

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ SO SÍDLOM V PREŠOVE

**Základy práce v systéme Creo Parametric 9
s podporou rozšírenej reality**

Ing. Jozef Török, PhD.
Ing. Jakub Kaščák, PhD.

2022

Základy práce v systéme Creo Parametric 9 s podporou rozšírenej reality

Táto vysokoškolská učebnica vznikla vďaka podpore Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky v rámci projektu KEGA 004TUKE-4/2020 a KEGA 004TUKE-4/2022.

Recenzenti: prof. Ing. Marek Kočíško, PhD.

Ing. Imrich Orlovský, PhD.

© 2022, Ing. Jozef Török, PhD. – Ing. Jakub Kaščák, PhD.

ISBN 978-80-553-4301-3

Predslov

Prvé vydanie vysokoškolskej učebnice *Základy práce v systéme Creo Parametric 9 s podporou rozšírenej reality* je určené pre študentov Fakulty výrobných technológií Technickej univerzity v Košiciach so sídlom v Prešove pre študijný program *Počítačová podpora výrobných technológií*. Vysokoškolská učebnica poskytuje prehľadne a systematicky zoradené poznatky v oblasti počítačového modelovania s využitím CAD/CAM/CAE softvéru **Creo Parametric 9**. Učebnica je vhodná pre všetkých záujemcov o prácu s daným softvérom. Jednotlivé kapitoly postupne čitateľa oboznamujú s prostredím a následnosťou krokov pri modelovaní. Text je určený hlavne úplným začiatočníkom v práci so softvérom Creo, napriek tomu ponúka užitočné informácie aj pre pokročilejších užívateľov zvyknutých pracovať v starších verziách systému. Táto učebnica je diverzifikovaná do pätnástich hlavných kapitol. Každá z hlavných častí je systematicky členená na menšie celky – podkapitoly. Úvodné časti poskytujú základné teoretické poznatky, vysvetľujú nevyhnutné terminologické atribúty a postupy v oblasti CAD návrhu s využitím softvéru Creo. Záverečné kapitoly podrobnejšie popisujú určité možnosti softvéru, ktoré boli použité v skorších kapitolách, ako je napríklad definovanie referencií. Pre uľahčenie priestorového pochopenia požadovaného tvaru telesa aj študentmi z nie technických smerov, učebnica je doplnená o možnosť vizualizovať priložené príklady v prostredí rozšírenej reality. Prostredníctvom prvého vydania tejto vysokoškolskej učebnice čitateľa nadobudnú všeobecné, ale aj praktické znalosti z oblasti CAD návrhu s využitím softvéru Creo Parametric verzia 9. Vďaka technikám rozšírenej reality a aplikácii Vuforia View je možné priložené technické výkresy vizualizovať v 3D prostredí mobilného zariadenia/tabletu. Aplikácia je kompatibilná s iOS a Androidom (možné voľne stiahnuť na App Store/Google Play). Pre uľahčenie manipulácie s učebnicou (digitálnou či tlačenu), posledná strana obsahuje priestorovú značku určenú na vystrihnutie. Vďaka nej je možné jednotlivé telesá zobrazíť aj mimo priestoru učebnice.

Obsah

1. Základné vlastnosti	6
1.1. Pochopenie pojmu objemového modelovania	6
2. Interface a ovládanie 3D modelára	8
3. Správa súborov.....	10
3.1. Select Working Directory.....	10
3.2. New File	11
3.3. Save File	12
3.4. Open File	13
4. Zobrazovacie štýly.....	14
5. 2D Modelár (Skicár)	17
5.1. Interface.....	17
5.2. Konštrukčné nástroje.....	18
5.3. Predlohy na precvičenie – Skicár	24
6. Extrude / Cut.....	29
6.1. Draft.....	36
6.2. Round / Chamfer	39
6.3. Simple Hole.....	40
6.4. Standard Hole.....	41
6.5. Sketch Hole.....	42
6.6. Pattern – kopírovanie prvku	43
6.7. Predlohy na precvičenie – Extrude.....	45
7. Revolve	52
7.1. Draft.....	54
7.2. Hole - 1.....	56
7.3. Profile Rib	56
7.4. Pattern - 1.....	57
7.5. Hole - 2.....	58

7.6.	Patern - 2.....	58
7.7.	Predlohy na precvičenie – Revolve.....	59
8.	Definovanie referencií.....	67
9.	Pomocné konštrukčné prvky.....	69
9.1.	Tvorba rovín (Plane).....	69
9.2.	Tvorba osí (Axis).....	70
9.3.	Tvorba bodov (Point).....	71
9.4.	Edit (Modifikovanie rozmerov).....	73
9.5.	Measure.....	74
10.	Family Table.....	76
10.1.	Modelovanie prvotnej súčiastky.....	76
10.2.	Zadávanie inštancií.....	77
10.3.	Testovacie cvičenia – Family Table.....	80
11.	Relations (Tvorba relácií).....	84
12.	Cosmetic Thread.....	85
13.	Cross Sections (Tvorba rezov).....	87
13.1.	Planar.....	87
13.2.	Offset.....	88
13.3.	Zone.....	88
14.	Rib.....	90
15.	Sweep.....	95
	Zoznam použitej literatúry.....	99

1. Základné vlastnosti

Creo Parametric je parametrický softvér, ktorý umožňuje inteligentnú tvorbu 3D modelov založenú na princípe rodič/potomok.

Parametrický znamená, že:

- Geometria modelu je kontrolovaná kótami a parametrami.
- Pri modifikácii hodnoty kóty je zmenená geometria automaticky aktualizovaná.

Vzťah rodič/potomok zabezpečí, že:

- Pri zmene rodičovského prvku sa zmení podľa neho aj potomok.

Creo Parametric umožňuje tvorbu modelov vytvorením základného prvku. To znamená, že ak je vytvorený jeden základný prvok, každý ďalší model sa môže odkazovať na tento predchádzajúci prvok. Softvér disponuje nielen možnosťou tvorby modelov, ale aj zostáv.

1.1. Pochopenie pojmu objemového modelovania

Pomocou softvéru Creo Parametric je možné vytvoriť objemové teleso v digitálnej forme podľa vlastných informácií.

Objemové modely:

- Vizúálne reprezentujú reálny model.
- Obsahujú vlastnosti ako hmotnosť, objem alebo ťažisko.
- Môžu byť použité na kontrolu zásahov v zostave.

Proces základného modelovania:

Samotný proces je možné zhrnúť do týchto štyroch krokov:

- Príprava dizajnu
- Tvorba nového modelu
- Tvorba zostavy skladaním-zostavovaním partov
- Tvorba dokumentácie – výkresov

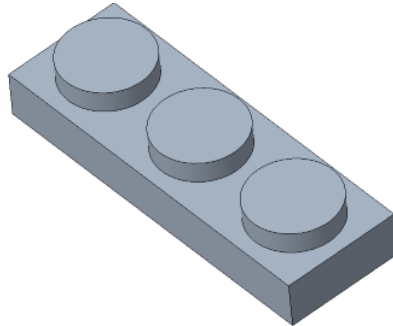
Rozdelenie typov súborov:

Creo Parametric obsahuje jedinečné názvy / skratky, ktoré definujú súbory, s ktorými je možné pracovať.

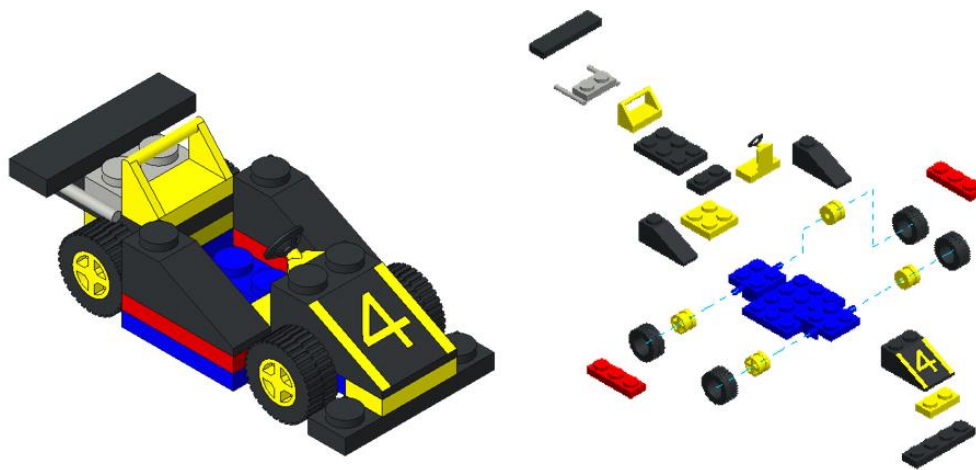
Nasledujúce základné prípony súborov pre softvér Creo Parametric:

- .prt – súbor definujúci model,

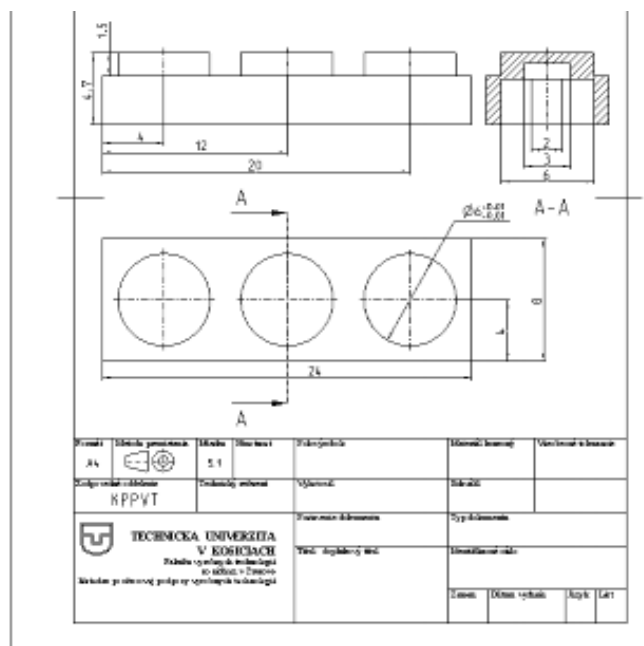
- .asm – súbor definujúci zostavu,
- .drw – súbor definujúci výkres,



Obr. 1 prt - súbor definujúci model



Obr. 2 asm - súbor definujúci zostavu

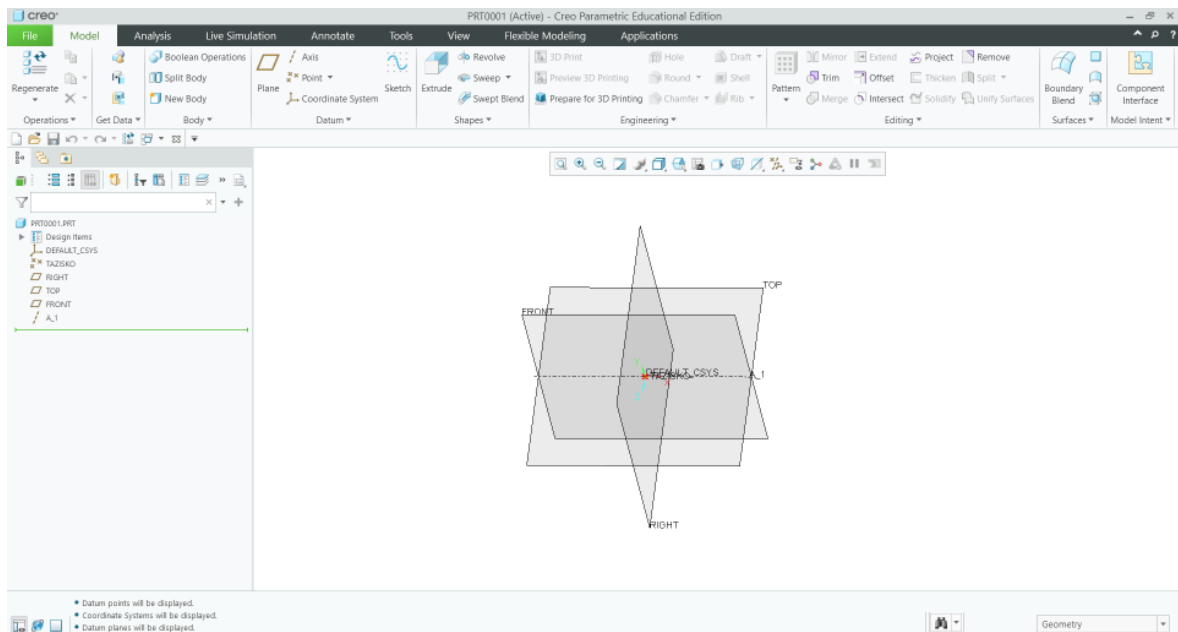


Obr. 3 .drw - súbor definujúci výkres

2. Interface a ovládanie 3D modelára

Po spustení programu Creo Parametric 9.0.1 sa otvorí hlavné užívateľské prostredie, ktoré sa skladá z viacerých zón. Jednotlivé zóny sa dajú podľa potrieb nastaviť tak, aby bola práca s nimi čo najjednoduchšia.

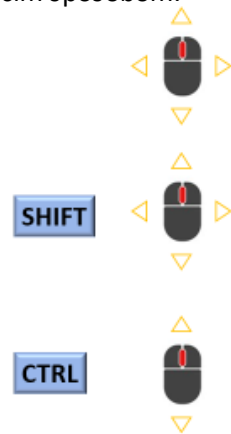
- Hlavné príkazové menu: Obsahuje všetky nástroje a funkcie potrebné pri konštruovaní modelu.
- Horné rýchle menu: Obsahuje ikony najpoužívanejších nástrojov určených pre komfortnejšiu prácu s modelom, najpoužívanejšie konštrukčné prvky a pomocné nástroje využívané pri tvorbe modelu.
- Informačné menu: Obsahuje informácie o procesoch, ktoré program vykonáva.
- Navigačné menu: Strom jednotlivých operácií realizovaných na modeli. Zobrazuje nielen konštrukčné prvky, akými sú pridanie, odobratie materiálu, tvorba dier a iné, ale tiež pomocné konštrukčné prvky, akými sú roviny, body, osi a súradnicové systémy.
- Hlavná modelovacia oblasť: Tvorená základnými rovinami FRONT, TOP, RIGHT.
- Filtre/Kontrola: Umožňuje jednoduchú selekciu prvkov modelu a pomocou semaforu informuje o správnosti modelu (zelená - model je správny; žltá - vyskytuje sa nejaká konštrukčná chyba, ktorá sa dá ľahko odstrániť; červená - nastala kolízia alebo model obsahuje cirkulárnu referenciu).










Obr. 4 Prostredie modelára

Pri konštruovaní modelu sa na manipuláciu využívajú funkcie myši nasledujúcim spôsobom:

- Držaním rolovacieho kolieska (Scroll Wheel) a pohybom myši sa model orientuje do požadovanej polohy.
- Držaním rolovacieho kolieska (Scroll Wheel) v kombinácii s tlačidlom **SHIFT** sa pohybom myši model presúva na určenú pozíciu.
- Držaním rolovacieho kolieska (Scroll Wheel) v kombinácii s tlačidlom **CTRL** sa myšou model približuje, alebo vzdďaľuje.




Ľavé tlačidlo myši slúži na selekciu a potvrdzovanie plôch, rovín, príkazov. Pravé tlačidlo myši sa využíva na aktivovanie editačných okien. Kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) sa potvrdzujú konštrukčné operácie (rýchla náhrada tlačidla **OK**). Kliknutím na ikonu  sa aktivuje funkcia približenia. Kurzorom myši sa postaví na časť modelu a stlačením ľavého tlačidla vyznačí priestor, ktorý má byť približený. Pri aktivovaní funkcie  sa model vzdialí. Ikonou  sa model prispôsobí na celú obrazovku. Približovanie a oddďaľovanie modelu je možné aplikovať aj jednoduchým rolovaním kolieska myši.

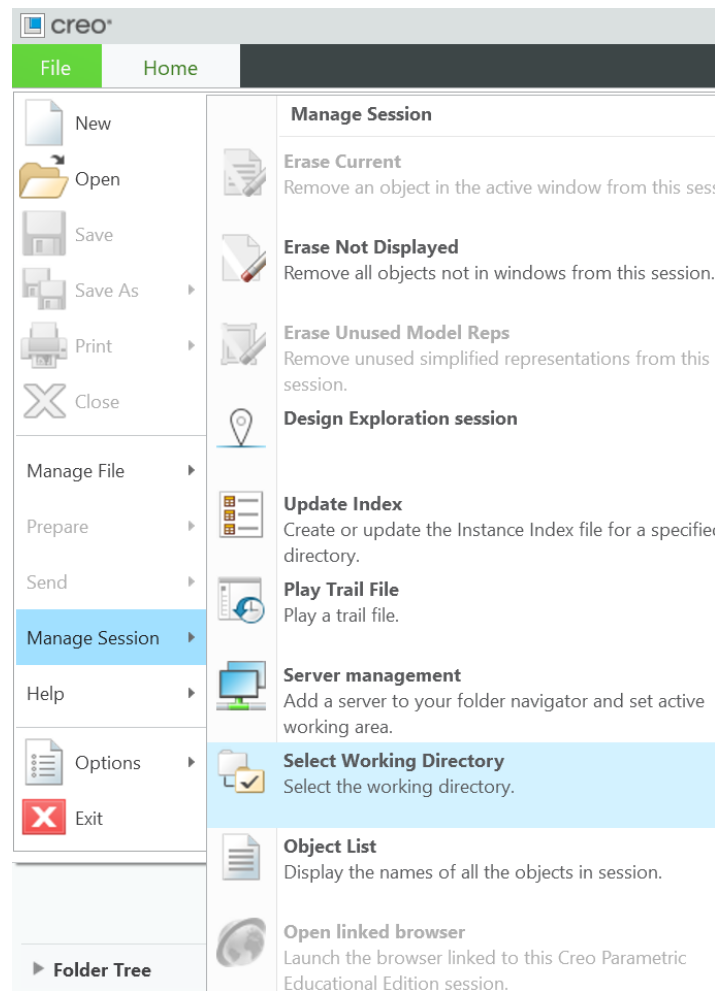
- Na regeneráciu (prekreslenie) obrazovky slúži ikona .
- Pomocou funkcie  **View Normal** sa nastavuje užívateľom definovaný pohľad, ktorý je možné uložiť a neskôr použiť pri tvorbe výkresu. Po rozbalení funkcie  je možné vyberať z spomedzi základných typov pohľadov.
- View Manager  slúži na tvorbu rezov a jednoduchých reprezentácií.

3. Správa súborov

Pri práci so softvérom okrem užívateľom generovaných dát vzniká množstvo dočasných súborov. V rámci základných nastavení sú tieto dáta ukladané priamo do dokumentov operačného systému. Pred začatím práce je vhodné vybrať si vlastný pracovný adresár pre daný projekt, kam budú ukladané všetky relevantné informácie súvisiace s riešením úlohy.

3.1. Select Working Directory

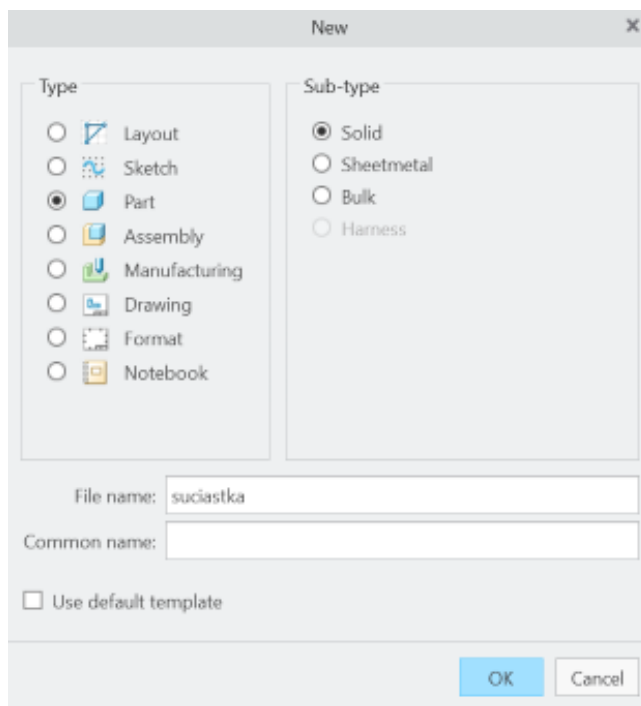
Na začiatku sa definuje pracovný adresár pomocou príkazu **File/Manage Session/Select Working Directory**, ktorý sa nachádza v hlavnom príkazovom menu, alebo potvrdením ikony . Tento adresár slúži na definovanie presného umiestnenia na pevnom disku, kde sa bude ukladať všetka práca. Vytvorené súbory, pre ktoré by nebol takto nadefinovaný pracovný adresár, sú ukladané do adresára odkiaľ sa spúšťa samotný program (napríklad C:\Program Files\...). V klasickom dialógovom okne sa nastaví požadovaný pracovný adresár a potvrdí tlačidlom **OK**.



Obr. 5 Nastavenie pracovného adresára

3.2. New File

Po definovaní pracovného adresára sa môže prejsť k tvorbe prvého modelu. Ako prvé je potrebné vytvoriť prázdny part. Pomocou príkazu **File/New (CTRL+N)** v hlavnom príkazovom menu alebo potvrdením ikony . Zobrazí sa dialógové okno na definovanie vlastností nového prvku.



Obr. 6 Zadeinovanie súboru pre potrebu tvorby novej súčiastky

- V dialógovom okne sa zaškrtnie typ Part a zvyšok vyplní podľa obrázka.

Následne sa voľba potvrdí stlačením tlačidla **OK**. Takto sa vytvorí part (jednoduchý model), ktorý tvorí základnú stavebnú časť v adresári súboru s príslušným názvom a koncovkou **PRT**. Táto koncovka charakterizuje model a priradzuje mu vlastnosti partu. Pri inštalácii systému Creo Parametric 9 sa zvolí typ jednotiek, ktoré sa budú používať ako východiskové. Na výber je Európsky metrický systém a Anglický jednotkový systém. Ak bol pri individuálnej inštalácii zvolený Európsky metrický systém, potom pole **Use default template** je možné ponechať zaškrtnuté. V prípade, že je nastavené ako východiskové jednotky anglický systém, je nutné v zaškrtavacom poli **Use default template** zrušiť označenie a v nasledujúcom okne vybrať metrické jednotky (**mmns_part_solid_abs**), následne potvrdiť tlačidlom **OK**.

- Pri výbere konzistentnej množiny jednotiek je nutné sa rozhodnúť, ktoré veličiny budú tvoriť základné fyzikálne parametre a ktoré veličiny budú odvodené od základných parametrov. Obvykle sa vyberá z nasledujúcich možností: hmotnosť, dĺžka, čas (MLT - mass, length, , time) alebo sila, dĺžka, čas (FLT - force, length, and time) pre základné

parametre. Spojenie medzi týmito dvoma systémami je dané druhým Newtonovým pohybovým zákonom.

Tab. 1 Creo Parametric používa jednotky pre fyzikálne parametre nasledovne

Systém	Typ	Dĺžka	Hmotnosť	Sila	čas	Teplota	Uhol
MKS	MLT	m	kg	N*	s	°K	stupeň radián
CGS	MLT	cm	g	erg*	s	°C	
mmNs	FLT	mm	tona*	N	s	°C	
FPS	FLT	ft	slug*	lbf	s	°F	
IPS	FLT	in		lbf	s	°F	
Creo Parametric Default	MLT	in	lbm		s	°F	


*odvodená jednotka

- Základné nastavenia systému Creo Parametric využívajú absolútnu presnosť (skrátene abs z anglického absolute accuracy) namiesto relatívnej presnosti (skrátene rel z anglického relative accuracy). Súbor šablón sú upravené tak, aby sa nové prázdne modely štandardne vytvárali s absolútnou presnosťou. Predvolené hodnoty presnosti sú 0,00039 palca a 0,01 milimetra. Súbor šablón používajú nasledujúcu schému pomenovania:
 - Absolútna presnosť - súbory používajú príponu **_abs**.
 - Relatívna presnosť - súbory sú pomenované s príponou **_rel**.

Pri využívaní funkcií Multibody design sa dôrazne odporúča využívať nastavenie s absolútnou presnosťou.

3.3. Save File


Ukladanie a zálohovanie súborov sa dá vykonať viacerými možnosťami vyplývajúcimi z potrieb užívateľa.

- Pri aktivovaní príkazu **File/Save (CTRL+S)** z hlavného príkazového menu alebo zvolení ikony  a potvrdením **OK** sa vytvorí nová verzia súboru s vyššou číselnou hodnotou, ktorá sa uloží v pracovnom adresári (napr. ak už existuje súbor cvicenie.prt.1, pribudne súbor cvicenie.prt.2 obsahujúci novšiu verziu modelu). Súbor s najvyšším číslom verzie je posledný uložený variant. Z toho vyplýva, že v prípade potreby pri zistení kolízie sa môže spätne vrátiť k súboru, ktorý danú chybu neobsahuje a pokračovať v modelovaní ďalej.
- Ďalšou možnosťou zálohovania súborov je použitie príkazu **File/Save As/Save a Copy**, pomocou ktorého sa vytvorí kópia daného súboru pod iným názvom. Vzniknutý súbor má

všetky vlastnosti a nastavenia pôvodného súboru a jeho číslo verzie je 1. Nachádza sa v pracovnom adresári.


- Posledným typom zálohovania súborov je použitie príkazu **File/Save As/Save a Backup**, pomocou ktorého sa vytvorí kópia daného súboru do vybraného adresára. Je to v podstate tvorba zálohy na inom mieste ako je pracovný adresár. Takto vzniknuté súbory majú pridelené číslo verzie 1.

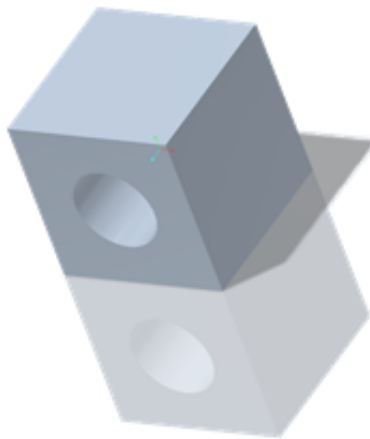
3.4. Open File

Pomocou príkazu **File/Open (CTRL+O)** z hlavného príkazového menu alebo potvrdením ikony  sa zobrazí dialógové okno slúžiace na otvorenie partov, zostáv, výkresov a ďalších súborov. Užívateľské dialógové okno obsahuje len súčiastky nachádzajúce sa v prednastavenom pracovnom adresári. Pre lepšiu orientáciu medzi súčiastkami slúži funkcia **Preview**, po aktivovaní ktorej sa objaví okno s náhľadom na danú súčiastku. V náhľade sa môže so súčiastkou nie len pohybovať, rotovať a zoomovať, ale dá sa prepínať aj medzi štýlmi zobrazenia (pri zvolení typu súborov **part** sa volí podtypy). V poli **Type** sa vyberá **Creo Files** na základe čoho sa zobrazia len základné súbory, ktoré sú tvorené týmto systémom. Po zvolení prvku sa výber potvrdí tlačidlom **Open**.


4. Zobrazovacie štýly

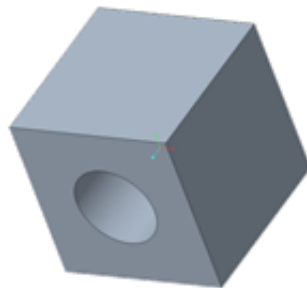
Celá konštrukčná činnosť prebieha v hlavnej modelovacej oblasti. Vytvorenému modelu je možné priradiť zobrazovacie vlastnosti, ktoré slúžia nie len na lepšiu orientáciu v modeli, ale aj na jednoduchšie znázornenie konštrukčných úkonov. K tomuto zámeru slúžia zobrazovacie nástroje nachádzajúce sa v rýchlom hornom menu. Medzi jednotlivými módmi sa môže prepínať plynulo, bez potreby prerušenia konštruktérskej práce, či práve prebiehajúcej simulačnej animácie.

- Prvým typom je zobrazenie **Shading With Reflections**, pri ktorom sa súčiastka zobrazí v základnej šedej farbe, prípadne v iných užívateľom určených farbách s preddefinovanými odrazmi svetla a s odrazom súčiastky v priestore. Aktivuje sa ikonou  alebo klávesovou skratkou **CTRL+1**.




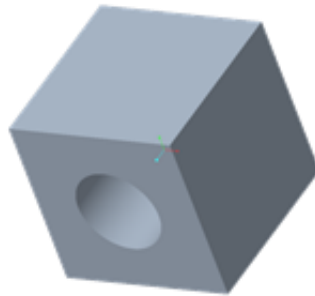
Obr. 7 Zobrazovací štýl Shading With Reflections

- Nasledujúcim typom je zobrazenie **Shading With Edges**, pri ktorom je teleso obalené užívateľom navolenou textúrou alebo priamo prideleným odtieňom šedej. Hrany súčiastky sú zvýraznené čiernou farbou. Aktivuje sa ikonou  nachádzajúcou sa v rýchlom hornom menu, alebo klávesovou skratkou **CTRL+2**.




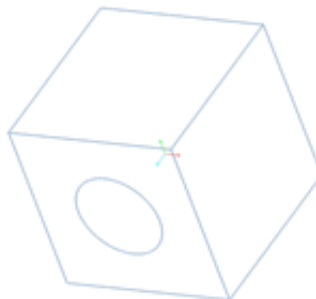
Obr. 8 Zobrazovací štýl Shading With Edges

- Tretím typom je zobrazenie **Shading** podobné predchádzajúcemu prípadu s malým rozdielom. Hrany súčiasťky nie sú zvýraznené. Tento typ je najčastejšie používaným spôsobom zobrazenia modelovanej súčiasťky, pričom sa aktivuje tiež ikonou  nachádzajúcou sa v rýchlom hornom menu, alebo klávesovou skratkou **CTRL+3**.




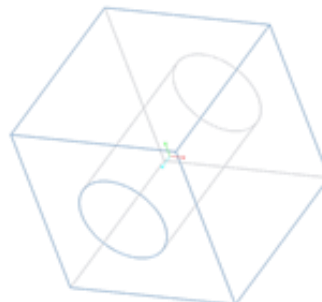
Obr. 9 Zobrazovací štýl Shading

- Nasledujúce zobrazenie **No Hidden** vykresľuje len viditeľné hrany. Hrany, ktoré nie sú viditeľné sú skryté. Táto funkcia sa aktivuje ikonou , alebo klávesovou skratkou **CTRL+4**.




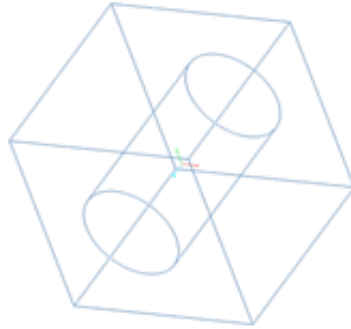
Obr. 10 Zobrazovací štýl No Hidden

- Ďalším v poradí je zobrazenie **Hidden Line**, v ktorom sú zobrazené tiež všetky hrany, ale tie z nich, ktoré by nemali byť viditeľné, sú znázornené odlišnou farbou. Táto funkcia sa aktivuje ikonou , alebo klávesovou skratkou **CTRL+5**. Tento spôsob zobrazenia je veľmi využívaný pri konštruovaní zostáv.





