

Virtualno oblikovanje mehatroničkih sustava : podloge za rad u programskom okruženju SolidWorks

Pavlic, Tomislav

Authored book / Autorska knjiga

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Publication year / Godina izdavanja: **2020**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:365852>

Rights / Prava: [In copyright](#)

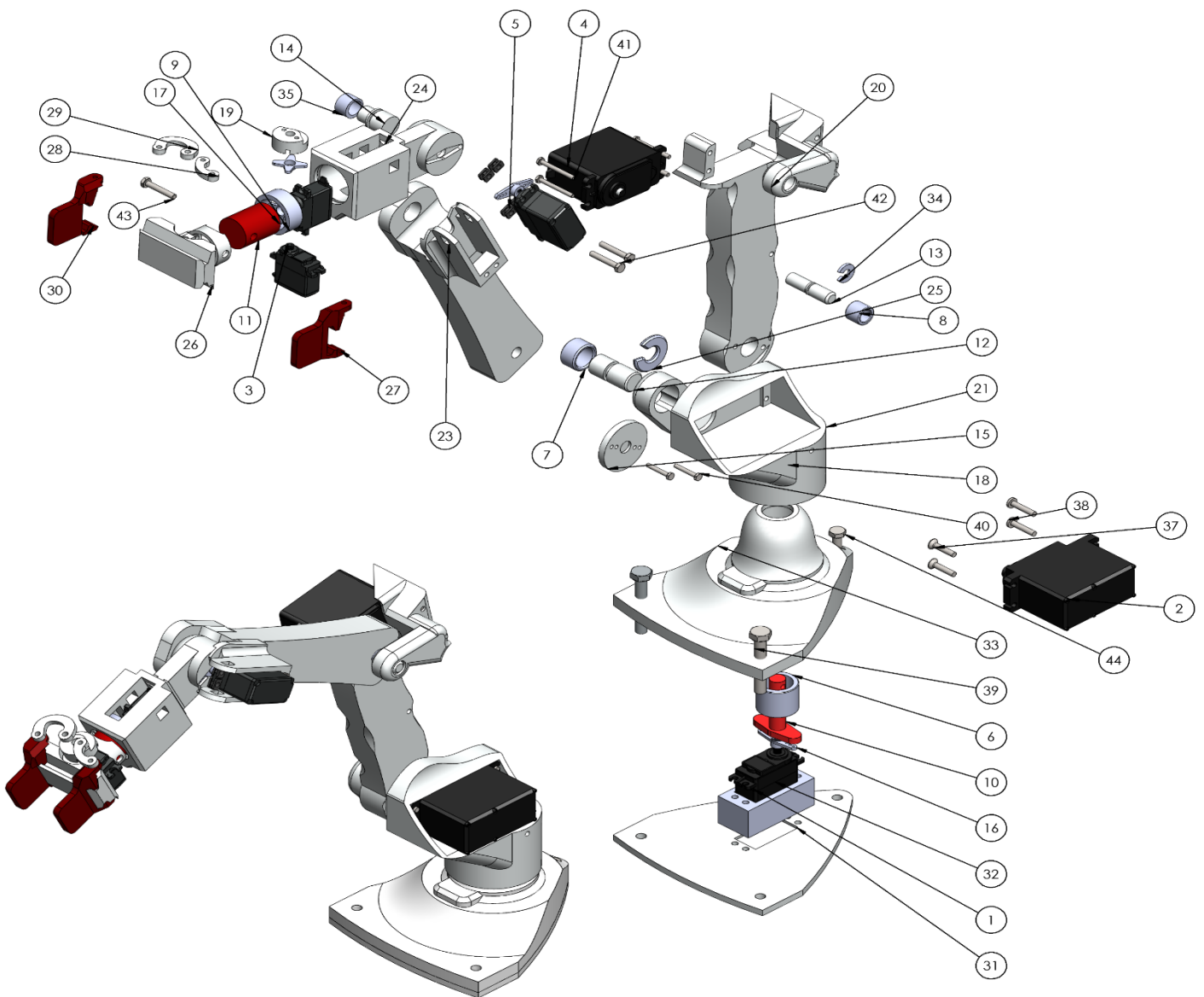
Download date / Datum preuzimanja: **2021-03-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Bjelovar University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)

Tomislav Pavlic



VIRTUALNO OBLIKOVANJE MEHATRONIČKIH SUSTAVA

Podloge za rad u programskom okruženju *SolidWorks*



Tomislav Pavlic, mag. ing. mech.

VIRTUALNO OBLIKOVANJE MEHATRONIČKIH SUSTAVA
Podloge za rad u programskom okruženju SolidWorks

Nakladnik
Veleučilište u Bjelovaru

Recenzenti
dr. sc. Stjepan Golubić
Božidar Hršak, mag. ing. mech.

Lektorica
Mirjana Bučar, prof.

Slike i crteži
Tomislav Pavlic, mag. ing. mech.

ISBN 978-953-7676-33-9

Napomena:
Niti jedan dio knjige ne smije se preslikavati niti umnožavati
bez prethodne suglasnosti autora.

VELEUČILIŠTE U BJELOVARU

Tomislav Pavlic

VIRTUALNO OBLIKOVANJE MEHATRONIČKIH SUSTAVA

Podloge za rad u programskom okruženju SolidWorks

Prvo izdanje



Bjelovar, 2020.

SADRŽAJ

1. UVOD U PROGRAMSKI ALAT <i>SOLIDWORKS</i>	6
1.1. ŠTO JE <i>SOLIDWORKS</i> ?	8
1.2. KORIŠTENJE BOJA	10
1.3. PARAMETARSKO MODELIRANJE (PARAMETRIC MODELLING)	11
1.4. NAMJERA DIZAJNA (DESIGN INTENT)	13
1.4.5.1. "Slojeviti" pristup	15
1.4.5.2. Pristup "lončarskog kola"	16
1.4.5.3. Proizvodni pristup	16
1.5. DATOTEČNE REFERENCE	17
1.5.6.1. Random Access Memory (RAM)	19
1.5.6.2. Fiksna memorija	19
1.6. <i>SOLIDWORKS</i> KORISNIČKO SUČELJE	20
1.6.6.1. Primjer alatne trake	23
1.6.6.2. Flyout izbornici	23
1.6.6.3. Vidljivost alatnih traka	23
1.6.6.4. Work flow customization	25
1.6.6.5. Aranžiranje alatnih traka	25
1.6.6.6. Quick Tips (brzi savjeti)	26
1.6.6.7. FeatureManager design tree	26
1.6.6.8. Command Manager	29
1.6.6.9. Pomicanje <i>PropertyManagera</i> i <i>CommandManagera</i>	29
1.6.6.10. Task Pane	30
1.6.7.1. <i>Feedback</i> sustav (sustav povratnih informacija)	33
1.6.7.2. Opcije	33
1.6.7.3. Customization (<i>Podešavanje</i>)	34
2. SKICIRANJE (SKETCHING)	35
2.1. 2D SKICIRANJE (2D SKETCHING)	36
2.2. SPREMANJE DATOTEKE	39
2.3. IZRADA PRVOG <i>FEATURE PART</i> MODELA	40
2.3.1.1. Referentna trijada	41
2.4. <i>SKETCH</i> ENTITETI	43
2.4.1.1. Klikni-klikni	45
2.4.1.2. Klikni-povuci	45
2.5. CRTANJE LINIJE	45
2.6. <i>SKETCH</i> STATUS (STANJE <i>SKETCHA</i>)	49
2.7. PRAVILA KOJA UPRAVLJAJU <i>SKETCHOM</i>	50
2.7.1.1. <i>Sketch</i> relacije	52
2.7.1.2. Dimenzije	52
2.7.1.3. Željena namjera dizajna	53
2.8. <i>SKETCH</i> RELACIJE	54
2.9. DIMENZIJE	60
2.10. VJEŽBA ZA CRTANJE HORIZONTALNIH I VERTIKALNIH LINIJA	67
2.11. VJEŽBA ZA CRTANJE LINIJA S INFERENCIJOM	68
3. MODELIRANJE DIJELOVA (PART)	69
3.1. IZRADA I POHRANA <i>PART</i> DOKUMENTA	70
3.2. IZRADA BAZE	71
3.3. DODAVANJE EKSTRUDIRANJA	75
3.4. STVARANJE RUPE	79
3.5. DODAVANJE ZAOBLIENJA	81
3.6. STVARANJE LJUSKE DIJELA	84
3.7. <i>SECTION VIEW</i> LJUSKE	86
3.8. PROMJENA ZNAČAJKI MODELA	87

3.9. PROMJENA ZAobljenJA BAZE	89
3.10. DODAVANJE REALISTIČNOG IZGLEDA MODELIMA.....	92
4. 3D SKICIRANJE (3D SKETCHING)	93
4.1. KORIŠTENJE 3D <i>SKETCHA</i> ZA IZRADU OKVIRA REŠETKE	94
4.2. DODAVANJE <i>FILLETA</i>	97
4.3. KORIŠTENJE <i>SWEEP</i> NAREDBE.....	98
4.4. EKSTRUDIRANJE POTPORNJA.....	99
4.5. <i>PATTERN</i> EKSTRUDIRANOG DIJELA.....	101
4.6. ZRCALJENJE.....	103
5. MODELIRANJE SKLOPOVA (ASSEMBLIES).....	104
5.1. IZRADA BAZE	105
5.2. IZRADA SKLOPA.....	110
5.3. SPAJANJE DIJELOVA SKLOPA POMOĆU VEZA	112
5.4. DODAVANJE PREOSTALIH VEZA ZA POTPUNO OGRANIČAVANJE STUPNJEVA SLOBODE GIBANJA SKLOPA	113
5.5. KORIŠTENJE STANJA PRIKAZA	115
6. IZRADA NACRTA (DRAWINGS)	116
6.1. POSTAVLJANJE PRODLOŠKA ZA IZRADU NACRTA	117
6.2. OTVARANJE NACRTA IZ PREDLOŠKA	117
6.3. UREĐIVANJE LISTA (SHEET FORMAT).....	119
6.4. SPREMANJE PROMJENA NA LISTU NACRTA	120
6.5. POSTAVLJANJE OPCIIJA DETALJA	121
6.6. IZRADA NACRTA DIJELA.....	122
6.7. DODAVANJE NOVOG LISTA NACRTA.....	127
6.8. UMETANJE DODATNOG POGLEDA U NACRTU.....	128
6.9. PRINTANJE NACRTA	129
POPIS LITERATURE	130
PRILOG	131

1. UVOD U PROGRAMSKI ALAT *SOLIDWORKS*

Cilj pisanja ovog udžbenika jest naučiti studente koristiti programski alat *SolidWorks* za izradu parametričkih modela i radioničkih crteža dijelova (*part*) i sklopova (*assembly*). Namijenjen je prvenstveno studentima stručnog studija Mehatronika na Veleučilištu u Bjelovaru, ali mogu ga koristiti i ostali korisnici kojima je potreban detaljan uvod u korištenje trenutno najkorištenijeg CAD programskog alata u svijetu. *SolidWorks* je toliko robustan i posjeduje toliko mogućnosti da ih ne bi bilo moguće sve detaljno opisati.

Prema tome, fokus su ovog udžbenika temeljna znanja i koncepti koji su neophodni za uspješno korištenje *SolidWorksa*. Ovaj udžbenik temelji se na procesnom pristupu. Naglasak je na procesima i procedurama koje treba pratiti i izvesti po fazama i koracima kako bi se izvršio određeni zadatak. Koristeći primjere u svrhu ilustracije tih procesa, naučit ćete potrebne naredbe, mogućnosti i izbornike u kontekstu izvršavanja zadatka. Vježbe vam daju priliku primijeniti i uvježbati materijal koji ste prošli na predavanjima. Dizajnirane su tako da predstavljaju tipične situacije dizajna i modeliranja te da se mogu u potpunosti izvršiti u vremenu trajanja školskih vježbi. Crteži i dimenzije dane u vježbama nisu napravljeni po nekom specifičnom standardu. Zapravo, u nekim slučajevima dimenzije su dane na način kakav ne bi bio prihvatljiv u industriji. Razlog tomu leži u činjenici da su vježbe zamišljene tako da potiču studente da primijene informacije dobivene na predavanjima te da koriste i potvrde određene tehnike modeliranja. Crteži i dimenzije u vježbama napravljeni su tako da podupiru taj cilj. Cijeli skup raznih datoteka koje se koriste ovdje moguće je preuzeti na *SolidWorks* internetskoj stranici www.solidworks.com. Kliknite poveznicu *Training & Support*, nakon toga *Training*, pa *Training Files* te onda *SolidWorks Training Files*. Odaberite poveznicu datoteke koja vas zanima. Može postojati više od jedne verzije dane datoteke ili skupa datoteka. Datoteke su dostupne kao digitalno potpisane, samoekstrahirajuće izvršne

datoteke, a organizirane su po rednom broju lekcije. Direktorij pod nazivom *Case Study* u svakoj arhivi sadrži datoteke koje se koriste prilikom predavanja. Direktorij pod nazivom *Exercises* sadrži datoteke koje su potrebne za rad na laboratorijskim vježbama.

Po uspješnom završetku ovih lekcija, bit ćete u mogućnosti opisati ključne karakteristike *feature-based* parametričkog modeliranja, razlikovati *feature sketcha* i primijenjeni *feature*, identificirati glavne komponente korisničkog sučelja *SolidWorksa* te objasniti kako različite metodologije dimenzioniranja prenose različitu namjeru dizajna. Potrebno je napomenuti da se programski alat *SolidWorks* standardno koristi na engleskome jeziku te zbog toga navođenje svih prijevoda ne bi imalo smisla. Bitno je korisniku osigurati nesmetano praćenje i povezivanje udžbenika i programskog alata na računalu.

Autor

1.1. Što je *SolidWorks*?

SolidWorks je programski alat za *parametričko modeliranje* koji radi na *feature-based* principu i koristi prednosti Windows™ grafičkog korisničkog sučelja. *SolidWorksom* možete kreirati *potpuno asocijativne* 3D modele sa ili bez ograničenja, koristeći automatske ili korisnički definirane relacije. Pojmovi istaknuti *kurzivom* u prethodnom paragrafu opisani su u nastavku.

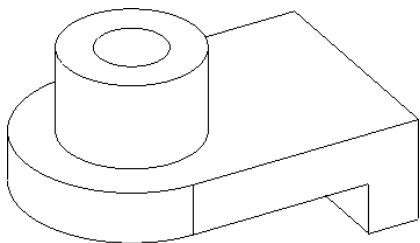
1.1.1. Feature-based

Kao što su sklopovi sastavljeni od više individualnih dijelova, tako su i *SolidWorks* modeli sačinjeni od više sastavnih elemenata. Pojedini element nazivamo *feature* (značajka/svojstvo). Kada kreirate model u *SolidWorksu*, radite s inteligentnim, jednostavno razumljivim geometrijskim elementima kao što su *boss* (ispupčenja), *cut* (rezovi), *hole* (rupe), *fillet* (zaobljenja), *chamfer* (skošenja) i drugi. Pojedini *feature* može biti klasificiran kao *feature sketcha* (*sketch feature*) ili primijenjeni *feature* (*applied feature*).

1.1.2. Sketched feature

Sastavni dio 2D *sketcha*. Obično se taj *sketch* pretvara u 3D model koristeći funkcije *extrude*, *revolve*, *sweep* ili *loft*.

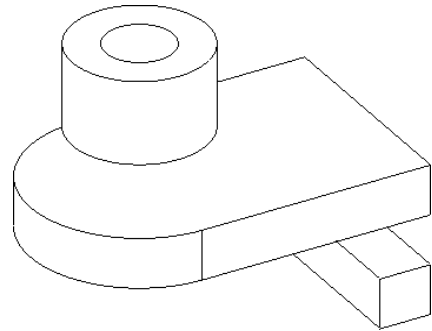
1.1.3. Applied feature



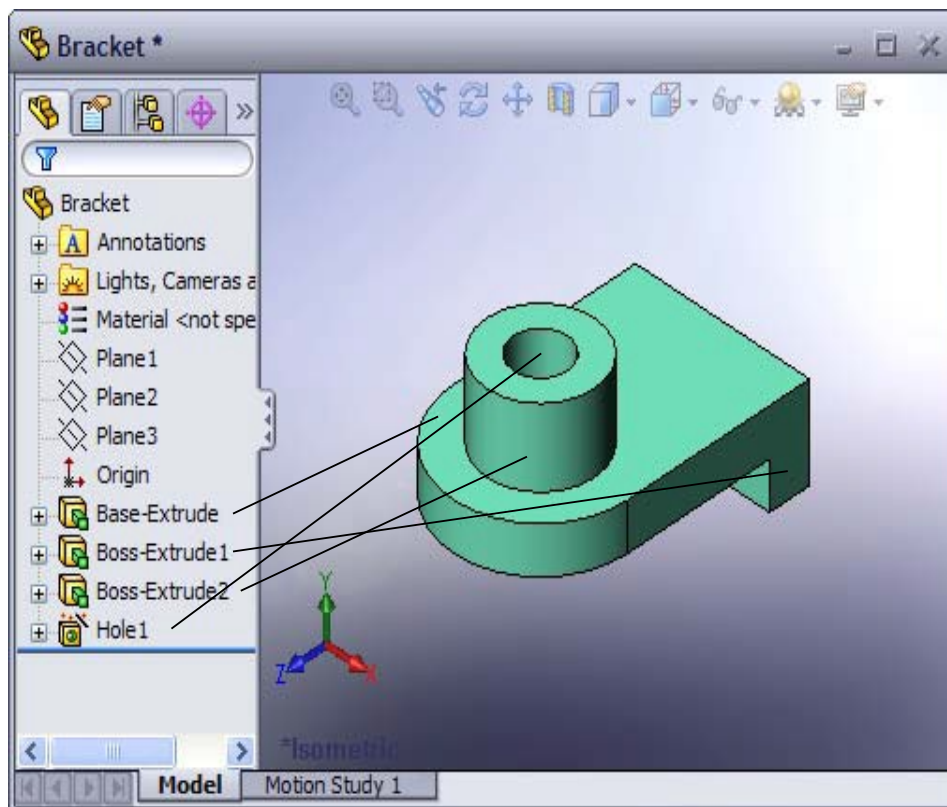
Značajke dijela kreirane izravno na 3D modelu. *Fillet* i *chamfer* primjeri su takvog tipa *featurea*. *SolidWorks* vam daje grafički prikaz strukture *feature* elemenata unutar modela u posebnom

prozoru pod nazivom **FeatureManager® design tree**. *FeatureManager design tree* ne samo da prikazuje redoslijed kojim su *feature* elementi kreirani, nego vam daje i jednostavan pristup svim informacijama koje su vezane uz dani element.

Kako biste bolje razumjeli koncept *feature-based* modeliranja, promotrite sliku desno. Ovaj se model može prikazati kao skup nekoliko različitih značajki od kojih neke dodaju materijal (kao što je cilindrični dio na gornjem dijelu), a neka ga oduzimaju (kao što je rupa na cilindru).



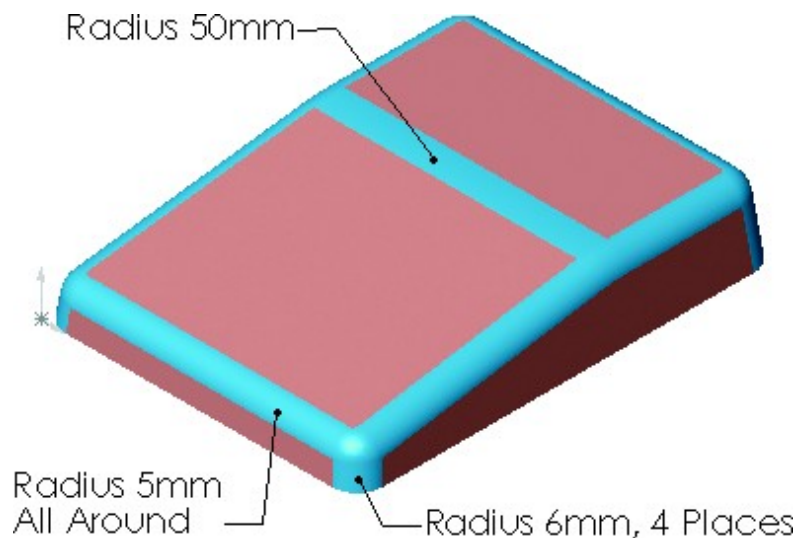
Na slici dolje vidljivo je kako su stavke u *FeatureManageru* povezane sa značajkama modela.



1.2. Korištenje boja

SolidWorks korisničko sučelje u velikoj mjeri koristi boje za isticanje selektirane geometrije i davanje vizualnih povratnih informacija korisniku. To uvelike povećava njegovu intuitivnost i jednostavnost korištenja. Da bi se maksimalno iskoristila ta činjenica, ovaj je udžbenik pripremljen u boji. Također, u puno su se slučajeva koristile dodatne boje kako bi se ilustrirali koncepti i identificirale značajke te kako bi se prenijele ostale važne informacije. Na primjer, rezultati operacije zaobljenja (*fillet*) mogu biti prikazani bojom različitom od boje osnovnog *parta*. U *SolidWorksu* rezultati neće biti prikazani na takav način jer *SolidWorks* nudi nekoliko unaprijed definiranih shema boja koje određuju, između ostalog, koje će se boje koristiti za istaknute elemente, selektirane elemente, simbole relacija u *sketchu* i renderirane preglede modela.

U primjerima sadržanim u ovom udžbeniku nije uvijek korištena ista shema boja jer su neke boje vidljivije od drugih kada se koriste u modelima različitih boja.

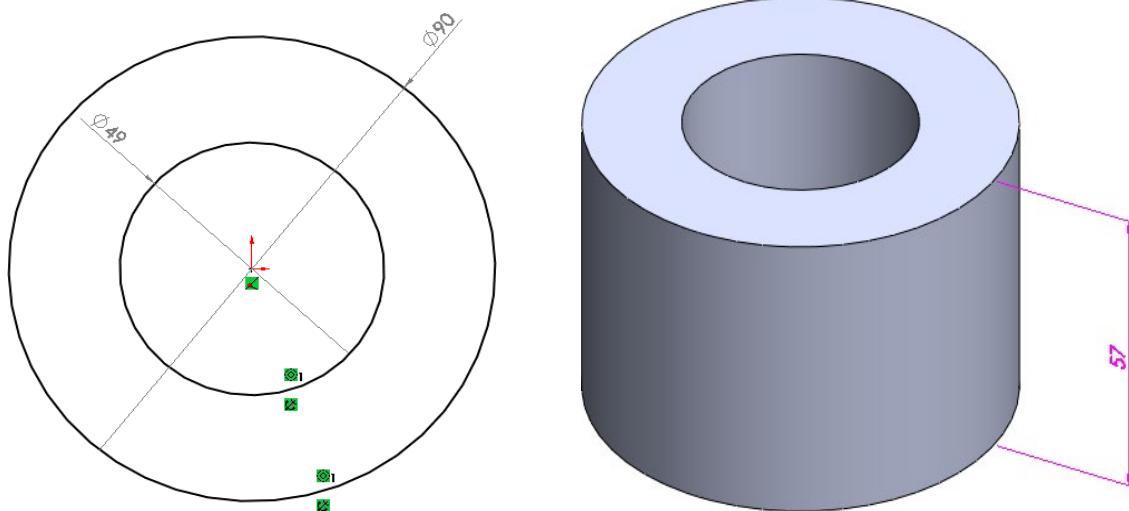


1.3. Parametarsko modeliranje (Parametric modelling)

Tehnologija 3D CAD modeliranja gdje se sve dimenzije i relacije korištene u stvaranju modela zapisuju kao individualni parametri.

1.3.1. Driving Dimensions

Ovo su vodeće dimenzije koje koristimo u stvaranju *feature* elemenata. Uključuju dimenzije povezane s geometrijom *sketcha* te dimenzije vezane uz sami 3D *feature*. Jednostavan primjer ovoga bio bi *feature* kao što je cilindrično ispupčenje (*boss*). Promjer ispupčenja upravljani je promjerom nacrtanog kruga u *sketchu*, a visina ispupčenja upravljana je izabranom dubinom ekstruzije.



1.3.2. Relacije/Relations

Informacije o geometrijskim odnosima kao što su paralelnost, tangencijalnost i koncentričnost. U povijesti su takve informacije bile prenošene upravljačkim simbolima na nacrtima. Uključivanjem tih relacija u sam *sketch* omogućena je potpuna definicija dimenzija i namjere dizajna tijekom stvaranja modela.

1.3.3. Solid Model

3D *solid model* najpotpuniji je tip geometrijskog modela koji se koristi u CAD sustavima. Sadrži sve geometrijske atribute koji su potrebni za potpuni opis

bridova i površina modela. Uz same informacije o geometriji, sadrži i informacije o topologiji koja definira odnose između pojedinih geometrijskih atributa.

1.3.4. Potpuna asocijativnost

Svaki *SolidWorks* model u potpunoj je asocijativnosti s crtežima i sklopovima koji ga referenciraju. Promjene na modelu automatski se prenose i primjenjuju na asociране crteže i sklopove. Isto tako, promjene koje se naprave na crtežima i sklopovima bit će primijenjene na model.

1.3.5. Ograničenja (Constraints)

Geometrijski odnosi kao što su paralelnost, okomitost, horizontalnost, vertikalnost, koncentričnost i koincidentnost samo su neka od ograničenja koje podržava *SolidWorks*. Uz njih se još mogu koristiti i jednadžbe za postavljanje matematičkih relacija između zadanih parametara. Korištenjem ograničenja i jednadžbi možete osigurati da odnosi, kao što je recimo jednakost dvaju promjera ili paralelnost dviju linija, budu održani.

1.4. Namjera dizajna (Design Intent)

Namjera dizajna jest vaš plan o tome kako bi se model trebao ponašati kada se na njemu obavljaju promjene. Na primjer, ako izmodelirate cilindar s rupom u sredini, tada se rupa treba pomaknuti kada se pomakne cilindar. Isto tako, ako izradite kružni uzorak rupa sa šest jednako razmaknutih rupa, tada bi se kut između rupa trebao automatski mijenjati ako promijenite broj rupa sa šest na osam. Namjera dizajna ovisi o tehnici izgradnje modela. Ona je mjerodavni faktor koji odlučuje o tome kako će se model ponašati kada se na njemu obavlja promjena, a način i tehnike koje koristite u izradi modela odredit će i način na koji će se model mijenjati. Postoji nekoliko faktora koji utječu na način realizacije namjere dizajna, a opisani su u nastavku.

1.4.1. Automatske (*sketch*) relacije

Geometrijske veze koje se uspostavljaju automatski prilikom crtanja, kao što su paralelnost, okomitost, horizontalnost i vertikalnost.

1.4.2. Jednadžbe (Equations)

Stvaraju algebarske odnose između dimenzija.

1.4.3. Dodane relacije

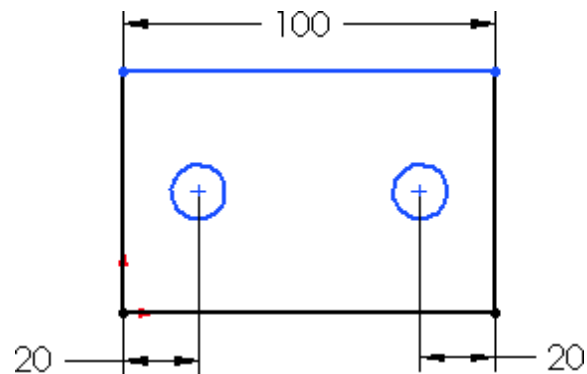
Dodaju se tijekom stvaranja modela, pružaju mogućnost proizvoljnog povezivanja geometrijskih elemenata koristeći standardne tipove relacija. Neke od uobičajenih relacija jesu: koncentričnost, tangencijalnost, koincidentnost i kolinearnost.

1.4.4. Dimenzioniranje

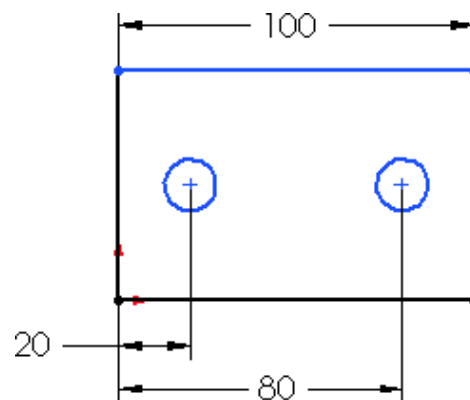
Način na koji će se model ponašati u velikoj mjeri ovisi o tome kako je dimenzioniran. Dimenzije definirajte na način koji je u skladu s načinom na koji želite da se mijenjaju.

Nekoliko primjera različite namjere dizajna:

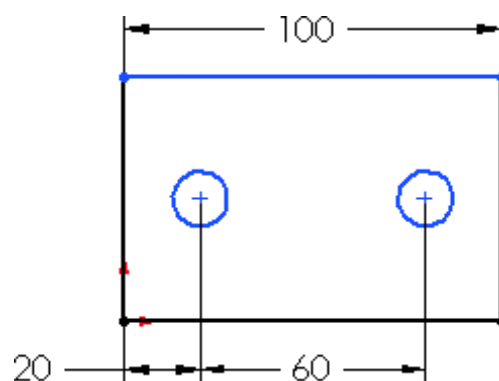
Ako je *sketch* dimenzioniran ovako, tada će rupe ostati odmaknute za **20 mm** od krajeva ploče, bez obzira na promjene širine ploče.



Dimenzije od bazne linije, kao što su ove, održat će poziciju rupa u odnosu na lijevi rub ploče. Na položaj rupa neće utjecati promjene ukupne širine ploče.

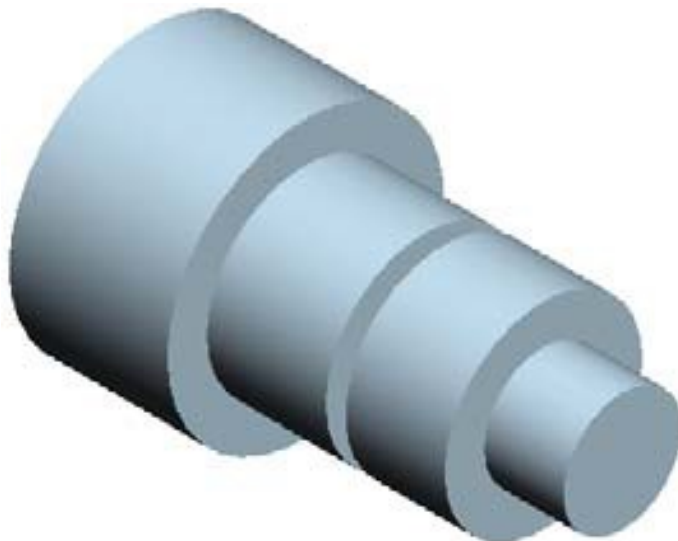


Dimenzioniranje od ruba i od centra do centra rupe održat će razmak između centara rupa.



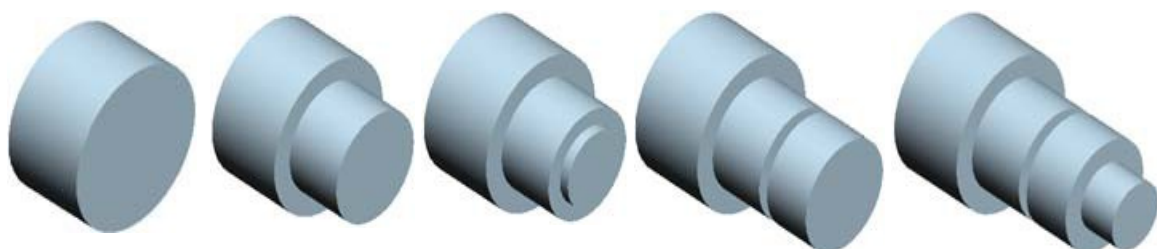
1.4.5. Utjecaj značajki (*feature*) na namjeru dizajna

Na namjeru dizajna ne utječe samo način dimenzioniranja *sketcha*. Izbor *feature* elemenata i metodologija modeliranja također su važni faktori. Promotrimo slučaj osovine na slici dolje. Ovakav model možemo kreirati na nekoliko načina.



1.4.5.1. "Slojeviti" pristup

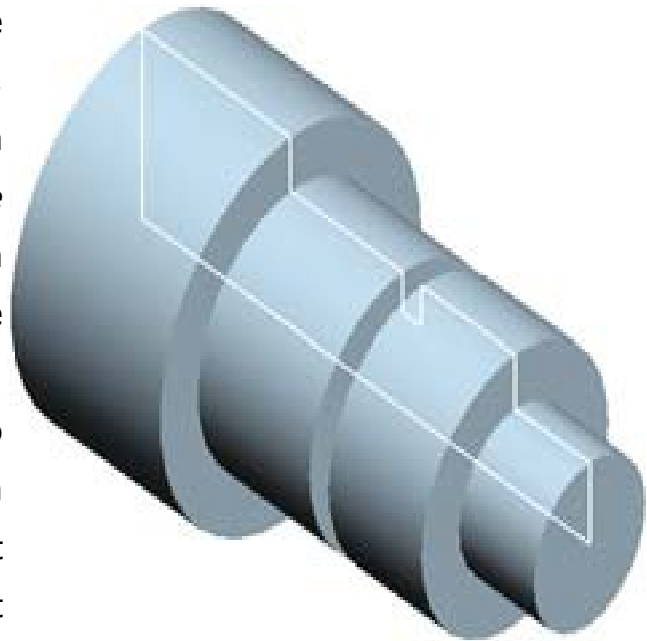
Slojevitim pristupom gradimo osovinu korak po korak, dodavajući novi sloj (*feature*) na prethodni, kao što je prikazano na slici dolje.



Promjena debljine jednog sloja promijenit će položaj svih slojeva koji su dodani nakon njega.

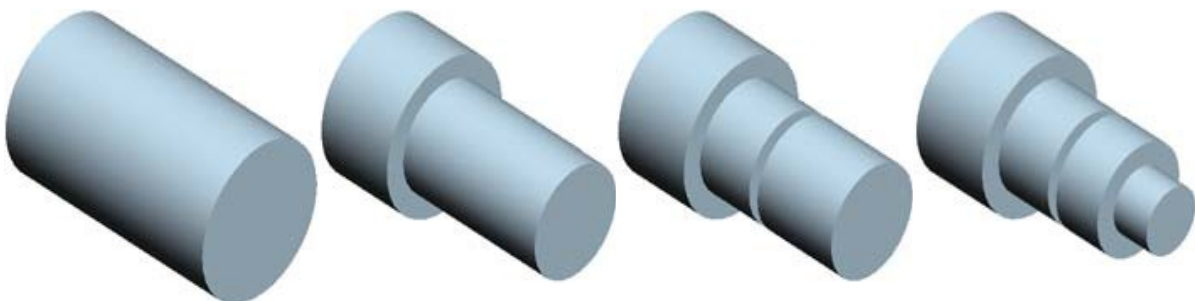
1.4.5.2. Pristup "lončarskog kola"

Pristup lončarskog kola izgradit će model u jednom koraku, revoluirajući *sketch* profila presjeka osovine oko središnje osi (*revolve feature*). *Sketch* profila presjeka sadrži pritom sve potrebne informacije o dimenzijama osovine. Iako se ovakav pristup čini vrlo efektivnim, spremanje svih informacija u jedan *feature* ograničit će fleksibilnost modela i mogućnost obavljanja promjena na njemu.



1.4.5.3. Proizvodni pristup

Proizvodni pristup modeliranju oponaša način na koji će neki dio biti proizveden u stvarnosti. Na primjer, ako će osovina sa slike biti izrađena na tokarilici, u modeliranju bi počeli sirovcem određenog promjera s kojeg bi tada skidali višak materijala.



