



vazmfb.com/kitpl/

Konstrukcija i tehnologija proizvodnje letelica

Vežbe 2

27.02.2020.

Katedra za vazduhoplovstvo
Mašinski fakultet
Univerziteta u Beogradu

Aleksandar M. Grbović 

Jelena M. Svorcan 

Miloš D. Petrašinović 



Sadržaj vežbe

- Rad u radnim prostorima Part, Part Design i Sketcher
- Skiciranje profila
- Pravljenje tela
- Operacije nad telom

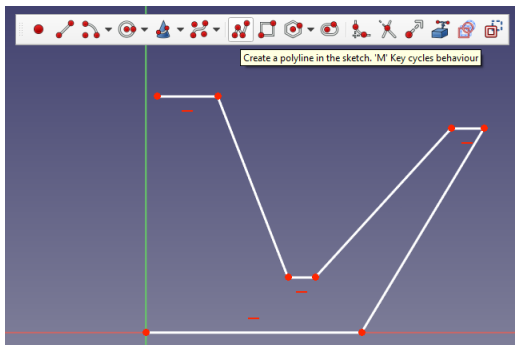


- U okviru prvih vežbi je prikazano kako se jednostavno ekstrudiranjem od **2D skice** dobija **3D model**.
- Korišćena je alatka **Extrude** iz radnog prostora **Part**.
- Ova alatka ima još neke veoma korisne naprednije opcije.
- Izborom alatke **New** iz padajućeg menija **File**, napraviti novi dokument za model.



Početna 2D skica - stvaranje geometrije

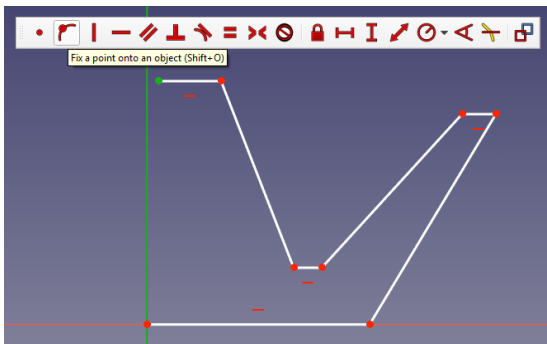
Pokrenuti radni prostor za skiciranje (**Sketcher**) i napraviti sledeći profil (**Sketch**) u okviru **XZ** ravni. Koristiti alatku za crtanje povezanih linija **Sketch/Sketcher geometries/Create polyline**. Na kraju dva puta pritisnuti [**ESC**].





Početna 2D skica - ograničavanje geometrije

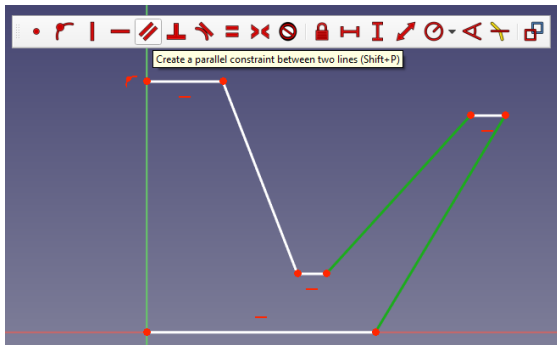
Napravljenu geometriju je potrebno jednoznačno definisati dodavanjem ograničenja iz palete alatki **Sketch/Sketcher constraints**. Na sledećoj slici je prikazano spajanje tačke i vertikalne ose skice. **Voditi računa da se jedna tačka poklapa sa koordinatnim početkom!**





Početna 2D skica - ograničavanje geometrije

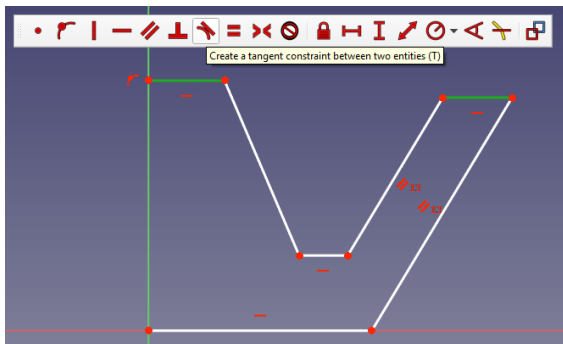
Označiti dve linije i zatim im dodeliti ograničenje paralelnosti (**Constrain parallel**). Ukoliko je potrebno, ograničiti linije koje su horizontalne i vertikalne, kada postoje.





Početna 2D skica - ograničavanje geometrije

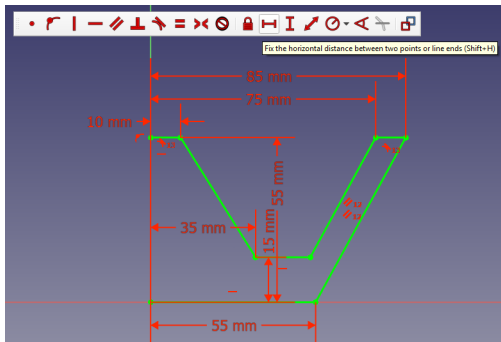
Ukoliko je potrebno da dve linije leže na istoj pravi, to je moguće postići dodeljivanjem ograničenja tangencnosti između dve linije (**Constrain tangent**).





