

RAČUNALNIŠKO PODPRTO RISANJE in MODELIRANJE

V poglavju Računalniško risanje in modeliranje bomo spoznali:

- pojem parametrično risanje in modeliranje,
- možnosti uporabe računalniških programov pri nastajanju tehnične dokumentacije in na drugih področjih tehnike,
- osnovni princip dela s programi, ki se uporabljajo za parametrično risanje in modeliranje,
- osnovne grafične elemente risbe (linija, krog, krožni lok ...) in se jih učilil risati,
- orodja za modificiranje kontur in pripomočke pri risanju,
- osnovne načine prostorskega modeliranja in z njimi izdelovali modele manj zahtevnih oblik,
- osnovne načine izdelave tehnične dokumentacije prostorskega modela in izdelali projekcije enostavnih modelov.

CILJI

- Poznamo pojem parametrično risanje in modeliranje ter ga znamo pojasniti.
- Poznamo osnovni princip dela s programi za parametrično risanje in modeliranje in ga pri delu znamo uporabiti.
- Znamo narisati osnovne grafične elemente modela, jih znamo povezati v konturo in nastaviti potrebne relacije med gradniki 2D-risbe.
- Poznamo osnovne načine modeliranja in znamo izdelati modele enostavnih oblik ter osnovne projekcije.

Obstaja več programov, ki omogočajo parametrično modeliranje. Poleg Pro/ENGINEERja se v praksi veliko uporabljajo Catia, Solid Works, Solid Edge ..., ki omogočajo enaka opravila in tudi delo z njimi je podobno.

Pro /ENGINEER je programsko orodje za CAD/CAM tehnologijo v okolju Windows.

V Pro/ENGINEER je vključenih nad 100 modulov, ki se združujejo v pakete.

V svetu Pro/ENGINEER uporablja nad 300.000 ljudi, 38.000 podjetij in do leta 2003 je bilo registriranih preko 2.000.000 licenc.

11.1 PARAMETRIČNO MODELIRANJE

Programski paketi za parametrično modeliranje je skupina povezanih programov, ki omogočajo spremljanje podatkov o izdelku preko celotnega razvoja do izdelave. Eden izmed najbolj pogosto uporabljenih programov za računalniško podprto tehnologijo (CAD/CAM) je Pro/ENGINEER. Program omoča modeliranje posameznih delov, sestavljanje modelov v sklope, izdelavo delavniške in sestavne dokumentacije, izdelavo programov za računalniško krmiljene stroje, pa tudi napetostno in kinematično analizo. Delo s programom temelji na parametričnem modeliranju, ki poteka v naslednjem vrstnem redu:

- parametrična izdelava modela s konstrukcijskimi značilnostmi (*Feature-Based Modeling*),
- sestavljanje posameznih modelov v sklop (*Creation of Assemblies*),
- med izdelavo modela in sklopa se v upravljalca značilnosti (*Feature Manager*) zapisuje celoten postopek izdelave.

Model izdelamo kot:

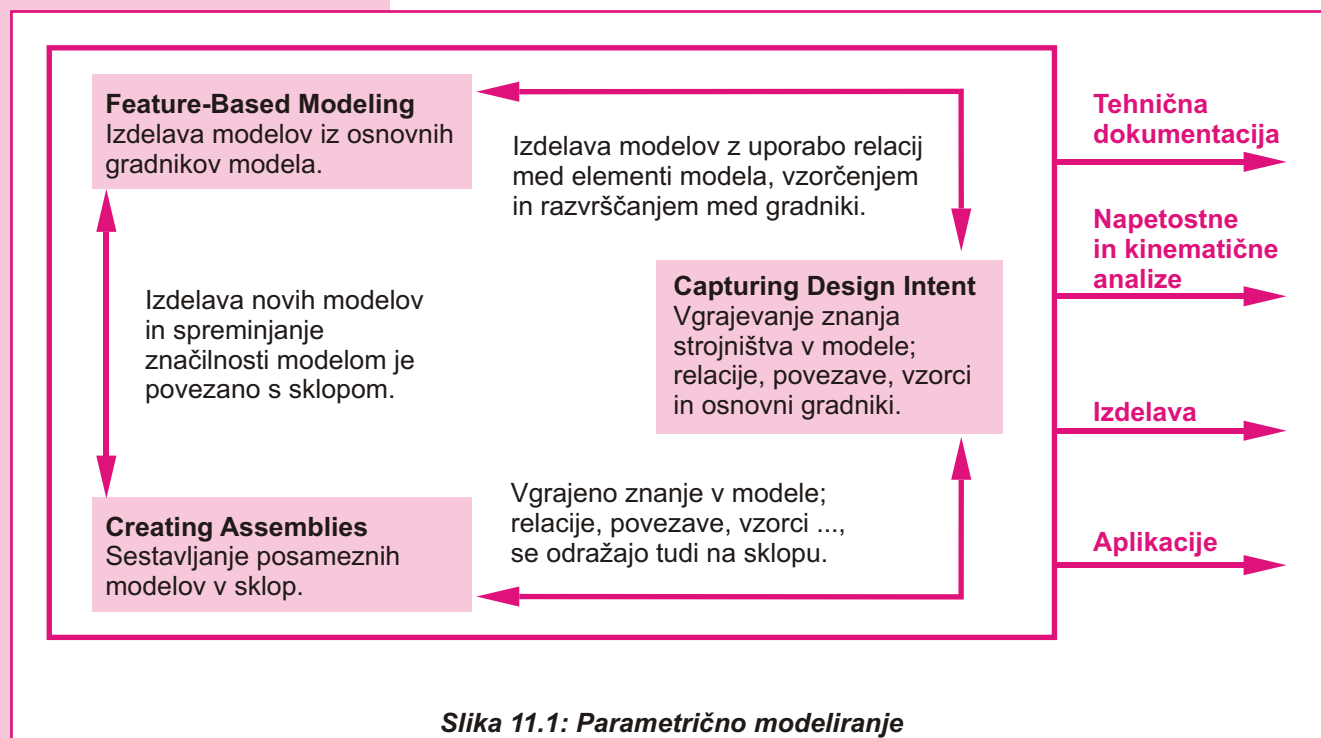
- parametrično skico v ravnini (*2D-sketch*),
- poljubno skico v prostoru (*3D-sketch*),
- parametrični model (*solid*).

Izdelava sklopa lahko poteka na dva načina:

- znotraj sestava nove elemente dodajamo in modeliramo, kar nam omogoča uporabiti značilnosti predhodno izdelanih elementov,
- sestav izdelamo s sestavljanjem obstoječih modelov.

Pri modeliranju delov in sklopov spremljamo izdelek v realnem času.

Vse spremembe, ki jih naredimo, se odražajo v vseh fazah dela.