1.5. Datotečne reference

SolidWorks generira datoteke koje su skupni dokumenti i koje sadrže elemente drugih datoteka. Datotečne reference povezuju pojedinačne dokumente tako da se informacije iz jednog dokumenta mogu koristiti u drugom. Na taj način nije potrebno duplicirati informacije. Referencirane datoteke ne moraju biti spremljene na istom mjestu kao i one koje ih referenciraju. One mogu biti spremljene na više mjesta na računalu ili mreži. *SolidWorks* sadrži nekoliko alata koji mogu prikazati postojeće reference i njihovu lokaciju.

1.5.1. Ugrađivanje i povezivanje objekata (OLE)

U *Windows* okolini, dijeljenje informacije između datoteka može biti ostvareno povezivanjem ili ugrađivanjem informacija.

1.5.2. Ugrađeni objekti

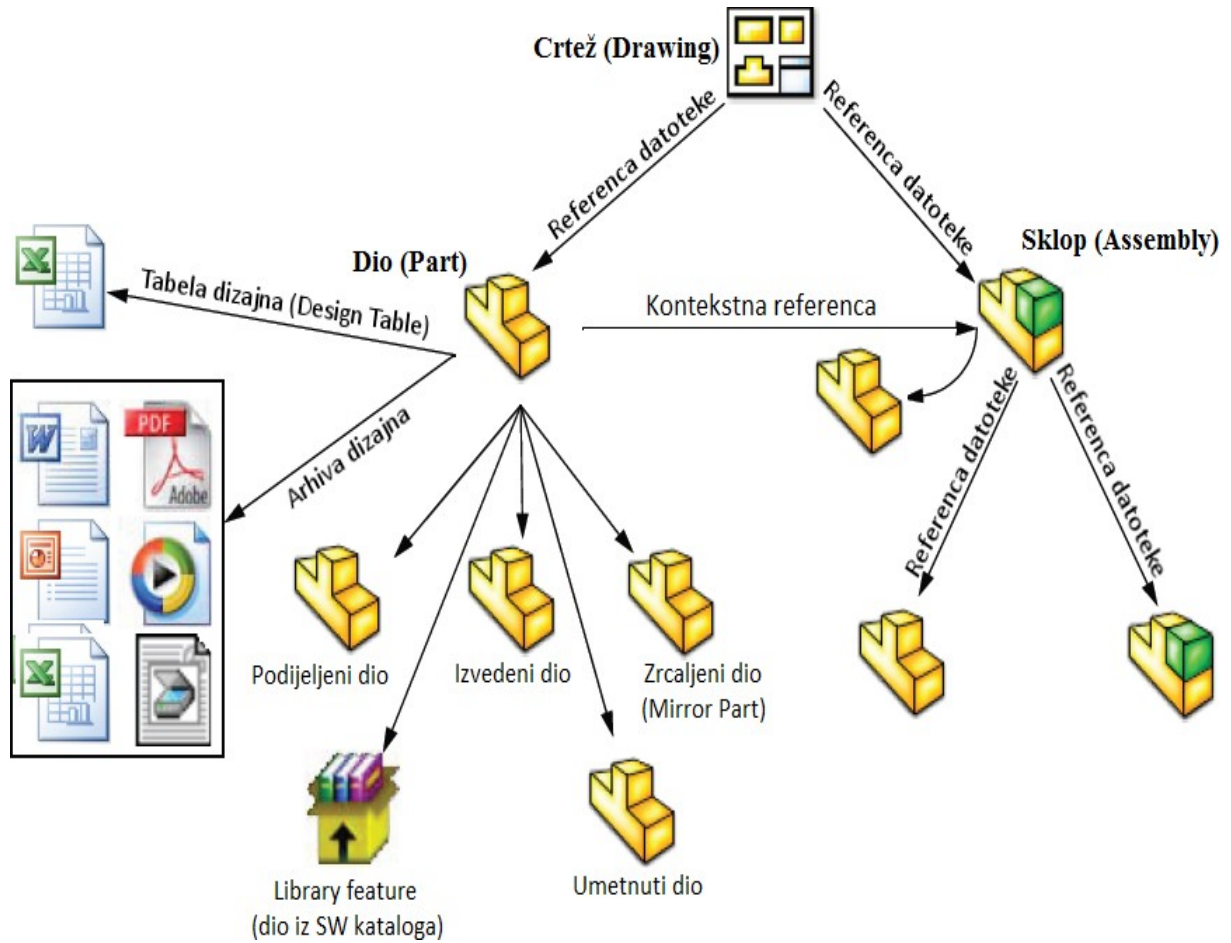
Glavne razlike između povezanih i ugrađenih objekata jesu mjesto spremanja podataka i način ažuriranja podataka nakon što ih se spremi u odredišnu datoteku.

1.5.3. Povezani objekti

Kada je objekt povezan, informacije su ažurirane samo ako je izvorna datoteka modificirana. Povezani podaci spremaju se u izvornu datoteku. Odredišna datoteka sprema samo lokaciju izvorne datoteke (vanjska referenca/poveznica) i daje prikaz povezanih podataka. Povezivanje je također korisno kada želite uključiti informacije koje su održavane neovisno, kao što su na primjer podaci sakupljeni od strane nekog drugog odjela. Kada ugradite objekt, informacije se u odredišnoj datoteci ne mijenjaju kada se modificira izvorna datoteka. Ugrađeni objekti postaju dijelom odredišne datoteke te nakon ugrađivanja više nisu dio izvorne datoteke.

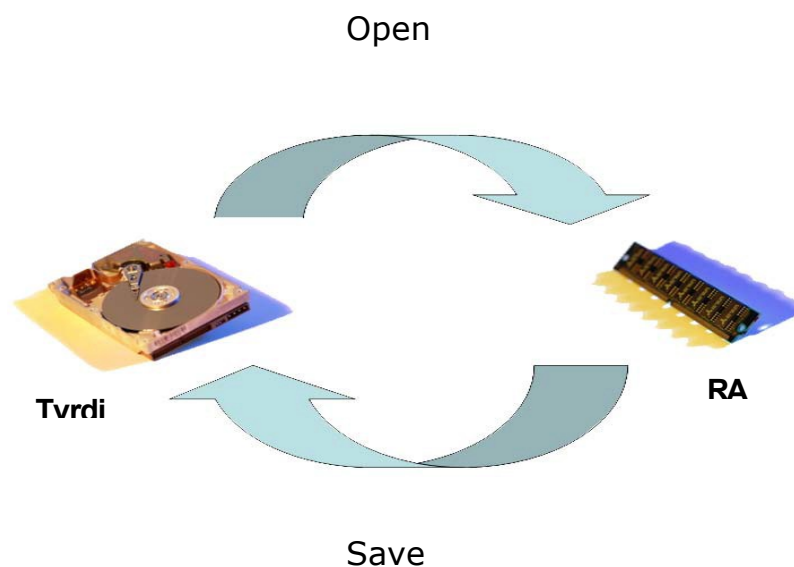
1.5.4. Primjer referenciranja datoteka

Više vanjskih referenci koje generira *SolidWorks* prikazano je na slici dolje. Reference mogu biti povezane ili ugrađene.



1.5.5. Otvaranje datoteka

SolidWorks je *RAM-resident* CAD sustav, što znači da nakon pokretanja rezidira u RAM memoriji računala, čak i kada nije u pogonu, kako bi bio brzo dostupan na poziv korisnika. Kada se neka datoteka otvori, kopirana je sa svog mjesta na disku računala u RAM memoriju. Sve promjene na datoteci spremaju se u RAM, a na izvornu datoteku primjenjuju se tek operacijom **Save**.



1.5.6. Memorija računala

Za bolje razumijevanje načina na koji se datoteke spremaju i gdje se spremaju te na kojoj od kopija ustvari radimo, potrebno je razlikovati dvije glavne vrste računalne memorije.

1.5.6.1. Random Access Memory (RAM)

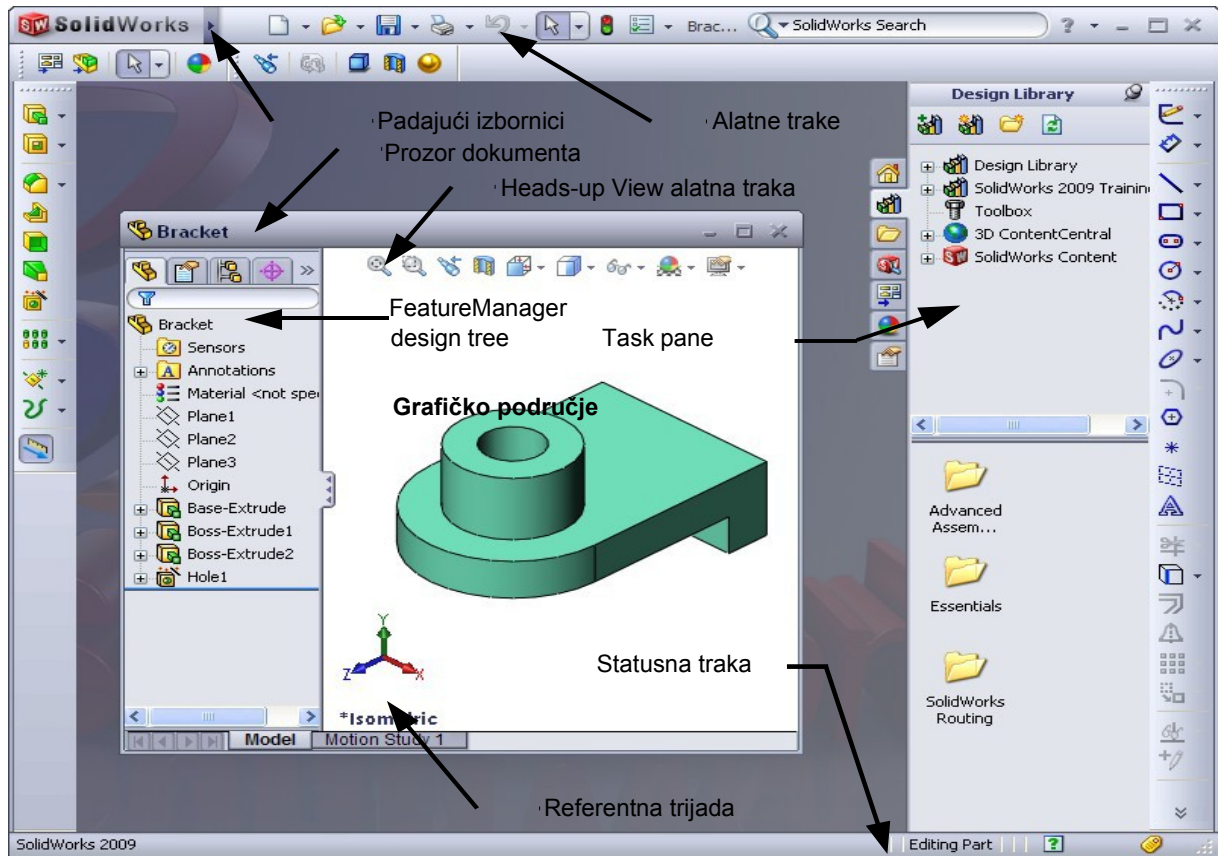
Random Access Memory (RAM) nestalna je memorija računala. Ta memorija sprema informacije samo kada je računalo uključeno. Kada se računalo isključi, sve su informacije u RAM memoriji izgubljene.

1.5.6.2. Fiksna memorija

Fiksna je memorija stalna memorija računala. Uključuje tvrdi disk, *floppy* diskove, zip diskove, CD i DVD medije i drugo. Fiksna memorija zadržava spremljene informacije kada je računalo isključeno.

1.6. SolidWorks korisničko sučelje

Korisničko sučelje *SolidWorksa* koristi izvorni *Windows* oblik te se ponaša jednako kao i većina drugih *Windows* aplikacija. Neki od važnijih elemenata sučelja prikazani su na slici dolje.




1.6.1. Neselektabilne ikone

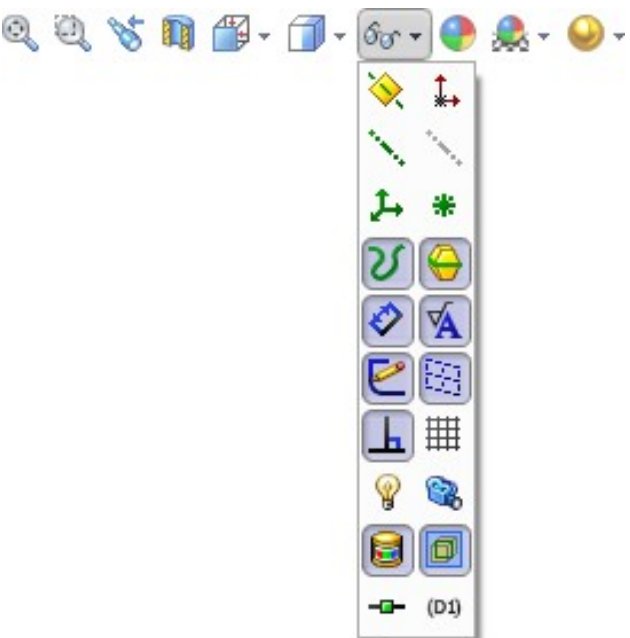
Povremeno ćete primijetiti naredbe, ikone i opcije izbornika koje su **sive boje** i koje nije moguće izabrati. Razlog tomu moglo bi biti to što ne radite u odgovarajućem okruženju u kojem bi imali pristup tim ikonama. Ako na primjer radite na *sketchu* (**Edit Sketch** mode), imate puni pristup *sketch* alatima, ali ne možete odabrati ikone kao što su *fillet* ili *chamfer* na alatnoj traci **Features**. Isto tako, kada ne radite na *sketchu*, imate pristup tim ikonama, ali su ikone *sketch* alata sive boje i nije ih moguće izabrati. Takav dizajn pomaže neiskusnim korisnicima tako što izbor alata ograničava samo na one koji su u danom okruženju relevantni.

1.6.2. Selektiranje (predizbor) objekata

U pravilu, *SolidWorks* ne zahtijeva predizbor objekta prije otvaranja izbornika ili alata. Ako na primjer želite primijeniti zaobljenje (*fillet feature*) na bridove nekog modela, imate potpunu slobodu u tome kojim ćete redoslijedom selektirati komponente – možete selektirati prvo bridove, a npr. **fillet** alat naknadno, ili možete selektirati prvo alat, a bridove naknadno. Izbor je vaš.

1.6.3. Alatna traka *Heads-up View*


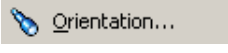
Alatna traka **Heads-up View** transparentna je alatna traka koja sadrži naredbe za manipulaciju pogleda. Mnoge su ikone, kao što je **hide/show items** ikona (*sakrij/prikaži*), **flyout alati** koji sadrže više opcija. *Flyout* alati pokraj ikone imaju malu strelicu okrenutu prema dolje  kojom pristupamo ostalim opcijama alata.

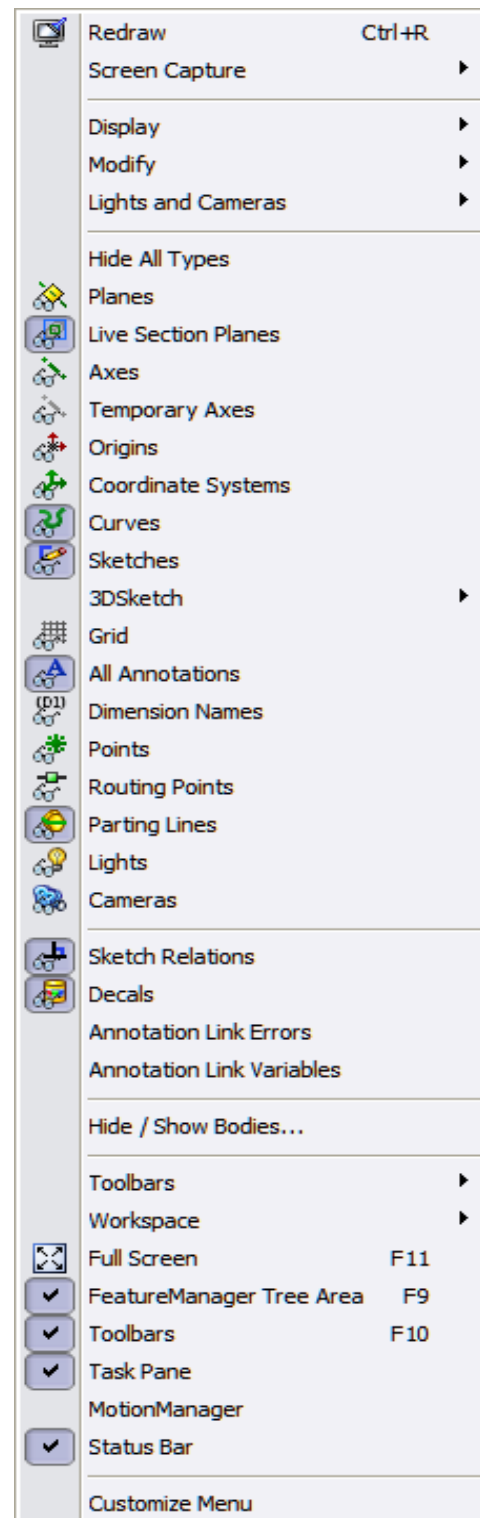
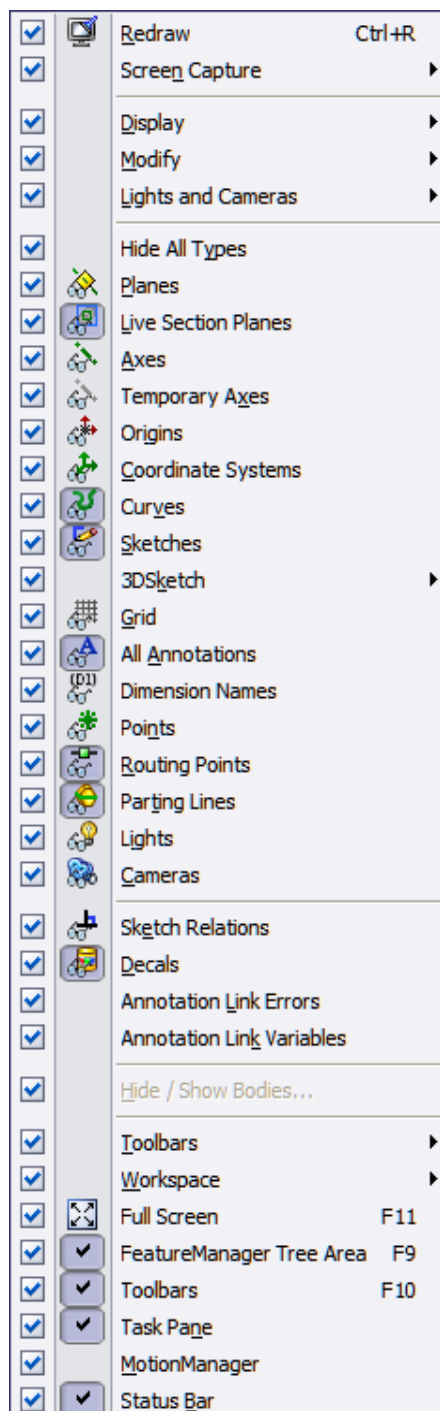


1.6.4. Padajući izbornici

Gotovo svim naredbama u *SolidWorksu* možete pristupiti korištenjem padajućih izbornika. Za pristup izbornicima prijedite mišem preko strelice pokraj *SolidWorks* logotipa, kao na slici.



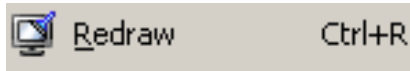
Stavke izbornika koje imaju desno okrenutu strelicu  sadrže podizbornike povezane s tom stavkom. Stavke koje nakon naslova imaju tri točke:  otvaraju novi dijalog s dodatnim izborima ili informacijama.



Kada je izabrana stavka **Customize Menu**, sve se stavke pojavljuju s potvrdnim okvirima. Uklanjanje kvačice iz potvrdnog okvira odstranjuje stavku s izbornika.

1.6.5. Kratice na tipkovnici

Neke stavke izbornika pokraj naziva sadrže kraticu na tipkovnici.



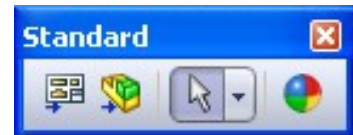
1.6.6. Alatne trake

SolidWorks je prilagođen da koristi *Windowsove* dogovorne kratice, kao što su **Ctrl+O** za **File, Open**; **Ctrl+S** za **File, Save**; **Ctrl+Z** za **Edit, Undo** i tako dalje. Možete dodati i vlastite kratice.


1.6.6.1. Primjer alatne trake

Alatne trake sadrže prečice kojima možete brzo pristupiti najčešće korištenim naredbama. Alatne trake organizirane su prema funkciji i mogu se podesiti, maknuti, dodati ili rearanžirati prema vlastitoj želji. Pojedine opcije na alatnim traka bit će detaljnije objašnjene.

Na slici desno prikazana je alatna traka *Standard* koja sadrži nekoliko češće korištenih funkcija.

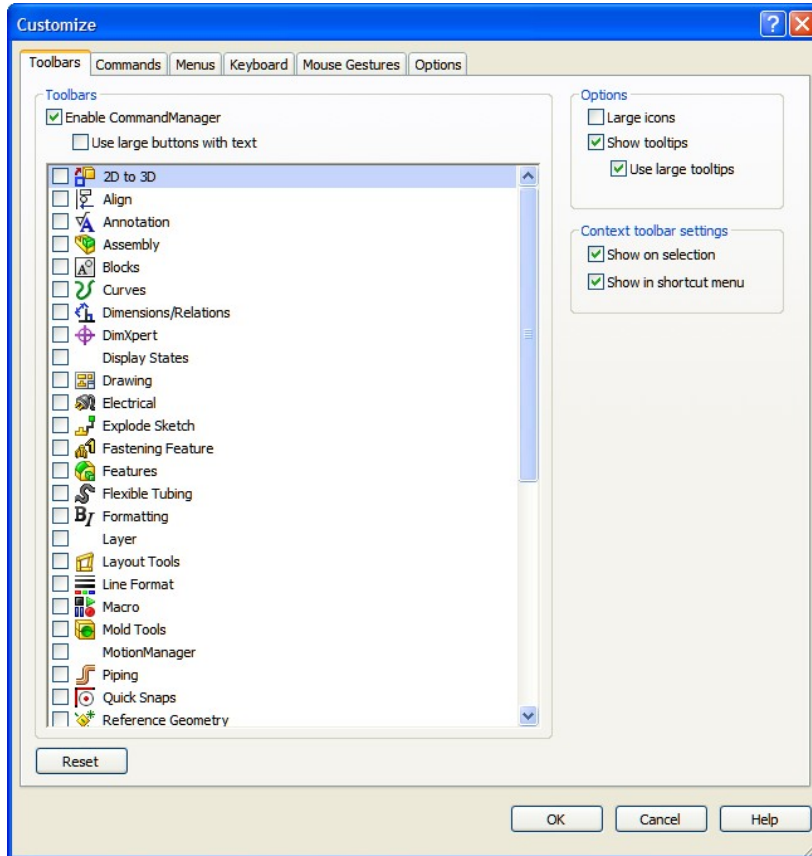


1.6.6.2. Flyout izbornici

Mnoge je alatne trake moguće zamijeniti samo jednom ikonom: , koja tada sadržava sve ostale ikone, a one se nalaze u padajućem izborniku kojem pristupamo klikom na strelicu pokraj ikone.

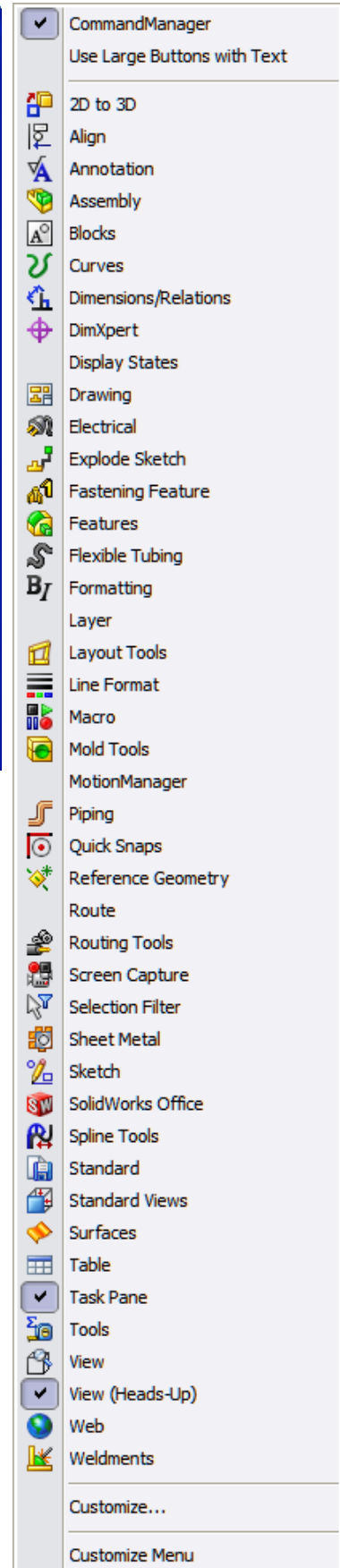
1.6.6.3. Vidljivost alatnih traka

Alatne trake mogu se uključivati i isključivati različitim metodama. Kliknite **Tools, Customize** na kartici *Toolbars*, klikom dodajte kvačicu u okvire pokraj naziva alatnih traka koje želite prikazati, a uklonite kvačicu pokraj onih koje želite sakriti.



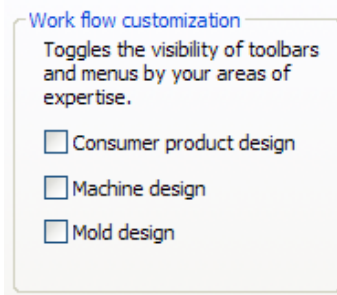
Da biste ostvarili pristup izborniku **Tools, Customize**, morate imati otvoren dokument. Dodavanje i uklanjanje ikona s alatnih traka moguće je i u izborniku **Commands**.

Kliknite desnom tipkom na područje alatnih traka u *SolidWorks* prozoru. "Pritisnute" ikone predstavljaju alatne trake koje su trenutno vidljive. Kliknite alatne trake koje želite vidjeti. Kliknite **View, Toolbars**. Ovo prikazuje istu listu alatnih traka.



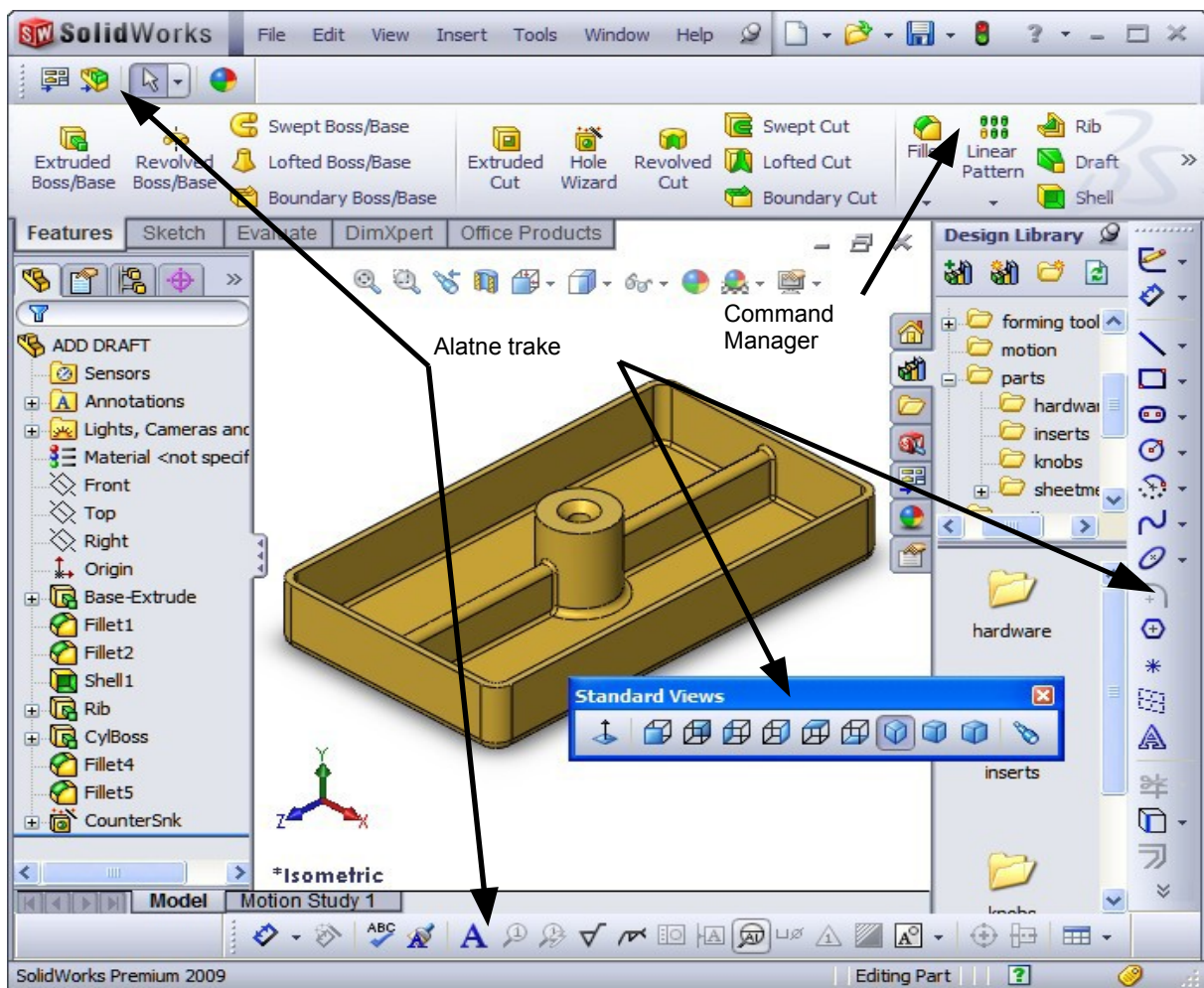
1.6.6.4. Work flow customization

Alatne trake mogu se uključivati i isključivati s obzirom na područje u kojem se *SolidWorks* koristi. Ova se opcija naziva **Work flow customization** (*podešavanje tijekom rada*), a nalazi se pod **Tools, Customize, Options**.



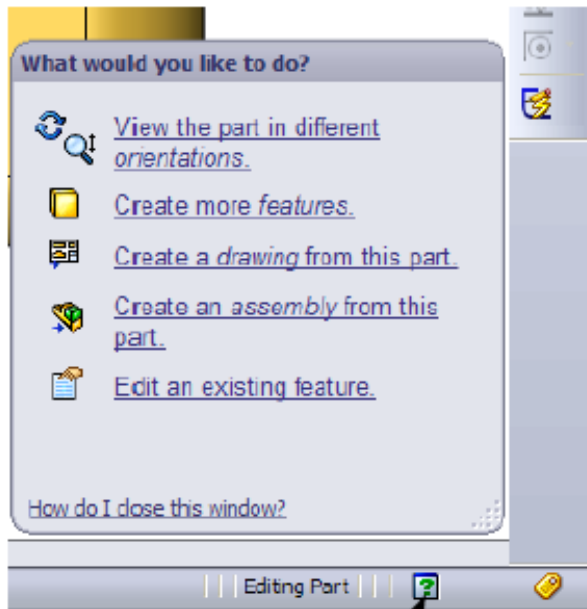
1.6.6.5. Aranžiranje alatnih traka

Alatne trake mogu se aranžirati na mnogo načina. Mogu biti vezane uz sva četiri ruba *SolidWorks* prozora ili prevučene preko područja grafike ili *FeatureManagera*. Položaji alatnih traka bit će spremljeni kada napustite *SolidWorks* i bit će jednako postavljeni kod sljedećeg pokretanja. Primjer aranžmana prikazan je na slici ispod.



1.6.6.6. Quick Tips (brzi savjeti)

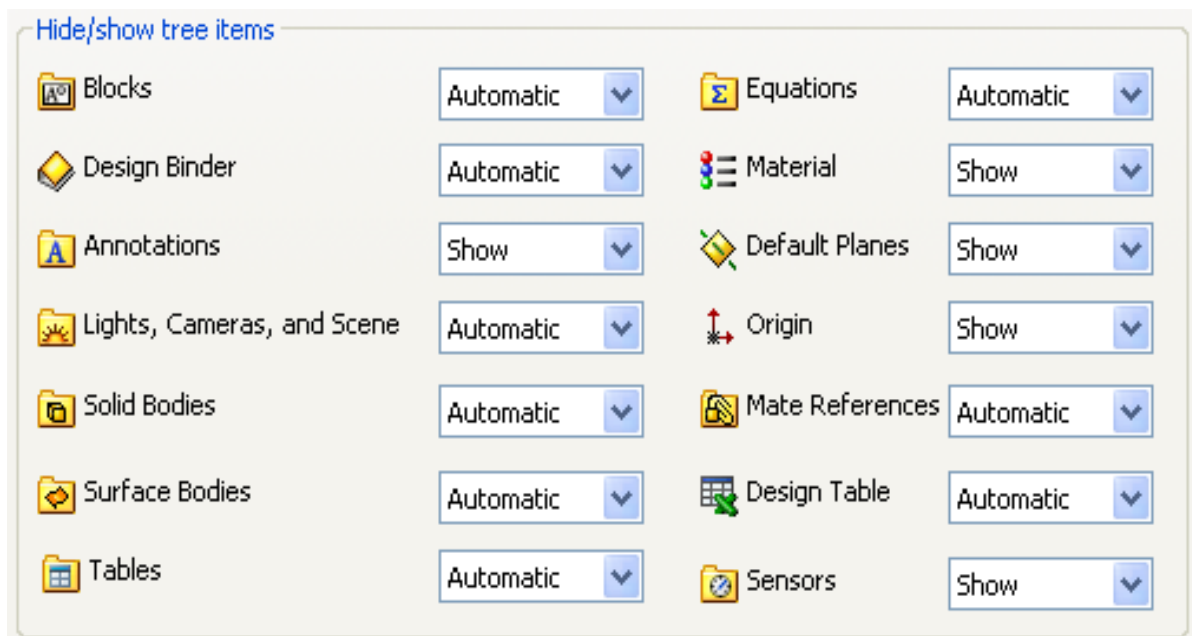
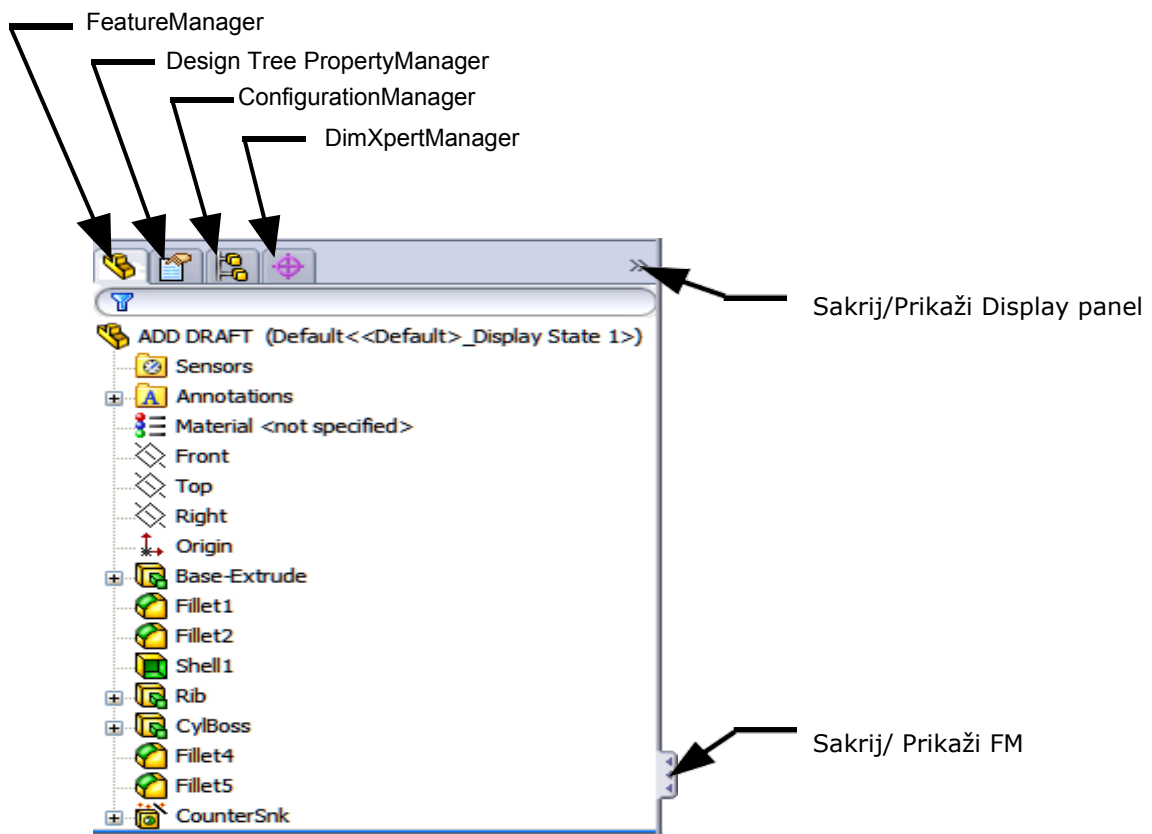
Dio su *online* sustava pomoći. Naslovljeni su pitanjem *What would you like to do?* (*Što biste htjeli raditi?*) i pružaju odgovore na česta pitanja vezana uz dani zadatak. Pritisak na jedan od izbora istaknut će alatnu traku i ikonu koja vam je potrebna.