Početna 2D skica - ograničavanje geometrije

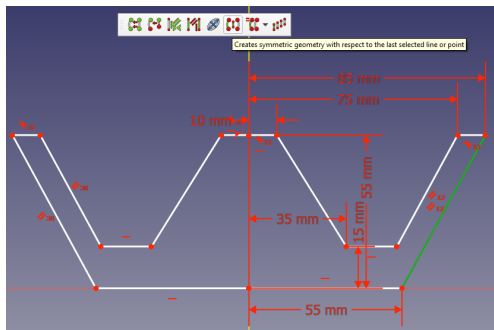
Da bi ova geometrija bila potpuno definisana potrebno je još definisati odgovarajuće dimenzije (**Constrain distance**).





Početna 2D skica - preslikavanje geometrije

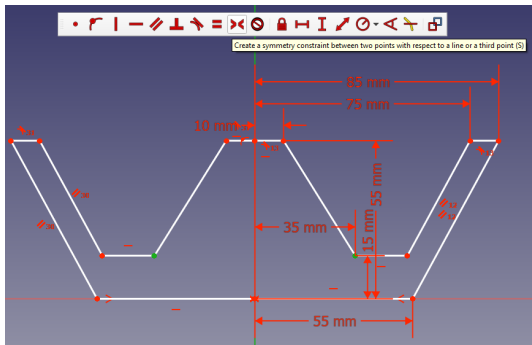
Ovako formiranu skicu je moguće preslikati u odnosu na vertikalnu osu skice tako što se prvo izaberu sve linije i zatim, kao poslednji objekat, se izabere vertikalna osa skice. Pozivanjem alatke **Sketch/Sketcher tools/Symmetry** se dobija preslikana geometrija.





Početna 2D skica - ograničenje preslikavanja

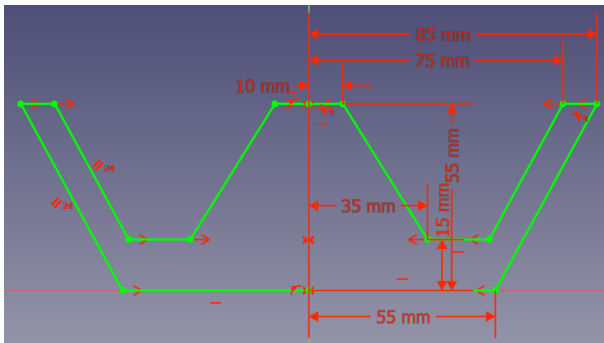
Izabrali dve tačke i nakon toga vertikalnu osu, pozivanjem alatke **Sketch/Sketcher constrains/Constrain symmetrical** se dobija ograničenje preslikavanja.





Početna 2D skica - ograničenje preslikavanja

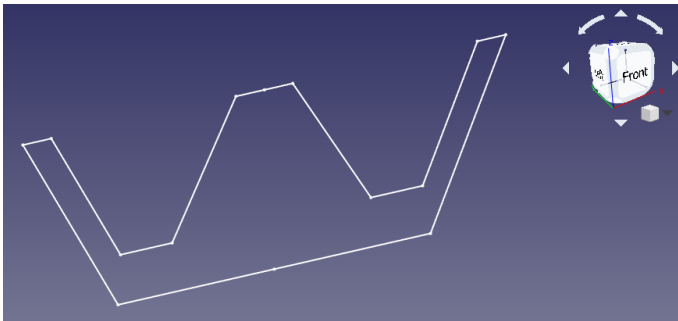
Ponoviti ovo ograničenje za sve tačke, **voditi računa da se ograniče i tačke koje leže na osi preslikavanja!**





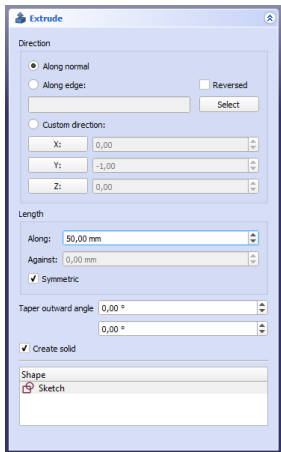
Početna 2D skica

Sve dok je u okviru panela **Combo View**, kartice **Tasks** u odeljku **Solver message** poruka da postoji neki broj stepeni slobode skice, potrebno je definisati ograničenja. Kada je potpuno definisana skica potrebno je alatom **Sketch/Leave sketch** izaći.





