipa noraml) i profila opruge u našem slučaju krug prečnika 6 mm. Potrebno je iskotirati i srednji prečnik opruge a to je u našem slučaju 30 mm. Dužinu opruge definišemo kotiranjem ose a dužina se može definisati i kasnije prilikom upotrebe komande Coil. Kad završimo skicu potrebno je da izađemo iz moda za skiciranje desnim klikom i iz padajućeg menija biramo opciju **Finish Sketch**. Nakon ovog potrebno je da iz panela sa latima izaberemo alat (komandu) **Coil**  **Coil**. Nakon izbora alata **Coil** otvara se prozor prikazan na slici 74 i 75. Na slici 74 u okviru polja **Shape** treba da kliknemo na dugme Profil i izaberemo prečnik žice (ako nije automatski izabran), zatim klikom na dugme ispod biramo osu i na kraju klikom na ikonicu  **Axis** menjamo smer opruge.

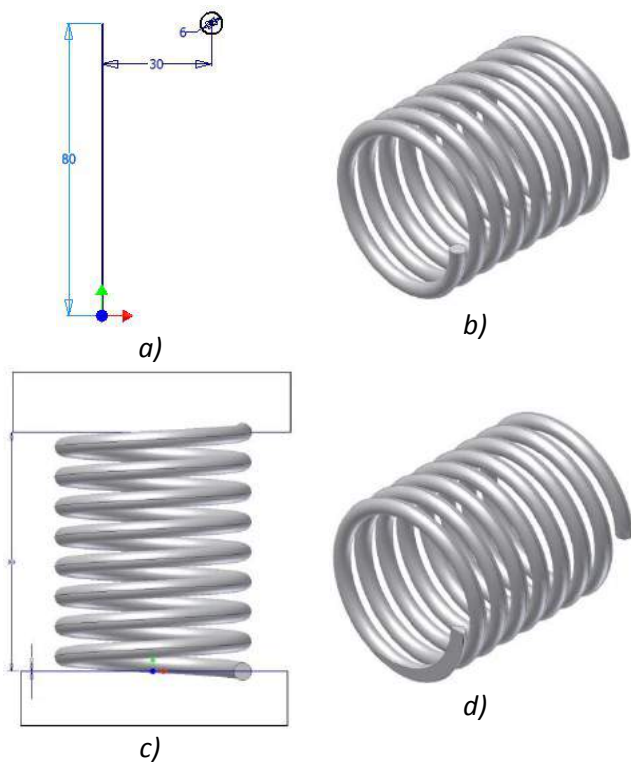


Slika 74. Definisanje parametara opruge



Slika 75. Definisanje parametara opruge

Nakon izbora prečnika žice (profila) i ose biramo karticu **Coil Size** slika 75. Iz padajućeg menija **Type** biramo opciju **Pitch and Height** (korak i visina opruge). Za korak (**Pitch**) treba upisati 10 mm a za visinu (**Height**) treba upisati 80 mm. Ovde možemo još da menjamo i ugao opruge upisivanjem brojčane vbrednosti u polju **Taper**. Upisivanjem pozitivnog ugla opruga se prema svom kraju širi a upisivanjem negativnog ugla opruga se prema svom kraju sužava.

Vežba → Modeliranje opruge

- Kreiranje početne skice za oprugu slika 76 – a
- Izborom komande **Coil** i zadavanjem određenih vrednosti dobijamo oprugu slika 76 – b
- Izaberemo – XY Plane ravan i kreiramo novu skicu kao na slici 76 – c
- Upotrebom alata **Extrude** i opcije **Cut** i izvlačenjem skice pravougaonika u oba smera poravnamo krajeve opruge slika 76 - d.

Слика 76. Postupak modeliranja opruge