

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ SO SÍDLOM
V PREŠOVE

Ing. Katarína MONKOVÁ

PC TECHNICA A POČÍTAČOVÁ GRAFIKA

Modelovanie v systéme Pro/ENGINEER



Prešov 2005

© Ing. Katarína MONKOVÁ

Recenzent: doc.Ing. Jozef Zajac, CSc.

ISBN

1 OBSAH

1	Obsah.....	3
2	Úvod.....	5
3	Základné kroky modelovania.....	7
3.1	Spustenie programu Pro/ENGINEER.....	7
3.2	Nastavenie pracovného adresára.....	8
3.3	Nastavenie pracovného prostredia – Environment.....	9
3.4	Vytvorenie nového súboru.....	10
4	Skicár.....	12
4.1	Predpoklady - Constrains.....	12
4.2	Grafické symboly skicára.....	13
4.3	Prednastavené tlačidlá skicára.....	13
4.4	Podmienky pre definovanie skice pri modelovaní objemovej súčiastky.....	16
4.5	Základné tvary skice.....	16
4.6	Vytváranie skice a odstraňovanie jej entít.....	17
4.7	Kótovanie niektorých geometrických prvkov.....	17
4.8	Najčastejšie chyby pri kreslení v skicári.....	19
5	Základné spôsoby vytvorenia 3D modelu.....	21
5.1	Pridávanie materiálu – Protrusion.....	25
5.1.1	Kolmé vytiahnutie – Extrude.....	25
5.1.2	Rotácia – Revolve.....	26
5.1.3	Ťahanie po trajektórii – Sweep.....	29
5.1.4	Prechod – Blend.....	30
6	Viacprvkové modelovanie.....	33
6.1	Naorientovanie modelu a reorientácia.....	33
6.2	Pomocné prvky.....	34
6.3	Odoberanie materiálu – Cut.....	35
6.4	Zrazenie – Chamfer.....	38
6.5	Diera – Hole.....	39
6.6	Znásobenie prvkov – Pattern.....	43
6.7	Zaoblenie – Round.....	43
6.8	Kopírovanie prvkov – Copy.....	45
6.8.1	Copy Mirror.....	46
6.8.2	Copy Move.....	47
6.9	Rezy – X-section.....	48
7	Práca s namodelovanými prvkami.....	52
7.1	Modifikácia – Modify.....	53
7.2	Zmena definície prvku – Redefine.....	53
7.3	Vymazanie prvku – Delete.....	54
7.4	Preusporiadanie poradia prvkov – Reorder.....	55
7.5	Oprava zhavarovaných prvkov.....	56
8	Varianty zadávania úloh.....	57
8.1	Premietanie na tri navzájom kolmé priemetne.....	57
8.2	Prvé zadanie.....	59
8.3	Druhé zadanie.....	70
9	Slovník.....	74
10	Literatúra.....	81

2 ÚVOD

Učebné texty k predmetu **PC TECHNIKA A POČÍTAČOVÁ GRAFIKA** sú určené pre študentov prvého ročníka denného i externého štúdia Fakulty výrobných technológií TU Košice so sídlom v Prešove.

Cieľom týchto učebných textov je osvojenie si pojmov a **základných** poznatkov o vytváraní 3D modelov prostredníctvom programového produktu Parametric Technology Corporation (PTC) s názvom Pro/ENGINEER 2001. Je potrebné poznamenať, že dnes už existujú na trhu tri vyššie verzie tohto produktu pod názvom Pro/ENGINEER WILDFIRE 1., 2. a 3., no vzhľadom na možnosti fakulty a vybavenie počítačových laboratórií sú tieto texty vzťahované na verziu ProE 2001. Vyššie verzie sú samozrejme na lepšej úrovni nielen po softvérovej stránke, ale aj po stránke vzťahu počítač-užívateľ a to hlavne vylepšeným užívateľským prostredím, pričom systém poskytuje vysoko výkonné, ľahko použiteľné a jednoducho naučiteľné nástroje pre tvorbu výrobku.

Pro/ENGINEER dnes predstavuje ucelený systém vývoja výrobku od fázy jeho vzniku až po výrobu. Je to plne asociatívny konštrukčný nástroj, čo znamená, že zmena v ktoromkoľvek mieste konštrukčnej činnosti sa prejaví v celom návrhu a automaticky sa aktualizuje všetko, čo nadväzuje na vytvorenú zmenu. Je tvorený jednotlivými modulmi, ktoré sa navzájom dopĺňajú a spoločne vytvárajú plne parametrický CAD/CAM systém využívaný v mnohých priemyselných spoločnostiach sveta. Pro/ENGINEER sa skladá z množstva modulov, ktoré pokrývajú celú strojársku výrobu a zasahujú aj do iných odvetví priemyslu (letectvo, odbor medicínskeho zariadenia, automobilový priemysel, spotrebný priemysel,...). K základnému modulu

➤ **Pro/ENGINEER**, ktorý je vybavený všetkými základnými prostriedkami pre tvorbu parametrických objemových modelov, patria napríklad aj moduly:

- **Pro/ASSEMBLY** – ktorý podporuje vytváranie typových radov zostáv podľa tabuliek a zaisťuje automatickú náväznosť všetkých prvkov vo vnútri zostavy.
- **Pro/SHEETMETAL** – umožňuje modelovanie veľmi zložitých súčiastok škrapinového tvaru a tiež súčiastok z plechu.
- **Pro/MANUFACTURING** – realizuje prepojenie konštrukcie až po vlastnú výrobu na NC strojoch. Generuje plán výrobného procesu, program pre NC a CNC obrábacie stroje, odhaduje cenu výrobku a čas potrebný na jeho výrobu.
- **Pro/MECHANICA** – umožňuje konštruktérom analyzovať a optimalizovať konštrukciu už počas návrhu a jednoducho overiť funkčnosť navrhovaného modelu pri predpokladanom prevádzkovom zaťažení.

Tieto učebné texty sú venované len základnému modulu systému Pro/ENGINEER, s ďalšími modulmi sa študenti FVT TU v Prešove môžu stretnúť v iných predmetoch štúdia.

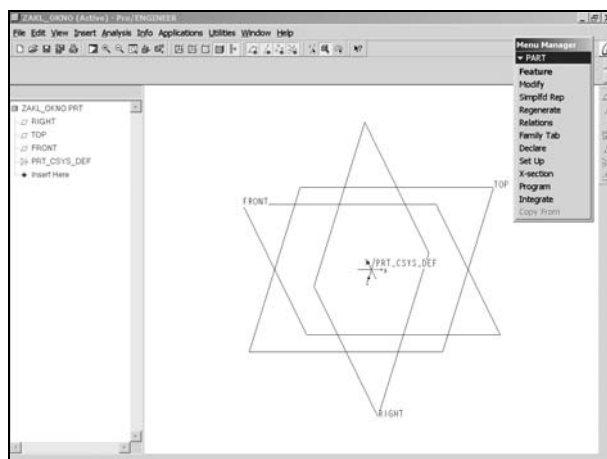
Učebné texty majú poskytnúť študentovi len oporu pri práci s počítačom, pretože ani intenzívne naštudovanie textu nikdy nenahradí skúsenosti získané pri aktívnom vytváraní 3D modelov v tomto, ani inom programovom prostriedku!

3 ZÁKLADNÉ KROKY MODELOVANIA

3.1 Spustenie programu Pro/ENGINEER

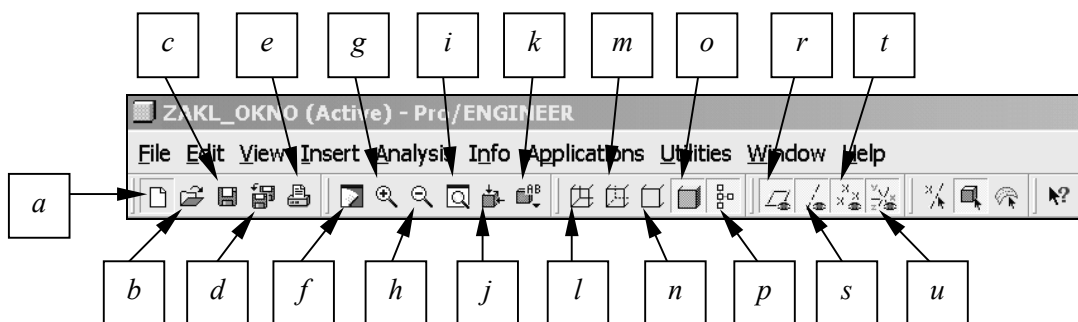
Príkaz na spustenie Pro/ENGINEERa môže byť na rôznych počítačoch odlišný, pretože tento príkaz zvolí administrátor (správca) systému pri inštalácii.

V našom prípade je zástupca Pro/ENGINEERa na ploche obrazovky a program sa spustí dvoma rýchlymi kliknutiami ľavým tlačidlom (ďalej LT) myšky na zástupcu Pro/ENGINEERa. Po nastavení pracovného adresára a po otvorení súboru (nového alebo už existujúceho) sa zobrazí základné okno systému znázornené na Obr. 1.



Obr.1 Základné okno Pro/ENGINEERa

Detailnejší pohľad na hornú lištu základného okna je na Obr.2.



Obr.2 Základná lišta

Príkazy, ktoré sú zadávané navolením jednotlivých tlačidiel z hornej lišty (Obr.2):

- a* - vytvorenie nového súboru
- b* - otvorenie už existujúceho súboru
- c* - uloženie
- d* - uloženie „ako kopie“
- e* - tlačenie
- f* - prekreslenie
- g* - zväčšenie objektu
- h* - zmenšenie objektu
- i* - prispôbienie veľkosti objektu ploche obrazovky
- j* - orientácia modelu
- k* - orientácia modelu pomocou uloženého zoznamu pohľadov

<i>l</i>	-	drôtová geometria s viditeľnými zadnými hranami
<i>m</i>	-	drôtová geometria s viditeľnými zadnými hranami zobrazenými pomocnou čiarou
<i>n</i>	-	drôtová geometria bez viditeľných zadných hrán
<i>o</i>	-	plošná (tieňovaná) geometria
<i>p</i>	-	navolenie (alebo vypnutie) „stromu“ modelovania, ktorý zobrazuje postup vytvárania jednotlivých prvkov a pomocných entít
<i>r</i>	-	zapnutie (alebo vypnutie) viditeľnosti pomocných rovín
<i>s</i>	-	zapnutie (alebo vypnutie) viditeľnosti pomocných osí
<i>t</i>	-	zapnutie (alebo vypnutie) viditeľnosti pomocných bodov
<i>u</i>	-	zapnutie (alebo vypnutie) viditeľnosti počiatku súr. systému

3.2 Nastavenie pracovného adresára

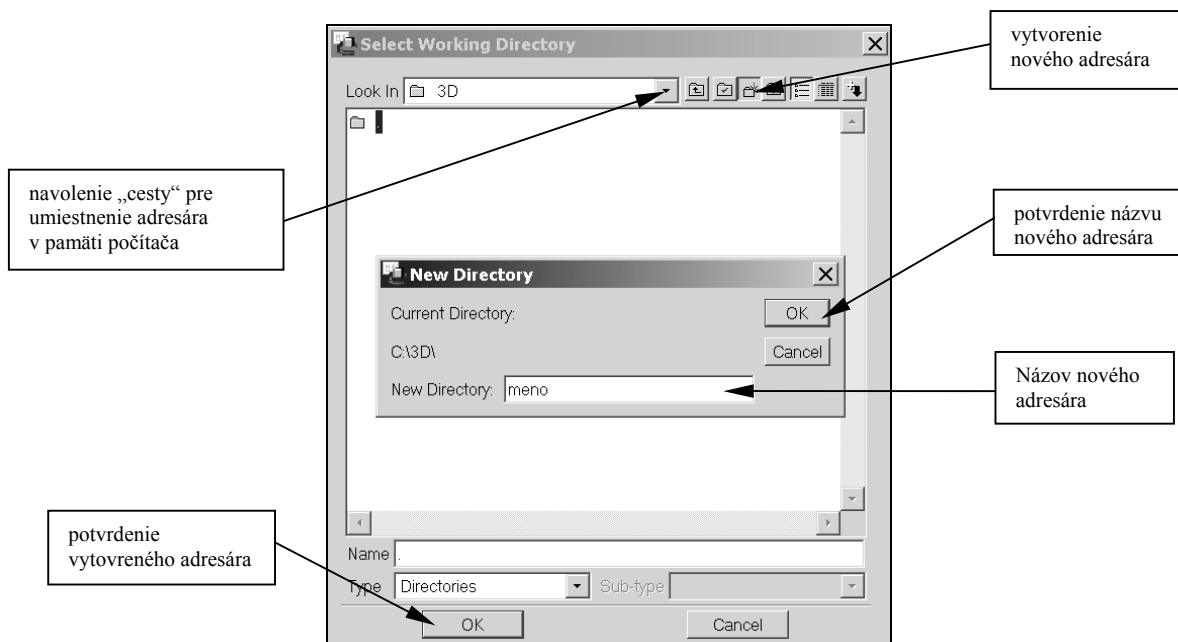
Skôr ako začneme vytvárať nové 3D modely, výkresy, zostavy,..., musíme si pripraviť miesto v pamäti počítača, do ktorého budeme ukladať priebežné alebo konečné výsledky našej práce. Pre tento účel navolíme:

- **File / Set working directory,**

pričom sa na obrazovke vysvieti základné okno pre nastavenie pracovného adresára (Obr.3). Tento adresár sa na rozdiel od iných programových prostriedkov (napr. Word-u) zadáva na začiatku práce a nie až v okamihu, keď prácu chceme uložiť. Pokiaľ by sa nám stalo, že sme adresár predsa len zabudli nastaviť, vyriešime tento problém tak, že prácu „uložíme ako“ navolením

- **File / Save as,**

alebo navolením tlačidla „d“ z hornej lišty (Obr.2) a po zadaní správnej cesty a uložení súčiastky nezabudneme adresár nastaviť tak ako to už bolo popísané.



Obr.3 Okno pre nastavenie pracovného adresára

3.3 Nastavenie pracovného prostredia – Environment

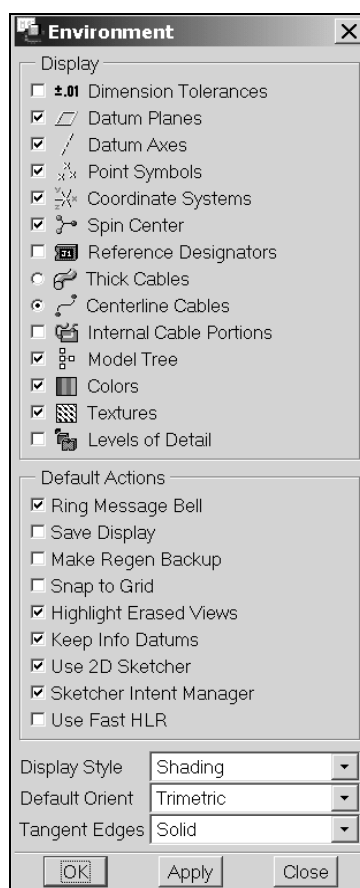
Pro /ENGINEER má predvolené prostredie, v ktorom pracuje (podfarbenie pozadia, zobrazenie kót, tolerancií, osí,...), no často potrebujeme prispôbiť prostredie, v ktorom model vytvárame vlastným požiadavkám. Niektoré vlastnosti sú v našom prípade už vynesené na hornú lištu, kde si môžeme prepnúť napr. viditeľnosť hrán pri zobrazovaní modelu:

- **Wireframe** – (drôtový model) zobrazí všetky čiary rovnako (Obr.2 tlačidlo „l“)
- **Hidden line** – viditeľné hrany sú biele čiary, neviditeľné šedé (Obr.2 tlačidlo „m“)
- **No hidden** – nezobrazí neviditeľné hrany (Obr.2 tlačidlo „n“)
- **Shading** – plochy a objemové telesá budú vytieňované, neplatí pri vytváraní výkresov v režime Drawing (Obr.2 tlačidlo „o“)

Niektoré ďalšie vlastnosti môžeme nastaviť navolením:

- **Utilities / Environment**

z hornej časti základného okna, pričom sa zobrazí pomocné okno definujúce vlastnosti prostredia. (Obr.4).



Obr.4 Voľba prostredia v systéme Pro/ENGINEER

Podobná ponuka, ktorá umožní nastaviť vlastnosti prostredia vznikne navolením:

- **View / Display settings,**

pričom sa vysvieti Menu

- **Model Display** – umožňuje nastaviť **vlastnosti modelu** (zobraziť tolerancie, nastaviť typ čiary, nastaviť viditeľnosť čiar pri plochách s tangentským prechodom,...).
- **Datum Display** – umožňuje nastaviť **vlastnosti pomocných prvkov** prostredia (viditeľnosť pomocných osí, bodov, kriviek,...)

- **Performance** – nastavenie **zobrazovacích charakteristík** s ohľadom na schopnosti technického vybavenia výpočtovej techniky
- **System Colors** – umožňuje nastaviť **farby** jednotlivých **entít** geometrie, písma, ale aj pozadia, príp. sa dá nastaviť komplexná schéma farieb, napr. black and white (čiernobiele zobrazenie), default (predvolené zobrazenie farieb prostredia),...
- **Entity Colors** - umožňuje nastaviť **farby** jednotlivých entít **pomocnej geometrie** (pomocných rovín, osí, bodov,...), ale aj referencií, plôch plechových súčiastok,...

3.4 Vytvorenie nového súboru

Po nastavení pracovného adresára otvoríme nový súbor navolením cesty

- **File / New**

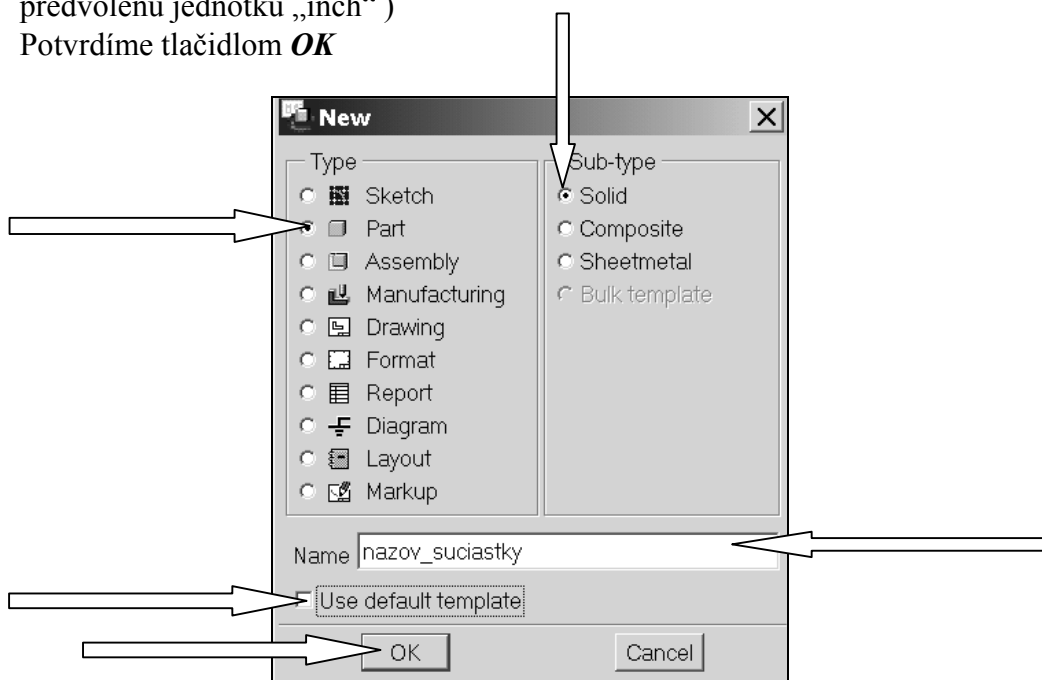
z hornej lišty základného okna alebo priamo stlačením tlačidla „a“ (Obr.2), pričom sa zobrazí ponuka režimov (modulov) práce v systéme Pro/ENGINEER (Obr.5), napr. :

- **Sketch** – kreslenie dvojrozmernej skice modelu
- **Part** – vytváranie objemových modelov súčiastky
- **Assembly** – vytváranie zostáv z namodelovaných súčiastok
- **Drawing** – vytváranie výkresovej dokumentácie s využitím už namodelovaných súčiastok a zostáv.

Režim **Sketch** je samostatnou časťou systému Pro/ENGINEER, ale zároveň je tiež súčasťou režimu **Part**.

Prácu v režime **Part** zahájime po otvorení nového súboru navolením nasledujúcich krokov (Obr.5):

- V *type* režimu navolíme **Part**
- V *sub-type* **Solid**, keďže sa budeme venovať objemovým súčiastkám
- Zadáme Názov súčiastky **Name** (počítač ponúka názov napr. prt0001, ktorý môžeme ale nemusíme akceptovať). **!V názve nie je dovolené používať bodky, čiarky a iné špeciálne znaky!**
- **Zrušíme** použitie predvolených jednotiek *Use default template* (softwér má predvolenú jednotku „inch“)
- Potvrdíme tlačidlom **OK**

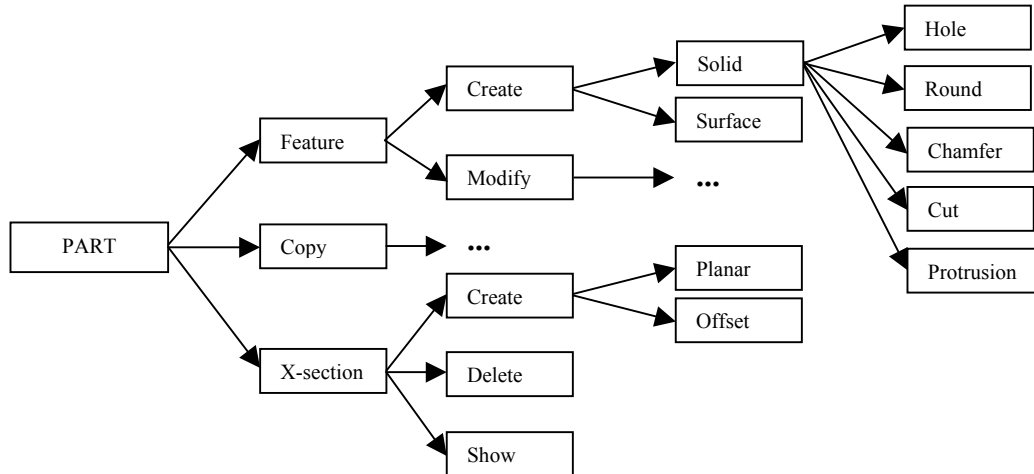


Obr.5 Nastavenie nového súboru

Keďže sme zrušili použitie predvolených jednotiek, počítač nás v nasledujúcom kroku vyzve, aby sme zadali nové podmienky (*New file options*), v ktorých budeme pracovať. Navolíme:

- *mmns_part_solid* / **OK**

Po základnom nastavení pracovných podmienok sa zobrazí okno s tromi základnými rovinami (Front, Top, Right) karteziánskeho súradnicového systému a **Menu manager**, ktorý pracuje roletovým systémom. Rolety sa postupne rozvinú tak, že každý navolený príkaz zobrazí ďalšie ponuky, ktoré s príkazom súvisia podľa Obr.6. Pomocou Menu managera budeme zadávať príkazy potrebné na vytvorenie nového 3D modelu.



Obr.6 Princíp navolenia príkazov Menu Managera

4 SKICÁR

Skôr než pristúpime k samotnému modelovaniu, je potrebné podrobne poznať možnosti práce v skicári, ktorý je tvorený jednoduchými, ale veľmi silnými a intuitívnymi nástrojmi.

K skicáru sa dostaneme buď priamo navolením režimu Sketch

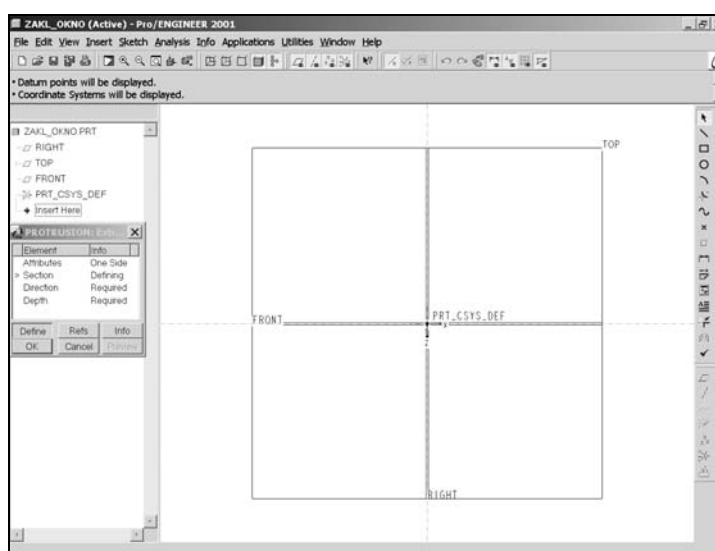
- **File / New / Sketch,**

alebo pri vytváraní nového prvku, či súčiastky ako bude ukázané v neskorších kapitolách.

Skicu, teda tvar profilu, s ktorým budeme ďalej pracovať (vyťahovať, rotovať,...) a na základe ktorého bude objemový prvok vytvorený, kreslíme v tzv. skicovacej rovine (*Sketch plane*).

Pri zadávaní **skicovacej roviny** je potrebné si uvedomiť, že zvolená rovina sa **stotožní s plochou obrazovky**, preto môže byť pri vytváraní nového modelu u každého iná.

Základné okno skicára je zobrazené na Obr.7. Z obrázku je možné vyčítať, že ako skicovacia rovina bola zvolená rovina TOP, pričom roviny RIGHT a FRONT sú na ňu kolmé, teda sa v tomto pohľade zobrazia len ako čiary s tým istým označením.



Obr.7 Základné okno skicára

Pri vytváraní **prvého** prvku 3D modelu (zväčša pri pridávaní materiálu) je **skicár vždy prázdny**, teda na začiatku kreslenia neobsahuje skicár žiadne entity (okrem základných rovín súradnicového systému).

Ak neskôr budeme vytvárať ďalšie prvky do toho istého modelu, dostaneme sa do skicára, v ktorom sú viditeľné obrysy už pred tým vytvorených prvkov. Musíme si však uvedomiť, že aj tento **skicár je čistý**, nepokreslený. Môžeme si ho predstaviť ako čistý pauzovací papier (priehľadný), za ktorým sú viditeľné obrysy už vytvorených prvkov.

4.1 Predpoklady - Constrains

Skicár ako nástroj na kreslenie používa určité predpoklady, ktoré na jednej strane urýchľujú kreslenie, ale na druhej strane môžu spôsobiť problémy.

Ak potrebujeme napríklad nakresliť úsečku, ktorá má mať od vodorovného (horizontálneho) smeru odklon len 2° , skicár ju bude vždy kresliť ako horizontálu čiaru, pretože má v sebe predvolený predpoklad hovoriaci o tom, že *úsečky, ktorých smer je blízky horizontálnemu smeru, sú považované za horizontálne (vodorovné)*.

Tento problém vyriešime tak, že sklon úsečky preženieme, teda nakreslíme ju naklonenú od horizontálnej osi o oveľa väčší uhol (napr. 40°) a následne tento uhol zmodifikujeme (zmeníme hodnotu uhla) na 2° .

Predpoklady, s ktorými pracuje skicár v systéme Pro/ENGINEER sú:

- ak je v skici viacero kružnic alebo oblúkov s približne **rovnakým polomerom (priemerom)**, systém ich bude považovať za rovnaké
- ak v skici existujú dva objekty **symetrické** podľa osi, stačí zakótovať jeden z nich
- úsečky, ktorých smer je blízky **vodorovnému (zvislému) smeru**, sú považované za vodorovné (zvislé)
- dve úsečky takmer **rovnobežné (kolmé)** sú považované za rovnobežné (kolmé)
- geometrické prvky napojené takmer **tangenciálne** sú považované za tangenciálne napojené
- geometrické objekty, ktoré ležia približne na jednej priamke, sú považované za **kolineárne**
- geometrické prvky s približne **rovnakou dĺžkou** sú považované za rovnako dlhé

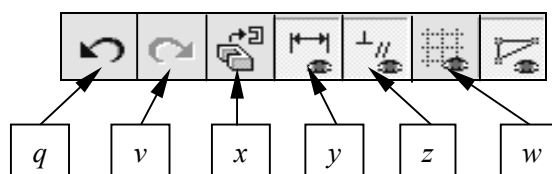
4.2 Grafické symboly skicára

Súčasťou skicára sú tieto **grafické symboly** a ich väzby na geometrické prvky:

H	-	vodorovná (horizontálna) entita
V	-	zvislá (vertikálna) entita
L	-	úsečky s rovnakou dĺžkou
⊥	-	kolmé čiary
//	-	rovnobežné čiary
T	-	entitty tangentne napojené
R	-	rovnaké polomery
→ ←	-	symetria
-o-	-	bod na entite
--	-	(malé hrubé čiarky medzi bodmi) - rovnaké súradnice

4.3 Prednastavené tlačidlá skicára

Hornú lišu dopĺňajú v skicári tlačidlá podľa Obr.8:




























Obr.8 Tlačidlá hornej lišty skicára



<i>q</i>	-	krok späť
<i>v</i>	-	krok dopredu
<i>x</i>	-	návrat do skicovacej roviny
<i>y</i>	-	zapnutie (vypnutie) kót
<i>z</i>	-	zapnutie (vypnutie) pomocných grafických symbolov
<i>w</i>	-	zapnutie (vypnutie) mriežky v skicári

Súčasťou skicára sú tiež tlačidlá zoradené na zvislej lište v pravej časti základného okna skicára (Obr.7), navolením ktorých môžeme jednoducho a rýchlo zadefinovať požadovaný tvar a rozmery skice.

Význam jednotlivých tlačidiel bočnej lišty skicára a ich použitie pre kreslenie v skicári je prehľadne znázornené na Obr.9.