Alatka Extrude - Symmetric

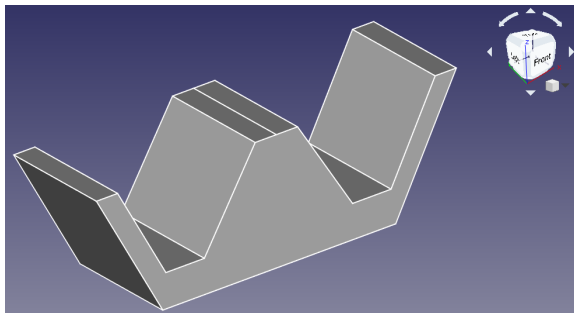


- Preći u radni prostor **Part** i izabrali alatku **Part/Extrude**.
- U panelu **Combo View**, kartici **Tasks**, odeljku **Extrude** podesiti način ekstrudiranja profila.
- Ekstrudirati skicu simetrično (**Length/Symmetric**) u odnosu na ravan skice i to za **50 mm**.



Alatka Extrude - Symmetric

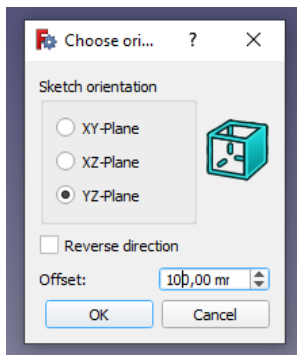
Nakon prethodno prikazanog postupka dobija se 3D model prikazan na sledećoj slici.





Nova 2D skica

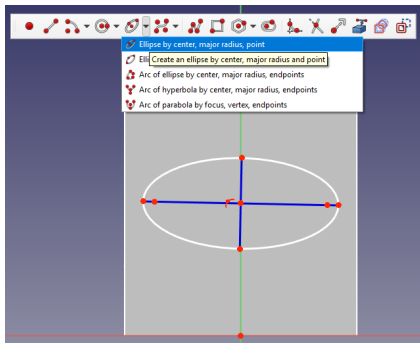
- Preći u radni prostor za skiciranje (**Sketcher**).
- Napraviti skicu (**Sketch**) na rastojanju od **100 mm** u odnosu na **ravan YZ**.





Nova 2D skica

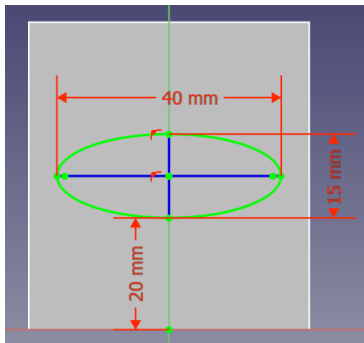
Alatkom **Sketch/Sketcher geometries/Create ellipse by center** formirati elipsu.





Nova 2D skica

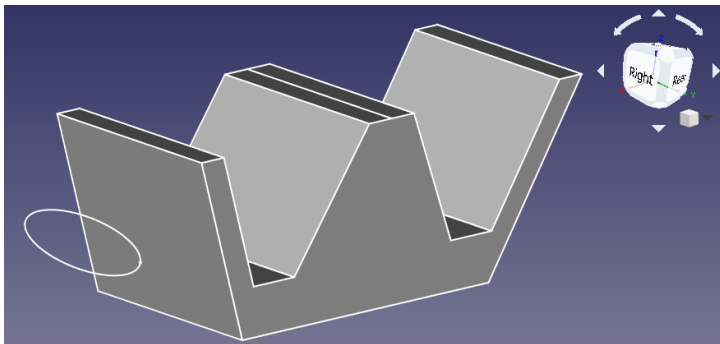
Dodati sva ograničenja tako da je elipsa jednoznačno definisana.





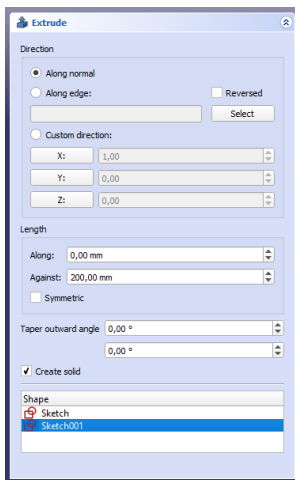
Nova 2D skica

Nakon toga izaći iz skice (**Sketch/Leave sketch**).





Alatka Extrude - Against

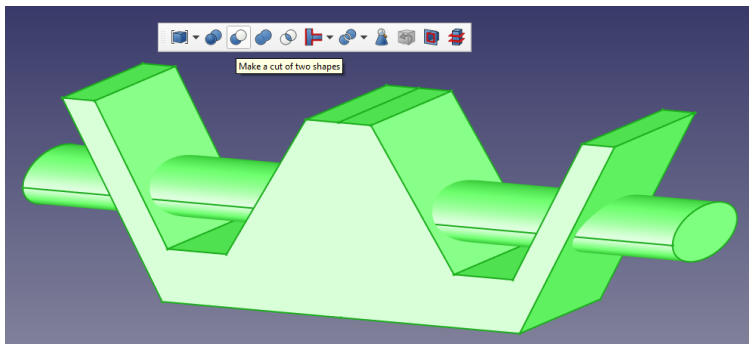


- Preći u radni prostor **Part** i izabrali alatku **Part/Extrude**.
- U panelu **Combo View**, kartici **Tasks**, odeljku **Extrude** podesiti način ekstrudiranja profila.
- Ekstrudirati skicu za **200 mm** u suprotnom smeru od smera normale na skicu (polje **Length/Against**).