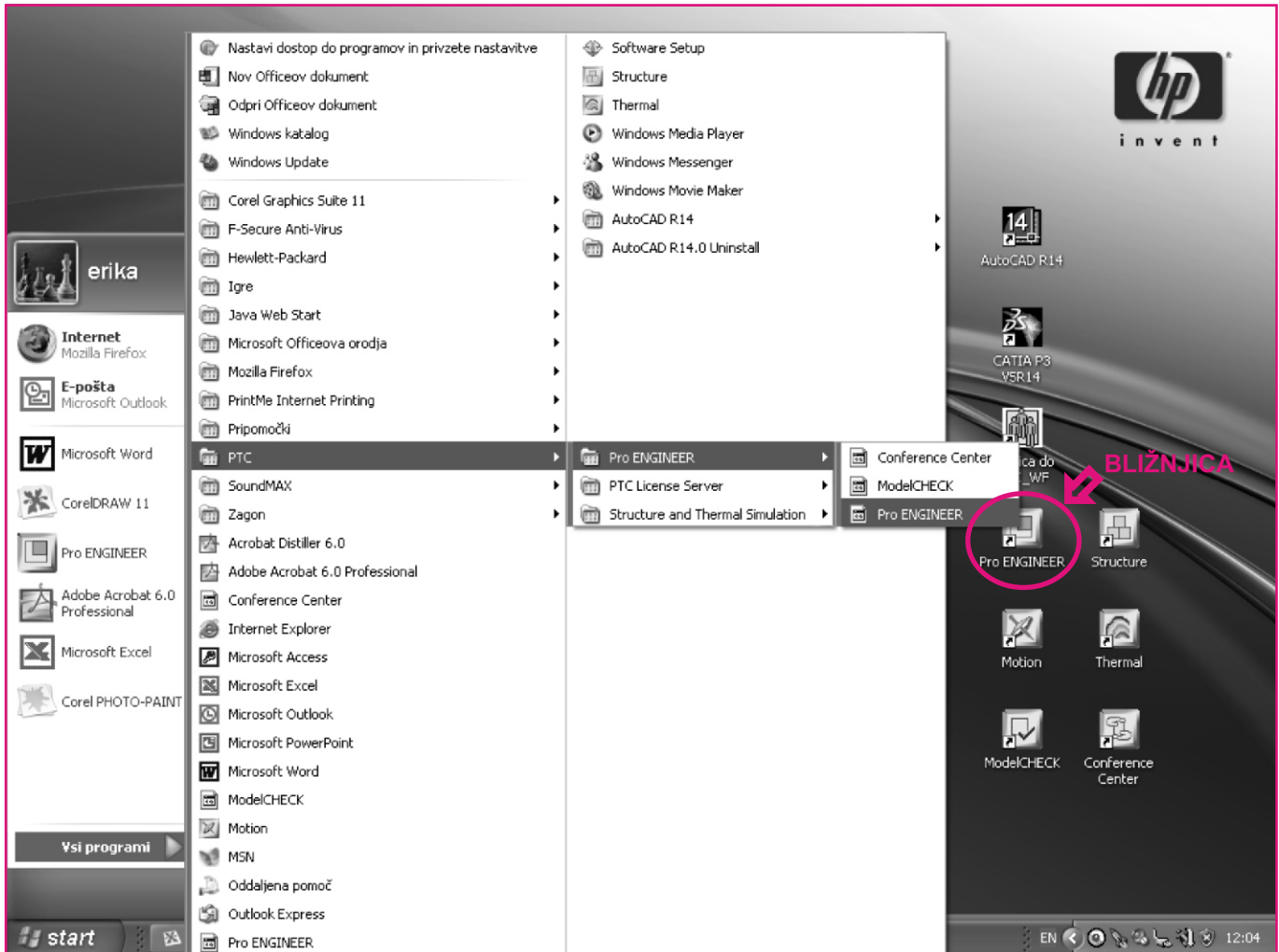
Slika 11.1: Parametrično modeliranje

Del, ki ga izdelamo kot model, je osnova za vse nadaljnje aplikacije. Vsebuje vse geometrijske in neogeometrijske (fizikalne lastnosti) značilnosti elementa. Modele sestavljamo v sklope in z njihovo pomočjo izdelamo delavniško dokumentacijo. Vse značilnosti in spremembe, ki se nanašajo na posamezni model, se odražajo na sklopu, risbah in vseh drugih aplikacijah.

11.2 ZAGON PROGRAMA Pro/ENGINEER Wildfire

Program poženemo s klikom na ikono na namizju ali izberemo ukaze: *Start* ⇒ *All programs* ⇒ *PTC* ⇒ *Pro ENGINEER* ⇒ *Pro ENGINEER*.

 bližnjica do programa *Pro ENGINEER*

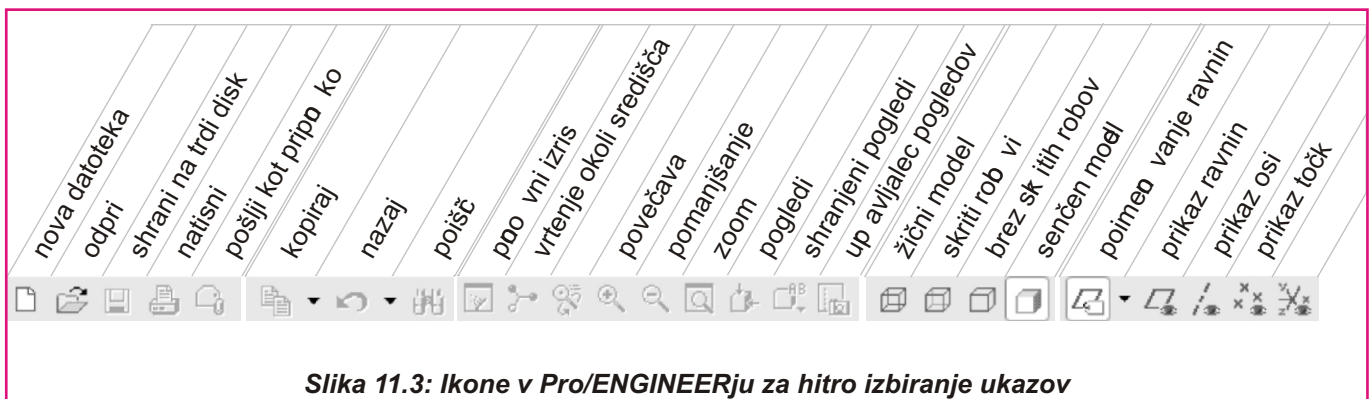


Slika 11.2: Zagon programa: *Start* ⇒ *All programs* ⇒ *PTC* ⇒ *Pro ENGINEER* ⇒ *Pro ENGINEER*

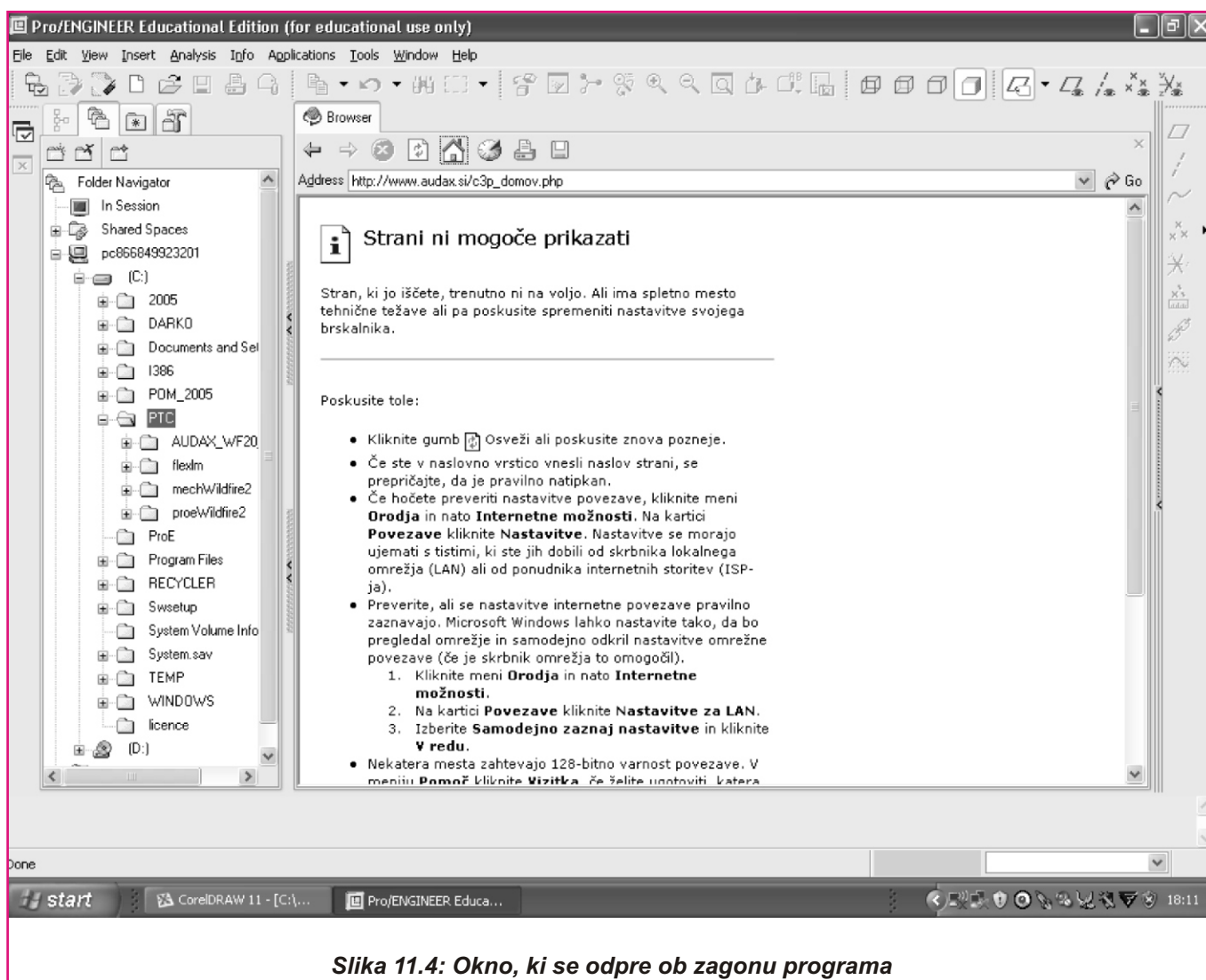
Po uspešnem nalaganju programa se odpre okno, ki ima vrstico s padajočimi meniji:

File Edit View Insert Analysis Info Applications Tools Window Help

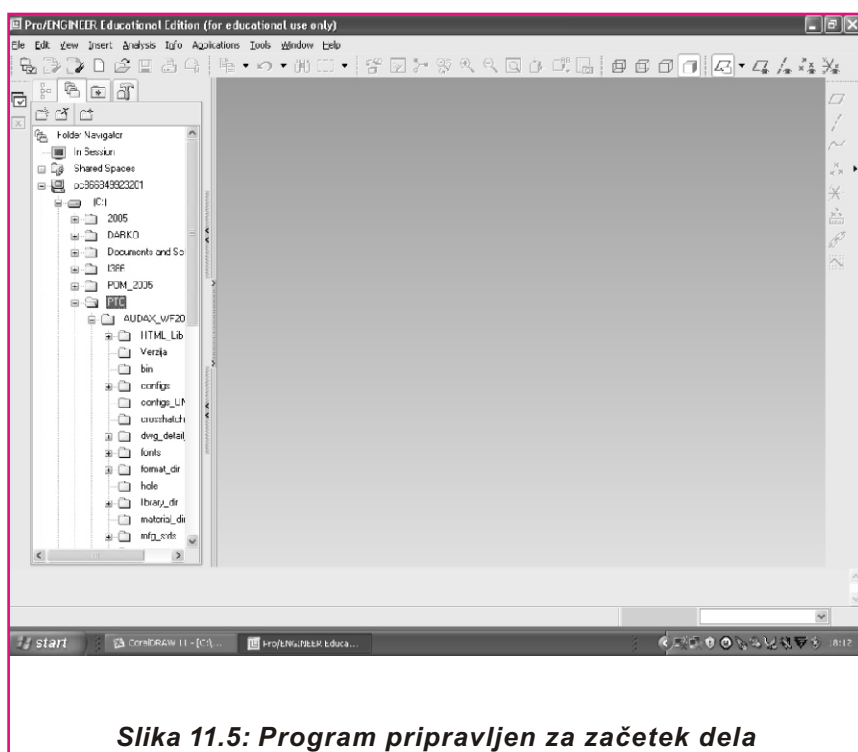
in trakove z ikonami:



Slika 11.3: Ikone v Pro/ENGINEERju za hitro izbiranje ukazov



Slika 11.4: Okno, ki se odpre ob zagonu programa



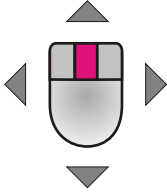
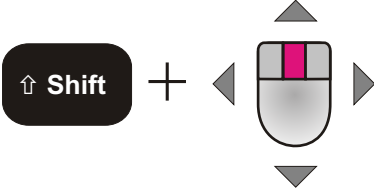
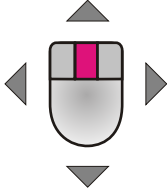
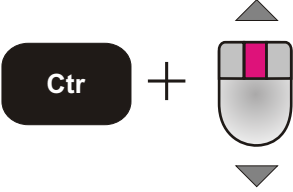
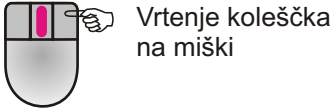
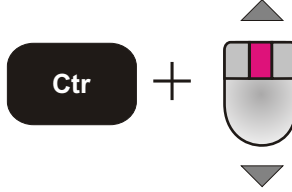
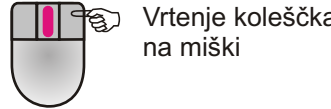
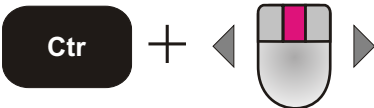
Slika 11.5: Program pripravljen za začetek dela

Na levi strani okna je navigacijsko okno in na desni delovna površina. Ob zagonu se v delovni površini prikaže brskalnik za delo z internetom. To okno zapremo s klikom leve tipke na miški na puščico, ki so na desni strani okna. Okno se skrije in se prikaže površina, namenjena modeliranju.



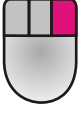

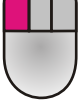
Če želimo ponovno odpreti okno brskalnika, to storimo s klikom leve tipke na miški na puščico, ki so sedaj na levi strani.

11.2.1 Dinamično delo z zaslonom

Dinamično delo z zaslonom nam omogočajo ukazi, ki jih izvršimo s pomočjo miške in tipkovnice in so prikazani v spodnji preglednici.

Ukaz	3D način	2D način
Vrtenje <i>Spin</i>		
Pomik <i>Pan</i>		
Povečati oziroma pomanjšati <i>Zoom</i>	 	 
Vrtenje v ravnini <i>Turn</i>		

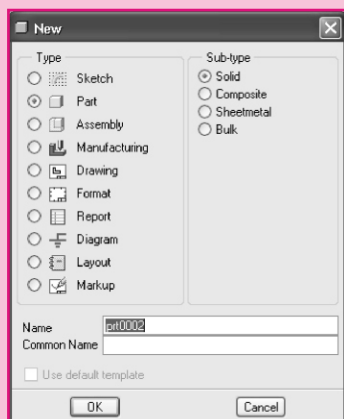
Tudi izbiranje elementov ali gradnikov izvajamo s pomojo miške in tipkovnice, kot je prikazano v spodnji preglednici.

	Elementi pod miškinim kazalcem so poudarjeni v svetlomodri barvi (cyan).		Izbiranje povezanih elementov (robov ali skupin površin).
	Izberemo element, ki je zakrit pod poudarjenim elementom.		
	Izberemo poudarjeni element.		

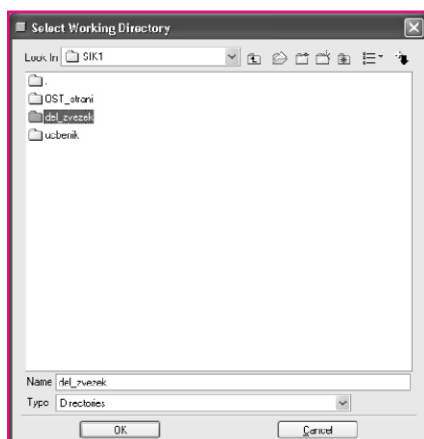
11.3 IZDELAVA 2D SKICE (Sketch mode)

Za izdelavo modela moramo najprej izdelati dvodimenzionalno skico. Zato uporabimo modul *Sketch mode*. Preko padajočega menija *File* ⇒ *New* ali s klikom na ikono *Create New Object* v orodni vrstici se odpre pogovorno kno *New*, ki nam omogoča izbiro modula *Part* in imenovanje objekta *Name*.