Tlačidlo	Názov	Popis práce s tlačidlom
	kurzor	<ul style="list-style-type: none"> navolí sa LT vždy, keď chceme činnosť ostatných ikoniek ukončiť pomocou kurzora sa označujú hromadne do boxu prvky, ktoré majú byť súčasne vymazané, kopírované, zrkadlené, ...
	čiara	LT - počiatok čiary LT - koniec čiary, zalomenie čiary ST - ukončenie činnosti ikony
	os	LT - zadanie prvého bodu, ktorým os prechádza LT - zadanie druhého bodu, ktorým os prechádza ST - ukončenie činnosti ikony
	obdĺžnik	LT - zadanie počiatočného bodu <i>uhlopriečky</i> obdĺžnika LT - zadanie koncového bodu <i>uhlopriečky</i> obdĺžnika ST - ukončenie činnosti ikony
	kružnica	LT - zadanie stredu kružnice LT - zadanie veľkosti polomeru kružnice ST - ukončenie činnosti ikony
	sústredné kružnice	LT - výber už existujúcej kružnice, s ktorou má byť nová kružnica sústredná LT - zadanie polomeru novej kružnice ST - ukončenie činnosti ikony
	elipsa	LT - zadanie stredu elipsy LT - zadanie hlavnej a vedľajšej poloosi elipsy ST - ukončenie činnosti ikony
	kružnicový oblúk I.	LT - zadanie počiatočného bodu oblúka LT - zadanie koncového bodu oblúka LT - zadanie polomeru oblúka ST - ukončenie činnosti ikony
	sústredné oblúky	LT - výber už existujúceho oblúka, s ktorým má byť nový oblúk sústredný LT - zadanie polomeru nového oblúka a zároveň zadanie počiatočného bodu oblúka LT - zadanie koncového bodu oblúka ST - ukončenie činnosti ikony
	kružnicový oblúk II.	LT - zadanie stredu oblúka LT - zadanie polomeru nového oblúka a zároveň zadanie počiatočného bodu oblúka LT - zadanie koncového bodu oblúka ST - ukončenie činnosti ikony
	parabolický oblúk	LT - zadanie počiatočného bodu oblúka LT - zadanie koncového bodu oblúka LT - zadanie vrcholu parabolického oblúka ST - ukončenie činnosti ikony
	tangentne napojený kružnicový (eliptický) oblúk	LT - výber prvej už existujúcej čiary (entity), ku ktorej má byť oblúk tangentne napojený LT - výber druhej už existujúcej čiary (entity), ku ktorej má byť oblúk tangentne napojený ST - ukončenie činnosti ikony pozn. - polomer oblúka bude závisieť od miesta kliknutia na jednotlivé čiary (entity)

	krivka	<p>ET - zadávame interpolačné body krivky</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p> <p>pozn. - podľa hustoty a umiestnenia interpolačných bodov sa krivka tvaruje</p> <ul style="list-style-type: none"> - počet interpolačných bodov je možné následne meniť (je možné ich odoberať, resp. pridávať) - interpolačné body je možné posúvať, čím sa mení konvexnosť (konkávnosť) oblúkov krivky a poloha jej vrcholov - tvar krivky je možné tiež meniť pomocou kontrolných bodov
	bod	<p>ET - zadávame polohu bodu</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	počiatok súr. systému	<p>ET - zadávame polohu počiatku SS</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	už použitá geometria	<p>- geometriu, ktorá bola už raz zakreslená, resp. zadefinovaná, nie je potrebné znova skicovať, stačí ju už len „vytiahnuť“ z modelu do skicára</p> <p>ET - označíme geometriu, ktorú chceme znovu použiť</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	už použitá odsadená geometria	<p>ET - označíme entitu, od ktorej chceme novú geometriu odsadiť</p> <ul style="list-style-type: none"> - zadáme hodnotu odsadenia <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	manuálne kótovanie	<p>kótovanie je pre rôzne entity (body, čiary, oblúky,...) rôzne, avšak platí:</p> <p>ET - výber prvej entity, medzi ktorou chceme vzdialenosť zakótovať</p> <p>ET - výber druhej entity, medzi ktorou chceme vzdialenosť zakótovať</p> <p>ST - zadanie polohy pre číselnú hodnotu kóty</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p> <p>pozn. – kótovanie jednotlivých entít bude priblížené v samostatnej časti</p>
	modifikácia kóty	<p>ET - označenie číselnej hodnoty kóty, ktorú je potrebné modifikovať (zmeniť)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ - potvrdenie navolenej hodnoty kóty alebo stlačenie tlačidla Enter <p>pozn. - modifikácia kóty je možná aj bez navolenia tejto ikony a to dvoma rýchlymi kliknutiami ET na číselnú hodnotu kóty</p>
	predpoklady	<p>- pomocou tejto ikony je možné navoliť rovnobežnosť, kolmost', totožnosť, symetrickosť, resp. tangentsť dvoch entít, zabezpečiť rovnakú dĺžku čiar, ďalej je možné navoliť, aby bola čiara vertikálna, horizontálna, príp. umiestniť bod do stredu čiary</p>
	text	<p>- navolením veľkosti, smeru a fontu písma môžeme vpisovať do skicára text</p>
	odstránenie	<p>ET - odstránenie nepotrebných entít (ako guma)</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	orezanie	<p>- orezanie alebo predĺženie entity po určenú geometriu. Označujeme tú časť entity, pri ktorej chceme, aby zostala zachovaná.</p> <p>ET - označenie entity, ktorú je potrebné orezať (predĺžiť)</p> <p>ET - označenie hraničnej entity, po ktorú je potrebné zvolenú entitu orezať (predĺžiť)</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	prerušenie	<p>ET - zadanie miesta, v ktorom je potrebné zvolenú entitu prerušiť</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>
	zrkadlenie	<p>Označíme entitu - ET - označenie jednej entity, ktorú je potrebné zrkadliť</p> <ul style="list-style-type: none"> - ET + Shift - označenie viacerých entít súčasne - kurzorom označíme do boxu súčasne všetky entity, ktoré chceme zrkadliť <p>ET - navolenie tlačidla zrkadlenia</p> <p>ET - označenie osi zrkadlenia</p> <p>ST - ukončenie činnosti ikony</p>

	potvrdenie skice	- týmto tlačidlom je ukončená činnosť v skicári po úspešnej regenerácii - ak je skica v poriadku, môžeme pokračovať v ďalšom kroku modelovania - ak sme urobili chybu, systém nás na ňu v dialógovom riadku upozorní a opýta sa, či chceme skicár opustiť napriek tomu, že skica je nekompletná. Zadáme „nie“ a pokúsime sa chybu nájsť a opraviť. Pokus zopakujeme.
	zrušenie činnosti v skicári	- pokiaľ nie sme s činnosťou v skicári spokojní, alebo sa nám nedarí chybu nájsť zrušíme činnosť v skicári

Obr.9 Význam tlačidiel bočnej lišty v skicári

4.4 Podmienky pre definovanie skice pri modelovaní objemovej súčiastky

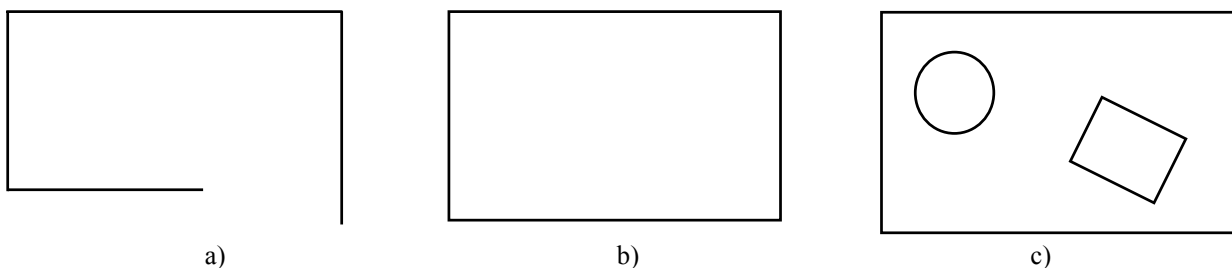
!!! Pre úspešné zregenerovanie skice je potrebné si zapamätať, že:

- ✓ skica musí byť uzavretá (neplatí pri tenkostenej súčiastke)
- ✓ pri rotačnej súčiastke musí skica obsahovať os rotácie (ak skica obsahuje viac osí, napr. os symetrie, os rotácie,..., osou rotácie bude tá os, ktorá bola nakreslená ako prvá)
- ✓ pri rotačnej súčiastke sa skica kreslí len na jednu stranu od osi rotácie
- ✓ pri vytváraní súčiastky prvkom Blend musí byť počet entít v jednotlivých rovinných profiloch rovnaký
- ✓ entity (úsečky, oblúky, kružnice,...) sa nesmú križovať ani prekrývať
- ✓ nesmú sa kombinovať uzavreté a otvorené skice
- ✓ skica musí byť zakótovaná potrebným množstvom kót - nesmie obsahovať kóty navyše (tie by mali byť vymazané, no možno ich nechať ako pomocné pre kontrolu), ale zároveň v skici nesmie byť nedostatok informácií o rozmeroch skicovaného prvku.

4.5 Základné tvary skice

Skica je tvorená geometrickými entitami (úsečkami, oblúkmi, kružnicami,...), ktoré sú na seba navzájom napojené, pričom spoločne môžu vytvoriť skicu **otvorenú** alebo **uzavretú**.

- **Otvorená skica** – tvorí ju neuzavretý reťazec entít (Obr.10a)
- **Uzavretá skica** – jedna slučka – skicu tvorí jeden uzavretý reťazec entít (Obr.10b)
 - viacero slučiek – skicu tvorí viacero uzavretých reťazcov entít (Obr.10c)



Obr.10

4.6 Vytváranie skice a odstraňovanie jej entít

Postup pri vytváraní skice môžeme rozdeliť do nasledujúcich krokov:

1. naskicujeme tvar profilu bez toho, aby sme sa sústredili na rozmery skice (nemusíme sa zdržiavať presným zadávaním polohy koncových bodov, kolmostou, rovnobežnosťou,...)
2. po naskicovaní základného tvaru profilu zakótujeme potrebné rozmery, prípadne môžeme nechať skicu okótovať automaticky
3. zmeníme číselné hodnoty kót (zmodifikujeme jednotlivé rozmery)
4. skicu zregenerujeme, t.j. skontrolujeme, či to, čo sme zakótovali, stačí na úplné určenie tvaru skice
5. ukončíme činnosť v skicári

Je dôležité upozorniť na to, že pri pootočení skice do priestoru je následne nutné vrátiť sa späť do skicovacej roviny, v ktorej sa skica vytvára. To dosiahneme navolením tlačidla „x“ z hornej lišty základného okna skicára (Obr.8).

Všetky **geometrické prvky sa kreslia ľavým tlačidlom** myši – ďalej len **ĽT**.

Stredné tlačidlo – ďalej len **ST** – slúži na prerušenie a súčasné reštartovanie príkazu.

Pravé tlačidlo – ďalej len **PT** – sa používa na doplnenie príkazov, ktoré nie sú na lište základného okna zahrnuté.

Kombináciou tlačidiel

- Ctrl+ĽT** - dosiahneme *priblíženie (oddialenie)* skice, (resp. 3D modelu).
- Ctrl+ST** - dosiahneme *natočenie* skice (3D modelu) do požadovanej polohy.
- Ctrl+PT** - dosiahneme *posunutie* skice (3D modelu) do požadovanej polohy.

Nakreslené entity v skicári môžeme **vymazať** nielen navolením tlačidla odstránenia, ale aj tak, že zvolenú entitu označíme ĽT (stane sa aktívnou) a na klávesnici navolíme tlačidlo **Delete**.

Ak chceme vymazať viacero entít súčasne, najprv ich vyberieme

- o buď stlačením tlačidla **Shift** z klávesnice a súčasne **ĽT** označujeme zvolené entity
- o alebo ich kurzorom označíme do boxu,

čím sa stanú entity aktívne.

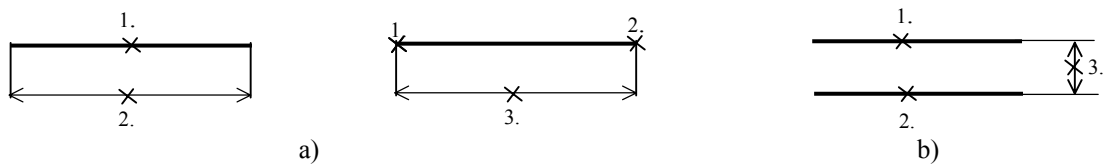
Až potom stlačíme **Delete**.

4.7 Kótovanie niektorých geometrických prvkov

Po vykreslení bezrozmernej skice systém ponúka automatické kótovanie geometrie s okamžitými hodnotami rozmerov. Často sú však tieto kótované rozmery odlišné od tých, ktoré je potrebné zadať pri modelovaní alebo ktoré sú predpísané na výkrese, preto volíme „manuálne kótovanie“ (pozri tlačidlo „manuálne kótovanie“ na Obr.9). Ak je tlačidlo aktívne, vlastné kótovanie vykonávame ĽT a polohu kóty zadávame ST (ST na Obr.11 až 14 odpovedá najvyššiemu číslu udávajúcemu poradie krokov pri kótovaní).

1. kótovanie úsečky

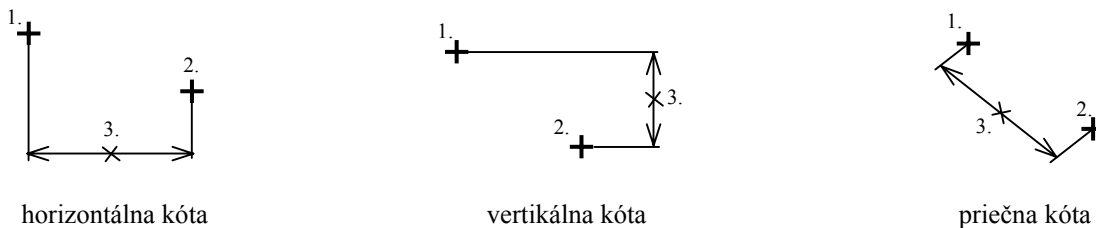
- dĺžka (Obr.11a)
 - ĽT – klikneme na úsečku
 - ST – umiestnime kótu alebo pomocou koncových bodov
- dĺžka (Obr.11a)
 - ĽT – klikneme na 1.koncový bod úsečky
 - ĽT – klikneme na 2. koncový bod úsečky
 - ST – umiestnime kótu
- vzdialenosť medzi dvoma rovnobežnými úsečkami (Obr.11b)
 - ĽT – klikneme na 1.úsečku
 - ĽT – klikneme na 2.úsečku
 - ST – umiestnime kótu



Obr.11 Kótovanie úsečky

2. **kótovanie 2 bodov** - poloha kóty závisí od umiestnenia kurzora pri stlačení ST (Obr.12)

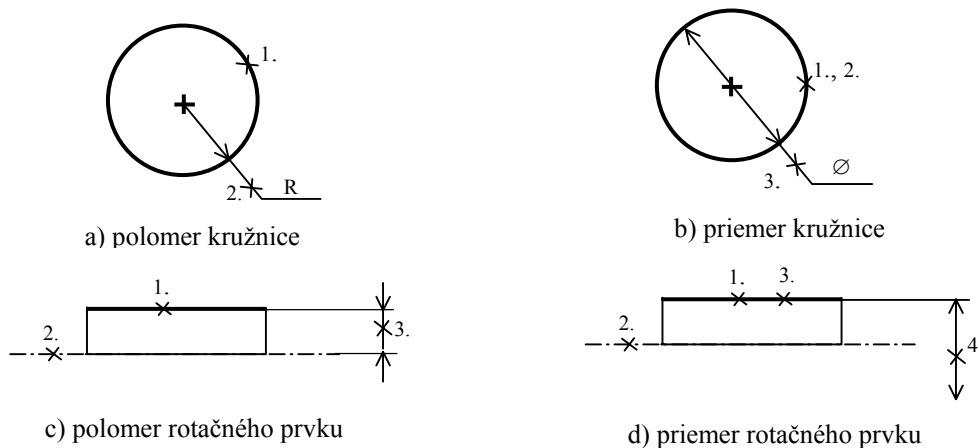
- LT – klikneme na 1.bod
- LT – klikneme na 2.bod
- ST – umiestnime kótu



Obr.12 Kótovanie dvoch bodov

3. **kótovanie polomerov, priemerov** (Obr.13)

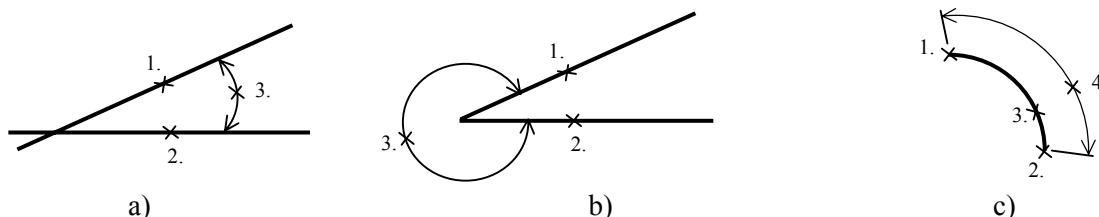
- *polomer* kružnice (kružnicových oblúkov) (Obr.13a)
 - LT – klikneme na kružnicu (kružnicový oblúk)
 - ST – umiestnime kótu
- *priemer* kružnice (kružnicových oblúkov) (Obr.13b)
 - LT – 2x klikneme na kružnicu (kružnicový oblúk)
 - ST – umiestnime kótu
- skica rotačného prvku, keď potrebujeme zakótovať *polomer*, ktorý vznikne orotovaním skice okolo osi rotácie (Obr.13c)
 - LT – klikneme na geometrický prvok
 - LT – klikneme na os rotácie
 - ST – umiestnime kótu
- skica rotačného prvku, keď potrebujeme zakótovať *priemer*, ktorý vznikne orotovaním skice okolo osi rotácie (Obr.13d)
 - LT – klikneme na geometrický prvok
 - LT – klikneme na os rotácie
 - LT – klikneme opäť na geometrický prvok
 - ST – umiestnime kótu



Obr.13 Kótovanie polomerov a priemerov

4. kótovanie uhlov (Obr.14)

- medzi rôznobežnými úsečkami (Obr.14a,b)
 - LT – klikneme na 1.úsečku
 - LT – klikneme na 2.úsečku
 - ST – umiestnime kótu – poloha kurzora pri umiestnení kóty rozhoduje o tom, ktorý uhol bude kótovaný, či ostrý alebo tupý
- kružnicového oblúka (Obr.14c)
 - LT – klikneme na 1. koncový bod oblúka
 - LT – klikneme na 2. koncový bod oblúka
 - LT – klikneme na vlastný oblúk
 - ST – umiestnime kótu

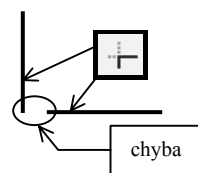


Obr.14 Kótovanie uhlov

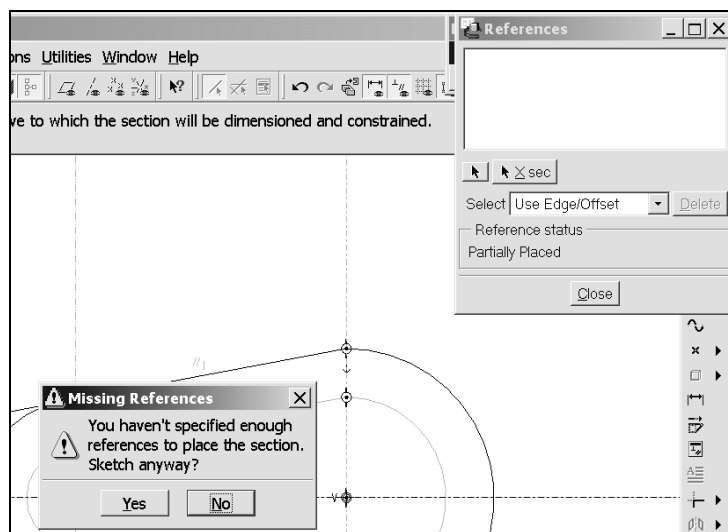
4.8 Najčastejšie chyby pri kreslení v skicári

Po zakreslení skice a jej kontrole potvrdíme skicu tlačidlom z pravej lišty skicára. Ak je skica bez chýb, systém nám dovolí pokračovať v modelovaní navolením ďalších krokov. Často sa však stáva, hlavne v začiatkoch práce, keď s prácou v Pro/ENGINEERi nemáme ešte dostatočné skúsenosti, že sa na ploche skicára objaví okno s hlásením „!Section is incomplete for reasons listed in message area. Exit sketcher?“, čo znamená, že naša skica je nekompletná a je potrebné ju opraviť. Na otázku, či chceme odísť zo skicára odpovieme „No“ a pokúsime sa nájsť chyby, ktoré sme urobili. V dialógovom riadku sa tiež objaví správa, ktorá nám pomôže identifikovať chyby. Ak je hlásenie typu:

1. „Section must be closed for this feature“, znamená to, že skica nie je uzavretá, čím nie je splnená podmienka pre vytvorenie úplného objemu. Oprava:
 - skicu zväčšíme a hľadáme miesto, kde nie sú entity na seba plynule napojené. Použitím tlačidla **orezania** chybu odstránime. Ak sa nám chybu nepodarí nájsť, pretože skica je napr. veľmi zložitá, „orežeme“ **všetky** dvojice susediacich entít.
2. „Multiple loops must all be closed in this section“ znamená, že skica obsahuje entity, ktoré sa navzájom prekrývajú, čo má za následok, že skica nie je uzavretá. Oprava:
 - hľadáme miesto s chybou a to tak, že postupne vymazujeme jednotlivé entity navolením tlačidla **odstránenia** (pozri Obr.9), alebo tlačidla **Delete**. Ak hľadaný prvok nájdeme, zapamätáme si ho a krokmi späť sa vrátíme do pôvodného tvaru skice, aby sme ju nemuseli kresliť znova. Nepotrebnú entitu, ktorú sme si zapamätali, vymažeme.
3. „You haven't specified enough references to place the section.“ (Obr.15)
 - Táto správa oznamuje, že nemáme dost' entít, vzhľadom ku ktorým bude nová nakreslená skica kótovaná. Tieto entity vytvoria akýsi vzťahový súradnicový systém. Na otázku „Sketch anyway?“ odpovieme **No** a chybu odstránime zadaním potrebného počtu entít ako referencií. Najčastejšie postačujú dve entity (ak sú na seba kolmé, spĺňajú podmienky kolmého súradnicového systému, na ktorý sme



zvyknutí z iných predmetov), avšak niekedy je potrebné zadať viac entít. Zvolené vzťažné entity sa zobrazia ako oranžové osi a v okne **References** sa objaví názov zvolených entít. Ak je ich počet dostatočný, môžeme okno References zavrieť príkazom **Close** a systém nám dovoľí pokračovať v ďalšej práci.



Obr.15

5 ZÁKLADNÉ SPÔSOBY VYTVORENIA 3D MODELU

Objemový model je virtuálna trojrozmerná (3D) reprezentácia reálnej súčiastky. To je základný rozdiel medzi CAD systémami, ktoré pracujú v 2D a v 2,5D. Drôtové modely zobrazujú len hrany geometrie objektu. Nehovoria nič o tom, čo je vo vnútri. Plošné modely navyše poskytujú informácie o plochách, ale sú to príliš nedostatočné informácie o vnútornej štruktúre.

Objemový 3D model obsahuje nielen vonkajšie plochy, ale tiež vnútornú štruktúru objektu. Preto sú objemové modely úplné geometrické opisy objektov, z ktorých možno zistiť aj také informácie ako napríklad hmotnosť objektu, presahy, momenty zotrvačnosti a vnútorné prierezy. Použitím systému ProEngineer vytvárame virtuálny model objektu s využitím *konštrukčných prvkov* súčiastky (*features*) v priestore a následne z objemových modelov generujeme výkresy. Pri modelovaní v zásade používame tri odlišné druhy prvkov:

- prvky, ktoré používajú skicu a sú vytvorené na jej základe
- prvky, ktoré využívajú referencie, to znamená, že využívajú už existujúce hrany, plochy, ..., na ktoré sú aplikované (napr. zaoblenia, zrazenia, ...)
- pomocné prvky, ktoré priamo neovplyvňujú objemovú geometriu modelu (pomocné roviny, pomocné osi, ...)

Počas navrhovania súčiastky je možné nové prvky pridávať, niektoré nepotrebné, resp. nesprávne namodelované prvky vymazať, prípadne zmeniť vlastnosti, tvar alebo rozmery už vytvorených prvkov. Každá zmena spôsobí automatickú aktualizáciu celého modelu.

Základné spôsoby, pomocou ktorých môže byť objemový (3D) model vytvorený v prostredí Pro/Engineera sú :

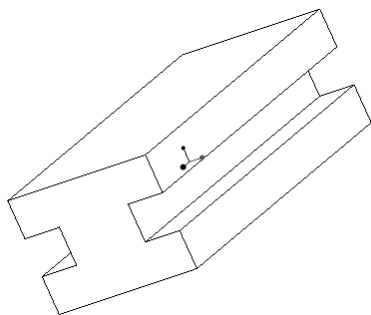
- | | | |
|-------------------|---|---|
| a) Extrude | - | vysunutie skice <i>kolmo</i> na skicovaciu rovinu |
| b) Revolve | - | rotácia skice okolo nakreslenej osi rotácie |
| c) Sweep | - | ťahanie skice po nakreslenej dráhe (trajektórii) |
| d) Blend | - | prechod, prepojenie vicereých prierezov |

Týmito spôsobmi je možné materiál nielen *pridávať* (protrusion), ale aj *odoberať* (cut).

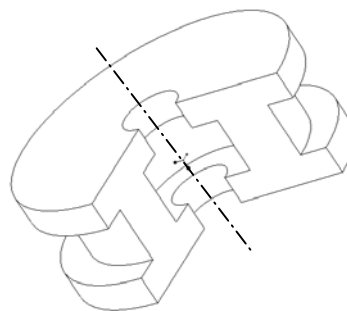
Samozrejme Pro/ENGINEER poskytuje množstvo iných spôsobov na vytváranie objemových 3D modelov (napr. pomocou plôch, ...), avšak my sa zatiaľ budeme venovať uvedeným štyrom.

Je potrebné si uvedomiť už na začiatku modelovania, ktorý zo spôsobov (režimov) bude pre konkrétne zvolenú súčiastku vhodný resp. najvhodnejší, nakoľko tá istá súčiastka sa dá vytvoriť rôznymi spôsobmi. Každý konštruktér si môže zvoliť vlastný postup namodelovania tej istej súčiastky, pričom vhodným výberom poradia operácií a vlastností ovplyvňuje správanie sa modelu. Len skúsenosti so softwérom, jeho znalosť a ovládanie, budú rozhodujúce pre rýchlosť, kvalitu a komplexnosť vytvoreného 3D modelu, ktorý by mal byť ľahko modifikovateľný a redefinovateľný.

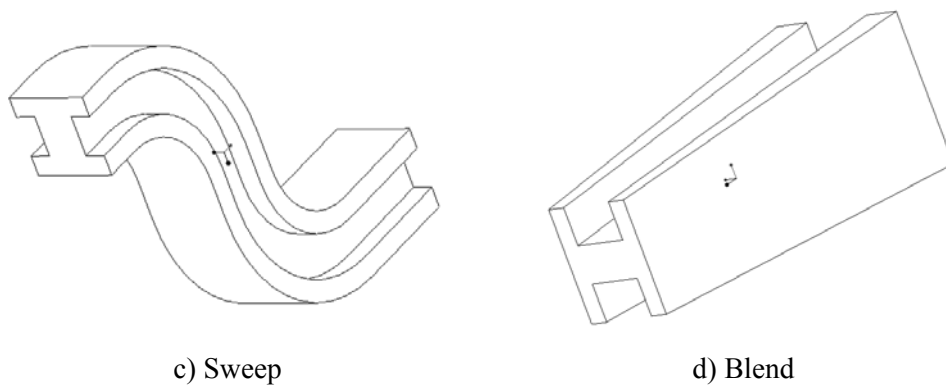
Príklad vytvorenia modelov rôznymi technikami na základe tej istej skice je na Obr.16.



a) Extrude

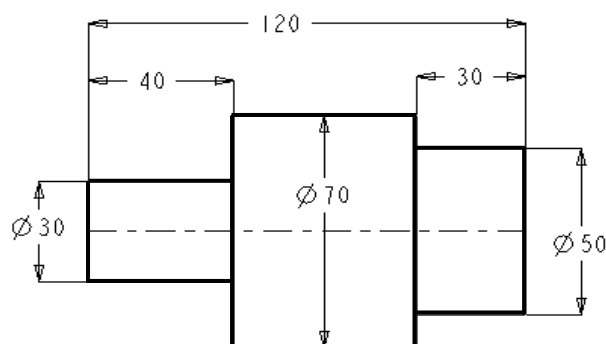


b) Revolve



Obr.16 Rôzne techniky modelovania

Namodelovanie tej istej súčiastky rôznymi spôsobmi je možné demonštrovať na jednoduchom hriadeľi zobrazenom na Obr.17.

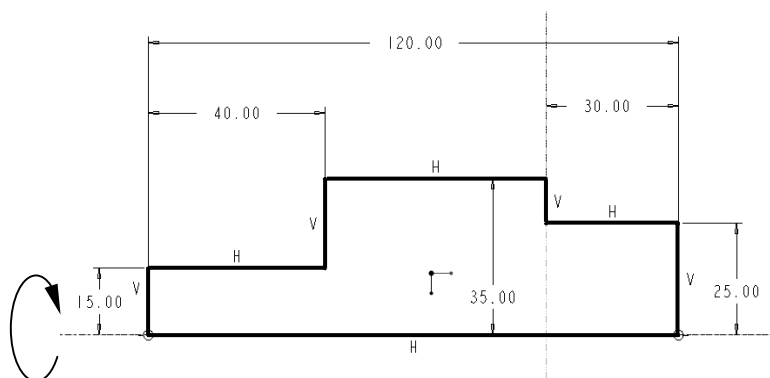


Obr.17 Hriadeľ ako model, ktorý je potrebné vytvoriť

Štyri základné postupy namodelovania tohto hriadeľa sú uvedené na Obr. 18,19,20 a 21, avšak ich kombináciou môžu vzniknúť ďalšie. Z uvedeného je zrejmé, že najvýhodnejší a zároveň najrýchlejší spôsob namodelovania uvedeného hriadeľa poskytuje spôsob **a)**.

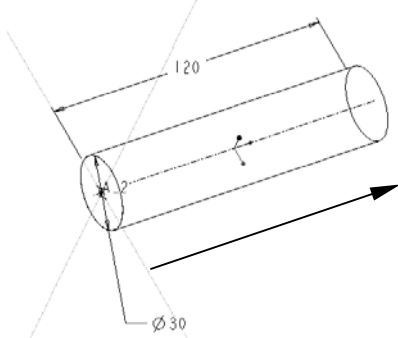
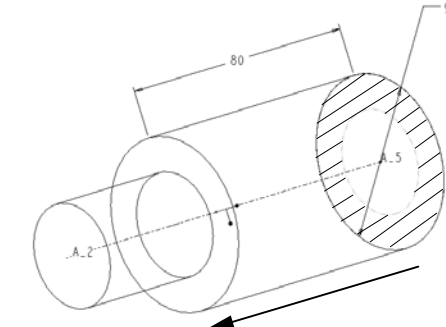
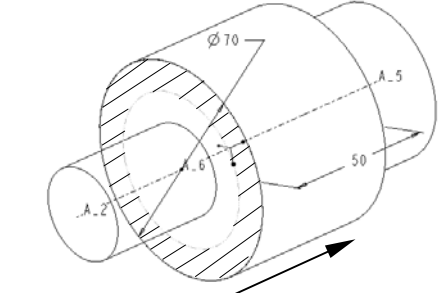
Postupy modelovania:

- a) Nakoľko je to rotačná súčiastka môže vzniknúť tak, že materiál budeme pridávať rotáciou základnej skice okolo osi hriadeľa o 360° – súčiastka je tak vytvorená na jeden krok navolením príkazu **Revolve**. (Obr.18)



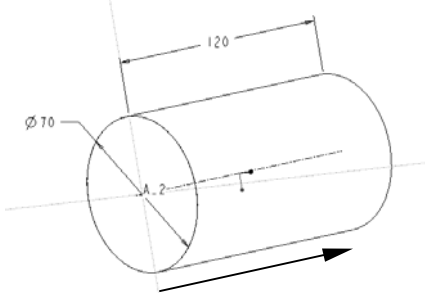
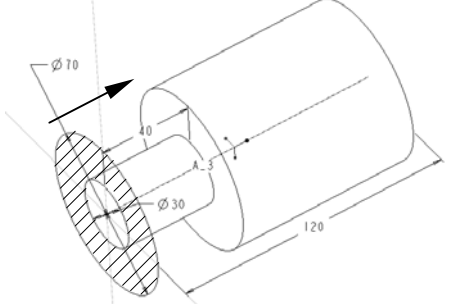
Obr.18 Základná skica

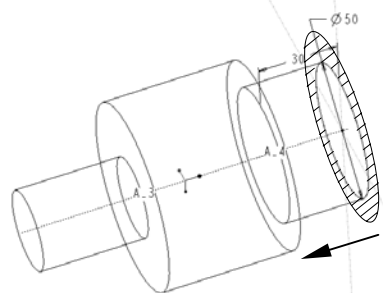
- b) Keďže os hriadeľa je kolmá na čelo, je možné súčiastku vytvoriť pridávaním materiálu pomocou príkazu **Extrude**, avšak minimálne na tri kroky (Obr.19)

1.	<p>pridanie materiálu kolmým vyťahnutím najmenšieho priemeru $\varnothing 30\text{ mm}$ po celej dĺžke hriadeľa $L = 120\text{ mm}$</p>	
2.	<p>pridanie materiálu kolmým vyťahnutím medzikružia z jedného čela hriadeľa do hĺbky $l' = 80\text{ mm}$</p>	
3.	<p>pridanie materiálu kolmým vyťahnutím medzikružia do hĺbky $l'' = 50\text{ mm}$</p>	

Obr.19

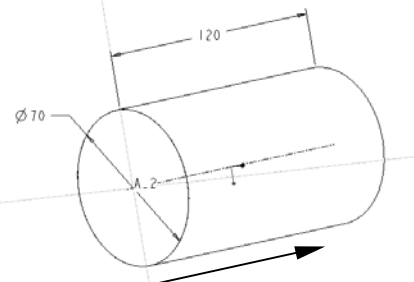
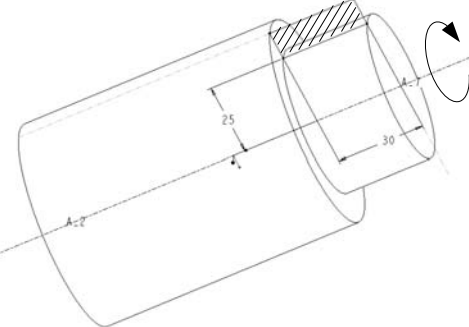
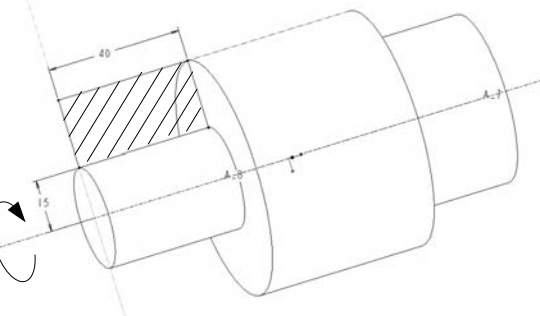
c) Súčiastku je možné tiež vytvoriť *pridávaním a následne odoberaním* materiálu pomocou príkazu **Extrude** (Obr.20)

1.	<p>pridanie materiálu kolmým vyťahnutím najväčšieho priemeru $\varnothing 70\text{ mm}$ po celej dĺžke hriadeľa $L = 120\text{ mm}$</p>	
2.	<p>odobratie materiálu kolmým vyťahnutím medzikružia z jedného čela hriadeľa do hĺbky $l_1 = 40\text{ mm}$</p>	

3.	<p>odobratie materiálu kolmým vytiahnutím medzikružia z druhého čela hriadeľa do hĺbky $l_2 = 30 \text{ mm}$</p>	
----	---	--

Obr.20

d) Kombináciou príkazov **Revolve** a **Extrude** (Obr.21)

1.	<p>pridanie materiálu kolmým vytiahnutím najväčšieho priemeru $\varnothing 70 \text{ mm}$ po celej dĺžke hriadeľa $L = 120 \text{ mm}$</p>	
2.	<p>odobratie materiálu rotáciou obdĺžnika č.1 podľa Obr. okolo osi hriadeľa</p>	
3.	<p>odobratie materiálu rotáciou obdĺžnika č.2 podľa Obr. okolo osi hriadeľa</p>	

Obr.21

5.1 Pridávanie materiálu – Protrusion

Každá súčiastka je v systéme Pro/ENGINEER definovaná ako množina prvkov-features (zrazenie, zaoblenie, diera,...). Vzájomné usporiadanie a poradie namodelovania týchto prvkov ovplyvňuje požadovaný tvar súčiastky, možnosť jej regenerácie, modifikácie a redefinície.