Boolean Operation

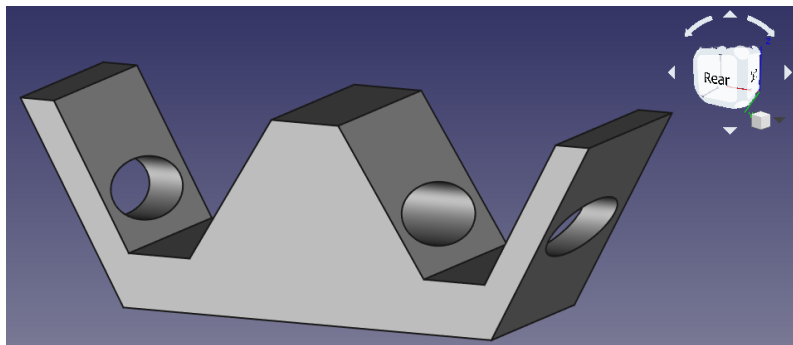
Po pravilima **Bulove algebre** oduzeti drugo telo od prvog korišćenjem alatke **Part/Boolean/Cut** iz radnog prostora **Part**.





Boolean Operation

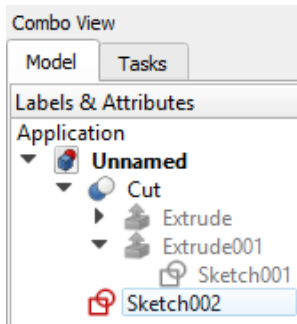
Na ovaj način se dobija model prikazan na sledećoj slici.





Kopiranje skice

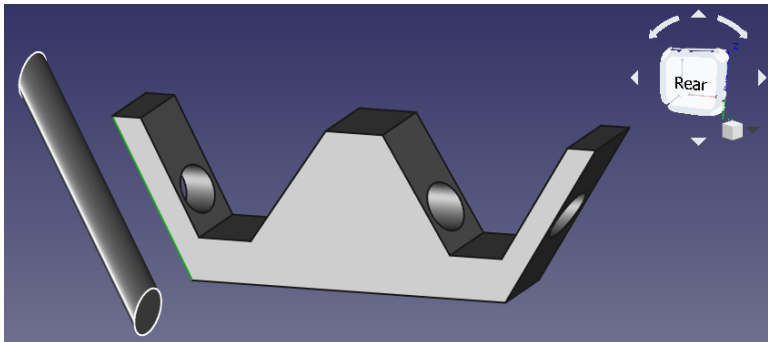
- U stablu dokumenta su prikazane skice i svi prethodno napravljeni objekti i izvršene operacije.
- Kopirati drugu skicu (skicu elipse, desni klik i izabrati **Copy** i zatim **Paste** iz padajućeg menija ili preko tastature sa **[CTRL+C]** i **[CTRL+V]**).





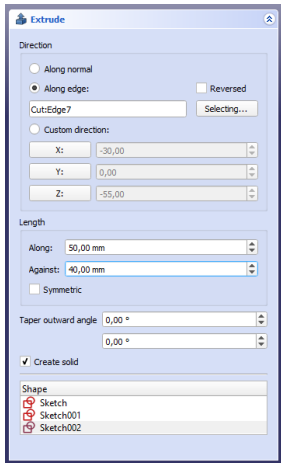
Alatka Extrude - Along edge

Ekstrudirati elipsu duž stranice koja je prikazana na sledećoj slici.





Alatka Extrude - Along edge

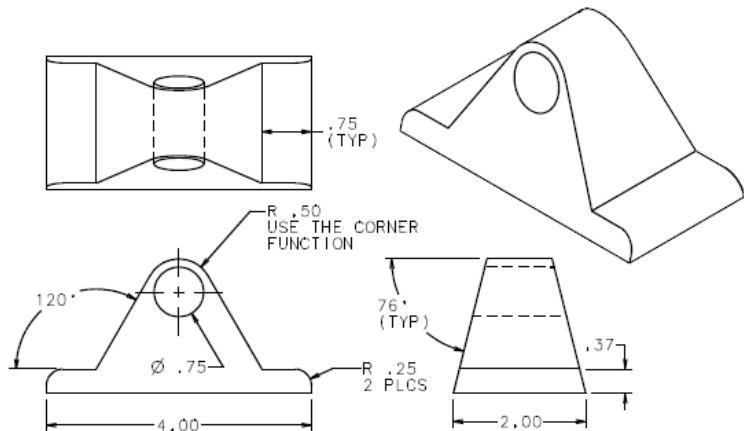


- U radnom prostoru **Part** izabрати alatku **Part/Extrude**.
- U panelu **Combo View**, kartici **Tasks**, odeljku **Extrude** podesiti način ekstrudiranja profila.
- Ekstrudirati skicu za **50 mm** u jednom i **40 mm** u drugom smeru duž izabrane stranice (polje **Direction/Along edge**).

Model 2



Potrebno je napraviti model na osnovu sledeće slike.