Ikona koja uključuje i isključuje **Quick Tips**

1.6.6.7. FeatureManager design tree

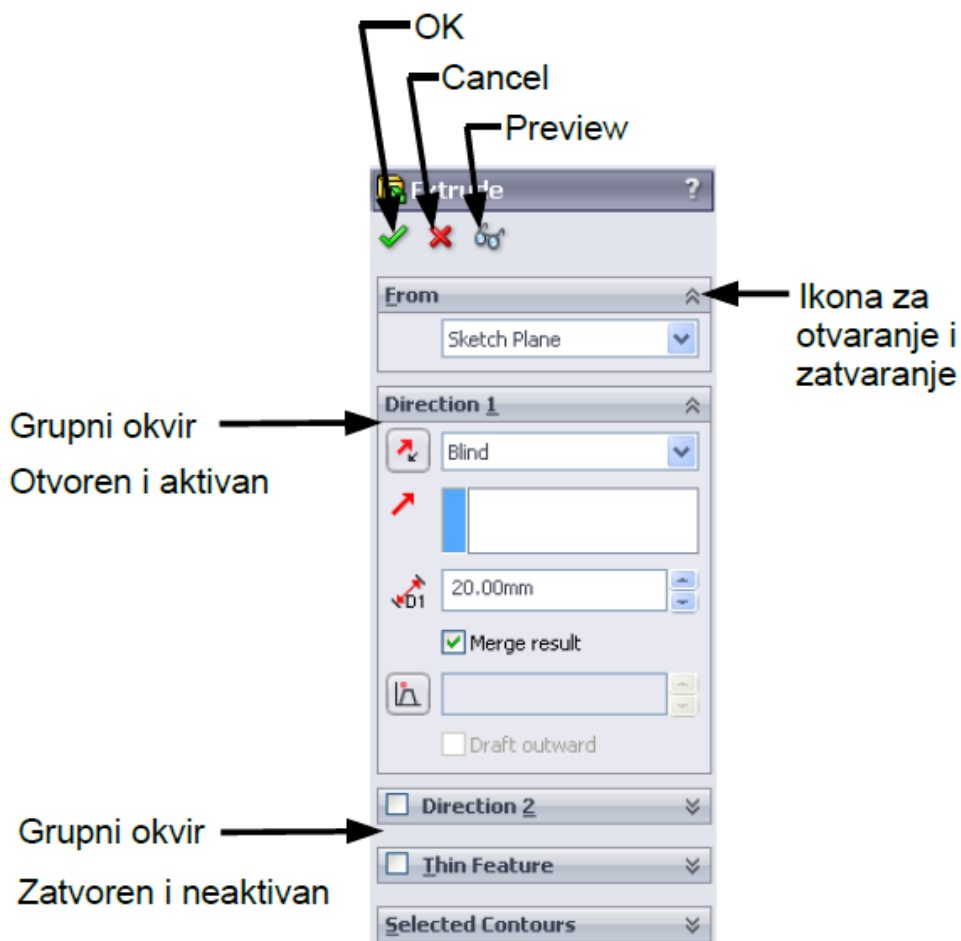
To je dio *SolidWorksa* koji vizualno prikazuje strukturu svih elemenata *part* modela ili sklopa. Svaki kreirani *feature* element automatski se upisuje u *FeatureManager*. *FeatureManager* predstavlja kronološki pregled operacija primijenjenih na modelu. *FeatureManager design tree* također omogućuje brzo obavljanje promjena na objektima koje sadrži.



Neki su objekti u *FeatureManageru* (ikone i direktoriji) sakriveni. Na slici iznad samo su dva direktorija (*Annotations* and *Lights, Cameras and Scene*) prikazana. Kliknite **Tools, Options, System Options,** i **FeatureManager** kako bi podesili vidljivost elemenata *FeatureManagera* koristeći jednu od sljedećih triju postavki:

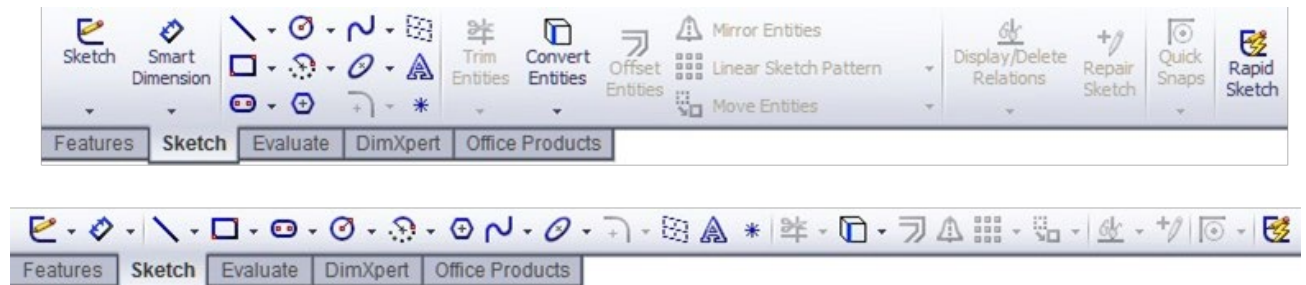
- **Automatic** – sakriva stavku kada je prazna,
- **Hide** – sakriva stavku,
- **Show** – prikazuje stavku.

Neke se *SolidWorks* naredbe pokreću kroz *PropertyManager*. *PropertyManager*, kada se koristi, zauzima mjesto *FeatureManagera* na ekranu. Red ikona na vrhu sadrži standardne naredbe *OK*, *cancel* i *preview*. Ispod reda na vrhu nalazi se jedan ili više grupnih okvira koji sadrže povezane opcije. Mogu se otvoriti i zatvoriti te učiniti aktivnima ili neaktivnima.



1.6.6.8. Command Manager

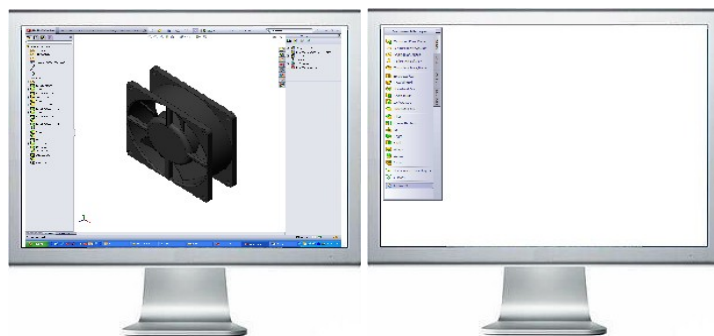
To je skup alatnih traka koji služi kao pomoć novim korisnicima u samostalnom radu. Na primjer, kartica koja se odnosi na *part* sadrži naredbe vezane uz *sketch*, *feature* itd. Ikone mogu biti prikazane sa ili bez teksta.



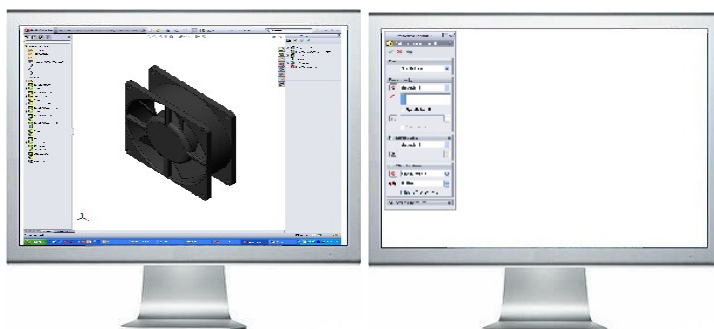
1.6.6.9. Pomicanje PropertyManagera i CommandManagera

CommandManager i *PropertyManager* mogu se proizvoljno pomicati. Mogu biti vezani uz vrh ili strane *SolidWorks* prozora, a mogu se nalaziti i izvan glavnog prozora (npr. na drugom monitoru).








CommandManager

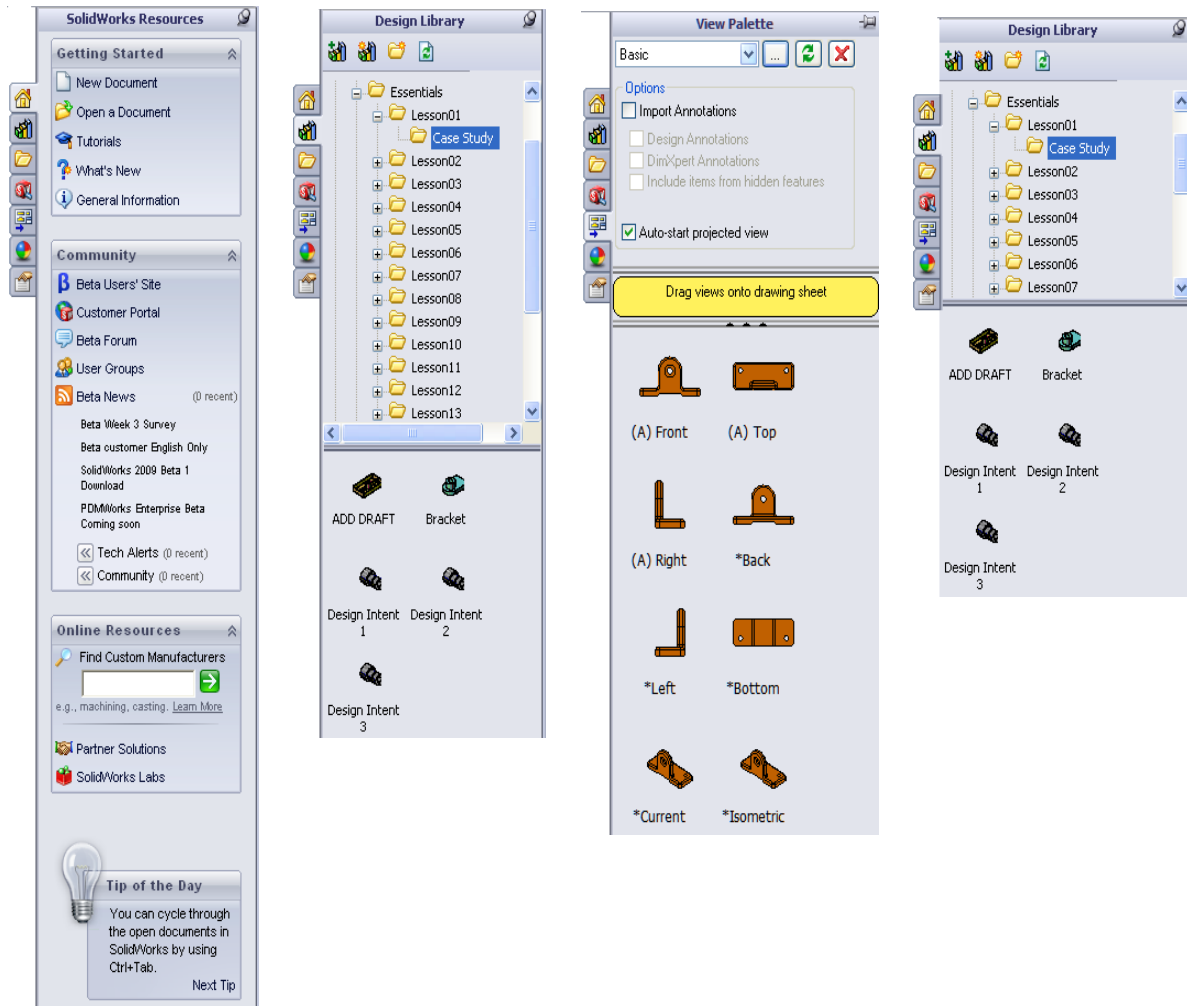


PropertyManager



1.6.6.10. Task Pane

Task Pane prozor sadrži sljedeće elemente: **SolidWorks Resources** , **Design Library** , **File Explorer** , **Search** , **View Palette** , **Appearances/Scenes**  i **Custom Properties** . *Task Pane* se obično nalazi na desnoj strani *SolidWorks* sučelja, ali može se pomaknuti i podesiti po veličini te otvarati/zatvarati.




Part i *assembly* datoteke potrebne za laboratorijske vježbe mogu se otvoriti iz *design libraryja*. Dodajte datoteke u *design library* korištenjem sljedeće procedure:

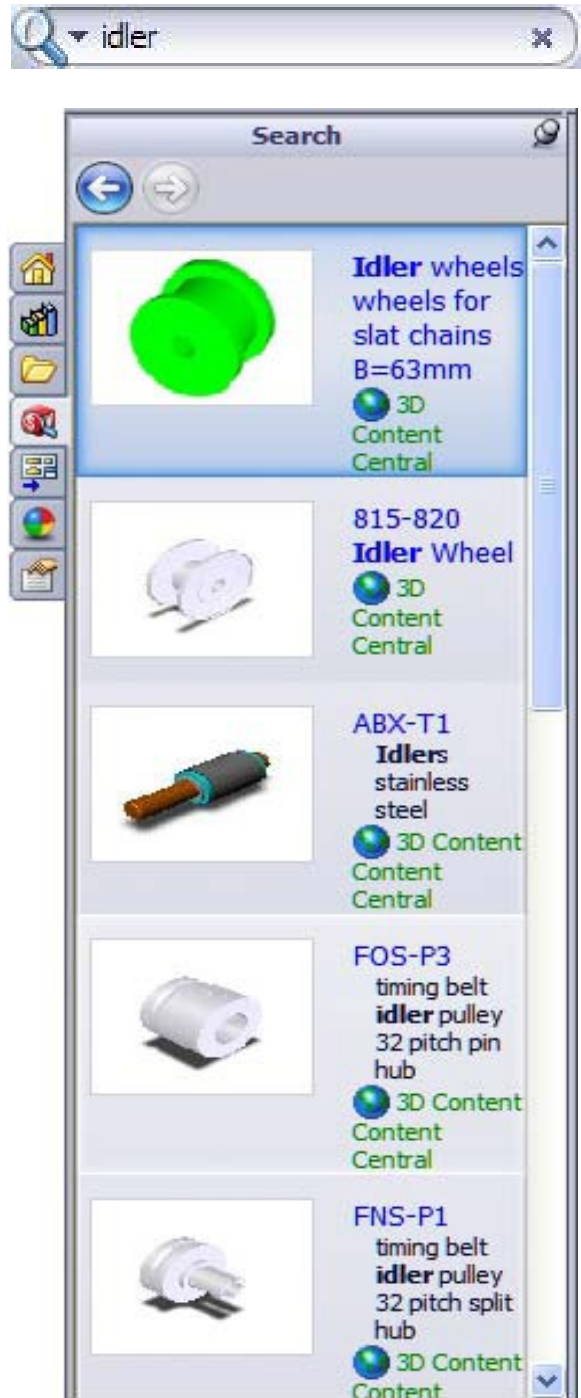
- Otvorite **Task Pane** i karticu **Design Library**.
- Kliknite **Add File Location** .
- Odaberite direktorij **Essentials** (koji sadrži vježbe). Trebao bi se

nalaziti u direktoriju **Training Files**.

- Kliknite **OK**.

Otvorite željeni *part* ili *assembly* duplim klikom na odgovarajući unos u **Design Libraryju**. **SolidWorks Search** opcijom lako se mogu pronaći *SolidWorks* datoteke na računalu. Prije korištenja ove opcije potrebno je instalirati *Windows Desktop Search*. Potraga se vrši sljedećom procedurom:

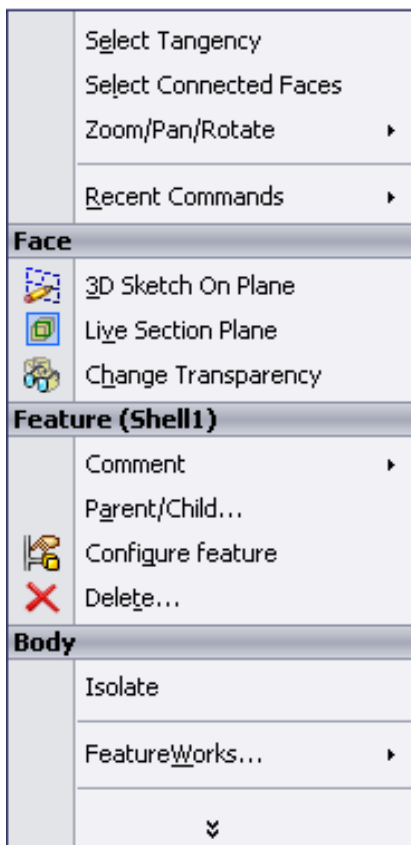
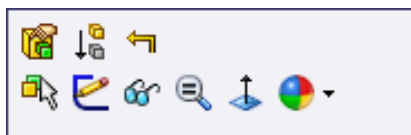
- Upišite naziv ili dio naziva datoteke u **SolidWorks Search** okvir i kliknite ikonu.
- **Search** kartica  u **Task Pane** prozoru prikazat će rezultate potrage.
- Datoteku otvorite klikom na sliku pa klikom na **Open File in SolidWorks**.
- Klik na tekst adrese datoteke započinje potragu u tom direktoriju.



1.6.7. Tipke miša

Lijeva, desna i srednja tipka miša u *SolidWorksu* imaju različite funkcije.

- **Lijeva tipka** – selektira objekte kao što su geometrijski elementi, stavke izbornika i objekti u *FeatureManageru*.
- **Desna tipka** – aktivira kontekstne izbornike. Sadržaj tih izbornika ovisi o selektiranom objektu. Kontekstni izbornici također sadrže prečice često korištenih naredbi.



Na vrhu kontekstnog izbornika nalazi se alatna traka **Context Toolbar**. Ona sadrži neke od najčešće korištenih naredbi u obliku ikona. Ispod toga nalazi se padajući izbornik koji sadrži naredbe koje su dostupne u kontekstu izabranog objekta.

- **Srednja tipka** – dinamički rotira, pomiče i zumira *part* ili *assembly*. Pomiče crteže.

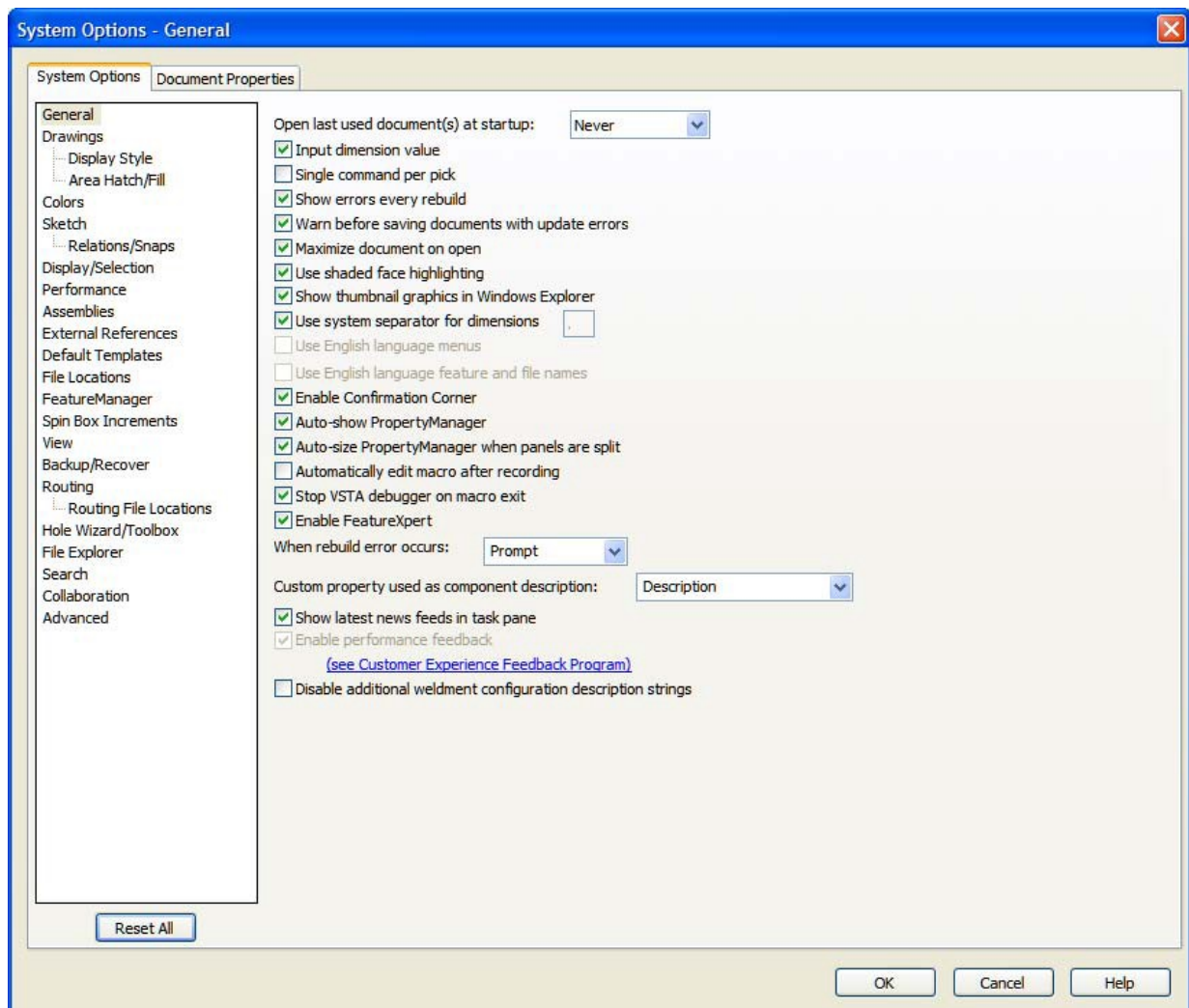
1.6.7.1. **Feedback** sustav (sustav povratnih informacija)

Povratne informacije korisniku daju simboli pokraj pokazivača miša koji se pojavljuju kada pokazivač prijeđe preko nekog elementa. Neki od simbola prikazani su na slici dolje [simboli: *vertex*, *edge* (brid), *face* (lice), *dimension* (dimenzija)].



1.6.7.2. **Opcije**

Nalaze se u **Tools** izborniku. Dijalog **Options** omogućuje podešavanje *SolidWorksa* i prilagodbu sučelja i načina rada vašim potrebama. Možete na primjer podesiti primijenjene standarde kako bi odgovarali standardima u vašoj industriji ili podesiti izgled i funkcionalnost sučelja.



1.6.7.3. Customization (*Podešavanje*)

Postoji nekoliko razina podešavanja, a to su:

■ **System options (*postavke sustava*)**

Opcije grupirane pod nazivom **System Options** spremaju se na vašem sustavu i utječu na svaki dokument koji otvorite u *SolidWorksu*. Postavke sustava daju vam mogućnost upravljanja i prilagodbe radne okoline. Na primjer, možda vi preferirate raditi s obojenom pozadinom, a ja ne. Budući da je to postavka sustava, svi će *part* ili *assembly* dokumenti otvoreni na vašem računalu imati obojenu pozadinu, dok na mojem neće.

■ **Document properties (*postavke dokumenta*)**

Ovo su postavke koje se primjenjuju na pojedini dokument. Na primjer, to su mjerne jedinice, standardi crteža, postavke materijala i slično. Postavke dokumenta spremaju se u samom dokumentu i ne mijenjaju se bez obzira na sustav na kojem se otvaraju.

■ **Document templates (*predlošci dokumenta*)**

Predlošci dokumenta predefimirani su dokumenti koji su kreirani s određenim postavkama. Na primjer, možda su vam potrebna dva predloška za *part* – jedan s engleskim postavkama (*ANSI drafting* standardom i inčevima kao mjernom jedinicom), a drugi s metričkim postavkama (*ISO drafting* standardom i milimetrima kao mjernom jedinicom). Moguće je kreirati bilo koji broj različitih predložaka. Mogu se organizirati u različitim direktorijima za lakši pristup kod otvaranja novih dokumenata i mogu se kreirati za *part*, *assembly* i *drawing* dokumente. Detaljnije informacije o izradi predložaka dokumenata možete pronaći pod naslovom *Document Templates* u dijelu o nacrtima.

■ **Postavke objekta**

U nekim je slučajevima moguće mijenjati postavke pojedinih objekata. Na primjer, možete promijeniti standardni prikaz dimenzije ili promijeniti boju *feature* elementa.

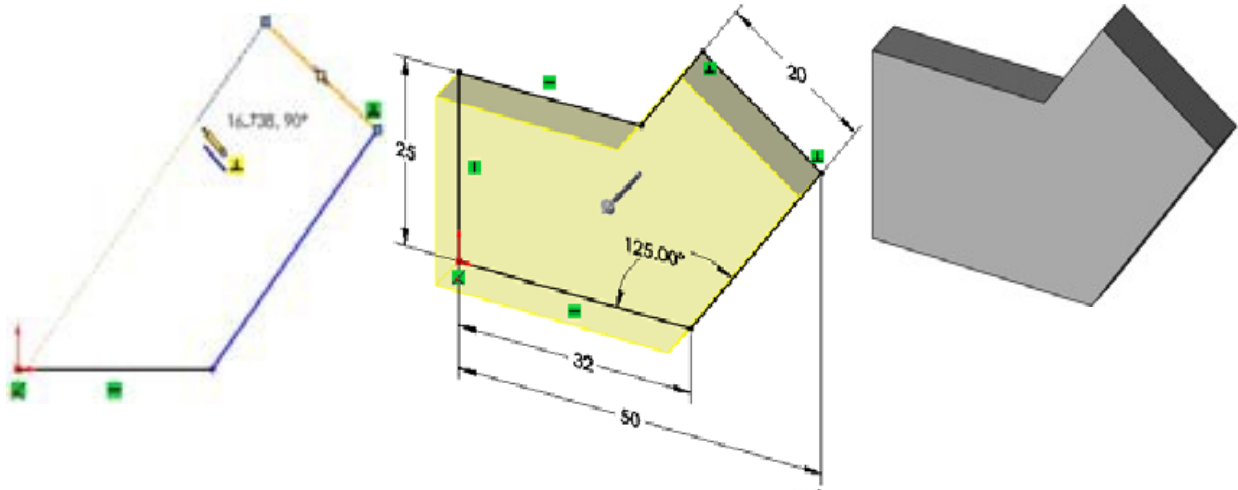
2. SKICIRANJE (SKETCHING)

Po uspješnom završetku ove lekcije, bit ćete u mogućnosti:

- otvoriti novi *part*,
- umetnuti novi *sketch*,
- dodati geometrijske entitete,
- uspostaviti *sketch* relacije između dijelova geometrije,
- razumjeti stanje *sketcha*,
- ekstrudirati *sketch* u *3D solid* model.

2.1. 2D skiciranje (2D sketching)

Ova lekcija daje uvod u 2D *sketching*, temeljni proces modeliranja u *SolidWorksu*.



Sketch se koristi za sve *feature* elemente u *SolidWorksu*, uključujući:

- Extrude
- Sweep
- Loft
- Revolve.

Na slici dolje prikazano je kako jedan *sketch* može biti baza za nekoliko različitih *feature* tipova.



Extrude



Revolve



Sweep



Loft

U ovoj lekciji proći ćemo samo *extrude feature*. Ostale operacije bit će detaljnije obrađene u kasnijim lekcijama. Svaki *sketch* ima nekoliko karakteristika koje pridonose njegovu obliku, veličini i orijentaciji.

■ **New part**

Novi *part* može se kreirati u inčima, milimetrima ili drugim mjernim

jedinicama.

■ **Sketch**

Sketch je skup 2D geometrijskih entiteta od kojih se grade *3D solid* modeli.

■ **Sketch geometrija**

To su vrste 2D geometrijskih entiteta koji sačinjavaju *sketch*, kao što su linije, lukovi, kružnice, elipse, pravokutnici i slično.

■ **Sketch relacije**

To su geometrijske veze kao što su horizontalnost, vertikalnost, okomitost ili paralelnost. One ograničavaju kretanje elemenata geometrije.

■ **Stanje sketcha (*Sketch Status*)**

Određuje je li *sketch* geometrijski ispravno izveden i je li spreman za korištenje. Postoje tri karakteristična stanja:

fully-defined (*potpuno definiran*),

under-defined (*nedovoljno definiran*),

over-defined (*predefiniran*).

■ **Sketch alati**

Alati koji se koriste u crtanju *sketcha* (npr. alati za linije, kružnice, elipse itd.).

■ **Ekstrudiranje *sketcha***

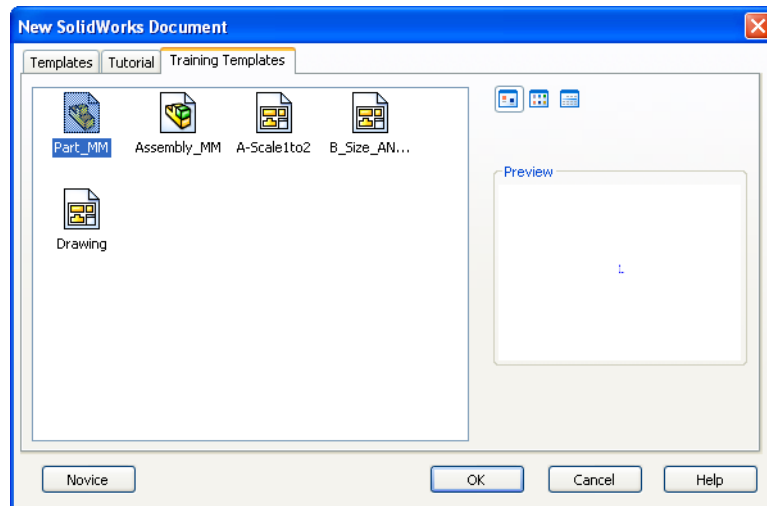
Ekstrudiranje koristi 2D *sketch* u kreaciji *3D solid* modela. Proces u ovoj lekciji uključuje izradu *sketcha* i ekstrudiranje. Za početak, otvorit ćemo novu datoteku. Alat **New** stvorit će novi *SolidWorks* dokument s izborom *part*, *assembly* ili *drawing* predložka. Postoji i nekoliko predložaka za učenje uz navedene standardne predloške.

■ Iz izbornika **File** izaberite stavku **New**.

■ Ili kliknite **New**  na alatnoj traci *Standard*.


■ Kliknite ikonu **New**  ili **File, New**. Izaberite predložak *Part_MM*.

- Iz kartice **Training Templates** u **New SolidWorks Document** dijalogu kliknite **OK**.



- *Part* je kreiran s postavkama izabranog predloška. Jedna su od ključnih postavki mjerne jedinice. Kao što ime govori, ovaj predložak kao mjernu jedinicu koristi milimetre. Moguće je kreirati i spremi bilo koji broj različitih predložaka, s različitim postavkama.


Spremanje datoteka upisuje informacije iz RAM memorije na stalnu memoriju računala, tj. na tvrdi disk. *SolidWorks* pruža tri načina spremanja podataka, od kojih svaki ima svojstven utjecaj na datotečne reference. Kopirat će datoteku iz RAM memorije na tvrdi disk, ostavljajući pritom otvorenu datoteku u RAM memoriji. Ako je datoteka referencirana od strane nekog drugog otvorenog *SolidWorks* dokumenta, reference u tom dokumentu neće se mijenjati.

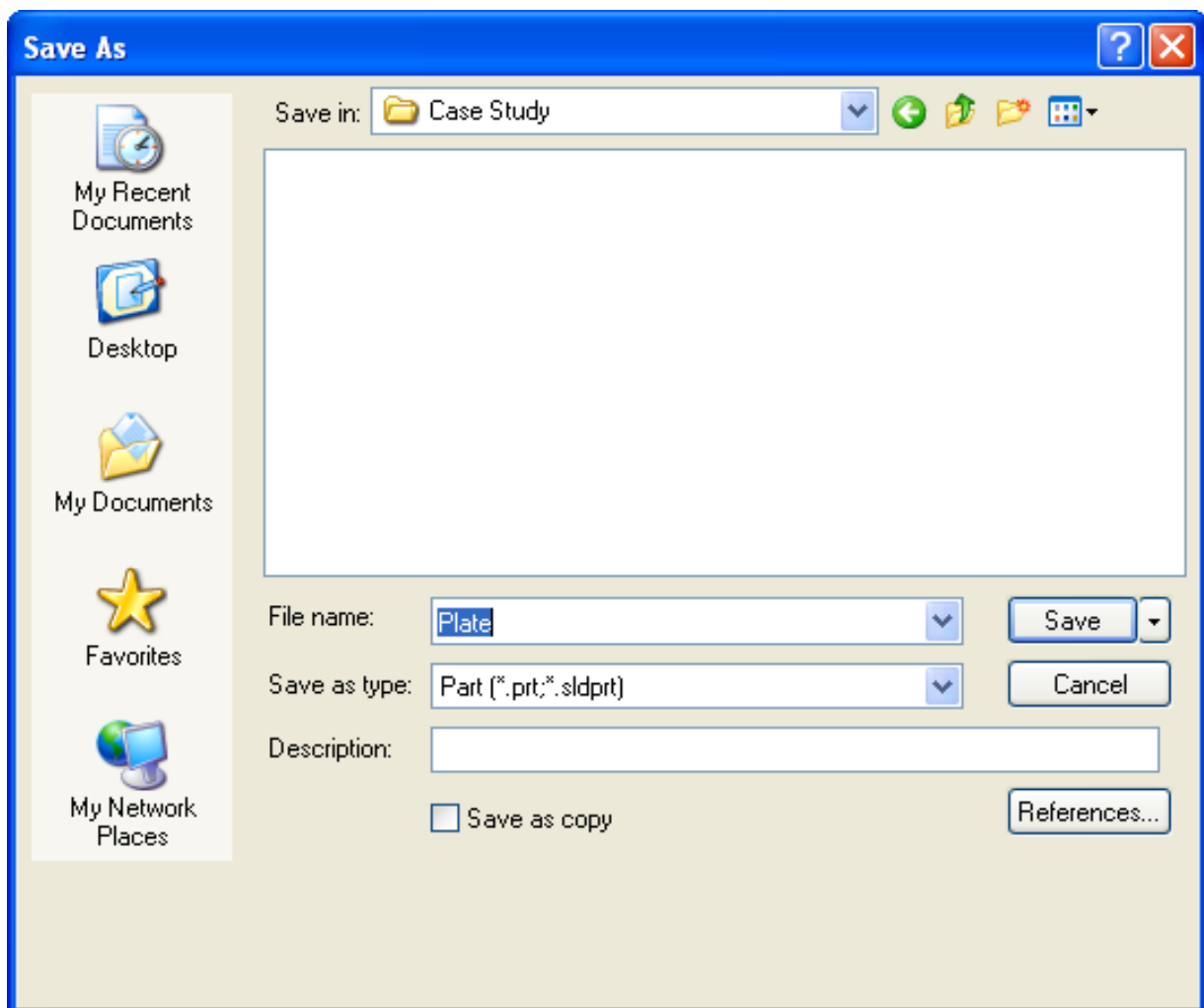
- Kliknite **File, Save**.
- Kliknite **Save**  na standardnoj alatnoj traci.
- **Save As** – kopirat će datoteku iz RAM memorije na tvrdi disk pod novim imenom ili kao novi tip datoteke i zamijeniti će datoteku u RAM memoriji. Datoteka u RAM memoriji zatvara se *bez spremanja*. Ako je datoteka referencirana od strane nekog drugog otvorenog *SolidWorks*

dokumenta, treba ažurirati reference na novu datoteku.