Na začiatku modelovania každej novej súčiastky je potrebné vytvoriť základný objem pridaním materiálu, ktorý by sa čo najviac priblížil konečnému tvaru súčiastky. Čím väčšie priblíženie tvaru sa nám podarí dosiahnuť, tým menej krokov bude nutných na jeho „opracovanie“.

Pre pridanie materiálu v režime Part (po zmene predvolených jednotiek) navolíme pomocou Manu managera:

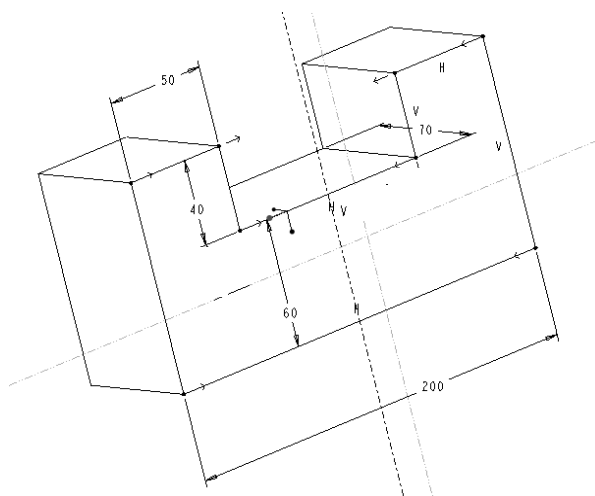
- **Feature / Create / Solid / Protrusion,**

čo znamená, že budeme vytvárať objemový prvok pridaním materiálu. Ďalšia cesta bude závisieť od spôsobu pridávania materiálu. Základné štyri spôsoby pridávania materiálu, o ktorých sme už hovorili sú:

- **Extrude** – kolmé vysunutie
- **Revolve** – rotácia
- **Sweep** – ťahanie po trajektórii
- **Blend** – prechod

5.1.1 Kolmé vytiahnutie – Extrude

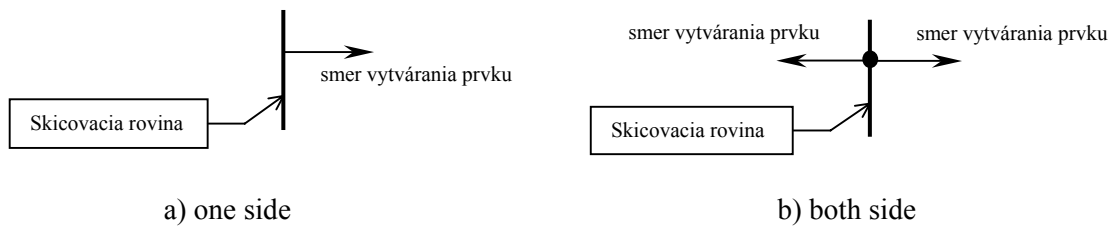
Extrude patrí k základným a veľmi často používaným prvkom. Použitie tohto tvarového prvku bude ukázané na súčiastke zobrazenej na Obr.22.



Obr.22 U-hranol

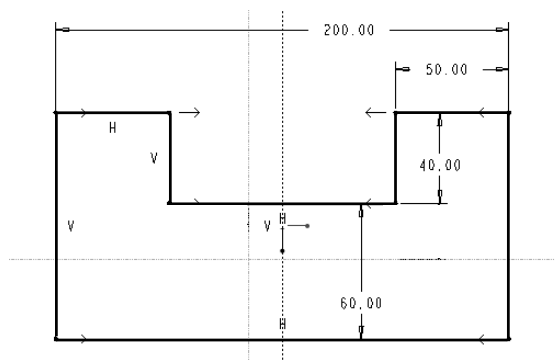
Z obrázka je zrejmé, že súčiastka je hranolovitého typu a jej steny sú na seba navzájom kolmé, preto navolíme:

- **File / New /** navolíme režim Part / zadáme názov súčiastky „**U_hranol**“ a nastavíme jednotky
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Extrude / Solid / Done,** pretože výsledkom bude plný objem
- **One Side / Done /** súčiastku budeme vytvárať jedným smerom od skicovacej roviny (Obr.23)



Obr.23

- Ako **Sketch plane-Skicovacia rovina** vyberieme jednu z ponúkanej trojice rovín TOP, RIGHT, BOTTOM (ľubovoľnú) tak, že na ňu ukážeme kurzorom a stlačíme LT myšky, pričom sa zobrazí červená šípka ukazujúca **Smer-Direction** vytvárania objemu. Ak s ponúknutým smerom súhlasíme, potvrdíme **Okay**, ak nie navolíme **Flip**.
- V tomto okamihu modelovania by sme mali zadať rovinu **Sket view** pre naorientovanie súčiastky, kým však pochopíme spôsoby a princípy reorientácie môžeme navoliť **Default** čo je **predvolená** reorientácia.
- V skicári nakreslíme základný tvar skice podľa Obr.24 (môžeme si precvičiť zrkadlenie, pretože skica je symetrická podľa osi symetrie), zakótujeme a kóty zmodifikujeme na potrebné hodnoty a potvrdíme skicu.



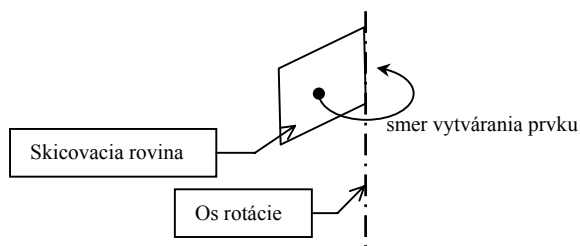
Obr.24

- Ak je skica v poriadku, v okne hlásení sa objaví správa „*Section regenerated succesfully*“, čo znamená, že regenerácia prebehla úspešne a my môžeme pokračovať zadáním hĺbky telesa (dĺžky vysunutia definovanej skice). Táto hĺbka môže byť zadaná rôznymi spôsobmi, my navolíme **Blind - zadanie číslom** (hodnotou) / **Done** a v dialógovom riadku zadáme hodnotu [70].
- Ak Pro/ENGINEER potvrdí, že bolo zadefinované všetko, čo je potrebné pre namodelovanie súčiastky slovami „*All elements have been defined*“, môžeme jej vytvorenie potvrdiť tlačidlom **OK** v tabuľke *Protrusion: Extrude*.

5.1.2 Rotácia – Revolve

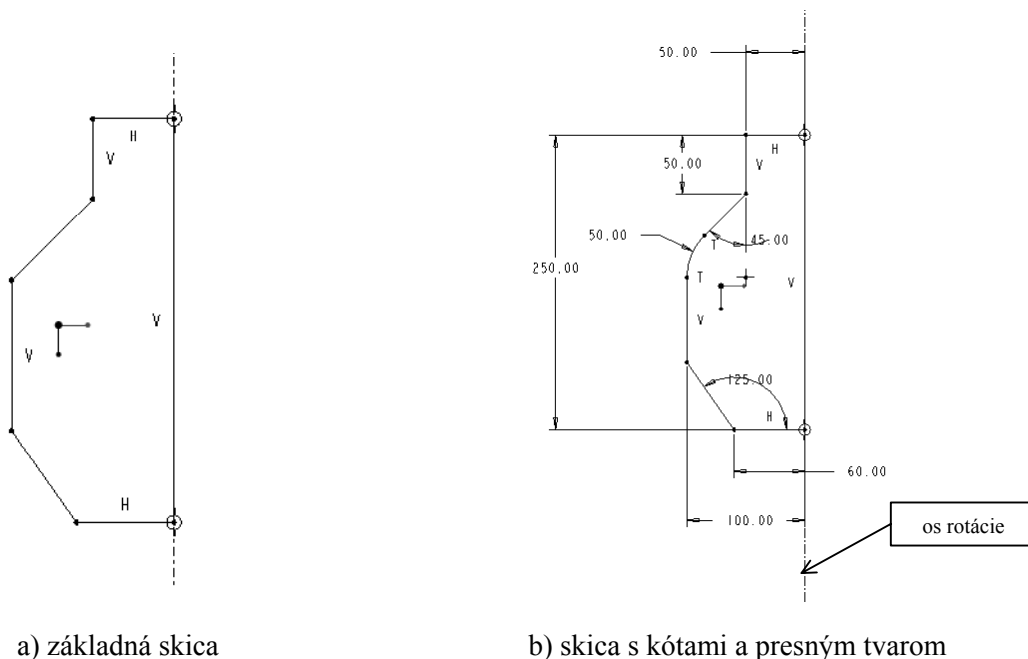
Všetky rotačné súčiastky namodelujeme orotovaním skice okolo osi rotácie navolením prvku Revolve. Vytvoríme 3D model súčiastky podľa Obr.27. Navolíme:

- **File / New / režim Part /** zadáme názov súčiastky „**Rotacna_suciastka**“ a nastavíme jednotky
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Revolve / Solid / Done**, pretože výsledkom bude plný objem
- **One Side / Done /** súčiastku budeme vytvárať rotovaním skice okolo osi rotácie na jednu stranu od skicovacej roviny (Obr.25).



Obr.25

- Ako **Sketch plane-Skicovacia rovina** vyberieme jednu z ponúknutej trojice rovín TOP, RIGHT, BOTTOM (ľubovoľnú) tak, že na ňu ukážeme kurzorom a stlačíme LT myšky, pričom sa zobrazí červená šípka ukazujúca **Smer-Direction** vytvárania objemu. Ak s ponúknutým smerom súhlasíme, potvrdíme **Okay**, ak nie navolíme **Flip**
- Ako **Sket view** zadáme **Default** čo je **predvolená** reorientácia.
- V skicári nakreslíme základný tvar skice podľa Obr.26, pričom si zopakujeme skicovanie tangentne napojených oblúkov, zadefinujeme potrebné kóty, zmodifikujeme ich na potrebné hodnoty a potvrdíme skicu. Nezabudnime dodržať pravidlá skicovania, inak regenerácia nebude úspešná!

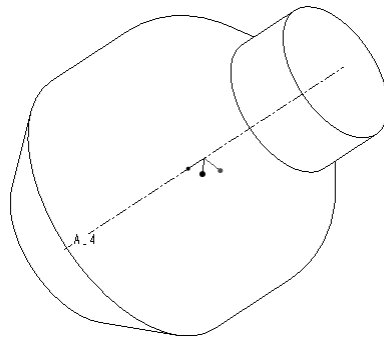


a) základná skica

b) skica s kótami a presným tvarom

Obr.26

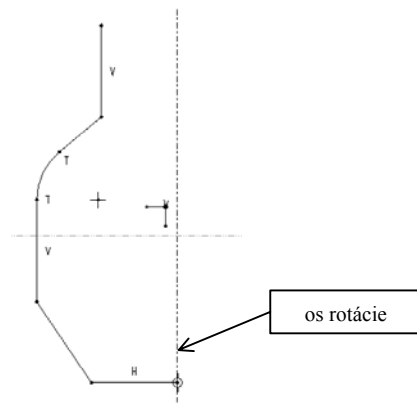
- Ak je skica bez chýb, v okne hlásení sa objaví správa „*Section regenerated succesfully*“, čo znamená, že regenerácia prebehla úspešne a my môžeme pokračovať zadáním uhla otáčania. Navolíme **[360°] / Done**.
- Ak systém potvrdí, že bolo zadefinované všetko, čo je potrebné pre namodelovanie súčiastky slovami „*All elements have been defined*“, môžeme jej vytvorenie potvrdiť tlačidlom **OK** v tabuľke *Protrusion: Revolve*. Namodelovaná súčiastka je na Obr.27.



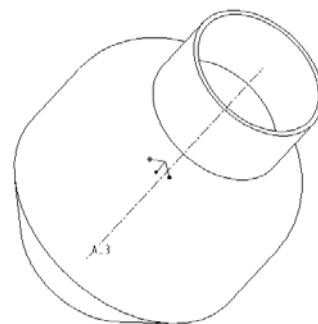
Obr.27 Rotačná súčiastka

Preskúmajme ako sa zmení 3D model, ak zachováme tvar a rozmery skice a v postupnosti krokov urobíme jedinú zmenu:

- **File / New** / režim Part / názov súčiastky „Vaza“ a nastavíme jednotky
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Revolve / THIN / Done**, výsledkom bude tenkostenná súčiastka →
- **One Side / Done**
- Ako **Sketch plane-Skicovacíu rovinu** vyberieme jednu z ponúknutej trojice rovín TOP, RIGHT, BOTTOM (ľubovoľnú), zadáme **Smer-Direction** vytvárania objemu. Ak s ponúknutým smerom súhlasíme, potvrdíme **Okay**, ak nie navolíme **Flip**.
- Ako **Sket view** zadáme **Default** čo je **predvolená** reorientácia
- V skicári nakreslíme základný tvar skice podľa Obr.28a. Keďže sme navolili modelovanie **tenkostennej súčiastky**, skica **nemusi byť uzavretá!** Hodnoty kôt sú rovnaké ako pri skici „Rotačnej súčiastky“ (Obr.26b)



a) základná skica tenkostennej súčiastky



b) hotová tenkostenná súčiastka

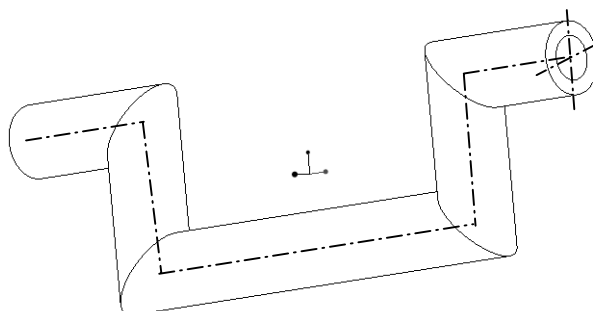
Obr.28

- Po úspešnej regenerácii sa systém opýta, na ktorú stranu od skice bude pridávaná hrúbka telesa a ponúkne smer znázornený červenou šípkou. Ak súhlasíme s predvolenou orientáciou, zadáme **OK**, ak nie navolíme **Flip**. V našom prípade nech vonkajšie rozmery zostanú zachované ako pri Rotačnej súčiastke, teda šípka bude smerovať **dovnútra skice**.
- V ďalšom kroku nás počítač vyzve, aby sme zadefinovali hodnotu hrúbky steny Vázy, zadáme hodnotu **[5]**
- Uhol orotovania nech je **[360°] / Done**.
- Potvrdíme **OK** v tabuľke **Protrusion: Revolve**. Výsledkom našej práce je tenkostenná nádoba s hrúbkou steny 5 mm (Obr.28b)

5.1.3 Ťahanie po trajektórii – Sweep

Niektoré súčiastky nie je možné namodelovať ani Kolmým vytiahnutím ani Rotáciou. Jeden z ďalších možných spôsobov modelovania je ťahanie profilu po trajektórii.

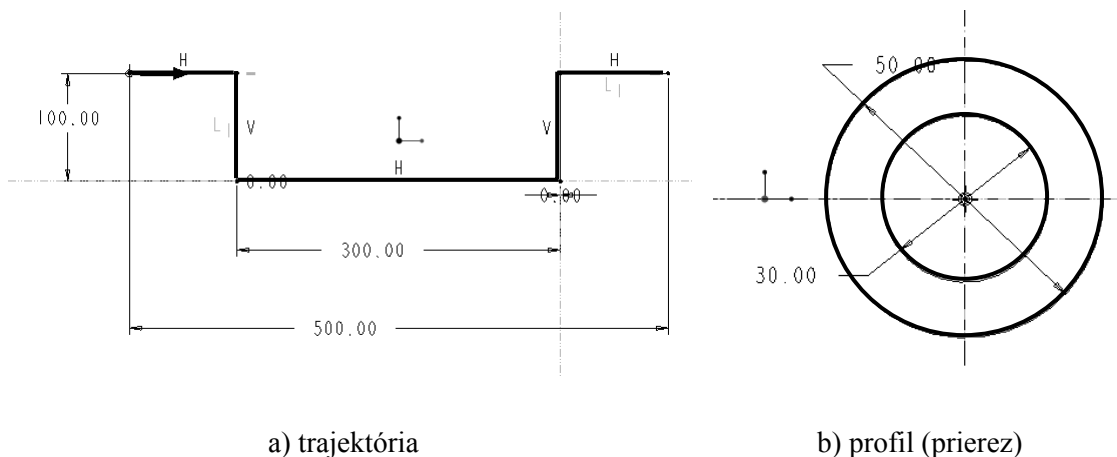
Vytvorme 3D model potrubia znázornený na Obr.29.



Obr.29

Navolíme:

- **File / New** / navolíme režim Part / zadáme názov súčiastky „Potrubie“ a nastavíme jednotky
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Sweep / Solid / Done**, pretože výsledkom bude plný objem
- **Sketch traj / Done** / trajektóriu budeme kresliť, nie vyberať z už existujúcich trajektórií (Select traj)
- Ako **Sketch plane (Skicovací rovinu)** vyberieme jednu z ponúkanej trojice rovín TOP, RIGHT, BOTTOM (ľubovoľnú) tak, že na ňu ukážeme kurzorom a stlačíme ET myšky, pričom sa zobrazí červená šípka ukazujúca **Smer-Direction** vytvárania objemu. Ak s ponúknutým smerom súhlasíme, potvrdíme **Okay**, ak nie navolíme **Flip**.
- Ako **Sket view** zadáme **Default** čo je **predvolená** reorientácia



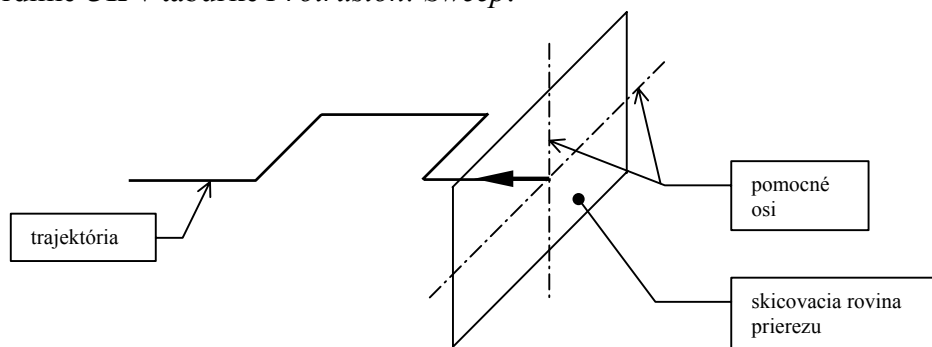
a) trajektória

b) profil (prierez)

Obr.30

- Najprv je potrebné zdefinovať trajektóriu súčiastky podľa Obr.30a. Počiatočný bod vektora udáva počiatok trajektórie a šípka smer ťahania. Ak by sme chceli počiatok trajektórie zvoliť do iného bodu, ukážeme na neho kurzorom a klikneme ET (bod bude aktívny – zobrazí sa červenou farbou). Potom PT chvíľu podržíme, pričom sa rozvinie roleta s pomocným Manu Managerom. Zvolíme **Start Point** a počiatok vektora sa premiestni do označeného bodu.

- V skicári nakreslíme základný veľmi jednoduchý profil potrubia podľa Obr. 30b (môžeme si precvičiť kreslenie sústredných kružníc). Je potrebné si uvedomiť, že prierez kreslíme okolo trajektórie a pri jeho skicovaní nás systém naorientuje do roviny kolmej na počiatočný vektor trajektórie. Tá sa v tomto pohľade premietne do bodu, ktorý je prienikom znázornených pomocných osí (Obr.31). Skicu zakótujeme, kóty zmodifikujeme na potrebné hodnoty a potvrdíme skicu.
- ! Častou chybou pri navolení prvku Sweep je príliš veľký prierez vzhľadom na polomery zaoblenia trajektórie!
- Ak je skica bez chýb, v okne hlásení sa objaví správa „Section regenerated succesfully“,
- Potvrdíme **OK** v tabuľke *Protrusion: Sweep*.



Obr.31

5.1.4 Prechod – Blend

Prvok **Blend** sa skladá zo série aspoň dvoch rovinných profilov, ktoré sú spojené prechodovou plochou do jedného tvaru. Pridaním alebo odobratím materiálu voľbou Blend vznikajú prvky veľmi rozmanitých tvarov.

Typy Blendov sú určené nasledujúcimi voľbami:

- **Parallel** – všetky skice ležia v rovnobežných rovinách, skicujú sa v jedinom náčrte
- **Rotational** – jednotlivé skice ležia v rovinách, ktoré sú otáčané okolo osi Y skicovacieho súradnicového systému, každá skica musí obsahovať súradnicový systém
- **General** - jednotlivé skice ležia vo všeobecných rovinách, ktoré sú vzájomne orientované skicovacími súradnicovými systémami, každá skica musí obsahovať súradnicový systém.

Skice Blendu môžu ostať v pôvodnom tvare alebo môžu byť pred vytvorením premietnuté na zvolené plochy:

- **Regular Sec** – skice sú použité v pôvodnom rovinnom tvare.
- **Project Sec** – skice blendu sú pred generovaním premietnuté na zvolené plochy.

Profily, ktoré tvoria Blend môžu byť skicované alebo zvolené z už existujúcich tvarov:


- **Select Sec** – umožňuje vybrať entity profilu, nie je prístupná pre rovnobežné prechody (Parallel Blend).
- **Sketch Sec** - profily budú skicované.

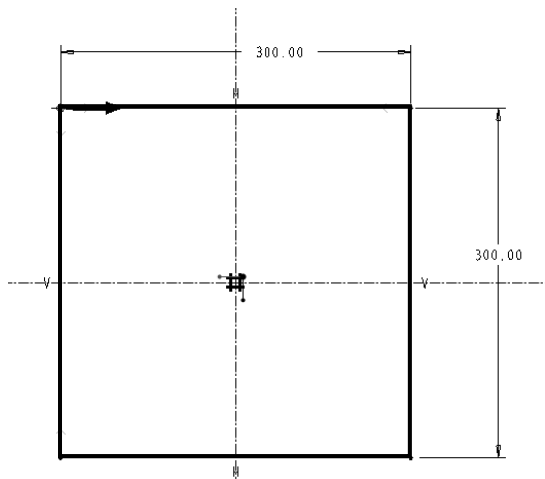
Prechod Blend môže byť lomený alebo hladký. Táto voľba sa prejaví len pri viac ako dvoch skicách:

- **Straight** – steny prechodu, ktoré spájajú susedné skice, sú tvorené priamkovými plochami, v rovine skice je zlom povrchovej plochy
- **Smooth** – steny prechodu, ktoré spájajú jednotlivé skice, sú tvorené hladkými plochami s plynulými prechodmi v rovinách skíc.

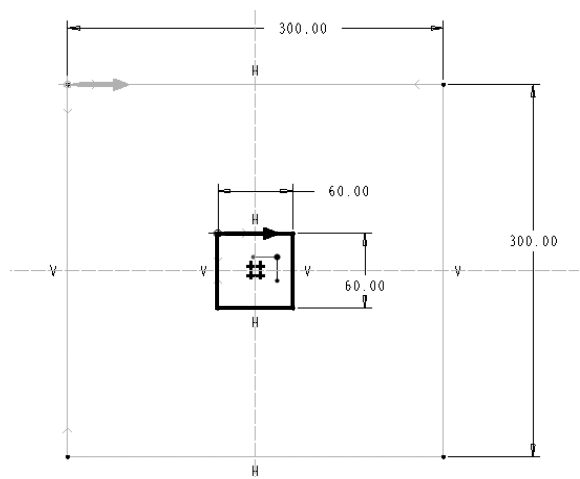
Príklad súčiastky výhodne vytvorenej pomocou prvku Blend je na Obr.32d.

Postupnosť krokov pre jej namodelovanie je nasledovná:

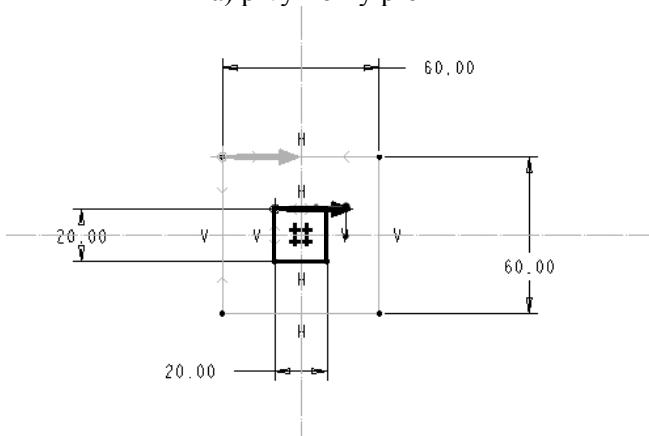
- **File / New** / navolíme režim Part / zadáme názov súčiastky „**Lievik**“ a nastavíme jednotky
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Blend / Thin / Done**, pretože výsledkom bude tenkostenná súčiastka 
- **Parallel / Regular Sec / Done**
- **Straight / Done**
- Ako **Sketch plane-Skicovaciú rovinu** vyberieme jednu z ponúknuťej trojice rovín TOP, RIGHT, BOTTOM (ľubovoľnú) tak, že na ňu ukážeme kurzorom a stlačíme LT myšky, pričom sa zobrazí červená šípka ukazujúca **Smer-Direction** vytvárania objemu. Ak s ponúknutým smerom súhlasíme, potvrdíme **Okay**, ak nie navolíme **Flip**.
- Ako **Sket view** navolíme **Default**, čo je **predvolená** reorientácia.
- V skicári nakreslíme základný tvar prierezov postupne podľa Obr. 32a-c. Od jedného prierezu k druhému sa dostaneme voľbou **Sketch / Feature Tools / Toggle Section** z hornej lišty okna skicára, pričom si precvičíme kreslenie štvorca (obdĺžnika) pomocou tlačidla „obdĺžnika“. Náčrt zakótujeme a kóty zmodifikujeme na potrebné hodnoty. Skicu potvrdíme.
Pri skicovaní jednotlivých profilov je potrebné dbať na polohu počiatočného bodu **Start point** každej skice, pretože tieto body budú pri vytváraní profilu navzájom spájané (či už priamkou alebo plynulým prechodom). Ak chceme polohu počiatočného bodu skice zmeniť, musíme najprv v skicári označiť LT bod, ktorý bude novým počiatočným bodom skice (stane sa aktívnym) a z hornej lišty okna v skicári navolíme **Sketch / Feature Tools / Start point**. Pri zmene polohy počiatočného bodu dochádza aj k výraznej zmene tvaru 3D modelu pri zachovaní definovaných rozmerov jednotlivých skíc. Príklad takejto zmeny tvaru Lievika, ktorá nastane po zmene polohy počiatočného bodu prostredného profilu je na obr. 32e.
- Po úspešnej regenerácii sa systém opýta, na ktorú stranu od skice bude pridávaná hrúbka telesa a ponúkne smer znázornený červenou šípkou. Ak súhlasíme s predvolenou orientáciou, zadáme **OK**, ak nie navolíme **Flip**. Tentokrát pridajme materiál smerom von zo skice, teda vnútorný rozmer lievika zostane zachovaný podľa definovaných rozmeov v skicári.
- V ďalšom kroku nás počítač vyzve, aby sme zadefinovali hodnotu hrúbky steny Lievika, zadáme hodnotu **[3]** a potvrdíme.
- Vzdialenosť medzi 1. a 2. profilom nech je **[200]** / potvrdíme.
- Vzdialenosť medzi 2. a 3. profilom nech je **[250]** / potvrdíme.
- Potvrdíme **OK** v tabuľke *Protrusion: Blend*. Výsledkom našej práce je lievik s hrúbkou steny 3 mm (Obr.32d).



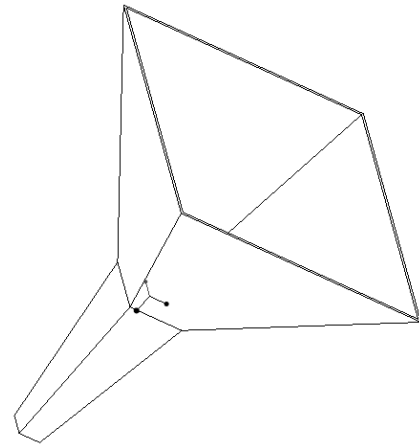
a) prvý-horný profil



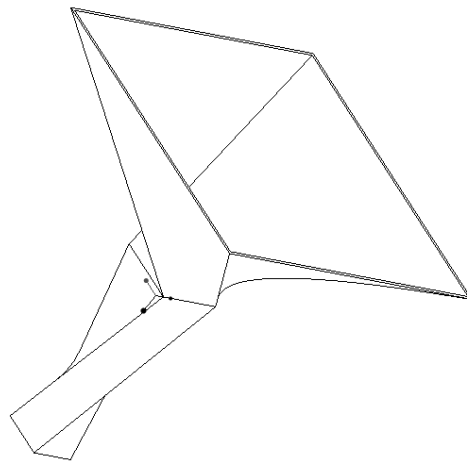
b) druhý-prostredný profil



c) tretí-dolný profil



d) hotová súčiastka



e) Lievik po zmene polohy počiatočného bodu stredného profilu

Obr.32 Lievik

6 VIACPRVKOVÉ MODELOVANIE

V praxi málokedy stačí jeden krok pre vytvorenie kompletného 3D modelu. Základný objem, ktorý sme pridali, je potrebné upraviť pomocou ďalších prvkov ako sú: Cut-Orezanie, Hole-Diera, Chamfer-Zrazenie, Round-Zaoblenie,... . Skôr ako bude vysvetlené modelovanie jednotlivých uvedených prvkov, je potrebné pochopiť orientovanie modelu.

6.1 Naorientovanie modelu a reorientácia

a) **Naorientovanie** už vytvoreného modelu pre skicovanie nového prvku je možné dosiahnuť rôznymi spôsobmi, pričom výsledok bude rovnaký. Voľba rovín pre naorientovanie súčiastky a voľba príkazov pre orientáciu smerového vektora je v rukách konštruktéra.

Každý nový prvok bude vytváraný pridávaním alebo odoberaním materiálu do už namodelovaného 3D objemu, pričom tá rovina, odkiaľ bude prvok vytváraný a kde zakreslíme jeho tvar je **skicovacia rovina**. Skicovaciu rovinu vyberieme

- ako jednu z rovinných plôch modelu,
- ako jednu z už existujúcich pomocných rovín alebo
- vytvoríme “za pochodu” novú pomocnú skicovaciu rovinu.

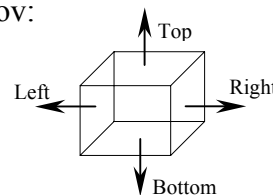
Je potrebné si zopakovať, že po naorientovaní sa zvolená skicovacia rovina stotožní s plochou obrazovky. Výsledná poloha súčiastky **Sketch view** pri skicovaní je určená výberom roviny pre naorientovanie a zadaním príkazu pre orientáciu šípky smerového vektora tejto roviny.

! Platí:

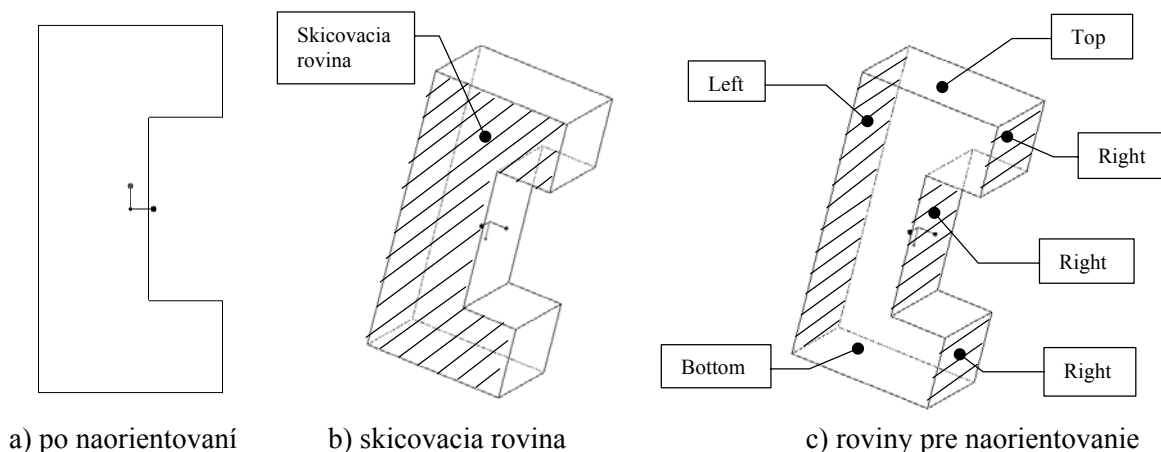
Každá rovinná plocha, ktorá tvorí povrch modelu, má svoj smerový vektor, ktorý je definovaný ako vektor kolmý na danú plochu, smerujúci von z materiálu.