Obr. 11 Zobrazovací štýl Hidden Line

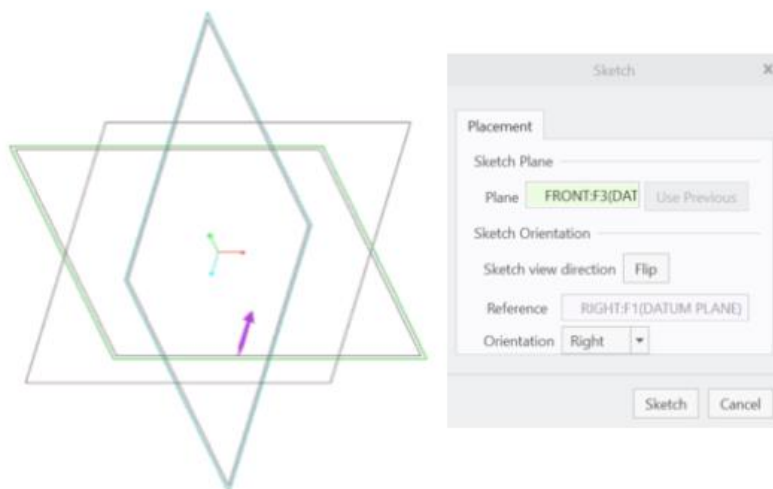
- Posledným v poradí je typ zobrazenia **Wireframe**, v ktorom sú všetky hrany viditeľné, ale nie sú od seba farebne odlišené. Táto funkcia sa aktivuje ikonou  nachádzajúcou sa v rýchлом hornom menu, alebo klávesovou skratkou **CTRL+6**.



Obr. 12 Zobrazovací štýl Wireframe

5. 2D Modelár (Skicár)



V tejto časti sú opísané nástroje a funkcie integrovaného skicára. Skicár slúži na tvorbu skíc, ktoré sa ďalej využívajú pri modelovaní. Je možné vopred vytvoriť skicu, ktorá bude ako samostatná položka zobrazená v strome modelu alebo je vytvorená priamo v rámci aplikovania jednotlivých konštrukčných nástrojov, ako sú napríklad Extrude a Revolve. Samostatná skica sa realizuje po aktivovaní ikony  nachádzajúcej sa v hornom rýchlom menu. Po aktivovaní tvorby skice je potrebné do poľa **Plane** zvoliť skicovaciu rovinu Front (nárýs), a to jej potvrdením v strome alebo priamo kliknutím na rovinu v hlavnej skicovacej oblasti. V poli **Reference** sa zvolí napríklad rovina Right (bokorys). Pole **Orientation** sa nastaví roletovou voľbou na Right. Tlačidlom **Flip** je možné prepínať smer svojho pohľadu na skicovaciu rovinu. Následne sa potvrdením tlačidla **Sketch** prepne do 2D prostredia na tvorbu skíc. Centrovanie skicovacej plochy sa realizuje ikonou  **Sketch View**.






Obr. 13 Voľba skicovacej roviny

5.1. Interface

Prostredie tvorby skíc je tvorené z niekoľkých zón opísaných v nasledujúcich bodoch.


- Hlavné príkazové menu: Obsahuje všetky nástroje a funkcie potrebné pri tvorbe skice. Ikony  a  v roletovom menu karty **Feature Requirements** slúžia na kontrolu skice. Po aktivovaní **Shade Closed Loops** sa uzavretá a správne zostrojená skica farebne vyplní. Spustením ikony **Highlight Open Loops** sa vyznačia na skici body, ktoré je potrebné spojiť (ak skica nie je uzavretá).
- Horné rýchle menu: Obsahuje ikony najpoužívanejších nástrojov určených pre komfortnejšiu prácu so skicou. Okrem základných funkcií ako sú priblíženie, vzdialenie a typ zobrazenia sú tam aj rozšírené skicovacie nástroje. Pomocou ikony **Sketch View**

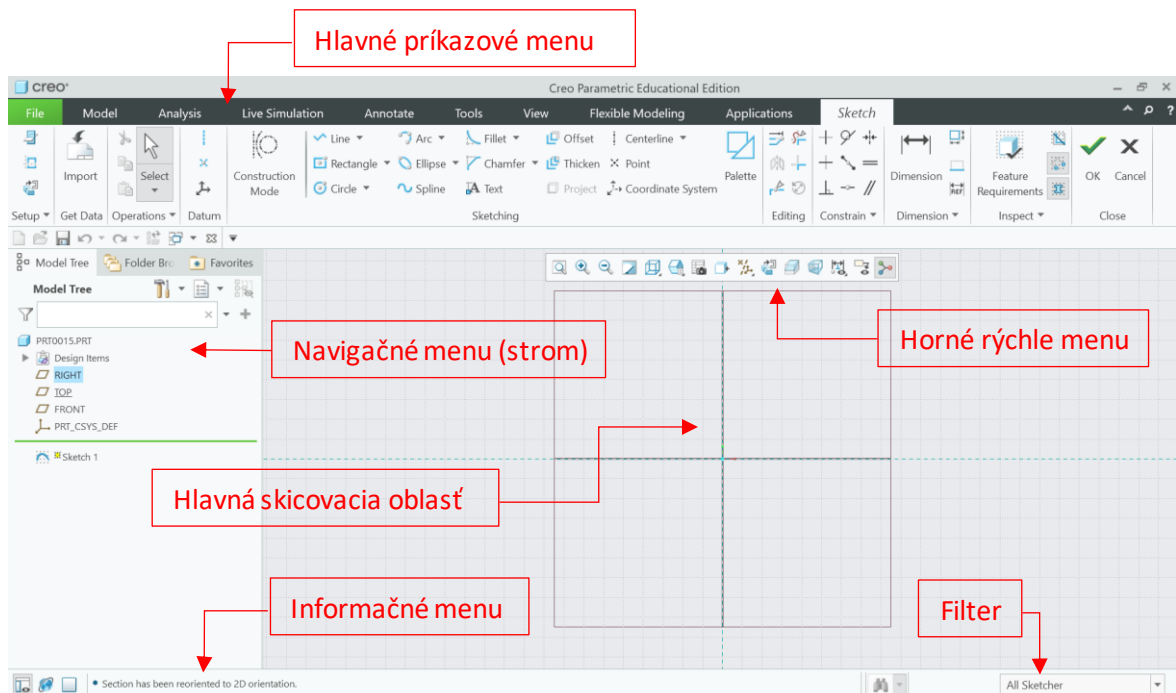
 sa skica pri natočení vráti do pôvodnej polohy. Ikony  zapínajú alebo vypínajú zobrazenie kót a značiek funkcie **Sketcher Display Filters**. Ikony  zapínajú alebo vypínajú zobrazenie štvorcovej siete hlavnej skicovacej roviny a spojovacích bodov.

- Informačné menu: Obsahuje informácie o konštrukčnej operácií, ktorej je daná skica súčasťou.
- Hlavná skicovacia oblasť: Tvorená základnou pracovnou rovinou a referenciami. Prvou podmienkou pri správnom modelovaní je vhodné umiestnenie objektu v skicári. Objekty umiestňujte tak, aby ich počiatok alebo stred ležal v priesečníku referenčných rovín.
- Filter: Slúži na filtrovanie označovania skice, resp. kót a obmedzení.

5.2. Konštrukčné nástroje

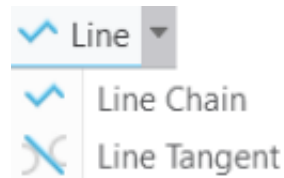
Na zhotovenie skice slúžia konštrukčné skicovacie nástroje nachádzajúce sa v hornom rýchlom menu. Funkcia týchto nástrojov je v skratke opísaná v nasledujúcich bodoch:

-  **One-by-One**: označovanie entít, pričom selekcia viacerých entít môže byť realizovaná postupným výberom (označovaním) a súčasným držaním tlačidla **CTRL**.



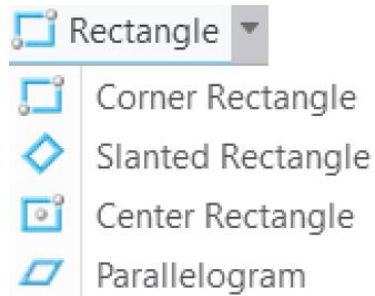
Obr. 14 Prostredie skicára

- **Line (Čiara)**: tvorba nasledujúcich typov čiar: jednoduchá čiara, čiara tvorená tangentským spojením



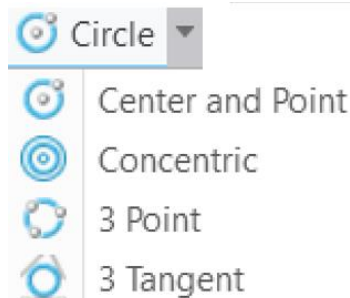
Obr. 15 Rolovacie menu funkcie Line

- **Rectangle** (Obdĺžnik): tvorba štvorcov alebo obdĺžnikov



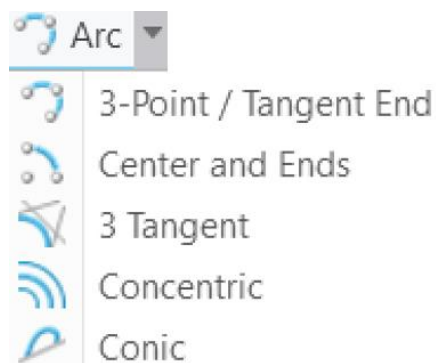
Obr. 16 Rolovacie menu funkcie Rectangle

- **Circle** (Kruh): tvorba nasledujúcich typov entít: jednoduchý kruh, kruh vytvorený podľa referencie iných kruhov, kruh tvorený 3 bodmi, tangentský kruh



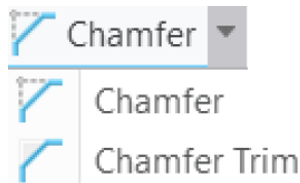
Obr. 17 Rolovacie menu funkcie Circle

- **Arc** (Oblúk): tvorba častí kružnice: jednoduchý oblúk, oblúk vytvorený podľa referencie iných kruhov alebo oblúkov, oblúk tvorený 3 bodmi, tangentský oblúk, kónický oblúk).



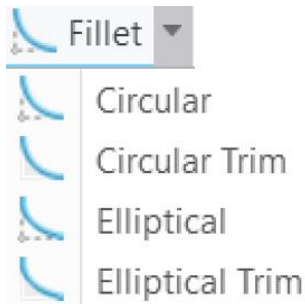
Obr. 18 Rolovacie menu funkcie Arc

- **Chamfer** (Zrazenie): tvorba zrazenia.



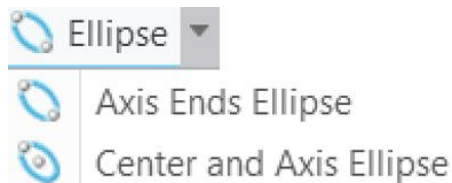
Obr. 19 Rolovacie menu funkcie Chamfer

- **Fillet** (Zaoblenie): tvorba zaoblení: cirkulárne, eliptické zaoblenie.















Obr. 20 Rolovacie menu funkcie Fillet

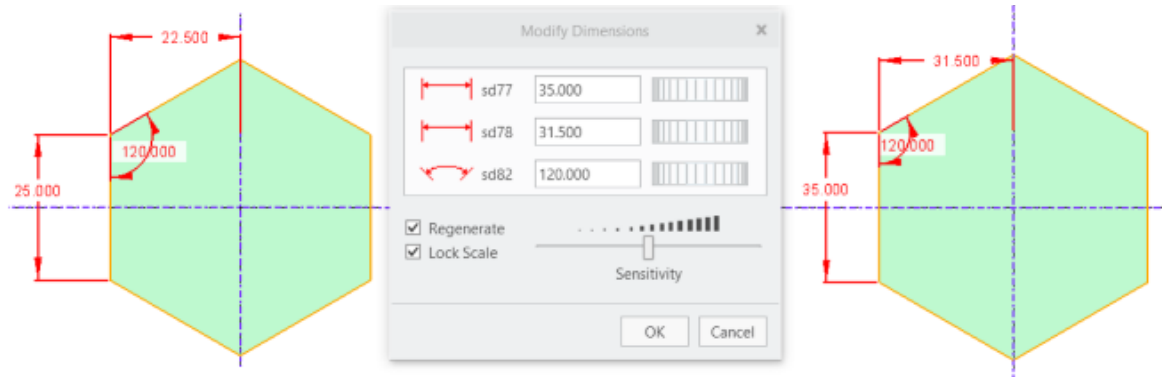
- **Ellipse** (Elipsa): tvorba elipsy.





Obr. 21 Rolovacie menu funkcie Ellipse

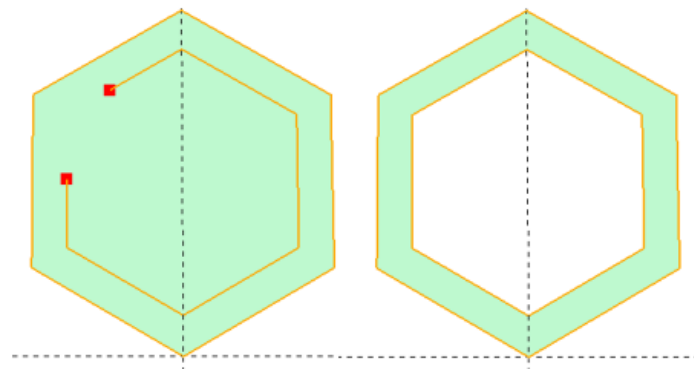
- **Spline**  (Krivka): Tvorba krivky.
- **Point**  (Bod): Tvorba konštrukčného bodu.
- **Point**  (Bod): Tvorba geometrického bodu.
- **Coordinate System**  (Koordinačný systém): Tvorba konštrukčného koordinačného systému.
- **Centerline**  (Stredová os): Tvorba stredovej osi (geometrickej).
- **Centerline**  (Stredová os): Tvorba stredovej osi (konštrukčnej).
- **Text**  (Text): Tvorba textu.
- **Offset**  : Tvorba odsadenej entity.
- **Thicken**  : Tvorba odsadenej entity.
- **Project**  (Projekt): Tvorba entity od už existujúcej hrany: stotožnená.

- **Palette**  (Paleta tvarov): Možnosť importovania dát z palety skicára: polygóny, profily, hviezdice. Tvoreba bežných preddefinovaných geometrických prvkov a tvarov.
- **Modify**  (Modifikovanie kót): Úprava rozmerov skice. Okno pre úpravu kótovaných hodnôt zobrazuje všetky označené kóty. Môžete ich meniť samostatne alebo veľmi prakticky všetky spolu po zaškrtnutí možnosti Lock Scale.





Obr. 22 Modifikovanie rozmerov skice

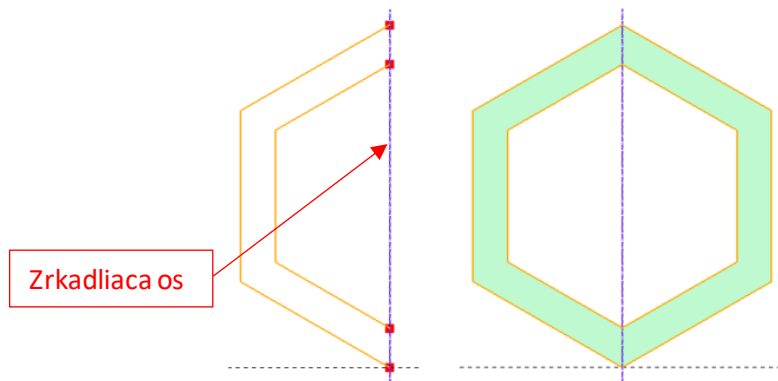
- **Delete Segment**  (Mazanie): Po potvrdení nástroja vymažete súbežným stlačením a ťahaním kurzora všetky entity, ktoré pri pohybe myšou pretnete. Zrušenie orezávacieho nástroja sa vykoná kliknutím na rolovacie koliesko alebo stlačením tlačidla Esc.
- **Corner**  (Roh): Pre spojenie nespojených entít použite nástroj Corner. Kliknite na prvú, následne potvrdte druhú entitu na základe čoho sa vytvorí spojenie. Zrušenie spojovacieho nástroja vykonáte rovnako kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) alebo stlačením tlačidla Esc.





Obr. 23 Funkcia Corner

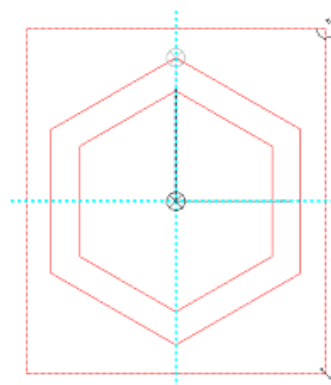
- **Divide**  (Prerušenie): Pre prerušenie spojených entít použite nástroj Divide. Kliknite entitu na základe čoho sa entita preruší. Zrušenie prerušovacieho nástroja je možné vykonať rovnako kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) alebo stlačením tlačidla Esc.

- **Mirror**  (Zrkadlenie): Pre realizovanie zrkadlenia je potrebné mať zostrojenú os. Nástrojmi pre selekciu je potrebné vyznačiť všetky entity, ktoré sú určené k zrkadleniu. Po potvrdení nástroja Mirror potvrdíte os zrkadlenia.



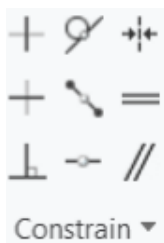
Obr. 24 Použitie nástroja Mirror

- **Rotate Resize**  (Rotácia, Zmena rozmerov): Pri rotácií sa postupuje tak, že v dialógovom okne sa vyplní okrem referencie aj hodnota pootočenia, prípadne zmena veľkosti. Táto operácia sa môže realizovať aj tým, že sa kurzorom potvrdí a drží znak  nachádzajúci sa v horných rohoch rotovaného objektu a myšou sa nakloní do potrebnej polohy. V prípade že je potrebné zo skice vytvoriť kópiu a tú následne rotovať, stlačí sa po označení príslušných entít **CTRL+C** a pre vloženie skopírovaných entít **CTRL+V**. Po zobrazení dialógového okna pre rotovanie a zmenu veľkosti je možné myšou naorientovať objekt do potrebnej pozície pomocou značiek na vrcholov.








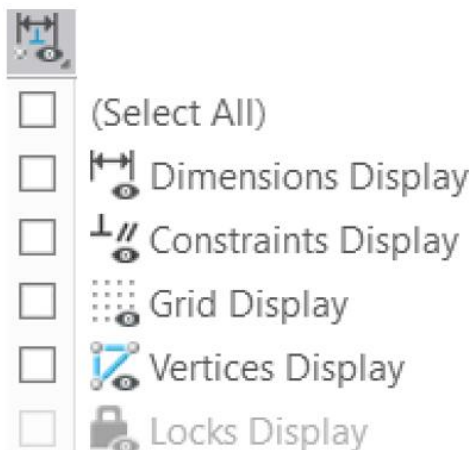
Obr. 25 Použitie nástroja Rotate Resize

- **Constrain** (Väzba): Priradenie vlastností a väzieb naskicovaným entitám: vertikála, horizontála, kolmosť, tangентné spojenie, stred entity, stotožnenie, súmernosť, pridelenie rovnakej hodnoty, rovnobežnosť.




Obr. 26 Funkcie Constrain

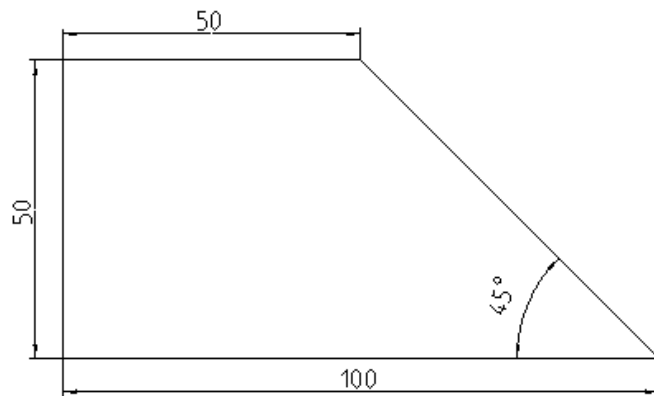
- Dimension**  (Kótovanie): Tvorba kót. Po aktivovaní kótovacieho nástroja vyberte dve entity, ktorých vzdialenosť chcete kótovať. Kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) medzi nimi potvrdíte kótu. Uhol sa kótuje podobne, no je pritom dôležité, kde sa kurzorom myši nachádzate. Ak sa nachádzate vo vnútornej časti medzi dvoma entitami, zakótujete vnútorný uhol. Naopak, sa nachádzate mimo uhla, tak zakótujete vonkajšiu uhlovú hodnotu. Pri kótovaní priemerov kruhových entít aktivujte kótovací nástroj, potom vyznačte entitu, ktorú kótujete. Jedným kliknutím na kruh volíte kótu polomeru, dvojklikom kótu priemeru. Kótu opäť umiestnite stlačením stredného tlačidla.
- Sketcher Display Filters** (Zobrazenie filtrov skicára): Po aktivovaní ikony  z horného rýchleho menu sa rozbalí roletové menu s možnosťou zapnutia resp. vypnutia filtrov. Aktivovaním  z ponuky filtrov sa v skici zobrazia všetky kóty. Pri potvrdení  sa v skici objavia informácie o väzbách, ktoré sú pre dané entity skice definované. Napríklad zobrazenie značky L1, L2...Ln znamená, že entity s rovnakou značkou majú rovnakú veľkosť. Túto väzbu môžete jednoducho zrušiť označením a jej vymazaním tlačidlom **Delete**. Mriežku v skicári zobrazíme aktiváciou označením zaškrávaného okna  .



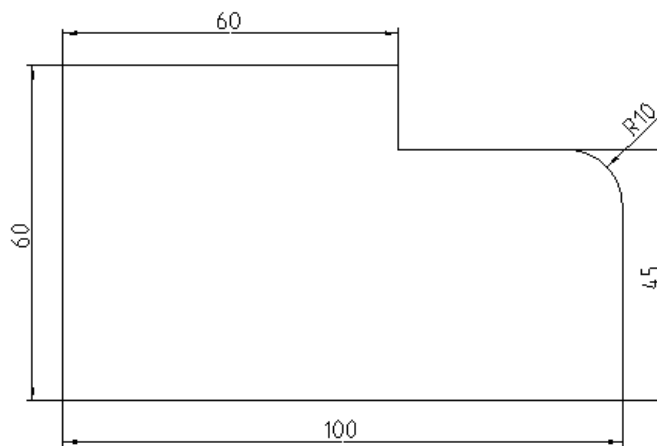
Obr. 27 Rolovacie menu funkcie Sketcher DisplayFilters

- OK/Cancel**  (Potvrdenie/Zrušenie): Potvrdenie alebo zrušenie zostrojenej skice a návrat do režimu modelovania.