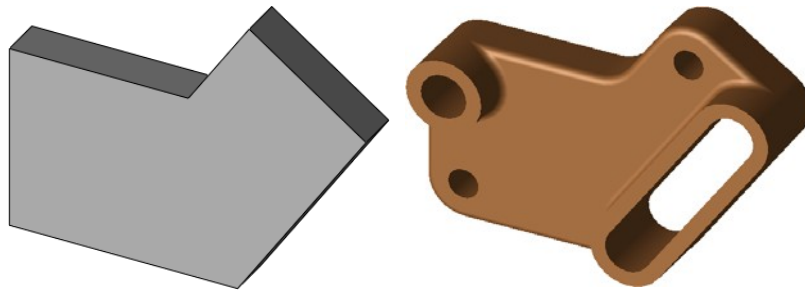
- **Save As Copy** – kopirat će datoteku iz RAM memorije na tvrdi disk pod novim imenom, ili kao novi tip datoteke, ali će ju ostaviti otvorenu u RAM memoriji. Reference se ne mijenjaju, osim ako to korisnik ne definira.

2.2. Spremanje datoteke

Izaberite stavku **Save** u **File** izborniku ili kliknite ikonu **Save**  na standardnoj alatnoj traci i spremite dokument pod imenom *Plate*. Ekstenzija *.sldprt bit će dodana automatski. Kliknite **Save**.






2.3. Izrada prvog *feature part* modela




Sketching je čin crtanja 2D profila sastavljenog od geometrijskih elemenata koji uključuju linije, lukove, kružnice, elipse i slično. Proces je dinamičan, a povratne informacije sustava olakšavaju posao.

Standardne ravnine (*default planes*) – prije početka rada na *sketchu* treba izabrati ravninu na kojoj ćemo crtati. Sustav ispočetka nudi tri standardne ravnine. To su ravnina nacрта (*front plane*), ravnina tlocrta (*top plane*) i ravnina bokocrta (*right plane*).

Insert, Sketch pokreće *sketcher* na trenutno izabranoj ravnini ili ravnom licu modela. **Insert Sketch** također koristimo kada želimo urediti postojeći *sketch*. Nakon klika na **Insert, Sketch**, treba izabrati ravninu ili ravno lice modela. Pokraj pokazivača pojaviti će se simbol  koji indicira da treba izabrati ravninu. **Insert Sketch** naredbi može se pristupiti na nekoliko načina:

- Na alatnoj traci *Sketch* kliknite ,
- Ili otvorite padajući izbornik **Insert**, pa kliknite **Sketch**,
- Ili postavite pokazivač iznad ravnine ili ravnog lica modela, a potom pritisnite **desnu tipku miša** i izaberite **Sketch**  iz kontekstnog izbornika.

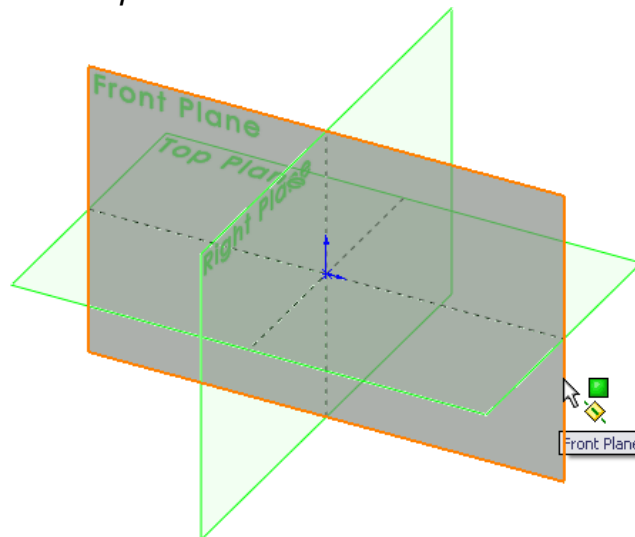
2.3.1. Otvaranje novog *sketcha*

Otvorite novi *sketch* klikom na  ili izaberite stavku **Sketch** iz izbornika **Insert**. Dobit ćete prikaz svih triju standardnih ravnina u trimetrijskoj


projekciji. Trimetrijska projekcija jest pogled koji je tako orijentiran da će tri međusobno okomite ravnine prikazati kao tri nejednako skraćene plohe. Sa zaslona izaberite ravninu *front plane*. Ravnina će biti istaknuta i rotirana tako da bude orijentirana paralelno sa zaslonom.

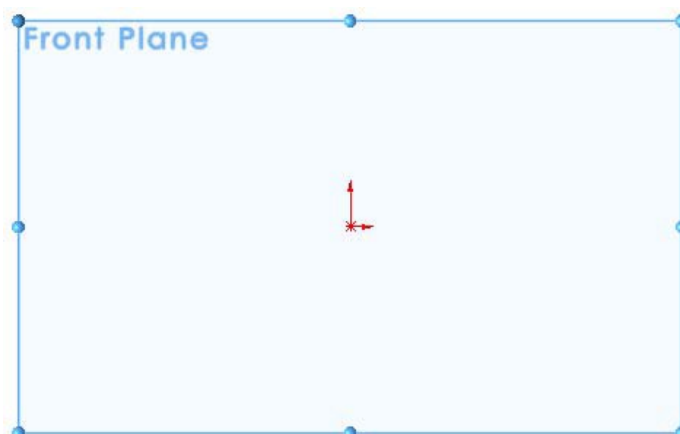
2.3.1.1. Referentna trijada

Donji desni kut pokazuje orijentaciju modela po koordinatnim osima (**crveno-X**, **zeleno-Y** i **plavo-Z**). Pokazuje kako je orijentacija modela promijenjena u odnosu na ravninu *front plane*.



2.3.2. Aktivan sketch

Izabrana ravnina rotira se tako da bude paralelna sa zaslonom. To se događa samo za prvi *sketch parta*. Znak  predstavlja ishodište *sketcha*. Crvene je boje, što znači da je *sketch* aktivan.



Kada je neka *SolidWorks* naredba aktivna, jedan simbol ili skup simbola pojavljuju se u gornjem desnom kutu područja prikaza. To se područje naziva **Confirmation Corner** (*potvrđni ugao*).

Kada je *sketch* aktivan ili otvoren, **Confirmation Corner** (gornji desni kut područja prikaza) prikazuje dva simbola. Jedan izgleda kao *sketch* ikona, a drugi je križić crvene boje. Ti su simboli vizualni podsjetnici na to da je *sketch* aktivan. Klikom na simbol *sketch* ikone izlazite iz *sketcha* te se spremaju sve promjene, a klikom na križić odustajete od promjena.













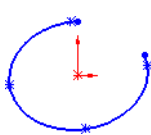

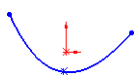

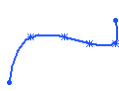


Kada je aktivna neka naredba (npr. *extrude*), tada se u uglu nalaze simboli zelene kvačice i crvenog križića. Kvačica potvrđuje naredbu, a križić otkazuje.






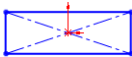



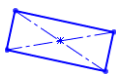





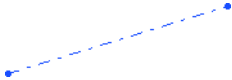


2.4. Sketch entiteti

SolidWorks nudi bogati izbor *sketch* alata za izradu geometrijskih profila. U ovoj lekciji koristit ćemo samo osnovne oblike – **linije**. Sljedeća tablica prikazuje listu nekih od *sketch* entiteta koji su dostupni na alatnoj traci *Sketch*.

Sketch entitet	Ikona	Primjer
Line <i>Linija</i>		
Circle <i>Kružnica</i>		
Perimeter Circle <i>Kružnica po obodu</i>		
Centerpoint Arc <i>Luk iz središnje točke</i>		
Tangent Arc <i>Tangencijalni luk</i>		
3 Point Arc <i>Luk kroz 3 točke</i>		
Ellipse <i>Elipsa</i>		
Partial Ellipse <i>Parcijalna elipsa</i>		
Parabola		
Spline <i>Krivulja</i>		

Straight slot <i>Ravni utor</i>		
Centerpoint Str. Slot <i>Utor iz središnje točke</i>		
3 Point Arc Slot <i>Lučni utor kroz 3 točke</i>		
Centerpoint Arc <i>Lučni utor iz sr. točke</i>		

Sketch entitet	Ikona	Primjer
Polygon <i>Poligon</i>		
Corner Rectangle <i>Pravokutnik iz ugla</i>		
Center Rectangle <i>Pravokutnik iz centra</i>		
3 Pnt Corner Rectangle <i>Pravokutnik kroz 3 točke</i>		
3 Pnt Corner Rectangle <i>Pravokutnik kroz 3 točke</i>		
Parallelogram <i>Paralelogram</i>		
Point <i>Točka</i>		
Centerline <i>Središnja linija</i>		

2.4.1. Osnovni *sketching* i tehnike crtanja

U početku je najbolje koristiti najosnovniji oblik geometrijskog elementa – **liniju**. Pri crtanju koristimo sljedeće dvije tehnike:

2.4.1.1. Klikni-klikni


Postavite pokazivač na mjesto gdje želite započeti liniju. Pritisnite jednom lijevu tipku miša. Pomaknite pokazivač na mjesto gdje želite da linija završi. Prikaz linije pratit će pokazivač kao konac. Ponovno pritisnite lijevu tipku miša. Dodatni klikovi rezultirat će serijom povezanih linija.



2.4.1.2. Klikni-povuci

Postavite pokazivač gdje želite započeti liniju. **Pritisnite i držite** lijevu tipku miša. Povucite pokazivač do mjesta gdje želite da linija završi i otpustite tipku. Prikaz linije pratit će pokazivač kao konac.

2.5. Crtanje linije

Line alatom crtamo pojedinačne segmente linija. Horizontalnost ili vertikalnost linija mogu se postići prilikom crtanja, treba obratiti pažnju na *feedback* simbole pokraj pokazivača. **Sketch relacije** geometrijske su veze između elemenata *sketcha*.

- Iz izbornika **Tools**, izaberite **Sketch Entities**.
- Ili, s pokazivačem u području grafičkog prikaza, pritisnite desnu tipku i izaberite Line iz kontektnog izbornika.
- Ili na alatnoj traci *Sketch* kliknite **Line** .

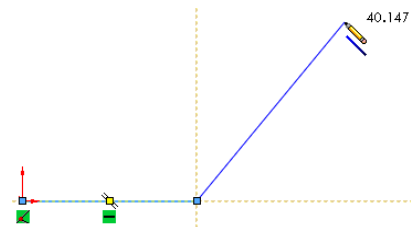
Kliknite **Line** alat  i nacrtajte horizontalnu liniju iz ishodišta kao na slici. Simbol  ukazuje na automatsko postavljanje relacije **horizontalnosti**. Broj pokraj pokazivača prikazuje duljinu linije.





Nemojte pokušavati dobiti točnu duljinu linije prilikom crtanja. *SolidWorks* je vođen dimenzijama – one određuju veličinu geometrije, a ne obrnuto. Nacrtajte *sketch* tako da ima približno točne mjere i oblik, a onda podesite dimenzije na točne vrijednosti.

2.5.1. Linija pod kutem

Počevši od kraja prve linije, nacrtajte liniju pod kutem.



2.5.2. Inference Lines (Linije inferencije)

Osim simbola za horizontalnost  i vertikalnost , pojavljuju se još i iscrtkane **linije inferencije** koje tijekom crtanja pomažu pri pozicioniranju nove geometrije u odnosu na postojeću. Linije inferencije jesu vektori, normale, horizontale, vertikalne, središta i tangente.

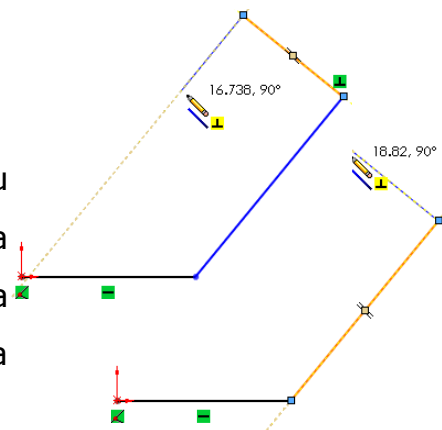
Primijetimo da neke linije daju stvarne geometrijske relacije, dok druge služe samo kao vodilje ili reference pri crtanju *sketcha*. Linije inferencije razlikujemo od ostalih linija po boji. Na slici možemo vidjeti linije žute boje. Ako se linija *sketcha* "uhvati" za jednu od njih, dobit ćemo okomitu ili tangencijalnu relaciju. Linija koja je plave boje služi samo kao referenca, u ovom slučaju prema krajnjoj točki linije ispod. Ako liniju *sketcha* završimo na tom mjestu, neće biti uspostavljena vertikalna relacija.

Napomena

Sketch relacije prikazuju se automatski, ali se njihov prikaz može uključivati i isključivati klikom na **View, Sketch Relations**.

■ Linije inferencije

Nacrtajte liniju u smjeru okomitom na prethodnu liniju korištenjem linije inferencije. Relacija **okomitosti** (*perpendicular*) bit će uspostavljena između nove i prethodne linije. Obratite pažnju na simbol okomitosti pokraj pokazivača.

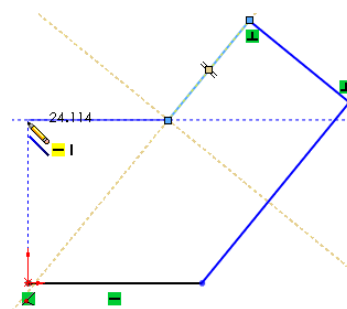


■ Okomita linija

Nacrtajte još jednu okomitu liniju od krajnje točke prethodne linije, kao na slici.

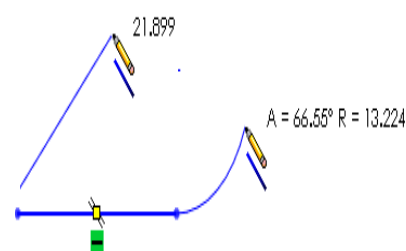
■ Referentne linije.

Nacrtajte horizontalnu liniju od krajnje točke prethodne linije. Linije inferencije plave boje služe samo kao referenca, one ne uspostavljaju relacije. Referentnu liniju iskoristit ćemo kako bi poravnali krajnju točku nove linije s krajnjom točkom donje linije.

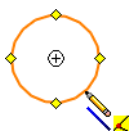


■ Sketch feedback

Sketcher pruža konstantan *feedback*. Pokazivač se mijenja ovisno o tipu entiteta koji crtamo. Također pokazuje koje su točke na postojećoj geometriji dostupne za uspostavljanje relacija (krajnje točke, središnje točke i sl.). Te su točke označene crvenim kvadratićem kada je pokazivač nad njima. Tri najčešća tipa *feedback* simbola jesu:

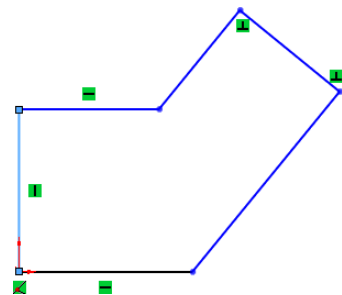


Simbol	Ikona	Opis
Endpoint <i>Krajnja točka</i>		Žute koncentrične kružnice pojavljuju se na krajnjoj točki kada je pokazivač nad njom.
Midpoint <i>Središnja točka</i>		Središnja se točka prikazuje kao kvadratić. Prelazi u crvenu boju kada je pokazivač nad njom.

<p>Coincident (Edge) <i>Točka koincidencije (na brid)</i></p>		<p>Točke kvadrata kružnice pojavljuju se zajedno s koncentričnom kružnicom u središtu.</p>
--	---	---



■ Zatvaranje profila

Zatvorite profil *sketcha* s jednom završnom linijom, kao na slici.



■ Isključivanje alata

Isključite alat koristeći jednu od ovih triju metoda:

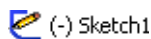
- pritisnite tipku **Esc** na tipkovnici,
- ili kliknite aktivni alat (u ovom slučaju **Line**)  po drugi put,
- ili kliknite alat **Select** ,
- ili kliknite desnom tipkom miša na područje prikaza grafike, pa iz kontekstnog izbornika izaberite **Select**,
- isključite alat (pritisnite tipku **Esc** na tipkovnici).

2.6. Sketch status (stanje sketcha)

Sketch može biti u pet različitih stanja. Stanje *sketcha* ovisi o geometrijskim relacijama i dimenzijama koje ga definiraju. Tri najčešća stanja jesu:

- *Sketch* je neadekvatno ili nedovoljno definiran, ali se ipak može koristiti u kreaciji *featurea*, što je dobro jer u početnim fazama procesa dizajna često nemamo dovoljno informacija za potpunu definiciju *sketcha*. *Sketch* se može potpuno definirati naknadno, kada informacije postanu dostupne. Nedovoljno definiran *sketch* obično je **plave** boje.

Under Defined (nedovoljno definiran)



- *Sketch* sadrži sve potrebne informacije. Potpuno definiran *sketch* obično je **crne** boje. Općenito je pravilo da *sketchevi* trebaju biti potpuno definirani kada se proizvod pušta u proizvodnju.

Fully Defined (potpuno definiran)



- *Sketch* sadrži duplikate dimenzija ili relacije koje su u međusobnom konfliktu. Takav se *sketch* ne može koristiti prije no što se višak dimenzija i/ili relacija ne ukloni. Predefinirani *sketch* obično je **crvene** boje.

Over Defined (predefiniran)

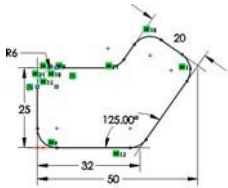
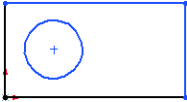
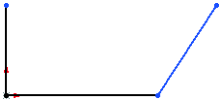
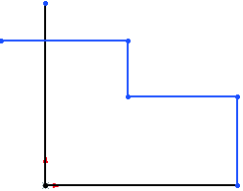


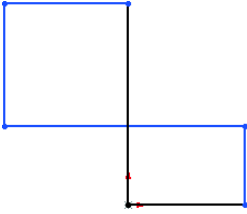
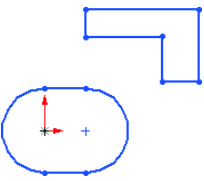
Ostala dva stanja/statusa jesu (oba ova statusa ukazuju na potrebu popravka *sketcha*):

- **No Solution Found** (*rješenje nije nađeno*),
- **Invalid Solution Found** (*nađeno neispravno rješenje*).

2.7. Pravila koja upravljaju *sketchom*

Različiti tipovi *sketcha* dat će različite rezultate. Nekoliko tipova objašnjeno je u tablici ispod. Važno je primijetiti i to da su neke od prikazanih tehnika napredne te da ćemo o njima govoriti u kasnijim lekcijama ili nekim drugim naprednim tečajevima.

Tip sketch-a	Opis	Posebne napomene
	<p>Tipični, "standardni" tip <i>sketcha</i>. Uredno zatvorena kontura.</p>	Nema
	<p>Više kontura. Rezultat je ploča s unutarnjim isječkom.</p>	Nema
	<p>Otvorena kontura. Rezultat je <i>thin feature</i> konstantne debljine.</p>	Nema.
	<p>Uglovi nisu uredno zatvoreni. Trebali bi biti.</p>	<p>Koristite Contour Select Tool Iako će ovakav <i>sketch</i> biti funkcionalan, on predstavlja lošu tehniku i neuredan rad. Nemojte raditi na ovakav način.</p>

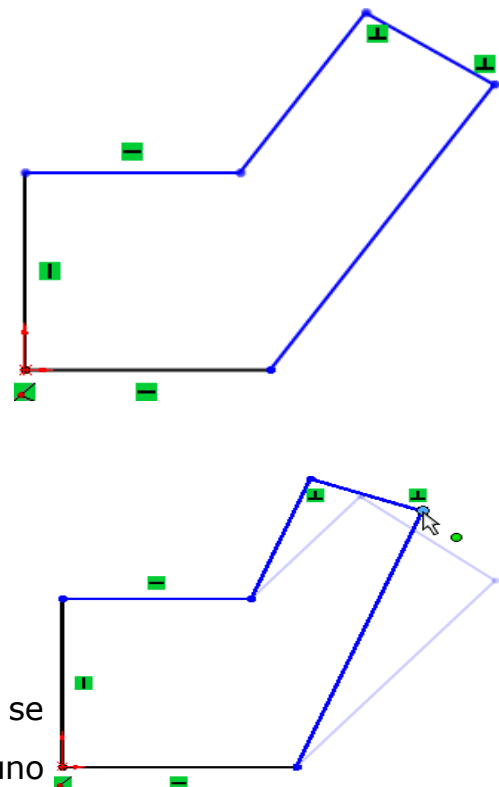
	<p>Konture <i>sketcha</i> međusobno se sijeku.</p>	<p>Koristite Contour Select Tool</p> <p>Ako su selektirane obje konture, ovakav <i>sketch</i> dat će Multibody Solid tijelo.</p> <p>Iako će ovakav <i>sketch</i> biti funkcionalan, ne bi ga trebali koristiti dok ne skupite dovoljno iskustva.</p>
	<p><i>Sketch</i> sadrži odvojene konture.</p>	<p>Ovakav <i>sketch</i> rezultirat će Multibody Solid tijelom.</p> <p>Iako će ovakav <i>sketch</i> biti funkcionalan, ne bi ga trebali koristiti dok ne skupite dovoljno iskustva.</p>

■ Trenutni status *sketcha*.

Sketch je u **under defined** stanju. Dijelovi geometrije plave su boje. Primijetimo da krajnje točke linija mogu biti u stanju različitom od stanja same linije. Na primjer, okomita je linija na ishodištu crna jer je (a) vertikalna i (b) spojena s ishodištem. Međutim, najviša krajnja točka plave je boje jer nije definirana duljina asociirane linije.



■ Povlačenje

Under defined geometrija (**plava**) može se povlačiti na nove lokacije, dok potpuno



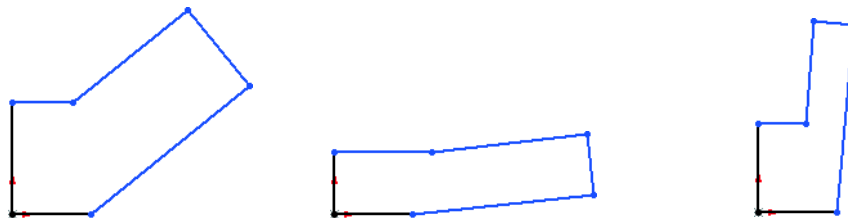
definiranu geometriju ne možemo micati. Pritisnite i držite lijevu tipku miša na najvišoj točki *sketcha*, povucite točku na drugo mjesto, kao na slici.

■ Undo promjene

Poništite napravljenu promjenu klikom na **Undo**  ikonu. Klik na strelicu pokraj ikone prikazat će listu izvedenih naredbi s koje možete izabrati naredbe koje želite poništiti. Kratica za **Undo** operaciju na tipkovnici je **Ctrl+Z**. Klik na **Redo** (ponovi)  ikonu vratit će *sketch* u stanje prije **Undo** operacije. Kratica za **Redo** operaciju na tipkovnici jest **Ctrl+Y**.

2.7.1. Namjera dizajna

Namjera dizajna, kao što smo govorili ranije, određuje kako će *part* biti izgrađen i kako će se mijenjati. U ovom slučaju mora biti omogućena promjena oblika na ova tri načina:



Namjera dizajna ostvaruje se u *sketchu* kombinacijom sljedećih dviju stvari:

2.7.1.1. *Sketch* relacije

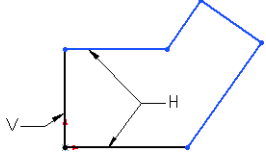
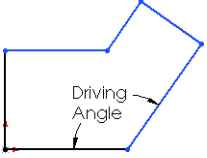
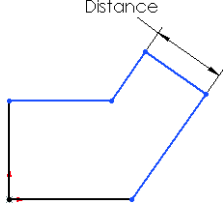
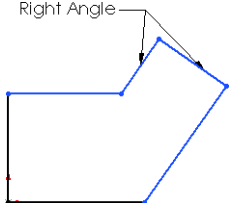
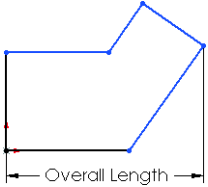
Geometrijske veze kao što su paralelnost, kolinearnost, okomitost ili koincidentnost između elemenata *sketcha*.

2.7.1.2. Dimenzije

Dimenzije se koriste za definiciju veličine i lokacije elemenata geometrije. Mogu se dodavati linearne, radijalne i kutne dimenzije.

2.7.1.3. Željena namjera dizajna

Kako bi potpuno definirali *sketch* i ostvarili namjeru dizajna, potrebno je razumijevanje i primjena kombinacije relacija i dimenzija.

Horizontalne i vertikalne linije	
Vrijednost kutne dimenzije	
Vrijednost paralelne udaljenosti	
Pravi kutevi, okomite linije	
Ukupna duljina	

2.8. Sketch relacije

2.8.1. Automatske relacije

Sketch relacije prisiljavaju elemente *sketcha* da se ponašaju na željeni način. Neke su relacije automatske, a neke se dodaju po potrebi. Promotrit ćemo relacije na jednoj od linija i razmotriti kako one utječu na *sketch*. Automatske relacije dodaju se tijekom crtanja *sketcha*, što smo imali priliku primijetiti crtajući konturu u prethodnim koracima. *Feedback* simboli govore nam kada će automatska relacija biti postavljena. Relacije koje se ne dodaju automatski postavljaju se odgovarajućim alatima, ovisno o selektiranim elementima.

Display Relations opcija prikazuje listu relacija na selektiranom elementu i omogućuje uklanjanje relacija.

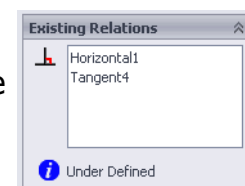
■ Simboli relacija


Simboli pokazuju koje relacije postoje na tom entitetu. U ovom slučaju luk ima tri relacije: dvije tangencijalne i jednu jednakost.

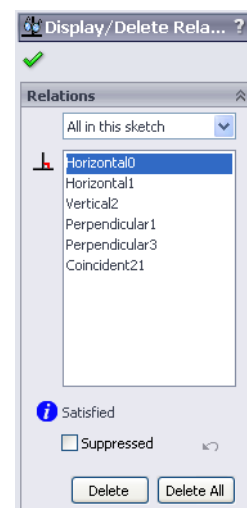


■ PropertyManager

Kada selektirate željeni entitet, *PropertyManager* prikazuje relacije koje taj entitet sadržava.

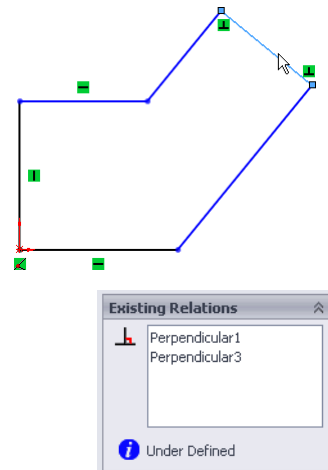


Kliknite **Display/Delete Relations**  na alatnoj traci *Dimensions/Relations*. *PropertyManager* prikazat će listu svih relacija u *sketchu*.



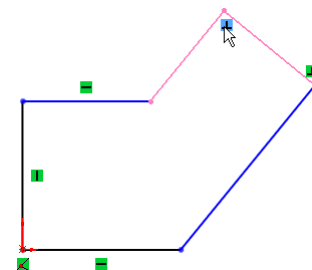
■ Prikaz relacija povezanih s linijom

Kliknite najgornju kosu liniju, **Existing Relations** prozor u *PropertyManageru* sadrži listu geometrijskih relacija povezanih sa selektiranom linijom. Simboli relacija vidljivi su jer je opcija **View, Sketch Relations** uključena. Kada je isključena, simboli se mogu pregledati dvostrukim klikom na željeni element.



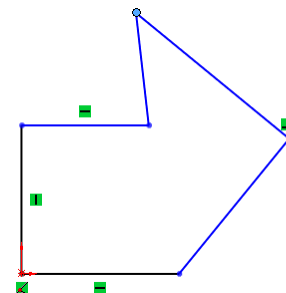
■ Uklonite relaciju

Uklonite najgornju relaciju: kliknite na relaciju, na simbol ili odgovarajući unos u *PropertyManageru* i pritisnite tipku **Delete** na tipkovnici.



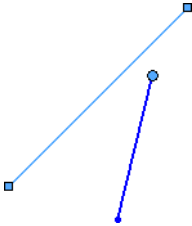
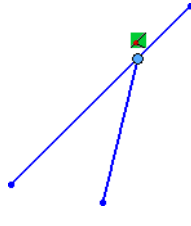
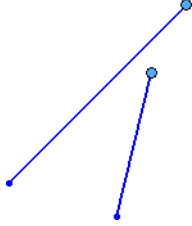
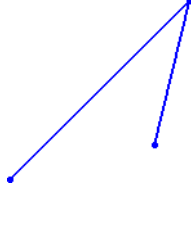
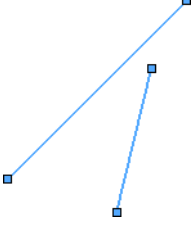
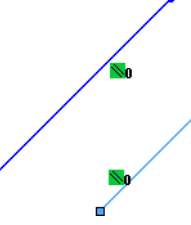
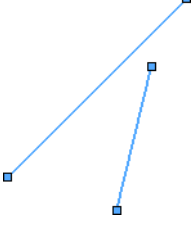
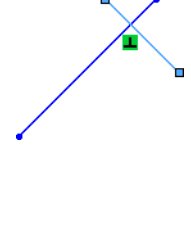
■ Povucite krajnju točku

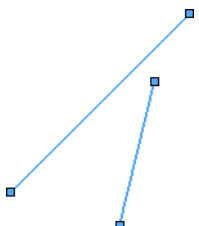
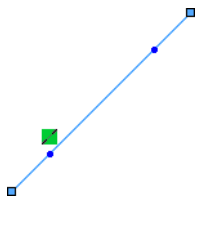
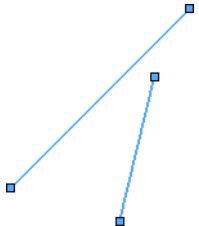
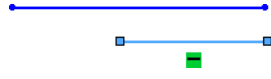
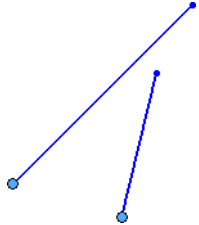
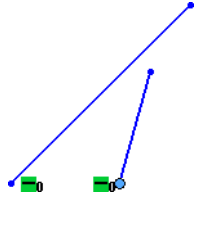
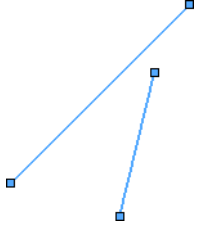
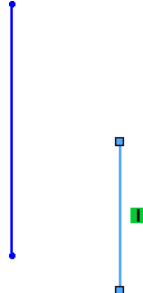
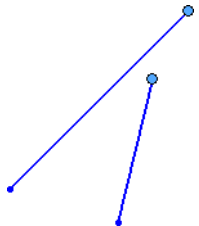
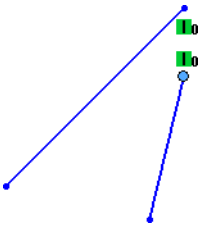
Budući da linija sada više nije ograničena relacijom okomitosti, *sketch* će se ponašati drukčije kada povučete točku mišem. Usporedite ponašanje *sketcha* sada s ponašanjem u koraku prije.

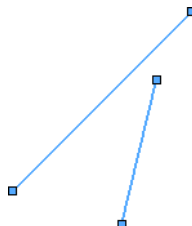
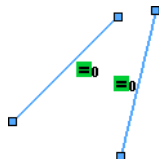

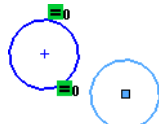
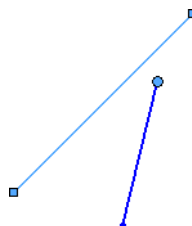
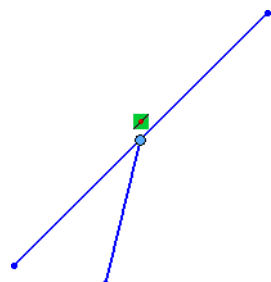


2.8.2. Primjeri *sketch* relacija

Postoje mnoge vrste **sketch relacija**. Koje su od njih ispravne u danom slučaju ovisi o kombinaciji geometrijskih elemenata koje izaberete. Izabrati se mogu sami entiteti (linije i sl.), krajnje točke, središnje točke i kombinacije istih. Ovisno o selekciji, dostupan će biti određen skup opcija. Tablica ispod navodi nekoliko primjera relacija.


Relacija	Prije	Poslije
Coincident <i>Koincidentnost</i> - između linije i krajnje točke		
Merge <i>Spoj</i> - dviju krajnjih točaka		
Parallel <i>Paralelnost</i> - između dviju ili više linija		
Perpendicular <i>Okomitost</i> - između dviju linija		

Relacija	Prije	Poslije
<p>Collinear <i>Kolinearnost</i></p> <p>- između dviju ili više linija</p>		
<p>Horizontal <i>Horizontalnost</i></p> <p>- na jednoj ili više linija</p>		
<p>Horizontal <i>Horizontalnost</i></p> <p>- između dviju ili više krajnjih točaka</p>		
<p>Vertical <i>Vertikalnost</i></p> <p>- na jednoj ili više linija</p>		
<p>Vertical <i>Vertikalnost</i></p> <p>- između dviju ili više krajnjih točaka</p>		

Relacija	Prije	Poslije
Equal <i>Jednakost</i> - dviju ili više linija		
Equal <i>Jednakost</i> - dvaju ili više lukova ili kružnica		
Midpoint <i>Središnja točka</i>		

■ Add Relations

Alat služi za naknadno dodavanje geometrijskih relacija između elemenata *sketcha*.

- Izaberite jedan ili više *sketch* entiteta i izaberite potrebnu relaciju iz **Add Relations** okvira u *PropertyManageru*,
- ili desnim klikom selektirajte željeni entitet, izaberite **Add Relation** iz kontekstnog izbornika,
- ili kliknite **Tools, Relations, Add**,
- ili na alatnoj traci Sketch kliknite **Add Relation** .