Part vs Part Design

- Programski paket **FreeCAD** pored radnog prostora **Part** ima, bar po imenu, sličan radni prostor pod nazivom **Part Design**.
- Ponudom ova dva radna prostora se pre svega postiže **raznolikost pristupa stvaranju 3D modela**.
- Dok se u okviru **Part** radnog prostora složena geometrijska tela dobijaju od niza jednostavnijih geometrijskih tela korišćenjem alatki zasnovanih na **Bulovoj algebri**, u okviru **Part Design** radnog prostora se nad telom vrše **operacija** kojim se ono dalje oblikuje.

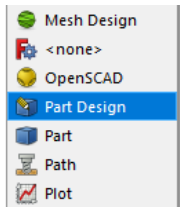


Part vs Part Design

- Mogu se jasno odvojiti dva pristupa modeliranju i to na osnovu toga koji se radni prostori pored ovih koriste.
- Prilikom modeliranja u **Part Design** radnom prostoru se samo još, i isključivo za stvaranje 2D skica, koristi radni prostor **Sketcher**.
- Prilikom modeliranja u **Part** radnom prostoru se pored radnog prostora **Sketcher** koriste još i **Draft**, **Curves** i drugi.



Body



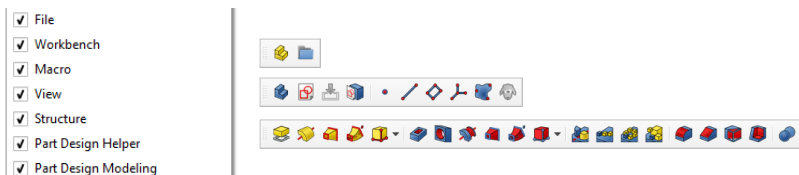
- Nakon što se napravi novi dokument ući u radni prostor **Part Design**.
- Prvo je potrebno napraviti **Body** objekat (u okviru njega se čuvaju sve informacije o izvršenim operacijama nad telom) alatom **Create body** iz padajućeg menija **Part Design**.



Create a new body and make it active



Paleta alatki u okviru modula **Part Design** su prikazane na sledećoj slici.

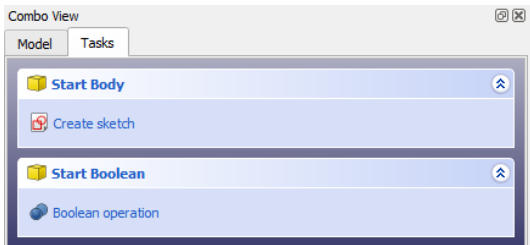
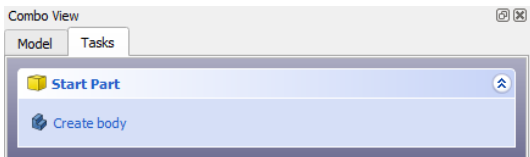


Kao što se vidi, alatke obuhvataju one za stvaranje pomoćne geometrije i one za modeliranje. Prilikom korišćenja **Part Design** radnog prostora nije potrebno prelaziti u **Sketcher** radni prostor već je direktno moguće napraviti **Sketch**, moguće je napraviti **pomoćne tačke, linije i ravni** što je izuzetno korisno. Alatke za modeliranje se dele na one koje služe za **dodavanje** i one koje služe za **oduzimanje zapremine**.

Model 2



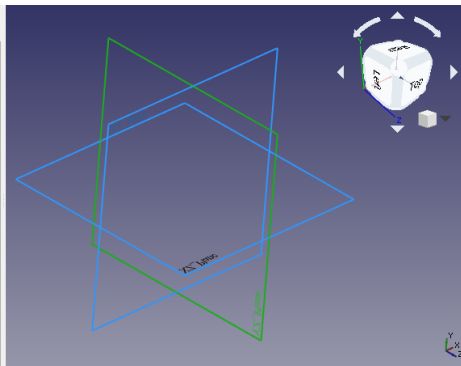
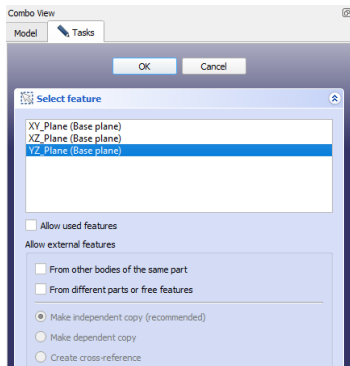
Prilikom rada u ovom radnom prostoru moguće je pratiti zadatke iz kartice **Tasks**. Prvo se pravi **Body** a zatim i **Sketch**.





Prva skica

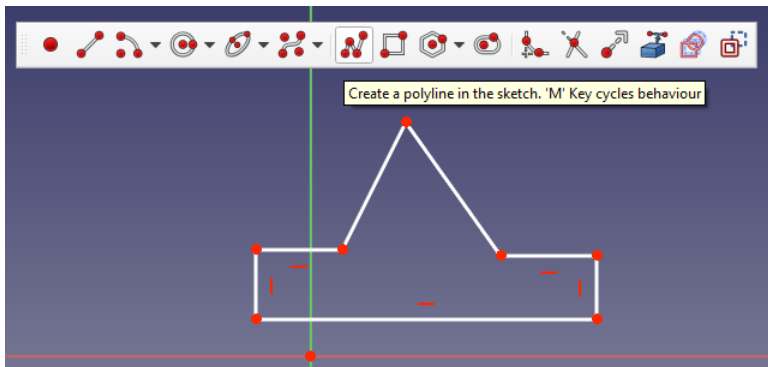
Za ravan u kojoj se formira skica izabrati **globalnu ravan YZ**.