Nova datoteka
New



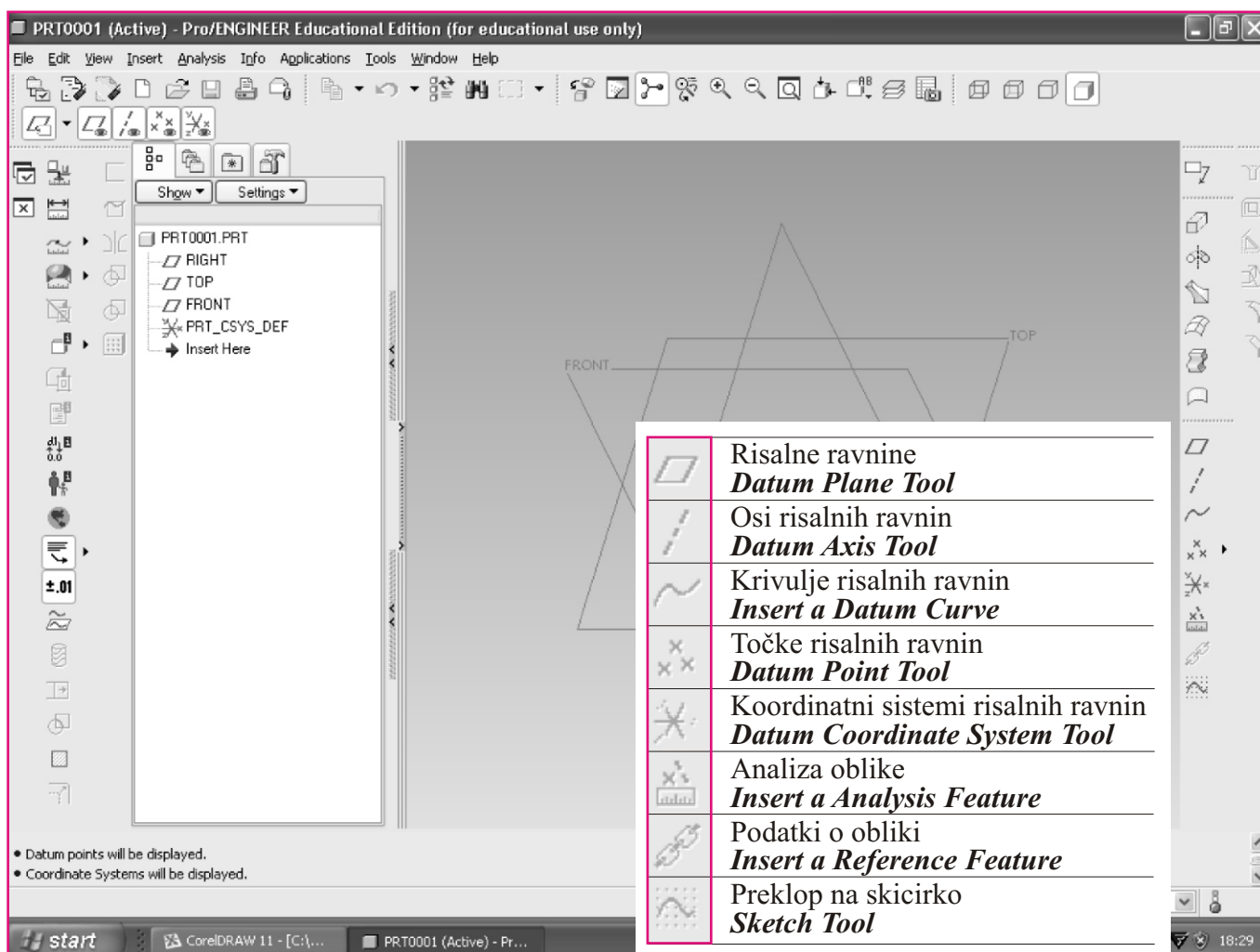
Slika 11.6: Pogovorno okno *New*



Slika 11.7: Pogovorno okno *Select Working Directory*

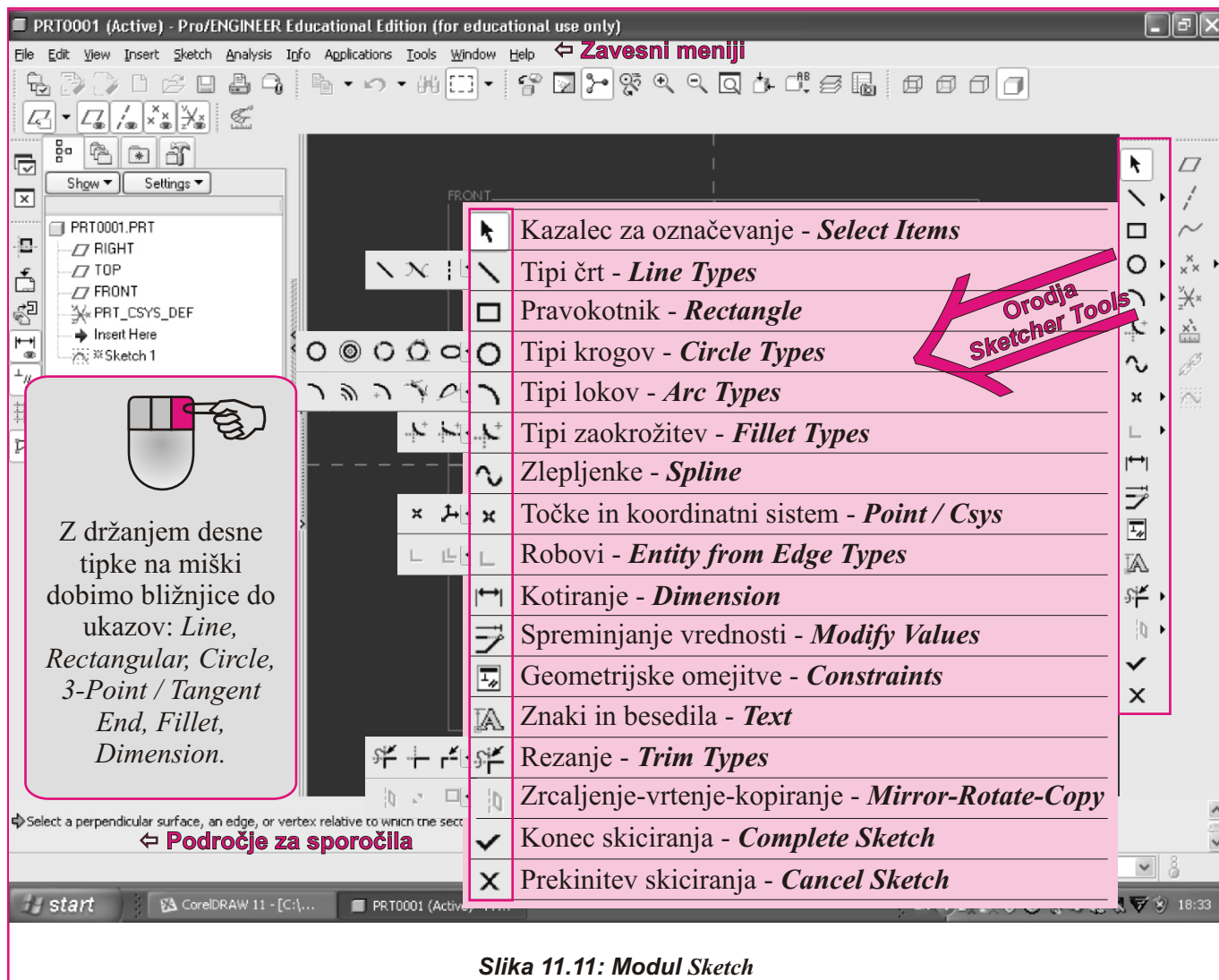
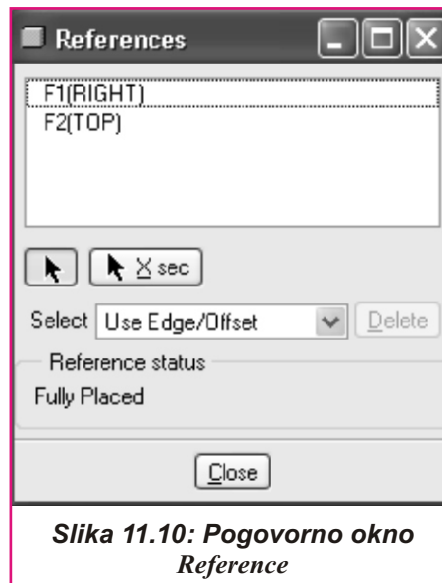
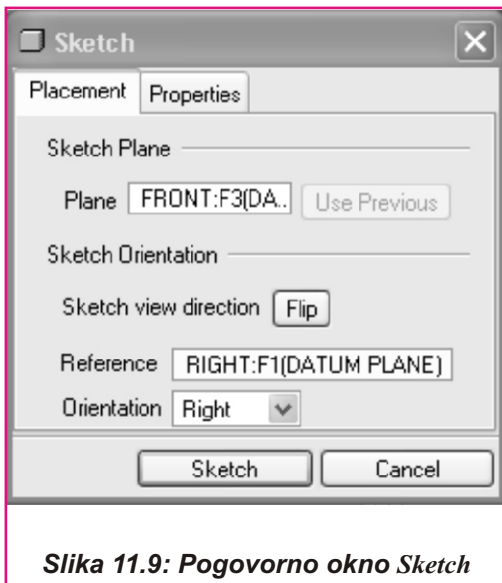
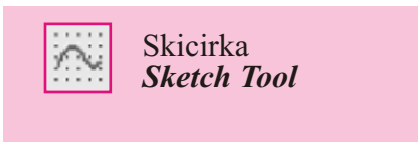
Dobro je tudi, da določimo mesto zapisa datoteke, sicer se datoteke zapisujejo v mapo *Moji dokumenti*. Izberemo padajoči meni *File* ⇒ *Select Working Directory* in pokažemo pot na mapo, kamor se naj datoteke shranjujejo.

Program je preklopil v modul *Part*. Na delovni površini je prostorski sistem, v orodni vrstici se je vključilo nekaj ikon in pojavili so se novi trakovi z ikonami.



Slika 11.8: Modul *Part* s prostorskim sistemom in novimi ikonami

Preklop na skicirko izvedemo s klikom na ikono *Sketch Tool*. Program zahteva, da določimo risalno ravnino, na katero bomo risali, in predlaga smer pogleda na to risalno ravnino. Oboje izberemo s klikom. Po izboru se pojavita pogovorni okni *Sketch* in *References*, ki ju zapremo s klikom na gumba *Sketch* in *Close*.



Risanje elementov:

- izbira ukaza za risanje določenega elementa (*Line, Circle ...*),
- vnos točk, ki določajo element,
- spreminjanje dimenzij na zelene vrednosti.

Brisanje elementov:

- element označimo - izberemo,
- s tipko *Delete* ga zberemo.

Risanje pomožnih konstrukcijskih črt:

- narišemo normalni element,
- z ukazom *Construction* v dinamičnem meniju ga spremenimo v pomožni konstrukcijski element.

Delete**Construction**

Line

Rectangle

Circle

3-Point / Tangent End

Centerline

Fillet

Dimension

Spreminjanje pomožnih konstrukcijskih črt v normalni element:

- označimo pomožni konstrukcijski element in v dinamičnem meniju izberemo ukaz *Solid*.

Delete**Solid**

Line

Rectangle

Circle

3-Point / Tangent End

Centerline

Fillet

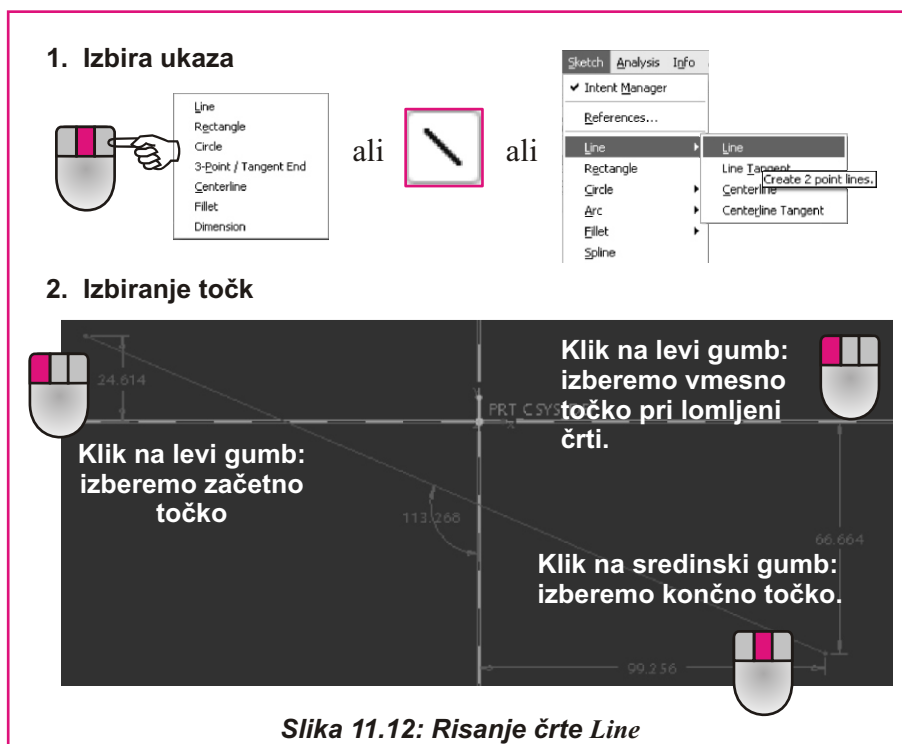
Dimension

11.3.1 Risanje elementov skice

Ukaze za risanje elementov lahko izbiramo na treh mestih:

- v dinamičnem meniju, ki ga vklopimo z držanjem desne tipke na miški,
- na desni strani okna z izbiro ikone v traku z orodji *Sketcher Tools*,
- izberemo padajoči meni *Sketch* ⇒ ukaz za risanje določenega elementa.