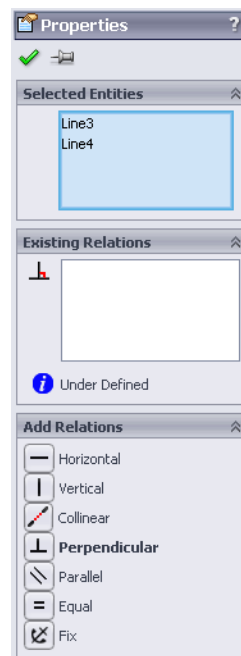
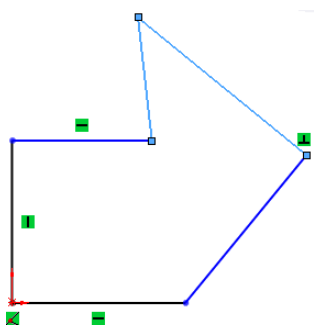
■ Selektiranje više objekata odjednom

Kao što smo govorili ranije, objekti se selektiraju lijevom tipkom miša. Za

višestruke selekcije, *SolidWorks* koristi standardnu Microsoft® Windows konvenciju: **Ctrl-select**. Držite pritisnutu tipku **Ctrl** na tipkovnici prilikom selektiranja objekata.

■ Dodavanje relacije

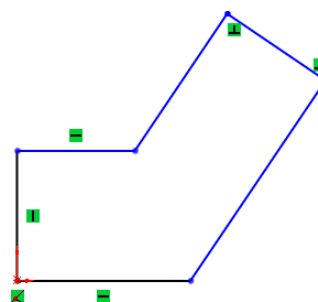
Držite pritisnutu tipku **Ctrl** i selektirajte dvije linije, kao na slici. *PropertyManager* prikazuje samo one relacije koje su ispravne za selektirane linije.



Kliknite **Perpendicular** pa kliknite **OK** ili kliknite prazan prostor u području prikaza grafike.


■ Povucite *sketch*.

Povucite *sketch* u položaj približno jednak izvornom obliku.



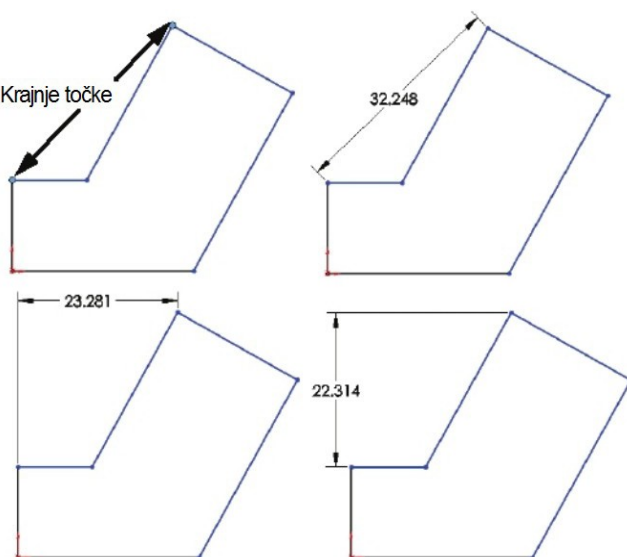
2.9. Dimenzije

Dimenzije su drugi način definiranja geometrije u *SolidWorks* sustavu. Prednost korištenja dimenzija jest to što prikazuju vrijednost i omogućuju promjenu vrijednosti istovremeno. **Smart Dimension** alat određuje ispravni tip dimenzije, ovisno o izabranim elementima geometrije. Također daje *pregled* dimenzije prije postavljanja. Na primjer, izbor luka dat će radijalnu dimenziju, izbor kružnice dimenziju dijametra, a izbor dviju paralelnih linija dat će linearnu udaljenost između njih. U slučajevima kada **Smart Dimension** alat ne daje željeni rezultat, moguće je selektirati krajnje točke i ručno pomicati dimenzije na druge mjerne položaje. Iz izbornika **Tools**, izaberite **Dimensions, Smart** ili desnim klikom na liniju otvorite kontekstni izbornik i kliknite **Smart Dimension** ikonu.

Također, iz alatne trake Dimensions/Relations, izaberite **Smart Dimension**  alat.

2.9.1. Dimenzioniranje: selekcija i pregled

Kada selektirate neki element geometrije **dimension** **alatom**, sustav će prikazati *preview* dimenzije. *Preview* vam daje uvid u moguće načine postavljanja dimenzije jednostavnim pomicanjem miša nakon selekcije. Pritiskom lijeve tipke miša postavljate dimenziju. Desna tipka miša potvrđuje samo



orijentaciju, a dopušta pomicanje dimenzije prije konačnog postavljanja lijevom tipkom. Na slici je prikazano nekoliko mogućih orijentacija linearne dimenzije kada su selektirane dvije krajnje točke. Vrijednost dimenzije mijenja se ovisno o orijentaciji.

Postoji mogućnost postavljanja dimenzija odmah prilikom crtanja. Ta se opcija zove **on screen numeric input**. Uključuje se na sljedeći način:

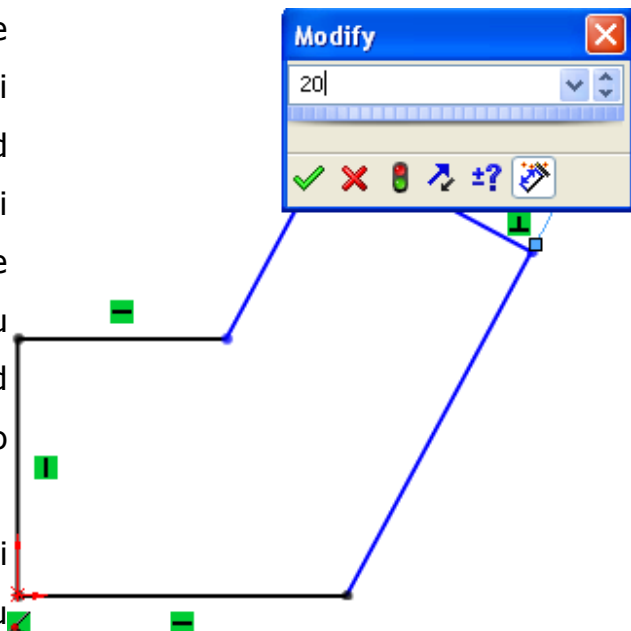
- kliknite **Tools, Options, System Options, Sketch, Enable on screen numeric input on entity creation**,
- izaberite željeni *sketch* alat, kliknite **Add dimension** u *PropertyManageru* alata (desna strana zaslona),
- počnite crtati i unosite vrijednosti dimenzija u istaknute okvire redoslijedom kako se pojavljuju.

U ovoj ranoj fazi korištenje ove opcije nije preporučljivo jer postoji mogućnost da nehotice predefinirate *sketch*, tj. da ga dovedete u **over-defined** stanje.

■ The Modify Tool


Dodavanje linearne dimenzije

Izaberite *dimension* alat i kliknite liniju, kao što je prikazano na slici desno. Povucite dimenziju iznad linije. Kliknite još jednom kako bi postavili dimenziju. Pojavljuje se **Modify** alat koji prikazuje trenutnu duljinu linije. "Kotač" ispod vrijednosti služi za inkrementalno povećavanje/smanjivanje vrijednosti. Može se upravljati kotačićem na mišu. Dimenziju



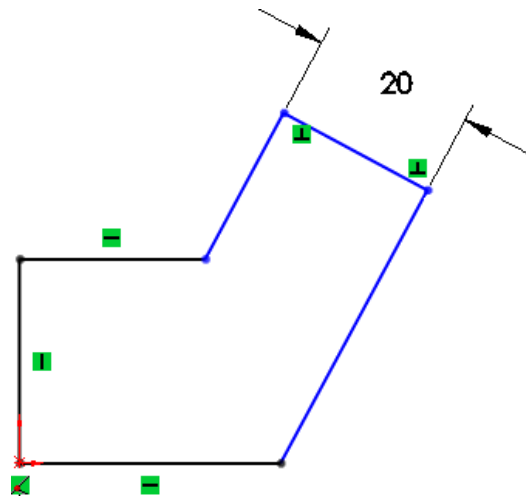
možete i izravno upisati u okvir. *Modify* alat koji se pojavljuje kada postavite ili modificirate vrijednost dimenzije ima nekoliko opcija unosa:



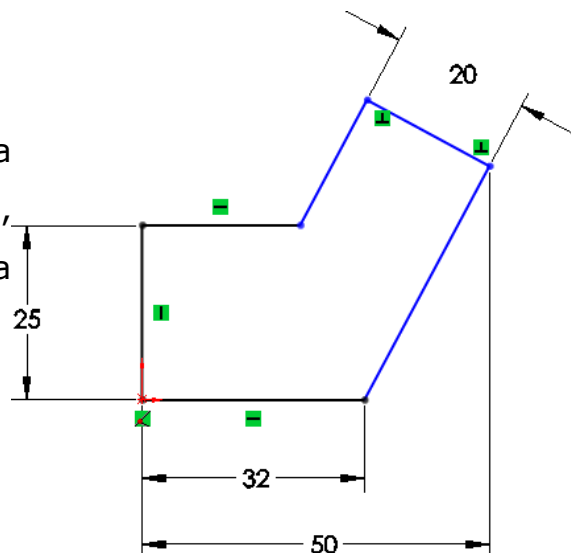
 Smanjuje ili povećava vrijednost za postavljeni inkrement.

- Sprema trenutnu vrijednost i zatvara dijalog.
- Vraća izvornu vrijednost i zatvara dijalog.
- Osvježava (*rebuild*) model s trenutnom vrijednošću.
- Invertira dimenziju.
- Promjena inkrementa kotača.
- Označuje dimenziju za importiranje u radionički crtež.

Promijenite vrijednost na 20 i kliknite **Save** opciju. Dimenzija postavlja duljinu linije na 20 mm. Pritisak tipke **Enter** na tipkovnici ima isti učinak kao i **Save** ikona.

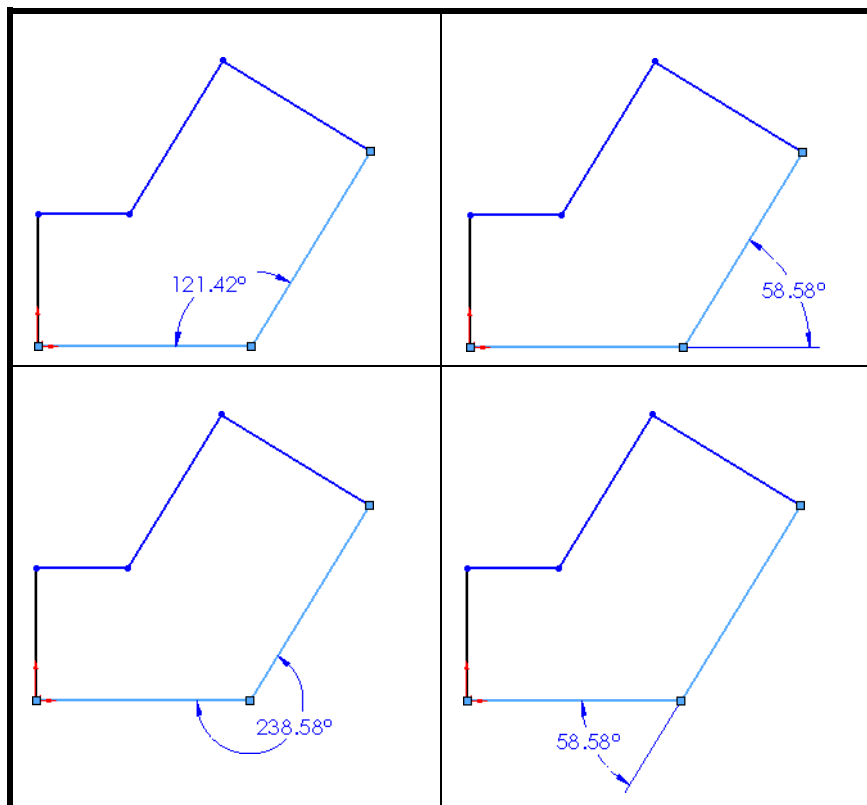


Dodajte još linearnih dimenzija, kao na slici desno. Kada dimenzionirate *sketch*, počnite s najmanjom dimenzijom pa postupno radite prema najvećoj.



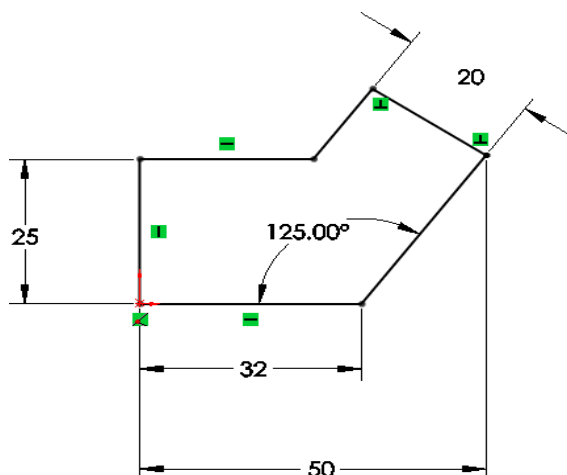
2.9.2. Kutne dimenzije

Kutne dimenzije mogu se postaviti istim alatom kojim postavljamo linearne dimenzije, radijuse i dijemetre. Selektirajte dvije linije koje nisu kolinearne ili paralelne ili selektirajte tri točke koje nisu kolinearne (nisu na istom pravcu). Ovisno o tome gdje postavljate kutnu dimenziju, možete dobiti unutarnji ili vanjski kut, oštri ili tupi kut. Tablica ispod prikazuje neke mogućnosti postavljanja kutne dimenzije:





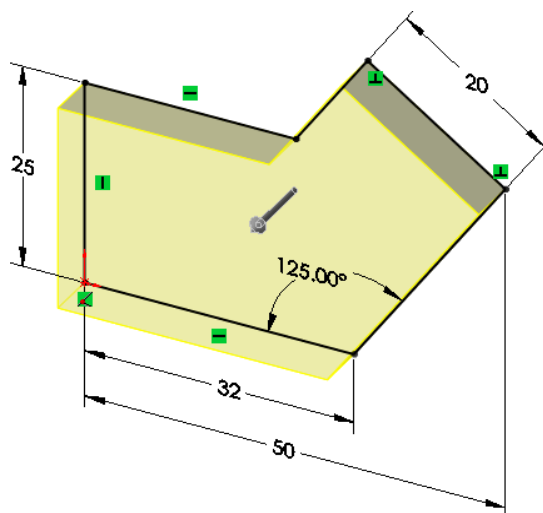
■ Kutna dimenzija

Dimension alatom, postavite kutnu dimenziju, kao na slici desno. Postavite vrijednost na **125°**. *Sketch* je sada potpuno definiran.




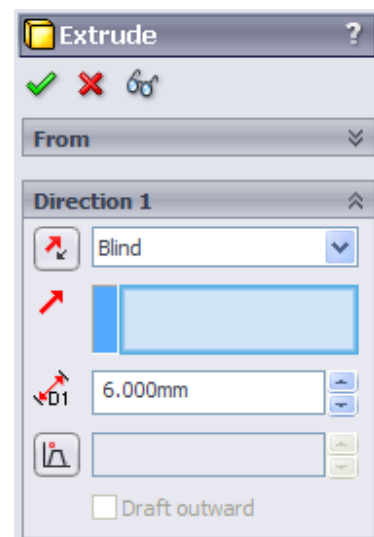
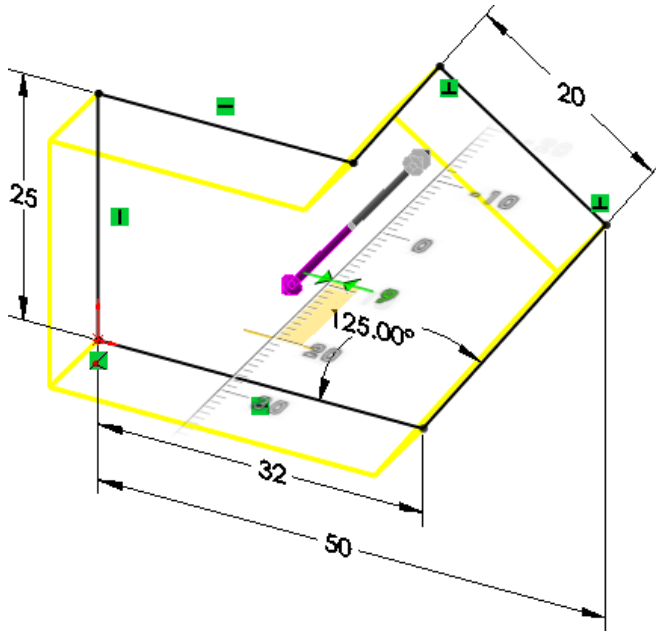
■ Extrude

Kada je *sketch* završen, može se ekstrudirati . Postoji mnogo postavki ekstrudiranja, uključujući početne i krajnje uvjete, *draft* i dubinu ekstruzije. Obično se ekstrudira u smjeru normalnom na ravninu *sketcha*, u ovom slučaju to je Front Plane. Iz izbornika **Insert** izaberite **Boss/Base**. Ili s alatne trake **Features** izaberite **Extrude** izbornik. Kliknite **Insert**, **Boss/Base**, **Extrude** ili ikonu  na alatnoj traci *Features*. Orijentacija pogleda automatski će se promijeniti u trimetrijsku. U izborniku **Insert**, uz **Extrude** i **Revolve**, nalaze se i ostale opcije kreacije *3D feature* elemenata. U ovom slučaju te opcije nisu dostupne jer *sketch* koji smo napravili ne zadovoljava uvjete za njihovu kreaciju. Na primjer, **sweep** *feature* zahtijeva *sketch* profila i putanje. Budući da imamo samo jedan *sketch*, **sweep** opcija nije dostupna.



■ "Ručke" i ravnala

"Ručke"  služe za povlačenje ekstruzije na željenu dubinu. Prilikom povlačenja ručke su ljubičaste boje za aktivni smjer, a za neaktivni su sive. Pokraj ručke pojavljuje se **ravnalo** koje pokazuje dubinu ekstruzije. Postavke boja u *SolidWorksu* mogu se modificirati pod **Tools, Options**.





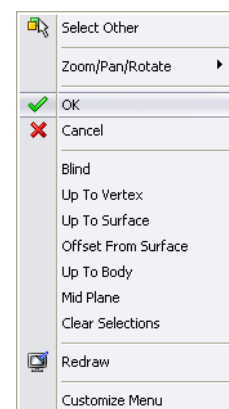
■ Extrude Feature postavke.

Promijenite postavke kao na slici desno.

■ End Condition = Blind

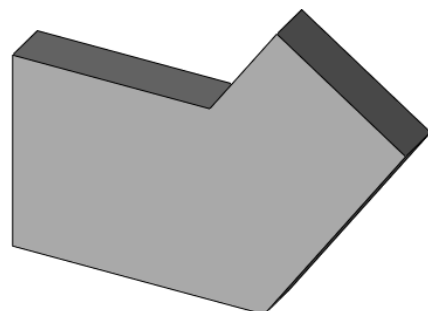
■ (Depth) = 6 mm

Kliknite **OK** . Klik na ikonu **OK**  nije jedini način potvrde promjena i završavanja procesa. Druga je metoda pritisak tipke **Enter** na tipkovnici, a treća su ikone **OK/Cancel** u gornjem desnom kutu grafičkog područja (**Confirmation Corner**). Četvrta je metoda desni klik na grafičko područje, pa klik na **OK** u kontekstnom izborniku.




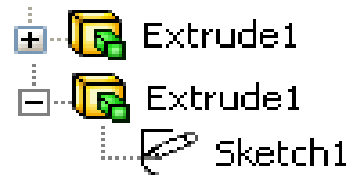
■ Završen prvi feature

Prvi feature je završen, a sketch je




“apsorbiran” unutar elementa [Extrude1](#)
u *FeatureManageru*.

Klikom na  ispred naziva *feature* elementa [Extrude1](#) proširit će se unos i prikazati pripadajući *sketch*.



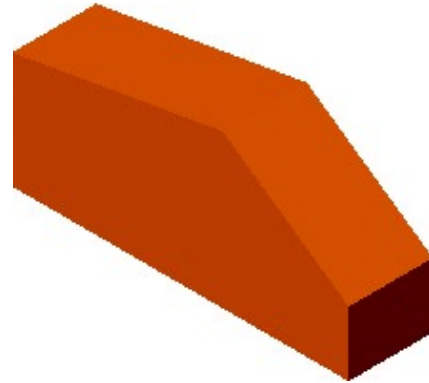
■ Spremite i zatvorite

Kliknite **Save**  i spremite datoteku pa zatvorite *part* klikom na **File, Close**.

2.10. Vježba za crtanje horizontalnih i vertikalnih linija

Kreirajte ovaj *part* koristeći informacije i dimenzije koje slijede. Izradite *sketch* i ekstrudirajte profil. Ova vježba utvrđuje sljedeće vještine:

- *new part*,
- *sketching*,
- *linije inferencije (Automatske relacije)*
- *dimenzije*
- *extrude*
- mjerne jedinice: **millimetri**.

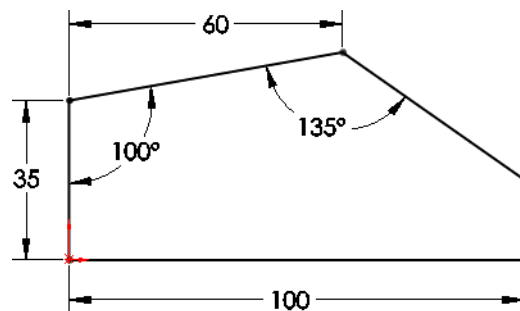


2.10.1. New part

Otvorite novi *part* koristeći [Part_MM](#) predložak.

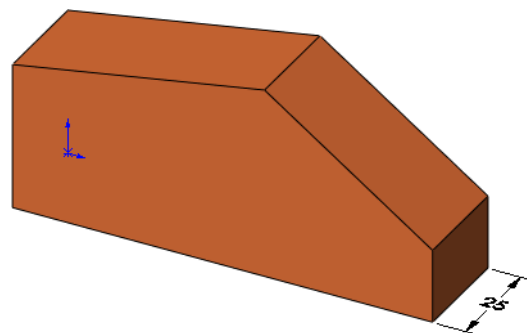
2.10.2. Sketch

Nactajte *sketch* na [Front Plane](#) ravnini koristeći linije, automatske relacije i dimenzije. Potpuno definirajte *sketch*.



2.10.3. Extrude

Ekstrudirajte *sketch* na dubinu od **25 mm**.



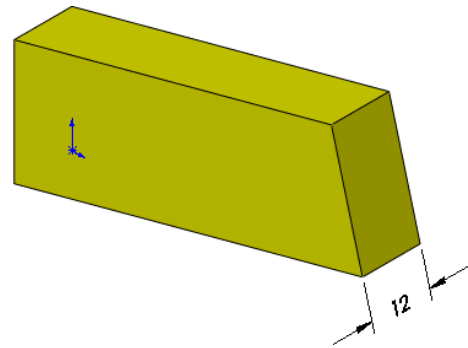
Spremite i zatvorite *part*.

2.11. Vježba za crtanje linija s inferencijom

Kreirajte ovaj *part* koristeći informacije i dimenzije koje slijede. Izradite *sketch* i ekstrudirajte profil.

Ova vježba utvrđuje sljedeće vještine:

- *new part*,
- *sketching*,
- *linije inferencije (automatske relacije)*,
- *dimenzije*,
- *extrude*,
- mjerne jedinice: **millimetri**.

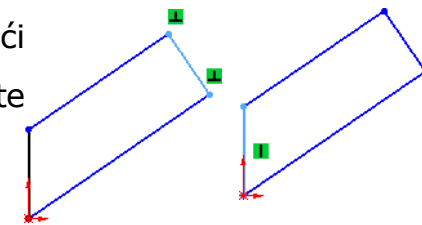


2.11.1. New part

Otvorite novi *part* koristeći `Part_MM` predložak.

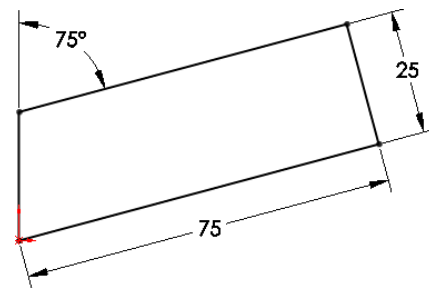
2.11.2. Automatske relacije

Nacrtajte *sketch* na `Front Plane` ravnini koristeći linije, automatske relacije i dimenzije. Prikažite **Perpendicular** i **Vertical** relacije.



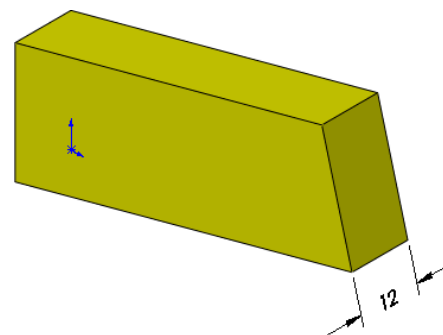
2.11.3. Dimenzije

Dodajte dimenzije i potpuno definirajte *sketch*.



2.11.4. Extrude

Ekstrudirajte *sketch* na dubinu od **12 mm**.

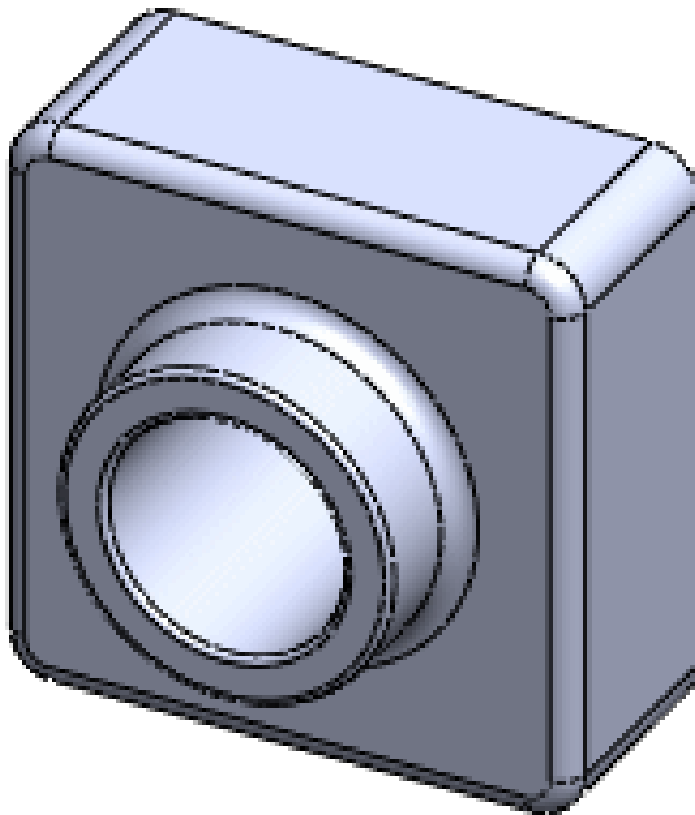


Spremite i zatvorite *part*.

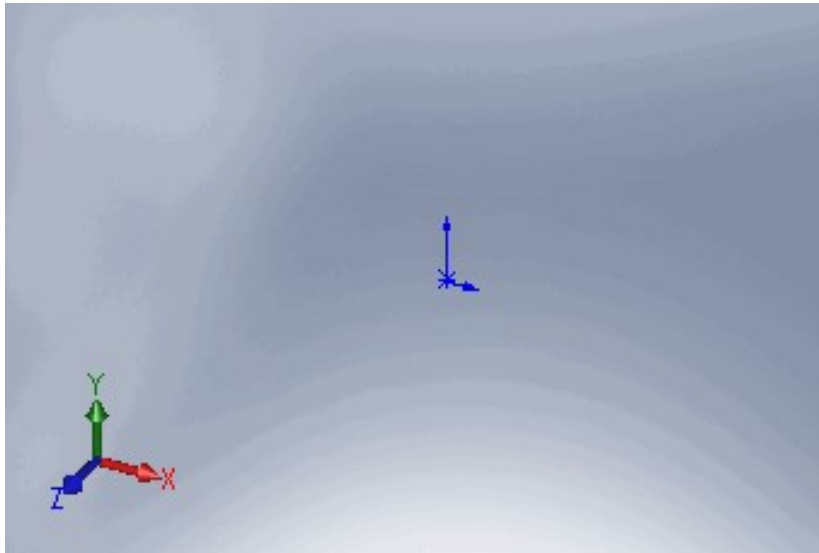
3. MODELIRANJE DIJELOVA (PART)

U ovoj lekciji kreirate vaš prvi *SolidWorks* dio. U ovome poglavlju bavit ćemo se sljedećim stvarima:



- postavljanje novog *part* dokumenta,
- izrada osnovne značajke,
- dodavanje ispupčene značajke,
- izrada značajke rezanja,
- dodavanje zaobljenja,
- dodavanje značajke ljuske,
- uređivanje značajki,
- završeni dio.



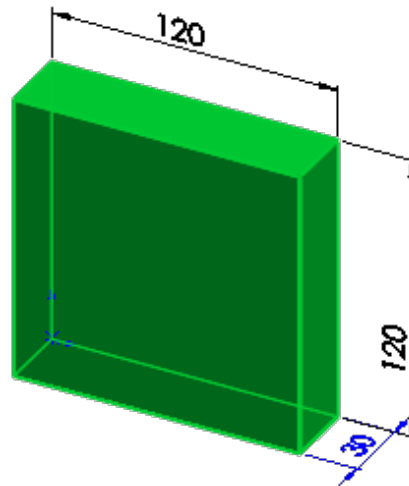
3.1. Izrada i pohrana *part* dokumenta



Otvorite novi *part* dokument i pohranite ga pod nekim svojim imenom (prijedlog je dati mu ime `Tutor1`). Za opis korisničkog sučelja *SolidWorksa* pogledajte *User Interface Overview* u *SolidWorks Help*.





1. Kliknite **New**  (standardna alatna traka).
2. U dijaloškom okviru *New SolidWorks Document* dvostruko kliknite **Part**.
3. Kliknite **Save**  (standardna alatna traka).
4. U dijaloškom okviru, utipkajte `Tutor1` za **File name**.
5. Kliknite **Save**.

3.2. Izrada baze



Izvucite pravokutnik s jednim kutom na izvoru i dimenzionirajte kako je prikazano.

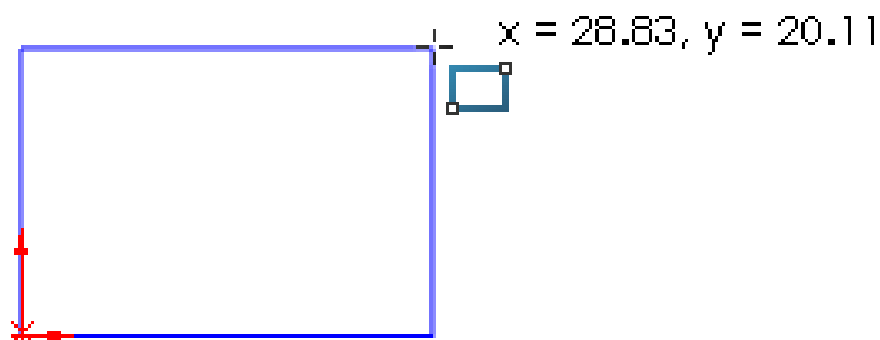
3.2.1. Skiciranje baze


1. Kliknite **Extruded Boss/Base**  (alatna traka).
Pojavljaju se prednja, gornja i desna ravnina i pokazivač se mijenja u . Dok pomičete pokazivač preko ravnine, označava se njezina granica.
2. Odaberite prednju ravninu.
 - Zaslom se mijenja tako da je prednja ravnina okrenuta prema vama.
 - Naredbe alatne trake skice pojavljuju se u *CommandManageru*.
 - Skica se otvara na prednjoj ravnini.
3. Kliknite **Corner Rectangle**  (alatna traka skice).
4. Pomaknite pokazivač na ishodište skice . Pokazivač je na



ishodištu kada se promijeni u  .


5. Kliknite na podrijetlo (ishodište) i povucite pokazivač prema gore i prema desno. Obratite pozornost da prikazuje trenutne dimenzije pravokutnika.



6. Otpustite alat za *Corner Rectangle* na jedan od sljedećih načina:
 - kliknite gumb za alat koji trenutno koristite,
 - kliknite **Esc**,
 - kliknite **Enter**,
 - kliknite gumb za sljedeći alat koji želite koristiti,
 - kliknite **Select**  (standardna alatna traka).

3.2.2. Dimenzioniranje baze

1. Kliknite **Select**  na standardnoj alatnoj traci.

Strane pravokutnika koje dotiču podrijetlo crne su boje. Zbog toga što ste započeli skiciranje od ishodišta, tjeme ovih dviju strana automatski se podudara s ishodištem, kako je i prikazano simbolom . Ova veza ograničava skicu. Obojene oznake prikazuju *Sketch Relations*. Oznake koje je *SolidWorks* softver dodao kad ste



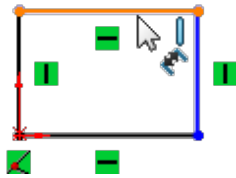
izradili pravokutnik pokazuju vertikalne, horizontalne i slučajne odnose.

Možete:

- pogledati opis prelazeći pokazivačem preko oznake,
- izmijeniti ili izbrisati skicu odnosa dvostrukim klikanjem oznake,
- pokazati ili sakriti skicu odnosa klikanjem na View > Hide/Show > Sketch Relations.

2. Povucite jednu od plavih strana ili povucite tjemne kako bi promijenili veličinu pravokutnika.

3. Kliknite **Smart Dimension**  (*Dimensions/Relations* alatna traka).




4. Odaberite gornju stranu pravokutnika.

5. Kliknite poviše linije kako biste postavili dimenzije. Pojavljuje se *Modify dialog box*.

6. Postavite vrijednost na 120.

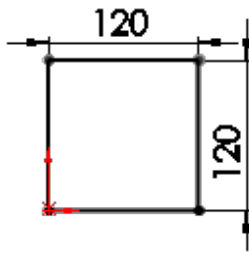
7. Kliknite ✓.

Skica mijenja veličinu kako bi odražavala dimenzije od 120 mm.

8. Kliknite **Zoom to Fit**  (*View* alatna traka) kako bi prikazali potpuni pravokutnik i postavili ga u područje grafike.

9. Ponovite korake od 3 do 8 s vertikalnom linijom, postavljajući

visinu pravokutnika na 120 mm.

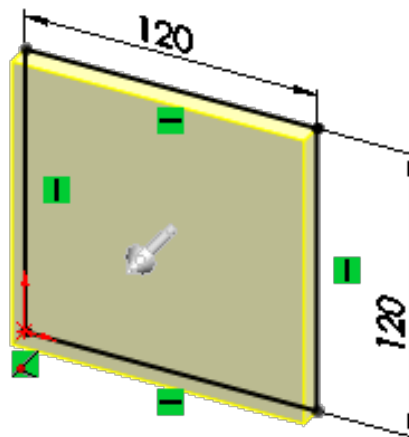




Skica je sada u potpunosti definirana, kao što je prikazano u statusnoj traci na dnu *SolidWorks* prozora.

3.2.3. Ekstrudiranje baze

1. Kliknite **Exit Sketch**  (*sketch* alatna traka).

Menadžer svojstava ekstrudiranja pojavio se u lijevom oknu, pogled crteža mijenja se u 3D i pretpregled ekstrudiranja pokazuje se u grafičkoj zoni. Pritisnuti *Z* za udaljiti ili *Shift+Z* za približiti pogled. Crtež je uvučen u svojstvo ekstrudiranja. Kliknuti izvan **Boss-Extrude1** u menadžeru svojstava i proširiti.