Prva skica

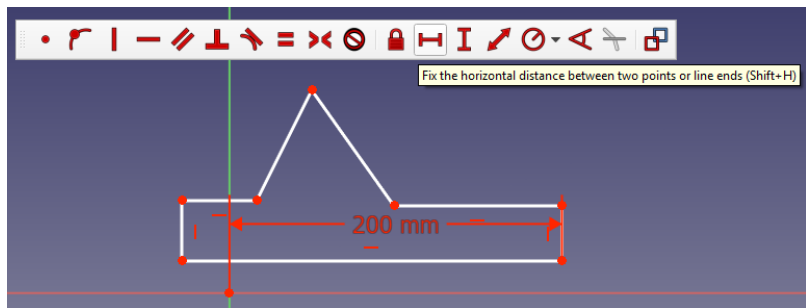
Ponovo napraviti spojene liniji kao na sledećoj slici.





Prva skica

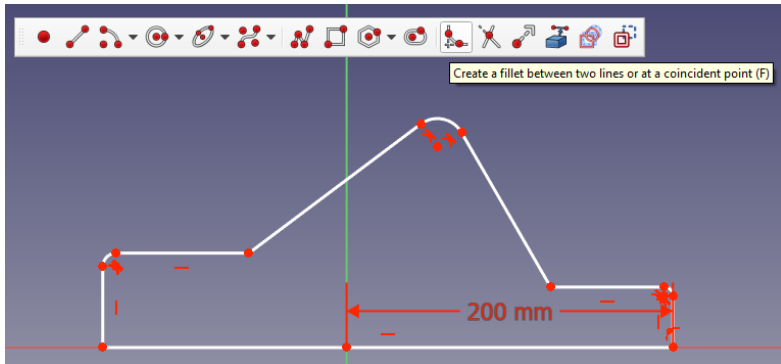
Definisati prvu tačnu dimenziju kako bi od početka model bio sličnih dimenzija konačnim.





Prva skica

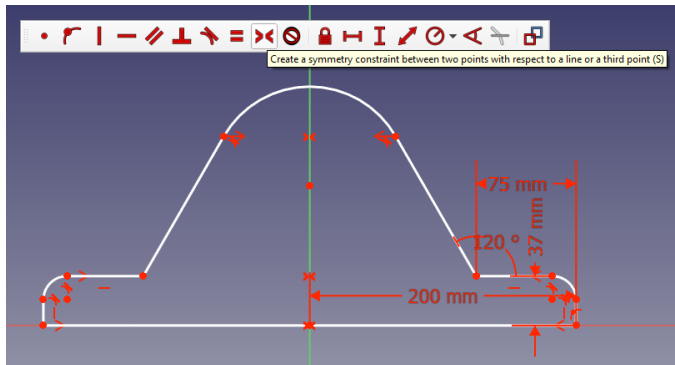
Definisati zaobljenje ivica alatom **Sketch/Sketcher geometries/Create fillet** ili pritiskom na **[F]** i izborom odgovarajućih tačaka. Izabrati tri tačke i na kraju pritisnuti **[ESC]**.





Prva skica

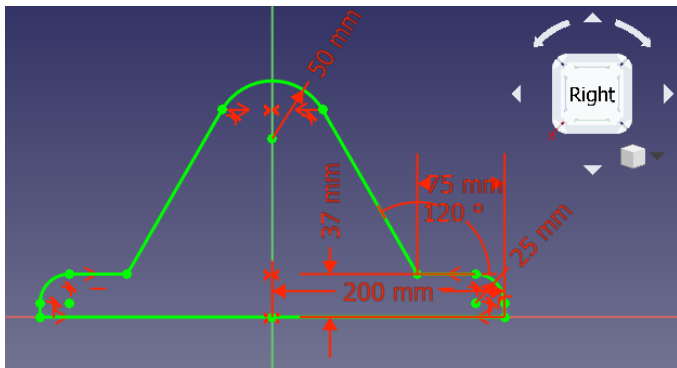
Definisati ostala ograničenja dimenzija i simetriju tačaka u odnosu na vertikalnu osu skice. Prilikom definisanja simetrije može se koristiti prečica pritiskom na **[S]**.