Elemente narišemo tako, da s klikom podamo točke, ki definirajo element.



Narisani elementi se samodejno kotirajo. Dimenzije lahko poljubno spreminjamo z dvoklikom na dimenzijo. Pri tem se odpre okno za vnos novih dimenzij, ki ga zaključimo s tipko *Enter*. Kotam, ki smo jim spremenili dimenzijo, se spremeni barva. Tako imamo jasen pregled, katerim dimenzijam smo spremenili vrednosti.

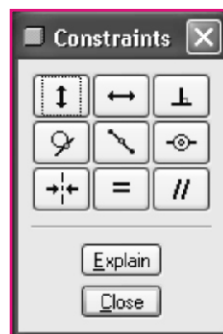
Kote lahko postavimo tudi na poljubno mesto tako, da dimenzijo označimo s klikom in s pridržano levo tipko povlečemo koto na zeleno mesto.

Vsak narisani element lahko tudi brišemo. Brisanje poteka po naslednjem postopku: izberemo ikono *Select* ⇒ pomaknemo kurzor na element za brisanje ⇒ element izberemo s klikom, pri tem spremeni barvo ⇒ s tipko *Delete* ga zberemo.

Pri risanju si večkrat pomagamo s pomožnimi konstrukcijskimi elementi. Najprej narišemo normalni element (črto, krog, elipso ...), nato element izberemo in v dinamičnem meniju, ki ga dobimo z držanjem desne tipke na miški, izberemo ukaz *Construction*. Ukaz označeni element pretvori v konstrukcijski element, ki je narisani s črtkano črto. Konstrukcijski element lahko pretvorimo nazaj v normalni (*Solid*) element tako, da ga označimo in v dinamičnem meniju izberemo ukaz *Solid*.

Pogosto se pojavi potreba, da elementom pripišemo dodatne geometrijske omejitve oziroma povezave. Program nam omogoča uporabo naslednjih omejitev:

- **H** – horizontalnost črt,
- **V** – vertikalnost črt,
- \odot – točka leži na elementu,
- \bullet – skupna točka,
- $||_1$ – vzporednost,
- **T** – tangentnost,
- L_1 – črte so enake dolžine,
- R_1 – radiji so enaki,
- **M** – sredina elementa.



Geometrijske omejitve izberemo na dva načina:

- izberemo ikono **Impose Sketcher Constraints on the Section**,
- izberemo padajoči meni **Sketch** \Rightarrow **Constrains...**

Na skici geometrijske omejitve grafično prikažemo:

- s klikom na ikono **Impose Sketcher Constraints on the Section**,
- ali preko menija **Sketch** \Rightarrow **Options**, kjer označimo ali izbrišemo kljukico pri **Constrains**.

11.3.2 Urejanje skice

Narisano skico je trebna večkrat popraviti in urediti. Pri urejanju najprej označimo element, potem pa izberemo ukaz za urejanje oziroma spreminjanje. Ti ukazi so:

- rezanje elementov – **Trim Types**,
- zrcaljenje-vrtenje-kopiranje – **Mirror-Rotate-Copy**.

Rezanje elementov

- Dinamično rezanje elementov: z ukazom **Dynamicaly Trim Section Entities** odrežemo elemente, ki jih označimo s prostoročno narisano črto. Črto narišemo s pridržano levo tipko na miški. Ko tipko izpustimo, se označeni elementi izbrišejo.
- Rezanje in podaljševanje elementov: z ukazom **Trim Entities to other Entities or Geometry Button** odrežemo ali podaljšamo izbrane elemente do skupnega vogala.
- Delitev elementov: z ukazom **Devide an Entity at the Point of Selection** razdelimo označeni element s točkami na poljubno število posameznih elementov.

Zrcaljenje, rotacija in kopiranje elemntov

- Zrcaljenje elementov: z ukazom **Mirroring Selected Entities** zrcalimo označene elemente preko simetrale, ki jo izberemo s klikom na levi miškin gumb.
- Rotiranje elementov: z ukazom **Rotate Selected Entities** rotiramo označene elemente okoli vrtilišča, ki ga izberemo s klikom na levi miškin gumb. Pri tem lahko izvedemo kopiranje in rotacijo ali samo rotacijo.
- Kopiranje elementov: z ukazom **Copy selected Entities** kopiramo označene elemente na mesto, ki smo ga izbrali.



Geometrijske povezave

Impose Sketcher Constraints on the Section

Geometrijske povezave:

- **H** – horizontalnost črt,
- **V** – vertikalnost črt,
- \odot – točka leži na elementu,
- \bullet – skupna točka,
- $||_1$ – vzporednost,
- **T** – tangentnost,
- L_1 – linearni segmenti imajo enake dolžine,
- R_1 – radiji so enaki,
- **M** – sredina elementa.



Dinamično rezanje

Dynamicaly Trim Section Entities



Rezanje in podaljševanje elementov

Trim Entities to other Entities or Geometry Button



Delitev elementov

Devide an Entity at the Point of Selection



Zrcaljenje elementov

Mirroring Selected Entities



Rotiranje elementov

Rotate Selected Entities



Kopiranje elementov

Copy Selected Entities



Iztisk
Extrude



Vrtenina
Revolve



Sledenje profila
Blend



Izvek
Sweep

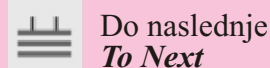
Smer iztiska:



V eno smer
Blind



Zrcalno
Symmetric



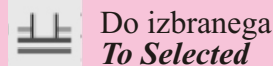
Do naslednje
To Next



Skozi vse
Through All



Čez
Through Until



Do izbranega
To Selected



Razteg
*Extrude from
sketch plan*

11.4 IZDELAVA MODELA (Part)

Za izdelavo modela moramo skicirko zapustiti in 2D-skici v modulu **Part** dodati tretjo dimenzijo, da dobimo telo oziroma model. Dodajanje ali odvzemanje materiala izvedemo z ukazi:

- iztisk – *Extrude*,
- vrtenina – *Revolve*,
- sledenje profila – *Blend*,
- izvlek – *Sweep*.

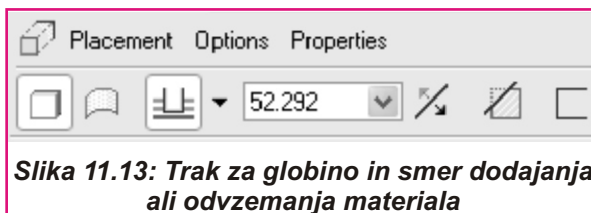
Model lahko izdelamo na dva načina:

- Najprej izberemo ukaz za dodajanje materiala, npr. *Extrude*, in program sam aktivira *Sketcher*, v katerem narišemo profil. Ko zaključimo, se s klikom na ikono vrnemo v **Part**, kjer profilu dodamo tretjo dimenzijo.
- Že izdelanemu 2D-profilu dodamo tretjo dimenzijo z enim izmed ukazov za dodajanje ali odvzemanje materila.

V prvem načinu izberemo mesto za shranjevanje dokumentov, odpremo novi del in izberemo ukaze po naslednjem postopku:

ukaz *File* ⇒ *Set Working Directory* ⇒ *OK* ⇒ *Create a new Object* ⇒ *Part, name* ⇒ *OK* ⇒ *Edit* ⇒ *Setup* ⇒ *Units* ⇒ *Units Manager, milimeter Newton Second* ⇒ *Set* ⇒ *Convert Existing Numbers, Same Size* ⇒ *OK* ⇒ *Close* ⇒ klik na sredinski gumb na miški.

Potem izberemo ukaz za dodajanje materiala, npr. *Extrude*. Pri tem se nam na spodnjem delu zaslona odpre novi trak *Dashboard*.