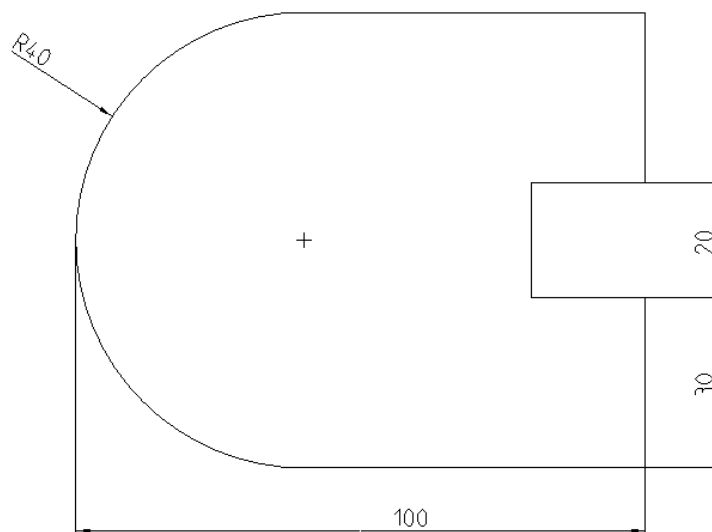
5.3. Predlohy na precvičenie – Skicár



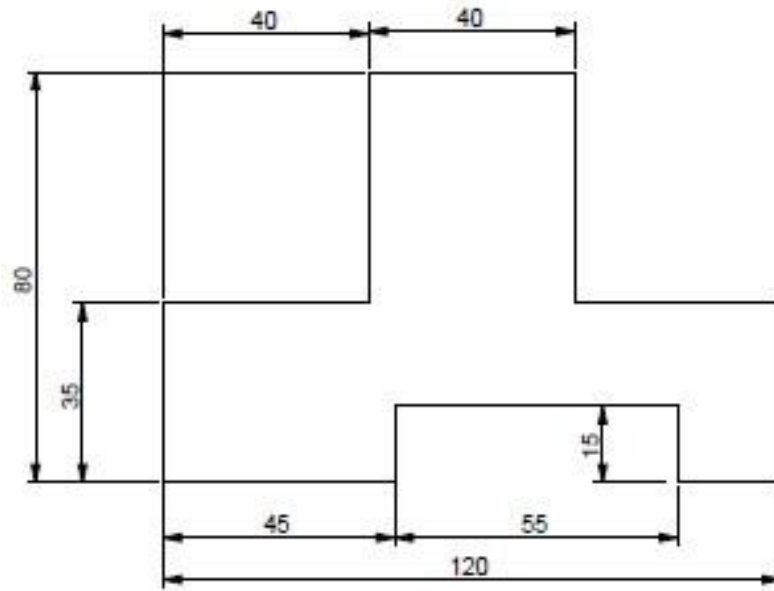
Obr. 28 Príklad Skicár 01



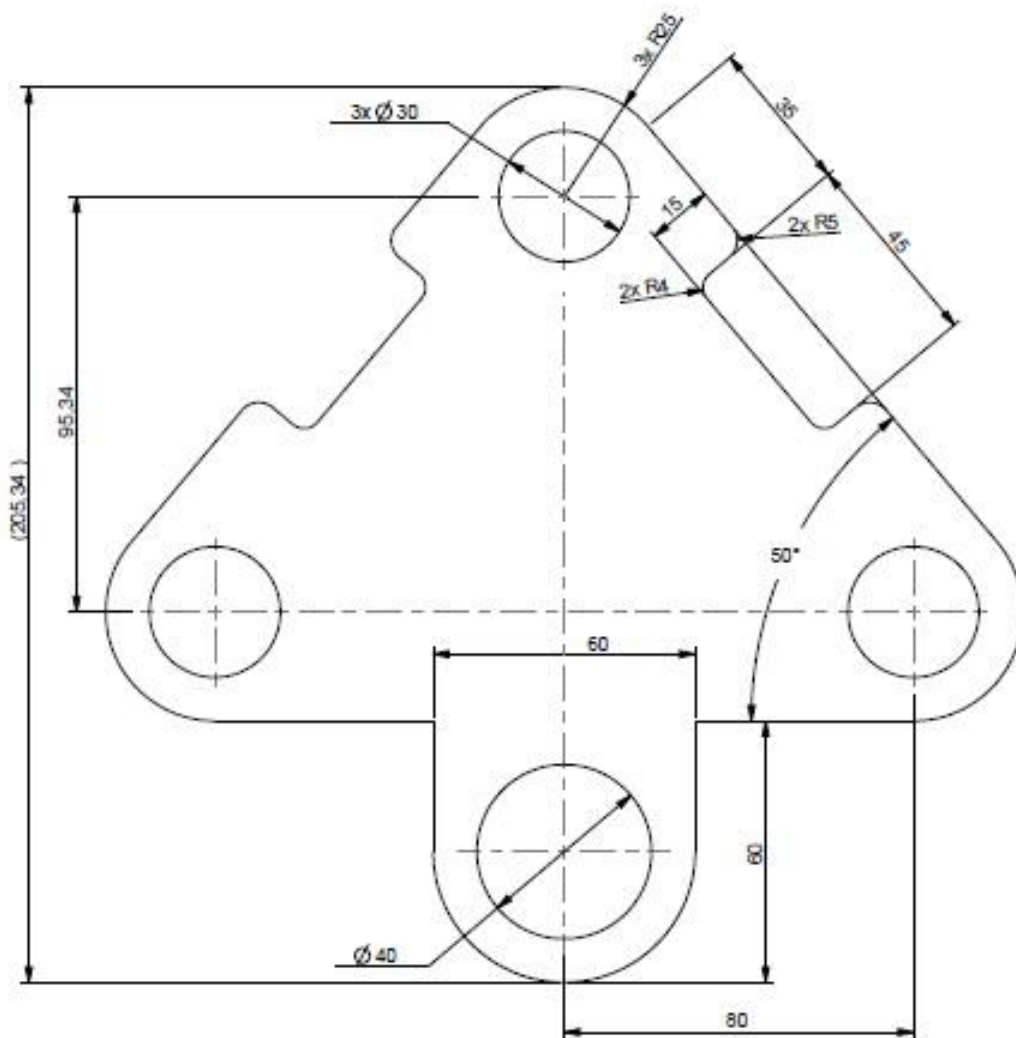
Obr. 29 Príklad Skicár 02



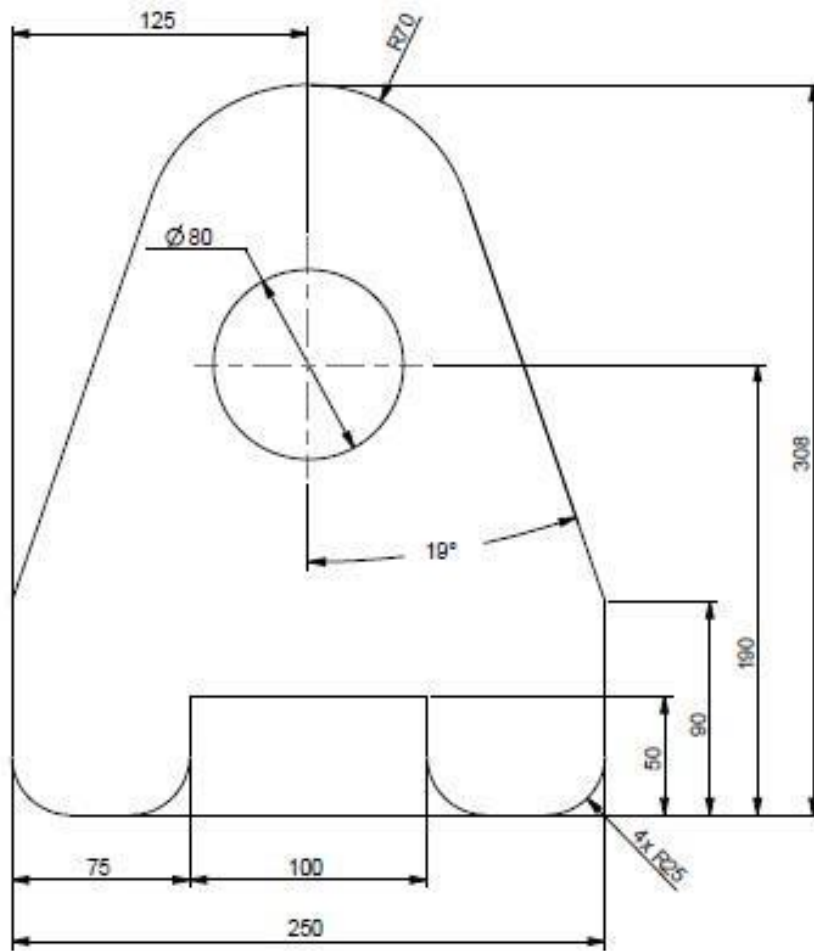
Obr. 30 Príklad Skicár 03



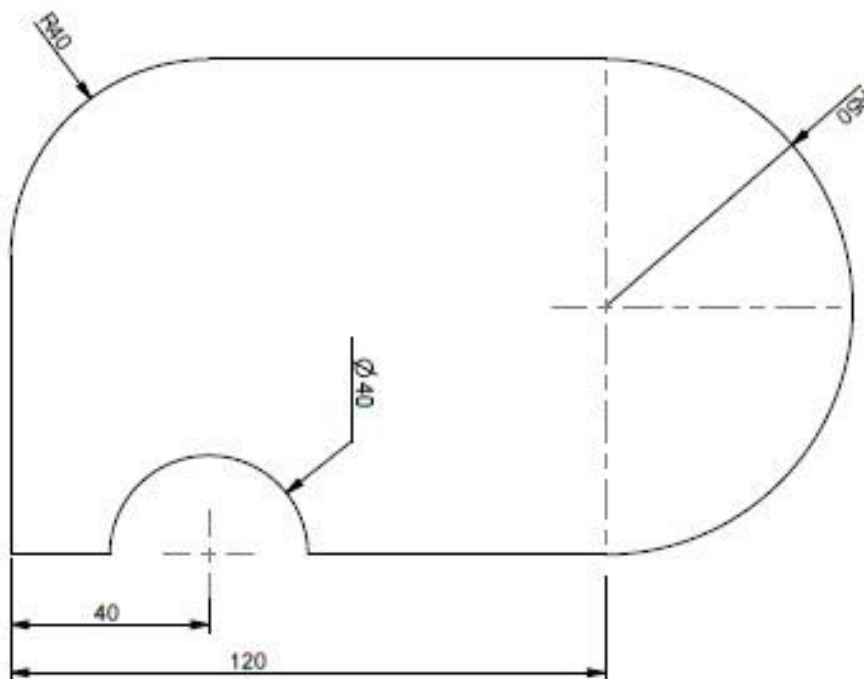
Obr. 31 Príklad Skicár 04



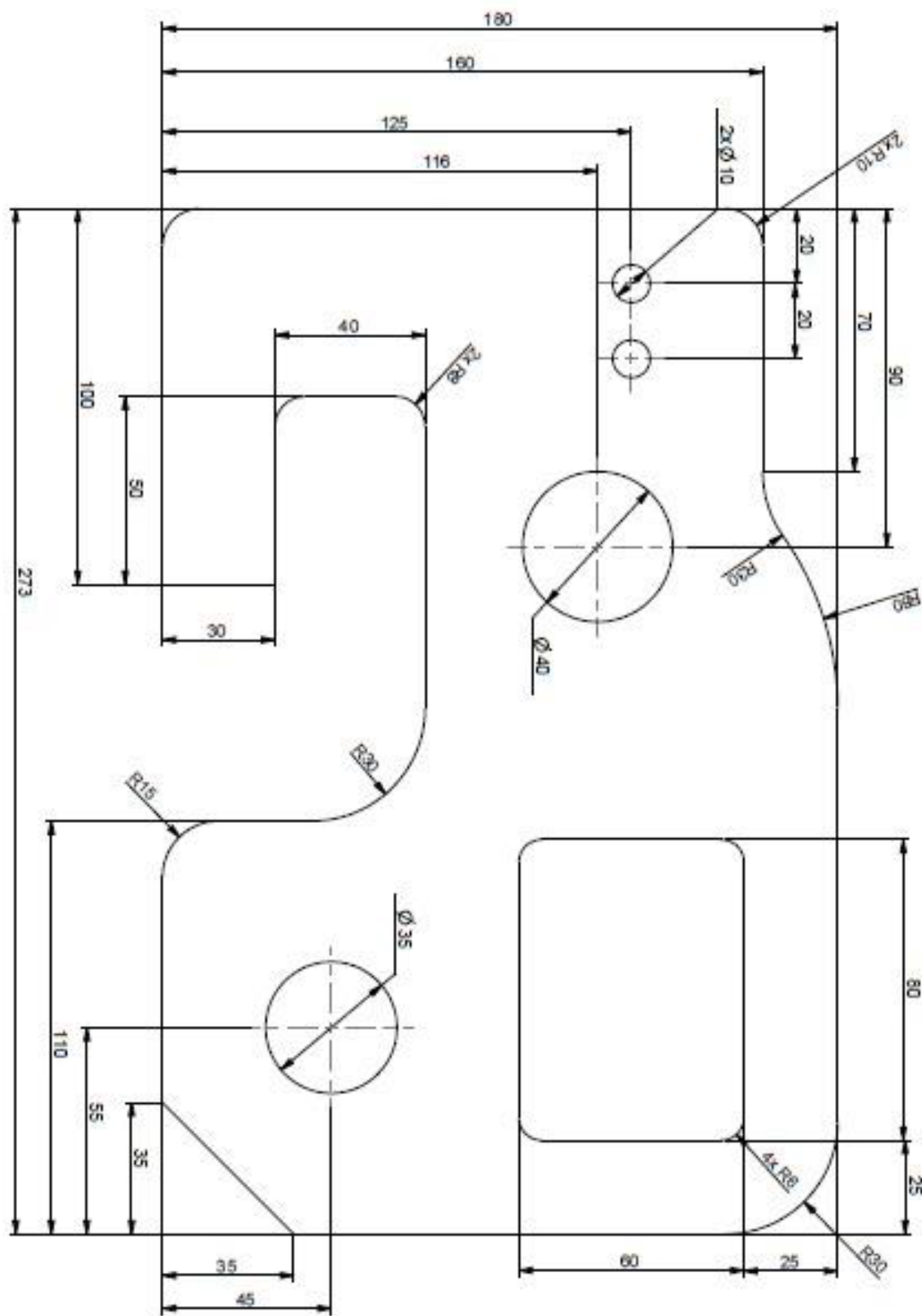
Obr. 32 Príklad Skicár 05



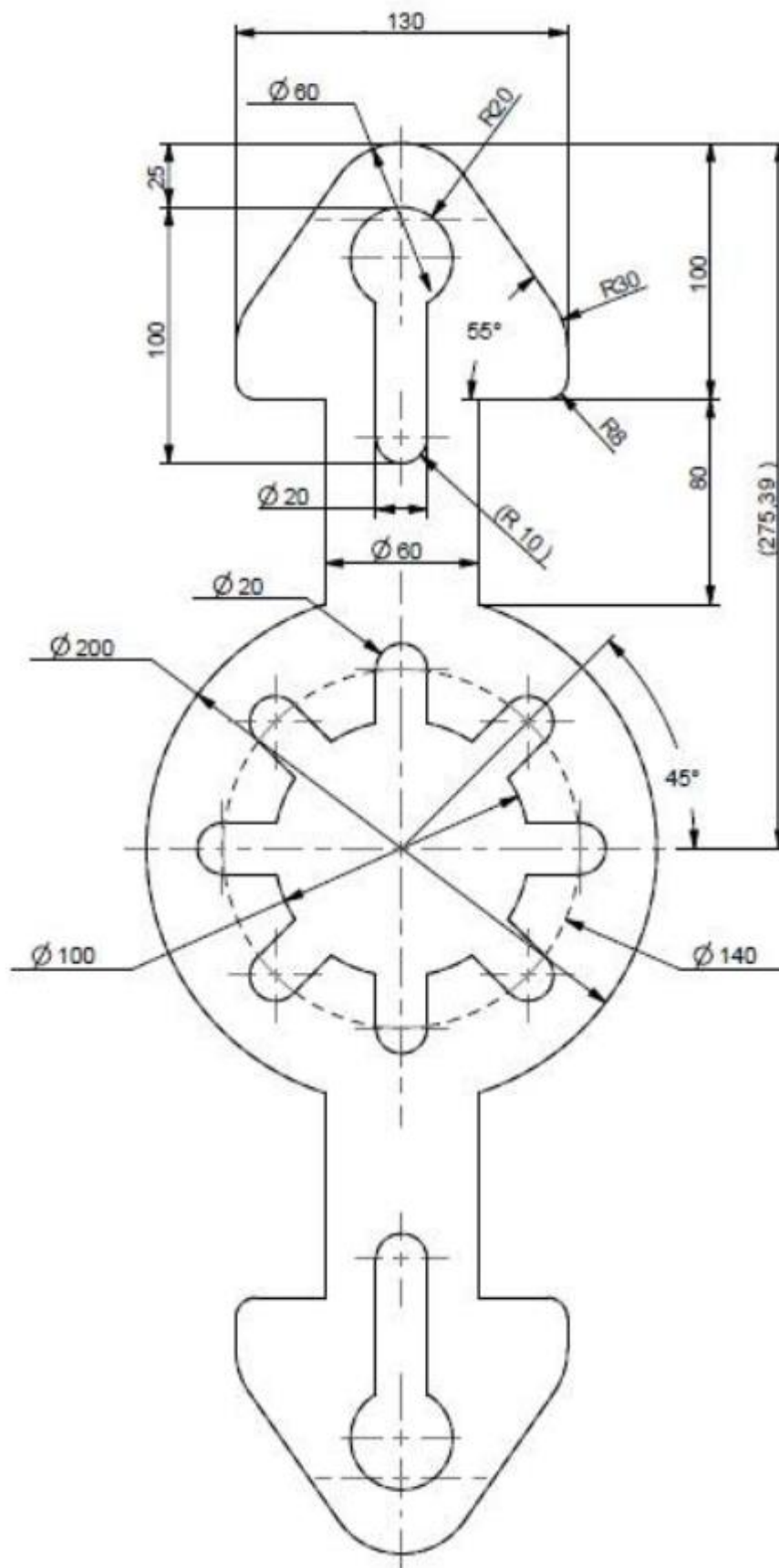
Obr. 33 Príklad Skicár 06



Obr. 34 Príklad Skicár 07



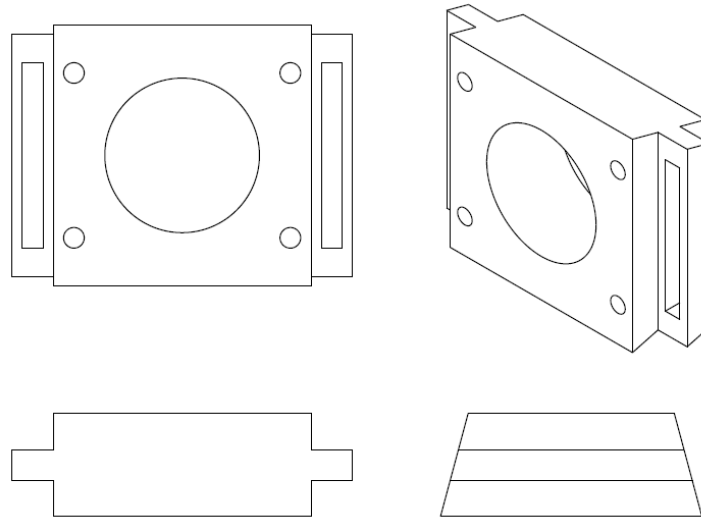
Obr. 35 Príklad Skicár 08




Obr. 36 Príklad Skicár 09

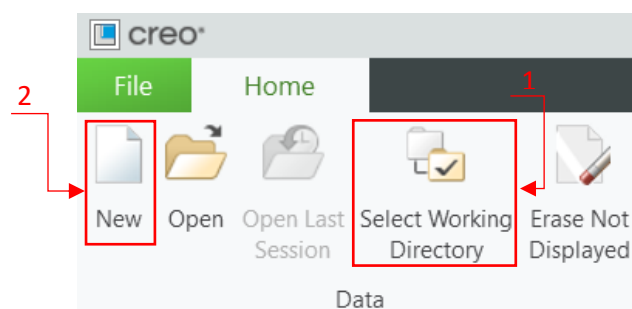
6. Extrude / Cut

Ďalšie konštrukčné operácie sú vysvetlené na postupe modelovania konkrétnej súčiastky v bodoch. Užívateľ sa oboznámi so základnými postupmi a pravidlami pri tvorbe modelu pomocou funkcie **Extrude** a možnosťou následného editovania modelu.




Obr. 37 Vzorový dielec na precvičenie nástrojov súvisiacich s funkciou Extrude

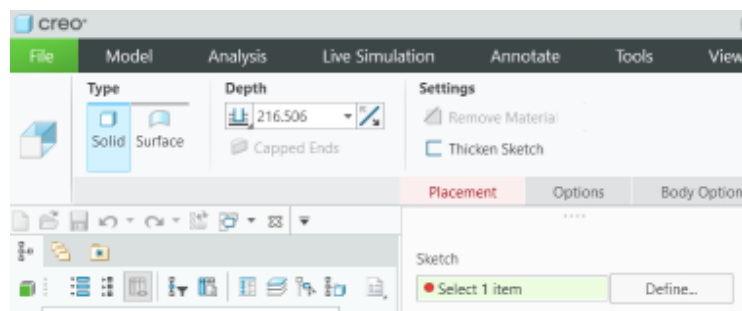
1. Zadefinovanie pracovného adresára pomocou príkazu **Select Working Directory**, ktorý sa nachádza v hlavnom príkazovom menu.
 - Adresár by mohol byť napríklad umiestnený C:\Priezvisko\PPVT\Cvicienie_1
2. Pomocou príkazu **File/New (CTRL+N)** v hlavnom príkazovom menu alebo potvrdením ikony  sa zobrazí dialógové okno pre vytvorenie nového súboru.
 - V dialógovom okne sa označí typ **Part** a vyplní názov budúceho modelu. Voľba sa potvrdí tlačidlom **OK**. Týmto spôsobom sa vytvára part (jednoduchý model), ktorý tvorí základnú stavebnú časť pri tvorbe zostáv a podzostáv. Tvorí sa teda súbor s názvom a koncovkou PRT. Táto koncovka charakterizuje model a priradzuje mu vlastnosti partu.



Obr. 38 Nastavenie pracovného adresára

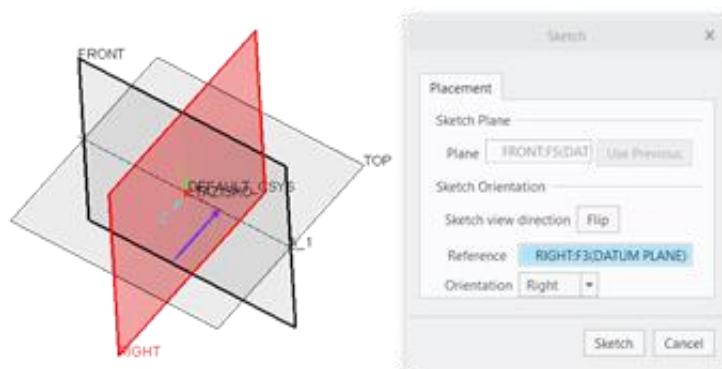
Upozornenie: Pri inštalácii systému PTC Creo sa volí typ jednotiek, ktoré budú v pracovnom prostredí použité ako východiskové. Na výber je Európsky metrický systém a Anglický jednotkový systém. Ak bol zvolený Európsky metrický systém, potom pole **Use default template** ostáva zaškrtnuté. V prípade, že je nastavený ako východiskový Anglický systém, potom je potrebné zrušiť označenie poľa **Use default template** a v ďalšom okne sa vyberú metrické jednotky (**mmns_part_solid_abs**). Voľba sa potvrdí tlačidlom **OK**.

3. Potvrdením ikony  v hlavnom príkazovom menu sa spustí funkcia **Extrude**. V hornej časti sa objaví dialógové menu. Potvrdením červeného nápisu **Placement**, následne tlačidla **Define** sa zobrazí dialógové okno pre definovanie skicovacej roviny.




Obr. 39 Spustenie funkcie Extrude

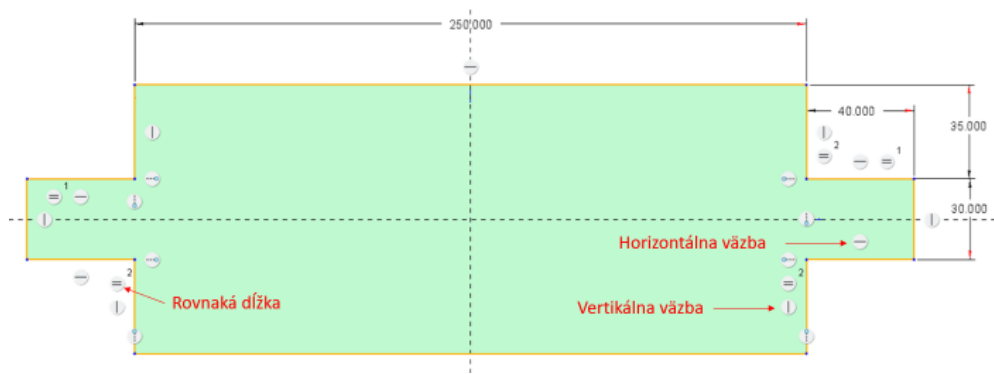
4. Voľba skicovacej roviny (**Sketch Plane**) Front potvrdením v strome alebo priamo kliknutím na rovinu v hlavnej modelovacej oblasti.
 - Ako **Reference** sa zvolí rovina Right (bokorys).
 - **Orientation** sa nastaví v roletovom menu na Right.
 - Následne potvrdením tlačidla **Sketch**, sa softvér prepne do 2D prostredia na tvorbu skíc.



Obr. 40 Voľba skicovacej roviny

5. Dôležitou podmienkou správneho postupu pri modelovaní je vhodné umiestnenie objektu v skicári. Objekt je vhodné umiestniť tak, aby jeho stred ležal v priesečníku referenčných rovín, ktoré sa definovali v bode 4 (prerušované referenčné čiary uprostred skicára).



- Ľavým tlačidlom myši sa vyberie nástroj Line . Umiestnením kurzora na miesto, kde sa začne skica a znova sa potvrdí ľavým tlačidlom počiatok skicovania. Následným pohybom kurzora sa zadáva skicovanej čiare nie len orientácia, ale aj veľkosť. Ak čiara zodpovedá požadovanému tvaru, ukončí sa opätovným stlačením ľavého tlačidla myši. Táto operácia sa opakuje, kým skica nemá potrebný tvar. Ukončenie nástroja **Line** sa vykoná kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) alebo stlačením tlačidla **ESC**.



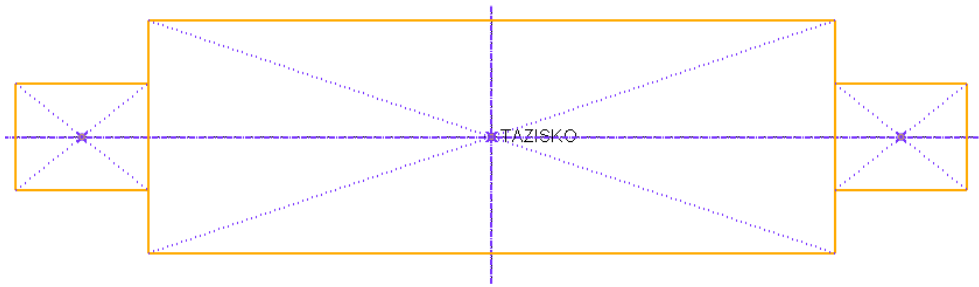
Obr. 41 Definovanie väzieb entít

- Po vytvorení skice môže byť jej tvar síce dodržaný, ale nie súmerný. Pridelenie náležitých vlastností entitám sa realizuje pomocou funkcií **Constraints**. Spôsob ich použitia bol popísaný v časti vysvetľujúcej nástroje skicára.
- Po aplikovaní funkcií constraints sa docieli správny tvar skice, avšak bez presne stanovených dĺžok jednotlivých entít. Editovaniu dĺžok sa venuje bode 7.





6. V tomto bode sa vytvorí rovnaká skica pomocou kombinovania jednoduchých geometrických tvarov. Touto metódou sa môžu veľmi rýchlo a jednoducho vytvárať zložitejšie skice.

- Pri vytváraní súmernej súčiastky je potrebné vložiť dve centrovacie čiary , horizontálnu a vertikálnu pomocou funkcie **centerline**. Priesečník týchto čiar bude určovať presný stred súčiastky. Čiary musia byť totožné s čiarami súradnicového systému.
- Výber nástroja  **Center Rectangle** ľavým tlačidlom myši.
- Vytvorí sa obdĺžnik, ktorý bude orientovaný tak, aby stred obdĺžnika bol totožný so stredom súradnicového systému. Tvar sa potvrdí ľavým tlačidlom myši.

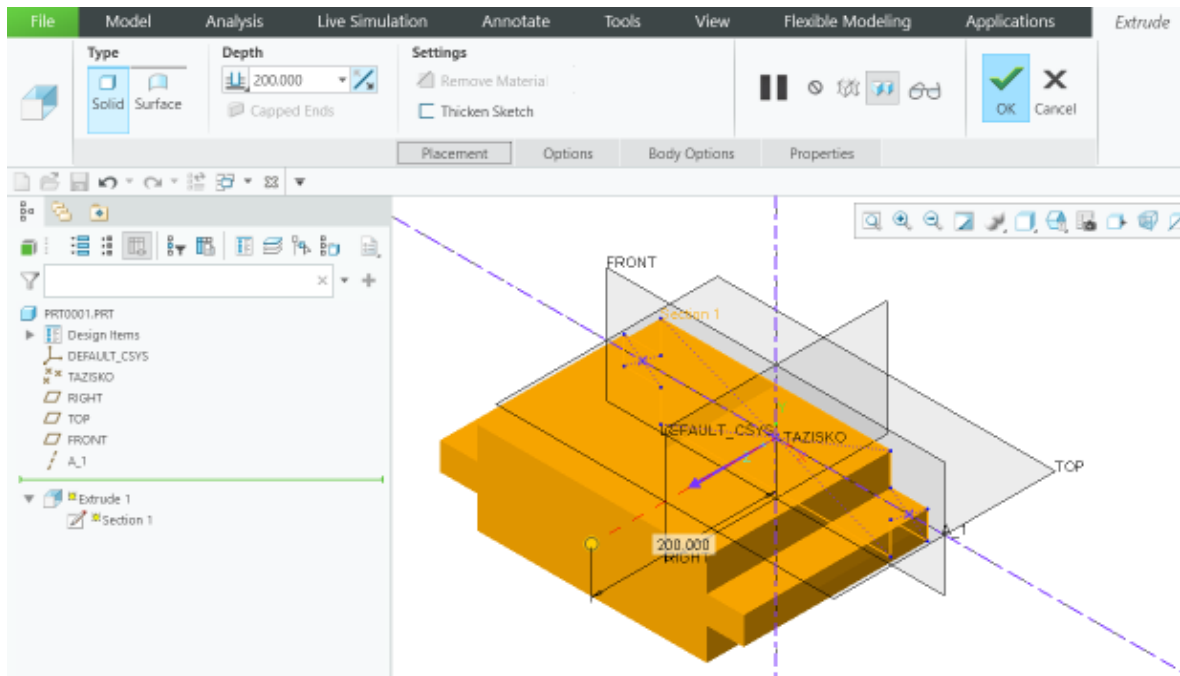
- Pohybom myši je možné po zvolení stredu ťahaním obdĺžnik ľubovoľne zväčšiť. Týmto spôsobom sa následne zostrojí aj ďalší obdĺžnik podľa obrázka.





Obr. 42 Tvorba zložitých tvarov jednoduchými nástrojmi

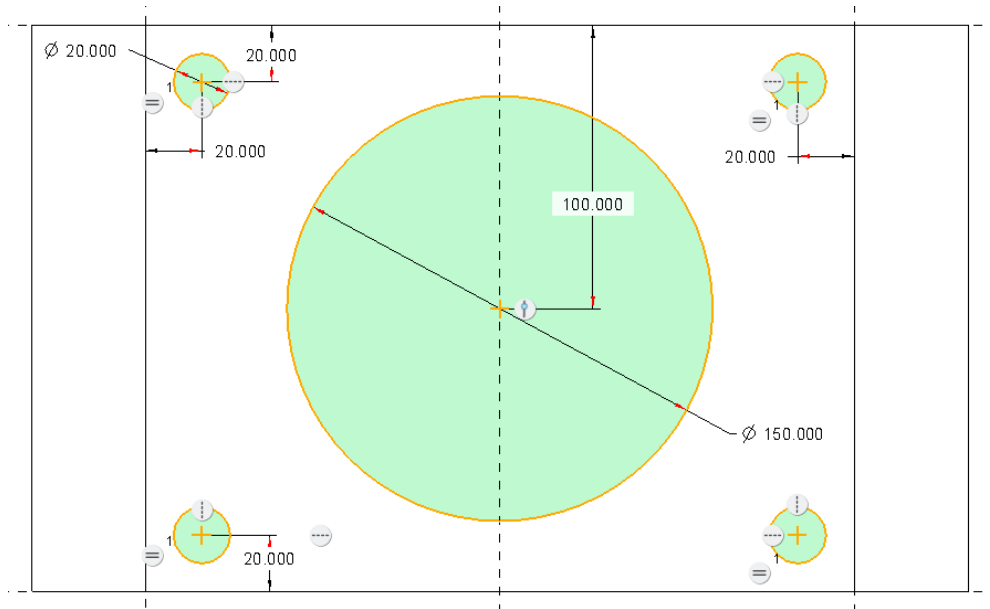
- Aktivovanie nástroja  **Delete Segment**.
 - Súbežným stlačením a ťahaním kurzora sa vymažú všetky entity, ktoré pri pohybe kurzor pretnete. V prípade, že je na jednom mieste navrstvených viacero entít, je potrebné ich preťať viackrát.
7. Ďalším dôležitým krokom pri modelovaní je rozmerové definovanie naskicovanej geometrie. Pri tvorbe skice program automaticky umiestňuje vedľa nakreslených entít svetlomodré kóty, ktoré však majú iba informačný charakter. Konštrukčné modelovanie je založené na možnosti definície a prípadnej zmeny rozmerov, čo je umožnené vďaka kótam modifikovateľným alebo kótam s presne danou hodnotou.
- Modré kóty predstavujú informačné hodnoty navrhnuté programom. Dvojklikom ľavého tlačidla sa kóta stáva modifikovateľnou. Po zadaní požadovanej hodnoty kóta sa voľba potvrdí tlačidlom **Enter**. Zo sivej kóty sa stáva kóta **Strong** (presná, definovaná).
 - Týmto postupom sa okótuje skica podľa obrázka. Ak sivá kóta nevyhovuje, alebo nevystihuje žiadaný rozmer, je možné použiť priame kótovanie nástrojom  **Dimension**. Ľavým tlačidlom myši sa aktivuje nástroj, následne sa vyberú dve entity, ktoré budú okótované a kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) sa kóta potvrdí.
 - Ak všetky rozmery skice vyhovujú potrebám, je vhodné správne kóty uzamknúť funkciou **Lock**. Ľavým tlačidlom myši sa označí kóta. Sivá kóta sa zmení na červenú, čiže označenú. Potom sa na nej podrží kurzor myši, kde sa po chvíli zobrazí menu, v ktorom sa vyberie funkcia  **Toggle Lock**. V tomto menu sa nachádza aj funkcia **Strong**, vysvetlená v texte vyššie.
 - Po dokončení skice sa opustí skicár stlačením voľby  **OK**.

8. V hornej časti dialógového menu funkcie Extrude sa zadá hodnota priestorového vytiahnutia (200 mm) podľa obrázku. Ikona slúži na definovanie orientácie vytiahnutia od skicovanej roviny dopredu, alebo dozadu. Táto zmena orientácie vyťahovania môže byť vykonaná aj kliknutím na šípku, ktorá sa nachádza na modeli. Následne sa úkon ukončí potvrdením tlačidla **OK**.





Obr. 43 Priestorové vytiahnutie skice

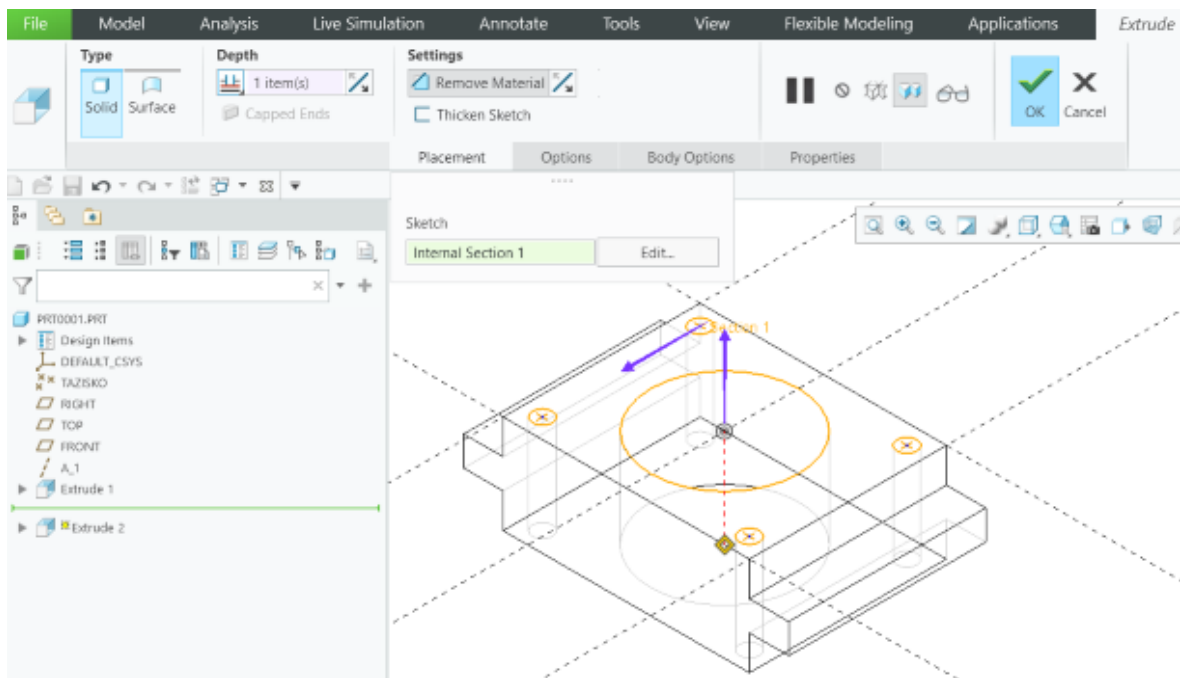
9. V tomto kroku sa vykoná operácia odobratia materiálu pomocou funkciou **Extrude**.
- V položke **Placement** sa vyberie **Define** a určí skicovacia plocha (rovina). Keďže diery sú prechodné a symetrické môže byť vybraná vrchná, alebo spodná časť súčiastky.
 - Na vybranej skicovacej ploche sa načrtne tvar, ktorý bude zo súčiastky odobraný, v tomto prípade diery.
 - Vyberie sa nástroj  **Circle**
 - Ľavým tlačidlo sa vytvorí prvý kruh v strede súradnicového systému, resp. súčiastky.
 - Pohybom sa nastaví veľkosť kruhu a príkaz sa ukončí ľavým tlačidlom myši.
 - Kliknutím na rolovacie koliesko (Scroll Wheel) sa opusti vybraný nástroj .
 - Následne sa naskicujú ďalšie štyri kruhy a zakótujú sa ich pozície a veľkosti podľa obrázka.




Obr. 44 Tvorba priemerových rozmerov

- Po dokončení skice sa uzatvorí skicár funkciou **OK**.

10. V hornej časti dialógového menu funkcie **Extrude** sa nezadá hodnota priestorového vysunutia, ale v tomto rolovacom menu vyberie možnosť  **Depth/ To Reference** a zvolí plocha po ktorú má byť materiál odoberaný. Je nevyhnutné označiť položku  **Remove material**, podľa obrázka.

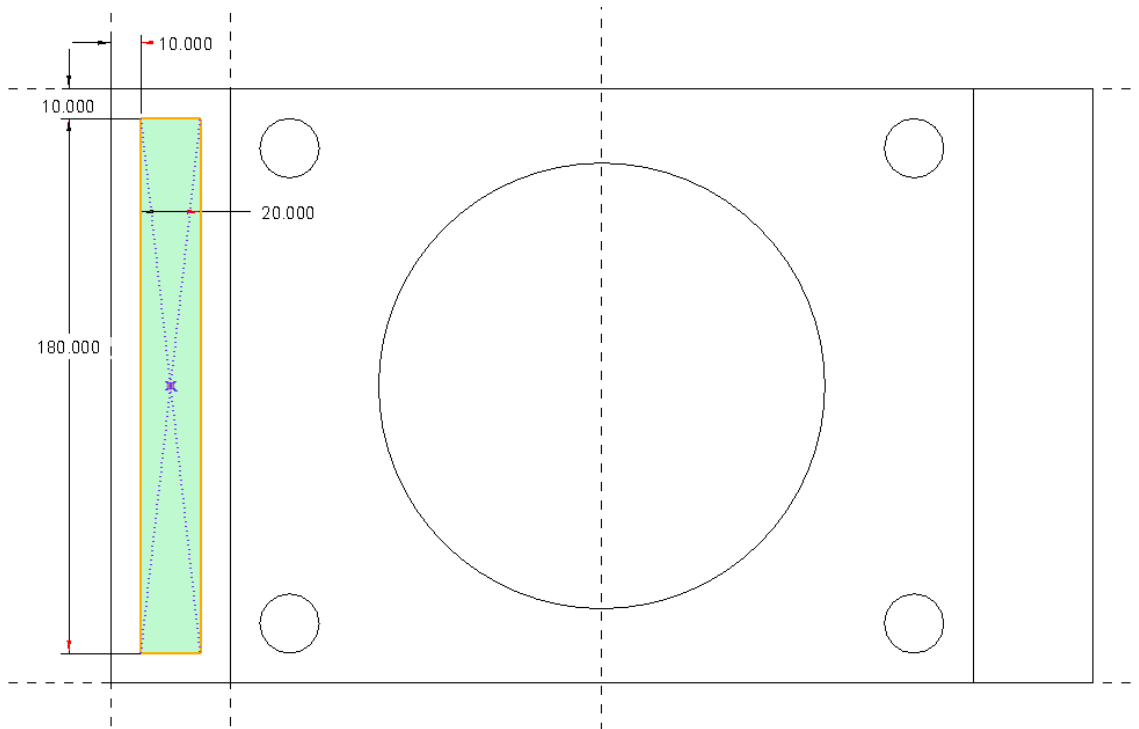


Obr. 45 Priestorové odobratie materiálu

- Ikona  slúži na definovanie orientácie odobratia materiálu od skicovanej roviny dopredu, alebo dozadu. Túto zmenu orientácie odoberania je možné vykonať aj výberom šípky ktorá je umiestnená na modeli na začiatku skicovacej plochy.
- Následne sa funkcia ukončí potvrdením **OK**.