Orientáciu šípky mysleneho smerového vektora navolíme pomocou pojmov:

- **Top** – smerový vektor vybranej plochy smeruje hore
- **Bottom** - smerový vektor vybranej plochy smeruje dolu
- **Right** - smerový vektor vybranej plochy smeruje doprava
- **Left** - smerový vektor vybranej plochy smeruje doľava
- **Back** - smerový vektor vybranej plochy smeruje dozadu
- **Front** - smerový vektor vybranej plochy smeruje dopredu, von z obrazovky



Ak by sme napríklad chceli naorientovať U-hranol z Obr.22 do polohy na Obr.33a, mohli by sme skicovaciu rovinu zvoliť podľa Obr.33b a ako rovinu pre naorientovanie (Sketch view) vybrať **jednu** z možností podľa Obr.33c.



Obr.33 Naorientovanie U-hranola

b) **Reorientáciu** už hotového modelu do presne nadefinovanej polohy vykonáme navolením tlačidla

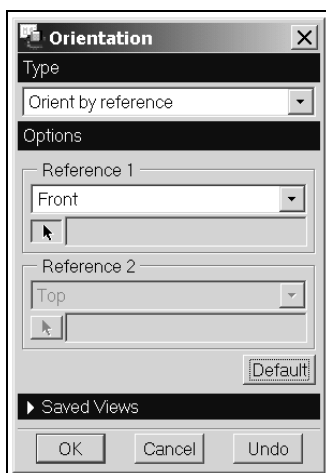
- **View / Reorient** z hornej lišty základného okna, pričom sa objaví tabuľka **Orientation** (Obr.34)

Súčiastku je možné naorientovať pomocou:

- Orient by references - referencií (vzťahných prvkov)
- Dynamic orient - dynamicky
- Preferences – preferencií

alebo navoliť predvolenú orientáciu tlačidlom **Default**.

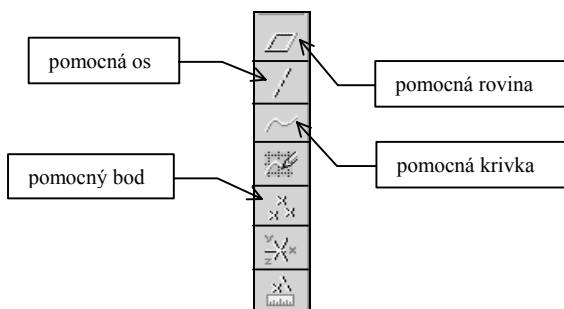
Spôsob reorientácie modelu pomocou dvoch referencií je najbežnejší a je podobný spôsobu *naorientovania* súčiastky pre skicovanie ďalšieho prvku (Obr.33), avšak odpadá zadanie skicovacej roviny. Navolíme postupne dve roviny ako referencie a určíme im smer orientácie. Rovine, ktorá má byť rovnobežná s plochou obrazovky navolíme príkaz Front alebo Back, podľa toho, či má byť zadaná rovina vpredu alebo vzadu.



Obr.34 Okno pre reorientáciu súčiastky

6.2 Pomocné prvky

Pri modelovaní zložitejších súčiastok vznikne potreba vytvárať pomocné prvky akými sú napr. pomocné roviny, body, osi. Tlačidlá pre vytváranie týchto pomocných prvkov sú zväčša predvolené na pravej lište základného okna (Obr.35).



Obr.35

K pomocným prvkom, ktoré sa najčastejšie používajú, patria **Pomocné roviny - Datum planes**.

Pomocná rovina sa na obrazovke zobrazuje žltým alebo červeným obrysom podľa toho, z ktorej strany sa na ňu pozeráme a názvom DTM s číslom. V pohľade, v ktorom sa rovina zobrazuje ako priamka ju preto vidíme ako žltú a červenú čiaru vedľa seba. Na rozdiel od

rovinnej plochy povrchu súčiastky, ktorá má definované okraje a smerový vektor, je pomocná rovina nekonečná, má nulovú hrúbku a jej smerový vektor je kladný na žltej strane a záporný na červenej strane. Pomocné roviny je možné vytvárať počas modelovania tzv. "za pochodu" alebo ako samostatný prvok navolením tlačidla z bočnej lišty.

Menu *Datum Plane* obsahuje voľby:

- **Through** – rovina bude prechádzať **cez** vybraný prvok
- **Normal** – rovina bude **kolmá** na zvolený prvok
- **Parallel** – rovina bude **rovnobežná** s vybranou rovinou
- **Offset** – rovina bude rovnobežná s vybranou rovinou, ale bude od nej **vzdialená (odsadená)** o zvolenú hodnotu.
Ak chceme rovinu odsadiť práve opačným smerom ako ukazuje šípka, zadáme pred číselnú hodnotu vzdialenosti znamienko "-" ("minus")
- **Angle** – rovina bude **pootčená** od zvolenej roviny o zadaný **uhol**
- **Tangent** – rovina bude **dotýčnicová** k zvolenej valcovej ploche.

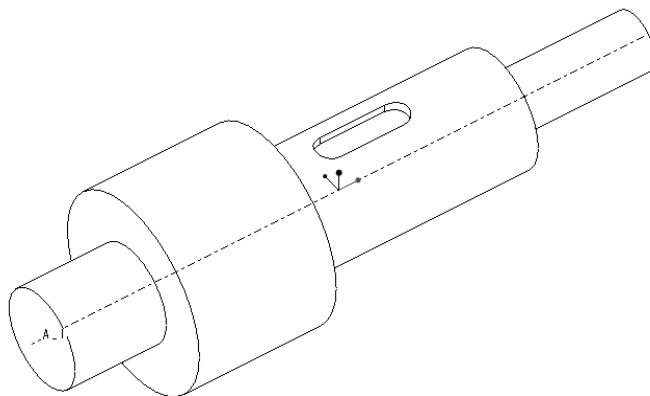
Pomocná rovina je presne zadefinovaná vtedy, ak je jej poloha jednoznačne určená! Niekedy postačí na jej definovanie jeden príkaz (napr. Offset - odsadenie od zvolenej roviny), niekedy dva a niekedy sú potrebné až tri príkazy. Použitie jednotlivých príkazov bude vysvetlené počas vytvárania 3D modelov v nasledujúcich kapitolách.

6.3 Odoberanie materiálu – Cut

Druhým najčastejšie používaným prvkom pri modelovaní je odobratie materiálu **Cut**. Spôsoby navolenia tohto prvku a tvary odobraného materiálu sú veľmi rozmanité, závisia nielen od súčiastky, ale aj od prístupu konštruktéra k modelovacím technikám.

! Skicovacia rovina bude zväčša tam, kde sa nástroj dotkne obrobku, teda na ploche, kde začneme materiál odoberať!

Namodelujme hriadeľ a následne do neho vyrežeme drážku pre pero podľa Obr.36.

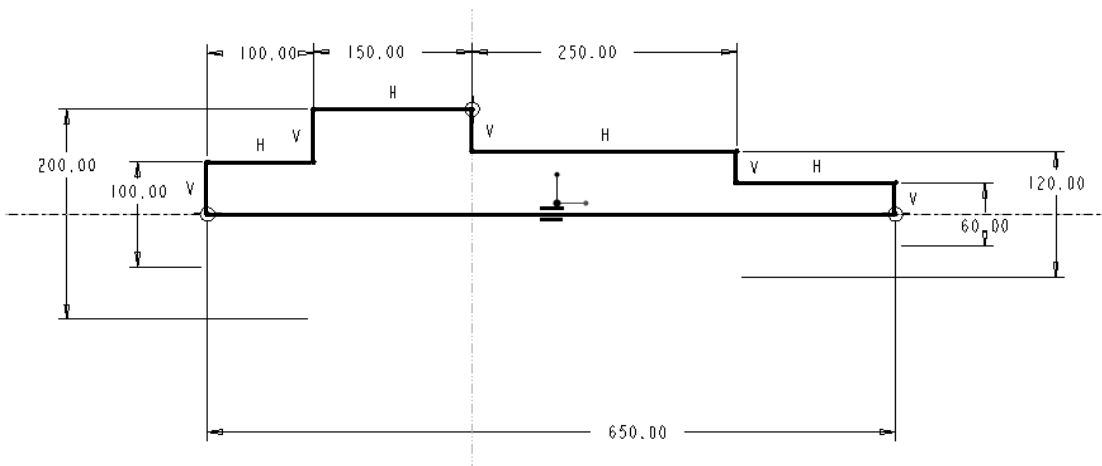


Obr.36

Hriadeľ:

- **File / New / režim Part / zadáme názov súčiastky „Hriadel“ a nastavíme jednotky**
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Revolve / Solid / Done**
- **One Side / Done**
- **Sketch plane / vyberieme ľubovoľnú zo základných rovín TOP, RIGHT, BOTTOM**
- **Direction / Okay**
- **Sket view / Default**

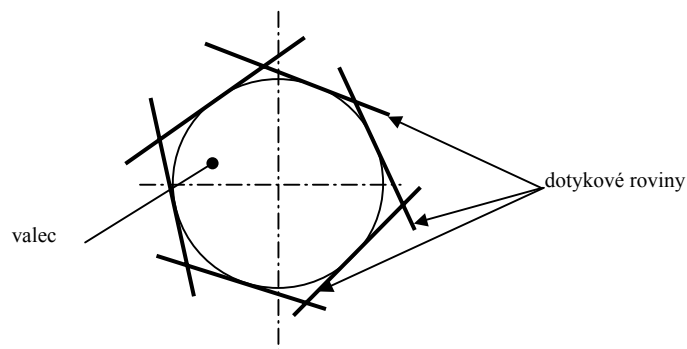
- V skicári nakreslíme základný tvar skice podľa Obr.37, zopakujeme si kótovanie priemerov
- Navolíme [360°] / **Done**.
- **OK** v tabuľke *Protrusion: Revolve*.



Obr.37

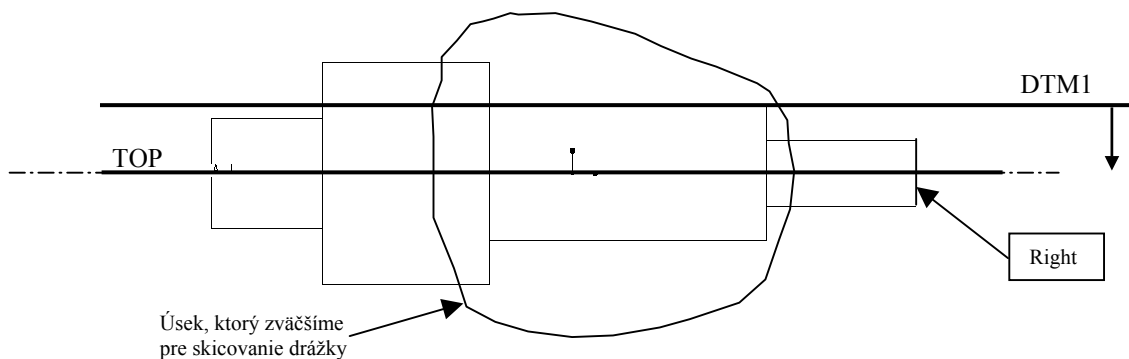
Drážka pre pero:

- **Feature / Create / Solid / Cut / Extrude / Solid / Done** – budeme vyrezávať plný objem kolmým vytiahnutím
- **One Side / Done**
- **Sketch plane / Make Datum / Tangent** - keďže nástroj sa dotkne obrobku na povrchu valcovej plochy s priemerom $\varnothing 120$ mm (valcová plocha nie je rovinná plocha), musíme v mieste dotyku vytvoriť novú, pomocnú rovinu (dotykovú-Tangent). Ukážeme na valcovú plochu kurzorom a klikneme LT. K vybranej valcovaj ploche existuje nekonečne veľa takýchto dotykových rovín (Obr.38), pre počítač však musíme určiť jednu jedinú. My ju nadefinujeme pomocou jednej z rovín základného súradnicového systému, ktorá prechádza osou hriadeľa.



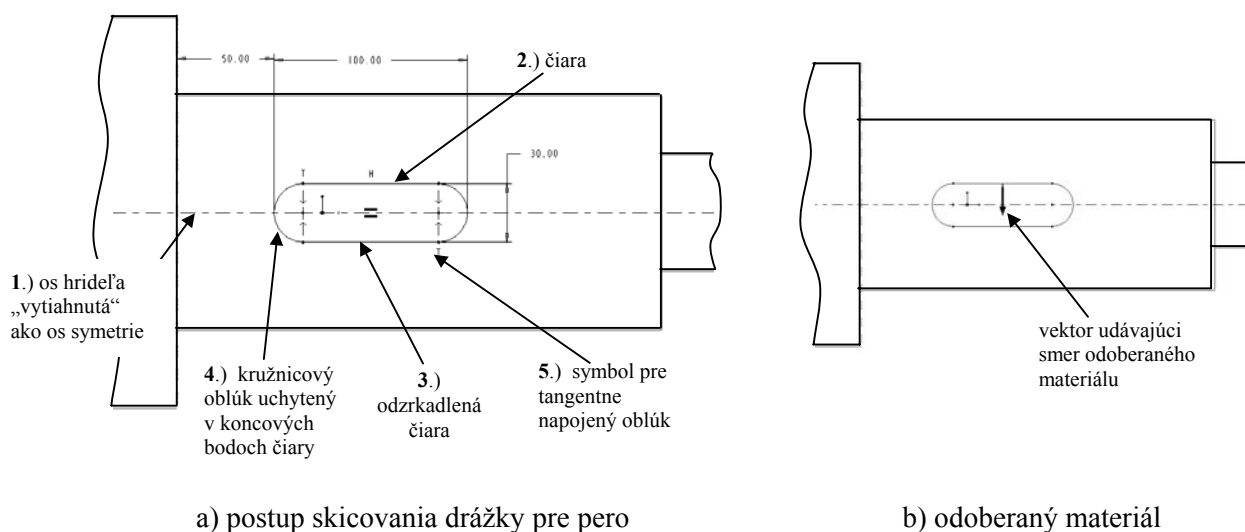
Obr.38

Navolíme **Parallel** a ukážeme na rovinu, v našom prípade je to rovina TOP (Obr.39). Počítač splní súčasne obe podmienky: nová rovina DTM1 bude dotyková k povrchu hriadeľa v mieste, ktoré sme označili a zároveň bude rovnobežná s rovinou TOP / potvrdíme **Done**.



Obr.39

- Smer vytvárania prvku ukáže šípka. Budeme rezať **do** materiálu, preto aj smer vektora **Material side** musí smerovať do hriadeľa (Obr.39). Potvrdíme **Okay**.
- (Voľba naorientovania hriadeľa závisí na konštruktérovi, ktorý si zvolí najvýhodnejšiu polohu súčiastky v skicovacej rovine, tak aby sa mu nový prvok skicoval čo najjednoduchšie). Naorientujme hriadeľ tak, aby pri skicovaní bola jeho os vo vodorovnej polohe a najmenší priemer $\varnothing 60$ mm na pravej strane. Navolíme preto príkaz **Right** a ukážeme priamo na plochu čela hriadeľa s priemerom $\varnothing 60$ mm.
- Postup pri skicovaní drážky je nasledovný: (Obr.40a)
 - pomocou tlačidla *už použitej geometrie* “vytiahneme” os hriadeľa, ktorá v tomto skicári nebude osou rotácie, ale osou symetrie (drážka pre pero je symetrický prvok),
 - načrtneme úsečku vhodnej dĺžky nad (alebo pod) os
 - čiaru odzrkadlíme, pričom “vytiahnutá” os bude osou symetrie
 - navolením tlačidla *kružnicového oblúka* nakreslíme poloblúk tak, že uchyťme koncové body obidvoch naskicovaných úsečiek a polomer oblúka zadefinujeme LT v okamihu, keď sa stred oblúka nachádza na osi symetrie a zároveň presne na priamke spájajúcej zvolené koncové body obidvoch čiar. To sa prejaví symbolom **T** (červenej farby) pri koncových bodoch oblúka, čo znamená, že oblúk je tangentne napojený.
 - postup zopakujeme na opačnom konci čiar
 - zakótujeme potrebné rozmery
 - hodnoty kót zmodifikujeme
 - skicu potvrdíme



a) postup skicovania drážky pre pero

b) odoberaný materiál

Obr.40

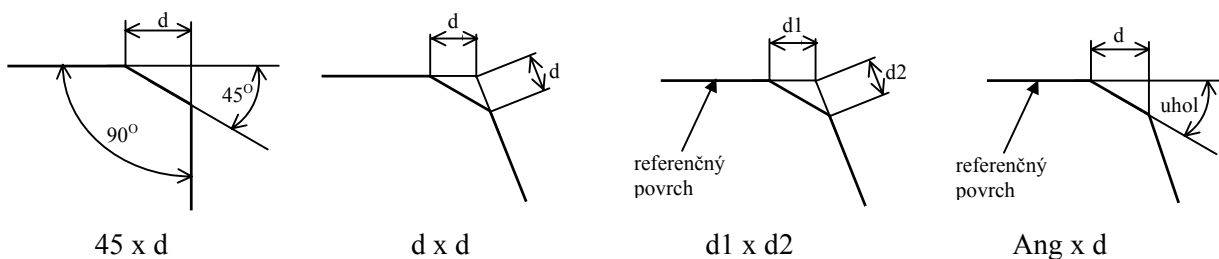
- Po regenerácii skice sa systém opýta, ktorý materiál bude odoberaný. V našom prípade chceme odobrať materiál z vnútra drážky, preto orientáciu vektora zvolíme podľa Obr.40b. Potvrdíme **OK**.
- Hĺbku drážky zadáme príkazom **Blind / Done**.
- Zadáme číselnú hodnotu pre hĺbku drážky [9,5] / **Done**. (Pozor na písanie desatinnej čiarky!)
- Potvrdíme **OK** v tabuľke *Cut: Extrude*.

6.4 Zrazenie – Chamfer

Zrazenie je veľmi jednoduchý a často používaný prvok. Je to **neskicovaný** prvok, čo znamená, že na jeho vytvorenie nepotrebujeme kresliť skicu, len zadať referencie (hrany, rohy) a parametre (rozмеры).

Druhy zrazení: (Obr.41)

- **45 x d** – zrazenie, ktoré zvierá 45° k obom povrchom s rozmerom d
- **d x d** – zrazenie, ktoré má rozмеры d v oboch smeroch
- **d1 x d2** – zrazenie s prvým rozmerom $d1$ a druhým $d2$
- **Ang x d** – zrazenie s rozmerom d na zvolenom povrchu a zadaným uhlom vzhľadom k tomuto povrchu

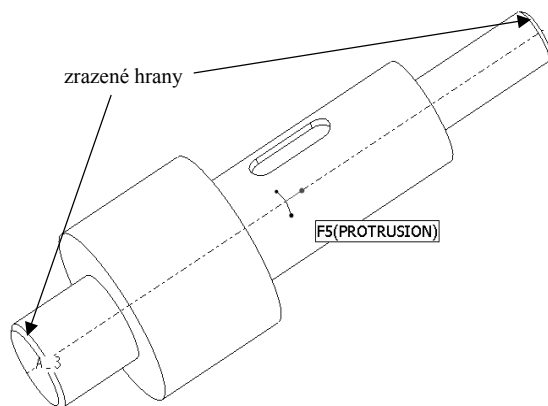


Obr.41 Druhy zrazení

Vytvoríme zrazenia $3 \times 45^\circ$ na koncových hranách namodelovaného hriadeľa (Obr.42).

Zadajme príkazy:

- **Feature / Create / Solid / Chamfer / Edge** – budeme vytvárať objemový prvok zrazenie na hrane-edge
- Navolíme **45 x d**
- Zadáme hodnotu [3], čo je rozmer d
- Vyberieme hrany, na ktorých bude zrazenie a potvrdíme **Done sell / Done Refs**
- Potvrdíme **OK** v tabuľke *Chamfer: Edge*



Obr.42

6.5 Diera – Hole

Prvok **Hole-Diera** je prvkom, pri ktorom dochádza k odoberaniu materiálu. Na rozdiel od Odoberania materiálu - Cut však je to prvok rotačný, modelujeme ním vŕtané otvory.

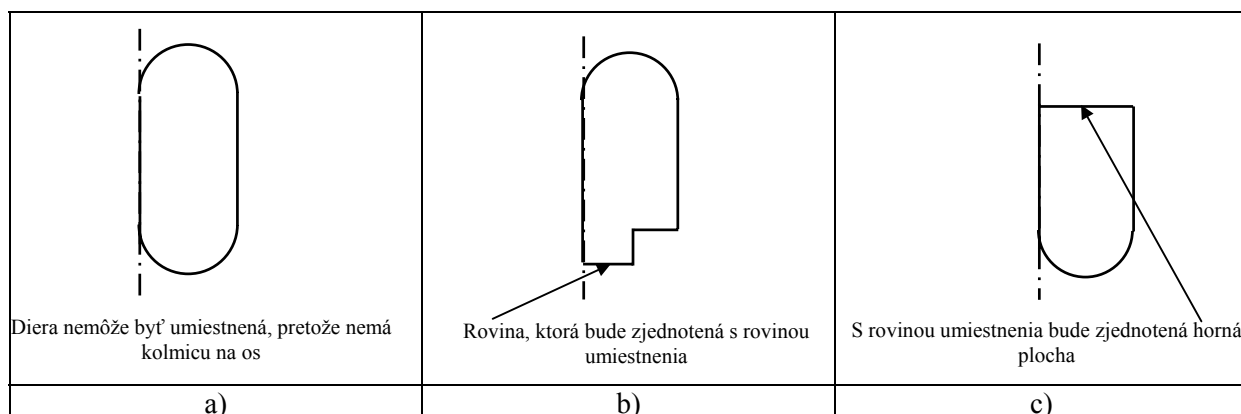
Typy dier, ktoré môžeme touto voľbou namodelovať:

- **Standard hole** – normalizované diery, napr. pre kolíky, skrutky
- **Straight hole** – priame diery (priemer diery je rovnaký po celej dĺžke)
- **Sketched hole** – skicované diery (diera vznikne orotovaním naskicovaného profilu).

Normalizovaná diera (**Standard hole**) umožňuje navoliť konštruktérovi napr. druh závit, veľkosť závit, dĺžku diery, dĺžku závit, druh zapustenia pre hlavu skrutky a iné veličiny bez skicovania diery priamo v okne pre vytváranie tohto prvku. Informácie o vytvorenej normalizovanej diere môžeme následne zobrazit' na 3D modeli pomocou poznámky.

Prvok skicovaná diera (**Sketched hole**) je veľmi silný nástroj, ktorý umožňuje vytvorit' diery rôznych tvarov. Pri skicovaní profilu diery musíme brať do úvahy určité obmedzenia a dohody, ktoré platia v systéme Pro/ENGINEER: (Obr.43)

- Os rotácie skice musí byť zvislá.
- Aspoň jedna úsečka skice musí byť kolmá na os. Úsečka bude stotožnená s rovinou umiestnenia diery.
- Ak sú v skici dve kolmé úsečky, s rovinou umiestnenia bude stotožnená horná úsečka.

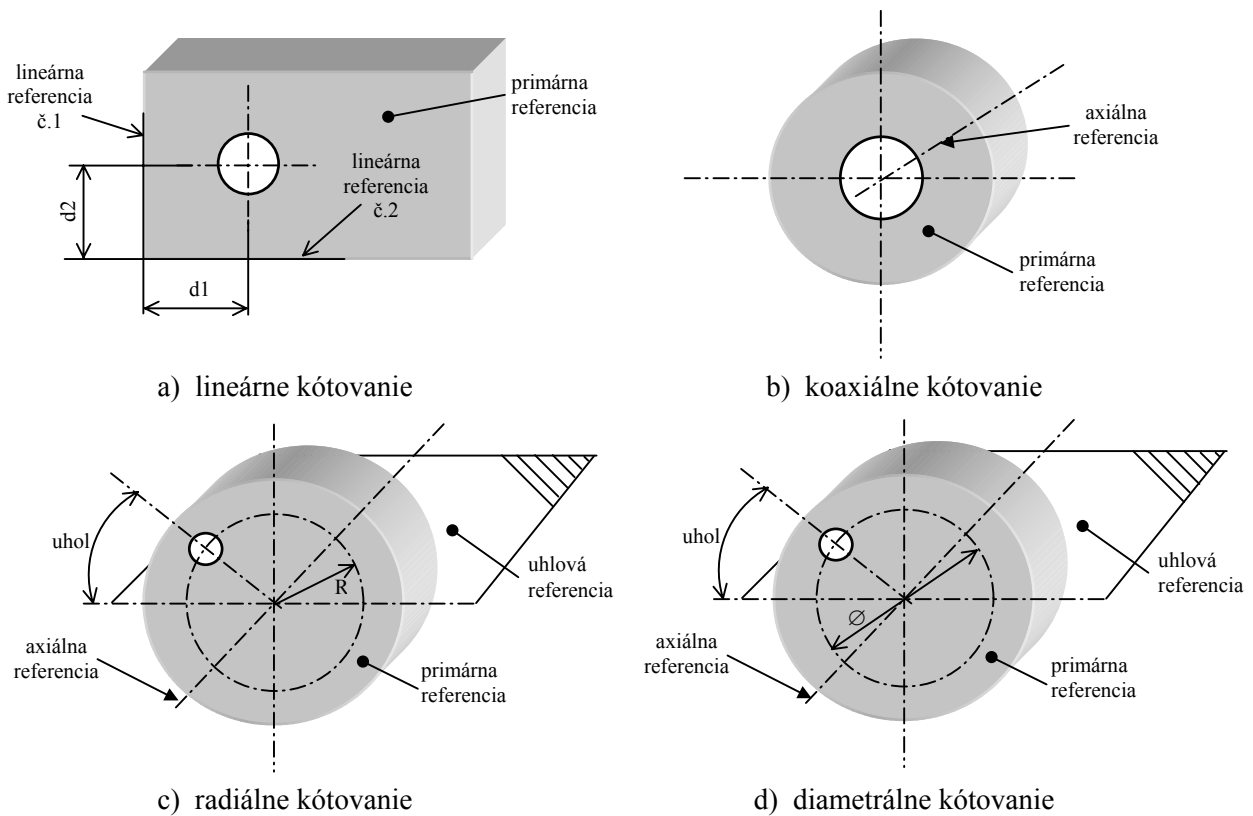


Obr.43

Dôležitým rozhodnutím konštruktéra pri vytváraní diery je správna voľba spôsobu kótovania. Polohu prvku určujú referencie – vzťažné entity, vzhľadom ku ktorým je diera kótovaná. Primárna referencia, ktorú systém vyžaduje aby sme zadefinovali, je vo väčšine prípadov rovina (plocha), kde sa nástroj dotkne obrobku, podobne ako pri rezaní Cut skicovacia rovina. Sekundárna a terciálna referencia závisia od spôsobu kótovania diery, teda od spôsobu zadefinovania jej polohy.

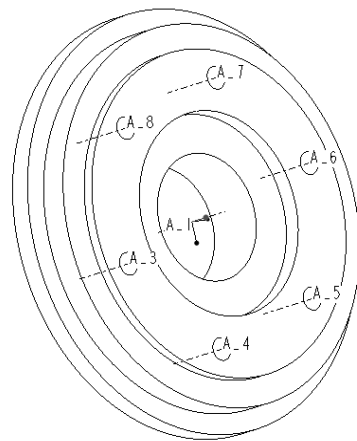
Podľa umiestnenia diery vzhľadom na existujúcu geometriu a podľa spôsobu kótovania je možné vytvorit' diery:

- **Linear** – diera je kótovaná zadaním vzdialenosti od dvoch rovín alebo hrán (Obr.44a)
- **Radial** – diera bude zakótovaná polomerom rozstupovej kružnice a uhlom vzhľadom k zvolenej rovine (Obr.44b)
- **Diameter** – diera bude zakótovaná priemerom rozstupovej kružnice a uhlom vzhľadom k zvolenej rovine (Obr.44c)
- **Coaxial** – os diery bude totožná so zvolenou osou (Obr.44d)



Obr.44

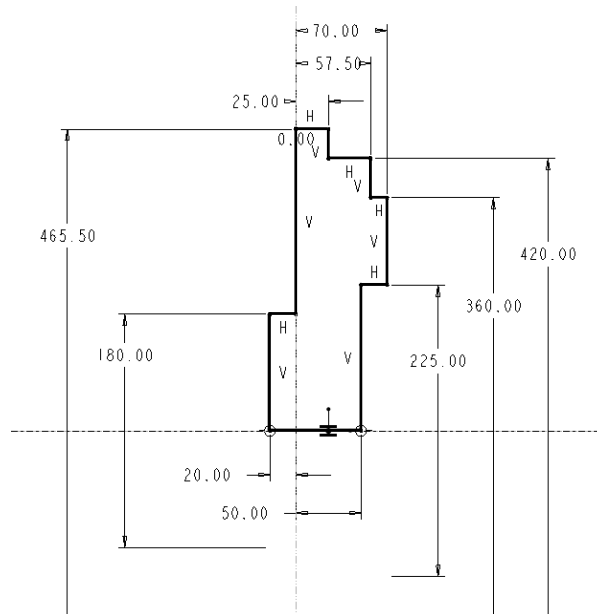
Prípravme si súčiastku v tvare podľa Obr.45, aby sme si na nej vyšetlili princíp vytvárania dier navolením Hole.



Obr.45

Teleso Príruba vytvoríme navolením týchto krokov:

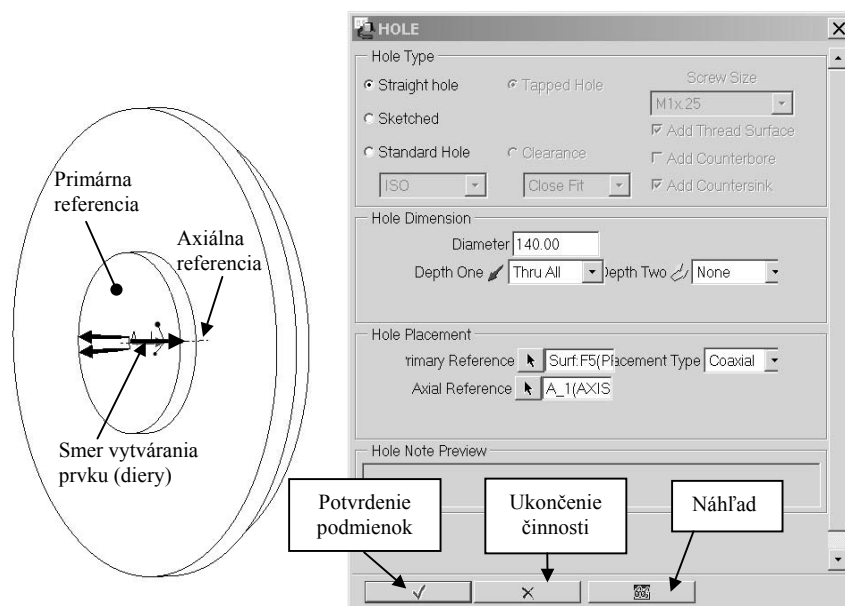
- **File / New / režim Part /** zadáme názov súčiastky „Príruba“ a nastavíme jednotky
- **Feature / Create / Solid / Protrusion / Revolve / Solid / DoneOne Side / Done**
- **Sketch plane /** vyberieme ľubovoľnú zo základných rovín TOP, RIGHT, BOTTOM
- **Direction / Okay**
- **Sket view / Default**
- V skicári nakreslíme základný tvar skice podľa Obr.46 , skicu potvrdíme
- Navolíme [360°] / **Done**.
- **OK** v tabuľke *Protrusion: Revolve*.