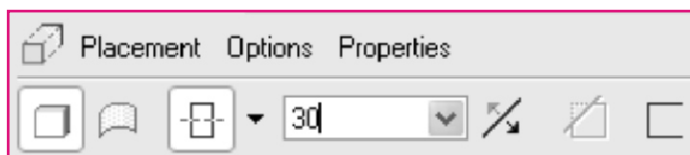
Slika 11.13: Trak za globino in smer dodajanja ali odvzemanja materiala

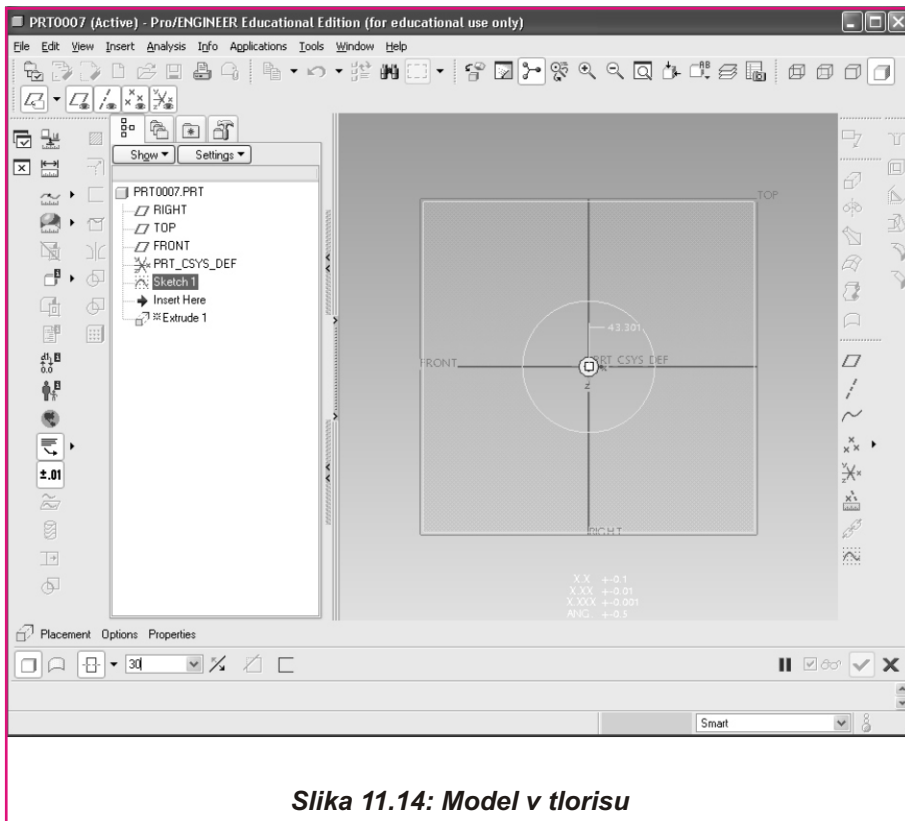
V traku z orodji iberemo ukaz *Sketch Tool* in po že opisanem postopku izdelamo 2D-skico. Skico zaključimo s klikom na ikono . V spodnjem delu zaslona izberemo ikono, s katero določimo smer raztega, in v okvirček za mero vpišemo dolžino raztega. Zaključimo s klikom na ikono .

Tako izdelani model še shranimo s klikom na ikono *Save*. Stare verzije datotek zbrisemo s klikom na ukaz *File* ⇒ *Delete* ⇒ *Old Version* ⇒ klik na sredinski gumb na miški ⇒ klik na levi gumb na miški.

V drugem načinu, ko imamo izdelano skico, izberemo ukaz za dodajanje materiala. Primer izdelave z iztiskovanjem profila:

Extrude ⇒ v kazalu *Option* izberemo *Symmetric* ⇒ vpišemo dolžino raztega ⇒ predogled pogledamo z izbiro ikone ⇒ izbor potrdimo s klikom na .





Slika 11.14: Model v tlorisu

Na 3D-skico gledamo iz tlorisa in tako ne vidimo dejanskega modela. Izberemo padajoči meni

Tools **Tools**

Environment

Environment

Standard Orient:

Isometric, zavrtimo v izometrično projekcijo

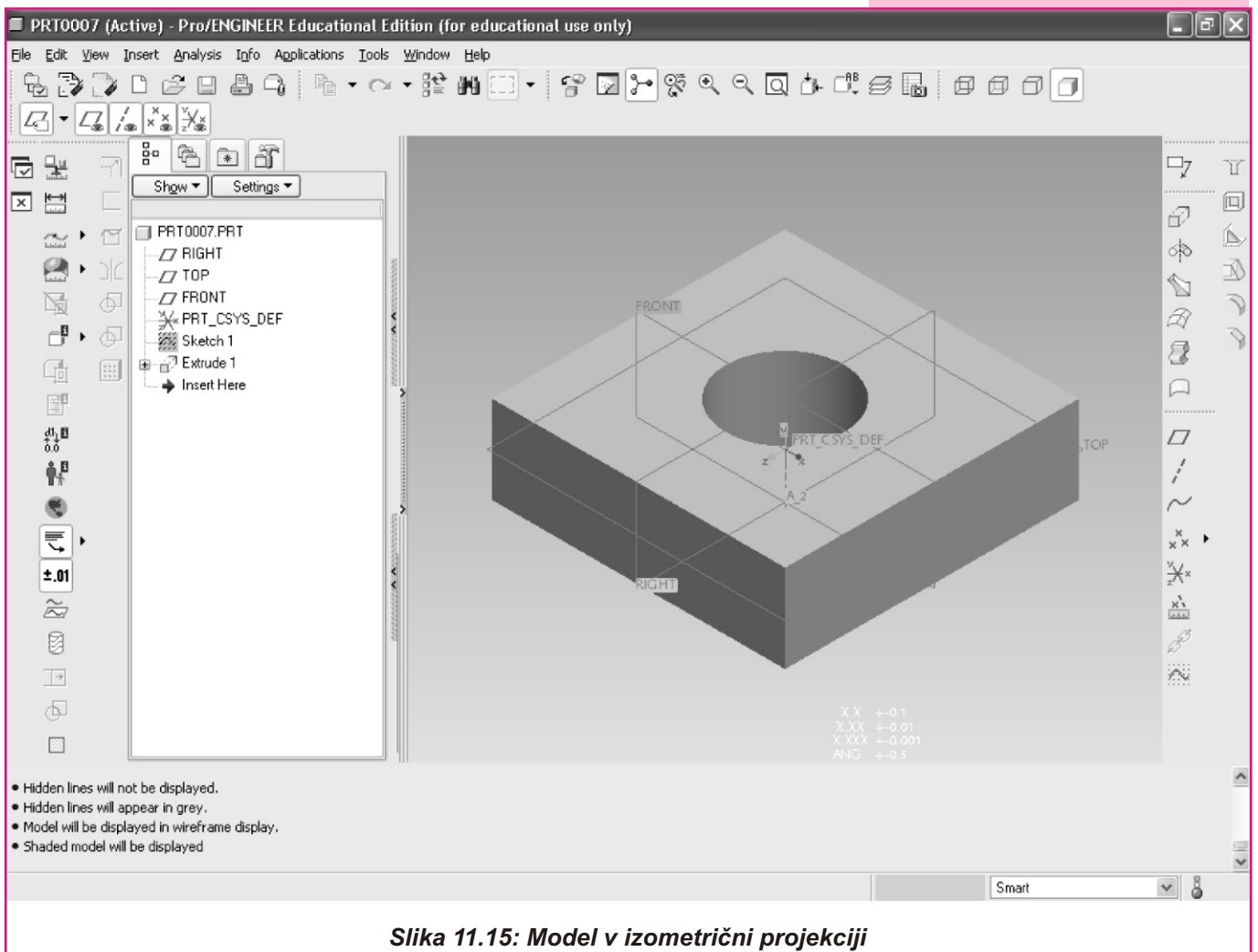
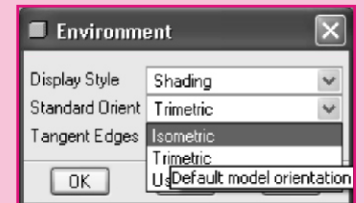
Standard Orient | Isometric

Apply **OK**

Ctrl + D.

Tools

Environment



Slika 11.15: Model v izometrični projekciji



Izvertina
Hole



Shell
Shell



Rebro
Rib



Nagib
Draft



Zaokrožitev
Round



Posnetje
Chamfer


11.4.1 Urejanje začetnega modela

Začetni model, ki ga izdelamo, ponavadi nima popolne oblike elementa. Posnetja, zaokrožitve, izvertine, utore ..., izdelujemo neposredno na modelu.

Model urejamo in dokončno oblikujemo z ukazi:

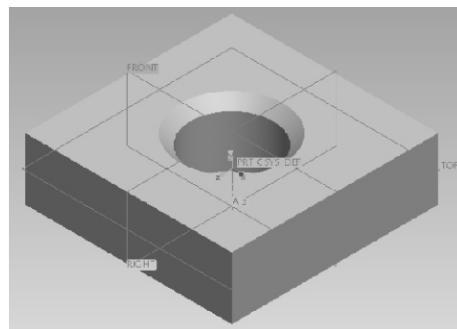
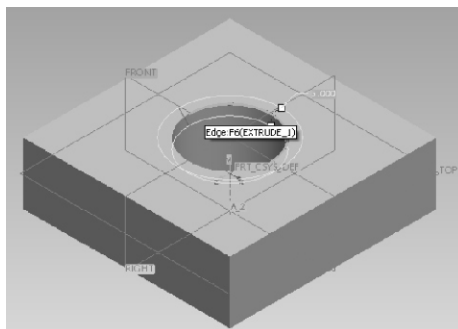
- izvertina – **Hole**,
- lupina – **Shell**,
- rebro – **Rib**,
- nagib – **Draft**,
- zaokrožitev – **Round**,
- posnetje – **Chamfer**.