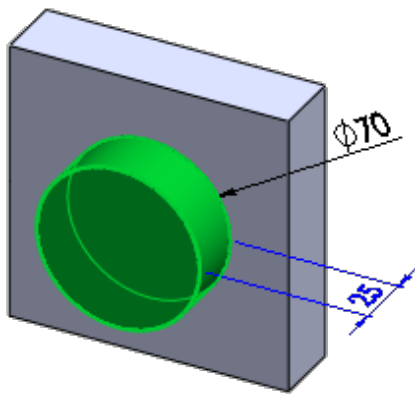
2. U menadžeru svojstava pod **Direction 1**:
 - a. odabrati **Blind** u **End Condition**,
 - b. postaviti  **Depth** na 30.
3. Kliknuti .


Novo svojstvo, **Boss-Extrude1**, pojavljuje se u stablu te u grafičkoj zoni. **Sketch1** koji je korišten za ekstrudiranje prikazan je. Za uređenje

crteža koji je uvučen u svojstvo ekstrudiranja, desnim klikom kliknuti na željeno svojstvo **Edit Sketch**.




3.3. Dodavanje ekstrudiranja

Ekstrudirati oblik, centrirati model i dimenzionirati kao što je prikazano.

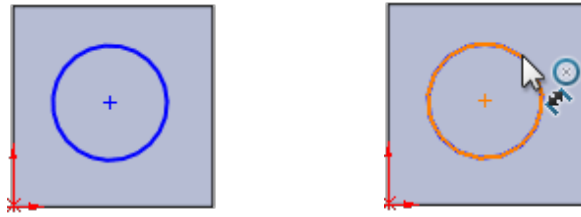


Koristeći svoj model ili [klikom na](#)  kako bi se otvorio model potreban za ovu radnju.

3.3.1. Crtanje i dimenzioniranje oblika

1. Kliknuti na prednje lice modela kako bi se predodabrala ploha za crtanje za sljedeće svojstvo.
2. Kliknuti **Extruded Boss/Base**  (traka svojstava).
3. Kliknuti **Normal To**  (traka standardnih pogleda).
4. Kliknuti **Circle**  (traka crteža).
5. Kliknuti blizu centra lica i pomaknuti strelicu prema crtežu kruga.

6. Otpustiti alat za krugove.



7. Kliknuti **Smart Dimension**  (traka dimenzija-poveznica).

8. Odabrati krug.

9. Pomaknuti pokazivač izvan modela kako bi se vidjela trenutna dimenzija.


10. Kliknuti kako bi se dodala dimenzija.

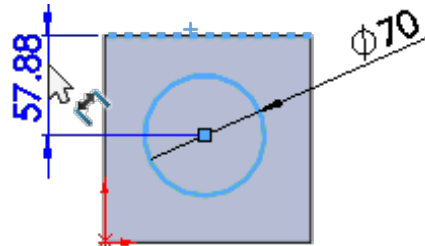
11. U tablici za prepravke:

a. Postaviti vrijednost na 70.

b. Kliknuti .

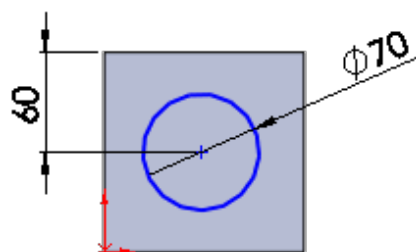
3.3.2. Ograničavanje crteža dimenzijama

1. Koristeći **Smart Dimension**  odabrati gornji rub lica, odabrati krug i postaviti dimenziju.



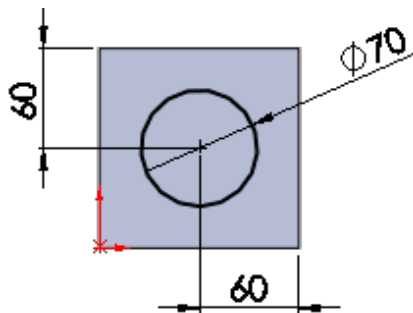
2. U tablici za prepravke:

a. postaviti vrijednost na 60,



b. kliknuti ✓ .

3. Ponoviti korake 1 i 2, odabirući desni rub i lice kruga.




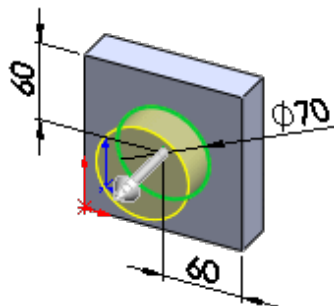
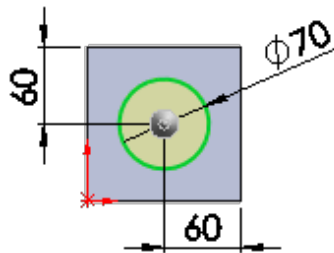
Kada se krug zacrnio, traka statusa pokazuje da je crtež potpuno definiran.

3.3.3. Ekstrudiranje oblika

1. Kliknuti **Exit Sketch**  (traka crteža).

Menadžer svojstava ekstrudiranja oblika pojavljuje se u lijevom oknu i pokazuje pretpregled ekstrudiranja u grafičkoj zoni.

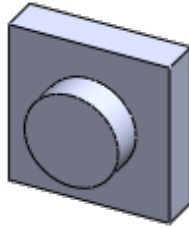
2. Kliknuti **Trimetric**  (traka standardnih pogleda).



3. U menadžeru svojstava, pod **Direction 1**:

a. odabrati **Blind** u **End Condition**,

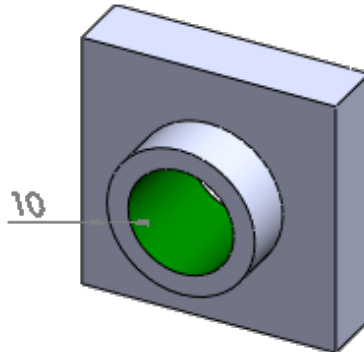
- b. postaviti  **Depth** na 25.
4. Kliknuti  .



Boss-Extrude2 pojavit će se u drvu menadžera svojstava.




3.4. Stvaranje rupe

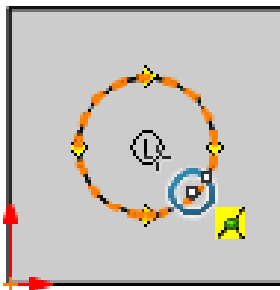
Nakon toga, izrezati rupu kroz komad crtajući rupu i režući ju. Radijus je rupe 10 mm manji od oblika.



3.4.1. Crtanje rupe

Nakon toga, nacrtati rupu s radijusom koji je 10 mm manji od oblika.

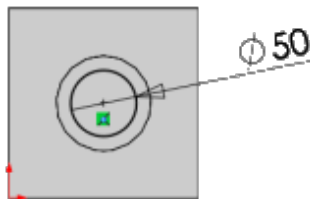
1. Kliknuti **Extruded Cut**  (traka svojstava).
2. Kliknuti na prednje lice kružnog oblika.
3. Kliknuti **Normal To**  (traka standardnih pogleda).
4. Kliknuti **Circle**  (traka crteža).
5. Pomaknuti pokazivač u središte oblika.



Pokazivač se promijenio kako bi pokazao da se središte kruga poklapa sa središtem ekstrudiranog oblika.

6. Kliknuti, povući pokazivač kako bi se stvorio krug i tada otpustiti alat.

7. Kliknuti **Smart Dimension**  i postaviti promjer rupe na 50.

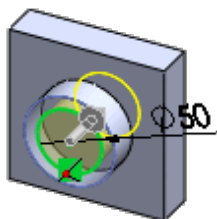



3.4.2. Stvaranje nacrtane rupe

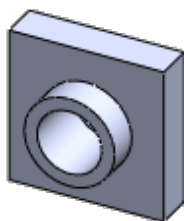
Nakon toga slijedi stvaranje rupe:

1. Kliknuti **Exit Sketch**  (traka crteža).

Crtež se zatvara i pojavljuje se menadžer svojstava provrta.



2. Kliknuti **Trimetric**  (traka standardnih pogleda).
3. U menadžeru svojstava, pod **Direction 1**, odabrati **End Condition** na **Through All**.

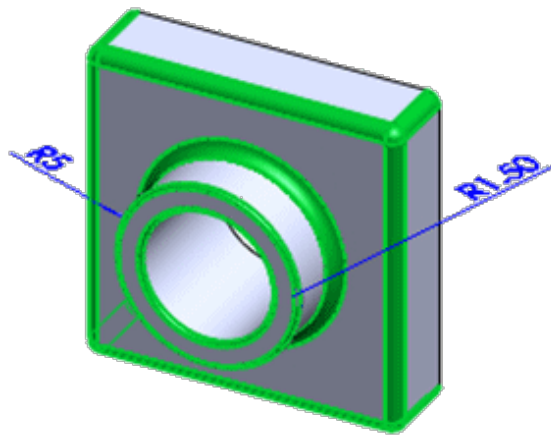


4. Kliknuti  .




3.5. Dodavanje zaobljenja

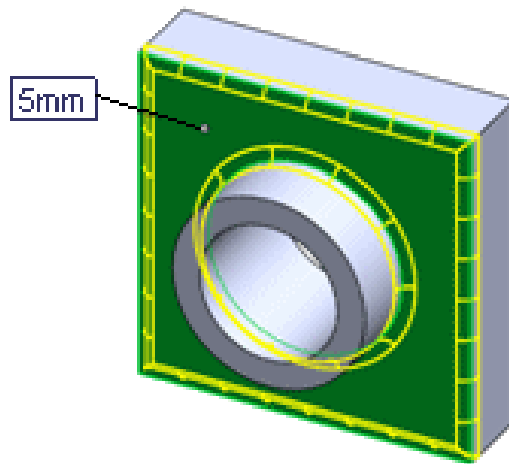
Napraviti zaobljenja:

- 5 mm radijus na:
 - rubu između baze i oblika,
 - bridovima baze,
 - prednjem opsegu baze.
- 1.5 mm radijus na gornjim rubovima baze i oblika.



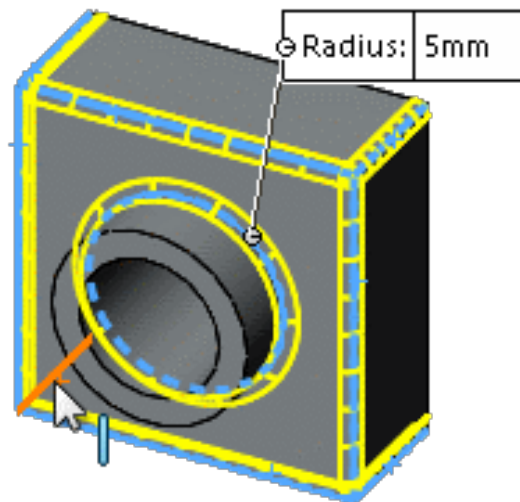
3.5.1. Stvaranje zaobljenja baze


1. Kliknuti **Fillet**  (traka svojstava).
2. Pod **Fillet Type** kliknuti **Constant Size Fillet** .
3. Odabrati prednje lice baze.
4. Pod **Fillet Parameters** postaviti **Radius**  na 5.
5. Pod **Items To Fillet** odabrati **Full Preview**.



Lice je osjenčano i pokazan je predpogled zaobljenog lica.



6. Odabrati četiri ruba na uglovima baze. Pomicanjem pokazivača preko sakrivenih linija one se osjenčaju kako bi se mogle odabrati.



Kako se odabire pojedini rub, njegovo je ime dodano na **Edges, Faces, Features and Loops**  i predpogled je osvježen.

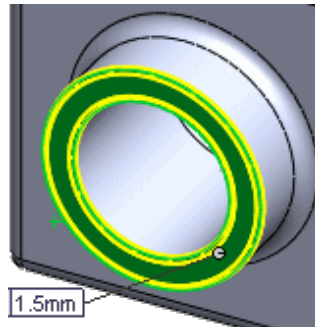
7. Kliknuti .

3.5.2. Stvaranje zaobljenja tijela

1. Kliknuti **Fillet**  (traka svojstava).
2. Pod **Fillet Parameters**, postaviti **Radius**  na **1.5**.

3. Odabrali lice tijela.

4. Kliknuti **Zoom to Selection**  (traka pogleda).

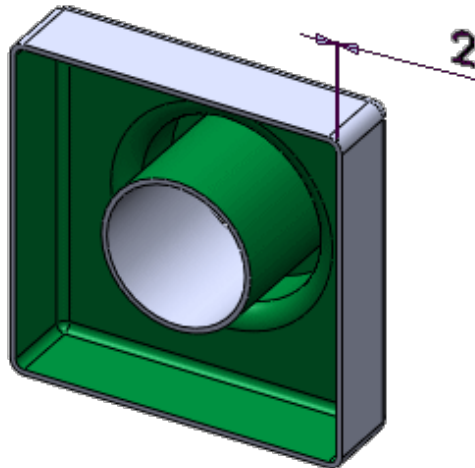


5. Kliknuti .

3.6. Stvaranje ljuske dijela



Stvaranje šupljine dijela:

- Brišući stražnju stranu.



- Ostavljajući ljusku debljine 2 mm.

3.6.1. Stvaranje ljuske


1. Kliknuti **Rotate View**  (traka pogleda).
2. Vući pokazivač dok se ne vidi stražnja strana.
3. Napraviti jedan od sljedećih koraka kako bi se otpustio alat:
 - kliknuti gumb alata koji se trenutno koristi,
 - pritisnuti **Esc**,
 - pritisnuti **Enter**,
 - kliknuti gumb sljedećeg alata koji se želi koristiti,
 - kliknuti **Select**  (*Standard toolbar*).

4. Označavanje stražnje plohe.

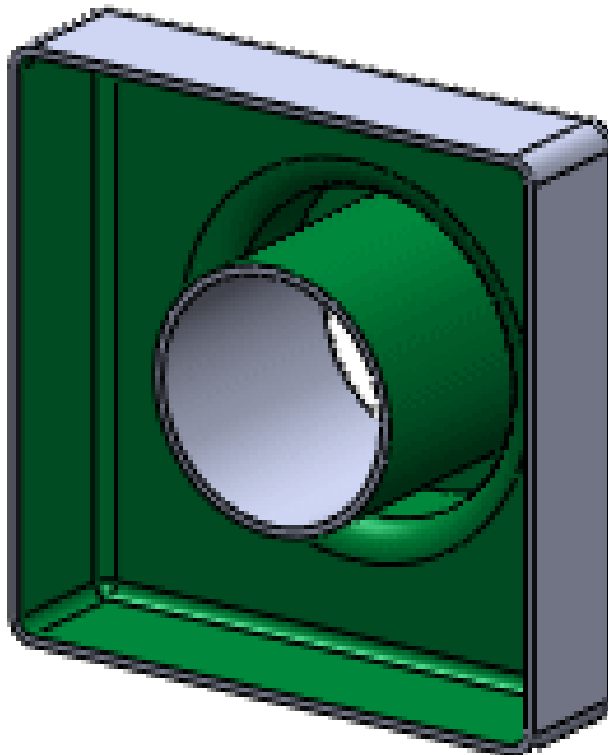


5. Kliknuti **Shell**  (*Features toolbar*).




6. Pod **Parameters**, postaviti **Thickness**  na 2.

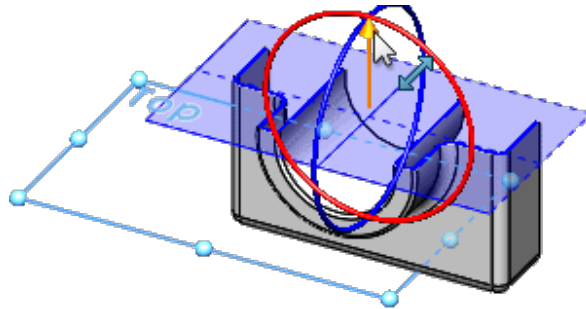
7. Kliknuti  .


Shell operacija maknut će materijal i ostat će tankostijena ljuska.



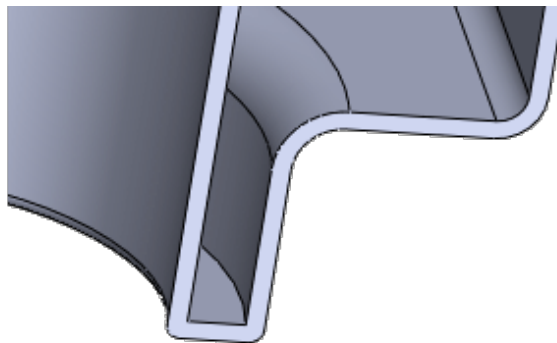
3.7. Section View Ijuske


1. **Trimetric**  (*Standard Views toolbar*).
2. **Section View**  (*View toolbar*).
3. *PropertyManager*, pod **Section 1** kliknuti **Top** .



4. Povuci i namjestiti željeni pogled.
5. Kliknuti  .

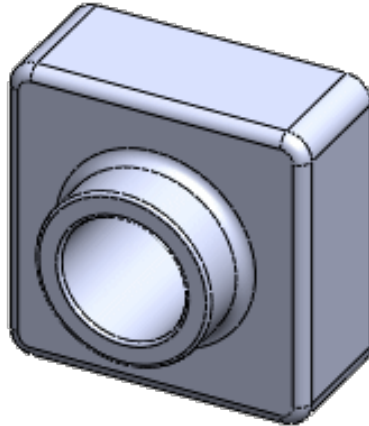
Moguće je rotirati i zumirati presjeke.





6. Kliknuti **Section View**  (*View toolbar*) za prekid.
7. Kliknuti **Save**  (*Standard toolbar*).

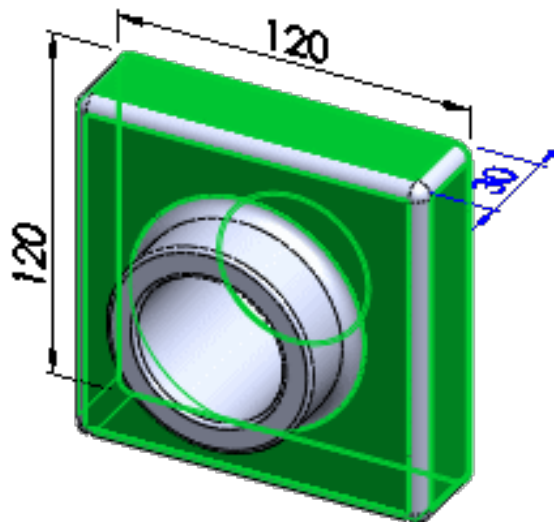
3.8. Promjena značajki modela

Promjena sljedećih značajki: povećavanje debljine modela i promjena radijusa na modelu.




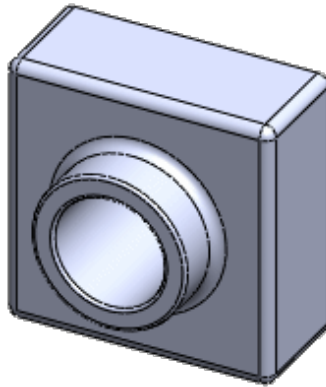
3.8.1. Promjena Base Feature

1. Klik na **Trimetric**  (*Standard Views toolbar*).
2. Dvostruki klik na **Boss-Extrude1**  u *FeatureManager* stablu dizajna. Prikazat će se dimenzije značajki.



3. Dvostruki klik na **30**.
4. U *Modify dialog* okviru postaviti vrijednost na 50 i kliknuti .



5. Kliknuti **Rebuild**  (*Standard toolbar*) za prihvaćanje i promjenu novih dimenzija.

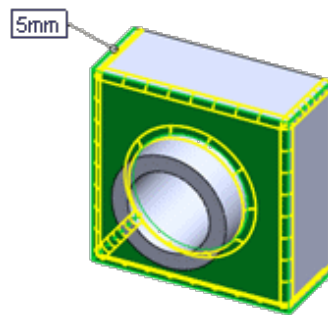


6. Kliknuti **Save**  (*Standard toolbar*).

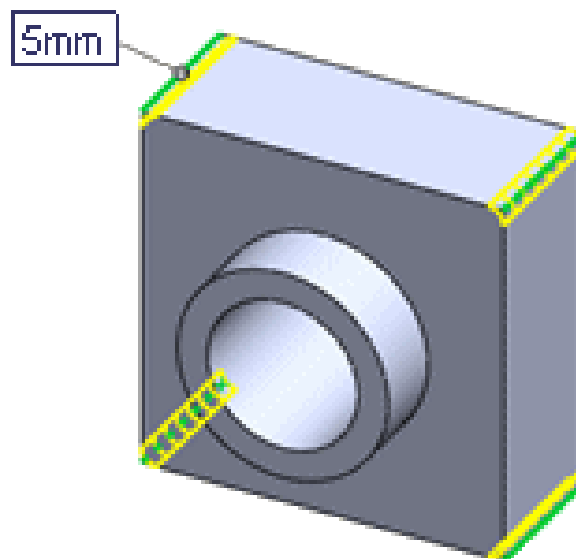
3.9. Promjena zaobljenja baze

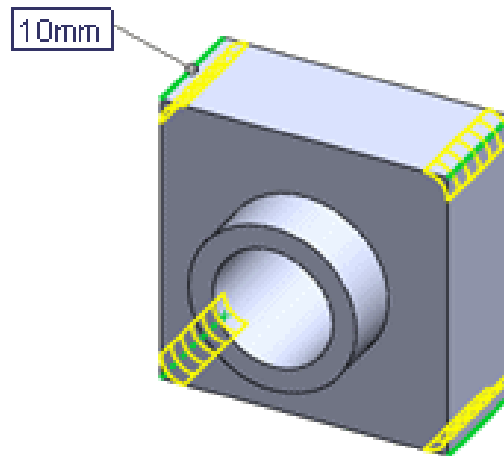
Zaobljenje, radijus baze, napravljeno je kao samostalna značajka – **Fillet1**. Ako želimo promijeniti samo radijuse bridova baze, moramo maknuti radijuse čeine plohe i označiti ih kao zasebnu značajku.

1. U *FeatureManager* stablu dizajna, desni klik na **Fillet1**  i označiti **Edit Feature**  .

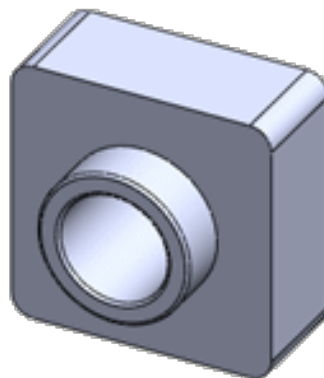


2. Pod **Items To Fillet** kotačićem miša ići dolje i desnom tipkom miša kliknuti na **Face<1>**.
3. Kliknuti **Delete**. Radijusi na čeonoj plohi nestat će.





4. Promijeniti radijus u 10.
5. Kliknuti ✓.



3.9.1. Rekonstrukcija radijusa čeone plohe


Da bismo promijenili radijuse koje smo prethodno obrisali, moramo dodati nove prije značajke **Shell1**. Ukoliko bismo ih dodali nakon iste, na mjestu gdje bi bili postavljani značajka za dobivanje ljuske ne bi odradila svoj posao.

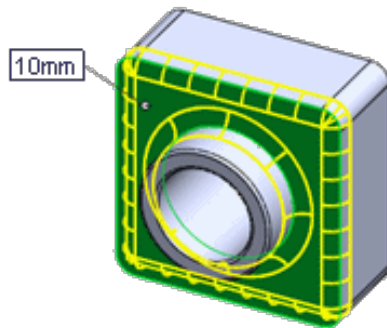
1. U *FeatureManager* stablu postavimo strelicu miša, koja se pretvori u ruku, na traku za vraćanje, ispod značajke **Shell1**.



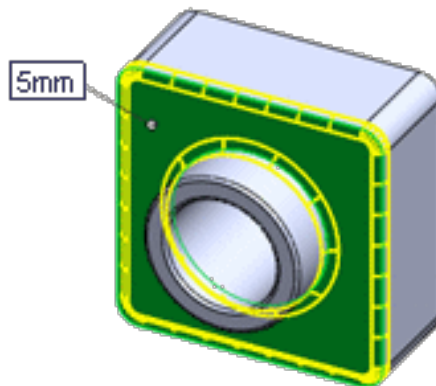
Primimo i pomaknemo iznad značajke **Shell1**.





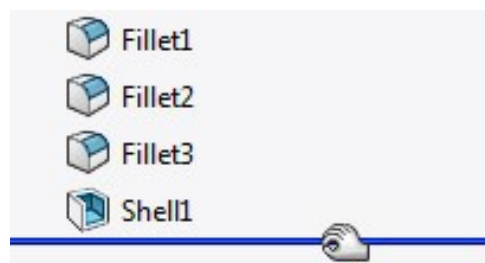
2. Kliknemo **Fillet**  (*Features toolbar*).
3. Označimo čeonu plohu baze.



Model pokazuje posljednji korišteni radijus – 10 mm.

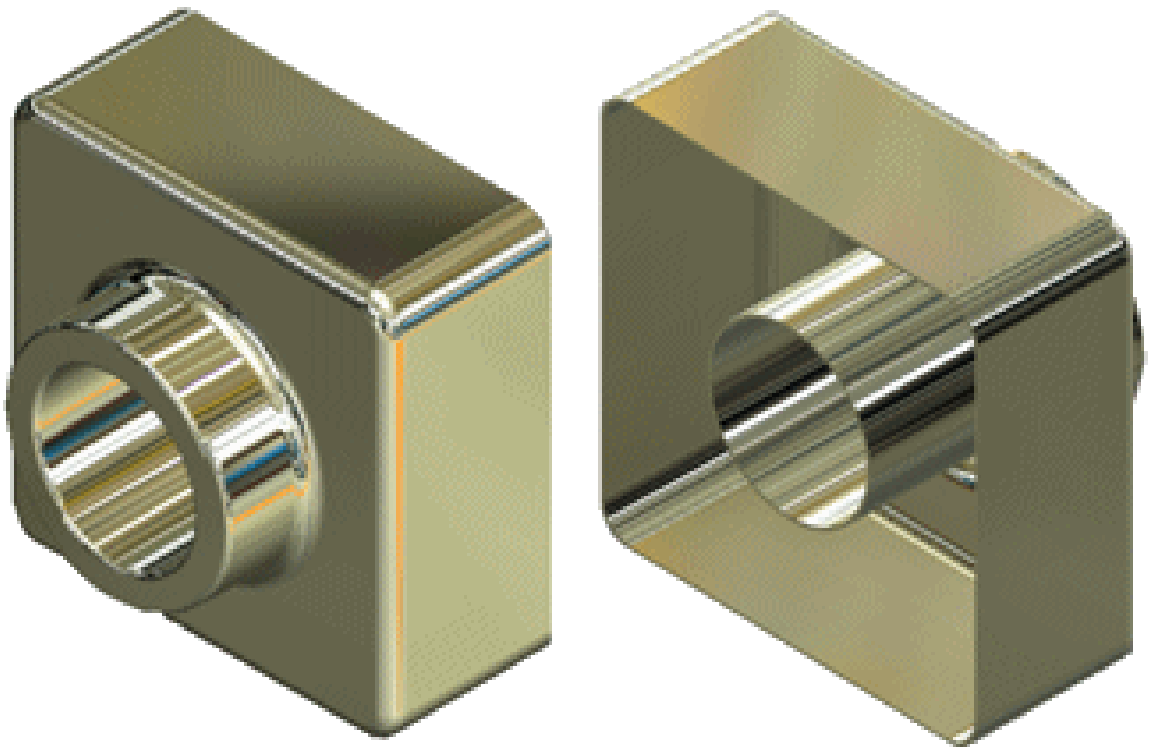


4. Pod **Fillet Parameters** promijenimo  **Radius** na 5.
5. Kliknuti  .






6. Primiti i povući traku za vraćanje, ispod značajke **Shell1**.

3.10. Dodavanje realističnog izgleda modelima



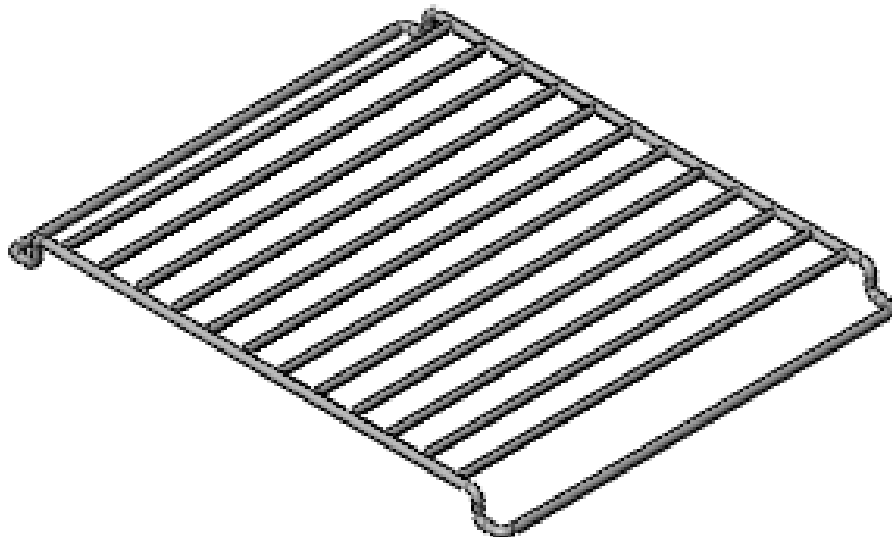
Koristimo napravljeni model.

1. Kliknuti **Shaded**  (*View toolbar*).
2. Kliknuti **View Settings, RealView Graphics**  (*View toolbar*).
3. Odabir materijala:
 - a. označimo ime dijela u vrhu *FeatureManager* stabla,
 - b. desnim klikom u *FeatureManager* stablu odaberemo **Material**
> **Edit Material** ,
 - c. u *Material* odjeljku rastvorimo **Steel**,
 - d. označimo **Chrome Stainless Steel**,
 - e. kliknemo na **Apply** i zatim na **Close**.

4. 3D SKICIRANJE (3D SKETCHING)






Koristeći *SolidWorks* možemo napraviti 3D *sketch*. Možete koristiti 3D *sketch* kao *swept* putanju, kao putanju vođenja za *swept* ili *loft*, kao simetralu za *loft* ili kao ključni entitet u vođenju sistema. Korisna uporaba 3D skiciranja jest dizajniranje sistema vođenja. Ova lekcija uvest će vas u 3D skiciranje i opisati sljedeće koncepte:

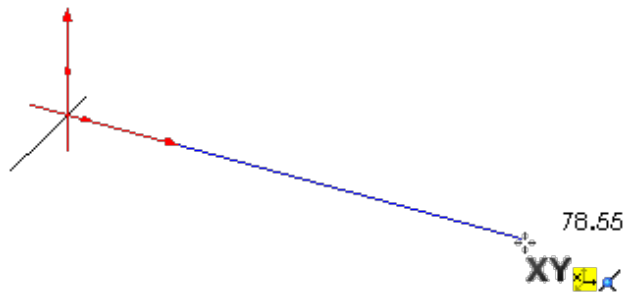
- *sketch* srodnosti koordinatnih sistema,
- dimenzioniranje u 3D prostoru,
- svojstva zrcaljenja.





4.1. Korištenje 3D *sketcha* za izradu okvira rešetke

U ovoj lekciji izradit ćete okvir rešetke iz žice, protegnuvši krug duž 3D *sketcha*. Nakon što izradite polovicu okvira, upotrijebite **Mirror All funkciju** kako bi završili model. Najprije izradite 3D *sketch* vanjskog okvira.

1. Kliknite **New**  (*Standard toolbar*) i napravite novi komad.
2. Kliknite **3D Sketch**  (*Sketch toolbar*).
3. Kliknite  **Line** (*Sketch toolbar*) i nacrtajte liniju otprilike 135 mm dugu na  ravnini, počevši iz ishodišta. Pokazivač se mijenja u  prilikom horizontalnog skiciranja na XY ravnini. Skicirajte liniju približne vrijednosti koju kasnije kotirate na željenu vrijednost.



4. Kliknite **Select**  (*Standard toolbar*) i odaberite krajnju točku linije.
5. U *PropertyManageru* provjerite da je krajnja točka točno u ishodištu (**0, 0, 0** kao što je prikazano u **Parameters**), da je **Coincident** sa ishodištem (kao što je pokazano u **Existing Relations**) te da je **Fully Defined** (kao što je prikazano u **Information** ).
6. Ukoliko krajnja točka nije u ishodištu:
 - a. unutar **Parameters**, postavite **X Coordinate**, **Y Coordinate** i **Z Coordinate** na **0**,

- b. kliknite **Fix**  u **Add Relations**.

Sada je točka **Fully Defined**, kao što je prikazano u **Information** .


7. Smanjite veličinu *sketcha* kako biste osigurali otvorenu površinu za skiciranje s desne strane grafičke površine.

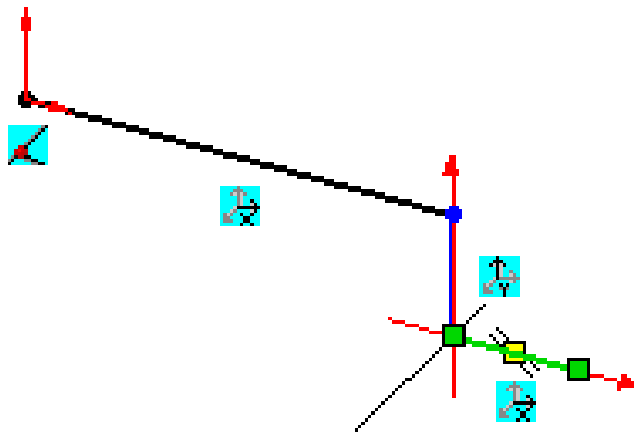
4.1.1. Skiciranje preostalih linija

Nastavite skiciranje preostalih linija iz krajnje točke linije duljine 135 mm. Svaki put prilikom započinjanja nove linije ishodište trenutnog koordinatnog ishodišta prikazano je na početku nove linije, za lakše orijentiranje.

1. Kliknite  **Line** (Sketch toolbar).

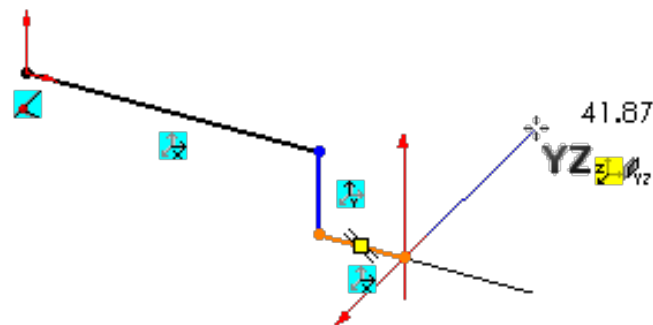
2. Sketch uz Y os  za 15.