Obr.46

Diera v strede \varnothing 140 mm (Obr.47):

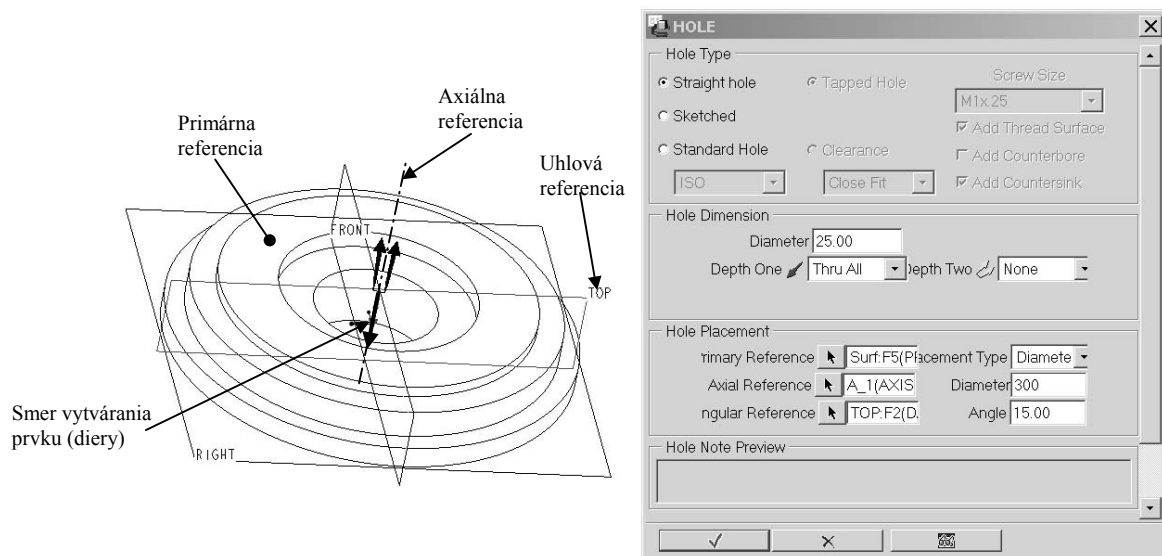
- **Feature / Create / Solid / Hole**
- V okne **Hole** navolíme:
 - *Hole type (Typ diery)* – Straight hole (Priama diera)
 - *Hole dimension (Rozmery diery)* – **Diameter** (priemer diery) – \varnothing 140 mm
– **Depth one** (hĺbka diery) – Thru All (Cez celý objem)
 - *Hole placement (Umiestnenie diery)* – **Primary Reference** (Primárna referencia) rovina, kde sa nástroj dotkne obrobku
– **Axial Reference** (Osová referencia) – označíme os telesa príruby



Obr.47

Diera $\varnothing 25$ mm na rozstupovej kružnici $\varnothing 300$ mm (Obr.48):

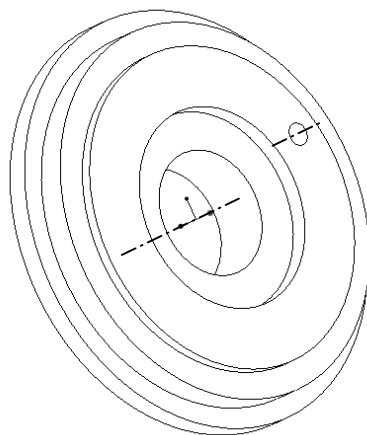
- **Feature / Create / Solid / Hole**
- V okne *Hole* navolíme:
 - *Hole type (Typ diery)* – Straight hole (Priama diera)
 - *Hole dimension (Rozmery diery)*
 - **Diameter** (priemer diery) – $\varnothing 25$ mm
 - **Depth one** (hĺbka diery) – Thru All (Cez celý objem)
 - *Hole placement (Umiestnenie diery)*
 - **Primary Reference** (Primárna referencia) rovina, kde sa nástroj dotkne obrobku
 - **Axial Reference** (Osová referencia) – označíme os telesa príruby
 - **Angular Reference** (Uhlová referencia) – označíme rovinu, od ktorej bude diera odchýlená o uhol 15° .



Obr.48

Zatiaľ máme namodelovanú len jednu diery na rozstupovej kružnici (Obr.49). Ďalších 5 diery $\varnothing 25$ mm by sme mohli vytvoriť podobným spôsobom, teda ešte 5x by sme navolili cestu pre vytvorenie diery s tým rozdielom, že by sa menila hodnota uhla odchýlenia.

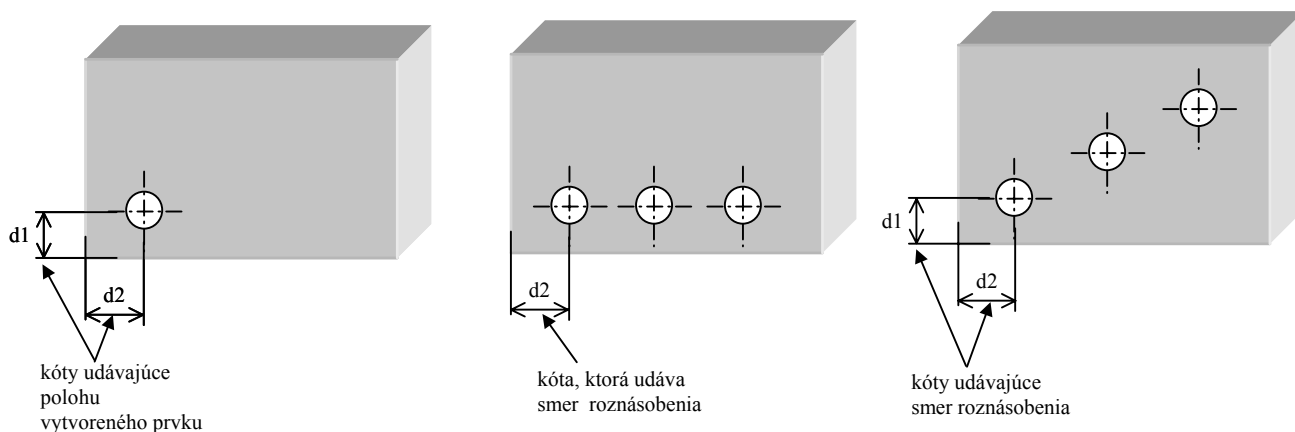
Vytvorme však potrebných 5 diery na jeden krok a to roznásobením už existujúcej diery použitím prvku **Pattern**.



Obr.49

6.6 Znásobenie prvkov – Pattern

Znásobené prvky vznikajú ako nové umiestnenia toho istého zvoleného prvku a správajú sa tak, ako by to bol jeden prvok. **Prvok, ktorý chceme znásobiť, musí obsahovať kótu, ktorá určuje smer roznásobenia**, pričom poloha novovzniknutých prvkov je určená prírastkom tejto kóty. Pri roznásobovaní po priamke je to teda lineárna kóta buď horizontálna, vertikálna alebo ich kombinácia (Obr.50), pri roznásobovaní po obvode na rozstupovej kružnici je to uhlová kóta, ktorá udáva polohu každého nasledujúceho prvku.



Obr.50

Menu pri znásobovaní prvkov obsahuje voľby:

- **Identical** – znásobené prvky budú zhodné (identické) – prvky majú rovnakú veľkosť a navzájom do seba nezasahujú. Sú umiestnené na jednej ploche, pričom ani jeden prvok nepretína jej hrany.
- **Varying** – premenné znásobené prvky – prvky môžu meniť svoju veľkosť a môžu byť umiestnené na rôzne plochy, pričom nemôžu do seba zasahovať.
- **General** – všeobecné znásobené prvky – prvky sa môžu navzájom pretínať

Pre vytvorenie dier na prírube podľa Obr.45 navolíme:

- **Feature / Pattern / Select** / Vyberieme dieru vytvorenú prvkom Hole
- **Identical / Done** / Zobrazia sa kóty, ktoré definujú polohu zvoleného prvku
- **Value** / Vyberieme kótu, ktorá definuje smer roznásobovania prvku. V našom prípade je to uhol 15° , pretože ďalšie diery budú posunuté od originálu o určitý uhol. Uhol posunutia (pootočenia) bude 60° , pretože podľa zadania sa diery $\varnothing 25$ mm vyskytuje v modeli 6x, pričom sú všetky diery rozmiestnené pravidelne. Zadáme preto hodnotu **[60]**.
- Potvrdíme **Done**.
- V dialógovom riadku potrebujeme zadať počet vytváraných prvkov **spolu s originálom**. Zadáme **[6]**, pretože celkový počet dier v našom modeli je 6.
- **Done**. (Ak by sme potrebovali dieru roznásobiť aj v inom smere, ukázali by sme na ďalší rozmer (kótu) a zadali hodnotu prírastku v určenom smere, až potom potvrdili **Done**.)

6.7 Zaoblenie – Round

Pomocou voľby **Round** je možné vytvoriť zaoblenia, t.j. hladký prechod medzi susediacimi plochami. Podobne ako prvok **Chamfer**, aj prvok **Round** je **neskicovaný** prvok a je určený potrebnými referenciami (plochami, hranami) a rozmermi (hodnotou polomeru zaoblenia R).

! Pri modelovaní zaoblenia sa odporúča dodržať tieto pravidlá:

- ✓ Zaoblenia na súčiastke vytvárať čo najneskôr.
- ✓ Nekótať vzhľadom na hrany (resp. dotyčnicové hrany), ktoré vznikli zaoblením.

Typy zaoblenia, ktoré môžeme v systéme ProEngineer vytvoriť:

- **Simple** – jednoduché
- **Advanced** – zložité

Menu Round ponúka ďalej tieto voľby:

- **Constant** – zaoblenie s konštantným polomerom
- **Variable** – zaoblenie s premenlivým polomerom
- **Full Round** – vytvorí zaoblenie odstránením plochy
- **Thru Curve** – vytvorí zaoblenie cez krivku

Referencie udávajúce polohu zaoblenia vyberáme z týchto možností:

- **Edge Chain** – zaoblí vybraný reťazec hrán
- **Surf-Surf** – vytvorí zaoblenie medzi dvoma plochami
- **Full Round** – vytvorí zaoblenie dotýčnicovo od hrany na plochu
- **Edge-Pair** – vytvorí úplné zaoblenie medzi dvoma párami hrán

Spôsoby, ktorými môžeme hranu alebo plochy vyberať:

- **One by One** – reťazec hrán vyberieme po jednotlivých hranách, plochách
- **Tangnt Chain** – vyberieme všetky hrany dotýčnicové ku zvolenej hrane
- **Surf Chain** – vyberieme všetky hrany okolo zvolenej plochy
- **Unselect** – zrušíme výber predchádzajúcich príkazov

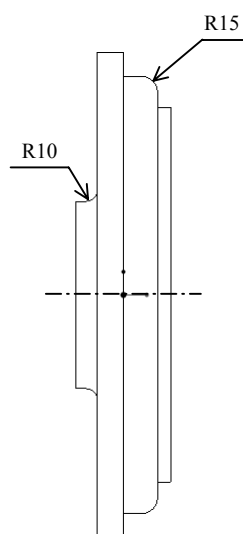
Namodelujme zaoblenia na hranách Príruby podľa Obr.51 a pre nacvičenie tohto prvku zvolíme dva odlišné spôsoby výberu referencií.

Pre zaoblenie **R10** navolíme:

- **Feature / Create / Round / Simple / Done**
- **Constant / Edge Chain / Done**
- **Tangnt Chain** / Vyberieme hranu a potvrdíme **Done**
- Zadáme hodnotu zaoblenia [**10**]
- Potvrdíme **OK** v tabuľke *Round / General*

Pre zaoblenie **R15** navolíme:

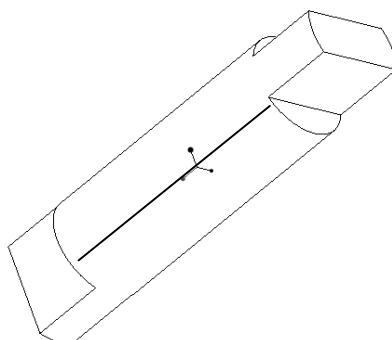
- **Feature / Create / Round / Simple / Done**
- **Constant / Surf-Surf / Done**
- Vyberieme susediace plochy (ich prienik tvorí hranu, ktorú chceme zaobliť) a potvrdíme **Done**
- Zadáme hodnotu zaoblenia [**15**]
- Potvrdíme **OK** v tabuľke *Round / General*



Obr.51

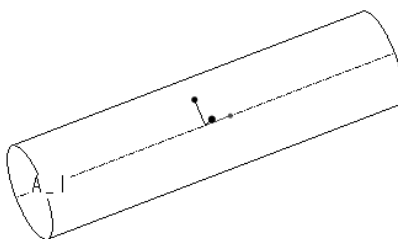
6.8 Kopírovanie prvkov – Copy

Prvky, ktoré sme už raz vytvorili, nemusíme na inom mieste súčiastky znova modelovať, ale je možné ich kopírovať rôznymi spôsobmi, napr. zrkadlením, pootočením, ... Prvok **Copy** si precvičíme namodelovaním súčiastky zobrazenej na Obr.52.



Obr.52 Kolík

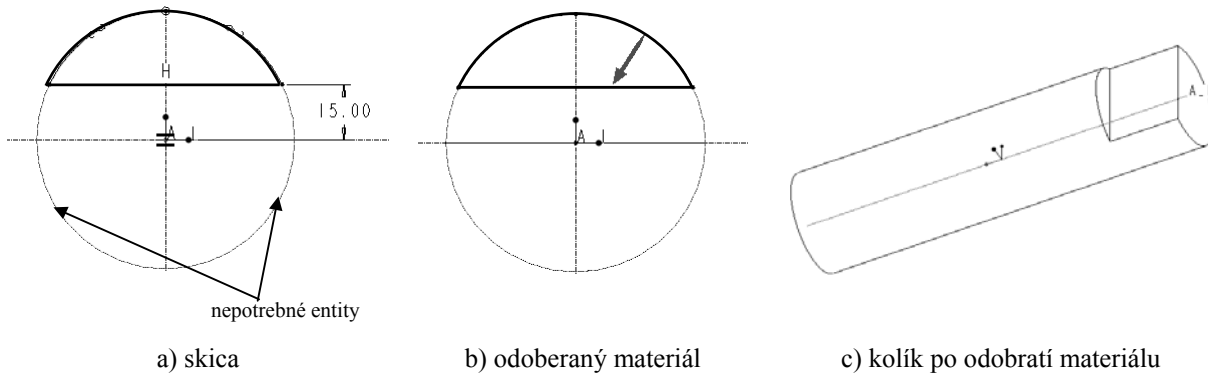
1. Pripravme si jednoduchý valec priemeru $\varnothing 70$ mm a dĺžky 280 mm. (Obr.53)
 - **File / New / režim Part / zadáme názov súčiastky „Kolík“ a nastavíme jednotky**
 - **Feature / Create / Solid / Protrusion / Revolve / Solid / Done**
 - **One Side / Done**
 - **Sketch plane /** vyberieme ľubovoľnú zo základných rovín TOP, RIGHT, BOTTOM
 - **Direction / Okay**
 - **Sket view / Default**
 - V skicári nakreslíme základný tvar skice (obdĺžnik s rozmermi 35x280) + os rotácie
 - Navolíme [**360°**] / **Done**.
 - **OK** v tabuľke *Protrusion: Revolve*.



Obr.53

2. Odstránime prvú časť nepotrebného objemu (Obr.54c) navolením:
 - **Feature / Create / Solid / Cut / Extrude / Solid / Done**
 - **One Side / Done**
 - **Sketch plane /** vyberieme jedno čelo hriadeľa
 - **Direction /** (šípka smeruje do materiálu) / **Okay**
 - **Sket view / Default**
 - V skicári nakreslíme tvar skice podľa Obr.54,
 - pomocou tlačidla **už použitej geometrie** „vytiahneme“ hranu ohraničujúcu čelo kolíka, ktorá sa premietne v skicári ako kružnica.
 - nakreslíme čiaru do vnútra čela kolíka a jej koncové body stotožníme s kružnicou (obvodou hranou), Obr.54a

- nepotrebné entity odstránime
- skicu potvrdíme
- **Material side** / šípka smeruje do vnútra skice / **Okay** (Obr.54b)
- **Blind / Done**
- Navolíme [50] / **Done**.
- **OK** v tabuľke *Cut: Extrude*.



Obr.54

6.8.1 Copy Mirror

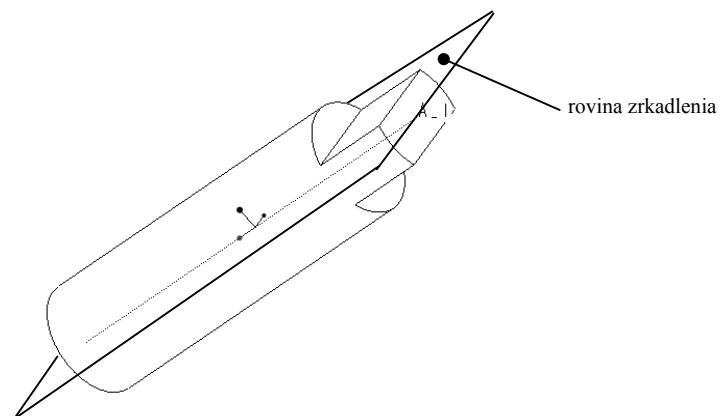
Objem, ktorý sme odstránili prvkom Cut podľa Obr.54 je rovnaký aj v dolnej časti čela kolíka, ale je o 180° pootočený, resp. je jeho zrkadlovým obrazom. Využijeme teda možnosť prvky kopírovať zrkadlením **Copy-Mirror**. Predpokladom pre kopírovanie prvku zrkadlením je existencia roviny zrkadlenia, ktorú

- nie je potrebné vytvárať, pretože už existuje (ako rovinná plocha na modeli alebo ako pomocná rovina)
- môžeme vytvoriť pred samotným kopírovaním alebo
- vytvoríme tzv. za pochodu

Pokračujeme v modelovaní tretím krokom navolením prvku Copy Mirror.

3. Pre zrkadlenie navolíme:

- **Feature / Copy / Mirror / Select / Dependend / Done** . Vybraný prvok bude vytvorený zrkadlením a bude závislý na už namodelovanom prvku.
- **Select** / vyberieme prvok, ktorý chceme kopírovať (v našom prípade je to odobratá časť materiálu prvkom Cut podľa Obr.54) / **Done Sel / Done**
- Vyberieme alebo vytvoríme rovinu zrkadlenia. Po jej navolení sa prvok automaticky skopíruje. (Obr.55)



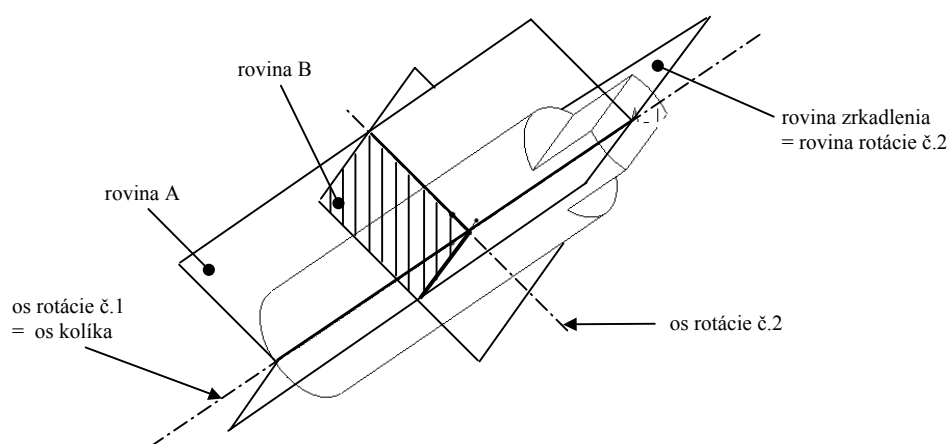
Obr.55

6.8.2 Copy Move

Z Obr.52 je zřejmé, že výstupok, ktorý vznikol navolením prvkov Cut a Copy Mirror, je rovnakého tvaru a rozmerov ako výstupok na druhom konci hriadeľa, avšak je pootočený okolo osi rotácie č.1 (teda osi hriadeľa) o 90° a okolo osi rotácie č.2 o 180° . Pre namodelovanie druhého výstupku môžeme preto využiť dvojnásobné kopírovanie pootočením prvkom **Copy-Move-Revolve**. Princíp modelovania druhej strany kolíka je na Obr.57.

Skôr ako začneme kopírovať výstupok pootočením, musíme si pripraviť os rotácie č.2 (Obr.57c). Najjednoduchší spôsob vytvorenia tejto osi je vytvoriť ju ako prienik dvoch rovín A a B (Obr.56):

- rovina A prechádza osou kolíka, je kolmá na rovinu rotácie č.2 a zároveň je kolmá na rovinu čela kolíka.
- rovina B prechádza osou kolíka, je kolmá na rovinu rotácie č.2 a zároveň je rovnobežná s rovinou čela kolíka.



obr.56

Rovina rotácie č.2 (Obr.57a) už existuje, pretože je totožná s rovinou zrkadlenia a to nám dovoľuje roviny A a B namodelovať ako pomocné roviny.

4. Pre vytvorenie **roviny A** navolíme:

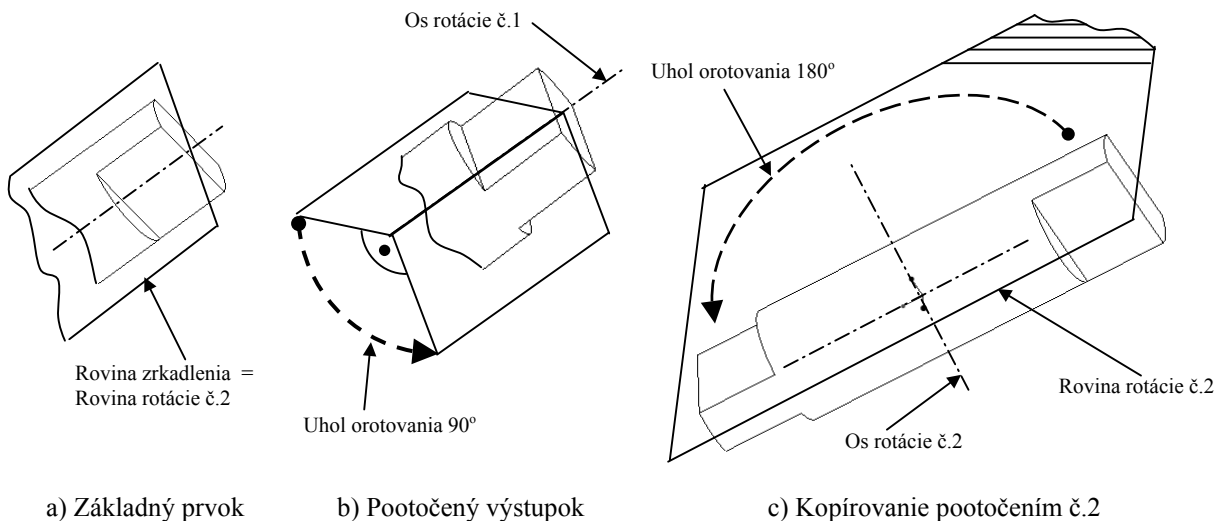
- Vyberieme tlačidlo **Pomocnej roviny** z pravej lišty základného okna
- Z ponuky vyberieme:
 - **Through** a ukážeme na os kolíka
 - **Normal** a ukážeme na rovinu zrkadlenia
 - **Normal** a ukážeme na plochu čela kolíka
 - Potvrdíme **Done**

5. Pre vytvorenie **roviny B** navolíme:

- Vyberieme tlačidlo **Pomocnej roviny** z pravej lišty základného okna
- Z ponuky vyberieme
 - **Offset** a ukážeme na jedno čelo kolíka
 - Zadáme hodnotu odsadenia [**140**] a potvrdíme. (Celý kolík má dĺžku 280 mm a keďže os rotácie č.2 má byť v strede kolíka, aj rovina B musí byť v strede kolíka.)
 - Potvrdíme **Done**

6. Vytvoríme pomocnú os rotácie č.2 navolením:

- Vyberieme tlačidlo **Pomocnej osi** z pravej lišty základného okna
- Z ponuky navolíme
 - **Two planes** a ukážeme na postupne na rovinu **A** a **B**



Obr.57

7. Teraz môžeme pristúpiť k samotnému kopírovaniu výstupku pootočením na druhú stranu kolíka (Obr.57).

Pre kopírovanie pootočením navolíme:

- **Feature / Copy / Move / Select / Dependend / Done** . Označený prvok bude kopírovaný premiestnením a bude závislý na už namodelovanom zvolenom prvku.
- **Select** / vyberieme obidve odstránené časti vytvorené prvkami Cut a Copy-Mirror / **Done Sel / Done**
- **Rotate / Crv-Edg-Axis** / Vyberieme os kolíka (os č.1) / **Okay** / Zadáme hodnotu uhla pootočenia, v našom prípade je to uhol [90°] / Potvrdíme
- **Rotate / Crv-Edg-Axis** / Vyberieme pomocnú os rotácie č.2 / **Okay** / Zadáme hodnotu uhla pootočenia, v našom prípade je to uhol [180°] / Potvrdíme
- **Done Move**
- **Done Sel / Done**
- **OK** v tabuľke *Group Elements*

6.9 Rezy – X-section

Pri kontrole súčiastky, ale aj pri tvorbe výkresovej dokumentácie v prostredí systému Pro/ENGINEER je často potrebné mať pripravený rez modelom **X-section**.

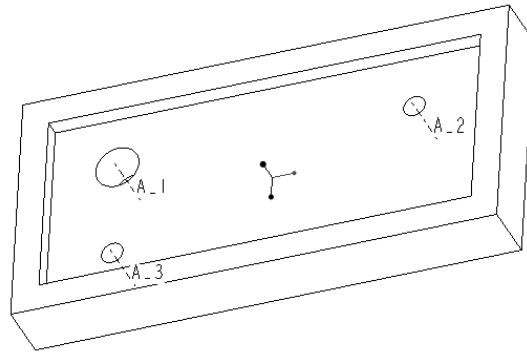
Menu X-section obsahuje voľby:

- **Create** – vytvorenie nového rezu
- **Delete** – vymazanie existujúceho rezu, odstránenie z pamäte počítača
- **Show** – zobrazenie (zviditeľnenie) existujúceho rezu
- **Erase** – vylúčenie zobrazeného rezu z obrazovky, v pamäti počítača zostáva
- **Modify** – modifikácia rezu, je možné zmeniť názov rezu, šrafovanie alebo jeho parametre

Existujú dva základné typy rezov:

- **Planar** – rovinný
- **Offset** – lomený

Obidva typy si vyskúšame na modeli “**Doska**” zobrazenom na Obr.58.

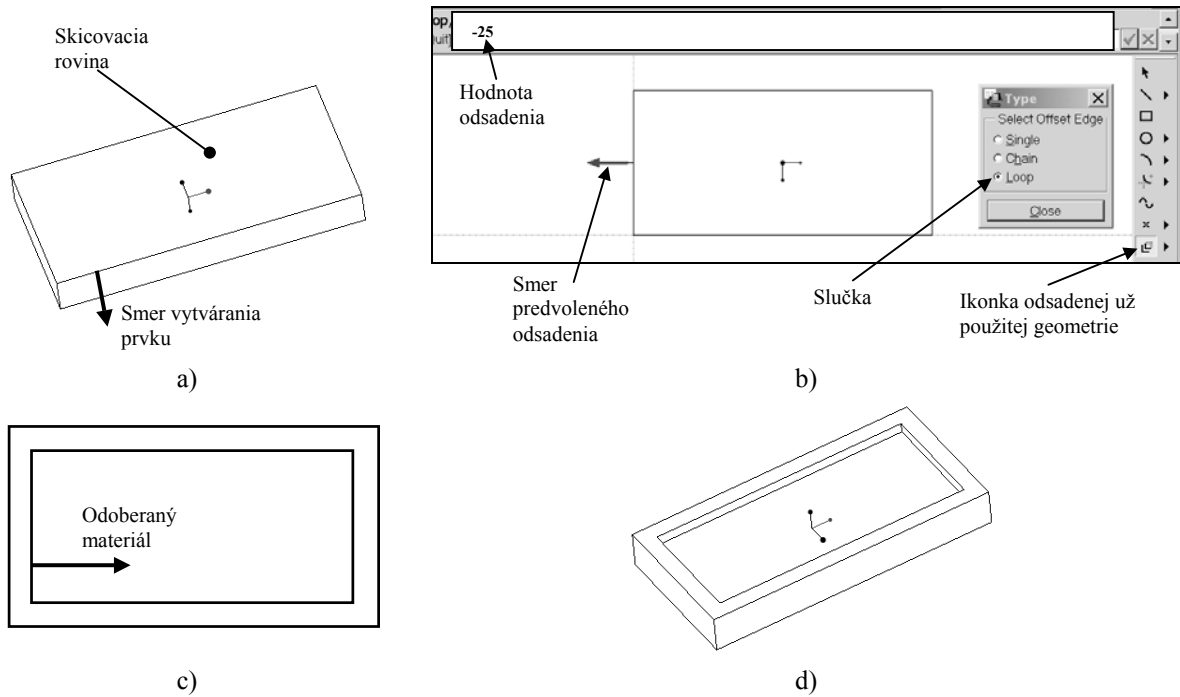


Obr.58

Dosku budeme vytvárať na viac krokov:

1. Namodelujeme jednoduchý hranol s rozmermi 450x220x55 (Obr.59a) navolením:
 - **File / New** / navolíme režim **Part** / zadáme názov súčiastky „**Doska**“ a nastavíme jednotky
 - **Feature / Create / Solid / Protrusion / Extrude / Solid / Done**
 - **One Side / Done** / súčiastku budeme vytvárať jedným smerom od skicovacej roviny
 - Ako **Sketch plane-Skicovaciú rovínú** vyberieme ľubovoľnú z ponúknutej trojice rovín TOP, RIGHT, BOTTOM
 - Potvrdíme **Direction / Okay** zvolený **smer** vytvárania objemu
 - Ako **Sket view** navolíme **Default**
 - V skicári nakreslíme obdĺžnik rozmerov 450x 220 a potvrdíme skicu.
 - **Blind / Done** a zadáme hodnotu **[55]**.
 - Potvrdíme **OK** v tabuľke **Protrusion: Extrude**.

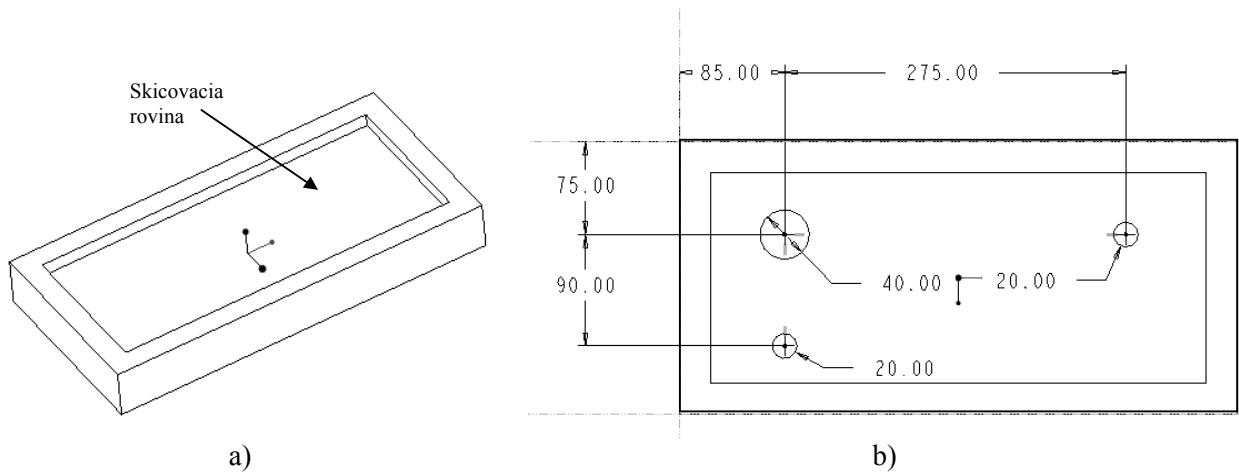
2. Z vytvoreného hranola vyrežeme materiál do hĺbky 15 mm:
 - **Feature / Create / Solid / Cut / Extrude / Solid / Done**
 - **One Side / Done**
 - **Sketch plane** / Ako skicovaciú rovínú vyberieme plochu hranola s rozmermi 450x220 (Obr.59a).
 - Budeme rezať **do** materiálu, preto aj smer vektora **Material side** musí smerovať do hranola. Potvrdíme **Okay**.
 - Ako **Sket view** navolíme **Default**
 - Pomocou tlačidla **už použitej odsadenej geometrie** nakreslíme veľmi jednoducho obdĺžnik, ktorý má strany odsadené o 25 mm od obvodu namodelovaného hranola. Postup pri skicovaní je nasledovný:
 - Po odkliknutí ikonky **odsadenej už použitej geometrie** navolíme **Loop** (slučka) a klikneme do vnútra obdĺžnika viditeľného v skicári, pričom sa zobrazí šípka určujúca smer odsadenia. Ak s preddefinovaným smerom súhlasíme, v dialógovom riadku zadáme hodnotu odsadenia kladnú “+”, ak s ponúknutým smerom nesúhlasíme, zadáme číselnú hodnotu odsadenia so znamienkom “-“. V našom prípade to bude **[-25]**. (Obr.59b)
 - skicu potvrdíme
 - Šípka vektora, ktorý definuje smer odoberaného materiálu, bude smerovať do vnútra slučky. Potvrdíme **OK**. (Obr.59c)
 - **Blind / Done**.
 - Zadáme číselnú hodnotu pre hĺbku drážky **[15]** / **Done**.
 - Potvrdíme **OK** v tabuľke **Cut: Extrude**. Vytvorený model je na Obr.59d.