Primer izdelave posnetja:

Chamfer  ⇒ izberemo robove, na katere želimo narediti posnetje, ⇒ izberemo vrsto kotiranja posnetja in določimo vrednosti, ⇒ končamo izdelavo posnetja .




Posnetje
Chamfer



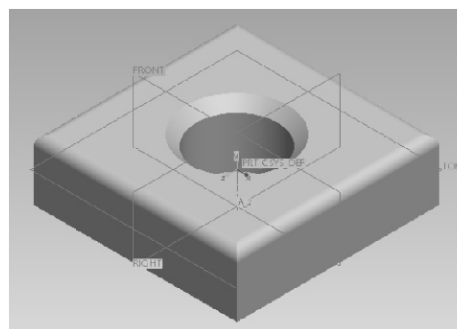
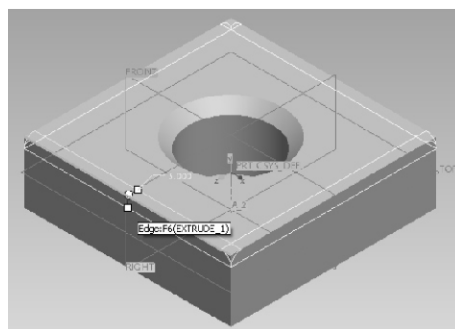
Slika 11.16: Izdelava posnetja na modelu

Primer izdelave zaokrožitve:

Round  ⇒ izberemo robove, na katere želimo narediti zaokrožitev, ⇒ vpišemo želeni polmer zaokrožitve, ⇒ končamo izdelavo posnetja .






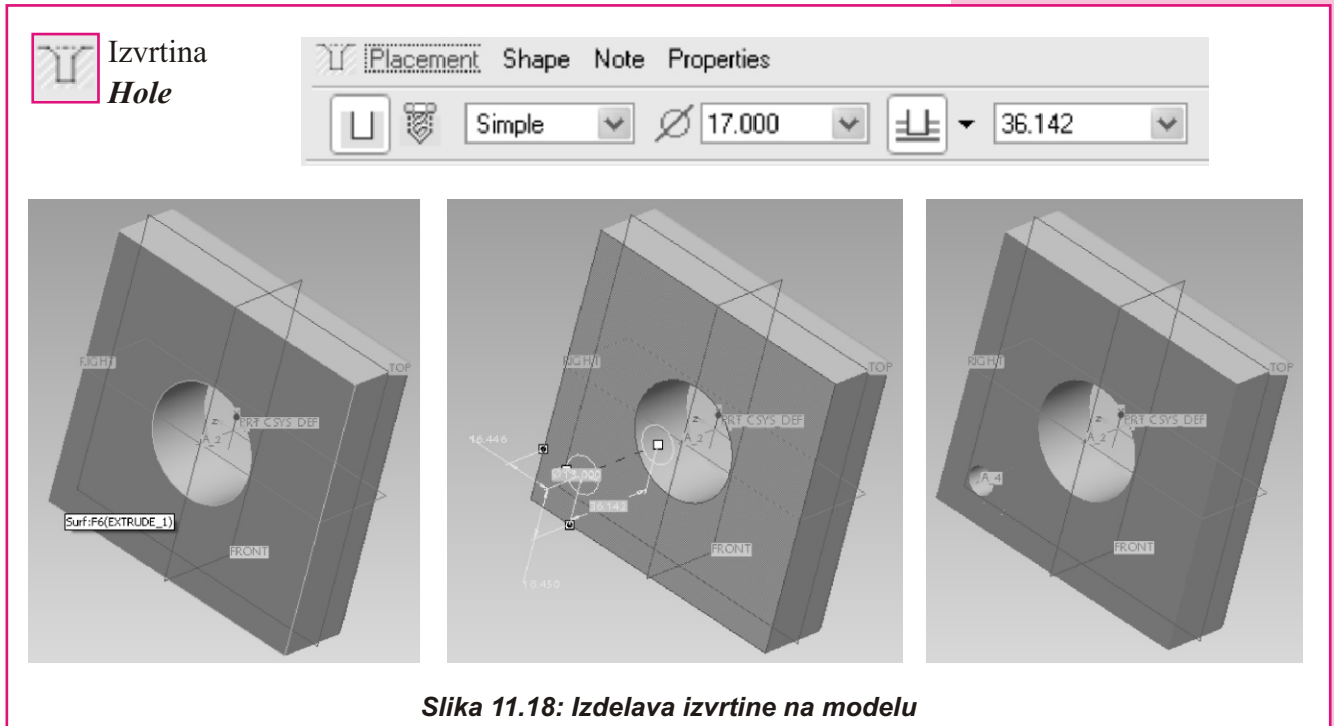
Zaokrožitev
Round











Slika 11.17: Izdelava zaokrožitve na modelu

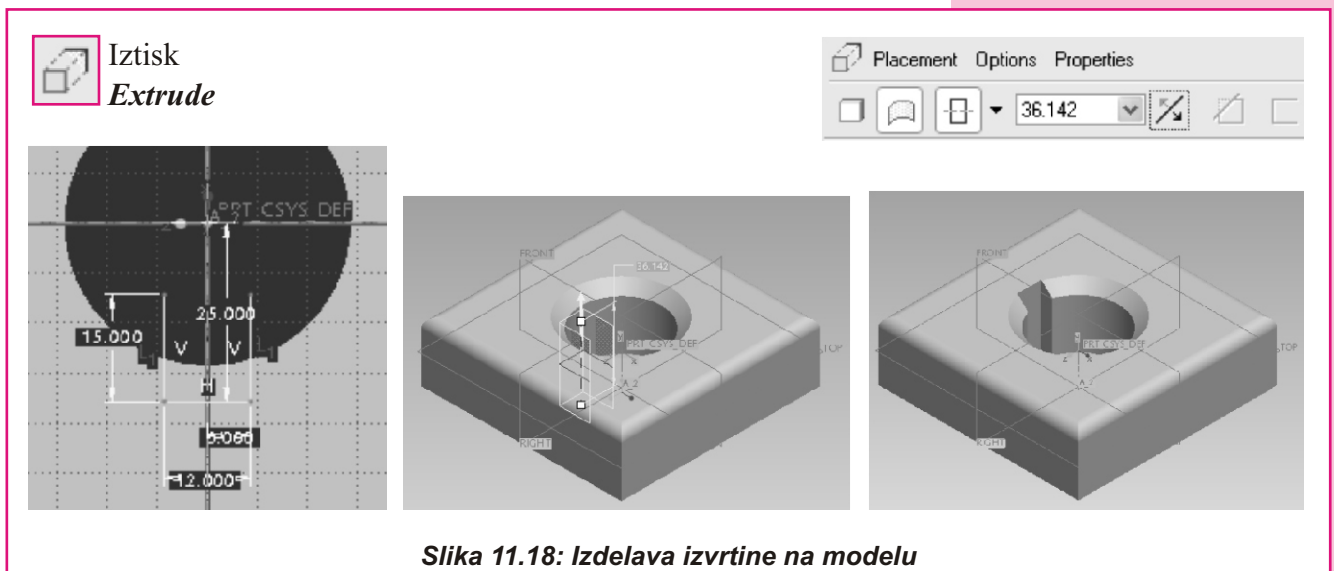
Primer izdelave izvrtine:

Hole  ⇒ izberemo izhodiščno lego za položaj izvrtine (konstrukcijsko ravnino, os, ploskve telesa ...), ⇒ nastavimo izhodišča za kotiranje tako, da ustrezno ročico pripravimo na ustrezno referenco, in določimo položaj izvrtine (vnesemo vrednosti), ⇒ izberemo eno od možnosti za globino izvrtine in vnesemo mere , ⇒ končamo izdelavo posnetja .

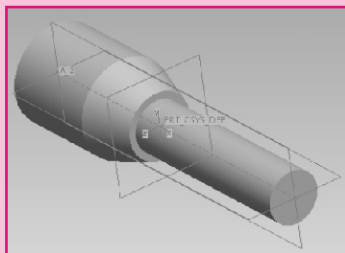


Iztisk z odstaranjevanjem materiala:

Sketch  ⇒ izdelamo skico, ⇒ se vrnemo v Part  ⇒ **Extrude**  ⇒ **Remove Material**  ⇒ smer izreza nastavimo z ikono **Change depth direction of extrude to other side of sketch** , ⇒ v kazalu **Option** izberemo **Thru all** , ⇒ predogled pogledamo z ibiro ikone , ⇒ izbor potrdimo z .