Prva skica

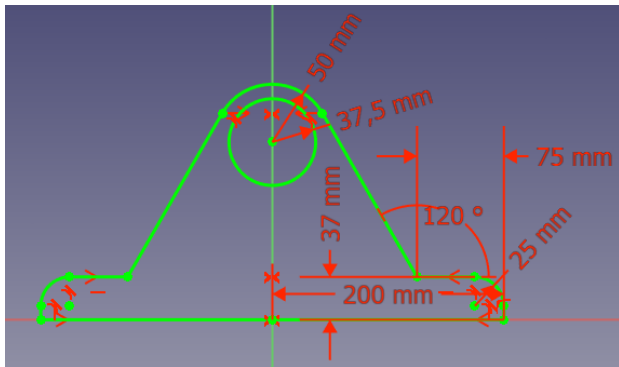
Potpuno definisana skica je prikazana na sledećoj slici.





Prva skica

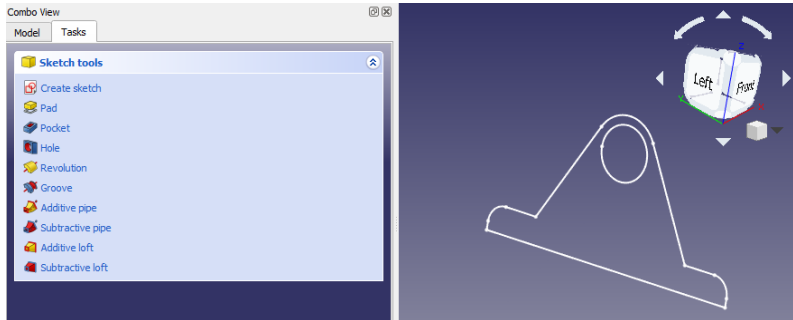
Kako bi se ubrzao proces, otvor na modelu je moguće napraviti već u ovoj skici.





Alatka Pad

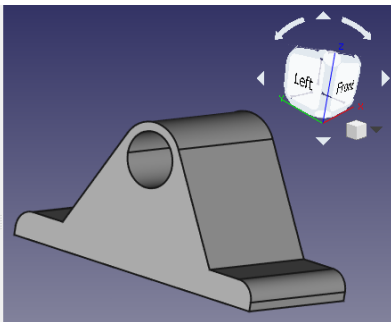
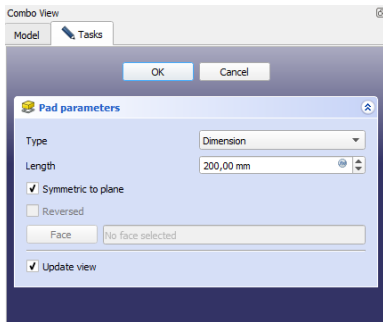
Kada se izađe iz skice, prikazuju se dostupne alatke koje mogu da se iskoriste sa ovom skicom.





Alatka Pad

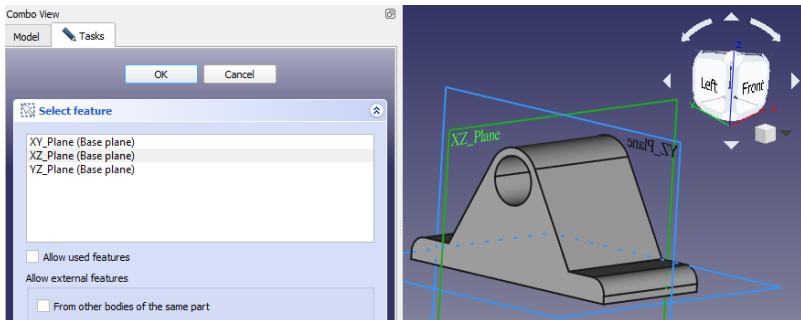
Alatka **Pad** odgovara alatki **Extrude** iz radnog prostora **Part**, jer takođe ekstrudira skicu tako da se na kraju dobija telo. U kartici **Tasks** uneti za dužinu **200 mm** i označiti **Symemetric to plane** opciju kako bi model bio simetričan u odnosu na ravan skice.





Druga skica

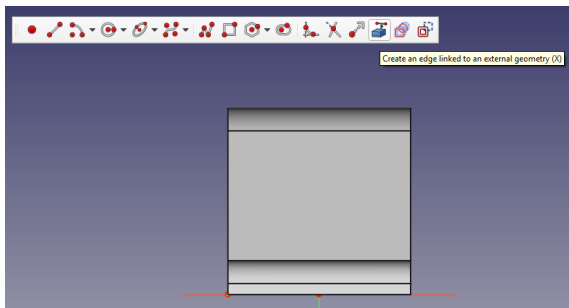
Formirati drugu skicu u **globalnoj ravni XZ**.





Druga skica

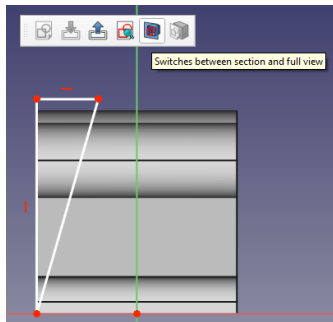
Alatka **Sketch/Sketcher geometries/External geometry** je izuzetno značajna jer omogućava da se **prethodno napravljena geometrija koristi kao referentna geometrija u novoj skici**. Na ovaj način definisati tačku u preseku ravni skice i donje leve ivice modela.