Obr.59

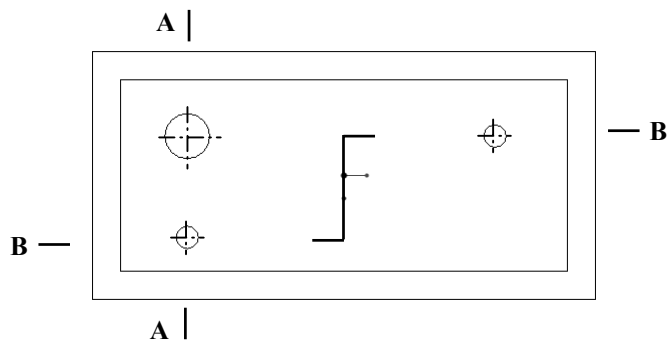
3. V tomto kroku je potrebné vytvoriť 3 diery do pripraveného objemu. Pre zjednodušenie úlohy namodelujeme tieto diery na jeden krok prvkom **Cut**, inak by sme museli voliť 3x prvok **Hole**. Zadáme:

- **Feature / Create / Solid / Cut / Extrude / Solid / Done**
- **One Side / Done**
- Vyberieme **Sketch plane** podľa Obr.60a
- Smer vektora **Material side** smeruje do materiálu. Potvrdíme **Okay**.
- Ako **Sket view** navolíme **Default**
- Naskicujeme diery podľa Obr.60b
- Skicu potvrdíme
- Šípka vektora, ktorý definuje smer odoberaného materiálu, bude smerovať do vnútra kružnice. Potvrdíme **OK**.
- **Thru All / Done**.
- Potvrdíme **OK** v tabuľke **Cut: Extrude**.



Obr.60

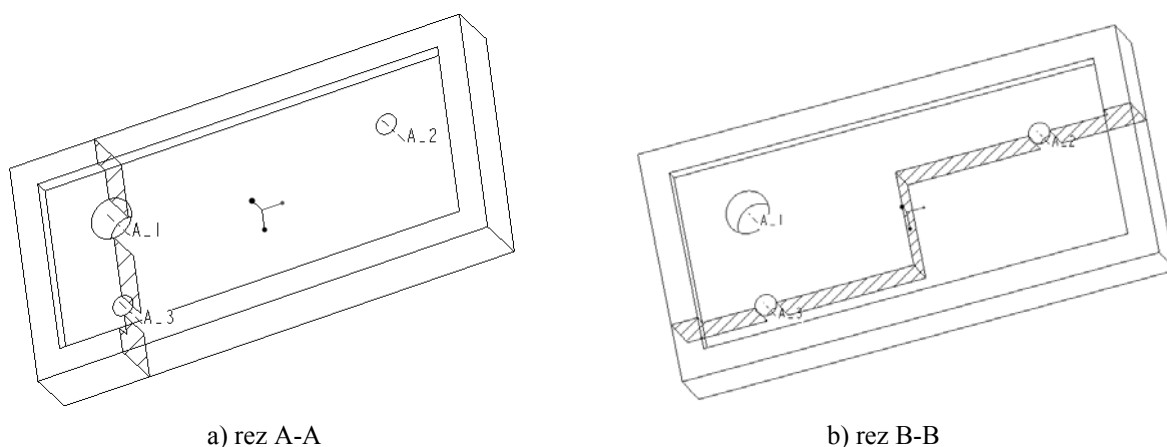
4. 3D model máme pripravený, teraz môžeme prísť k vytvoreniu rezov podľa Obr.61.



Obr.61

- Rez **A-A** (Obr.61) je rovinný rez a je definovaný rovinou prechádzajúcou osami č.1 (diera $\varnothing 40$ mm) a č.3 (diera $\varnothing 20$ mm dole) (číslovanie osí jednotlivých dier je volené podľa obr.58), preto v Menu Part navolíme:
 - **X-section / Create / Planar / Single / Done**
 - Zadáme názov rezu **A**
 - Rovinu rezu vytvoríme „za pochodu“ ako pomocnú rovinu **Make Datum / Through** a ukážeme na os č.1 / **Through** a ukážeme na os č.3 / **Done**
- Rez **B-B** (Obr.61) je lomený rez v Menu Part navolíme:
 - **X-section / Create / Offset / Both Side / Single / Done**
 - Zadáme názov rezu **B**
 - Navolíme rovinu skicovania **Sketch Plane**, kde zakreslíme tvar rezu. V našom prípade označíme vrchnú plochu dosky / potvrdíme smer pohľadu **Okay** a ako rovinu naorientovania **Sket View** zvolíme **Default**
 - V skicári navolíme tlačidlo pre kreslenie čiary a načrtneme tvar zalomenia. Ak sa nám čiara nepodarí viesť presne stredom diery, navolíme tlačidlo „**Predpokladov**“ a stotožníme skicovanú čiaru rezu s osou diery. V tomto prípade nie sú dôležité rozmery naskicovaných čiar, ale je dôležité, aby počiatočný a koncový bod rezovej čiary boli umiestnené na hranách modelu alebo presahovali hrany modelu.
 - Skicu potvrdíme

Výsledné rezy vytvorené na 3D modeli sú zobrazené na Obr.62.



Obr.62

7 PRÁCA S NAMODELOVANÝMI PRVKAMI

Po namodelovaní súčasti často potrebujeme s jej prvkami ďalej pracovať: vymazať ich, modifikovať – teda zmeniť hodnotu nadefinovaného rozmeru, redefinovať, alebo zmeniť poradie prvkov pri vytváraní modelu.

Ponuku (Menu) pre prácu s namodelovanými prvkami získame, ak:

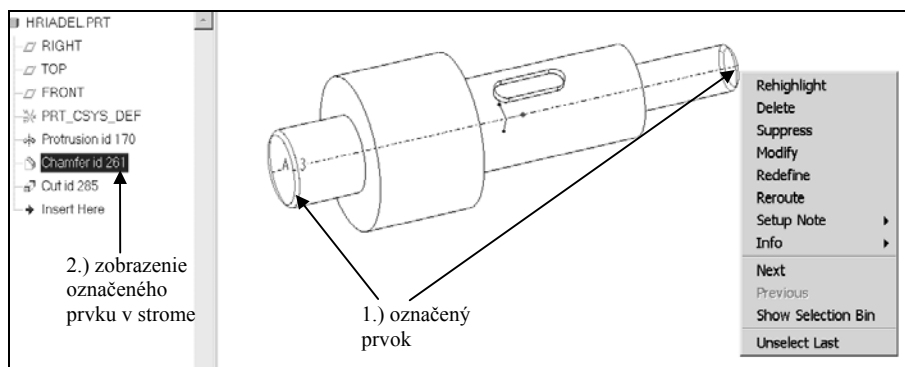
1. (Obr.63)

- klikneme **LT** myšky na zvolený prvok *priamo do modelu*, čím sa prvok stane aktívnym a následne
- chvíľu podržíme **PT** myšky na zvolenom prvku, alebo

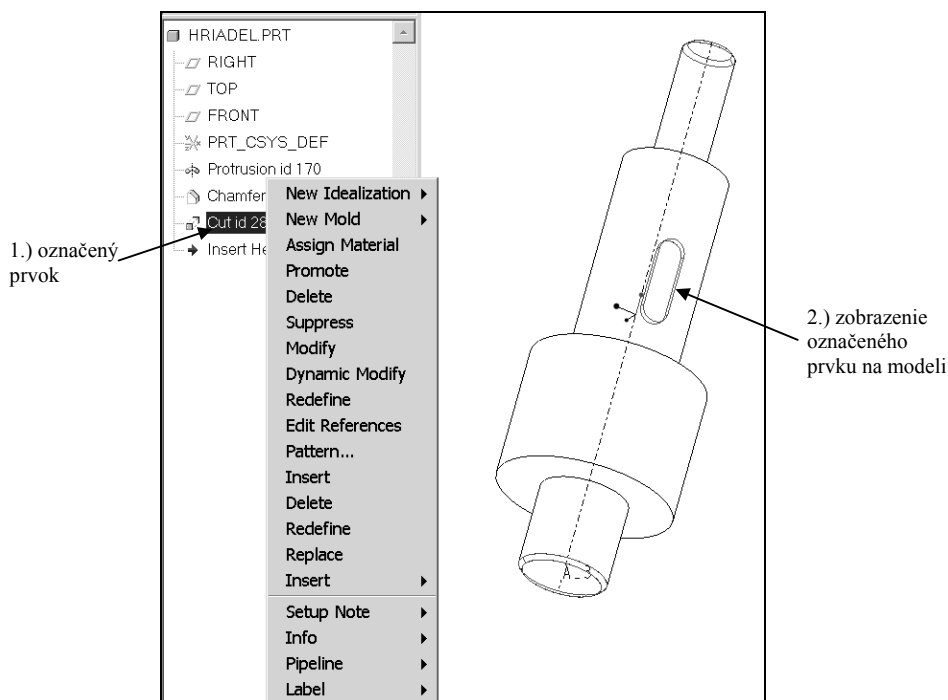
2. (Obr.64)

- klikneme **LT** myšky na *názov prvku* v „*Strome prvkov*“ v ľavej časti obrazovky, čím sa prvok stane aktívnym a následne
- chvíľu podržíme **PT** myšky na zvolenom prvku.

Tieto dva spôsoby výberu prvku sa navzájom dopĺňajú a závisí od situácie, ktorý spôsob navolenia Menu si konštruktér zvolí. Zo zobrazenej ponuky je následne možné navoliť príkaz pre vymazanie, modifikáciu, resp. inú prácu s už namodelovaným prvkom.



Obr.63



Obr.64

7.1 Modifikácia – Modify

Modifikácia je zmena rozmerov vytvoreného 3D modelu.

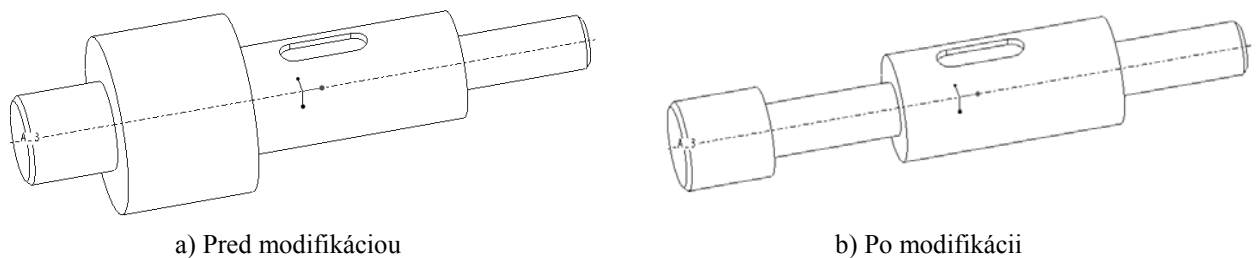
Predstavme si, že modelujeme súčiastku na základe výkresu, v ktorom sú jej rozmery presne definované, no my sme sa pomýlili a zadali sme nesprávnu číselnú hodnotu jedného alebo viacerých rozmerov. Chybu je nutné opraviť, ale ak nechceme modelovať súčiastku odznova, čo by našu prácu časovo značne predĺžilo, je veľmi výhodné použiť voľbu **Modify**.

S touto voľbou sa stretne aj vtedy, ak budeme potrebovať vytvoriť súčiastku veľmi podobnú už namodelovanej (princíp skupinovej technológie), len s inými rozmermi alebo je potrebné rozmery výrobku prispôsobiť požiadavkám praxe (napr. je potrebné zväčšiť priemer hriadeľa kôli zvýšeniu jeho tuhosti).

Okrem už uvedených spôsobov v úvode **kapitoly 7 Práca s namodelovanými prvkami** sa k voľbe **Modify** dostaneme aj pomocou **Menu Managera**, ak v režime **Part** navolíme:

- **Modify / Value** a klikneme LT na **prvok** obsahujúci kótu, ktorú chceme upraviť
- Klikneme na číslo kóty
- V dialógovom riadku zadáme novú hodnotu kóty a potvrdíme
- **! V menu Part navolíme Regenerate, až potom dôjde k zmene geometrie, ktorá odpovedá zmenenému rozmeru !**

Príklad upravenej hodnoty priemeru hriadeľa z $\varnothing 200$ mm na $\varnothing 60$ mm modifikáciou je na Obr.65.



Obr.65

7.2 Zmena definície prvku – Redefine

Voľba **Redefine** umožňuje upravovať definíciu prvku. Na rozdiel od voľby **Modify**, ktorá dovoľovala len zmenu hodnoty rozmeru, táto voľba umožňuje zmenu napr. skicovacej roviny, zmenu tvaru skice a iných prvkov, ktoré definujú geometriu 3D modelu.

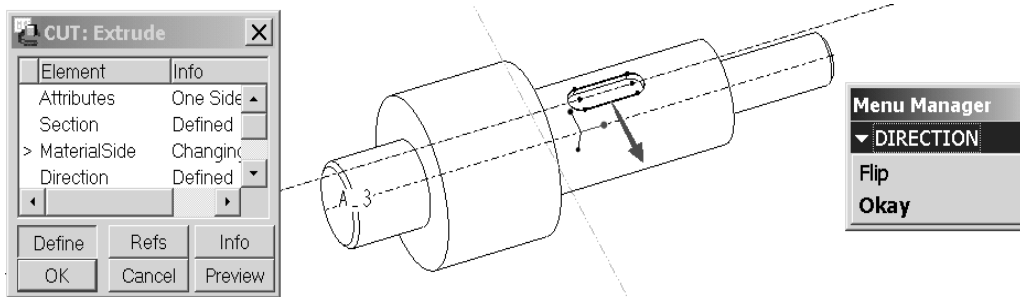
K voľbe **Redefine** sa dostaneme pomocou PT myšky tak, ako už bolo naznačené v úvode **kapitoly 7 Práca s namodelovanými prvkami**, ale taktiež ju navolíme pomocou **Menu Managera** zadáním:

- **Feature / Redefine / Vyberieme prvok**, u ktorého chceme zmeniť niektorú z vlastností. Jednotlivé vlastnosti sú usporiadané v tabuľke pod sebou a závisia od toho, o aký prvok ide (vlastnosti prvku **Cut** sú odlišné od prvkov **Round**, **Hole**,...).

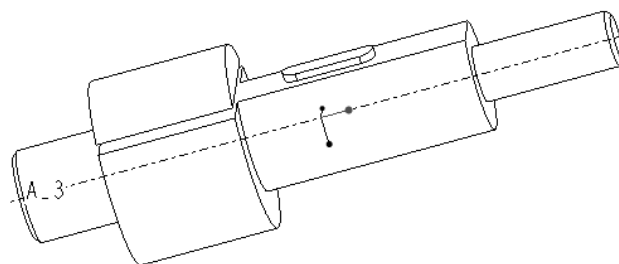
Napríklad prvok **Cut:Extrude** obsahuje tieto vlastnosti, ktoré ho definujú:

- **Attributes** – definujeme, či je daný prvok vysunutý na jednu alebo na obe strany od skicovacej roviny
- **Section** – po zvolení voľby **Section** sa systém opýta, ktorú vlastnosť chceme meniť:
 - **Sketch plane** – je možné vybrať inú skicovaciu rovinu a inú rovinu umiestnenia
 - **Sketch** – je možné upraviť tvar skice a spôsob jej kótovania

- *Scheme* – slúži na zmenu spôsobu kótovania skice. Je možné niektoré kóty vymazať, vytvoriť nové, ale pri tejto voľbe nie je možné meniť geometriu skice.
 - *Direction* – definuje smer vytvárania daného prvku. Pomocou voľby *Flip* je možné smer vytvárania prvku zmeniť (Má význam iba pri prvkoch vytváraných na jednu stranu).
 - *Material Side* – je možné zmeniť stranu skice, na ktorej bude materiál odoberaný
 - *Depth* – definuje hĺbku prvku
- V tabuľke vyberieme vlastnosť prvku, ktorú chceme redefinovať. Aby sme zvolenú vlastnosť mohli zmeniť navolíme tlačidlo *Define*. Na Obr. 66 je ako prvok pre redefiníciu zvolená *drážka pre pero* a ako vlastnosť, ktorú chceme zmeniť, je *smerový vektor* definujúci odoberaný materiál. V našom prípade, ak chceme smerový vektor odoberaného materiálu naozaj zmeniť, vyberieme v rámci ponuky Menu Managera *Flip*.
- Voľbu potvrdíme *OK* v tabuľke *Cut:Extrude*. Výsledok Redefinície je na Obr.67.



Obr.66



Obr.67

Na Obr. 67 je viditeľná zmena tvaru 3D modelu odstránením materiálu v redefinovanom smere (teda z okolia drážky) do hĺbky, ktorá zostala nezmenená.

Je dôležité si uvedomiť, že aj **malý chybný krok v procese modelovania môže mať za následok veľké zmeny v tvare súčiastky!**

7.3 Vymazanie prvku – Delete

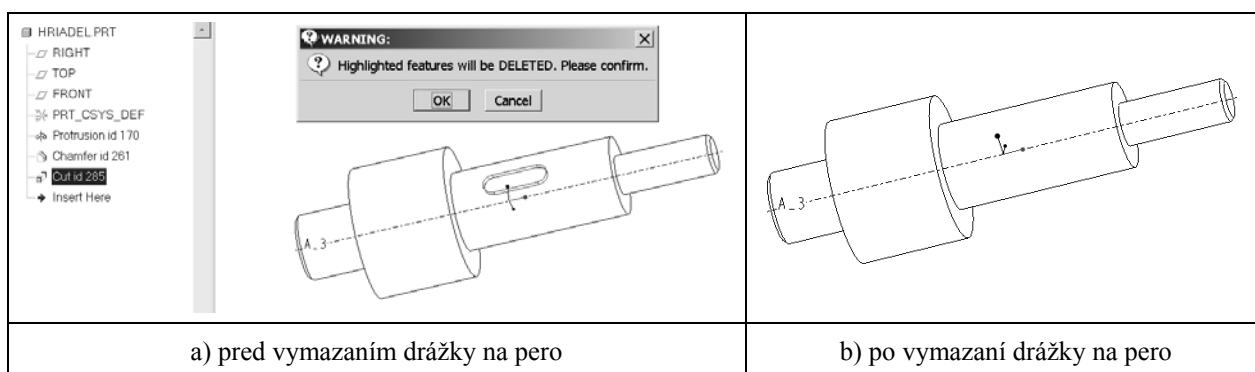
V prípade, že sme prvok nesprávne namodelovali a nevieme ho opraviť, je najlepšie ho vymazať a namodelovať znova. To sa stane aj v prípade, ak prvok už nemá byť súčasťou modelu napr. pri vytváraní novej súčiastky na princípe skupinovej technológie, kde vychádzame z komplexného predstaviteľa súčiastky.

Nepotrebný prvok potrebujeme najprv označiť, aby sa stal aktívnym. To dosiahneme spôsobmi uvedenými v úvode kapitoly **Práca s namodelovanými prvkami** a potom môžeme zvolený prvok vymazať navolením tlačidla **Delete** z klávesnice. Ak je aktívny prvok (vysvietený červenou farbou) práve ten, ktorý chceme vymazať, potom na otázku v zobrazenom okne (Obr.68) odpovieme **Yes**, ak sme sa pri výbere pomýlili odpovieme **No**.

Ten istý výsledok pri vymazovaní prvku v režime Part dosiahneme aj navolením:

- **Feature / Delete**
- Prvok vyberieme
- Potvrdíme **Done Sel / Done**

Na Obr.68 je zobrazený hriadeľ pred vymazaním a po vymazaní prvku *Cut:Extrude*, ktorým sme vytvárali drážku na pero.



Obr.68

7.4 Preusporiadanie poradia prvkov – Reorder

V priebehu modelovania súčasti sa môže stať, že budeme chcieť zmeniť poradie vytvárania prvkov, pretože to bude pre nás výhodnejšie. Zmena poradia súvisí so vzťahom **rodič-potomok**, čo je dôležitá vlastnosť systému Pro/Engineer. Zjednodušene je možné povedať, že prvky vytvorené *neskôr sú potomkami* predchádzajúcich prvkov *rodičov* (jedného alebo viacerých), môžu sa na nich odkazovať a môžu byť na nich viazané. **Zmena rodičovského prvku má za následok zmenu všetkých jeho potomkov, nie naopak!**

Voľbu **Reorder** môžeme vybrať z ponuky, ktorá sa zobrazí spôsobmi uvedenými v úvode kapitoly 7 **Práca s namodelovanými prvkami**.

Podobný výsledok dosiahneme navolením:

- **Feature / Reorder**
- Označíme prvok, ktorého poradie chceme zmeniť
- Potvrdíme **Done Sel / Done**
- V dialógovom riadku sa dočítame, aká zmena poradia je možná, resp. zmenu poradia navolíme podľa našich požiadaviek, pričom môžeme použiť voľby
 - Before** – pred zvolený prvok
 - After** – za zvolený prvok
- Vyberieme prvok, ktorý bude vzťahový pre navolený príkaz (*Before alebo After*)

! Zmena poradia Reorder nie je možná pre tieto prípady:

- potomok nemôže byť presunutý pre rodiča
- rodič nemôže byť presunutý za potomkov
- nie je možné presunúť prvok pred prvý prvok

7.5 Oprava zhavarovaných prvkov

Počas práce s Pro/ENGINEERom sa môže stať, že nám regenerácia modelu **zhavaruje**.

!!! Najlepšou ochranou pred problémami s havarovaným prvkom je často ukladať model, hlavne sa odporúča ukladať po každej úspešne vykonanej zmene na modeli!

K neúspešnej regenerácii dôjde, ak nie je možné vytvoriť geometriu s novými rozmermi, či vlastnosťami prvkov.

Príčiny kolízie môžu byť napríklad:

- Nepripojená geometria – úpravou rozmerov nastalo, že geometria nepretína model
- Geometria, ktorá je v rozpore s existujúcou geometriou
- Stratené referencie – úpravou rozmerov (príp. tvaru) nastalo, že zanikli referencie (napr. hrany, plochy,...)
- Prekročené ohraničenie prvku – niektoré prvky majú svoje ohraničenia pri zvolenej presnosti

Po neúspešnej regenerácii systém otvorí menu **RESOLVE FEAT**, pomocou ktorého je možné zistiť a následne odstrániť chybu. Okrem toho sa v ľavej hornej časti obrazovky otvorí informačné okno **Failure Diagnostics**, v ktorom systém oznámi informácie o zhavaranom prvku.

Menu RESOLVE FEAT ponúka nasledujúce možnosti:

- **Undo Changes** – vráti späť vykonané zmeny. Hlavne pre začiatočníkov je táto voľba najlepšou možnosťou.
- **Investigate** – vyšetrenie príčiny havárie
- **Fix model** – nástroje na opravu zhavaraného modelu, umožňuje zmenu kót, relácií a parametrov na pôvodné hodnoty
- **Quick Fix** – nástroje na okamžitú opravu zhavaraného prvku (Redefine,...)

Najjednoduchší spôsob opravy kolízneho stavu je vrátiť zmeny späť príkazom Undo Changes, alebo zistiť z informačného okna Failure Diagnostics, pre ktorý prvok regenerácia zhavarovala a z akého dôvodu.

8 VARIANTY ZADÁVANIA ÚLOH

8.1 Premietanie na tri navzájom kolmé priemetne

Pri práci v systéme ProEngineer pracujeme s pravouhlým premietaním na tri na seba navzájom kolmé priemetne označené pojmami Right, Front a Top. Pri tomto premietaní majú jednotlivé pohľady na príslušnej priemetni svoje presné miesto (z dvoch pohľadov možno jednoznačne zostrojiť tretí). Tri na seba kolmé priemetne v technickej praxi označujeme tiež pojmami:

π - pôdorysná priemetňa

v - nárysná priemetňa

μ - bokorysná priemetňa,

ktoré sa pretínajú v osiach x , y , a z so spoločným začiatkom θ .

Pri pravouhlom premietaní telesa na tieto priemetne môžeme zvoliť celkom šesť smerov premietania (obr.8.1), z čoho sú tri hlavné a tri vedľajšie.

Hlavné priemety:

N – pohľad spredu (nárys) je základným pohľadom

P – pohľad zhora (pôdorys)

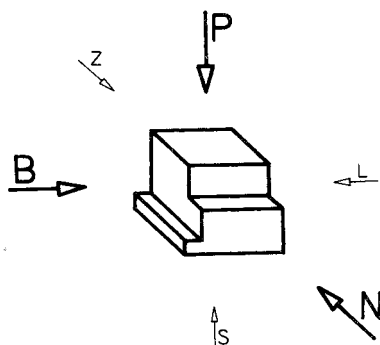
B – pohľad zľava (bokorys)

Vedľajšie priemety sú v smeroch:

L – pohľad sprava

S – pohľad zospodu

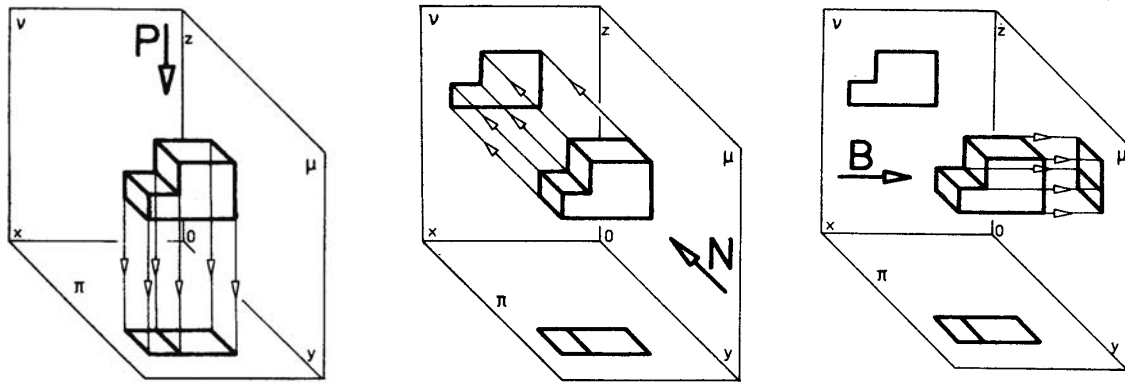
Z – pohľad zozadu.



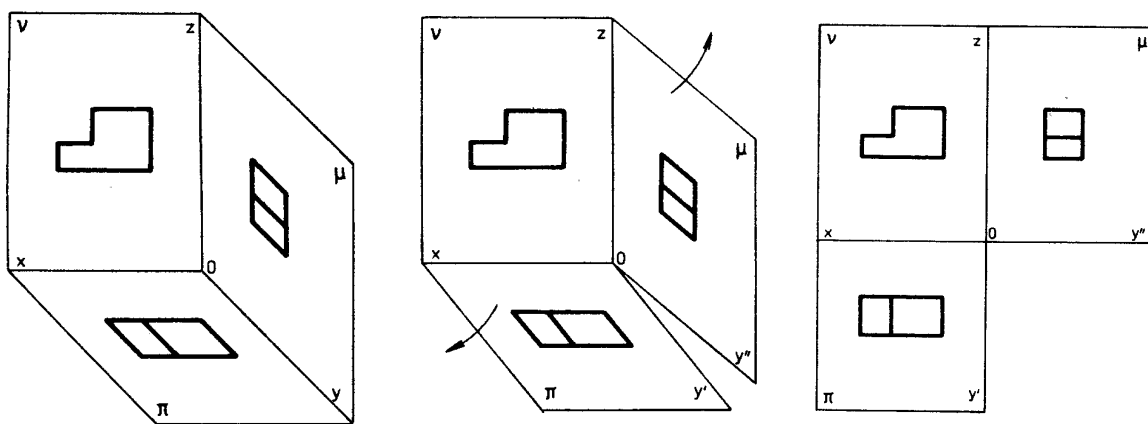
obr.8.1

Pri vytváraní pohľadov ľubovoľného telesa by sa charakteristický tvar telesa mal zobrazit' v náryse a nie v niektorom z iných pohľadov, pričom platí, že v náryse sa má všeobecne znázorňovať teleso (súčiastka) vo *funkčnej* polohe. Keď súčiastku môžeme použiť v ľubovoľnej polohe, potom nárys kreslíme v základnej *výrobnej* polohe. Súčiastky, ktoré majú funkčnú polohu šikmú, kreslíme na výkrese v polohe vodorovnej alebo zvislej, ak nemáme mimoriadny dôvod na zachovanie šikmej polohy.

Rotačné súčiastky umiestňujeme pri kreslení tak, aby pri použití troch pohľadov bola kružnica zobrazená v pôdoryse, alebo pri použití dvoch pohľadov v bokoryse. Iné postavenie rotačného telesa pri kreslení je nevhodné.



obr.8.2 Postup pri zostrojovaní priemetov telesa



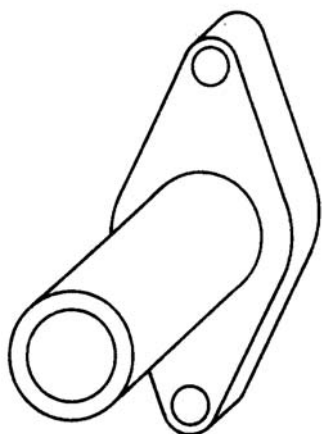
obr.8.3 Roztvorenie premietacieho priestoru na výkres

8.2 Prvé zadanie

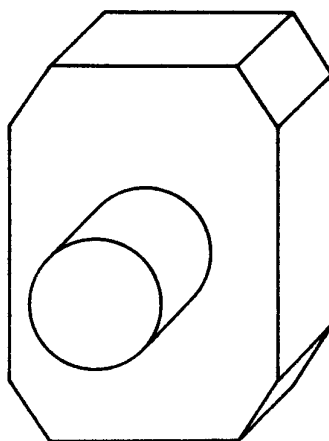
Zadanie:

a) Zostrojte 3D model axonometrického pohľadu zobrazeného na obrázku tak, aby bol proporcionálne zachovaný pomer strán, resp. vnútorných prvkov. Maximálny rozmer modelu nech je 250 mm.

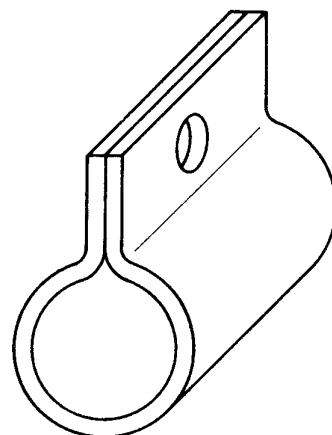
b) Po vytvorení 3D modelu, pomocou jeho naorientovania, načrtnite na výkres základné pohľady modelu podľa princípu vysvetleného na obr.8.2 a obr.8.3.