11. V tomto kroku sa zopakuje operácia odobratia materiálu pomocou funkcie **Extrude**.


- Aktivuje sa funkcia **Extrude**.
- V položke **Placement** sa vyberie **Define** a určí skicovacia plocha (rovina). Keďže drážky sú prechodné a symetrické, môže sa vybrať vrchná, alebo spodná časť súčiastky.
- Na vybranej skicovacej ploche sa naskicuje tvar, ktorý sa zo súčiastky odoberie, v tomto prípade drážky.
- Naskicuje sa obdĺžnik a následne zakótuje podľa obrázka.





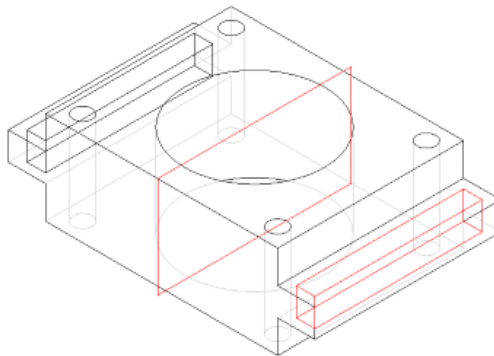
Obr. 46 Skica obdĺžnikovej drážky

- Po dokončení sa skice potvrdí v skicári voľbou **OK**.

12. V hornej časti dialógového menu funkcie Extrude sa nezadáva hodnota priestorového vysunutia, ale v tomto rolovacom menu vyberie možnosť  **To Referenc** a zvolí plocha po ktorú má byť materiál odoberaný.

- Je potrebné kliknúť na položku  **Remove material**, pokiaľ túto voľbu systém neaktivoval automaticky.


- Ikona  slúži na definovanie orientácie odobratia materiálu od skicovanej roviny dopredu, alebo dozadu. Táto zmena orientácie odobratia môže byť vykonaná aj kliknutím na šípku na modeli - skicovacej ploche.
- Následne sa nastavenia potvrdia tlačidlom **OK**.
- Rovnakú drážku v pravej časti súčiastky je možné vytvoriť odzrkadlením prvku vytvoreného v ľavej časti súčiastky.
- Vyberie sa drážka na modeli alebo v strome súčiastky, ktorá má byť odzrkadlená.
- V hlavnom príkazovom menu sa aktivuje funkcia  **Mirror**, až po označení prvku ktorý ma byť zrkadlený.
- V menu funkcie je potrebné určiť zrkadliacu rovinu, na základe ktorej bude vytvorená drážka rovnakých rozmerov na opačnej strane súčiastky v rovnakej vzdialenosti od zrkadliacej roviny.
- Rovinu je možné vybrať priamo v položke **Mirror Plane** alebo pod položkou **References/Mirror Plane**
- Kliknutím na rovinu ľavým tlačidlom myši sa vyberie zrkadliaca rovina.
- Ukončenie príkazu tlačidlom **OK**.



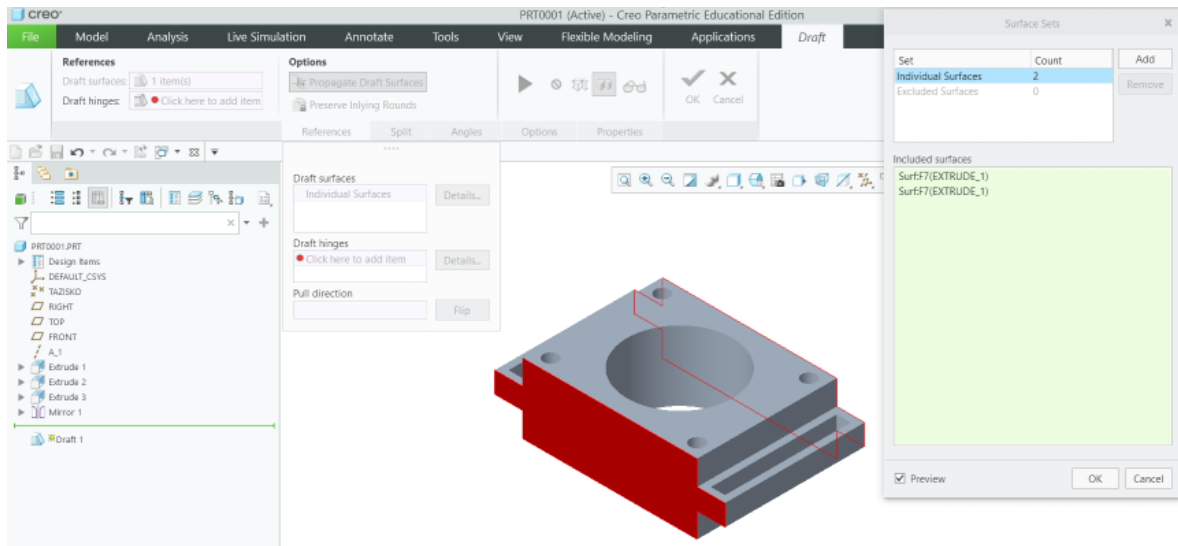
Obr. 47 Vytvorenie drážky zrkadlením

6.1. Draft

Funkcia **Draft** slúži na vytváranie plôch naklonených o zadaný uhol.

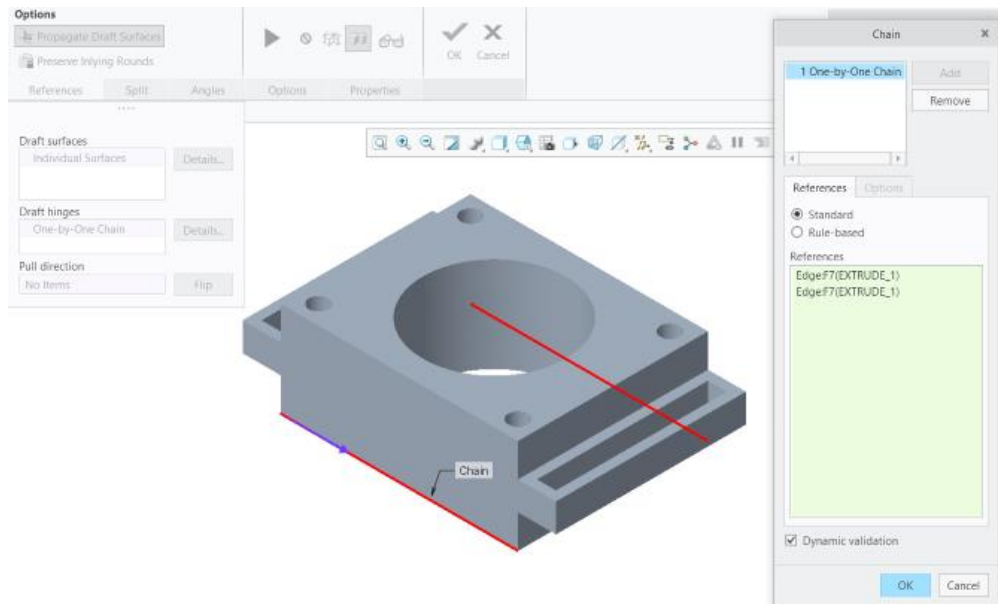
- Aktivovanie funkcie **Draft** potvrdením ikony .
- Objaví sa menu, v ktorom sa postupne vypĺňajú jednotlivé parametre. Je potrebné vyplniť položky v červene zvýraznenom poli **References**.
- Ako prvé v položke **Draft surfaces** sa aktivuje ponuka **Details**.

- Ľavým tlačidlom myši je možné vybrať prednú plochu. Pri držaní tlačidla **CTRL** následne aj zadnú plochu. Vybrané plochy sú postupne pridávané do zeleného poľa.



Obr. 48 Výber naklápanej plochy


- Potvrdenie výberu tlačidlom **OK**.
- Ako ďalšie sa vyberie položka **Draft hinges**, jedná sa o záves, os okolo ktorej sa bude vybraná plocha (Draft surface) naklápať. V tomto prípade je nutné vybrať dve hrany.

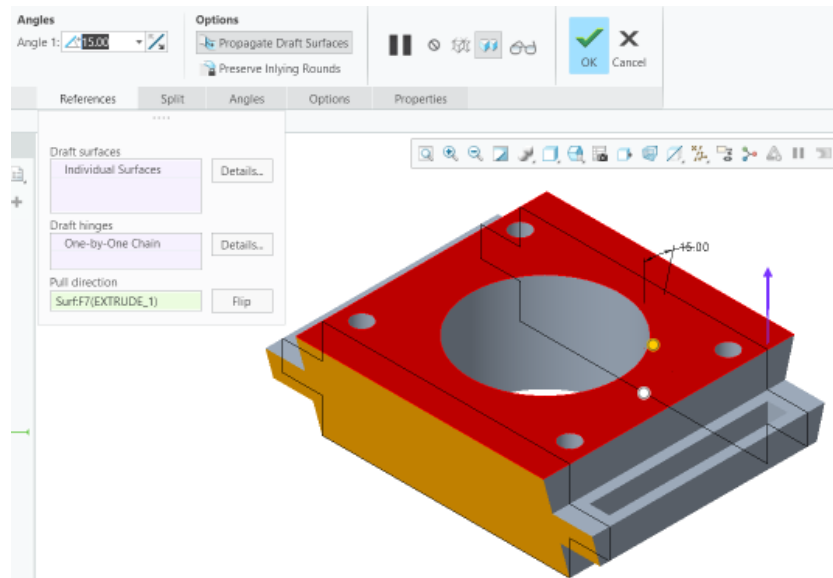


Obr. 49 Výber hrany okolo ktorej sa bude plocha naklápať


V poli **Draft hinges** sa vyberie položka **Details**. Následne sa zobrazí dialógové okno s názvom **Chain**. Kliknutím na položku select items a ľavým tlačidlom myši sa vyberie jedná hrana, okolo ktorej sa bude naklápať prvá zo zvolených plôch. V spodnej časti okna sa zruší

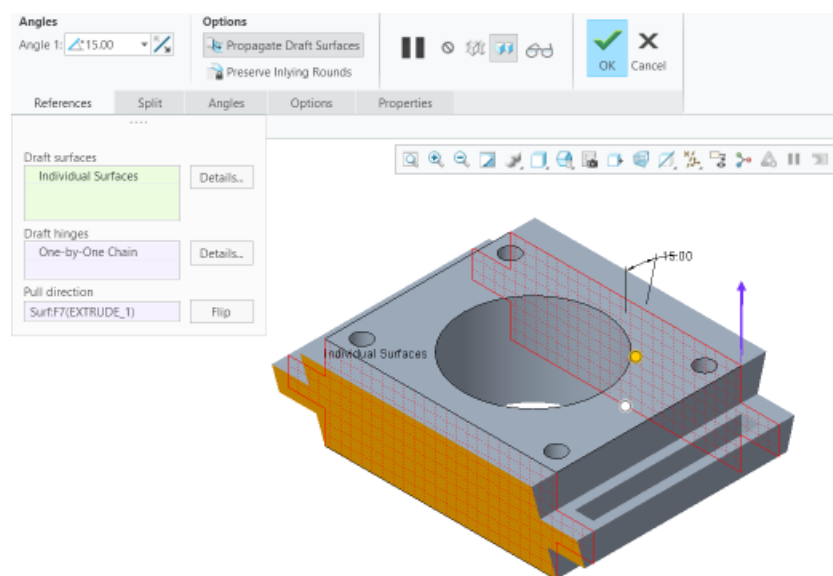
označenie položky **Dynamic validation** a podržaním tlačidla **CTRL** vyberie druhá hrana okolo ktorej sa bude naklápať druhá plocha. Pole **Dynamic validation** sa automaticky označí späť.

- Ako posledné sa vyberie položka **Pull direction**. Ľavým tlačidlom myši sa kliknite na **Select one item** a vyberie plocha alebo hrana kolmá na záves (Draft hinges).
- Táto plocha určuje smer naklopenia.
- V hornom menu sa nachádza symbol uhla , ku ktorému je nutné priradiť hodnotu naklopenia daných plôch. Vo tomto prípade sa vpiše hodnota 15°.




Obr. 50 Plocha určujúca smer naklopenia

- Použitím ikony  je možné meniť smer naklopenia plochy.




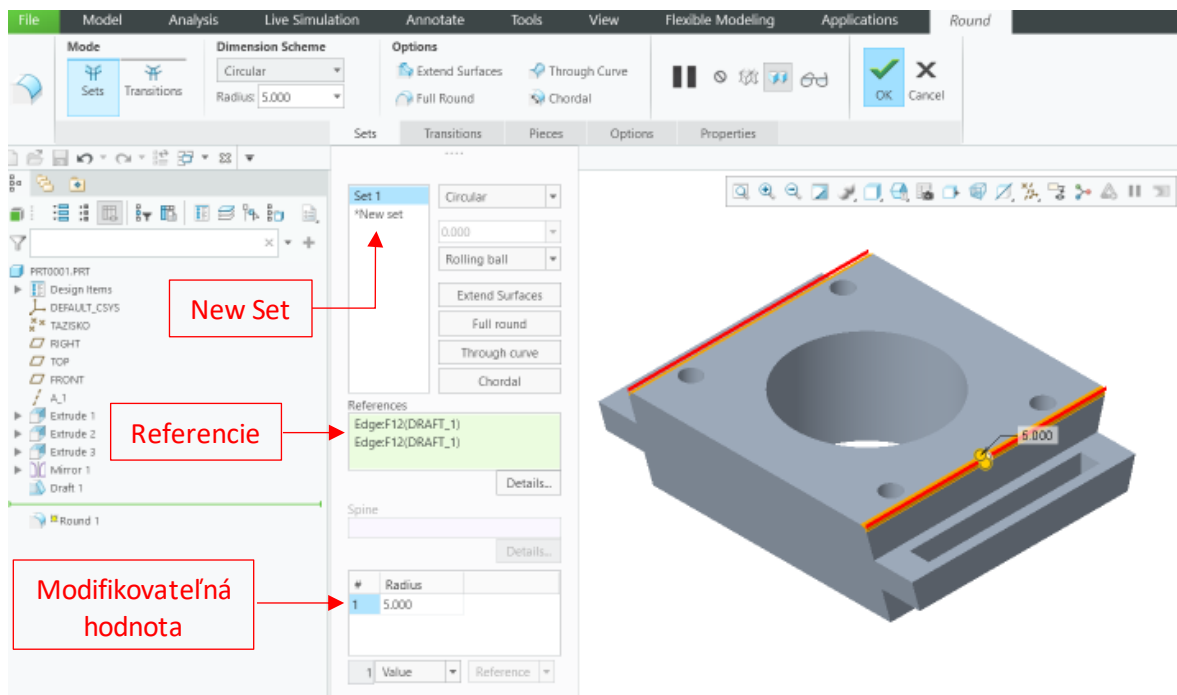
Obr. 51 Nastavenie uhla naklopenia

- Následne sa ukončí funkcia potvrdením tlačidla **OK**.
- Skonštruovaný model je vhodné uložiť pomocou **File/Save (CTRL+S)** v hlavnom príkazovom menu, alebo potvrdením ikony . Súbor sa uloží do adresára, ktorý sa nastavili pomocou funkcie **Select Working Directory** v bode 1.

6.2. Round / Chamfer

Funkcia **Round** slúži na vytváranie zaoblení.

- Funkcia sa aktivuje pomocou ikony .
- V červene zvýraznenom poli **Sets** v hornom dialógovom okne funkcie je kurzorom možné vybrať hranu, kde sa má aplikovať zaoblenie. Ak je potrebné realizovať rovnaké zaoblenie na viac hrán, je možné tak urobiť držaním klávesu **CTRL** spolu s postupným vyklikaním všetkých príslušných hrany. Následne sa priradí zaobleniu číselná hodnota.
- V prípade, že je potrebné na niektoré hrany aplikovať zaoblenia s inou hodnotou rádiusu, vyberie sa možnosť **New set**. Vytvorí sa tak nové zaoblenie, pričom sa ďalej postupuje podobne ako v prvom prípade.
- Po dokončení sa funkcia potvrdí tlačidlom **OK**.

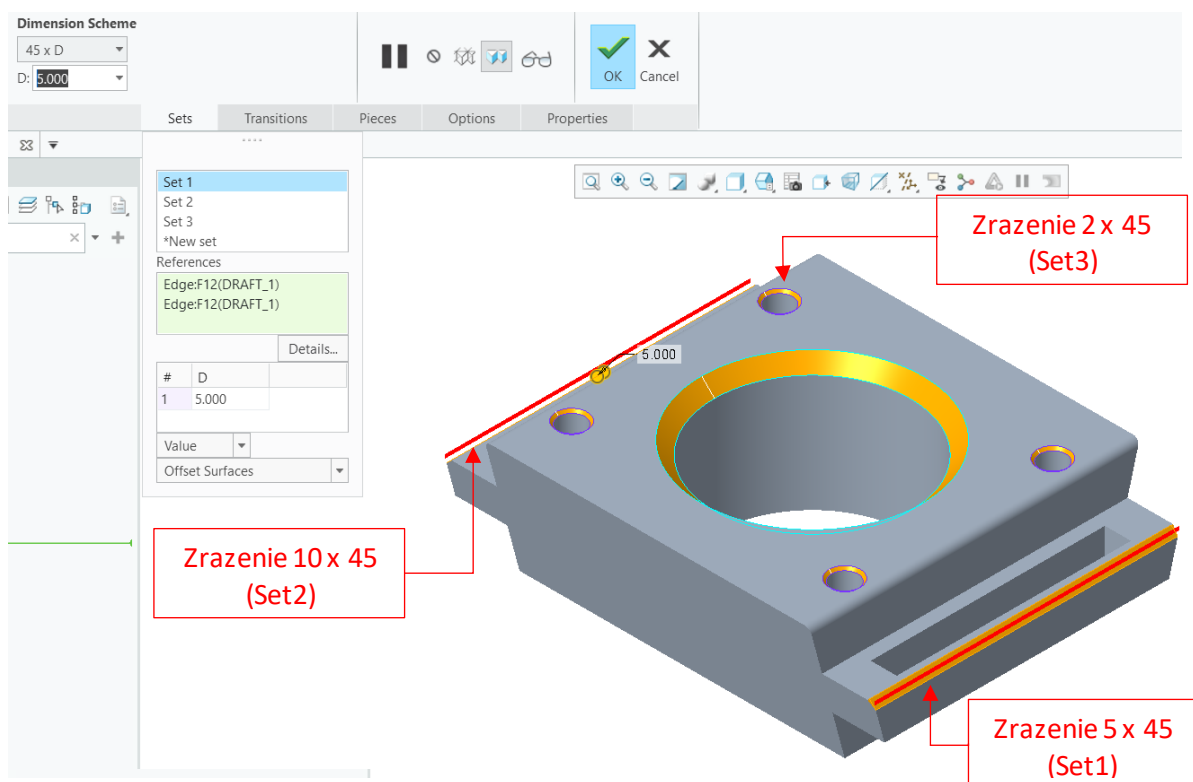


Obr. 52 Nastavenie parametrov zaoblení

Funkcia **Chamfer** slúži na vytváranie zrazení.


- Funkcia sa aktivuje pomocou ikony .

- Jednotlivé hodnoty sa definujú v červene zvýraznenom poli **Sets** v hornom dialógovom okne funkcie.
- Kurzorom je nutné označiť hranu, ktorá má byť zrazená. Ak je potrebné zraziť viac hrán s rovnakou hodnotou zrazenia, podržaním tlačidla **CTRL** a výberom kurzorom myši sa označia všetky príslušné hrany. Následne sa priradia zrazeniu číselné hodnoty a spôsob kótovania.
- V prípade, že na niektoré hrany sa aplikuje zrazenie inej hodnoty, vyberie sa voľba **New set**. Týmto spôsobom sa vytvorí nové zrazenie, pričom sa postupuje podobne ako v prvom prípade.
- Ak sú všetky potrebné hrany zrazené, nastavenia sa potvrdia tlačidlom **OK**.

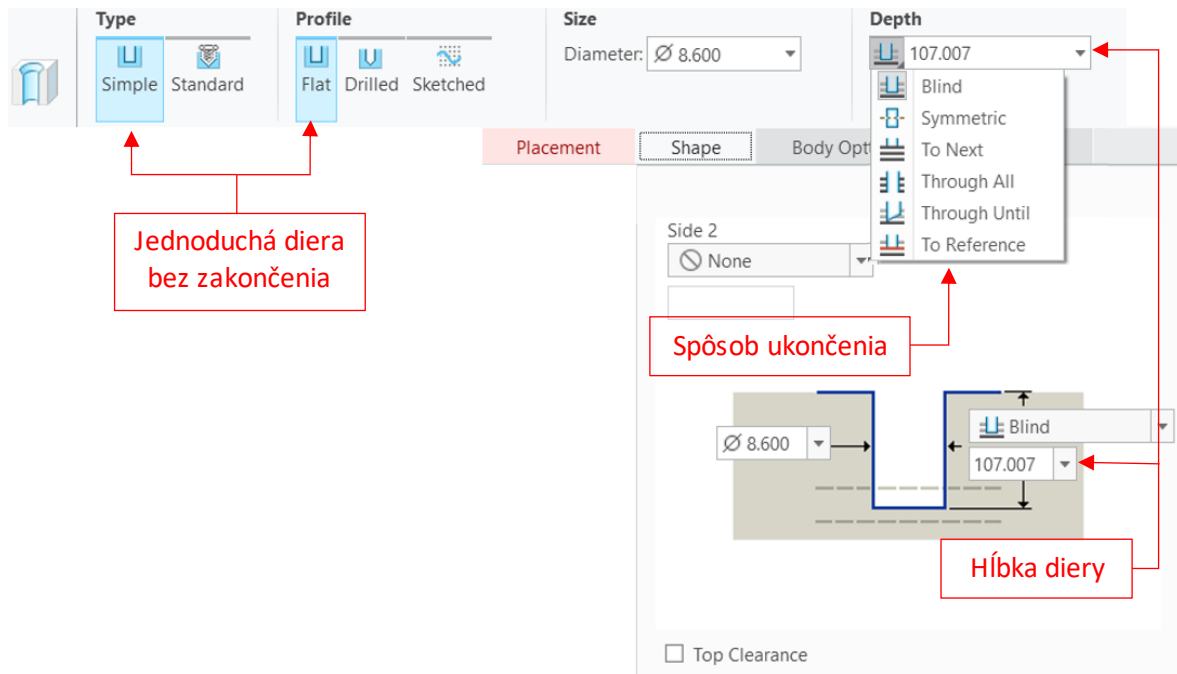


Obr. 53 Definovanie zrazení, nastavenie viacerých setov






6.3. Simple Hole

Pomocou tejto funkcie sa realizuje tvorba jednoduchých dier. Začína sa aktivovaním funkcie **Hole** pomocou ikony . Pre tvorbu jednoduchých dier sa vyberie voľba **Simple Hole**, pričom na výber je viacero spôsobov ukončenia, resp. definovania hĺbky diery.

- V prvom rade je potrebné diery zaväzbiť. Ak sa vytvára diera na ploche súčiastky, diera musí obsahovať dve referencie. Ak sa vytvára diera na stred osi hriadeľa, väzby sa na os a plochu, kde ma diera začínať. V takom prípade je diera presne v strede.




Obr. 54 Definovanie vlastností diery

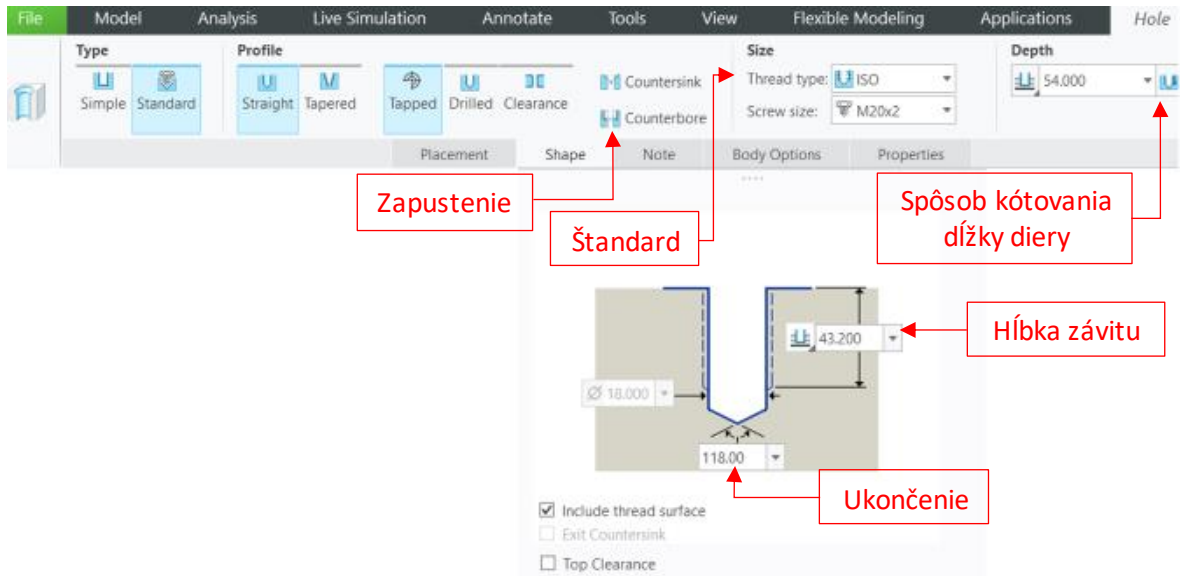
- V druhom kroku sa volí medzi rovným ukončením, ktoré je možné vytvoriť ikonou  a ukončením s definovaným uhlom, pre ktoré slúži ikona . V záložke **Shape** sa nastaví veľkosť a hĺbku diery, ako aj uhol vybratia na jej dne.
- Tvorbu skicovanej diery sa aktivuje ikonou  a . Ich aktivovaním sa vyvolá skicára, kde klasickými skicovacími nástrojmi je možné definovať tvar a rozmery diery.
- Ikonou  sa nastaví spôsob, akým je definovaná a teda aj kótovaná celková dĺžka diery.

Spôsoby definície hĺbky diery sa navzájom líšia určením hranice (referencie), po ktorú má diera siahať. Prvým spôsobom je číselné určenie hĺbky diery. Ďalšou možnosťou je diera, ktorá sa vyhotoví len po najbližšiu nasledujúcu plochu. Tretia v poradí je diera prechádzajúca celým modelom. Nasleduje diera vyhotovená po priesečník plôch. Najpoužívanejším spôsobom je posledná možnosť, čiže tvorba diery po užívateľom určenú entitu.





6.4. Standard Hole

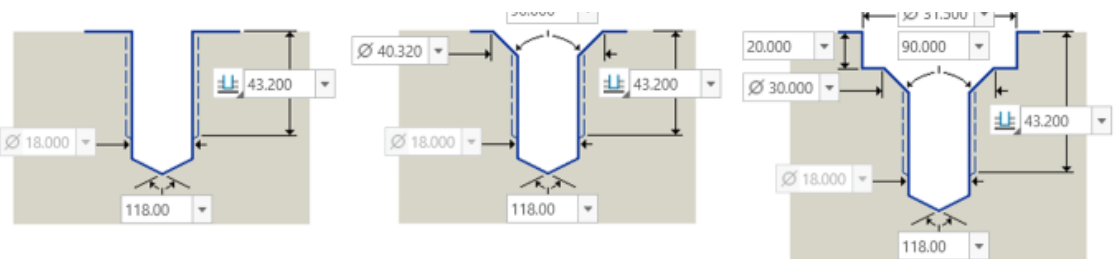
Táto časť vysvetľuje časti dialógového okna pre tvorbu metrických dier. Po aktivovaní funkcie **Hole** je potrebné zdefinovať polohu diery podľa pravidiel a postupov vysvetlených v kapitole týkajúcej sa definovania referencií.

- V dialógovom okne pre tvorbu dier sa aktivuje voľbou  **Standard Hole**.



Obr. 55 Standard hole - vysvetlenie funkcií

- Je možné vybrať štandard diery spomedzi možností ako sú ISO, STN, UNC, UNF, DIN.
- Databáza dier  v roletovom menu obsahuje predvolené tabuľkové nastavenia dier.
- Ikonou  sa nastaví spôsob kótovania celkovej dĺžky diery.
- Prípadné zapustenie príslušného tvaru sa vytvorí kliknutím na ikonu  alebo . Aktivovaním oboch týchto ikon je možné zostrojiť zložitú dieru. Rozdiel v typoch zapustenia je viditeľný na nasledujúcom obrázku.





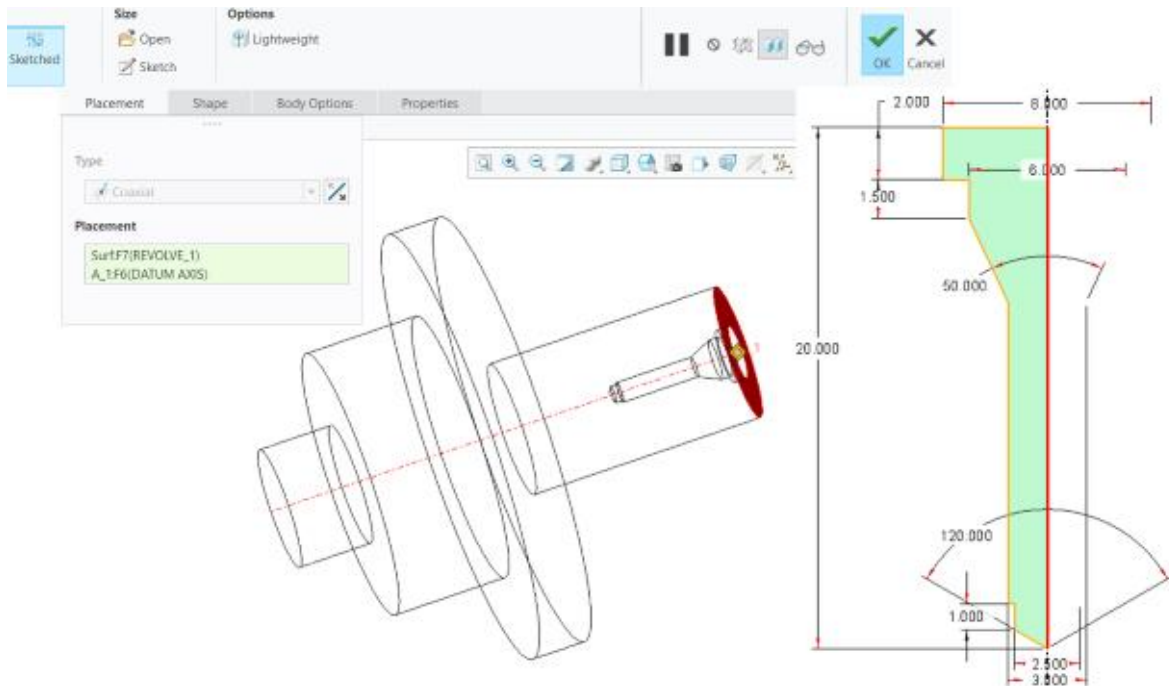
Obr. 56 Možné spôsoby zapustenia

6.5. Sketch Hole

Na súčiastke sa nachádza skicovaná diera. Na vytvorenie takéhoto typu dier sa použije funkcia **Hole** kombinovanú s nástrojom skicára.