3. Skicirajte duž X osi  za 15.



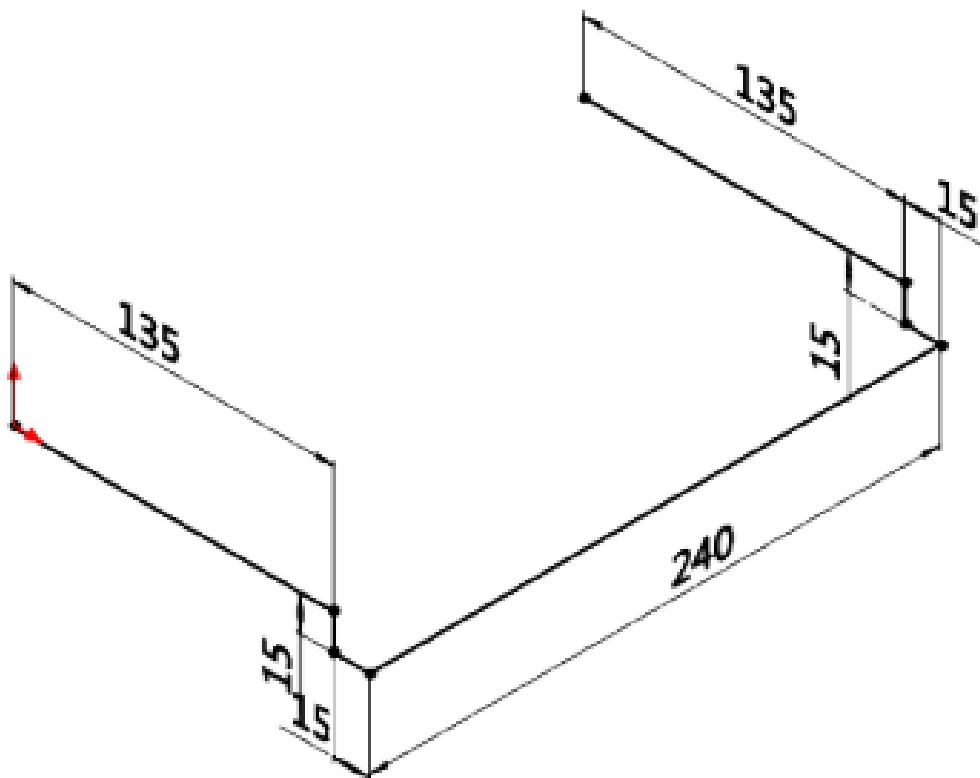
4. Pritisnite **Tab** da promijenite *sketch* ravninu na YZ ravninu .

5. Sketch duž Z osi YZ_{V_2} za 240.




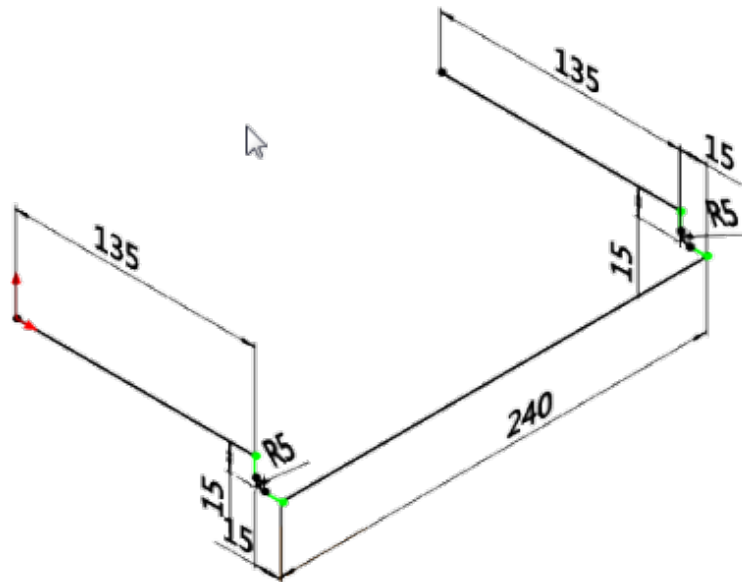
6. Pritisnite **Tab** dvaput da biste promijenili *sketch* ravninu nazad na XY ravninu.
7. Sketch opet duž X osi za 15.
8. Sketch uz Y os za 15.
9. Sketch ponovo duž X osi za 135.


Vaš bi *sketch* trebao izgledati kao što je prikazano na slici.



4.2. Dodavanje *filleta*


1. Kliknite **Sketch Fillet**  (*Sketch toolbar*) i zaoblite svako sjecište 5-milimetarskim zaobljenjem. Kako bi zaoblili sjecište, odaberite točku gdje se sastaju dvije linije.

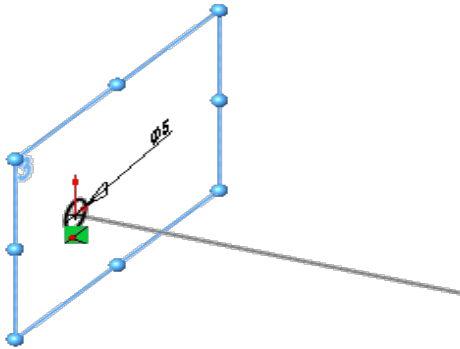





2. Kliknite **3D Sketch**  (*Sketch toolbar*) kako biste zatvorili *sketch*.
3. Spremite model pod nazivom rack.sldprt.

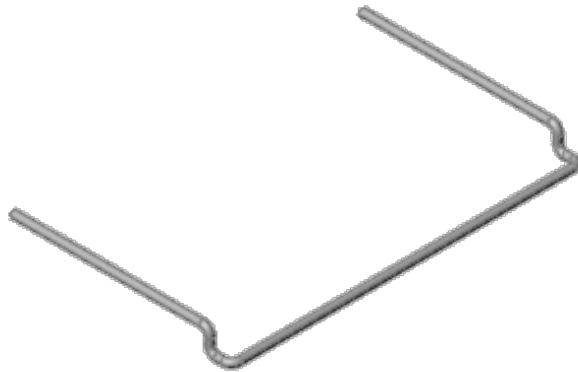
4.3. Korištenje *sweep* naredbe

Kako bi završili *base feature*, naredbom *sweep* provucite krug duž 3D *sketcha*.

1. Odaberite **Right** ravninu u *FeatureManager design* stablu, zatim kliknite **Sketch**  (*Sketch toolbar*) da otvorite 2D *sketch* na toj ravnini.



2. *Sketch* kruga promjera 5 mm u ishodištu.
3. Kliknite **Exit Sketch**  (*Sketch toolbar*)
4. Kliknite **Swept Boss/Base**  (*Features toolbar*).
5. U *PropertyManageru*, pod **Profile** i **Path**:
 - a. odaberite krug (**Sketch1**) za **Profile** ,
 - b. odaberite 3D *sketch* (**3DSketch1**) za **Path** .

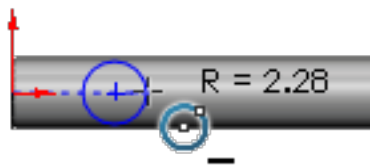


6. Kliknite  .

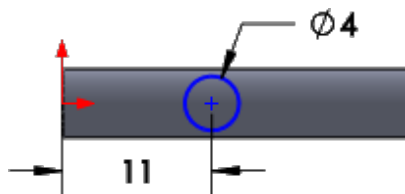
4.4. Ekstrudiranje potpornja



Izradite potporanj ekstrudiranjem kruga između okvira.


1. Odaberite **Front** ravninu u *FeatureManager design* stablu.
2. Kliknite **Extruded Boss/Base**  (*Features toolbar*).
3. Kliknite **Normal To**  (*Standard Views toolbar*).
4. *Sketch* kruga koji se nalazi na licu okvira. (**Front** ravnina centar je okvira od žice). Pazite na zaključavanje linija koje prikazuju središnju točku kruga na horizontali ishodišta.

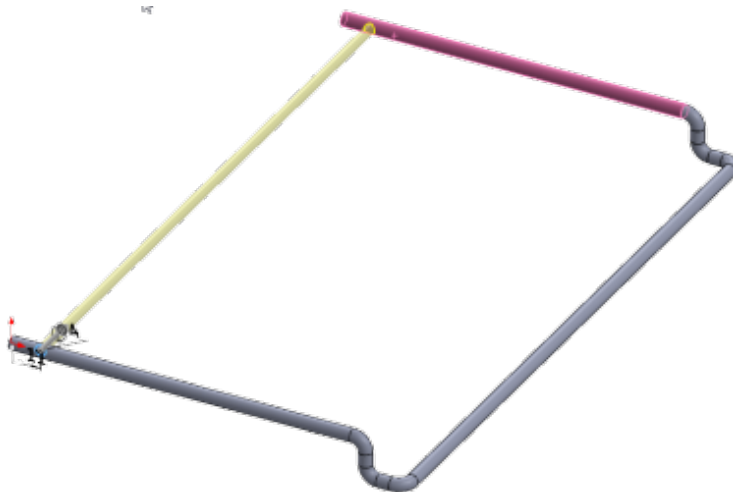


5. Udaljite centar kruga 11 mm od ishodišta.
6. Postavite promjer kruga na 4.



7. Izađite iz *sketcha*.
8. Kliknite **Trimetric**  (*Standard Views toolbar*).
9. U *PropertyManageru*, pod **Direction 1**:
 - a. ukoliko je potrebno, kliknite **Reverse Direction**  kako bi se strelica u grafičkom području prikazala u pravom smjeru te kako bi se spojila s drugom stranom,
 - b. odaberite **Up to Surface** u **End condition**,

c. odaberite suprotnu stranu okvira za **Face/Plane** ,





d. ukoliko je potrebno, odaberite **Merge result**. **Merge result** provjerava, bez obzira jeste li ili niste izradili odvojena čvrsta tijela.


10. Kliknite  kako biste napravili potporanj.

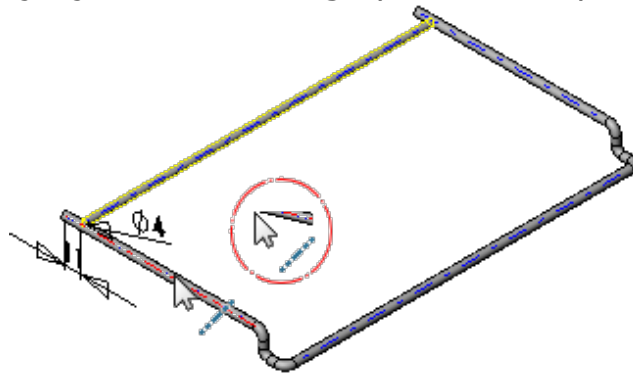
4.5. *Pattern* ekstrudiranog dijela

Sada umnožite ekstrudiranje.

1. Kliknite **View > Hide/Show > Temporary Axes** kako biste uključili pregled svih trenutnih osi. Osi moraju biti vidljive jer ih trebate odabrati kako biste napravili umnožavanje.
2. Odaberite **Boss-Extrude1** u *FeatureManager design* stablu.
3. Kliknite  **Linear Pattern** (*Features toolbar*).




Boss-Extrude1 pojavljuje se u **Features to Pattern**  u *PropertyManageru*.

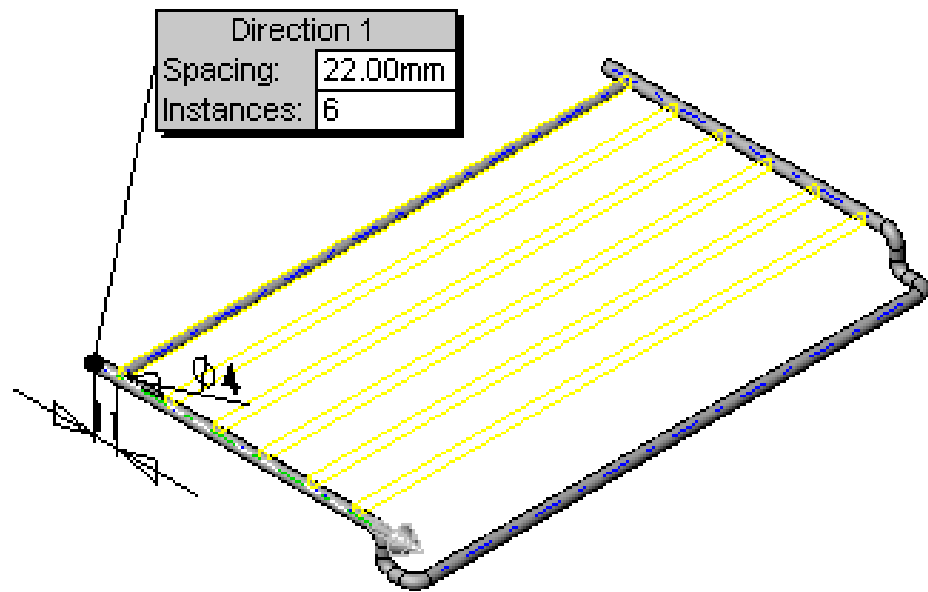
4. Kliknite na trenutnu os na licu okvira gdje ste nacrtali krug. Pokazivač se mjenja u  kada ga pomaknete preko osi.



U grafičkoj se površini pojavljuje pretpregled umnožavanja te strelica pokazuje smjer istih, a umnožavanja se pokazuju na desnom kraju osi. U *PropertyManageru* **Axis <1>** pojavljuje se **Pattern Direction**.

5. Pod **Direction 1**:

- a. provjerite pretpregled ekstrudiranja kako bi se uvjerali da će se umnožiti putem vanjskog brida, kao što je niže dolje prikazano. Ukoliko je potrebno, kliknite **Reverse Direction**  kako bi promijenili smjer umnožavanja,
- b. postavite  **Spacing** na 22,
- c. postavite **Number of Instances**  na 6,





6. Kliknite  .




Umnoženje ekstrudiranja je gotovo.

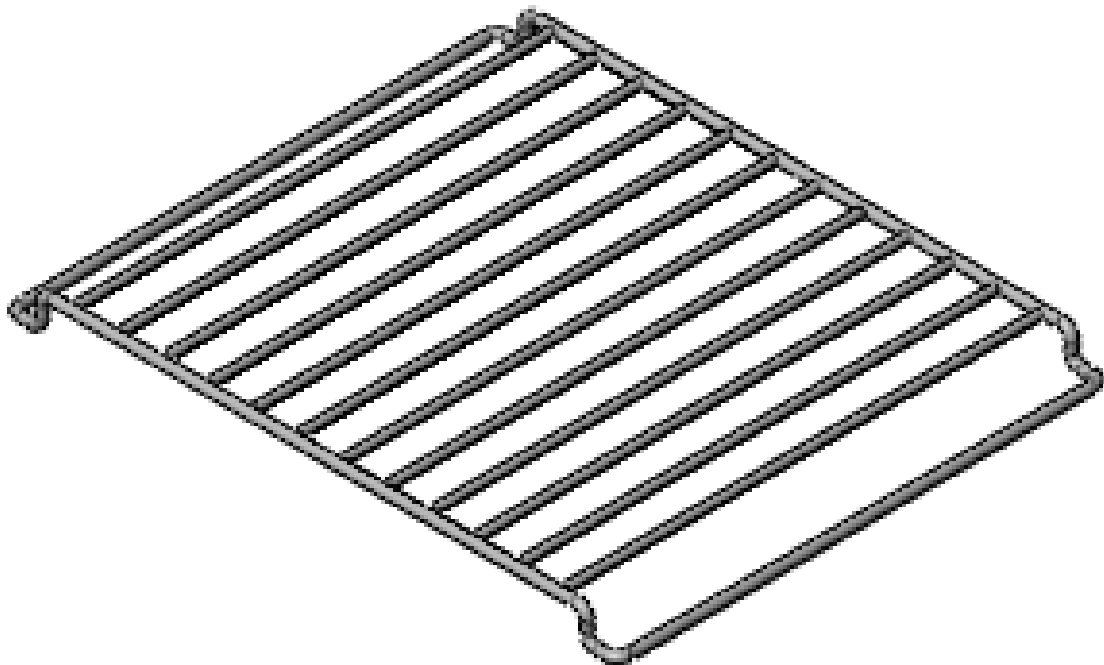
4.6. Zrcaljenje

Koristite **Mirror** funkciju kako bi završili rešetku.

1. Kliknite **View > Hide/Show > Temporary Axes** kako bi sakrili trenutne osi.
2. Kliknite **Mirror**  (*Features toolbar*).
3. Zarotirajte policu rešetke i kliknite na krajnje lice okvira.

Face <1> pojavljuje se u **Mirror Face/Plane**  u *PropertyManageru*.

4. Kliknite **Bodies to Mirror** , zatim kliknite bilo gdje na rešetku.
5. Kliknite  kako biste zrcalili polovicu rešetke oko odabrane plohe.
6. Kliknite **Isometric**  (*Standard Views toolbar*). Rešetka je gotova.

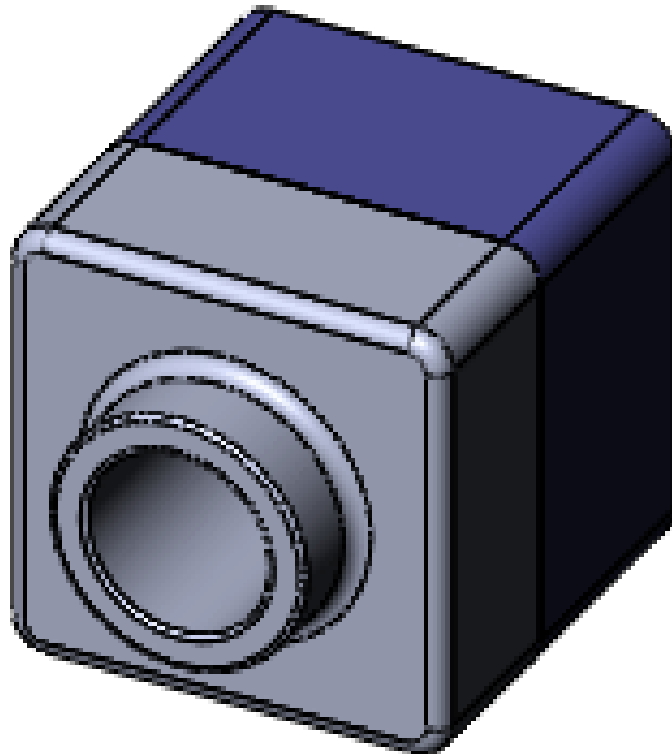


7. Spremite model.

5. MODELIRANJE SKLOPOVA (ASSEMBLIES)





Sklop je kombinacija dvaju ili više dijelova, koji se također nazivaju komponente, unutar jednog *SolidWorks* dokumenta. Sastavljate i orijentirate komponente pomoću spojeva koji tvore odnose između komponenata. U ovoj lekciji sastavite jednostavan sklop na temelju dijela koji ste stvorili u prethodnoj lekciji. Ova lekcija govori o sljedećem:

- dodavanje dijelova u sklop,
- micanje i rotiranje dijelova u sklopu,
- izrada pogleda u sklopu.






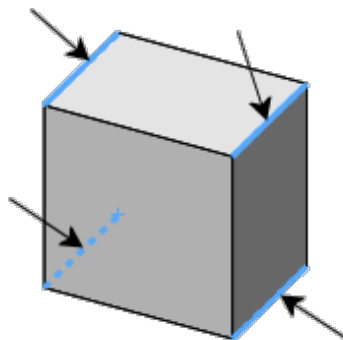
5.1. Izrada baze

Za izradu baze novoga dijela može se koristiti ista metoda koju smo naučili u prethodnoj lekciji.

1. Kliknite **New**  (*Standard toolbar*).
2. Kliknite **Extruded Boss/Base**  (*Features toolbar*) i odaberite **Front plane**.
3. Skicirajte pravokutnik iz ishodišta.
4. Kliknite na **Smart Dimension**  (*Dimensions/Relations toolbar*) i postavite dimenzije na 120 mm x 120 mm.
5. Kliknite **Exit Sketch**  (*Sketch toolbar*) za izlaz.

Pojavljaju se *Extrude PropertyManager* i pregled ekstruzije.

6. Pod **Direction1**:
 - a. postavite **End Condition** na **Blind**,
 - b. postavite **Depth**  na 90.
7. Kliknite  za ekstrudiranje.
8. Kliknite na **Fillet**  (*Features toolbar*) i označite četiri brida, kako je i prikazano na slici ispod.






9. U *PropertyManageru* pod **Fillet Parameters** postaviti **Radius** 

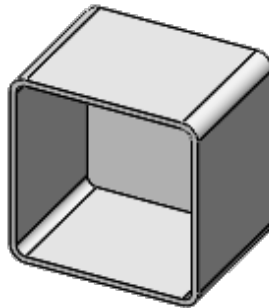
na 10.

10. Kliknuti na ✓ kako bi se odabrani bridovi zaoblili.

Baza dijela je napravljena.

5.1.1. Izrada ljuske iz punog modela



1. Kliknuti na **Shell**  .
2. Odabrati prednju plohu modela koja bude označena i prikazana u **Faces to Remove**  u *PropertyManageru*.
3. Pod **Parameters**, postaviti **Thickness**  na 4.



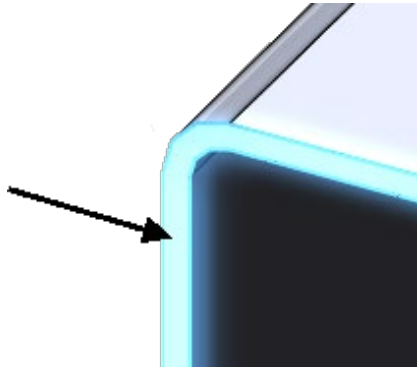
4. Kliknuti ✓.
5. Spremiti dio pod nazivom Tutor2.



5.1.2. Definiranje skice za novu značajku korištenjem postojećeg brida

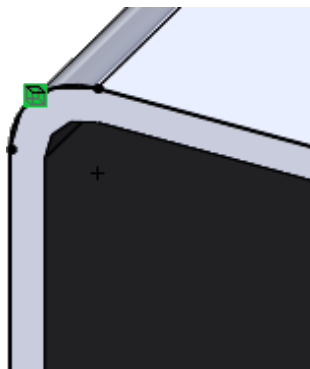
U ovom ćete odjeljku koristiti alate *Convert Entities* (Pretvori entitete) i *Offset Entities* (Pomakni entitete) za stvaranje geometrije skice.

1. Kliknuti **Zoom to Area**  (*View toolbar*) i povući-označiti vrh dijela, kako je prikazano.
2. Kliknuti **Zoom to Area**  (*View toolbar*) ponovno za gašenje alata.

3. Označiti plohu tankog dijela, kako je i prikazano. Označena je ploha zasvijetlila.




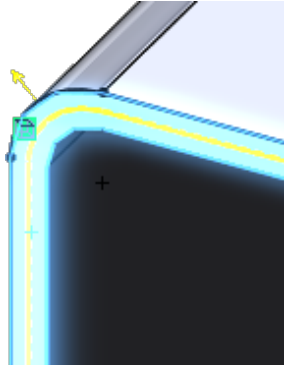
4. Kliknuti na **Extruded Cut**  (*Features toolbar*). *Sketch* se otvorio i postavio na označenoj plohi.
5. Kliknuti na **Convert Entities**  (*Sketch toolbar*). Vanjski brid selektirane plohe projicirao se (kopirao) na ravninu *sketcha*, u obliku linija i lukova.
6. Kliknuti na isti, novonastali, brid ponovno.





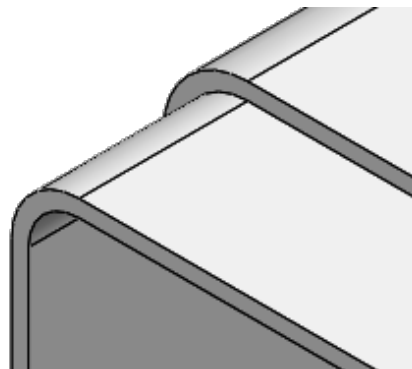
7. Kliknuti na **Offset Entities**  (*Sketch toolbar*). Otvorio se *Offset Entities PropertyManager*.

5.1.3. Izrada tanke stijenke na dijelu

1. Pod **Parameters** postaviti **Offset Distance**  na 2. Prikaz pokazuje da će se pomaknuti prema van.



2. Označiti **Reverse** za promjenu smjera.
3. Kliknuti ✓ .
4. Kliknuti na **Exit Sketch**  (*Sketch toolbar*).
5. Pod **Direction 1** postaviti **Depth**  na 20.
6. Kliknuti ✓ .






Materijal između dviju linija izrezan je, tvoreći jezičak kao na slici dolje.

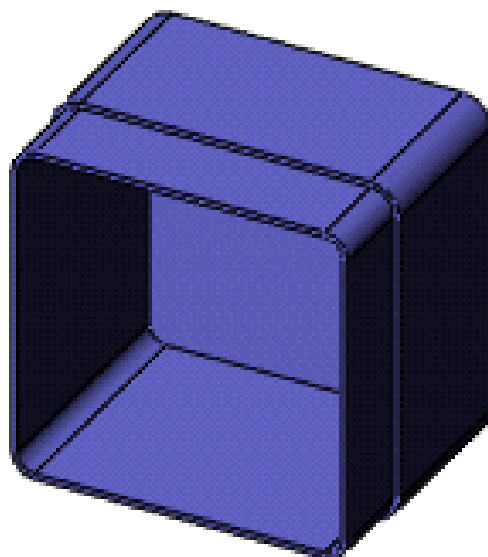
7. Kliknite opciju **Zoom to Fit**  (*View toolbar*).

5.1.4. Promjena boje dijela

Možete mijenjati boju i izgled dijela ili neke njegove značajke.

1. Desnom tipkom miša kliknuti na **Tutor2** ikonu  na vrhu stabla dizajna u *FeatureManageru*.
2. Odabrati **Appearances**  i zatim označiti **Tutor2**  .



3. U *PropertyManageru*, pod **Color**, odabrati prikazanu boju i potvrditi kvačicom za završetak.




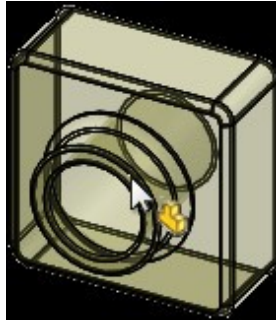
4. Spremiti dio.


5.2. Izrada sklopa

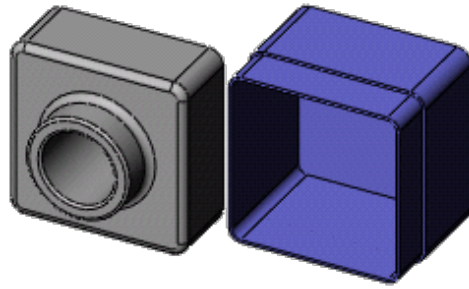
Sada ćemo izraditi sklop koji se sastoji iz dvaju dijelova.


1. Potrebno je otvoriti dio napravljen u lekciji o izradi dijelova, pod nazivom `Tutor1.sldprt`. Kliknite na **Open**  (*Standard toolbar*) i otvorite dio koji ste modelirali. Ukoliko niste napravili isti, na lokalnome disku pronađite lokaciju (tu se nalazi isti): `drive letter:\Users\Public\PublicDocuments\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS version\tutorial\lesson2\Tutor1.sldprt`.
2. Kliknite na **New** , zatim na **Assembly** i **OK**. Početni je *Assembly PropertyManager* otvoren.
3. Pod **Part/Assembly to Insert** odaberite **Tutor1**.

Pregledajte **Tutor1** u grafičkome području i vidjeti ćete da se strelica promijenila u  .



4. Kliknite na **Keep Visible**  u *PropertyManageru*.
5. Kliknite bilo gdje u grafičkome dijelu prozora da biste smjestili dio **Tutor1**.
6. U *PropertyManageru* pod **Part/Assembly to Insert** odaberite **Tutor2**.



7. Kliknite bilo gdje u grafičkome dijelu prozora da biste smjestili i dio **Tutor2** pokraj **Tutor1**.
8. Kliknite ✓.
9. Ukoliko je potrebno, kliknite na **Zoom to Fit** .
10. Spremite sklop pod nazivom `Tutor`. (`.sldasm` ekstenzija pridružena je imenu automatski). Ukoliko vidite poruku vezanu uz osvježavanje sklopa, kliknite **Save All** i **Rebuild and save the document**.

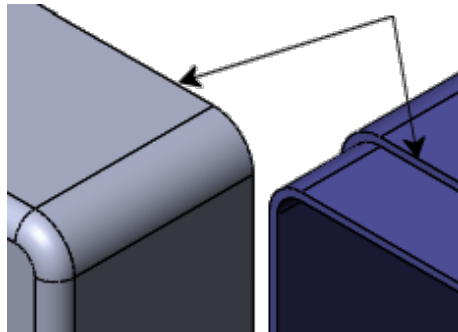
5.3. Spajanje dijelova sklopa pomoću veza


U ovome poglavlju definiraju se veze i relacije između komponenata sklopa kojima se dijelovi u sklopu poravnavaju i drže zajedno.



1. **Mate**  (*Assembly toolbar*).


Mate PropertyManager se pojavio.

2. U grafičkome dijelu potrebno je označiti bridove **Tutor1** i **Tutor2**, prema slici.



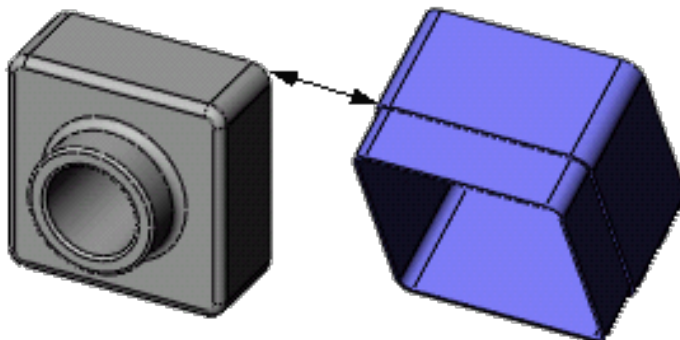
Pojavit će se skočna alatna traka **Mate** i komponente se premještaju na svoje mjesto, prikazujući međusobne veze. U *PropertyManageru*, pod **Mate Selections**, rubovi su navedeni u **Entities to Mate** .

3. U **Mate** skočnoj alatnoj traci:
 - a. Kliknuti **Coincident**  tip povezivanja.
 - b. Kliknuti na .

Coincident tip povezivanja prikazuje se u **Mates**  u *PropertyManageru*. Pozicija Tutor2 još nije u potpunosti definirana. Još uvijek ima određene stupnjeve slobode kretanja u smjerovima koje postojeće veze još uvijek ne ograničavaju.

4. Testirati stupnjeve slobode kretanja micanjem komponenata:

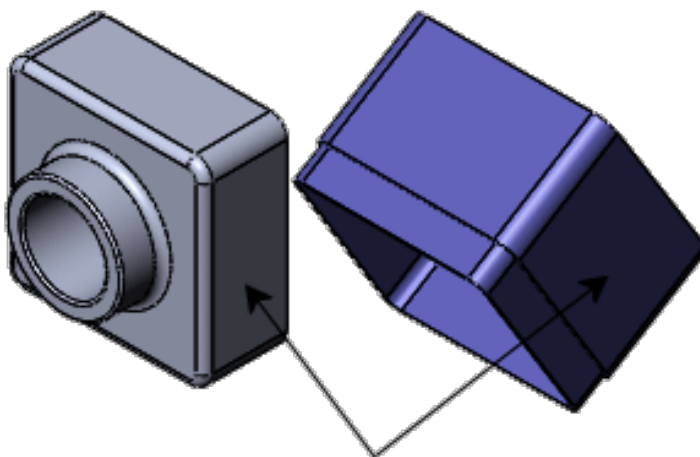
- a. u grafičkome području označiti **Tutor2** komponentu i držati pritisnutu lijevu tipku miša,






- b. povući komponentu s jedne strane na drugu da bi se promotriili dostupni stupnjevi slobode kretanja (gibanja).

5.4. Dodavanje preostalih veza za potpuno ograničavanje stupnjeva slobode gibanja sklopa

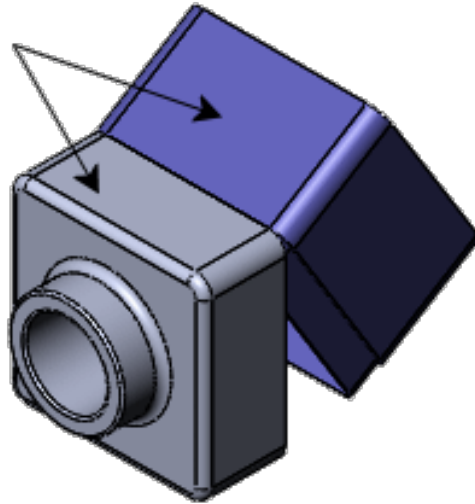
1. Označiti plohe dijelova prema slici.



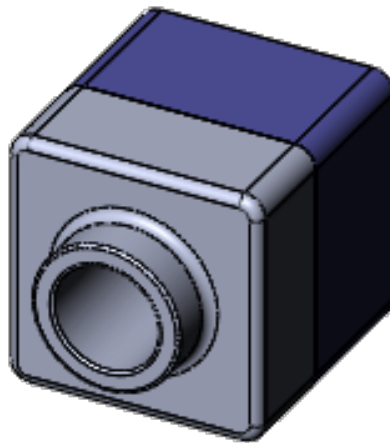
2. U **Mate** skočnoj alatnoj traci kliknuti **Coincident**  tip povezivanja, a zatim kliknuti na .

Još jedan **Coincident** tip povezivanja pojavljuje se u **Mates**  u *PropertyManageru*.

3. Ponoviti korake 1 i 2, ali označiti plohe komponenata, prema slici ispod, koristeći još jedan **Coincident** tip povezivanja.



4. Dvaput kliknuti na ✓ za zatvaranje *PropertyManagera*.
5. Spremiti sklop.



5.5. Korištenje stanja prikaza

Možete promijeniti postavke zaslona komponenta i spremiti ih u stanju prikaza.

1. Na vrhu *FeatureManager* stabla dizajna, s desne strane, kliknite **Show Display Pane**.

Okno zaslona prikazuje različite postavke zaslona (izgled, prozirnost itd.) svake komponente.

2. Desnom tipkom miša kliknuti bilo gdje u oknu prikaza i označiti

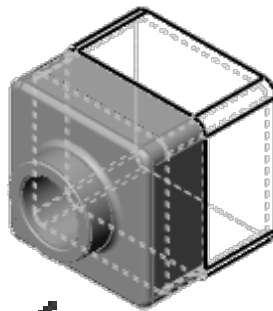
Add Display State  .

3. Upisati ime i pritisnuti **Enter**.

4. Pomaknuti pokazivač preko **Tutor2** u *FeatureManager* stablu dizajna, zatim:

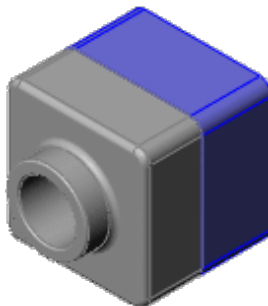
- a. pomaknuti pokazivač u **Display Mode**  stupac,

- b. kada se pokazivač promijeni u  , tada odabrati **Hidden Lines Visible**  .