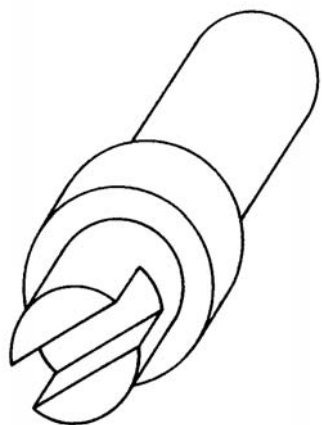
obr.8.4



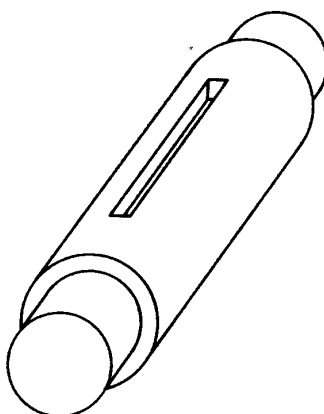
obr.8.5



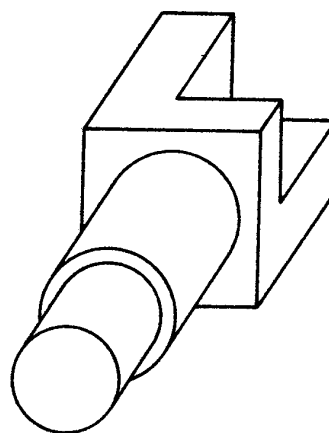
obr.8.6



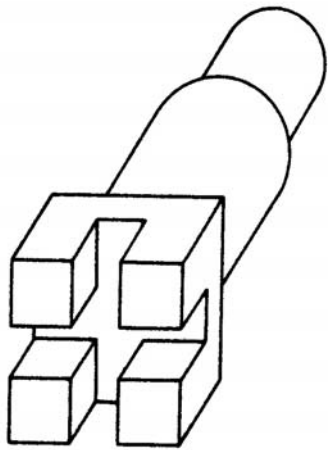
obr.8.7



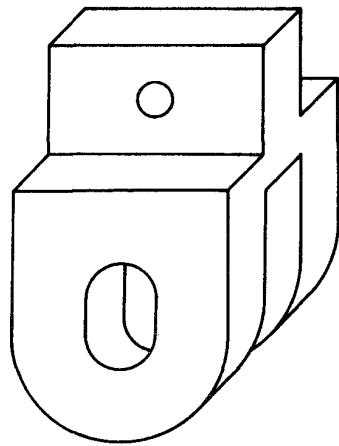
obr.8.8



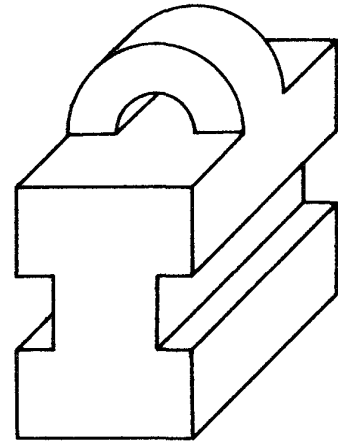
obr.8.9



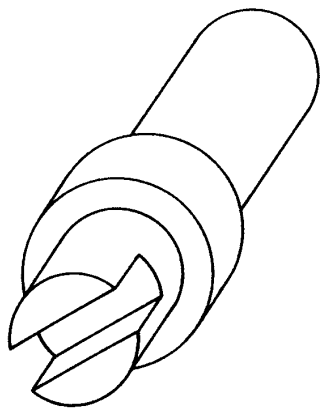
obr.8.10



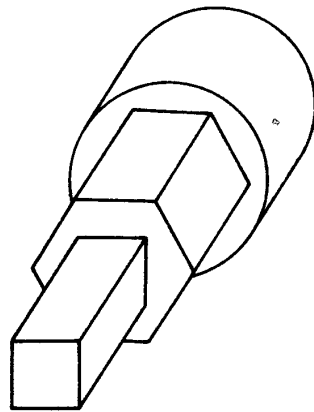
obr.8.11



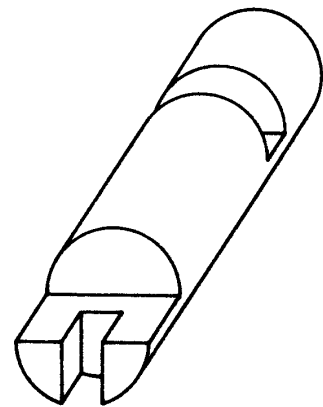
obr.8.12



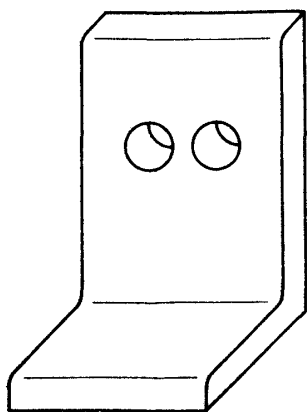
obr.8.13



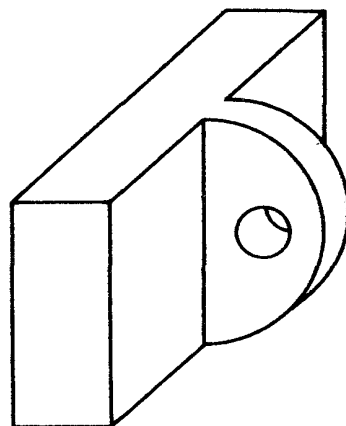
obr.8.14



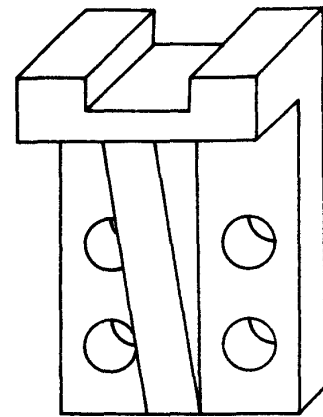
obr.8.15



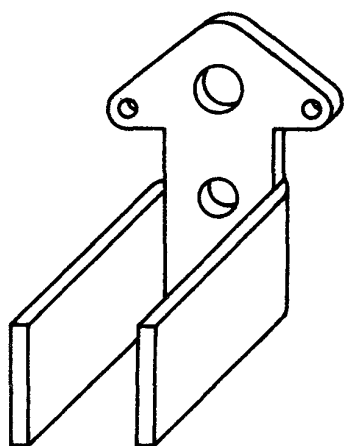
obr.8.16



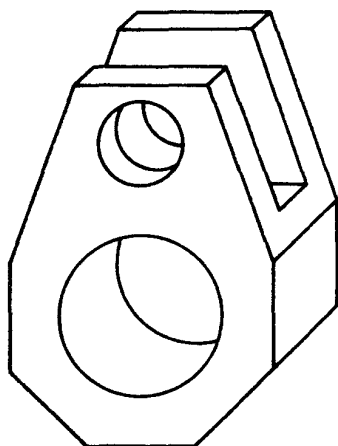
obr.8.17



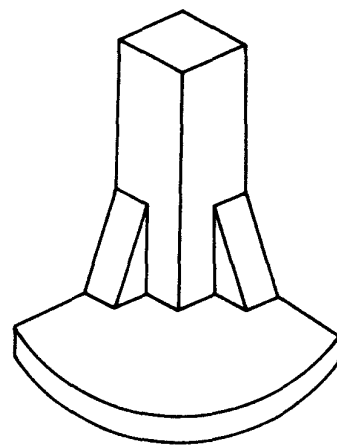
obr.8.18



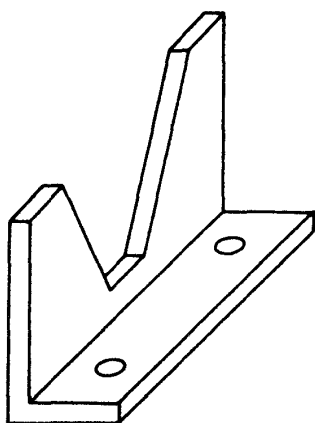
obr.8.19



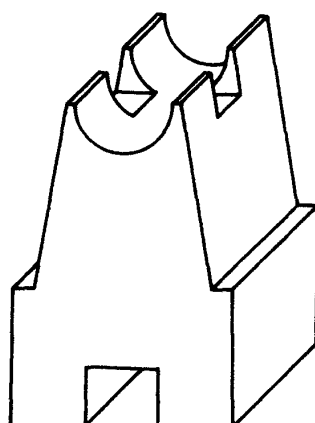
obr.8.20



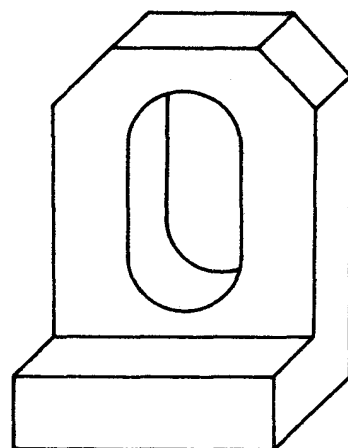
obr.8.21



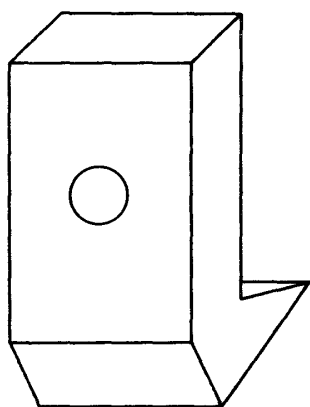
obr.8.22



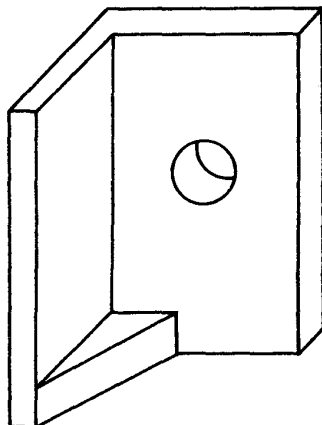
obr.8.23



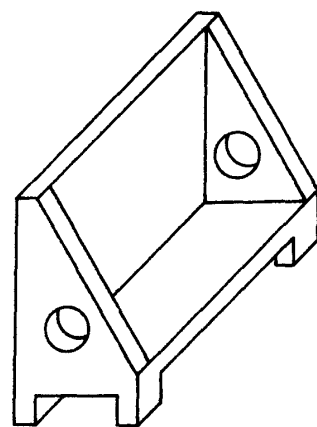
obr.8.24



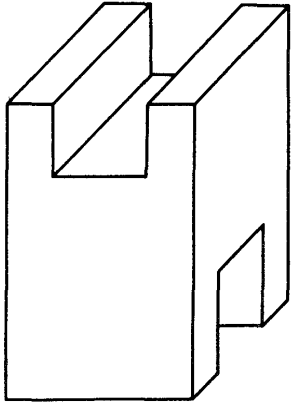
obr.8.25



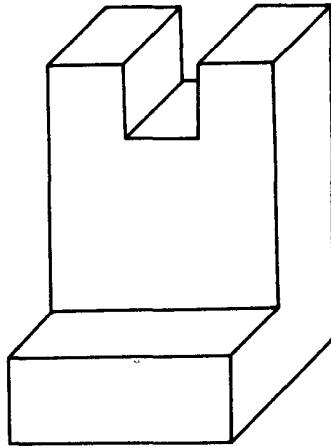
obr.8.26



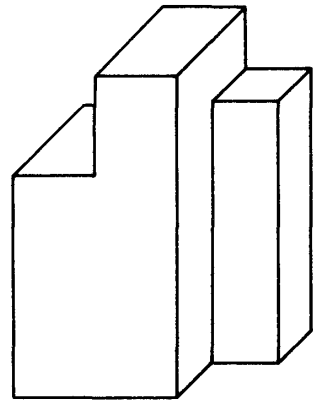
obr.8.27



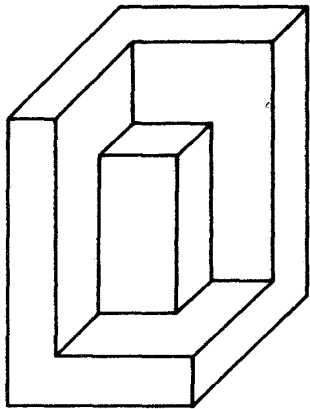
obr.8.28



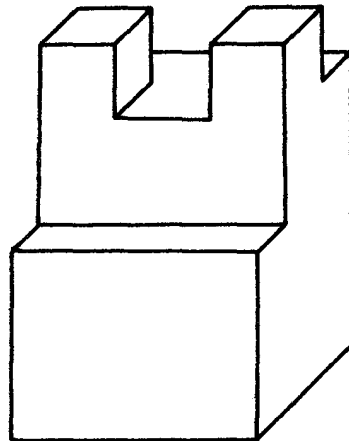
obr.8.29



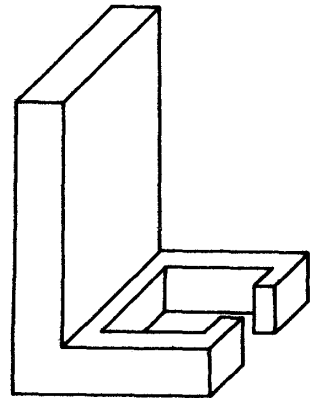
obr.8.30



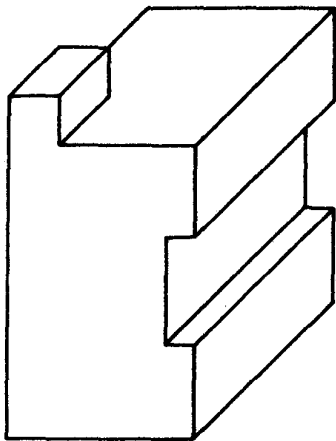
obr.8.31



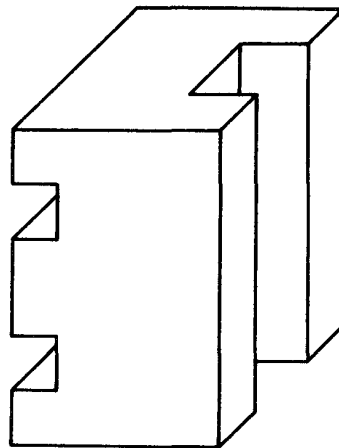
obr.8.32



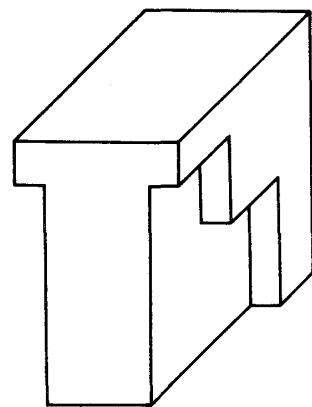
obr.8.33



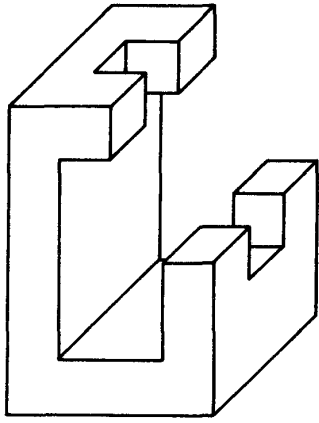
obr.8.34



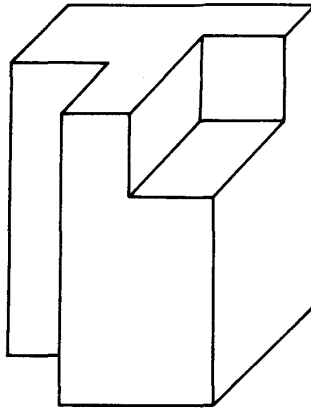
obr.8.35



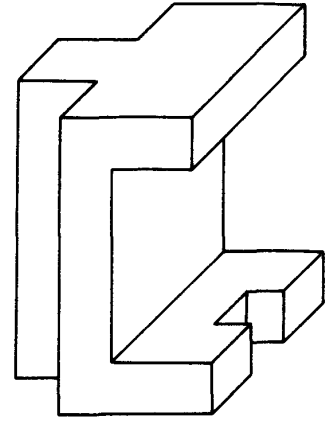
obr.8.36



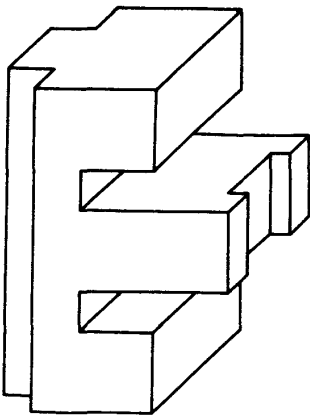
obr.8.37



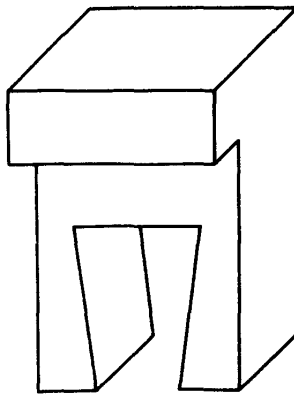
obr.8.38



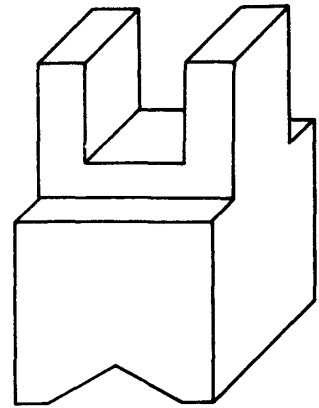
obr.8.39



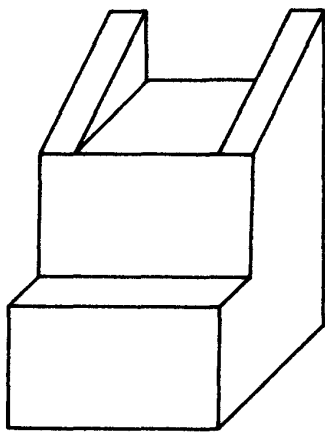
obr.8.40



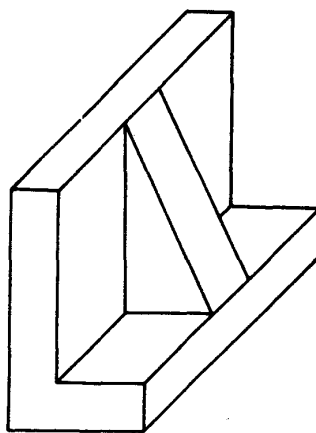
obr.8.41



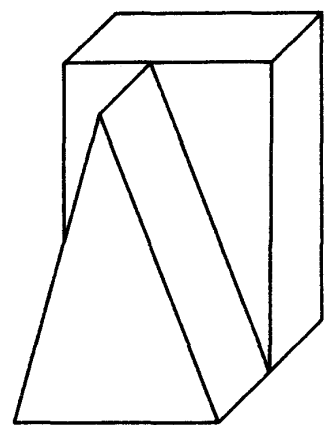
obr.8.42



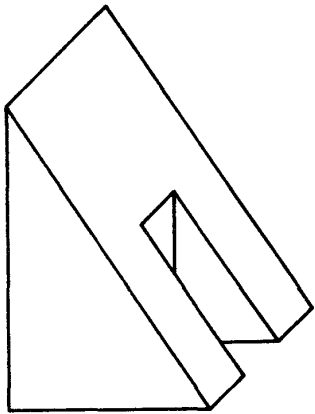
obr.8.43



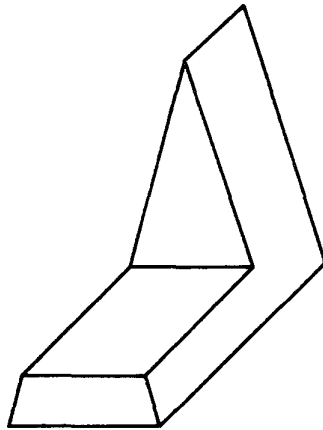
obr.8.44



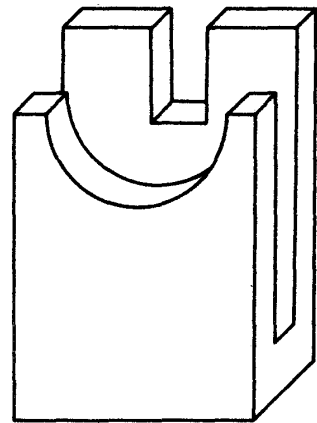
obr.8.45



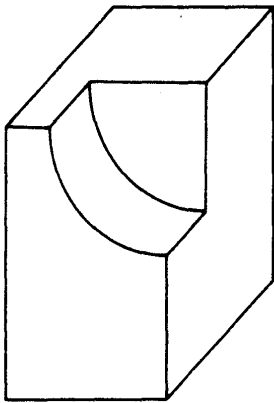
obr.8.46



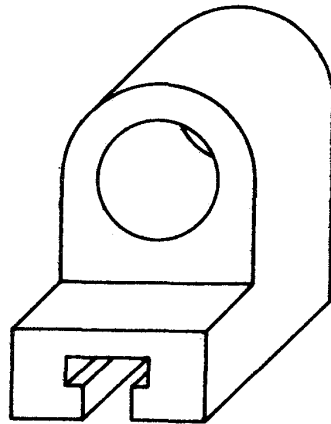
obr.8.47



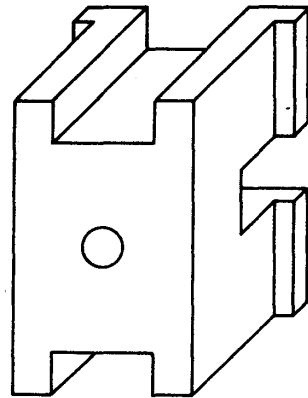
obr.8.48



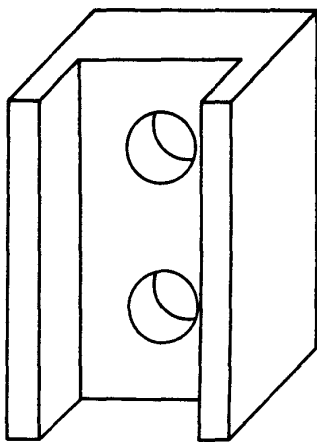
obr.8.49



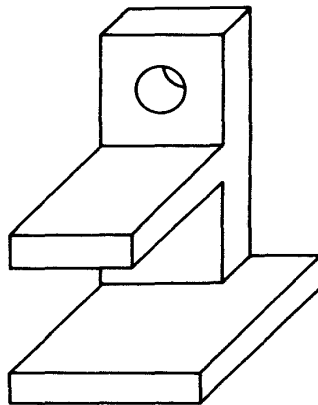
obr.8.50



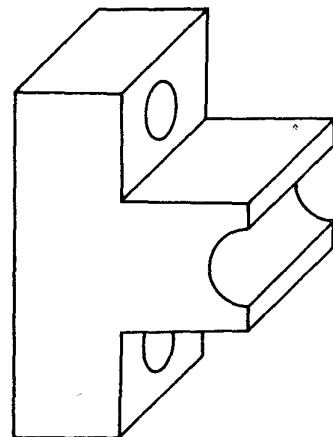
obr.8.51



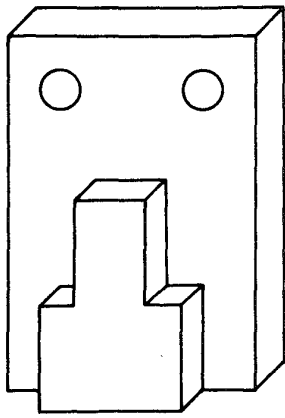
obr.8.52



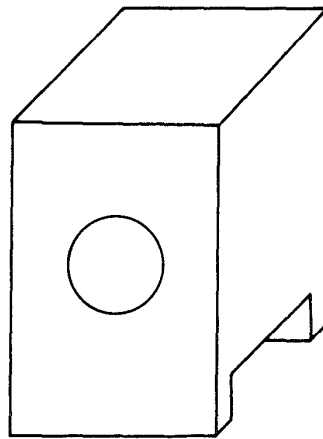
obr.8.53



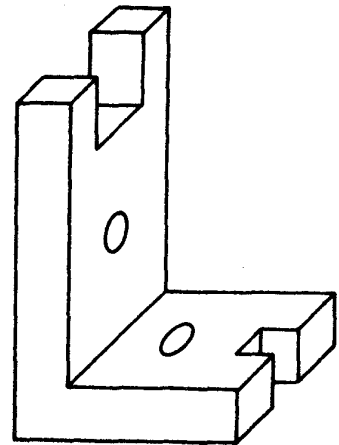
obr.8.54



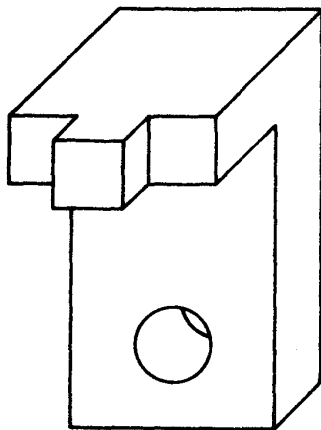
obr.8.55



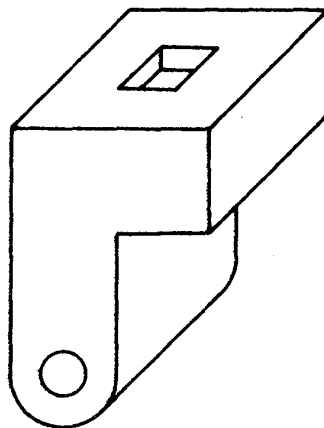
obr.8.56



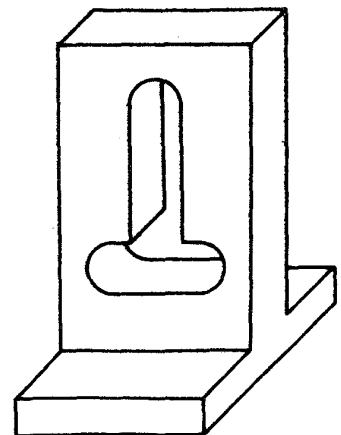
obr.8.57



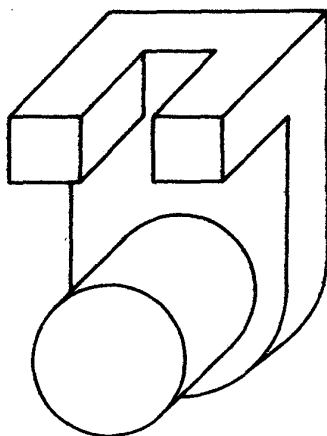
obr.8.58



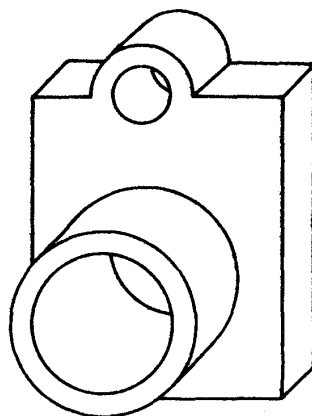
obr.8.59



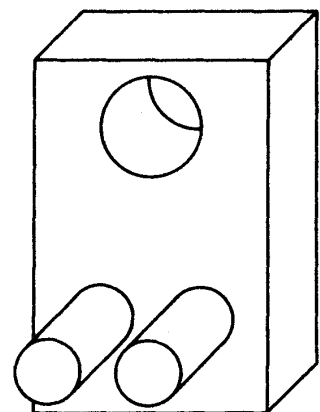
obr.8.60



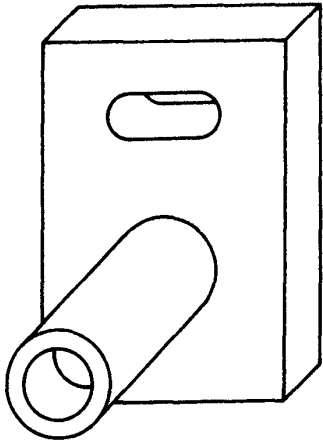
obr.8.61



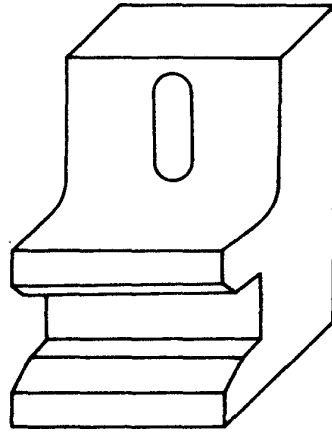
obr.8.62



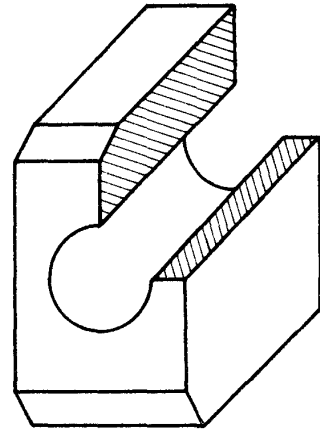
obr.8.63



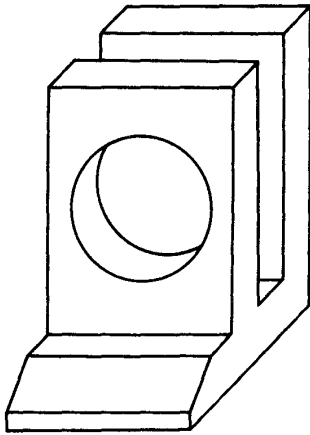
obr.8.64



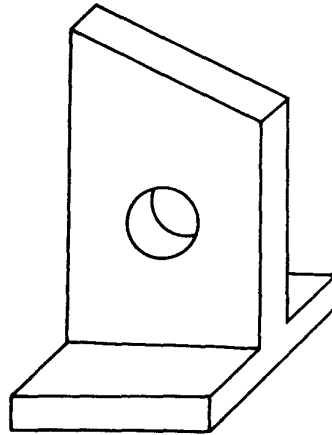
obr.8.65



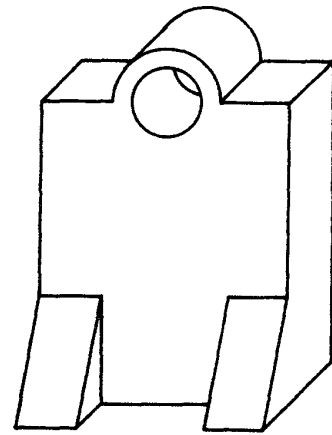
obr.8.66



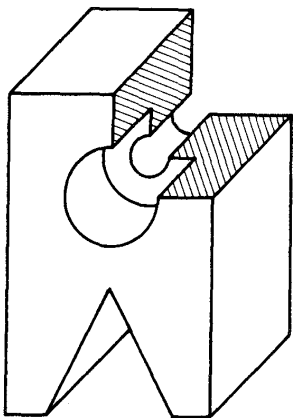
obr.8.67



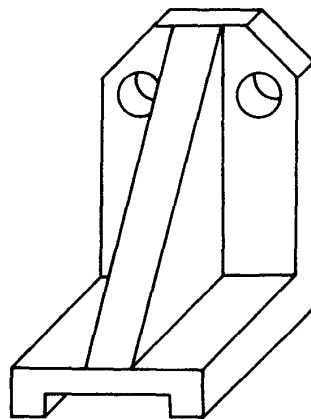
obr.8.68



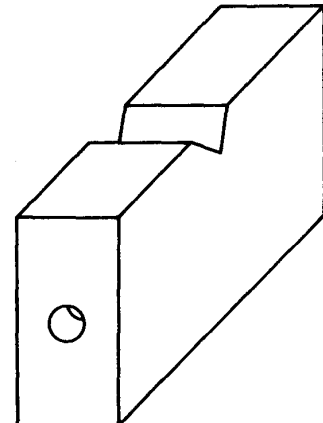
obr.8.69



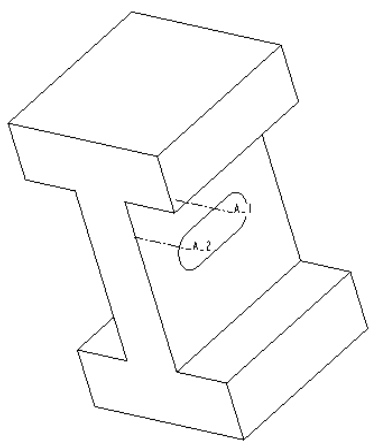
obr.8.70



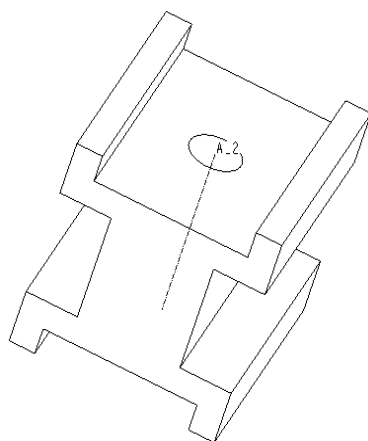
obr.8.71



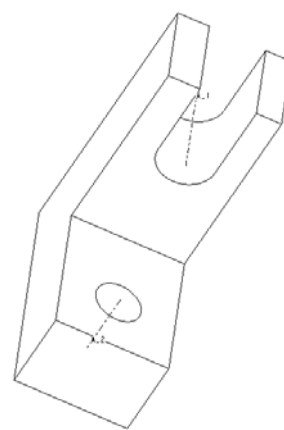
obr.8.72



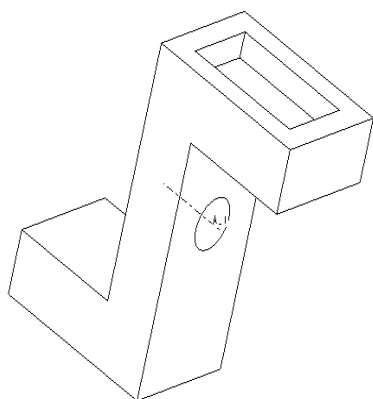
obr.8.73



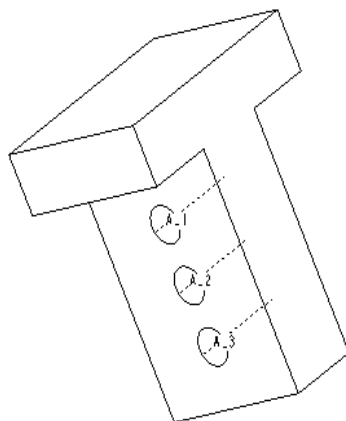
obr.8.74



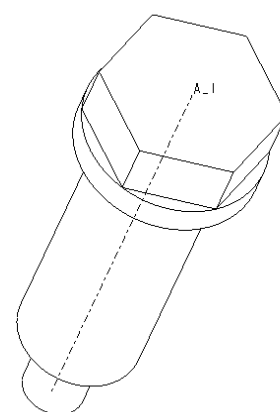
obr.8.75



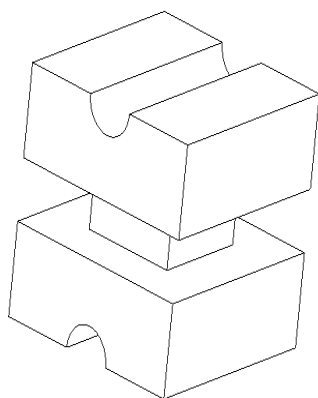
obr.8.76



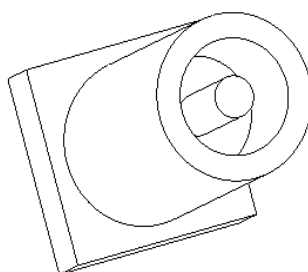
obr.8.77



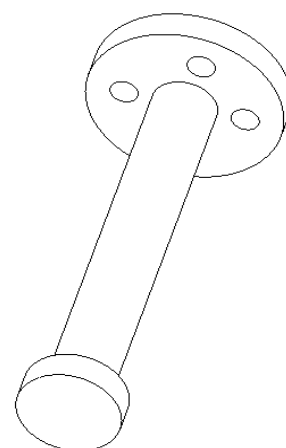
obr.8.78



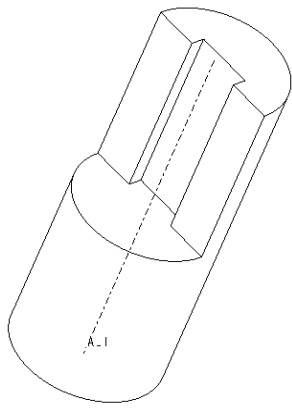
obr.8.79



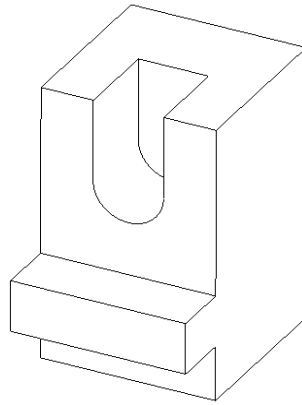
obr.8.80



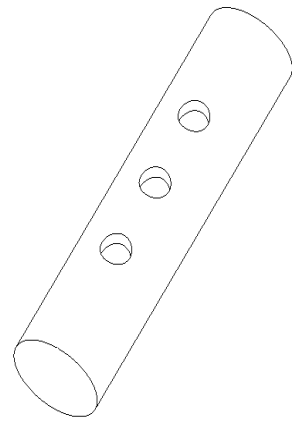
obr.8.81



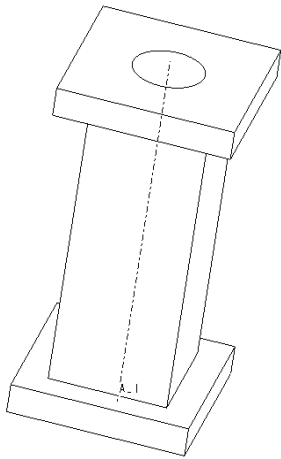
obr.8.82



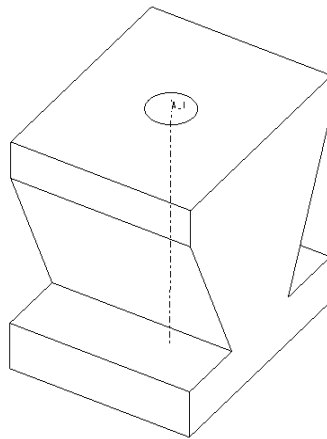
obr.8.83



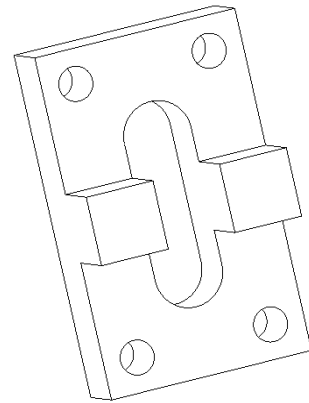
obr.8.84



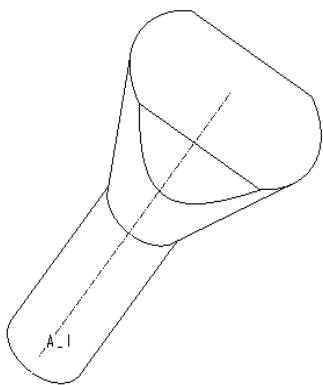
obr.8.85



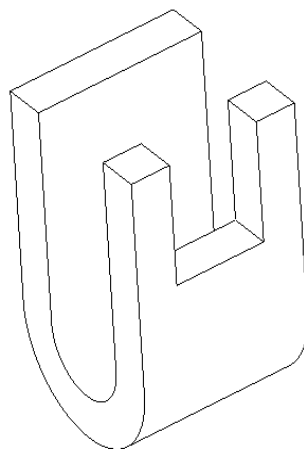
obr.8.86



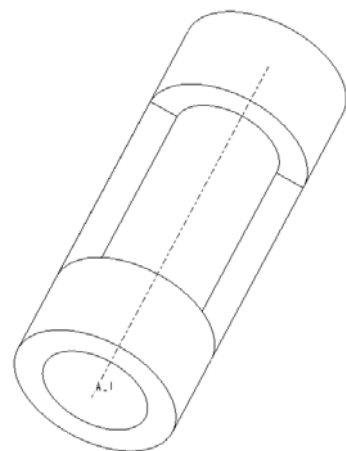
obr.8.87



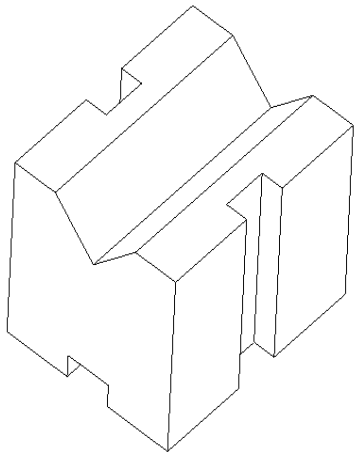
obr.8.88



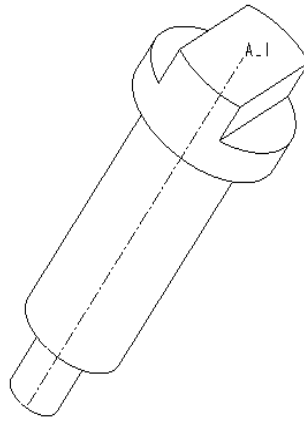
obr.8.89



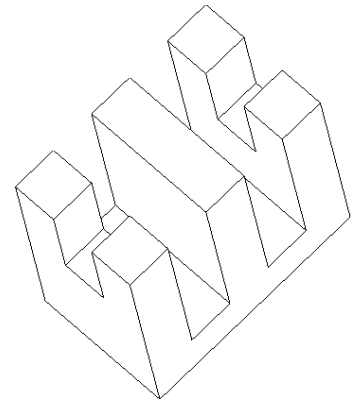
obr.8.90



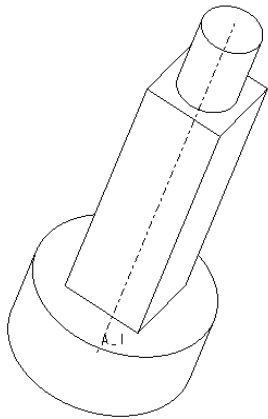
obr.8.91



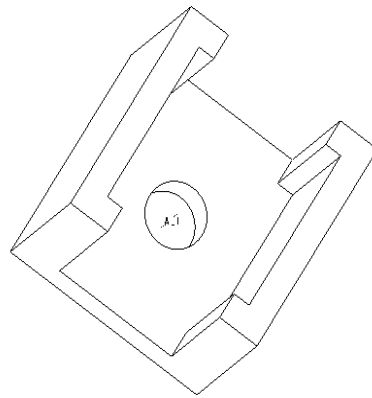
obr.8.92



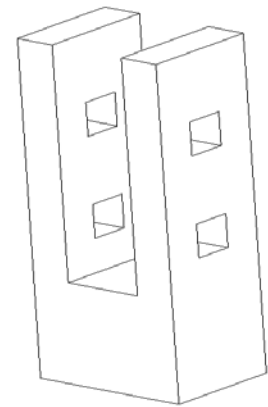
obr.8.93



obr.8.95



obr.8.96

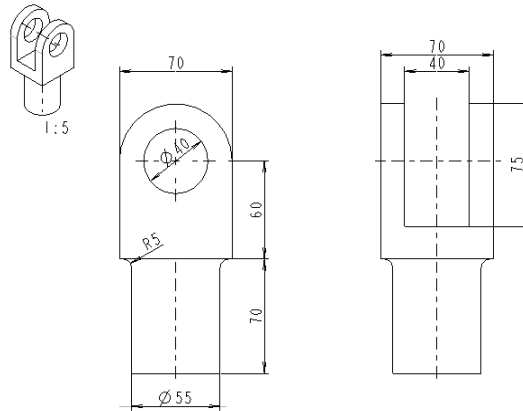


obr.8.97

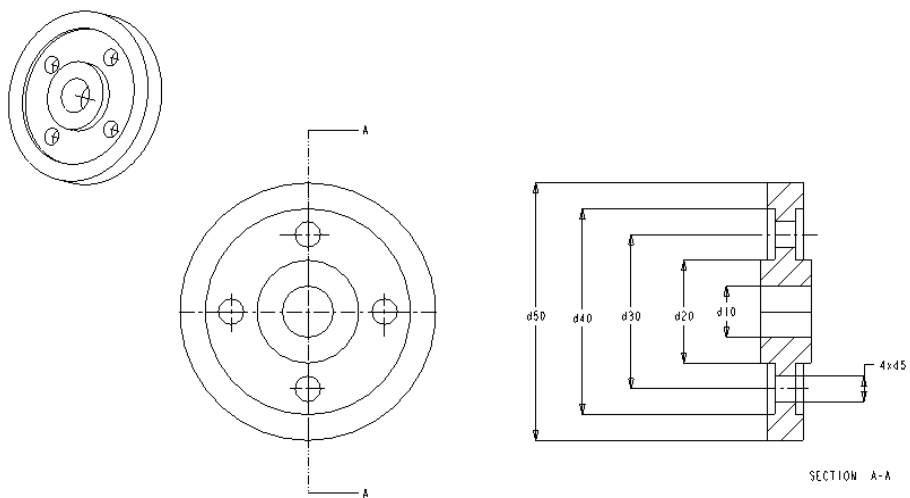
8.3 Druhé zadanie

Zadanie:

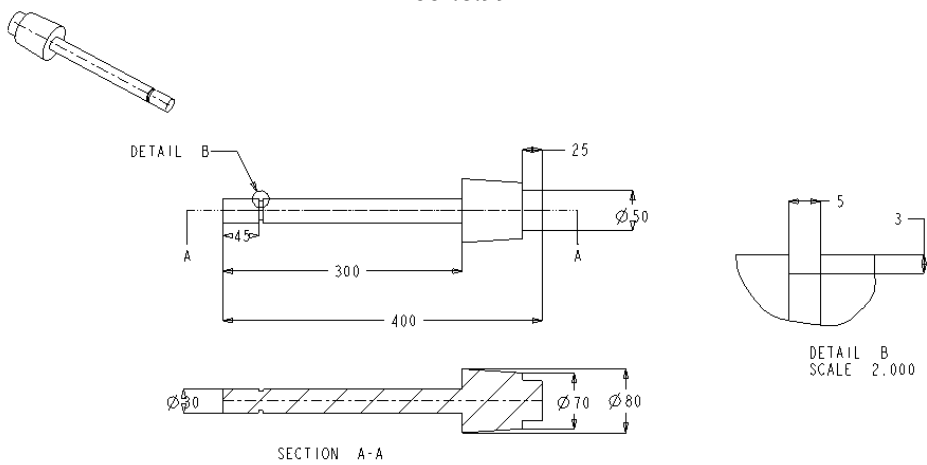
Zostrojte 3D model na základe pohľadov zobrazených na obrázku tak, aby boli dodržané dané rozmery.



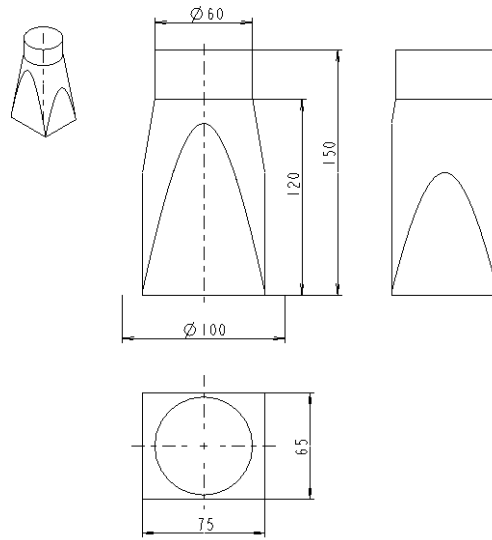
obr.8.98



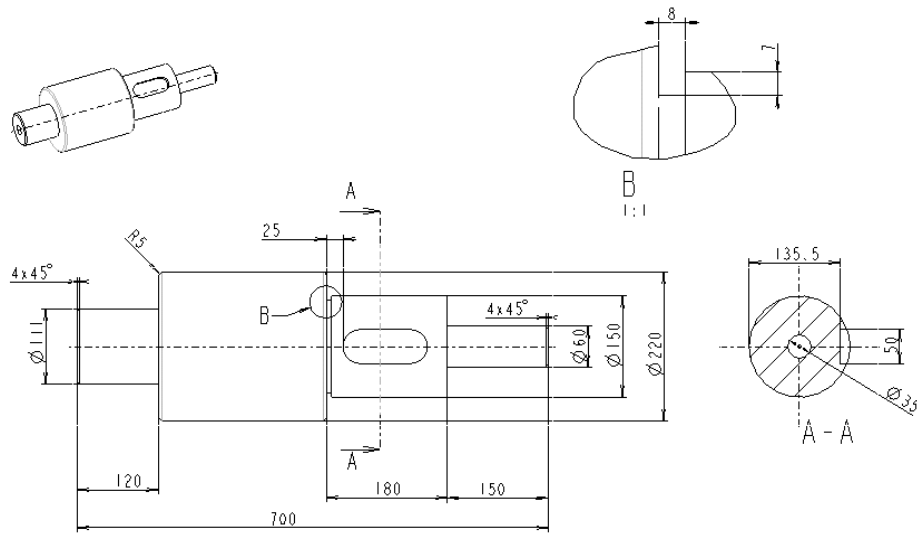
obr.8.99



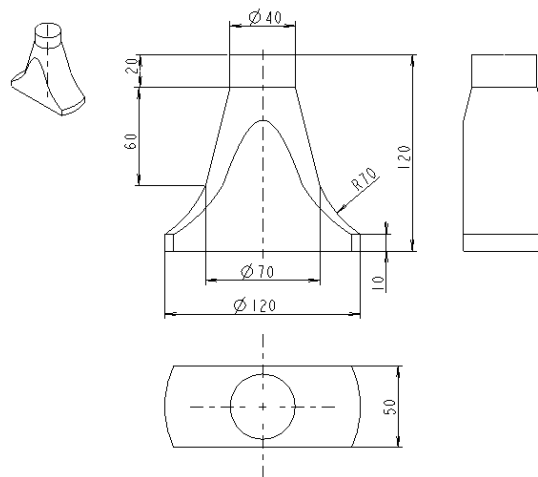
obr. 8.100



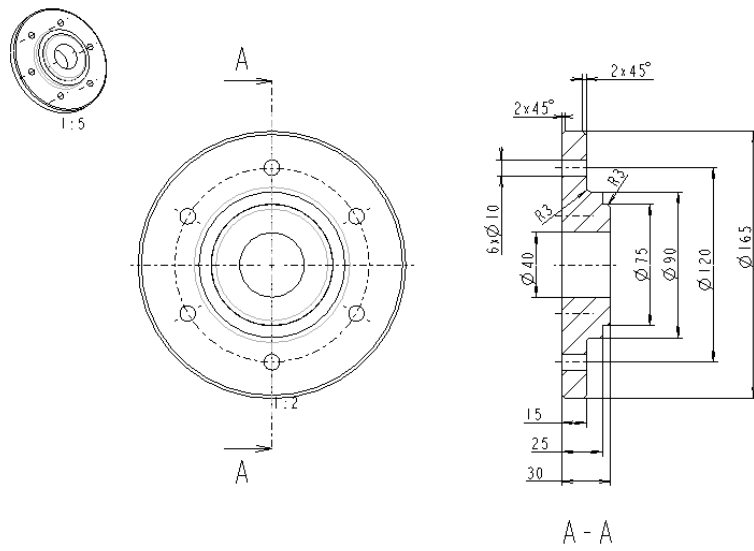
obr. 8.101



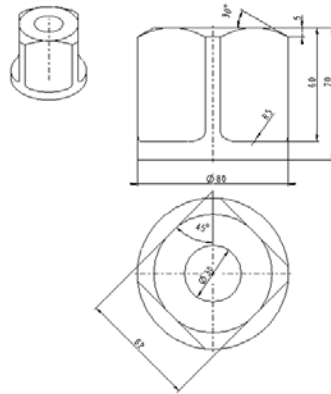
obr. 8.102



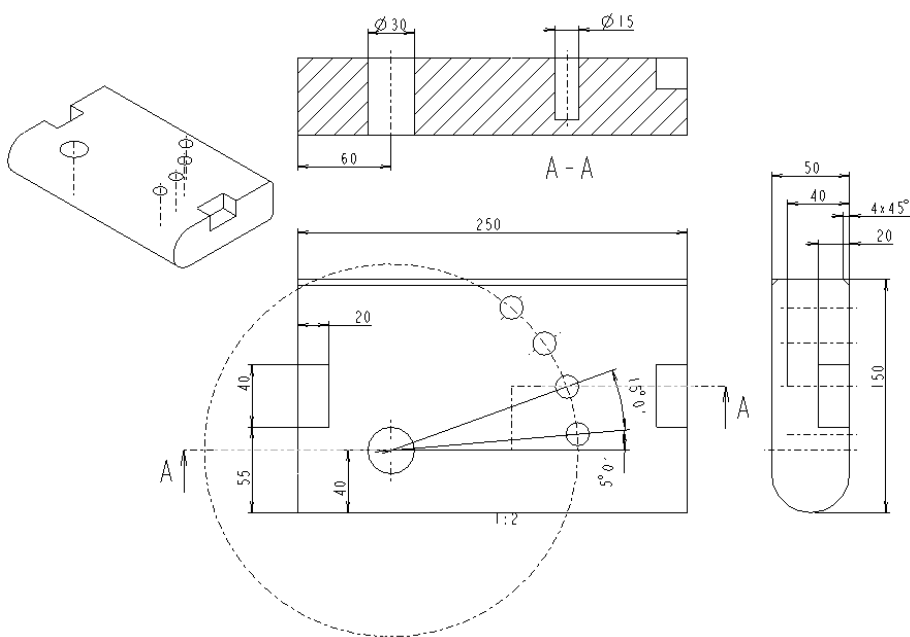
obr. 8.103



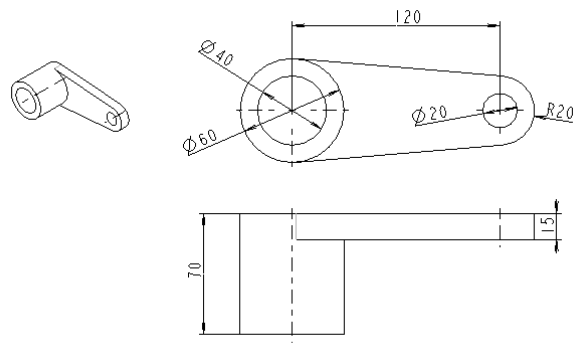
obr. 8.104



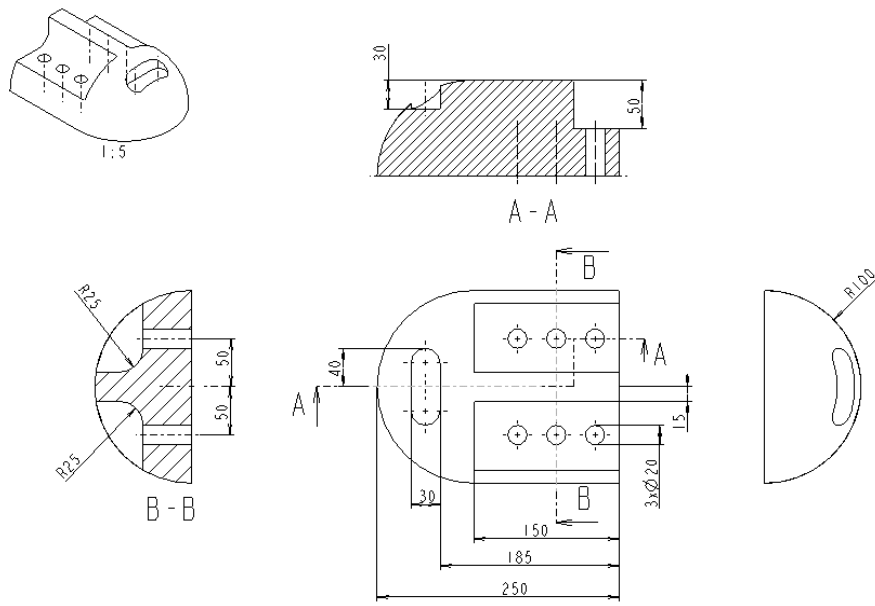
obr. 8.105



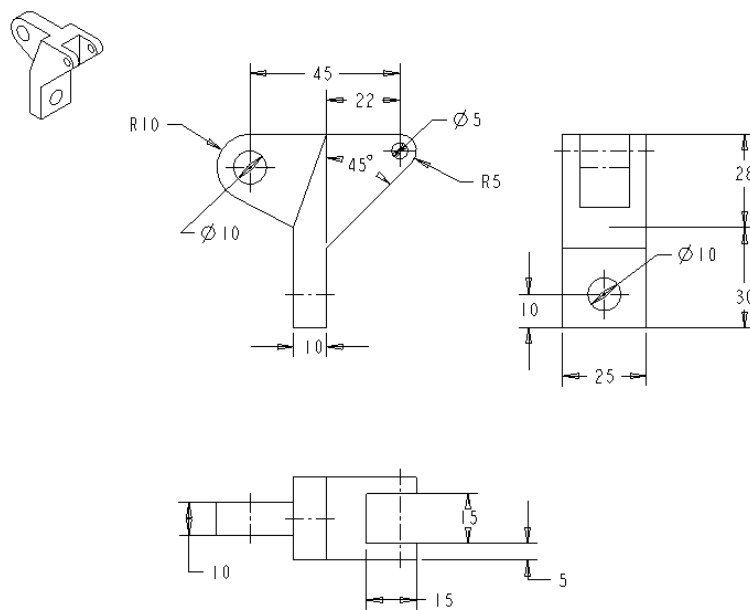
obr. 8.106



obr. 8.107



obr. 8.108



obr. 8.109

9 SLOVNÍK

A

abort	zrušiť, násilne ukončiť
accept	akceptovať, schváliť, prijať
accuracy	presnosť
active window	aktívne (pracovné okno), ku ktorému sa vzťahuje menu
add	pridať, dodať
advanced	pokročilý, zložitý
align	stotožniť, zarovnať, ustaviť
alignment	stotožnenie, zarovnanie (na niečo)
ang = angle	uhol
arc	kruhový oblúk
arrow	šípka
assembly	zostava, zostavenie, skladanie
assembly feature	prvok vytvorený v režime Assembly
associativity	previazanosť
axis (axes)	os (osi)

B

back	zabný, vzadu, chrbát
base feature	základný, východzí konštrukčný prvok
base member	základný komponent (člen) zostavy
baseline	základňa
baseline dimension	kótovanie od základne
BOM = bill of materials	kusovník, súpis položiek, prehľad materiálov
bottom	dole
blank	prázdny, nepopísaný, nevyplnený, medzera, prázdne
miesto	
blend	hladké spojenie niekoľkých prierezov
blind	slepý (do zadanej hĺbky, vzdialenosti)
both side	obojsťranne, na obidve strany
boundary	hranica

C

cancel	zrušiť
cell	kolonka, bunka, políčko v tabuľke
centerline	os, pomocná čiara
chain	reťazec
chamfer	zrazenie hrany
child	potomok
circle	kružnica
clearance	medzera, vôľa, minimálna vzdialenosť telies
coaxial	súosový
collinear	kolineárny, ležiaci na tej istej priamke
collor	farba
component	komponent, časť zostavy
configuration file	konfiguračný súbor
confirm	potvrdiť, súhlasiť
conic	kužeľosečka
constraint	väzba k niečomu, závislosť, podmienka

construction line	konštrukčná čiara, priamka
continuous	súvislý
contour	obrys
coordinate system	súradnicový systém, súradnicová sústava
copy	kopírovať