Druga skica

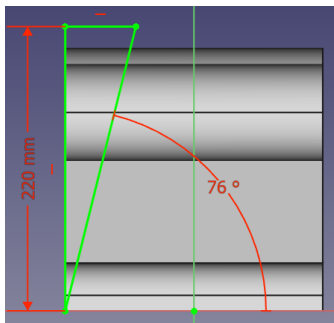
Sada je potrebno definisati trougao koji se potom koristi za dobijanje željenog modela. Kako se skica nalazi unutar modela, ona je zaklonjena modelom i moguće je iskoristiti alatku **Sketch/View section** kako bi se prikazao presek modela na mestu skice.





Druga skica

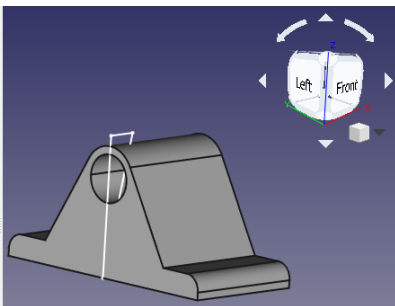
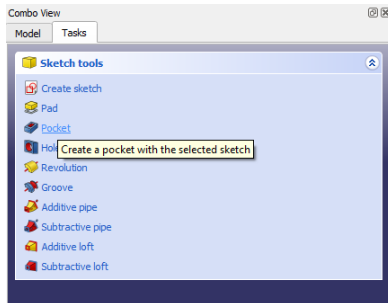
Dodati odgovarajuća ograničenja kako bi skica bila potpuno definisana.





Alatka Pocket

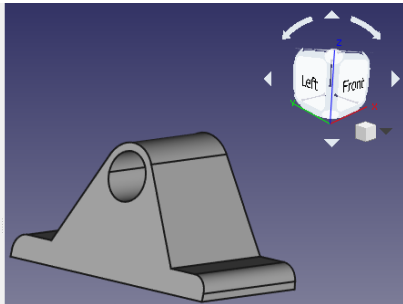
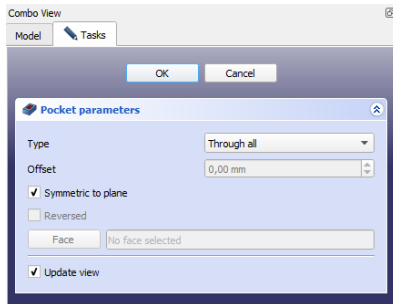
Kada se izađe iz skice, moguće je izabrati alatku **Pocket** koja ekstrudiranu zapreminu oduzima od modela.





Alatka Pocket

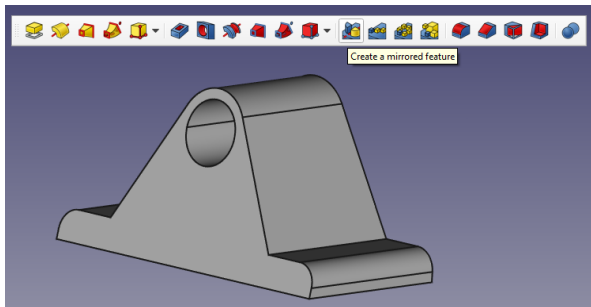
U kartici **Tasks** za opciju **Type** izabrati **Through all** i označiti opciju **Symmetric to plane**, kako bi se uklonila zapremina duž celog postojećeg modela.





Alatka Mirrored

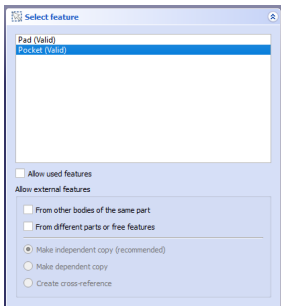
Preostalo je još samo da se obori i druga stranica modela, kako bi on postao **simetričan** u odnosu na **ravan YZ**. Za ovu svrhu je moguće iskoristiti prethodno izvršenu operaciju **Pocket** i alatku **Part Design/Mirrored**.





Alatka Mirrored

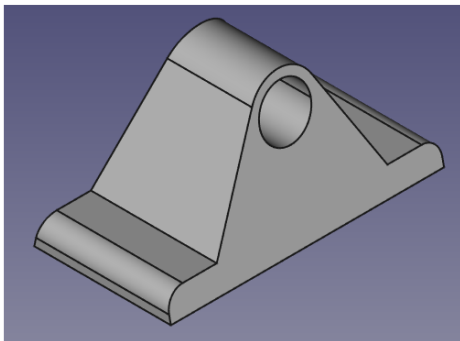
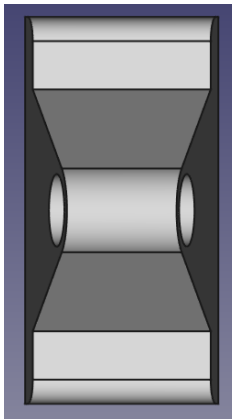
Kada se pokrene alatka **Part Design/Mirrored** potrebno je izabrati koju operaciju treba preslikati i u odnosu na koju ravan.



Model 2



Konačan model je prikazan na sledećoj slici.





Hvala na pažnji!