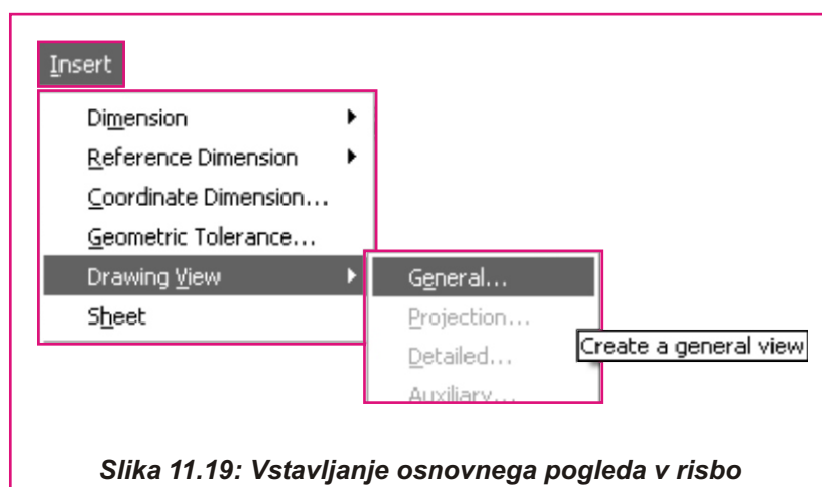
11.5 IZDELAVA TEHNIČNE DOKUMENTACIJE (Drawing)



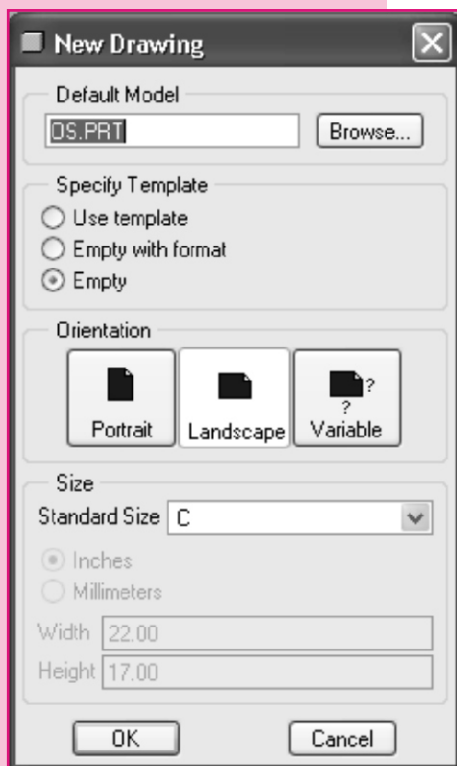
Za izdelavo risbe moramo imeti izdelani model. V padajočem meniji **File** izberemo **New** ⇒ **Drawing**.

Odpre se nam okno **New Drawing**, v katerem izberemo model, za katerega bomo izdelali risbo – **Default model**, velikost in orientacijo papirja – **Orientation**, **Size** in potrdimo z **OK**.

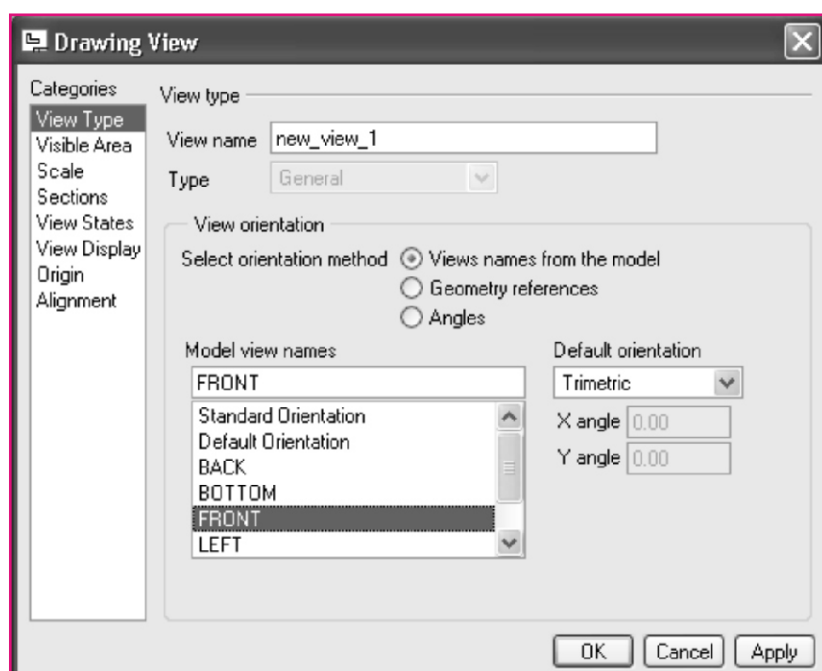
Osnovni pogled vstavimo preko padajočega menija **Insert** ⇒ **Drawing View** ⇒ **General...**. Na risbi s klikom izberemo približni položaj pogleda.



Slika 11.19: Vstavljanje osnovnega pogleda v risbo



Odpre se nam okno **Drawing View**, v katerem izberemo osnovni pogled – **Front**, in okno zapremo s klikom na **OK**.

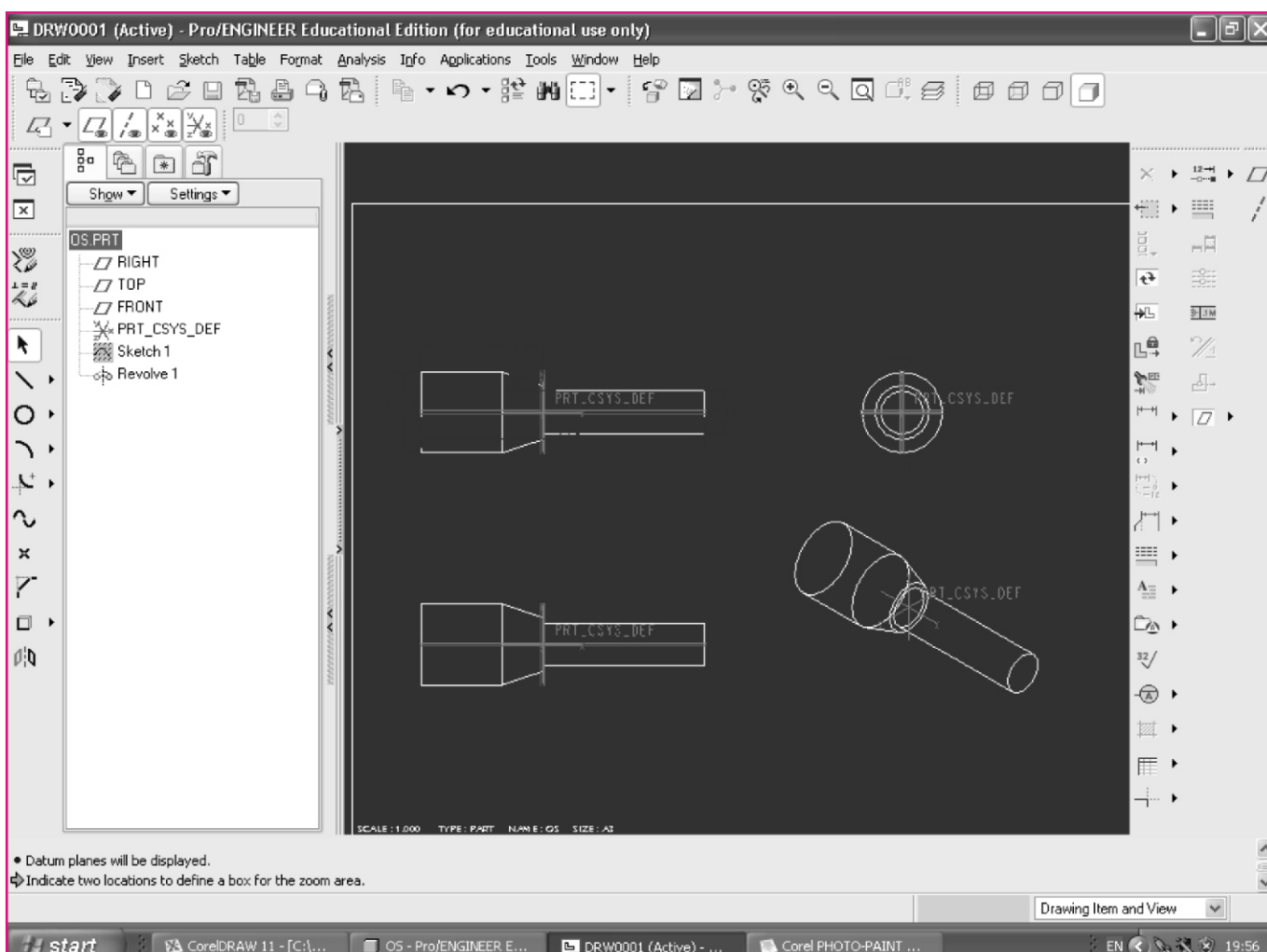


Slika 11.19: Vstavljanje osnovnega pogleda v risbo

Druge poglede vstavimo s pomočjo dinamičnega menija – *Pop-up*. Izberemo: Vstavi projekcijski pogled – *Insert projection View*. Na risbi kliknemo približni položaj pogleda in prikaže se označeni pogled.

Dinamični meni in izbira dodatnih pogledov.

- Delete
- Show Dimensions
- View Info
- Insert Projection View...**
- Use Model in Tree
- Lock View Movement
- Properties



Slika 11.20: Vstavljanje pogledov v delavniško risbo