copy mirror	kopírovanie zrkadlením
cosmetic feature	kozmetický prvok
create	vytvoriť, zostrojiť
cross-hatching	šrafovanie
cross-section	rez, prierez
csys = coordinate system	súradnicivý systém
current	aktuálny, práve platný, súčasný
curve	krivka
cut	odobratie materiálu, odrezanie, rezanie
cylinder	valec

D

dash	pomlčka
data	údaje, informácie
datum axis	pomocná os
datum curve	pomocná krivka
datum plane	pomocná rovina
datum point	pomocný bod
default	predvolený
default value	predvolená hodnota
default view	predvolený pohľad
delete	zrušiť, odsrániť
dependency	závislosť
depth	hĺbka
design	konštrukcia, návrh, projekt
detail	detail, podrobnosť
diameter	priemer
dimension	rozmer, kóta
direction	smer
directory	adresár
draft	úkos, skosenie
drawing	výkres, kreslenie
drawing format	formát výkresu
drawing sheet	kresliaci list
drawing table	tabuľka vo výkrese
drawing view	pohľad na výkrese

E

edge	hrana
enable	umožniť, dovoliť
enter	zadat' z klávesnice
entity	prvok, objekt, entita
environment	prostredie
erase	vymazať v zmysle nezobrazit', vygumovať
exit	ukončenie, východ
explode	rozložiť
extrude	kolmé vysunutie

F

failed feature	nepodarený, zhavarovaný prvok
family	množina tvarovo príbuzných modelov
family table	tabuľka tvarovo príbuzných modelov
feature	prvok (konštrukčný, pomocný geometrický,...)
feature reference	referencia prvku, na ktorú sa prvok odkazuje (vzťahuje)
fillet	zaoblenie vrcholu, rohu
flat	plochý, rovný
flip	preklopiť, zmeniť nastavenie smeru
front	vpredu
full round	plné zaoblenie (cez celú plochu)

G

generic	východiskový, generický
general	všeobecný
geometric	geometrický
geometric feature	geometrický prvok
geometrical tolerance	geometrická tolerancia
grid	mriežka
group	skupina
group feature	skupinový prvok

H

hatching	šrafovanie
header	hlavička, nadpis
hidden	skrytý
highlighted	zvýraznený, vysvietený
hole	diera, vrtaná diera

I

id	identifikácia, identifikačné číslo
incomplete	nekompletný, neúplný
insert	vložiť
instance	výskyt
interface	rozhranie
interference	presah, kolízia
intersect	priesečník, pretínať, križovať
isometric	izometrický
item	člen, položka

K

keep	držať, zachovať
key	klúč, tlačidlo na klávesnici
keyboard	klávesnica
know	vedieť, poznať

L

layer	vrstva, úroveň
leader	pomocná, kótovacia čiara, odkazová čiara
left	vľavo, ľavý

library	knižnica
light	svetlo, osvetlenie
line	čiara, priamka, úsečka
line font	definícia typu čiary
line style	typ, druh čiary
list	zoznam, vypísať zoznam
loop	slučka

M

mass	hmotnosť
mass properties	hmotnostné charakteristiky, vlastnosti
mate	združiť, zlíčiť, „prilepiť“
measure	merať, miera
member	člen
merge	zjednotiť, zlúčiť, spojiť
message	správa, hlásenie
mirror	zrkadliť
miscellaneous	rozmanitý, rôznorodý
model	model (geometrický,...)
model geometry	geometria modelu
model tree	stromová štruktúra modelu
modify	opraviť, upraviť, modifikovať

N

name	meno, názov
neck	zápich
need	potreba, potrebovať
new	nový
next	ďalší, nasledujúci
nominal value	menovitá hodnota
normal	kolmý
note	poznámka
number	číslo, počet

O

object	objekt (napr.súčiastka, zostava,...)
offset	odsadenie, odstup, odsadenie
offset X-section	lomený rez, prierez
on the fly	za pochodu, za behu
open	otvoriť
operate	obsluhovať, riadiť, ovládať
origin	počiatok
output	výstup, zápis do, zapísať

P

parameter	parameter, premenná, rozmer
parent	rodič
part	súčiastka
pattern	zostrojiť podľa vzoru, znásobiť
perpendicularity	kolmosť
pick	ukázať, vybrať, zadať na obrazovke pomocou myšky

pipe
place
placement plane
planar X-section
plane
plot file
plot size
point
print
preview
property
protrusion
purge

potrubie
miesto, umiestnenie, umiestniť
rovina umiestnenia
priamy rez, rovinný rez
rovina
súbor príkazov pre vykreslenie na plotri
veľkosť vykresľovaného výkresu
bod
tlačiť
náhľad
vlastnosť, schopnosť
pridanie materiálu
čistiť, vymazať a disku všetky staršie verzie súboru

Q

query
quit

otázka, opýtať sa
ukončenie, prerušenie rozpracovanej operácie

R

radius
ratio
read-only feature
redefine
redraw
reference
reference dimension
regenerate
region
relation
relationship
rectangle
remove
reorder
report
reroute

reset
resume
retrieve
review
revolve
revolved feature

rib
right
round

polomer
pomer
prvok určený len na čítanie
predefinovať, znovu nadefinovať
prekresliť
vzťahná entita, odkaz, odvolanie sa na, referencia
referenčná kóta
regenerovať, znovu prepočítať
oblasť
relácia, vzťah medzi parametrami
vzťah, príbuzenstvo
obdĺžnik
odstrániť, odobrať
preusporiadať, zmeniť poradie
správa, hlásenie
presmerovať, stanoviť rodičovský vzťahvoči inému prvku
nastavenie štandardných hodnôt
obnoviť potlačené prvky
znovu vyvolať z disku (natiehnúť do pamäti)
prehľad, preskúmať, konfrontovať výsledky
otočiť okolo zadanej osi
konštrukčný prvok vytvorený otočením prierezu okolo osi
rebro
pravý, vpravo, správny
zaoblenie hrany, rohu

S

save
save as
scale

uložiť
uložiť ako
mierka

scheme	návrh, projekt, usporiadanie
screen	obrazovka
section	náčrt, skica, rez, prierez, profil
selection	výber
sequence	poradie, postupnosť
set up	nastaviť
shade	vytieňovať
sheet	list výkresu
shell	škrupina
shell model	tenkostenný, škrupinový model
show	ukázať
simple	jednoduchý
sketching plane	skicovacia rovina, rovina náčrtu
sketcher	skicár, režim pre vkladanie náčrtov, skíc
skew	zošikmenie
skip	vynechať, preskočiť
slanted dimension	priečna kóta, najmenšia vzdialenosť dvoch bodov
slot	odobratie materiálu
smooth	hladký, plynulý
solid	pevný, tuhý, objemový
spin	točiť
split	rozdeliť
standard	norma, normalizovaný
startup directory	adresár, odkiaľ bol systém naštartovaný
successful	úspešný
suppress	potlačiť
surface	plocha
surface feature	plošný prvok, plocha
surface finish	povrchová úprava, opracovanie
sweep	ťahanie náčrtu (skice) pozdĺž trajektórie
switch	vysvietiť, zobrazit' na obrazovke

T

table	tabuľka
tangent	dotyčnica, dotyčnicový, dotykový
text font	textový font, sada znakov
thin	tenký
thread feature	závit, závitový prvok
toggle	prepínať, preklopiť, pri prvku blend prepnúť na inú skicu
top	hore, vrchol
tool	nástroj, prostriedok
trail file	záložný súbor vydaných príkazov, príkazový súbor
trajectory	trajektória
transparent	priehľadný, priesvitný
translate	presunúť
trimetric	trimetrický
tweak	prvok deformujúci steny modelu

U

unattached	nepripojený
update	aktualizovať
unit	jednotka (merná jednotka)

use	použiť, využiť
utility	pomocná operácia, obslužný program
V	
variable	premenná, premenlivý
view	pohľad
volume	objem
W	
window	okno
wireframe model	drôtový model
working directory	pracovný adresár
X	
X-section	rez, prierez
X-hatching	šrafovanie
Z	
zoom in / zoom out	zväčšenie / zmenšenie pohľadu na objekt
zone	oblasť, zóna, pole (tolerančné)

10 LITERATÚRA

- [1] MEDVECKÝ, Š. et al : *Konštruovanie so systémom Pro/ENGINEER*. Žilina : ES ŽU,1997, ISBN 80-7100-450-2

- [2] *Představujeme Pro/Engineer Wildfire 3.0*, In: IT CAD, 3/2005, XV. roč., ISSN 0862-996X

- [3] VESELOVSKÝ, J. : *Základy zobrazovania súčiastok v technickom kreslení*. Alfa, Bratislava, 1985, ISBN 63-046-85

Autor: Ing. Katarína Monková
Názov: PC technika a počítačová grafika
Vydanie: prvé
Počet strán: 84
Náklad výtlačkov
Vydavateľ: FVT TU v Košiciach so sídlom v Prešove

ISBN

ISBN