- Aktivujte sa funkcia **Hole**, následne voľba **Placement**.
- Ako prvé sa volí plocha, do ktorej sa vyhotoví diera. So stlačeným tlačidlom **CTRL** sa do poľa **Placement** doplní aj stredová os.




- Výberom ikony  pre definíciu diery pomocou skice a následne pomocou ikony  sa vyvolá skicár.
- V ďalšom kroku sa zostrojí os rotácie diery vo vertikálnom zmysle.
- Podľa rozmerov na obrázku sa zostrojí uzavretá skica.



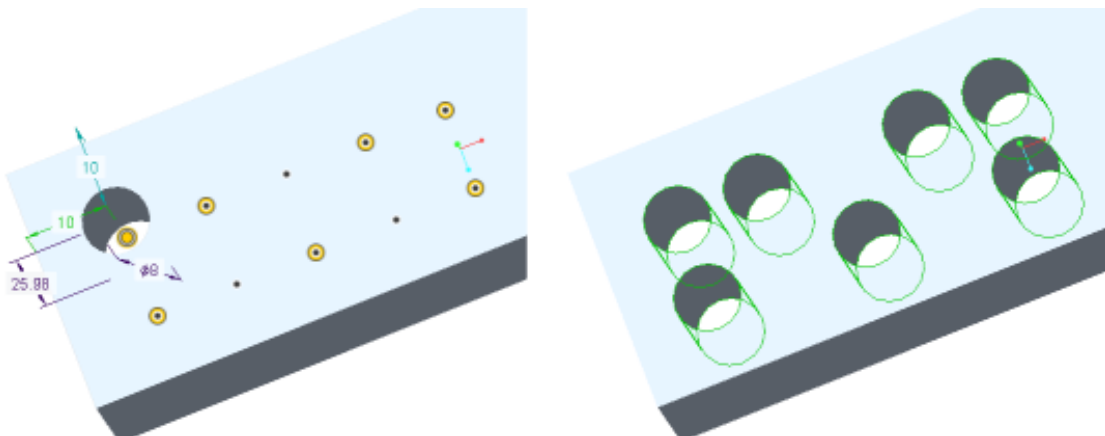
Obr. 57 Skica diery a vzor diery v modeli

- Príkaz sa ukončí tlačidlom **OK** v skicári a potom rovnako **OK** na ukončenie funkcie Hole.


6.6. Pattern – kopírovanie prvku

- Funkcia  **Pattern** sa nachádza v hlavnej karte pri konštrukčných prvkoch v sekcii **Editing**. Slúži na rýchle množenie napríklad dier, drážok a iných elementov.
- Funkciu **Pattern** je možné aktivovať dvomi spôsobmi. Označením ľavým tlačidlom myši priamo potrebného elementu a následne vo vyskakovacom rýchlom menu nad kurzorom myši voľbou  **Pattern**. Druhý spôsob je označenie napríklad diery a v hlavnom menu sa zvolím ikona  **Pattern**.
- Pri tvorení patternu je viac možností kopírovania v rámci funkcie **Type**.
- Prvá možnosť **Dimension** (vzdialenosť) je kopírovanie prostredníctvom kót. V tomto prípade sa môže vybrať minimálne jedna a maximálne dve referencie. Kóty zároveň znázorňujú aj smer, v ktorom sa bude daný objekt kopírovať. Túto možnosť je vhodné použiť pri kopírovaní na rovné plochy. Počet prvkov označujú čierne bodky so žltým orámovaním. V prípade, že je potrebné vynechať niektorý prvok, označením bodu ľavým

tlačidlom myši – zmení sa na čierny bod bez orámovania a tým pádom prvok nebude v tomto mieste zobrazený.

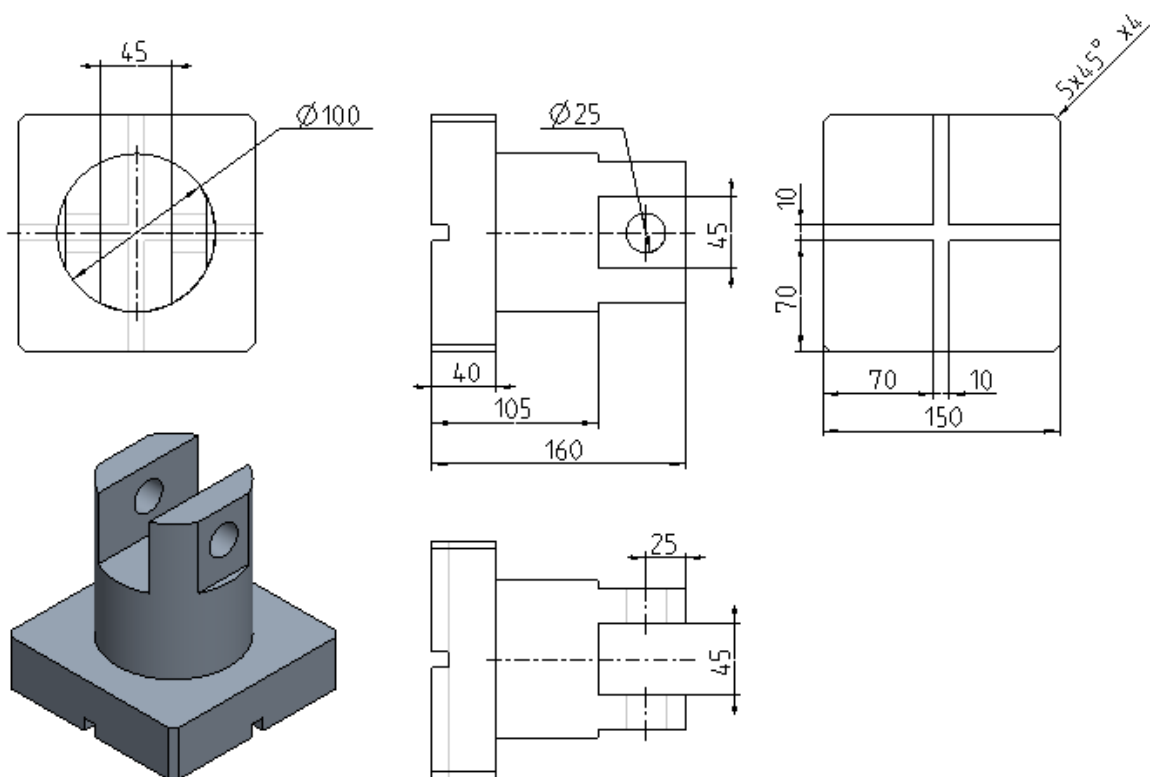


Obr. 58 Pattern - Dimension, ukážka aplikácie

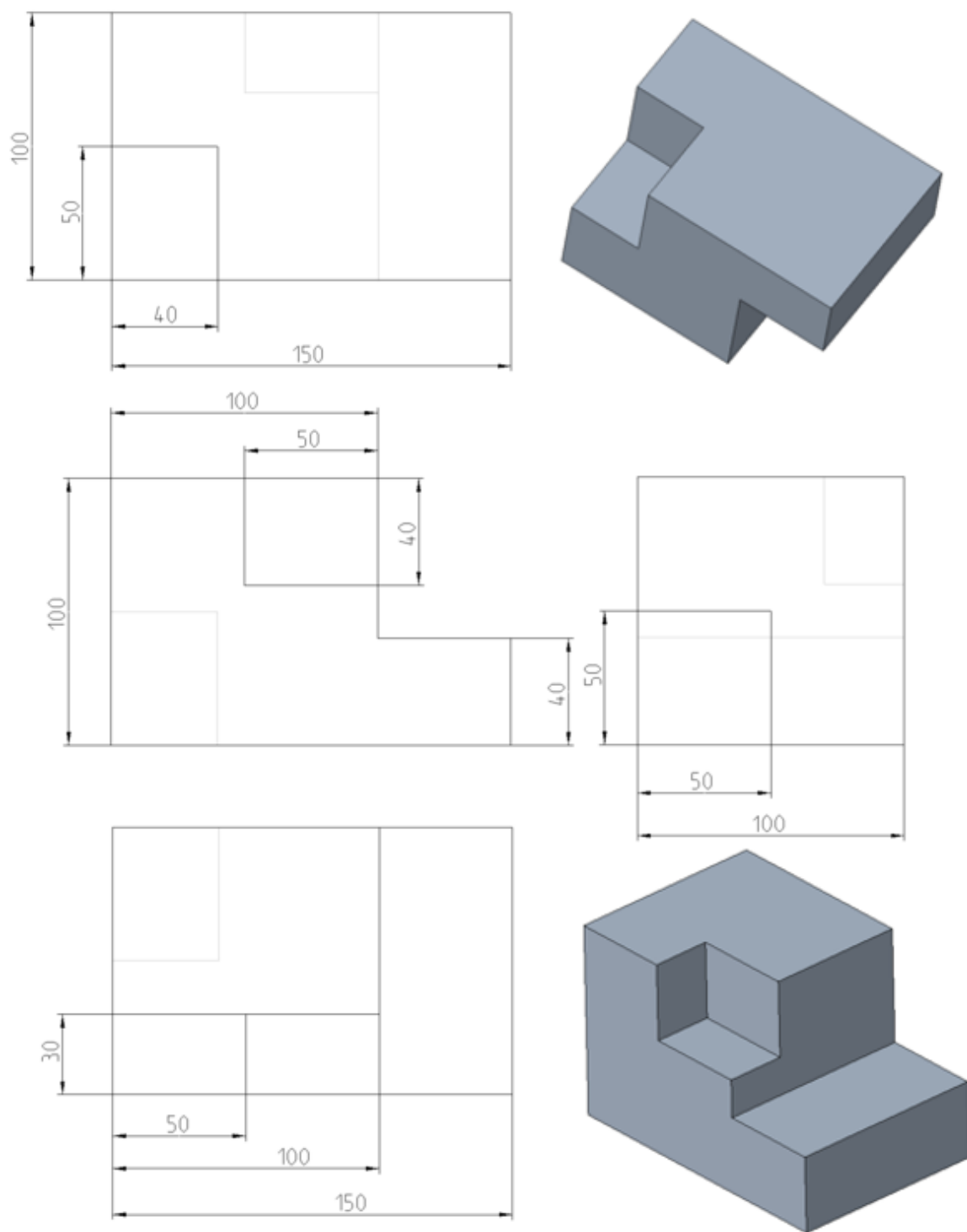
- Ďalšou možnosťou je **Direction** (smer). Proces je podobný ako pri prvej možnosti. V tomto prípade sa vyberá hrana alebo rovina podľa ktorej sa má daný objekt kopírovať. Opäť je možné vybrať jeden, alebo dva smery. Rozdiel oproti kopírovaniu prostredníctvom **Dimension** je ten, že je možné zmeniť smer patternu, teda obrátiť ho v opačnom smere.
- Tretia možnosť **Axis** (os). Tento typ patternu sa využíva väčšinou pri rotačných súčiastkach. Je to kopírovanie okolo osi. Prvým krokom je vybratie osi, podľa ktorej sa bude prvok kopírovať. Následne si definuje počet, koľko krát sa má kopírovať a tiež o aký uhol. V prípade ak je žiadúce, aby systém automaticky rozložil prvky o uhol 360° vyberie sa ikona . V tomto prípade sú prvky kopírované o rovnaký uhol.
- Ďalšou v poradí je **Fill** – vyplniť. Tento typ kopírovania sa využíva, ak je potrebné prvok rozložiť na celú plochu súčiastky. Väčšinou ak sa vytvára prvok ako chladiace diery, alebo mriežka. Pri vytváraní tohto patternu je potrebné mať buď vytvorenú škicu, do ktorej sa prvky vložia, alebo je možné vytvoriť si ju v karte **References** a následne **Define**. Program automaticky vysvieti kartu **References** na červeno pokiaľ nie je vybraná už vopred vytvorená škica. Po vybratí škice je možnosť zvoliť si, aké je požadované rozmiestnenie prvkov či už to do štvorca, do kruhu, šesťhranu a podobne. Opäť je možné meniť uhol, alebo vzdialenosť medzi prvkami.
- Piata možnosť – **Table**. Je to vytvorenie patternu pomocou tabuľky. Je to podobná tabuľka ako v programe excel. Každému jednému prvku je možné priradiť inú hodnotu napríklad vzdialenosti, alebo v prípade dier priemeru. Základ je vybrať tie parametre, ktoré sa majú meniť, respektíve o ktoré je požadované, aby sa daný prvok kopíroval.

- **References** – kopírovanie na základe referencií. Tento typ patternu je v ponuke vysvietený na sivo, teda nie je možné ho zvoliť. Program si ho volí sám. Napríklad ak sa kopírujú skrutky do dier. Ak boli jednotlivé diery vytvorené príkazom pattern, pozícia skrutiek bude zvolená na základe pozície dier vytvorených týmto príkazom automaticky po umiestnení prvej skrutky do diery.
- Predposledná možnosť kopírovania je **Point** (bod). Z názvu vyplýva, že je potrebné mať vytvorené body na ploche súčiastky a následne si pri selekcii bodov vyberať, kde sa má prvok nakopírovať.
- Poslednou možnosťou je **Curve** (krivka). Kopírovanie prvku prostredníctvom krivky. Opäť je potrebné mať vytvorenú krivku (ako špicu) alebo je možné vytvoriť ju už pri patterne. Krivka môže byť rôznych tvarov. Opäť je možné meniť počet prvkov prípadne vzdialenosť medzi nimi. V dodatkovom menu je možné meniť napríklad či sú diery kolmé na plochu v prípade vlnitej súčiastky, alebo sú diery rovnaké ako diera, ktorá sa kopíruje.

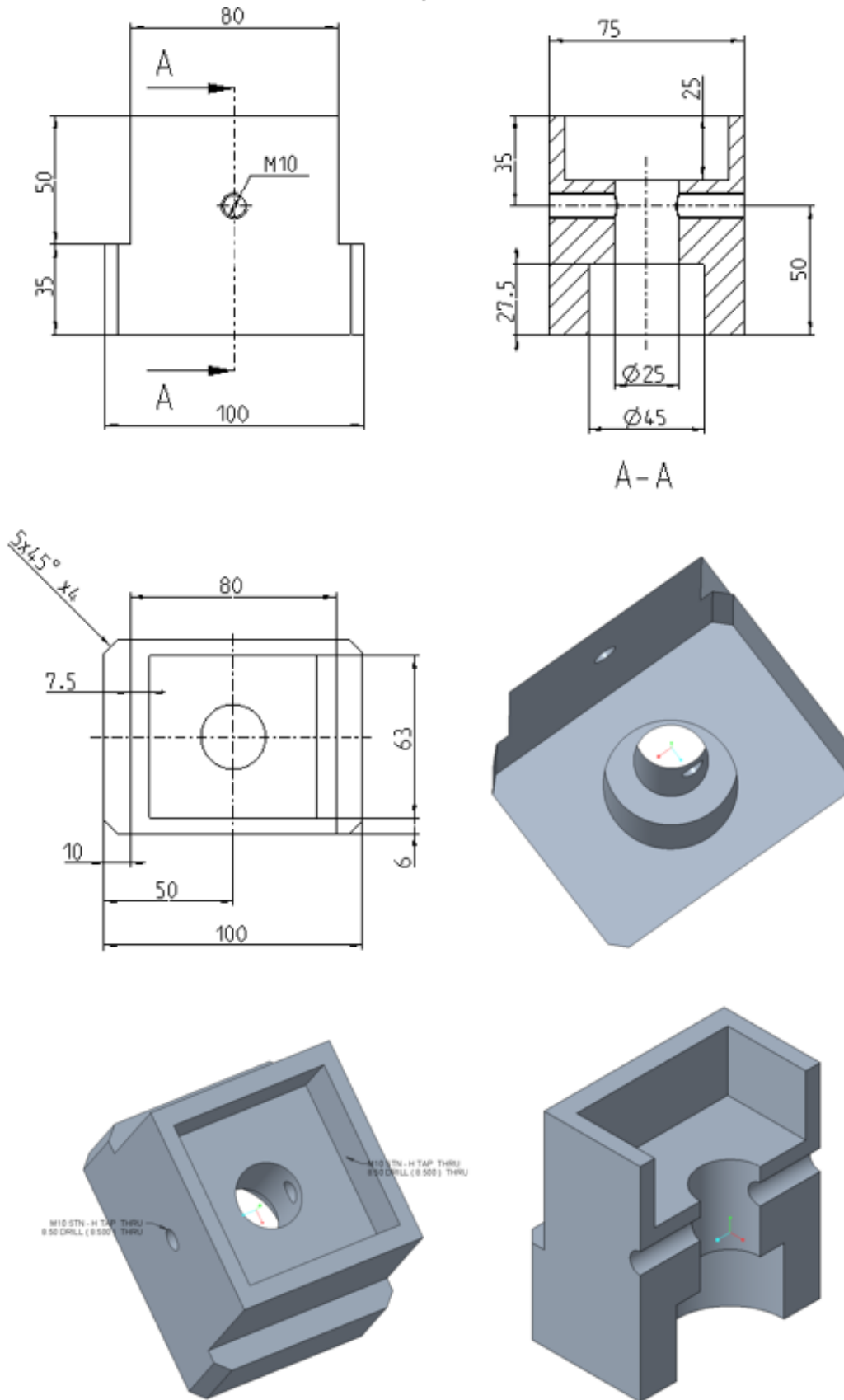
6.7. Predlohy na precvičenie – Extrude



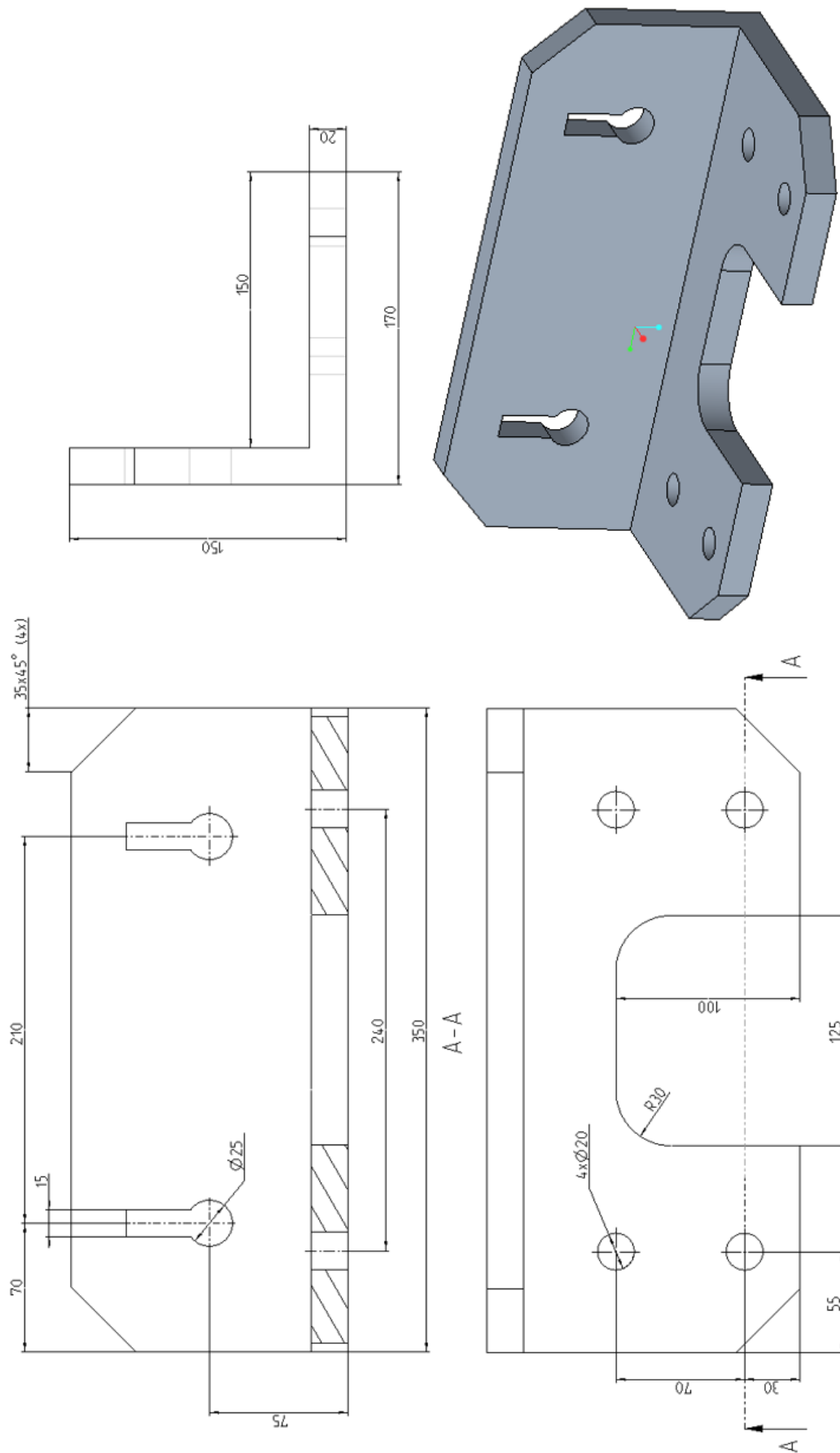
Obr. 59 Príklad Extrude 01



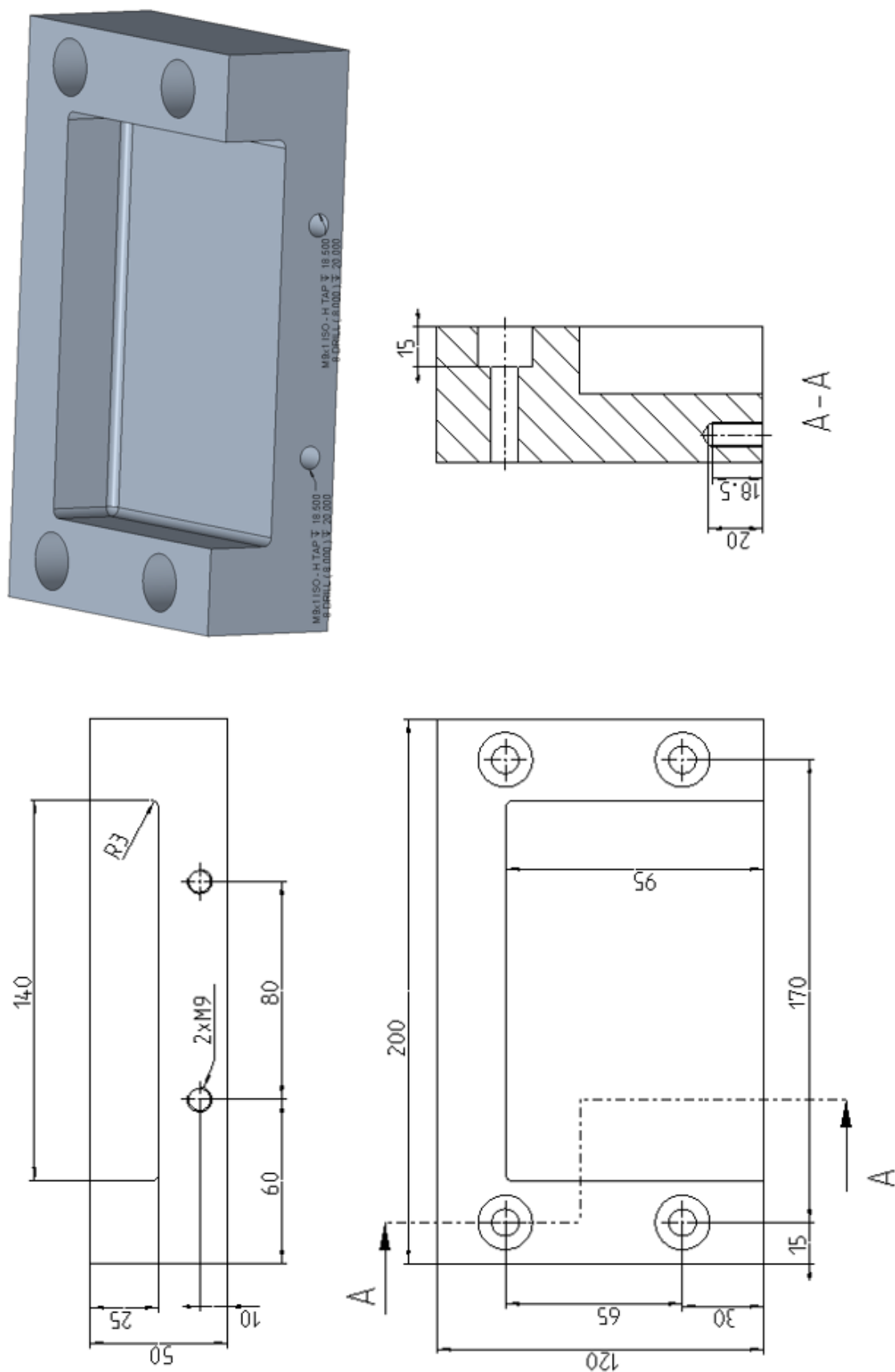
Obr. 60 Príklad Extrude 02



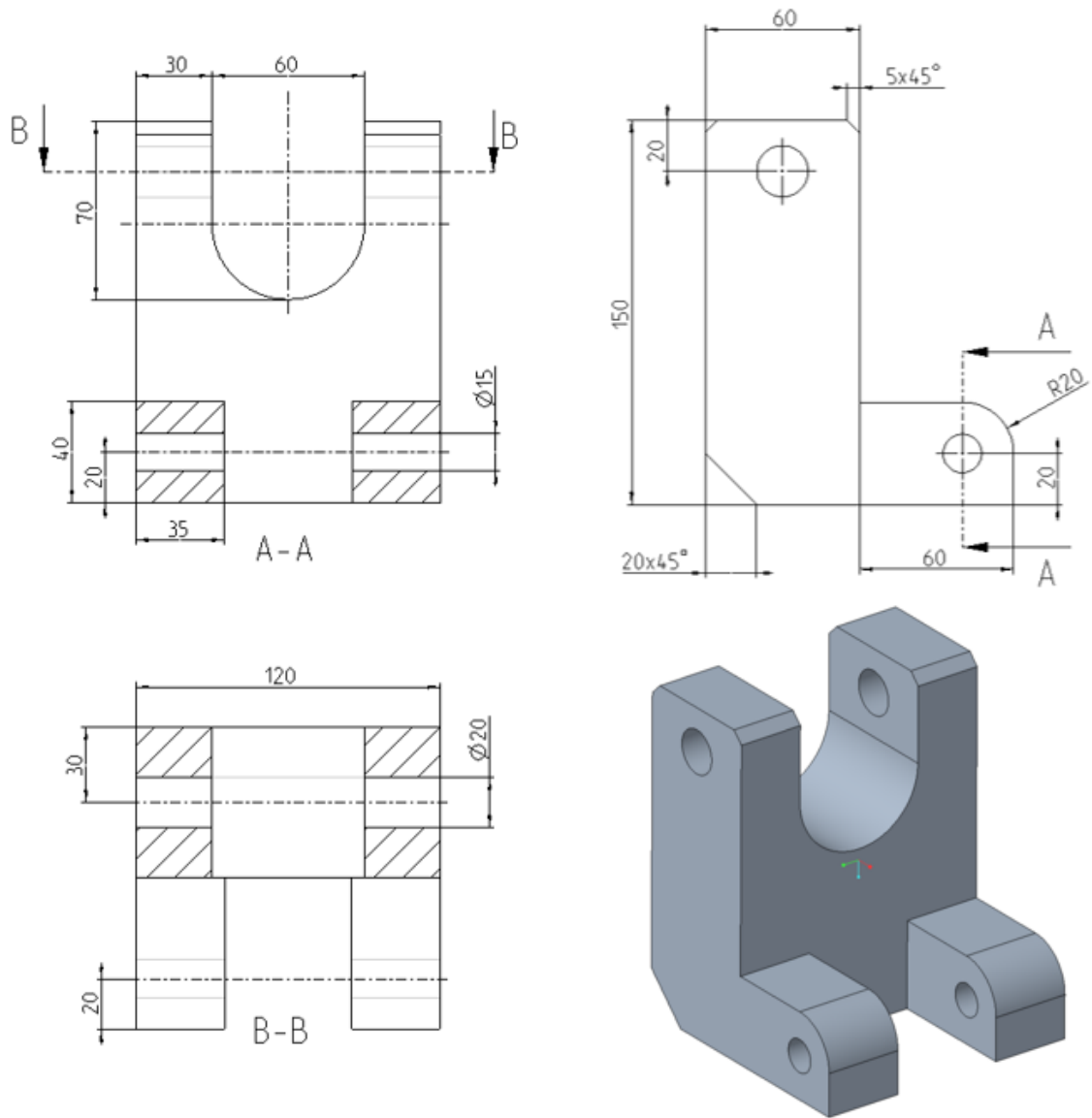
Obr. 61 Príklad Extrude 03



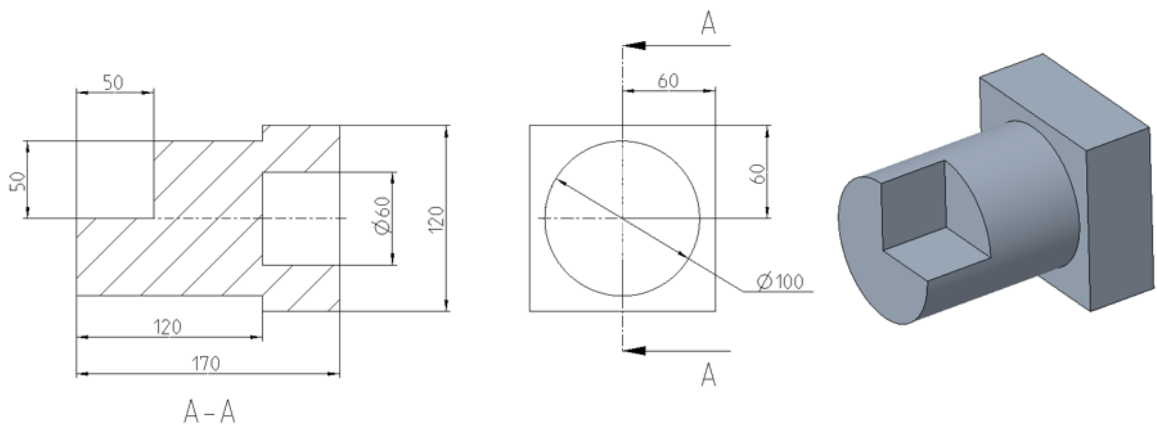
Obr. 62 Príklad Extrude 04



Obr. 63 Príklad Extrude 05



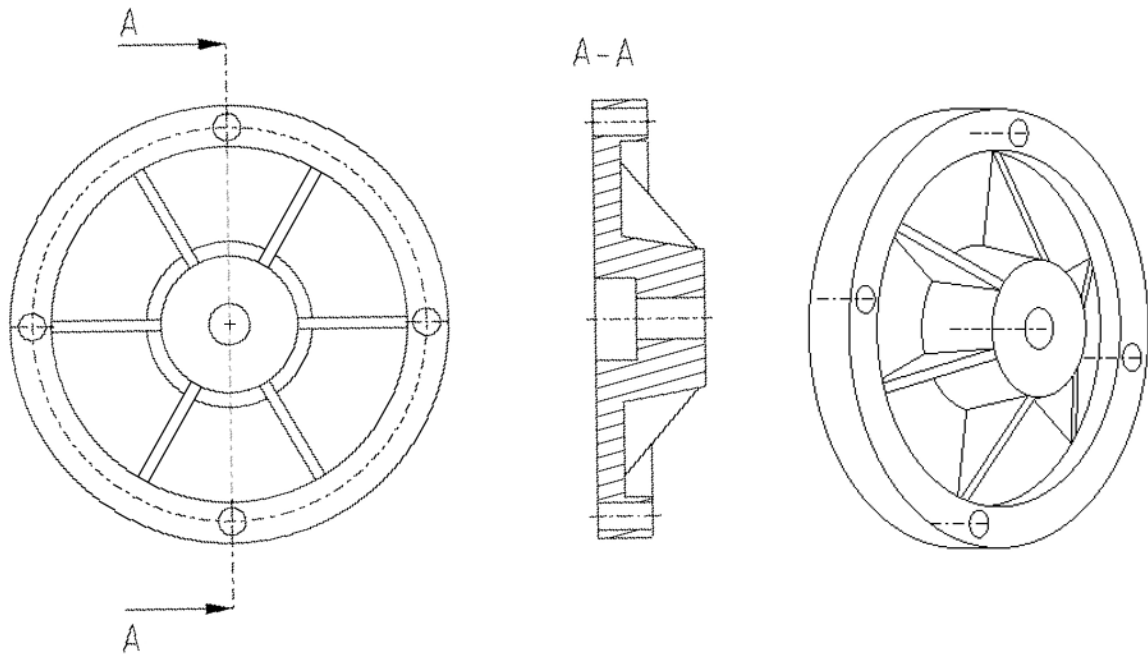
Obr. 65 Príklad Extrude 07





Obr. 66 Príklad Extrude 08


7. Revolve

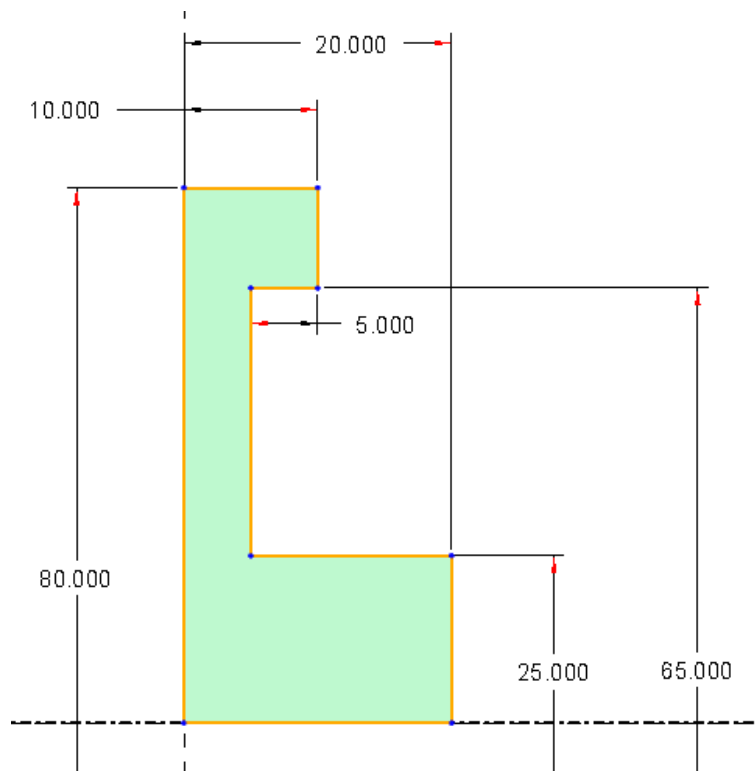
V tejto časti sú predstavené základné postupmi a pravidlá pre tvorbu modelu pomocou funkcie **Revolve**. Nasledujúce kroky vedú k vymodelovaniu vzorovej rotačnej súčiastky.