5. Kliknuti **Hide Display Pane**  .

6. Desni klik na  i odabrati **Display State-1**. Sklop se vraća u prvobitno stanje prikaza.

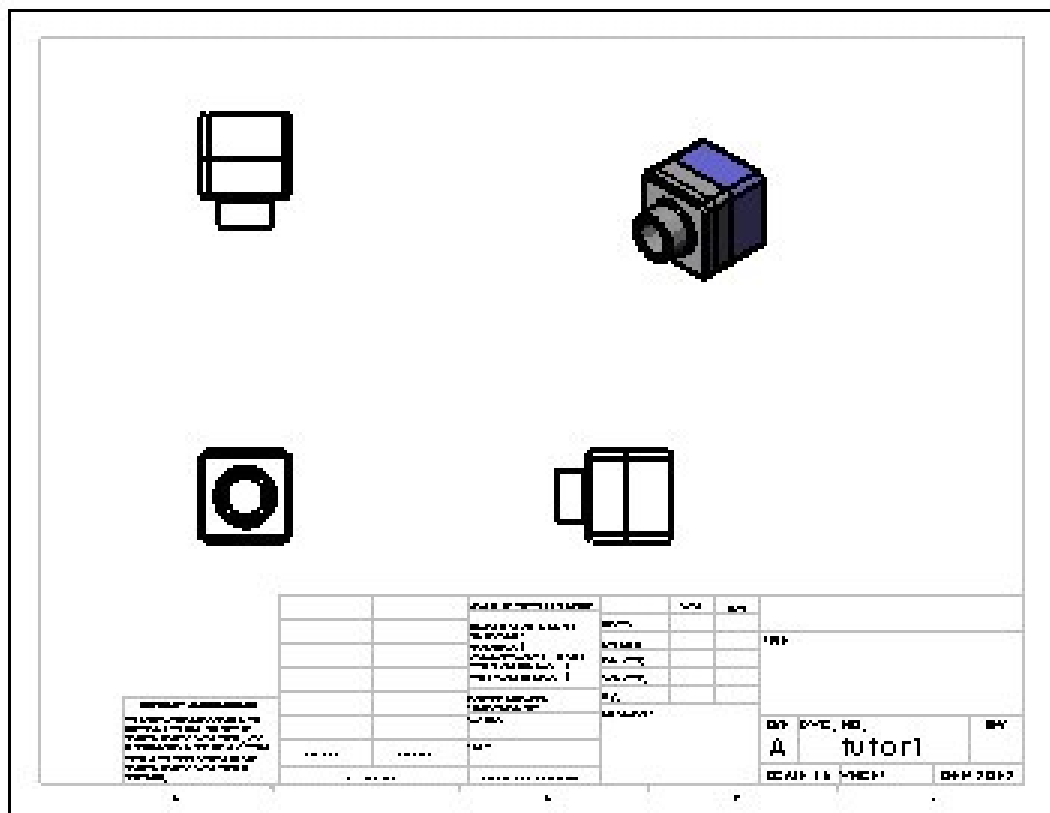


6. IZRADA NACRTA (DRAWINGS)

U ovome poglavlju bit će prikazano na koji se način u više listova izrađuje nacrt dijela i sklopa izrađenih u poglavljima prije.


Lekcija uključuje:

- otvaranje predloška nacrti i uređivanje istog,
- ubacivanje standardnih pogleda modela,
- dodavanje modela i referentnih napomena,
- dodavanje drugih listova nacrti,
- umetanje proizvoljnih prikaza,
- ispis nacrti.



6.1. Postavljanje prodloška za izradu nacrtā

Za ovu je lekciju potrebno prilagoditi postojeći predložak. Podesit će se potrebne sistemske opcije za pristup predlošku.


1. Na standardnoj alatnoj traci kliknuti **Options** 
2. U odjeljku *System Options*, kliknuti **File Locations**.
3. U **Show folders for** označiti **Document Templates**.
4. Kliknuti **Add**.
5. U *Select Folder* dijaloškom okviru doći do adrese (lokacija instalacije programskog alata *SolidWorks*): *drive letter:*
`\ProgramFiles\SOLIDWORKSCorp\SOLIDWORKS\lang\english\Tutorial.`

Ovo je mapa koja sadrži već postojeće predloške.

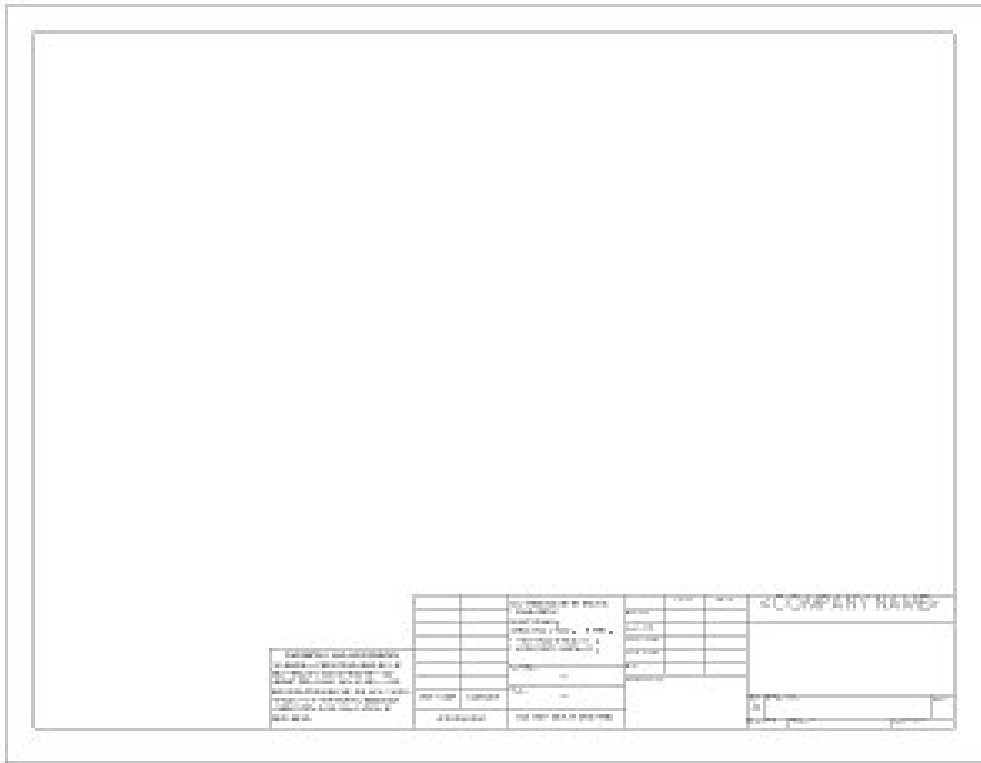
6. Kliknuti **OK** dva puta.

6.2. Otvaranje nacrtā iz predloška

Prvo je potrebno otvoriti predložak nacrtā.

1. **New**  na *Standard toolbar*.
2. U prozoru označiti tipku *Tutorial*. Napomena: ako tipka *Tutorial* nije prikazana, kliknuti **Advanced**.
3. Kliknuti na **draw**, a zatim **OK**.
4. Ako se pojavi dijaloški okvir, kliknite OK da biste ga odbacili.


Na grafičkom se području pojavljuje novi crtež i pojavljuje se *Model View PropertyManager*. *Model View PropertyManager* pojavljuje se samo ako je u *PropertyManageru* odabrana naredba **Start command** prilikom stvaranja novog nacrtā.



5. Kliknuti **Cancel**  u *PropertyManageru*.

6.3. Uređivanje lista (Sheet Format)

Uređivanje lista obično uključuje veličinu i orijentaciju stranice, standardni tekst, obrube, blokove naslova itd. Oblici listova mogu se prilagoditi i spremi za buduću upotrebu. Svaki list dokumenta crteža može imati različit oblik. Oblici listova imaju nastavak `.slddrt`. Predložak je osnova novog dokumenta. Predlošci za crtanje mogu sadržavati unaprijed definirane prikaze, više listova za crtanje itd. Predlošci za crtanje imaju nastavak `.drwdot`. Možete stvoriti listove za crtanje u novim dokumentima za crtanje i prijedlozima za crtanje, koristeći oblik lista koji prilagođavate. Zatim uređujete oblik lista promjenom nekih svojstava teksta. Budući da radite na obliku lista, a još niste umetnuli model u crtež, otkazite *PropertyManager*.

1. Desnom tipkom miša kliknuti bilo gdje u listu nacрта i odabrati **Edit Sheet Format**.
2. U naslovnom bloku dvaput kliknuti varijablu teksta.
3. U tekstu promijeniti ime tvrtke iz koje dolazite.
4. Promijeniti font, veličinu ili stil u **Formatting** alatnoj traci.
5. Kliknuti izvan područja teksta kako bi se promjene spremile.
6. Kliknuti **Zoom to Fit**  u **View** alatnoj traci.
7. Desnom tipkom miša kliknuti bilo gdje u listu nacрта i odabrati **Edit Sheet** za izlazak iz načina uređivanja lista.

6.4. Spremanje promjena na listu nacрта

Spremanje ažuriranog formata lista. To se razlikuje od spremanja samog crteža.

1. Da bi se zamijenio ovaj format kao standardni *A-Landscape* format, kliknuti na **File > Save Sheet Format**.
2. U **Save in** pronaći lokaciju gdje je spremljen list.

Lokacija datoteke može se postaviti tako da se klikne na **Tools > Options**, a zatim odabere **Sheet Formats** pod općim opcijama sustava **File Locations**.


3. Kliknuti - `landscape.slddrt`, zatim **Save**.

Kliknite **Yes** kako biste potvrdili da želite prebrisati postojeći format lista. Kada se odabere ovaj oblik lista za crteže, više ih ne treba ponovno prilagođavati. Da bi se spremio oblik lista s novim nazivom i da se ne bi prebrisao standardni format lista:

- a. kliknuti **File > Save Sheet Format**,
 - b. pronaći direktorij u koji se želi spremiti format.
4. Upisati ime i stisnuti **Save**.

6.5. Postavljanje opcija detalja






Slijedi postavljanje fonta, dimenzije, stila dimenzija, strelica i drugih detalja. Za ovu lekciju koristiti niže opisane postavke. Kasnije je moguće postaviti detaljne opcije kako bi se podudarale sa standardima svake individualne tvrtke. Može se postaviti mogućnost da funkcionalnost softvera *SolidWorks* prilagodi osobnim potrebama. Mogućnosti sustava pohranjuju se u registru i nisu dio dokumenata, stoga ove mogućnosti utječu na sve dokumente, trenutne i buduće. Svojstva dokumenata odnose se samo na trenutni dokument. Kartica **Document Properties** dostupna je samo kada je dokument otvoren. Novi dokumenti dobivaju svoje postavke dokumenata (kao što su jedinice, kvaliteta slike itd.) iz svojstava dokumenta predloška koji se koristi za izradu dokumenta.

1. **Options**  u *Standard toolbar*.
2. U *Document Properties*, pod **Drafting Standard**, kliknuti na **Annotations**.
3. Pod **Text** kliknuti **Font**.

Pojavit će se dijaloški okvir *Select Font*.

4. Pod **Height** postaviti **Points na 12**, zatim kliknuti na **OK**.
5. Pod **Drafting Standard** kliknuti **Dimensions**.
6. Odabrati **Remove** u **Trailing zeroes** za micanje svih nola u prikazanim dimenzijama.
7. Kliknuti **OK**.

6.6. Izrada nacрта dijela

1. Otvoriti `Tutor1.sldprt` ukoliko nije otvoren, zatim se vratiti u prozor nacрта.
2. Kliknuti na **Model View**  u *Drawing* alatnoj traci. Pokazivač je promijenio oblik u  .
3. U *PropertyManageru*:
 - a. pod **Part/Assembly to Insert** odabrati **Tutor1**,
 - b. kliknuti **Next** ,
 - c. za **Orientation** kliknuti **Front**  pod **Standard views**,
 - d. za **Orientation** odabrati **Preview** za prikaz pregleda u grafičkom području,
 - e. pod **Options** odabrati **Auto-start projected view** da se automatski prikaže **Projected View PropertyManager** kad se postavi ortogonalni prikaz modela,
 - f. pod **Display Style** kliknuti **Hidden Lines Removed** ,
 - g. pod **Scale** odabrati **Use custom scale, User Defined Route**, i postaviti na 1 : 4.

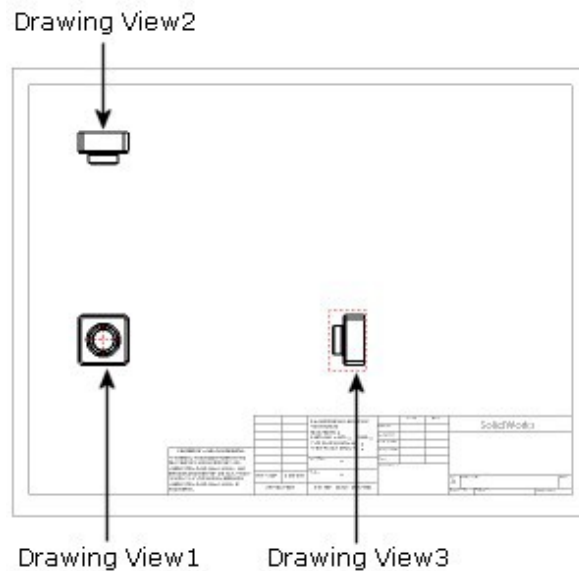
4. Pomaknuti pokazivač u grafičko područje.

Pokazivač se mijenja u  pri pregledu sprijeda dijela `Tutor1.sldprt`.

5. Kliknuti za postavljanje prednjeg pogleda, **Drawing View1**, kako je prikazano.

Nakon što se *PropertyManager* zatvori, kada se pokazivač pomakne preko tog prikaza, alat ga identificira kao **Drawing View1**.


6. Pomaknuti pokazivač, postaviti **Drawing View2**, zatim pomaknuti u stranu za postavljanje **Drawing View3**.



7. Kliknuti na **OK** ✓.

Drawing View1 je pogled iz *front*, **Drawing View2** je pogled iz *top* i **Drawing View3** je pogled iz *right* ravnine.

6.6.1. Micanje pogleda u nacrtu

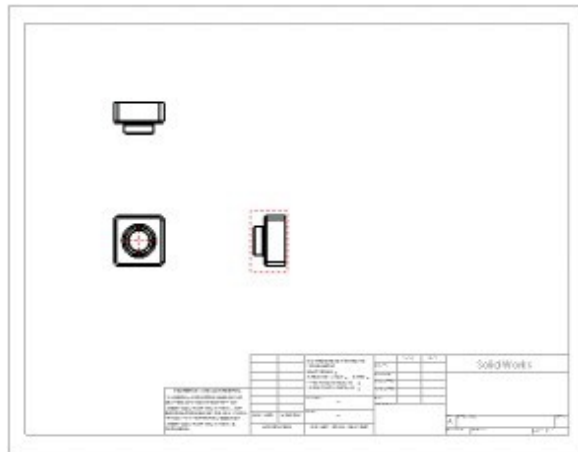
Micanje se radi u trenutku kada se pokazivač, postavljen iznad pogleda koji se želi pomaknuti, promijeni u . Ovaj se pokazivač pojavljuje kada je prošao preko granice prikaza, ruba modela itd. Pogled se može povući u njegovim dopuštenim smjerovima.

1. Kliknuti na **Drawing View2** (gornji lijevi pogled na listu), micati ga gore i dolje.
2. Kliknuti na **Drawing View3** (donji desni pogled) i micati ga lijevo i desno.

Drawing View2 i **Drawing View3** poravnati su s **Drawing View1** i moguće ih je micati samo u jednome smjeru, kako bi se zadržalo poravnanje.

3. Kliknuti na **Drawing View1** i micati ga u bilo kojem smjeru. Ostala su dva pogleda podređena ovome i uvijek ostaju poravnati s **Drawing View1**.

4. Rasporediti poglede kako je prikazano na slici.



6.6.2. Dodavanje dimenzija nacrtu

Crteži sadrže 2D prikaze modela. Moguće je prikazati dimenzije navedene u modelu u svim prikazima crteža.


1. **Model Items**  u *Annotations toolbar*.

Pojavljuje se **Model Items PropertyManager**. Moguće je odabrati vrste dimenzija, napomena i referentne geometrije za uvoz iz modela.

2. Pod **Source/Destination**:

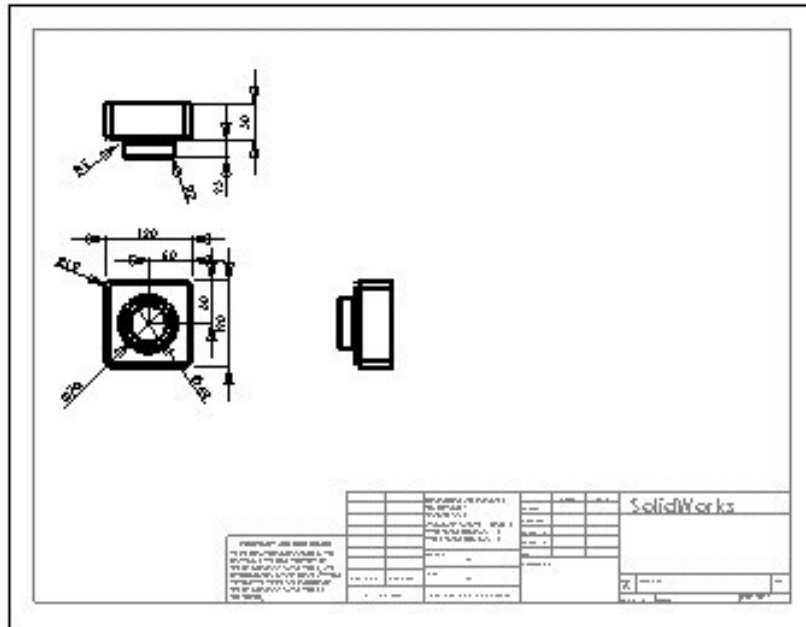
- a. pod **Source** odabrati **Entire model** za učitavanje svih dimenzija modela,
- b. odabrati **Import items into all views**.


3. Pod **Dimensions**:

- a. kliknuti **Marked for drawing**  za umetanje u nacrt samo onih dimenzija koje su označene u dijelu,
- b. označiti **Eliminate duplicates**.

4. Kliknuti **OK**.

Dimenzije su ubačene u pogledima u kojima najbolje opisuju značajke kojima je model izrađen.

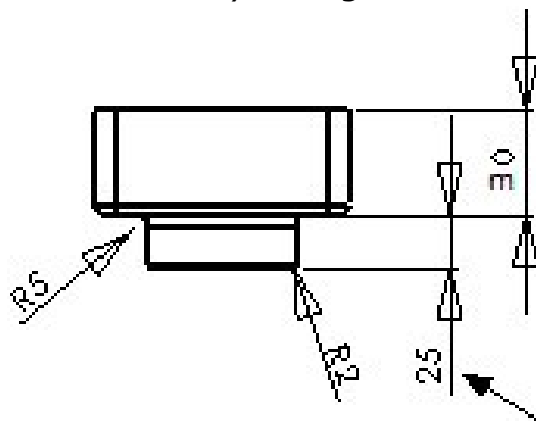



5. Postaviti dimenzije kako je prikazano na slici.
6. Kliknuti na **Save**  na *Standard toolbar* i spremiti nacrt kao Tutor1. Standardna ekstenzija nacрта je .slddrw.

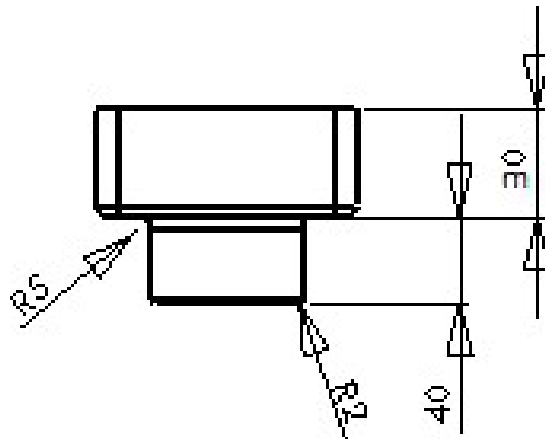
6.6.3. Modifying Dimensions

Kada se promijene dimenzije modela u prikazu crteža, model se automatski ažurira kako bi odrazio promjene i obrnuto.

1. U **Drawing View2** dvostrukim klikom na dimenziju dubine ekstrudiranja otvoriti *Modify dialog box*.



2. Promijeniti dimenziju sa **25** na 40 i kliknuti na **Rebuild** .
- Dio se osvježio i promijenjena je vrijednost dimenzije prihvaćena. I nacrt i dio su usklađeni.



3. Kliknuti ✓.
4. Spremiti nacrt.

Sustav obavještava da je model na koji je crtež vezan izmijenjen i pita želi li ga se spremiti.

5. Kliknuti **Save All** za spremanje modela i nacрта.

6.6.4. Provjera dijela i nadogradnja sklopa

Provjera dijela i nadogradnja (*rebuild*) sklopa u kojem je sadržan taj isti dio.

1. Kliknuti **Window** i odabrati **Tutor1.sldprt** prozor.
2. Dvaput kliknuti na **Boss-Extrude2** u *FeatureManager* stablu dizajna za prikaz dimenzije značajke (trenutno je 40).
3. Kliknuti bilo gdje u prozoru za gašenje dimenzije (prikaza).
4. Otvoriti Tutor.sldasm ukoliko još nije otvoren.

Ukoliko poruka podsjeća da treba osvježiti promjene u sklopu, pritisnuti


Rebuild . Ukoliko se pojavi pitanje želite li to učiniti, pritisnuti **Yes**.

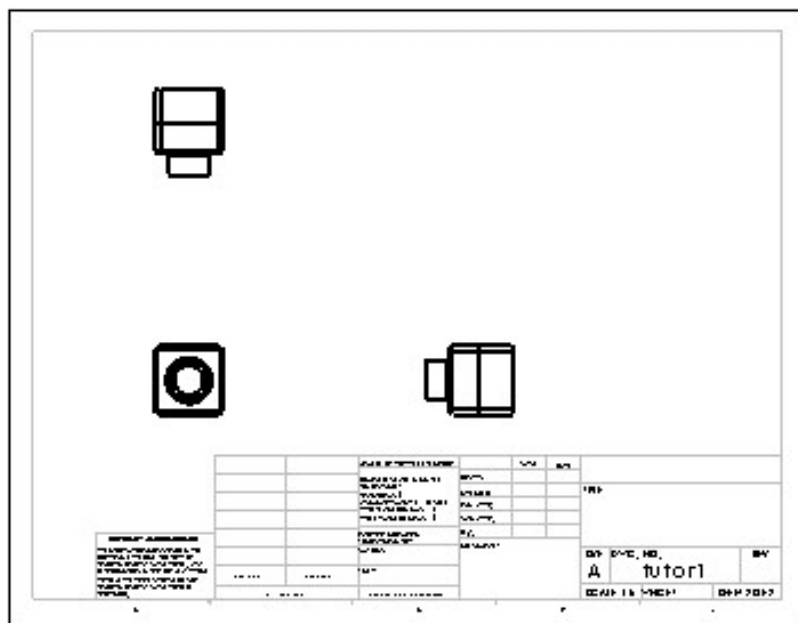
Sklop je osvježен, s novom dimenzijom.



5. Spremiti Tutor.sldasm, zatim se vratiti u prozor nacрта.

6.7. Dodavanje novog lista nacrt

Sada će biti prikazano kako se dodaje dodatni list za izradu nacrt.








1. Ukoliko je *PropertyManager* još otvoren, kliknuti **OK** ✓ za zatvaranje.
2. Desnom tipkom miša kliknuti bilo gdje u otvorenom prozoru i odabrati **Add Sheet**. Dodatni list iste dimenzije dodan je nacrtu.
3. Klik **Standard 3 View**  u *Drawing toolbar*.
4. U *PropertyManageru* odabrati Tutor.sldasm i zatim kliknuti **OK** ✓.
5. Rasporediti poglede nacrt na listu kako je prikazano.

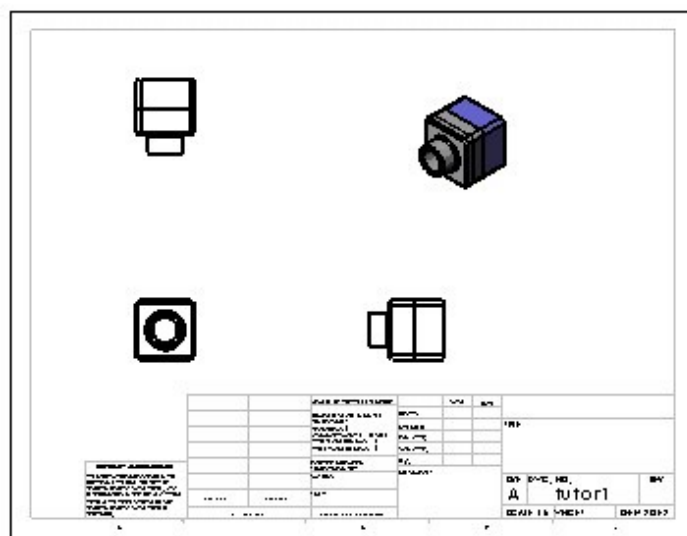


Može se koristiti **Standard 3 View**  za dodavanje svih triju standardnih pogleda odjednom, na nacrt, ili se može koristiti **Model View**  za dodavanje jednog po jednog pogleda. Rezultat će, tj. prikaz, na kraju biti identičan.

6.8. Umetanje dodatnog pogleda u nacrtu

Crtežima se može dodati više prikaza da bi se prikazao model u različitim orijentacijama. Dodavanje standardnog izometrijskog prikaza sklopa:

1. Klik na **Model View**  u *Drawing toolbar*. Mogu se koristiti:
 - standardni pogledi (nacrt, tlocrt, izometrija, itd.),
 - napravljena orijentacija pogleda, definirana u dijelu ili u sklopu.
2. U *PropertyManageru* učiniti sljedeće:
 - a. pod **Part/Assembly to Insert** odabrati **Tutor** ,
 - b. kliknuti **Next** ,
 - c. za **Orientation** kliknuti **Isometric**  u odjeljku **Standard views**,
 - d. pod **Display Style** kliknuti **Shaded With Edges** ,
 - e. unutar **Scale** označiti **Use sheet scale**.
3. Pokazivač mijenja oblik u .
4. Kliknuti negdje u listu za pozicioniranje pogleda.
5. Kliknuti na .



6.9. Printanje nacрта

1. Kliknuti **File > Print**.

Pojavljuje se *Print dialog* prozor.

2. Pod *Print range* odabrati **All sheets** za printanje obaju listova.
3. Kliknuti **Page Setup**.

Pojavit će se dijaloški okvir *Page Setup* u kojem se mogu promijeniti postavke pisača, poput rezolucije, razmjera, veličine papira itd.

4. Pod **Scale and Resolution** odabrati **Scale to fit**.
5. Kliknuti **OK** za zatvaranje *Page Setup* dijaloškog okvira.

POPIS LITERATURE

Kompletan skup raznih datoteka koje se koriste ovdje može se preuzeti na *SolidWorks* internetskoj stranici www.solidworks.com. Kliknite poveznicu *Training & Support*, nakon toga *Training*, pa *Training Files*, te onda *SolidWorks Training Files*. Odaberite poveznicu datoteke koja vas zanima. Može postojati više od jedne verzije dane datoteke ili skupa datoteka. Datoteke su dostupne kao digitalno potpisane, samoekstrahirajuće izvršne datoteke, a organizirane su po rednom broju lekcije. Direktorij pod nazivom *Case Study* u svakoj arhivi sadrži datoteke koje se koriste prilikom predavanja. Direktorij pod nazivom *Exercises* sadrži datoteke koje su potrebne za rad na laboratorijskim vježbama.

PRILOG

Završni radovi, radovi s izložbi inovacija i projekti studenata koji su izrađeni pod mentorstvom autora u programskom okruženju *SolidWorks*.

Naslov projekta koji je cijeli, ili u nekom dijelu izrađen u programskom okruženju <i>SolidWorks</i>	Ime studenta	Prezime studenta	Datum obrane/ održavanja	Ustanova/ događanje
3D digitalizator (zlatna medalja u konkurenciji inovacija mladih za projekt)	Alen Dejan	Britvić Čurčić	2015.	67. MSI iENA, Nürnberg, DE
Aditivni postupci u procesu razvoja novih proizvoda	Tomislav	Subota	24.09.2015.	VUB
Automatska lakirnica (programiranje u ABB RobotStudiju)	Jasmin	Erdelja	26.09.2019.	UNIN
Didaktičko mehatroničko učilo (inovacija je osmišljena i izrađena u sklopu Studentskog inkubatora Veleučilišta u Bjelovaru. Nastala je zajedničkom suradnjom studenata i nastavnika mehatronike sa Veleučilišta u Bjelovaru i Tehničke škole Ruđera Boškovića u Zagrebu. Ukupno je izrađeno sedam takvih učila koja sadrže kombinaciju komponenata iz elektropneumatike, senzoričke, PLC-a itd. Učila su bila namijenjena za državno natjecanje učenika strukovnih škola <i>WorldSkills 2019</i> (za područje mehatronike) koje je održano na Zagrebačkom velesajmu 2019. godine).	Robin Anđelko Domagoj Vladimir Matej Lidija Denis	Despotovski Ribić Božić Sever Ivoš Hartelj Latin	2019.	Državno natjecanje učenika strukovnih škola <i>WorldSkills 2019</i>
Dizajn mehaničkog sklopa za dinamičku evaluaciju držanja ljudskog tijela (brončana nagrada Salona za projekt)	Mateo	Markov	2017.	5. SIBJ
Integracija modularne prihvatnice na industrijskog robota ABB IRB 120 (Inovacija predstavlja dva smjera u mehatronici. Prvi smjer uključuje pripremu i postavu modularne pneumatske prihvatnice na industrijskog robota. U drugom smjeru prikazano je <i>off/online</i> programiranje industrijskog robota uz kontrolu prihvatnice, pomoću programskog koda programskog alata <i>ABB RobotStudio</i> . Takva robotska konfiguracija omogućuje obavljanje zadatka premještanja, pridržavanja, pakiranja i drugo)	Dominik	Šikulec	2019.	7. SIBJ
Integriranje CAD/CAM/CNC lanca u proizvodnju	Zoran	Dergez	28.04.2016.	VUB
Izrada 2D i 3D dokumentacije za hidraulična kliješta	Igor	Boras	26.10.2012.	VUB
Izrada 3D modela robotske ćelije za paletizaciju	Josip	Ljubić	28.10.2011.	VUB
Izrada projektne dokumentacije laktofriza TIP RBV-300	Silvio	Podolski	11.04.2013.	VUB
Izrada složenog dijela korištenjem kombinacije programskih alata <i>SolidWorks</i> i <i>Mastercam</i>	Nikola	Žugec	26.09.2019.	UNIN
Izrada virtualnog 3D modela laboratorija za robotiku i automatiku	Kristijan	Horvat	28.10.2011.	VUB
Kinematika i primjena 5-osnih CNC strojeva	Teo	Kolmanić	02.09.2019.	UNIN
Konstruiranje hidraulične preše za grožđe	Vinko	Matišin	05.12.2014.	VUB
Konstrukcija i izrada kalupa za injekcijsko prešanje čaše	Damir	Kuserbanj	26.10.2012.	VUB
Korištenje aditivnih tehnologija u mehatronici	Vladimir	Sever	30.10.2019.	VUB

Korištenje CNC upravljačke jedinice <i>Sinumerik 840D</i> i programskog alata <i>ShopMill</i>	Tomislav	Debeleć	26.09.2019.	UNIN
Linija za ekstrudiranje-brončana medalja za projekt	Matija Davor	Galjer Gotić	2014.	2. SIBJ
Mehatronički didaktički stol	Josip	Horvat	30.09.2016.	VUB
Prijenosna CNC glodalica	Nikola	Pavlic	04.05.2013.	INOVA MLADI
Prilagodba CAD/CAM sustava za 2.5D i 3D gledanje	Luka	Štefanko	28.09.2018.	UNIN
Prilagodba CAD/CAM sustava za 2.5D i 3D glodanje na 4-osnoj CNC glodalici <i>Hass VF6</i>	Renato	Šabić	04.03.2014.	VUB
Primjena CNC upravljačke jedinice <i>Sinumerik 840Dsl</i>	Silvio	Šokec	30.10.2014.	VUB
Primjena laserskog rezača za izradu komponenata mehatroničkih uređaja	Ivan	Remenarić	20.09.2017.	VUB
Programiranje industrijskih robota	Danijel	Radočaj	17.07.2015.	VUB
Projekt 3D modeliranja i izrade tro-osne CNC glodalice	Nebojša	Lazarević	31.10.2011.	VUB
Projekt didaktičke robotike prilagođen uzrastu krajnjih korisnika (srebrna nagrada Salona za projekt)	Ivan	Remenarić	2016.	4. SIBJ
Projekt robotskog TTT-manipulatora	Nikola	Kristić	24.09.2012.	VUB
Projektiranje dvo-osnog solarnog <i>trackera</i>	Ivan	Knapić	26.10.2012.	VUB
Projektiranje i testiranje procedure virtualne verifikacije strojne obrade	Dejan	Piskač	28.09.2018.	UNIN
Projektiranje simulacije glodanja korištenjem industrijskog robota ABB IRB140	Matko	Makovec	26.09.2019.	UNIN
Projektiranje, izrada i testiranje CNC glodalice	Dejan	Katić	22.12.2011.	VUB
Prototip mehaničkog sklopa za dinamičku evaluaciju držanja ljudskog tijela	Mateo	Markov	14.04.2017.	VUB
Razvoj 3D modela bioničke ruke	Elvis	Jusić	21.02.2019.	VUB
Razvoj funkcionalnog 3D modela stanice za sortiranje i distribuciju	Zdravko	Kovačić	28.10.2019.	VUB
Razvoj prihvatnice za industrijskog robota ABB IRB120	Dominik	Šikulec	28.10.2019.	VUB
Razvoj prototipa vjetroturbine s vertikalnom osi vrtnje	Ivan	Horvat	20.09.2017.	VUB
Razvoj robotske ćelije za lakiranje u programskome alatu V-REP	Danijel	Tkalčec	26.09.2019.	UNIN
Razvoj robotske ćelije za zavarivanje u programskome alatu DELMIA	Mohamed	El Sinnari	26.09.2019.	UNIN
Razvoj transportnog sustava unutar robotske ćelije	Miroslav	Modrić	24.10.2018.	VUB
Razvoj uređaja i alata za ubrizgavanje polimera pod niskim tlakom	Davor	Radujković	27.10.2015.	VUB
Razvoj, proračun i modeliranje tro-osne CNC glodalice	Mario	Šveговиć	19.04.2017.	VUB
Razvoj, razrada i primjena robotske ruke	Dejan	Aleksić	25.09.2014.	VUB
REGALNO SKLADIŠTE 4.0 (srebrna nagrada za projekt)	Goran Ivan	Benkeć Šimunović	2017.	4. MII Ivanić-Grad
Retrofit CNC glodalice i analiza rada	Hrvoje	Dorić	24.09.2015.	VUB
Retrofit dvo-osne tokarilice HobbyMatMD65	Marko	Cindrić	26.10.2016.	VUB
Reverzno inženjerstvo i brza izrada prototipova	Krunoslav	Kušec	18.07.2016.	VUB
Simultano 5-osno glodanje	Hrvoje	Mihokovec	24.10.2018.	VUB
Step-nc	Karlo	Hutinec	23.11.2018.	UNIN
Sumo R5 robotska ruka (zlatna medalja za projekt)	Dejan	Aleksić	2014.	2. SIBJ
Tabletičar (velika nagrada Salona)	Matija Dejan Robert	Galjer Aleksić Jolić	2014.	2. SIBJ
Teleskopski transporter - izrada 3D/2D dokumentacije	Marijan	Bilić	31.10.2012.	VUB

Testiranje CAD/CAM sustava u proizvodnji	Željko	Bezак	28.09.2018.	UNIN
Testiranje CAD/CAM/CNC lanca na primjeru glodanja	Kristian	Gazdek	31.05.2016.	VUB
Tokarenje i glodanje uz <i>SITRAIN Sinumerik 840D</i>	Ivan	Markulinčić	26.09.2019.	UNIN
Upravljanje industrijskim robotom <i>Toshiba TV-1000</i> definiranjem putanje u .dxf datoteci	Luka	Kraljić	29.04.2019.	VUB
Uradi sam CNC kompleti za obradu drva i njihova primjena	Matija	Premec	31.10.2019.	UNIN
Usporedba simultanog glodanja sa 4 i 5 osi	Goran	Delija	28.09.2018.	UNIN
Usporedba vremena obrade <i>iMachining</i> i klasičnom metodom	Deni	Makovec	13.07.2018.	UNIN
Virtualna verifikacija 2.5D glodanja u <i>SolidCAM-u</i> za 3-osnu CNC glodalicu <i>Spinner MVC850</i>	Ivan	Hapavel	21.12.2012.	VUB
Višeosno glodanje i primjena CAD/CAM sustava	Dino	Hajsok	28.09.2018.	UNIN