Obr. 67 Príklad súčiastky vytvorenej funkciou Revolve

1. Zadefinovanie pracovného adresára pomocou príkazu **Select Working Directory**, ktorý sa nachádza v hlavnom príkazovom menu.
 - Umiestnenie adresára napríklad C:\Priezvisko\PPVT\Cvicenie_2.
2. Pomocou príkazu **File/New (CTRL+N)** sa vytvorí nový part, napríklad s názvom revolve.
3. Príkazom **Revolve** v hlavnom príkazovom menu, alebo potvrdením ikony  v hornom rýchlym menu sa vyvolá dialógové menu funkcie **Revolve**.
 - Voľbou **Placement/Define** sa zobrazí dialógové okno pre definíciu skicovacej roviny.
4. Vyberie sa skicovacia rovina **Front**, čím sa priradí do poľa **Plane**.
 - Do poľa **Reference** sa zvolí rovina **Right**.
 - Orientation sa nastaví na **Right**.
 - Definícia skicovacej a referenčnej roviny sa ukončí automaticky, alebo tlačidlom **Sketch**.
5. Pri konštruovaní rotačnej súčiastky je najprv nevyhnutné zostrojiť os rotácie.
 - Aktivuje sa nástroj  **Centerline** v ľavej časti rýchleho menu a kurzorom sa klikne do priesečníka referenčných rovín.



- Pohybom myši sa nastaví os tak, aby tvorila os rotácie v horizontálnom alebo vertikálnom zmysle pre nový komponent. Potvrdí sa poloha a ukončí nástroj **Centerline**.
6. Pomocou nástroja **Line** sa vytvorí charakteristická skica rotačnej súčiastky. Pri tvorbe skice pre rotačnú súčiastku sa skicuje vždy len jedna polovica súčiastky. Ak sa tvar skice realizuje ako posunutý od osi rotácie, vytvorí sa v tejto súčiastke popri tvorbe základnej skice aj stredový otvor.
- Počiatok skice je dobré vhodne umiestniť podľa skôr spomínaných pravidiel konštruovania.
 - Nástrojom  **Line** sa zhotoví skica základného tvaru podľa obrázka.

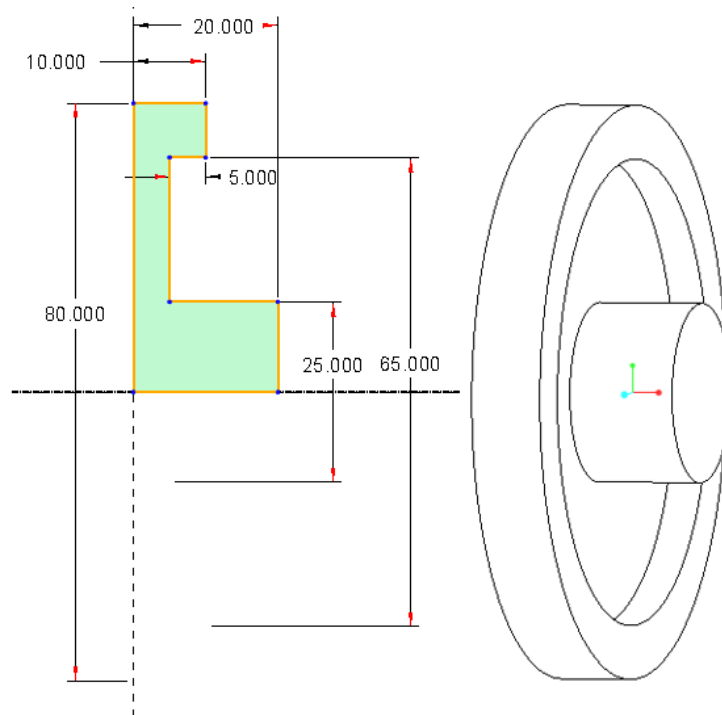


Obr. 68 Hlavná skica súčiastky

- Skica sa upraví s využitím funkcií **Constraints**.
7. Vytvorená skica sa okótuje podľa obrázka. Postup pri kótovaní priemeru rotačných súčiastok je nasledovný:
- Ľavým tlačidlom myši sa aktivuje nástroj  **Dimension**. Klikne sa na entitu, ku ktorej má byť zakótovaný priemer. Ďalej sa klikne na os rotácie. Potom znova sa klikne na entitu a následne umiestni priemerová kóta kliknutím rolacieho

kolieska myši (**Scroll Wheel**). S využitím tohto spôsobu sa okótuje skica rotačnej súčiastky podľa obrázka.

- Pomocou ikon  **Shade Closed Loops** a  **Highlight Open Ends** z roletového menu **karty Feature Requirements** sa overí správnosť skice.
- Kreslenie sa ukončí voľbou **OK**.




Obr. 69 Súčiastka v priestore

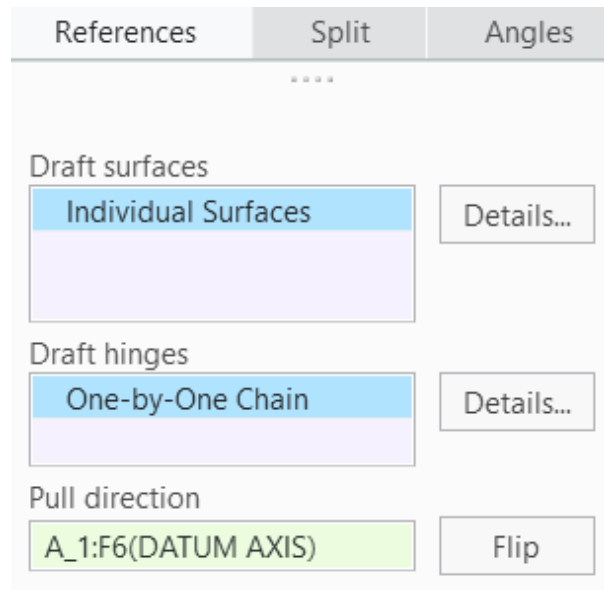
8. V hornej časti dialógového menu funkcie **Revolve**, sa vyplní uhlová hodnota rotácie skice okolo osi, ako je to znázornené na predchádzajúcom obrázku. Pre tento prípad 360°.
 - Funkcia sa dokončí potvrdením tlačidla **OK**.

7.1. Draft


Vytvorenie stredového kužeľa pomocou funkcie **Draft**.

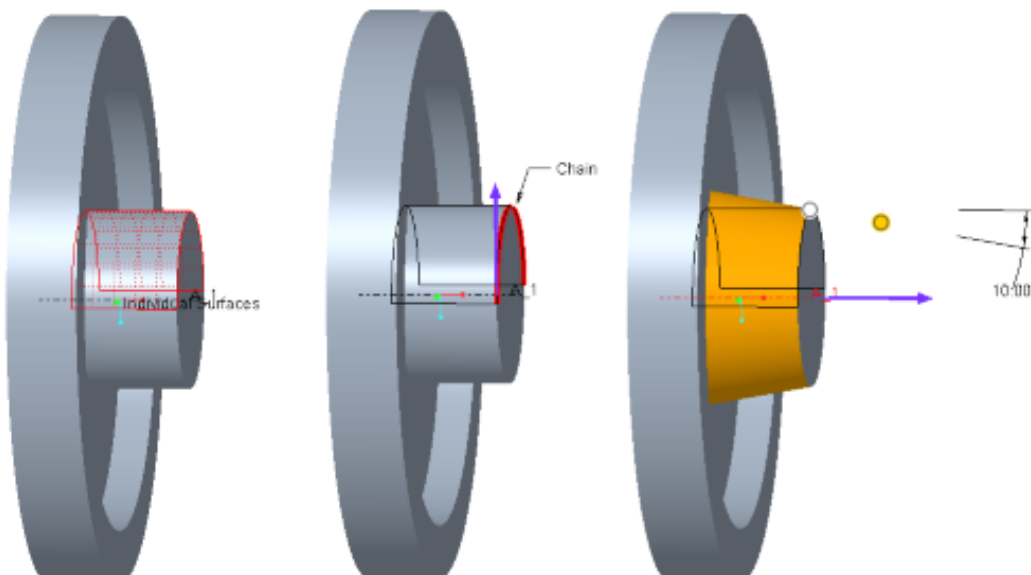
- Z ponuky hlavného menu sa vyberie funkcia  **Draft**.
- Vyplnenie položky **References** v hornom dialógovom okne. Označením sa objaví menu, v ktorom sa postupne vypínajú jednotlivé parametre.
- V ponuke **References / Draft surfaces** sa aktivuje okno a ľavým tlačidlom myši vyberie plochu súčiastky (Individual Surfaces), ktorú je potrebné naklopiť.
- Ako ďalšie v ponuke **References / Draft hinges** sa ľavým tlačidlom myši vyberie záves - entita (One – by - One Chain), okolo ktorého sa bude plocha naklápať.

- Ako posledné je nutné v položke **References/Pull direction**, určiť smer naklopenia. Aktivovaním poľa (Select 1 item) a ľavým tlačidlom myši sa vyberie os rotácie súčiastky (**Datum Axis**). Stlačením tlačidla **Flip** alebo kliknutím na šípky, ktoré sa nachádzajú na modeli súčiastky je možné zmeniť smer naklopenia.



Obr. 70 Výber referencií pre funkciu Draft


- Uhol naklopenia na požadovanú hodnotu (pre tento príklad 10°) je možné meniť prepísaním hodnoty v karte  **Angles** horného rýchleho menu, zmenou hodnoty priamo na kóte uhla na telese, alebo manuálnym ťahaním oranžového bodu na vytváranom prvku.
- Ukončenie funkcie a potvrdenie nastavených parametrov sa realizuje tlačidlom **OK**.

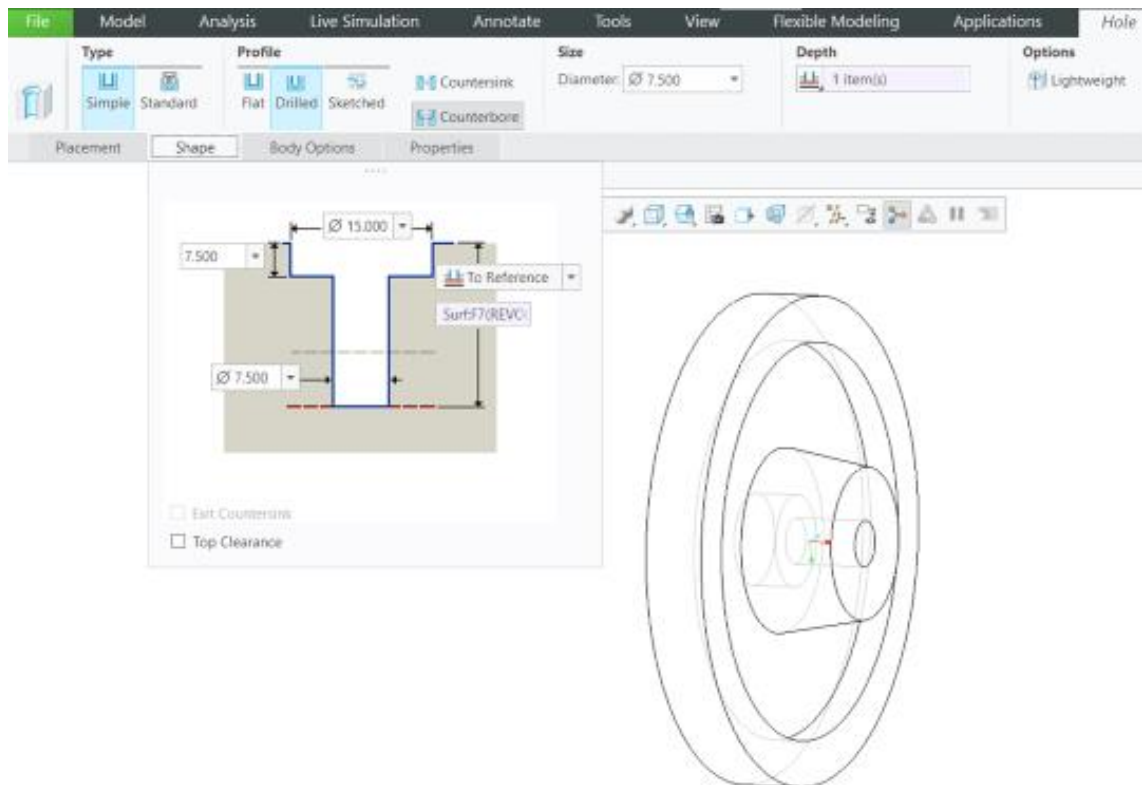


Obr. 71 Aplikácia funkcie Draft

7.2. Hole - 1

Vytvorenie diery v súčiastke využitím funkcie  **Hole**.


- Aktivuje sa funkcia **Hole**, potvrdením ikony  ľavým tlačidlom myši.
- Následne sa vyberie položka **Placement** a určí sa plocha pre zadanie základnej polohy diery. Polohu diery ďalej bude určovať os rotácie telesa, ktorá bude prechádzať stredom diery. Pri jej výbere je nutné držať stlačené tlačidlo **CTRL**. Os rotácie súčiastky a os diery sú sústredné.
- Rozmery diery je možné modifikovať, priamo na súčiastke - zmenou rozmerových kót. Podrobnejšie rozmerové modifikácie je možné realizovať v položke **Shape** horného rýchleho menu.



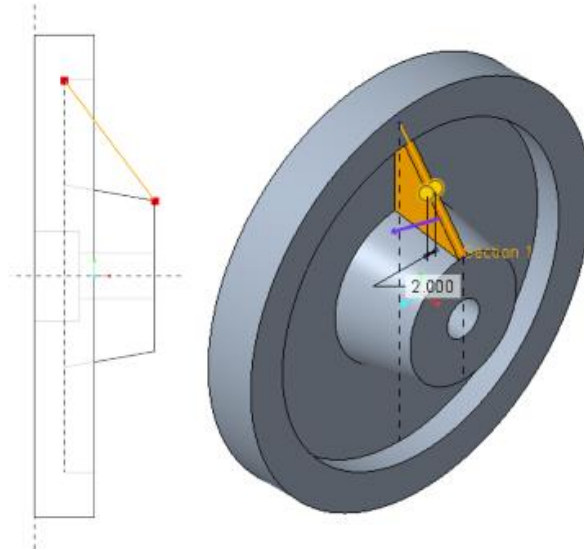
Obr. 72 Vytvorenie diery, modifikácia parametru Shape

7.3. Profile Rib

Vytvorenie rebra na súčiastke s využitím funkcie **Profile Rib**.

- Aktivuje sa stlačením ikony  **Profile Rib** ľavým tlačidlom myši.
- Vyberie sa rovina prechádzajúca stredom súčiastky, na ktorej sa bude skicovať profil rebra.
- V skicári sa určia ako prvé referenčné entity.

- Pomocou nástroja **Line** sa vytvorí spojnica hornej plochy kužeľa a vnútornej valcovej plochy.
- Potvrdením tlačidla **OK** sa opustí skicár a následne môže byť modifikovaná šírka rebra, pričom šípka musí byť smerovaná do vnútra súčiastky.




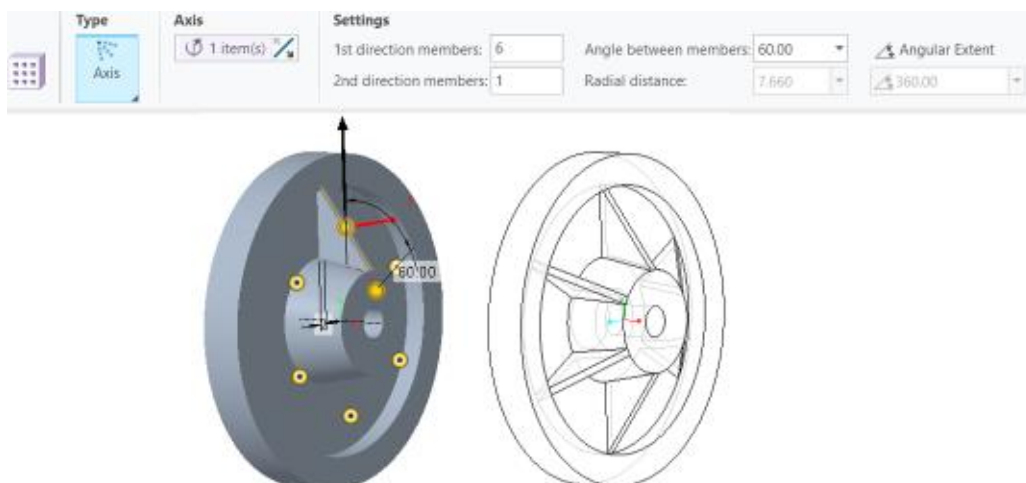
Obr. 73 Vytvorenie rebra

- Ukončenie funkcie sa realizuje tlačidlom **OK**.

7.4. Pattern - 1

Roznásobenie prvkov s využitím funkcie **Pattern**.


- Ako prvé sa označí vytvorené rebro v strome súčiastky.
- Aktivuje sa funkcia **Pattern** stlačením ikony  ľavým tlačidlom myši.
- V rýchlom menu sa vyberie možnosť **Type/Axis** a následne os rotácie, pomocou ktorej bude realizované roznásobenie prvku.



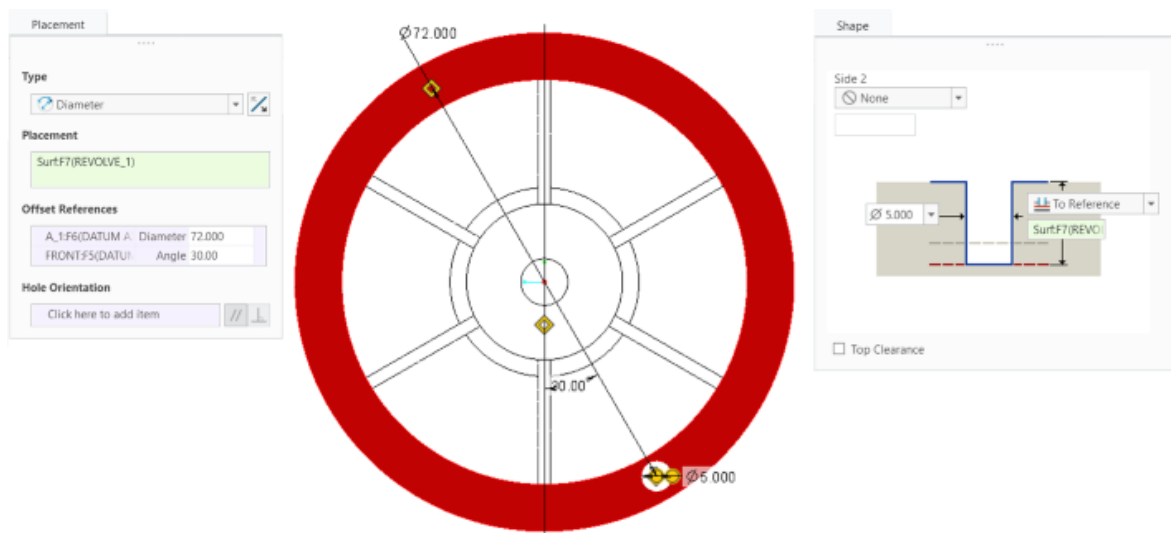
Obr. 74 Roznásobenie prvku Rib

- V karte Settings sa zdefinuje potrebný počet prvkov, v tomto prípade 6 a hodnota uhla posunutia jednotlivých rebier 60°.
- Potvrdenie nastavení stlačením tlačidla **OK**.

7.5. Hole - 2

Vytvorenie diery na čelnej ploche súčiastky pomocou funkcie  **Hole**.


- Myšou sa určí plocha, na ktorej bude umiestnená diera.
- V karte **Placement**, položka **Type** sa vyberie možnosť **Diameter**.
- Určia sa referencie, zaväzbením červených bodov na os rotácie súčiastky a na rovinu, ktorá je kolmá na plochu umiestnenej diery. Hodnota priemeru pre tento prípad je 72 mm a uhol pootočenia 30°.
- V položke **Shape** je možné nastaviť rozmery diery podľa požiadaviek. Ďalšou možnosťou je modifikácia rozmerov priamou úpravou kót na modeli.

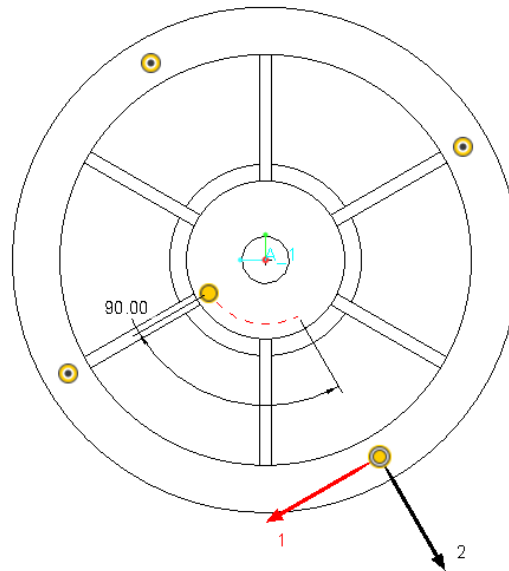


Obr. 75 Vytvorenie diery na ploche súčiastky

7.6. Pattern - 2

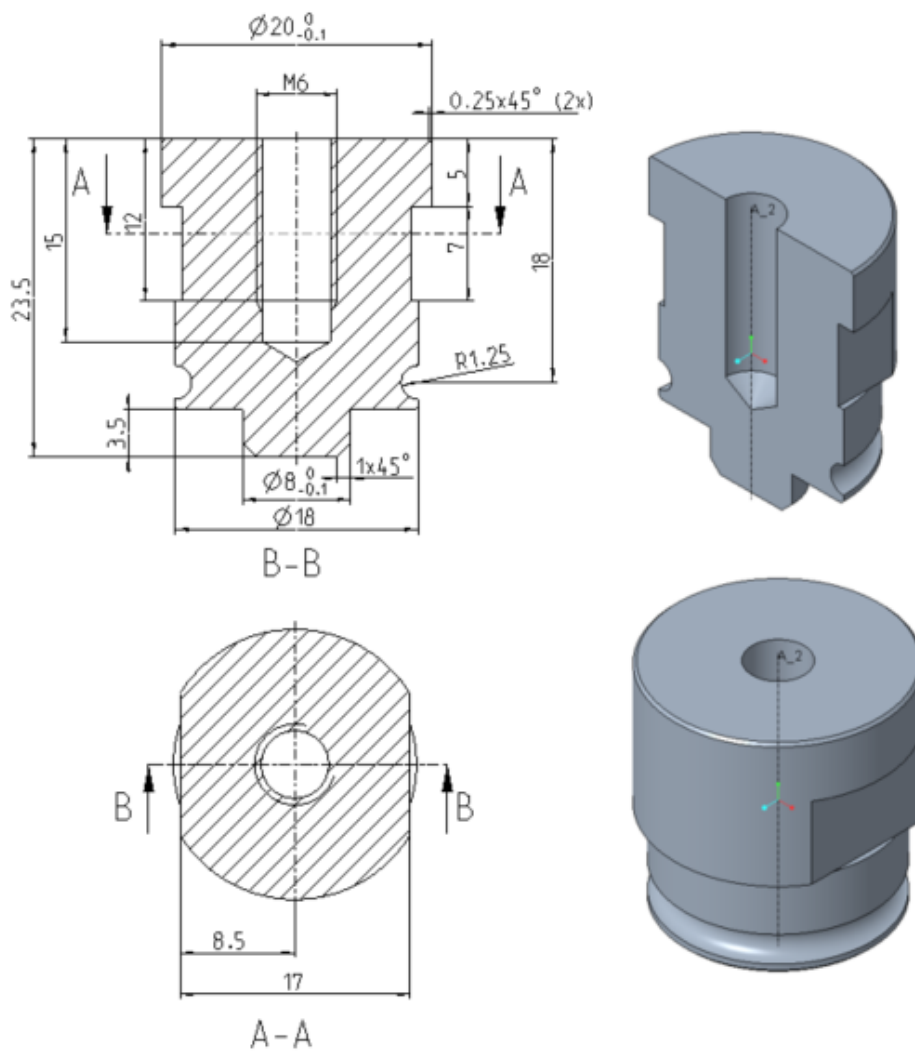
Roznásobenie dier s využitím funkcie **Pattern**

- Ako prvé sa označí diera v modeli alebo v strome súčiastky.
- Následne sa aktivuje funkcia **Pattern**, kliknutím na ikonu .
- V rýchlom menu sa vyberie možnosť **Type/Axis** a následne os rotácie, pomocou ktorej bude realizované roznásobenie prvku.
- Zadá sa potrebný počet dier a uhol o ktorý majú byť diery orotované.
- Potvrdenie nastavení stlačením tlačidla **OK**.

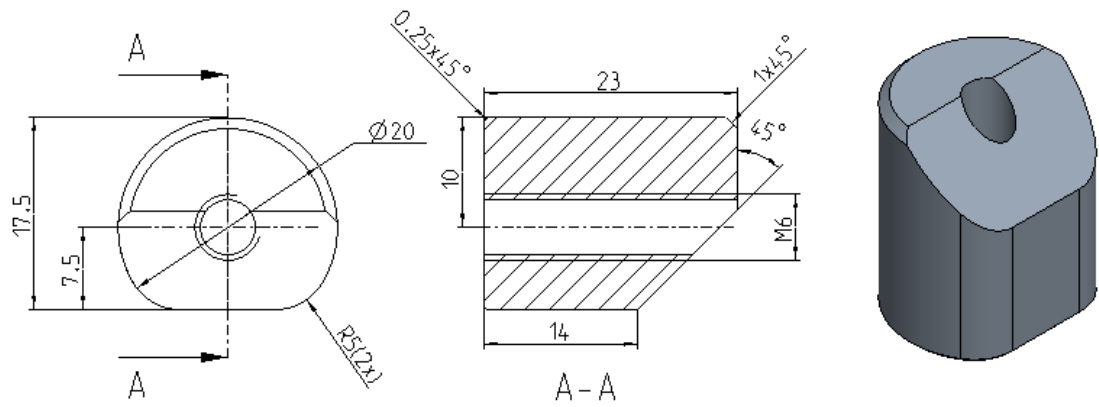


Obr. 76 Vytvorenie patternu diery

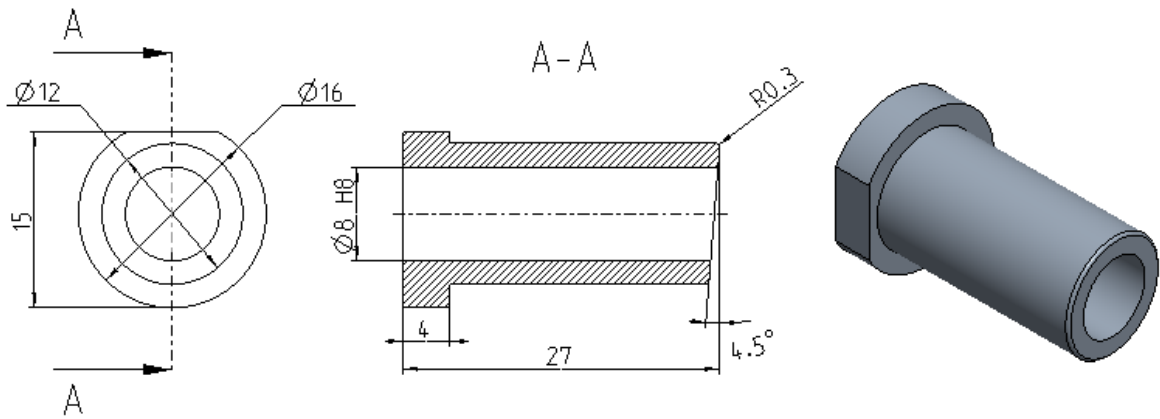
7.7. Predlohy na precvičenie – Revolve



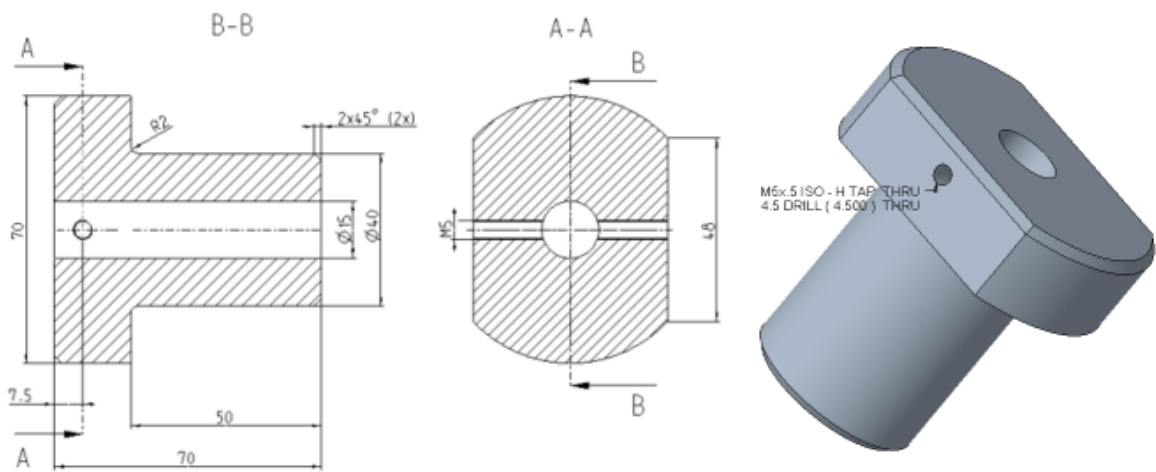
Obr. 77 Príklad Revolve 01



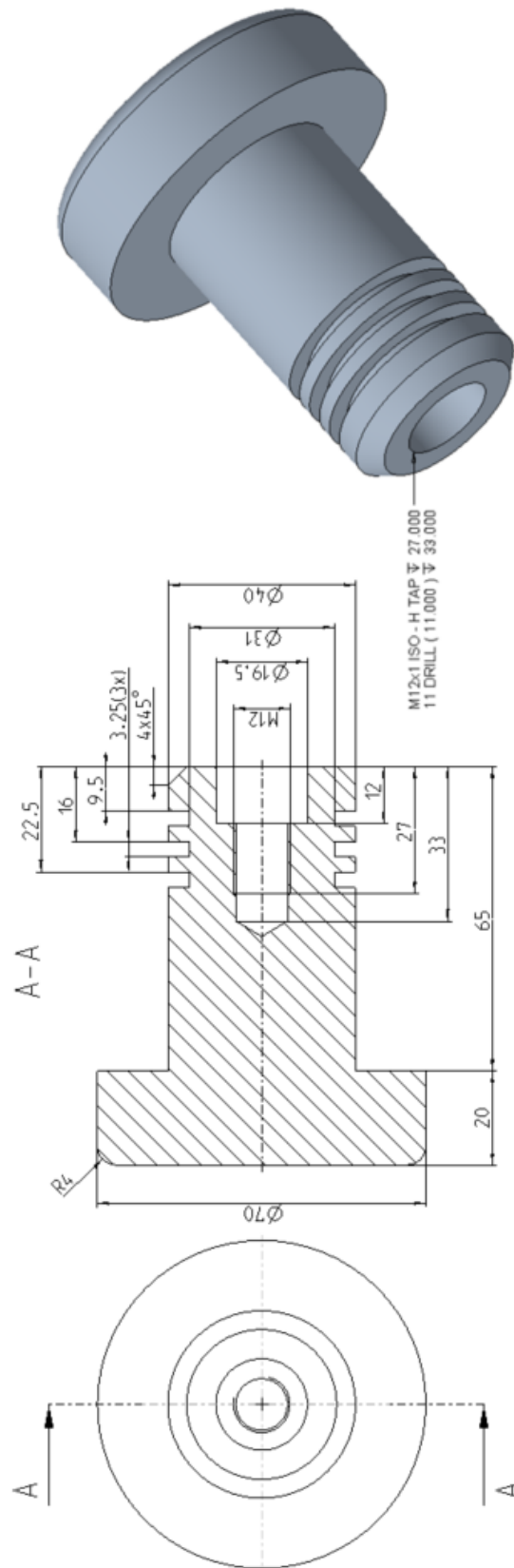
Obr. 78 Príklad Revolve 02



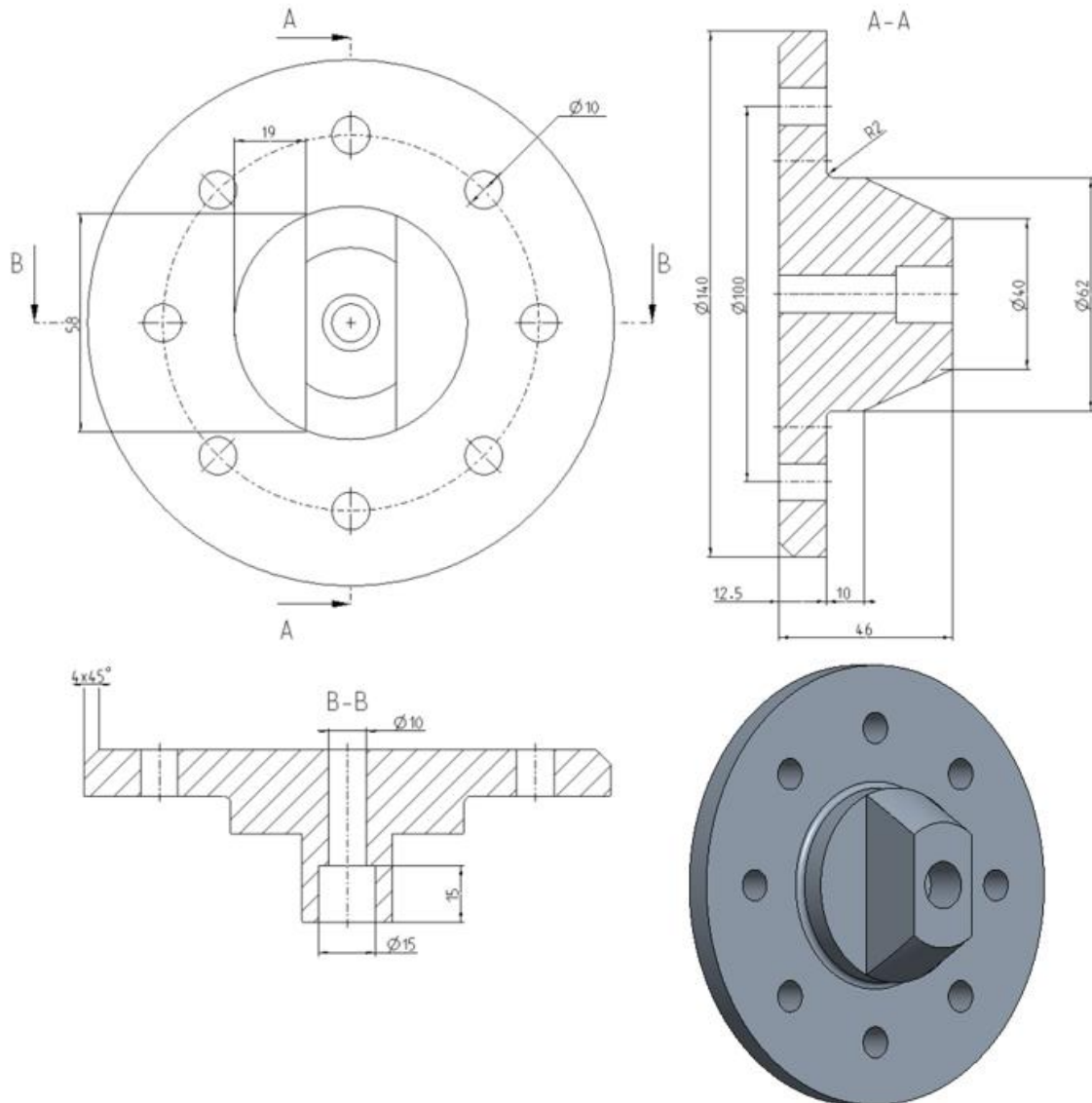
Obr. 79 Príklad Revolve 03



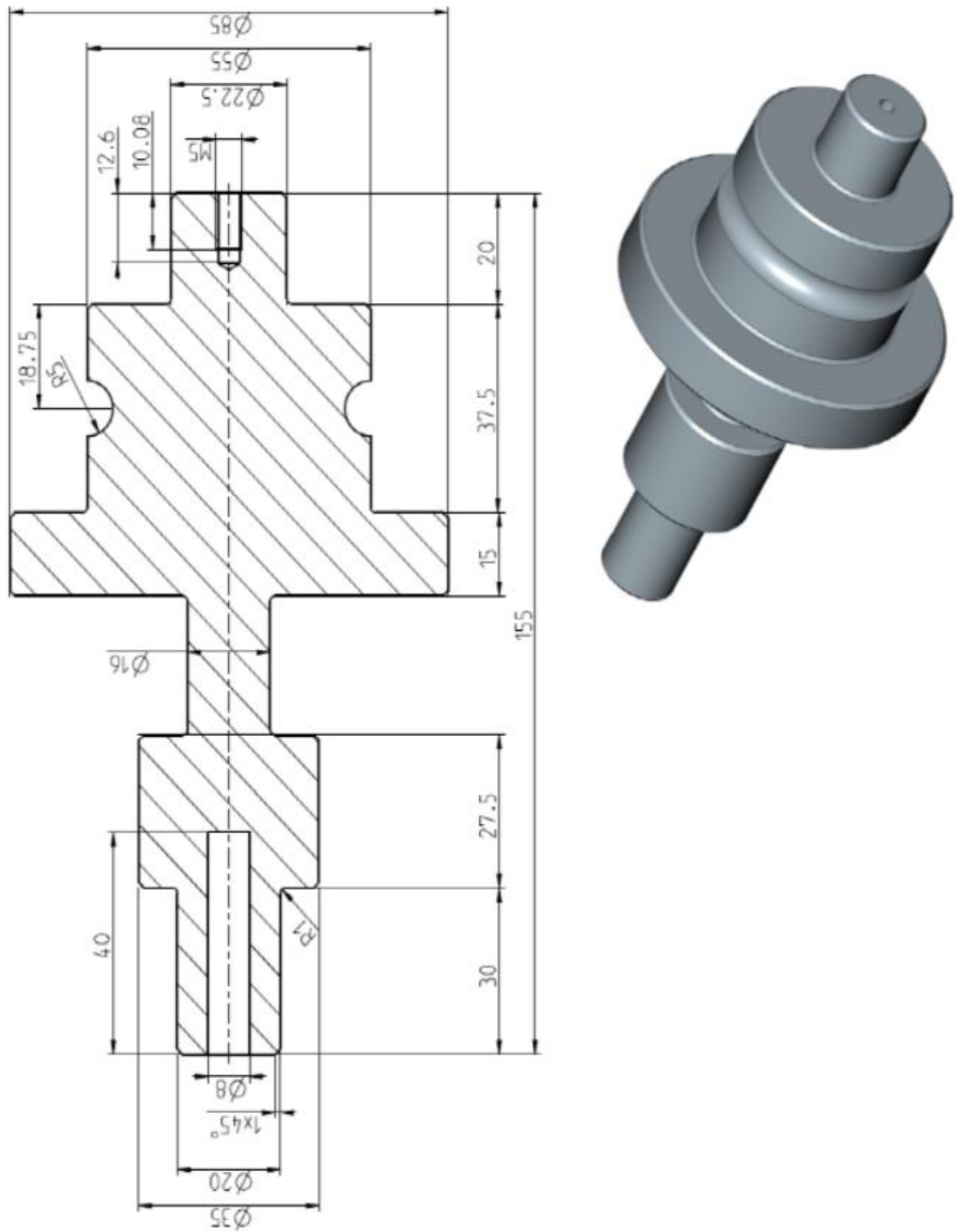
Obr. 80 Príklad Revolve 04



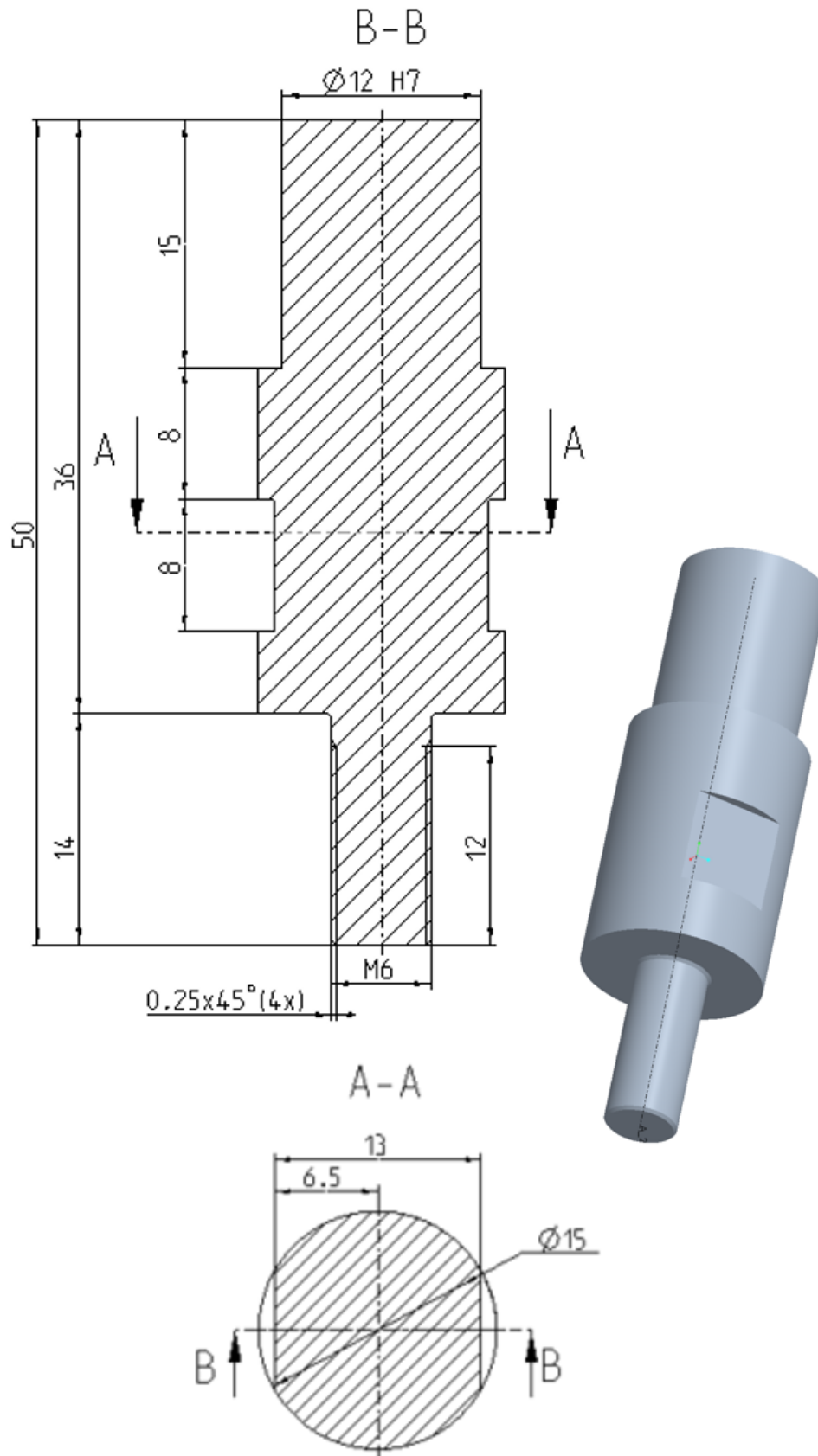
Obr. 81 Príklad Revolve 05



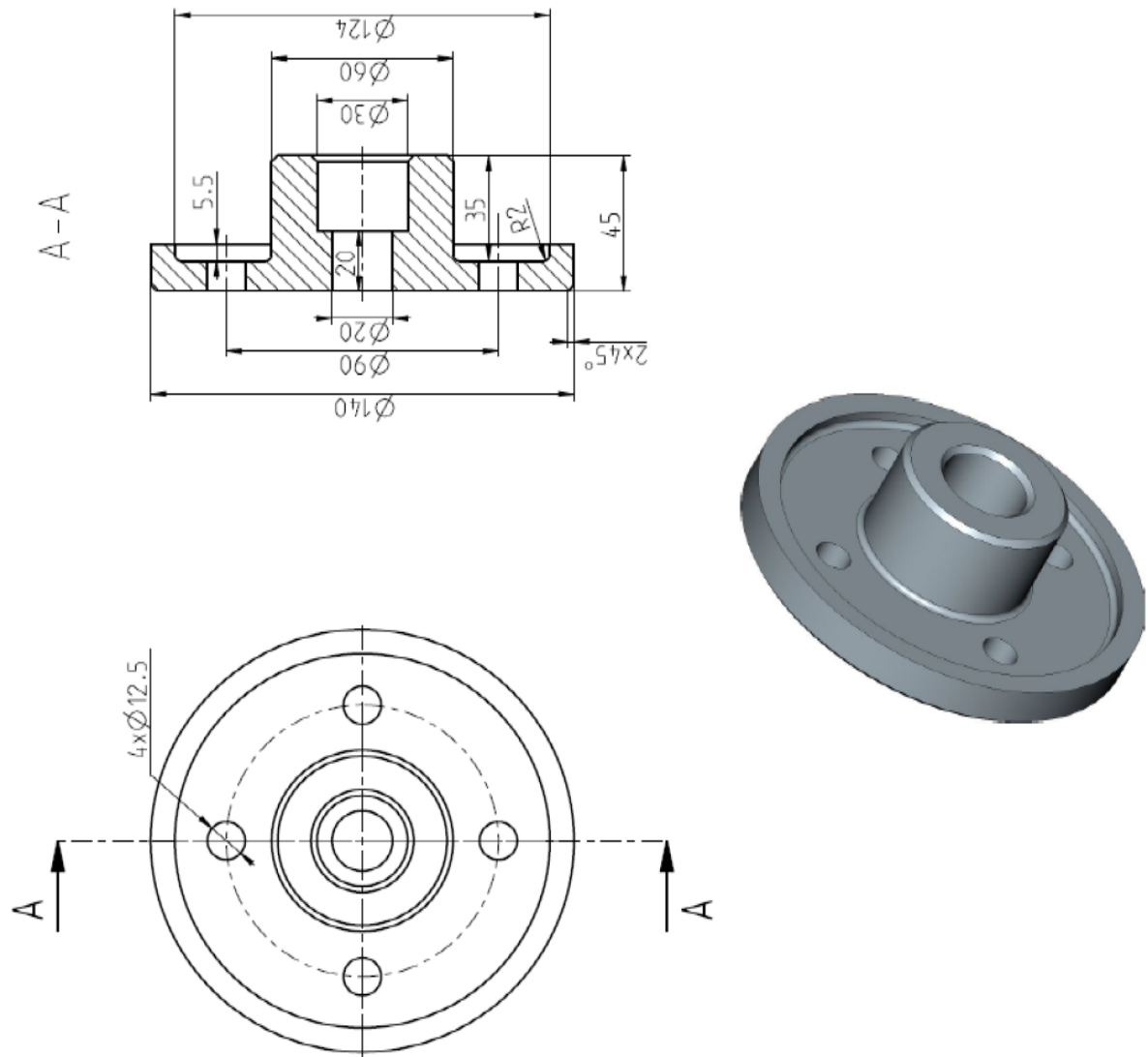
Obr. 82 Príklad Revolve 06



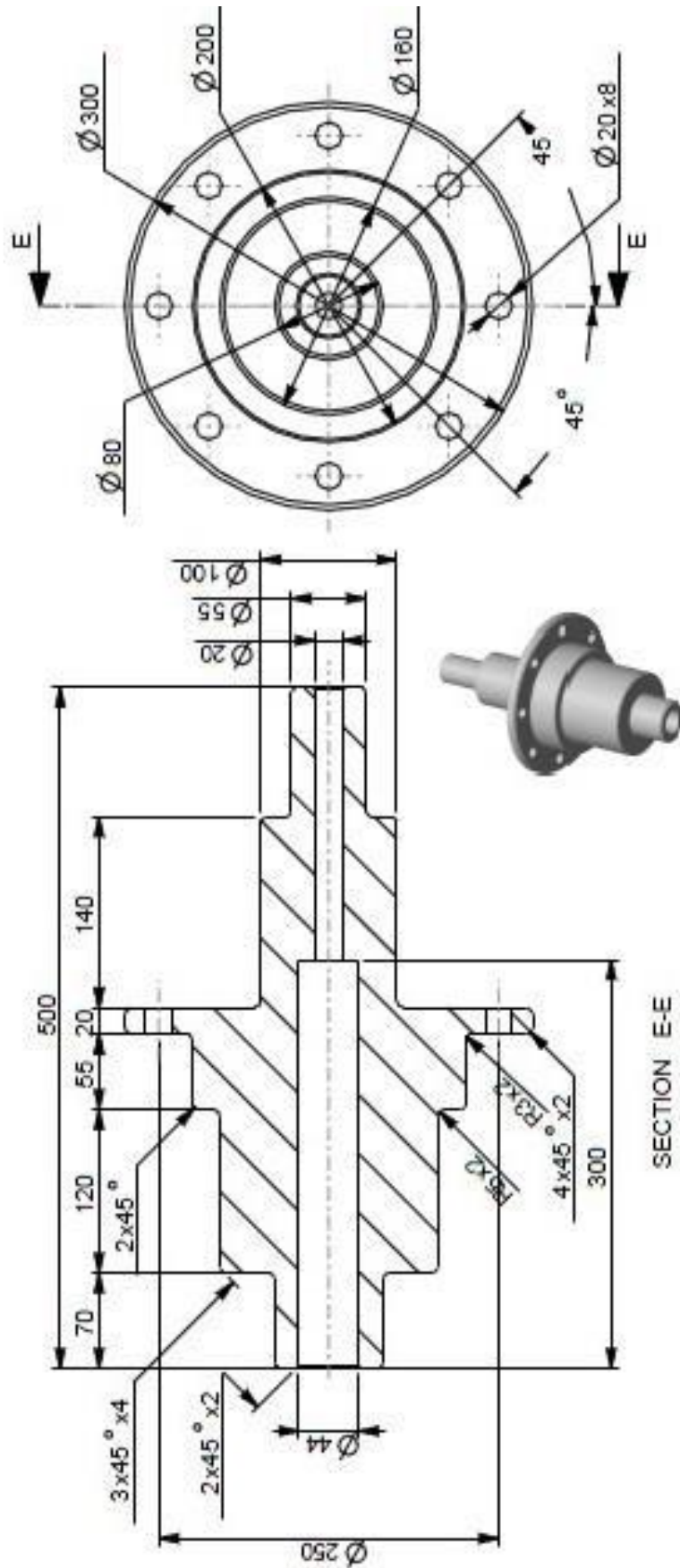
Obr. 83 Príklad Revolve 07



Obr. 84 Príklad Revolve 08



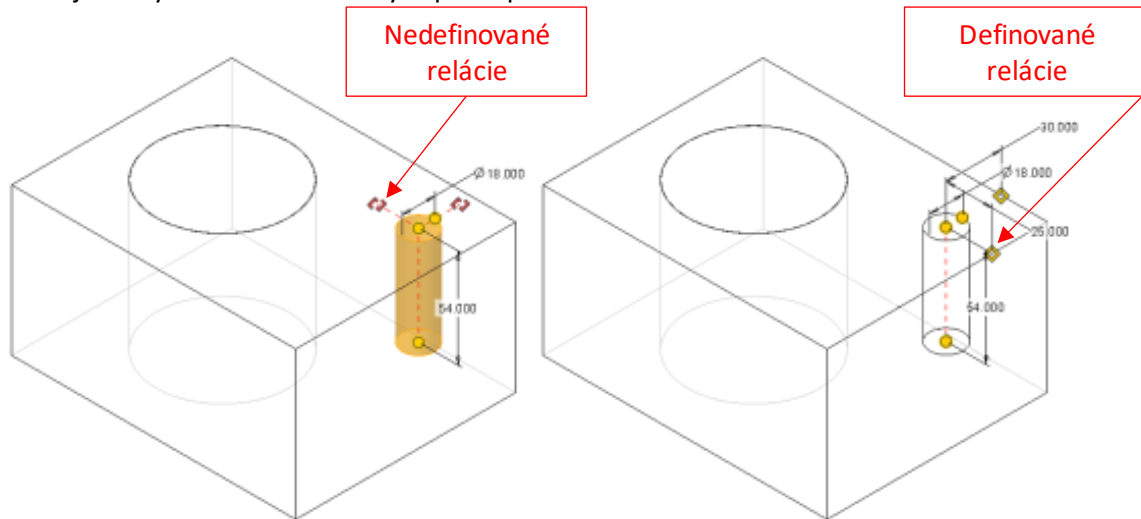
Obr. 85 Príklad Revolve 09



Obr. 86 Príklad 10

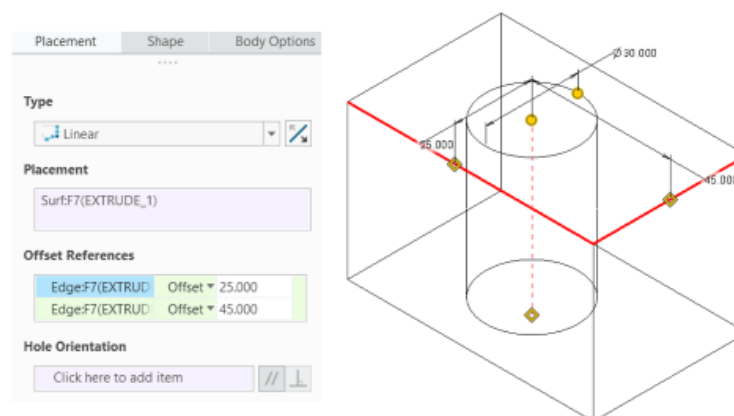
8. Definovanie referencií

Táto časť je venovaná definovaniu referencií potrebných pre tvorbu modelu. Referencie predstavujú užívateľom určené prvky, ako napríklad plochy, roviny, osi, hrany a body, ktoré slúžia na definovanie polohy realizovaných konštrukčných operácií. Nasledujúce kroky poukazujú na vytváranie referenčných plôch pri tvorbe dier.



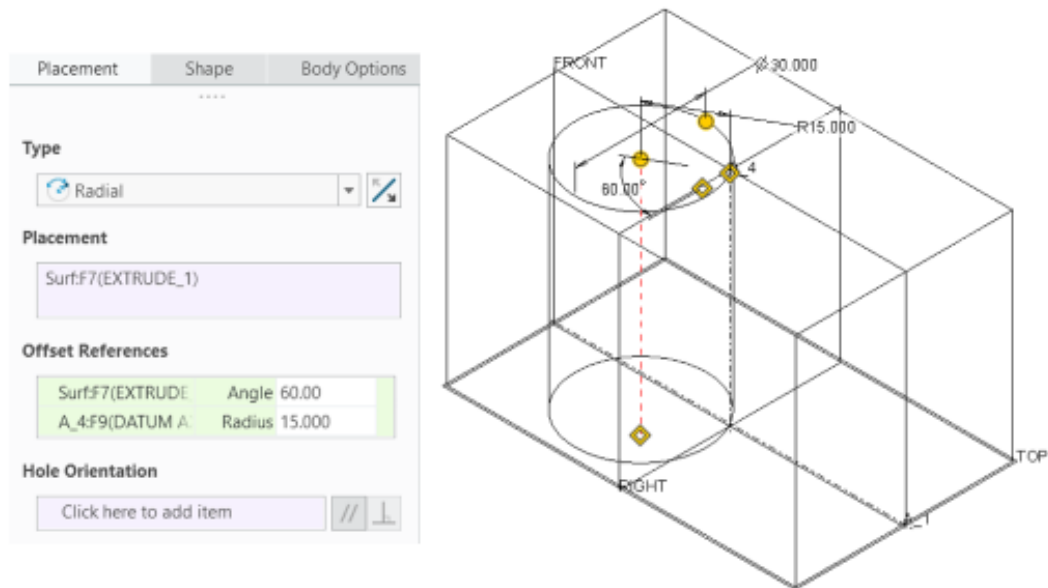
Obr. 87 Definovanie referencií dier

- Aktivuje sa funkcia **Hole** a následne je možné prejsť automaticky na voľbu **Placement**.
- Postupne podľa obrázka sa vyklikajú nasledujúce plochy. Ako prvé sa zvolí plocha, na ktorej má byť zhotovená diera. Táto plocha sa zapíše do poľa **Placement**. Následne sa objavia dva nové body na zadanie referencií. Označí sa jeden z nich ľavým tlačidlom myši a za držania tlačidla sa presunie na jednu z referenčných plôch. To isté sa zopakuje s druhým bodom a premiestni sa na druhú referenčnú plochu. Ich polohové hodnoty sú súradnicami definovanými v dvoch smeroch, zapísanými do poľa **Offset References**.



Obr. 88 Diera prostredníctvom lineárnych referencií

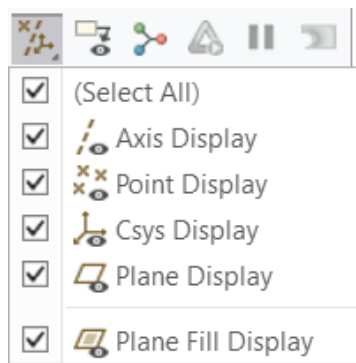
- Hodnoty v poli **Offset References** môžu byť ľubovoľne menené, podľa čoho sa poloha diery v modeli automaticky zmodifikuje.
- Tento spôsob zadávania referencií sa vzťahoval na lineárne dĺžkové hodnoty, čiže išlo o referencovanie **Type/Linear**. Voľbou ďalších spôsobov referencovania je možné definovať tieto referencie aj ako kombináciu uhlového pootočenia a priemeru (**Diameter**), resp. polomeru (**Radial**) kružnice. Podmienkou pri tomto type definovania referencií je zostrojená os rotácie. Zvolí sa plochu, do ktorej má byť vytvorená diera. Zapiše sa do poľa **Placement**. Jeden z referenčných bodov sa presunie na os, druhý priradí rovine, od ktorej bude definované uhlové pootočenie polohy vytváranej diery. Nad poľom **Offset References** sa zvolí typ referencovania **Radial**. Poloha diery závisí od zadaného uhlového pootočenia a priemeru, resp. polomeru kružnice.



Obr. 89 Uhlové zadávanie referencií dier

9. Pomocné konštrukčné prvky

Pomocné konštrukčné prvky slúžia na vytváranie referenčných entít a plôch, ktoré ďalej napomáhajú pri realizovaní modelovacích operácií. Medzi základné a najčastejšie používané pomocné prvky patria roviny, pomocné osi a konštrukčné body. Vytvorené pomocné konštrukčné prvky sa zobrazujú v ľavom navigačnom menu (strome) medzi ostatnými prvkami a operáciami. V hlavnej modelovacej oblasti je možné tieto pomocné prvky zobrazíť resp. skryť po potvrdení ikony v hornom rýchlom menu. Po aktivovaní funkcie sa na modeli zobrazuje popis niektorých prvkov (operácií), ako napríklad označenie metrických dier. Pomocou ikony sa aktivuje zobrazenie bodov predstavujúcich počiatok súradnicového systému. Tvorba pomocných rovín, osí a bodov je popísaná v nasledujúcom texte.

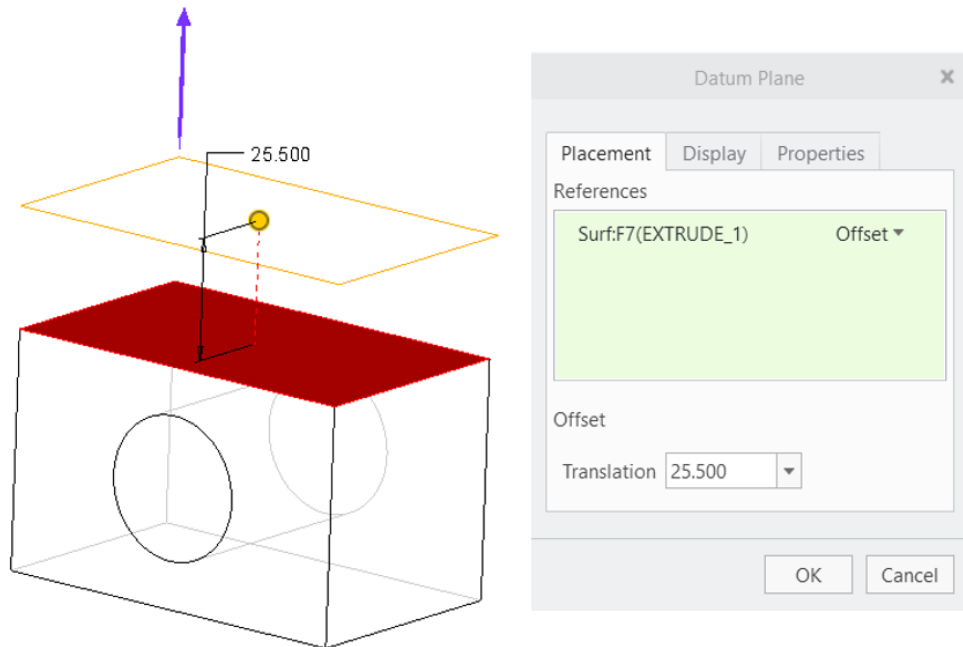


Obr. 90 Konštrukčné prvky

9.1. Tvorba rovín (Plane)

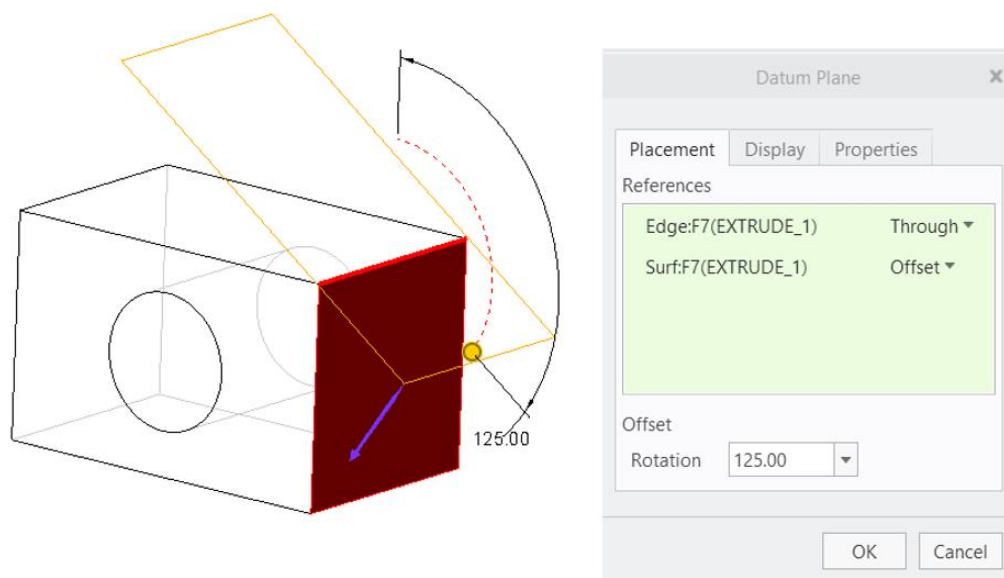
Vytváranie novej pomocnej roviny sa realizuje potvrdením ikony nachádzajúcej sa v hornom rýchlom menu.

- Označí sa ikona pre dialógové okno pre tvorbu roviny.
- Klikne sa na plochu alebo rovinu, na základe ktorej má byť vytvorená odsadená pomocná rovina. Zadaná plocha sa ako referencia zaradí do aktívneho poľa **References** spolu s príslušným spôsobom zostrojenia novej roviny: **Through** (cez/totožná), **Offset** (Odsadená), **Parallel** (rovnobežná) a **Normal** (kolmá).
- V poli **Translation** sa zadá hodnota odsadenia novej roviny. Odsadenie sa môže určiť tiež ručne a to potiahnutím kruhu vytvárajúcej roviny (vid' obrázok). Šípkou sa nastaví orientácia roviny.
- Potvrdením tlačidla **OK** alebo kliknutím rolovacieho kolieska (Scroll Wheel) je vytvorenie pomocnej roviny ukončené.



Obr. 91 Vytvorenie odsadenej (Offset) roviny

- V prípade ak je potrebné zostrojiť pomocnú rovinu pod určitým uhlom, postupuje sa nasledovne. Vyberie sa rovina, od ktorej bude pomocná rovina naklonená. Stlačí sa tlačidlo **CTRL** a za jeho držania sa zvolí hrana alebo os, okolo ktorej sa bude nová rovina nakláňať, podobne ako je to znázornené na obrázku.

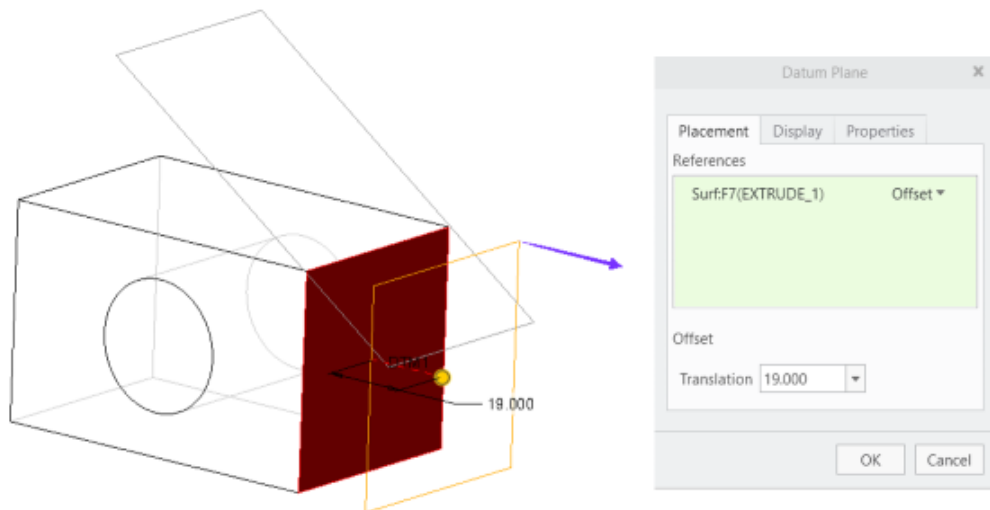


Obr. 92 Rovina podľa rotačnej referencie

9.2. Tvorba osí (Axis)

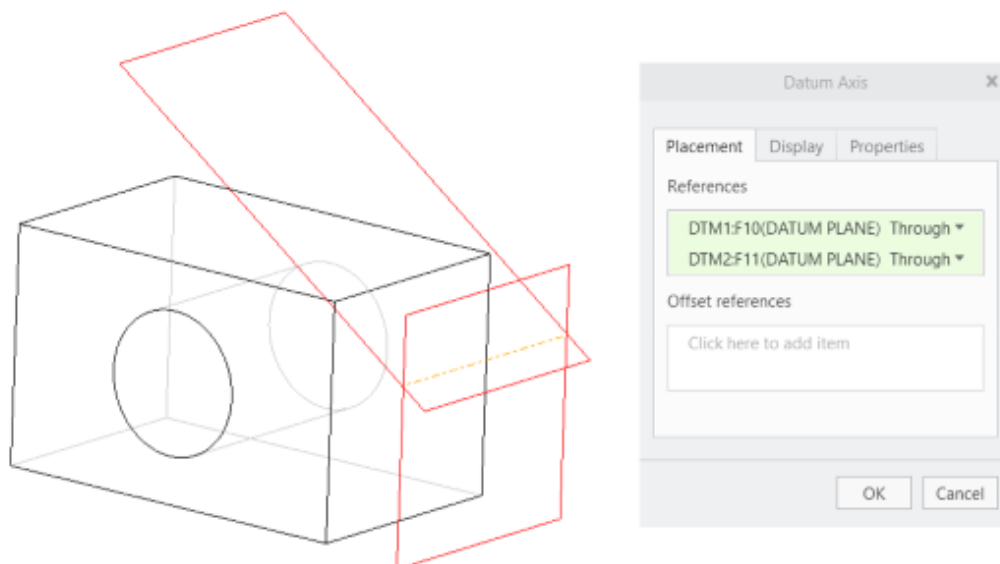
Vytváranie novej pomocnej osi sa realizuje voľbou ikony v hornom rýchlom menu.

- Pomocná os sa jednoducho vytvorí ako priesečník dvoch rovín, alebo pomocou dvoch referenčných kót. Zostrojí sa ďalšia rovina podľa obrázka, následne sa prejde k tvorbe osi.



Obr. 93 Tvorba pomocnej roviny

- Zvolením ikony sa otvorí dialógové okno funkcie pre tvorbu osi.
- Pri podržaní klávesy ľavým tlačidlom sa označia obe roviny. Ich označenie môže byť realizované priamo na modeli, prípadne v strome operácií. Tlačidlom **OK** sa potvrdí vytvorenie pomocnej osi v priesečníku dvoch rovín.

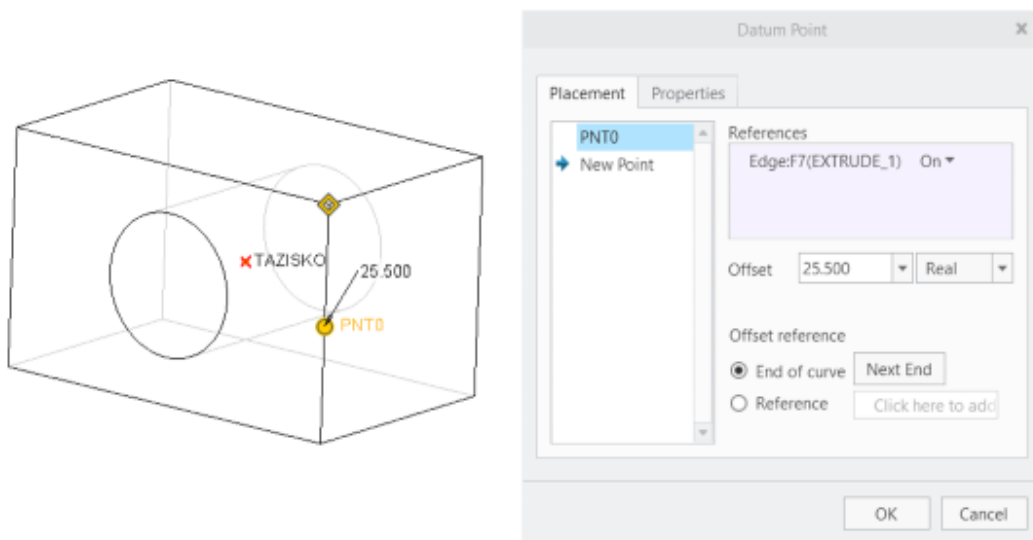


Obr. 94 Tvorba osi pomocou priesečníku dvoch rovín

9.3. Tvorba bodov (Point)

Vytváranie nových pomocných bodov sa realizuje ikonou v hornom rýchlom menu.

- Kliknutím na ikonu sa vyvolá dialógové okno funkcie tvorby bodu.
- Kurzorom sa klikne na plochu, alebo hranu na ktorej majú byť vytvorené pomocné body. Táto entita sa priradí do poľa **References** spolu s určením spôsobu zostrojenia bodu.
- V poli **Offset** sa zmení spôsob zadávania z **Ratio** na **Real** a zadá sa hodnota odsadenia bodu od hrany. Poloha bodu sa môže meniť aj posúvaním kruhu nachádzajúceho sa na hrane, ako je to znázornené na obrázku. Posunutie bodu môže byť definované dvoma spôsobmi: zadáním reálnej dĺžkovej hodnoty alebo ako pomerová hodnota (napríklad 0.5 z prepočtu 1/2 predstavuje polovicu dĺžky hrany). Tlačidlo slúži na zmenu konca hrany, po ktorej sa zadáva hodnota posunu bodu. Ak sa má poloha bodu definovať podľa inej referencie, aktivuje sa nástroj **Reference** a zvolí sa nová. Potvrdením tlačidla **OK**, alebo stlačením rolovacieho kolieska (Scroll Wheel) sa vytvorí pomocný bod.

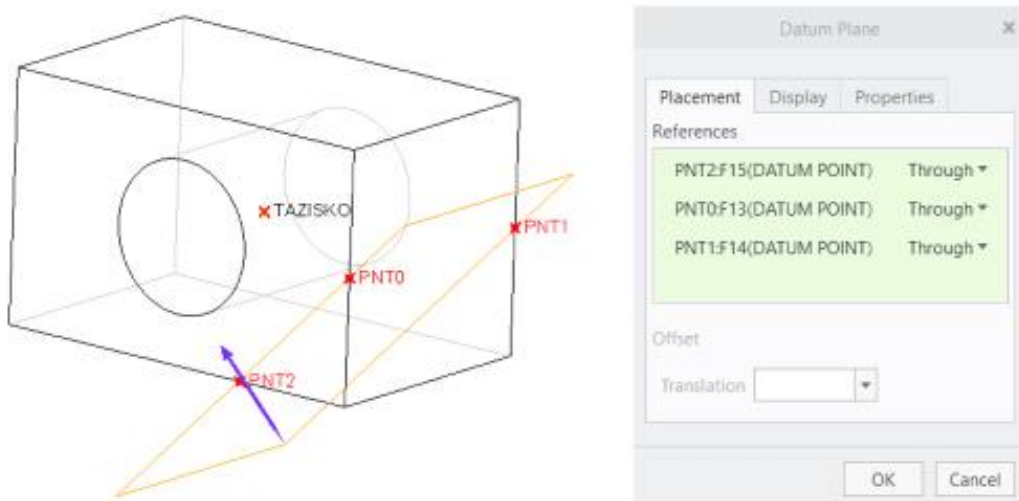


Obr. 95 Vytvorenie bodu na hrane súčiastky

- Ak je žiadané skonštruovať viacero bodov naraz, aktivuje sa v dialógovom okne tvorby bodu položku **New Point**.

Pre precvičenie konštrukcie pomocných prvkov je možné skúsiť vytvoriť rovinu prechádzajúcu tromi zostrojenými bodmi.

- Vytvorí sa tri pomocné body. Pri podržaní klávesy **CTRL** sa ľavým tlačidlom myši označia body, ktoré budú rovine patriť. Výber bodov sa pritom realizuje v strome alebo priamo v modelovacom okne.
- Aktivuje sa nástroj na tvorbu rovín nachádzajúci sa v hornom rýchlym menu. Do poľa **References** sa priradia vopred zostrojené body. Po potvrdení tlačidla **OK** dôjde k vytvoreniu roviny prechádzajúcej tromi bodmi.



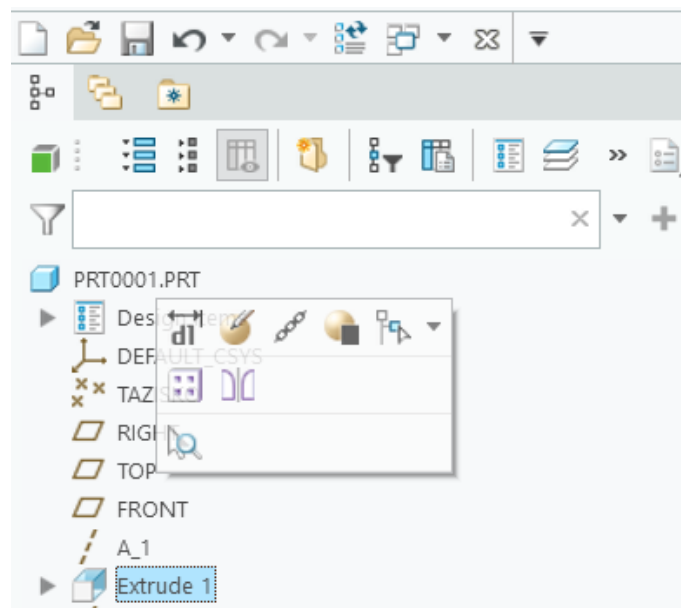
Obr. 96 Vytvorenie roviny prostredníctvom troch bodov

9.4. Edit (Modifikovanie rozmerov)

Funkcia je určená na editáciu modelu, resp. ktoréhokoľvek jeho prvku. Editácia sa môže realizovať priamo pomocou funkcie **Edit** alebo samotným návratom do skice, či tvorby konštrukčného prvku pomocou nástroja **Edit Definition** (napr. zmenou skicovanej kóty).


Postup pre editáciu je nasledovný:

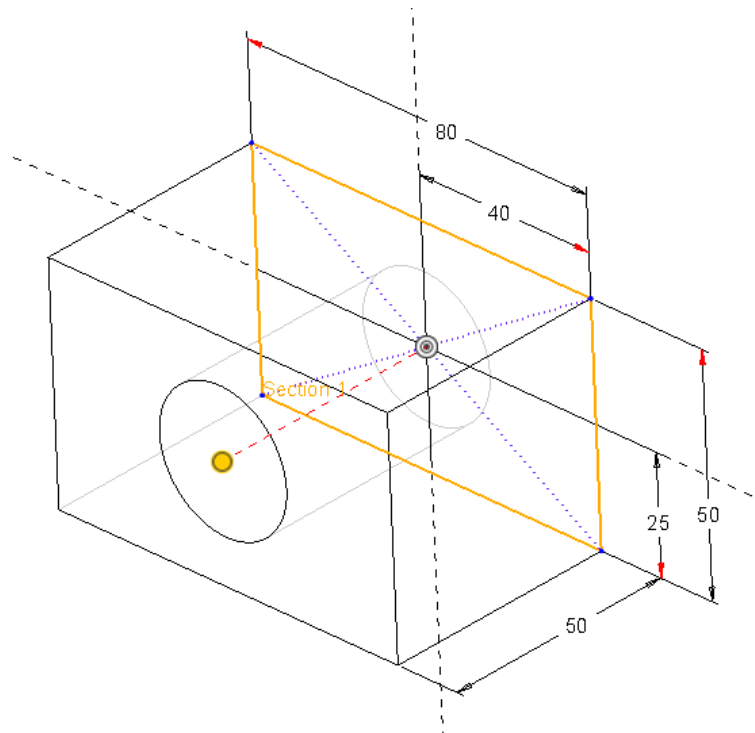
- V strome na ľavej strane sa označí konštrukčná operácia, ktorá má byť modifikovaná.
- Takmer okamžite sa zobrazí rýchle menu s navrhnutými prvkami v podobe ikon.



Obr. 97 Spustenie editovacieho režimu

- Pre priamu modifikáciu sa použije funkcia **Edit Dimensions**. Zobrazia sa všetky kóty danej konštrukčnej operácie. Dvojklikom sa aktivuje ktorákoľvek kóta pre možnú editáciu.

Hodnotu je možné prepísať podľa potreby a zmenu potvrdiť tlačidlom **Enter**. Model sa potom zregeneruje nástrojom  **Regenerate**.



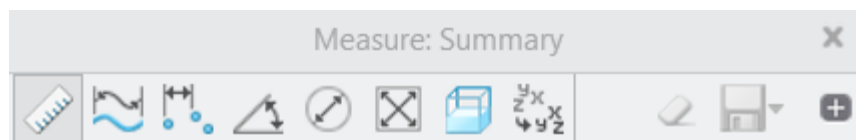
Obr. 98 Priame editovanie kót

- V prípade potreby návratu do skicára danej konštrukcie sa použije funkcia **Edit Definition**. Po aktivovaní tejto funkcie sa zobrazí dialógové menu danej funkcie (napr. **Extrude**). Potvrdí sa voľba **Placement/Edit** a následne tlačidlo **Sketch**.

9.5. Measure

Funkcia **Measure** sa nachádza v kontextovom menu, ponuke **ANALYSIS**. Táto funkcia umožňuje odmerať požadovanú dĺžku, uhol, priemer diery v základnom pohľade bez toho, aby bolo potrebné vstupovali do hociktorého kroku, ktorý bol vytvorený skôr.

Po kliknutí na ikonu **Measure** sa na ploche zobrazí menu.



Obr. 99 Ponuka na odmeriavanie

V tomto menu sú umiestnené všetky možnosti, ktoré je možné využiť pri meraní napríklad vzdialenosť medzi dvoma bodmi, hranami, dĺžka samotnej hrany, uhol, plocha a objem.

- Prvá funkcia je **Lenght** (dĺžka) . Prostredníctvom tejto funkcie sa dá odmerať dĺžka hrany, alebo tiež vypočítať obvod plochy, prípadne viacerých plôch.
- Ďalšou v poradí je funkcia **Distance** (vzdialenosť) . Funkciou **Distance** môže byť odmeraná vzdialenosť medzi plochami, hranami alebo bodmi. Pri meraní touto funkciou je nutné vybrať minimálne dve hrany, alebo plochy. V prípade ak sa vyberie len jedná plocha, program v príkazovom riadku oznámi informáciu o potrebe výberu ďalšej referencie. Plochy, respektíve hrany musia byť na seba rovnobežné!
- Nasledujúca funkcia je **Angle** (uhol) . Touto funkciou sa meria uhol. Opäť ide o meranie medzi dvoma hranami alebo plochami. Plochy, respektíve hrany sa musia dotýkať, pretínať v nejakom mieste.
- Štvrtá pomocná funkcia na meranie je **Diameter** (priemer). Využíva sa ak má byť meraný priemer diery. Opäť je možné zmerať krivku alebo plochu diery. Samozrejme plocha diery je plášť valca vo vnútri otvoru.

***Tip:** V prípade ak sa začína merať, postačuje aktivácia funkcie Measure bez nutnosti výberu konkrétneho spôsobu merania. Program sám dokáže rozpoznať, či je meraná vzdialenosť medzi dvoma plochami, uhol alebo priemer diery. Pri samotnom meraní sa v dialógovom okne zobrazí viac informácií ako objem, či obsah.*


10. Family Table

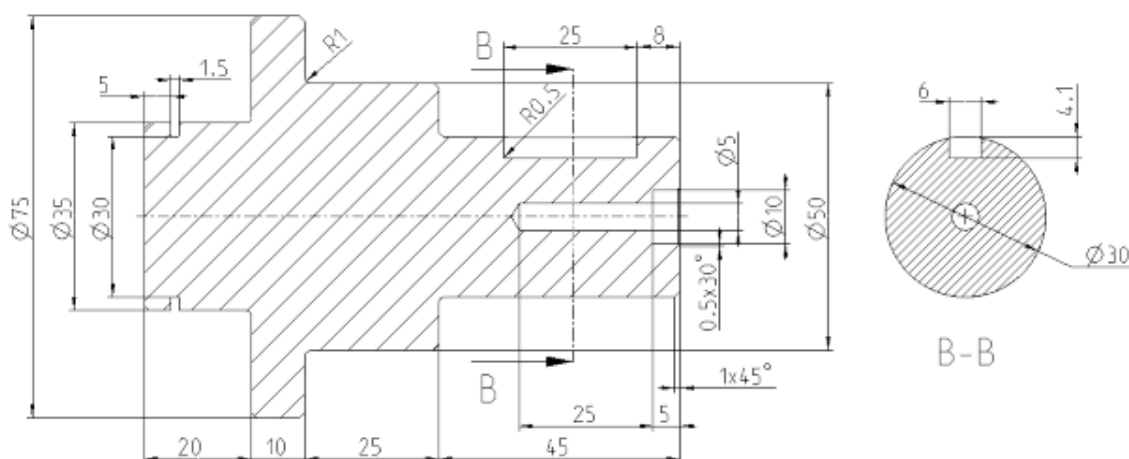
Nasledujúci text sa venuje základným postupom a pravidlám pri aplikovaní funkcie **Family Table**. Pomocou tejto funkcie môžu byť vytvorené rôzne varianty, ktoré majú pôvod v jednej súčiastke. Prvotná súčiastka sa nazýva **Generic**. Jej najdôležitejšou vlastnosťou je univerzálna komplexnosť, čiže skutočnosť, že **Generic** obsahuje vo svojom strome konštrukčných operácií všetky modelovacie kroky budúcich realizovaných variantov. Tieto varianty sa nazývajú **Inštancie**.

Inštancie môžu obsahovať buď rozmerové modifikácie prvotného modelu alebo tiež rozdielne konštrukčné prvky (**Items**), akými sú napríklad diery, zrazenia a zaoblenia, prípadne aj pridávanie a odoberanie materiálu. **Family Table** sa využíva hlavne pri tvorbe zostáv s variabilnými prvkami. V nasledujúcich bodoch sa predvedú postupy pri tvorbe dielu ako **Generic** a jeho **Inštancií** s využitím funkcie **Family Table**.

10.1. Modelovanie prvotnej súčiastky

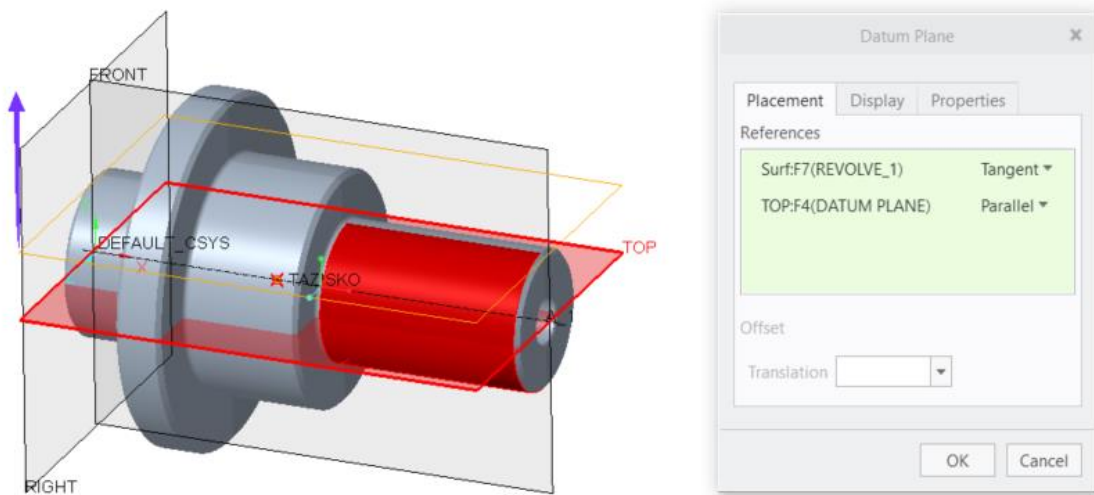
Ako prvé sa zdefiniuje pracovný adresár pomocou príkazu **File/Set Working Directory**. Adresár sa pomenuje napríklad: C:\Priezvisko\Predmet\Cvicenie_3

1. Pomocou príkazu **File/New (CTRL+ N)** sa vytvorí nový part s názvom napríklad FT.
2. Na základe doposiaľ získaných poznatkov sa zhotoví hriadeľ.
 - Rotačná súčiastka sa začína vytvárať funkciou  **Revolve**. Orientáciu skice si užívateľ definuje ako v predošlých prípadoch.
 - Podľa obrázka hriadeľa v reze sa zostrojí základná skica profilu. Po dokončení skice sa zadá v dialógovom okne funkcie **Revolve** hodnota priestorové otočenia 360° a potvrdí **OK**. Táto operácia, ktorá sa práve vytvorila, sa zapíše do stromu operácií pod označením *Revolve 1*.




Obr. 100 Hriadeľ - Generic

- Na čele hriadeľa sa vytvorí odstupňovaná diera *Hole 1*.
- Následne sa aplikujú zaoblenia *Round 1* a zrazenia *Chamfer 1* na vonkajšie hrany súčiastky.
- Vytvorí sa priestorové vysunutie *Extrude 1*, ktoré vytvorí drážku pre tesné pero. Ešte predtým je potrebné vytvoriť tangентnú rovinu na plochu rotačnej súčiastky, ktorá je zároveň rovnobežná s pôdorysnou rovinou.






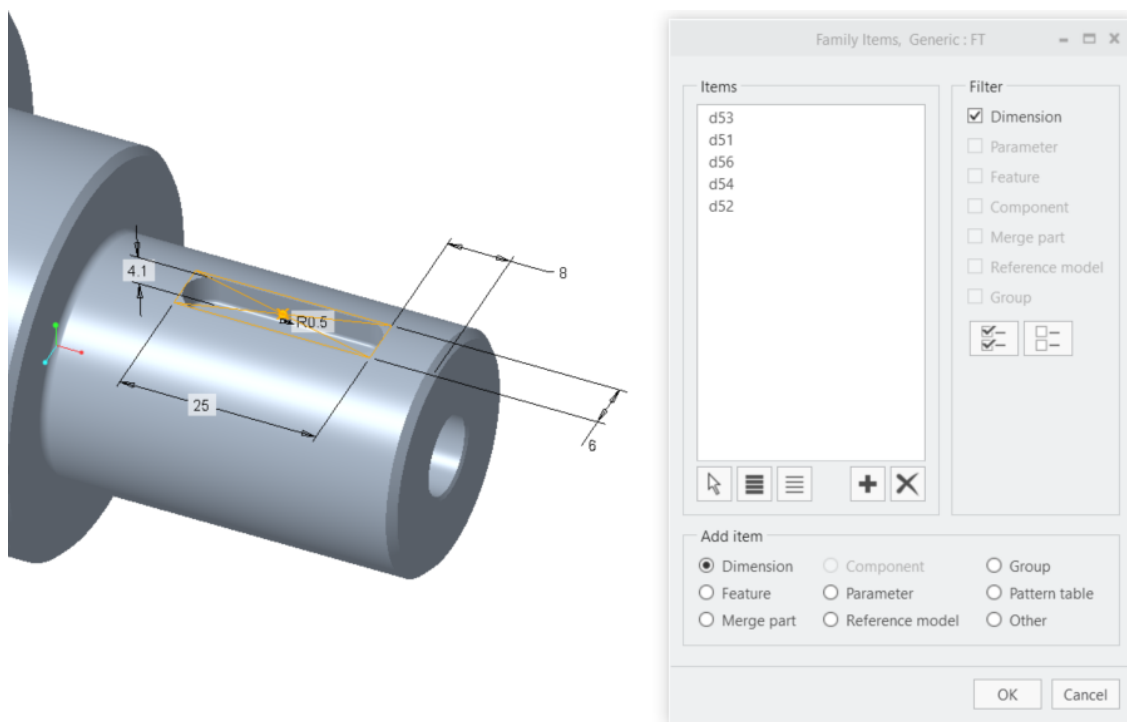
Obr. 101 Vytvorenie tangентnej roviny

- Následne do vnútra drážky sa aplikujú opäť zaoblenia hrán *Round 2*.
 - Ako posledná sa vytvorí drážka, ktorá sa nachádza na prvom oddieli súčiastky funkciou priestorovej rotácie ako *Revolve 2*, pokiaľ už nebola vytvorená v prvej skici *Revolve 1*.
3. V tomto bode sa vytvoria v strome operácií skupiny (Groups).
- V ľavom navigačnom menu (strome operácií) pri stlačenej klávese **CTRL** sa označia operácie *Hole 1*, *Chamfer 1*, *Round 1*.
 - Na označených operáciách sa vyvolá rýchle menu a zvolí nástroj  **Group**. V strome sa všetky označené operácie spoja do jednej skupiny pod názvom *Group LOCAL_GROUP*. Jej názov je možné prepísať napríklad na *Group_1*.
 - Tento istý spôsob sa použije pre prvky *Extrude 1*, *Round 2* a *Revolve 2*. Vytvorí sa tak skupina s názvom *Group LOCAL_GROUP_1* a tá môže byť premenovaná na *Group_2*.

10.2. Zadávanie inštancií


V tomto bode sú popísané úkony pre tvorbu **Family Table**.

- Aktivuje sa funkcia  **Family Table**, ktorá sa nachádza v hlavnom príkazovom menu **Tools/Family Table**. Aktivovaním príkazu sa otvorí pracovná plocha, kde po potvrdení ikony  sa vytvorí nový riadok predstavujúci novú inštanciu (variantu súčiastky). Následne sa vytvoria štyri ďalšie inštancie, ktorým bude automaticky priradený názov (FT_INST, FT_INST1, FT_InST2, FT_INST3). Tento názov po potvrdení môže byť v tabuľke ľubovoľne zmenený.
- Po kliknutí na ikonu  sa vytvorí nový stĺpec (Items), predstavujúci konštrukčnú operáciu alebo rozmer, ktorý sa bude meniť. Nová verzia bude charakterizovaná práve na základe týchto nadefinovaných stĺpcov. V poli s označením **Add Item** sa môže zvoliť typ operácie, ktorá sa bude definovať. **Dimension** slúži na selekciu rozmerov. Pomocou typu **Feature** sa vyberajú konštrukčné operácie, akými sú *Extrude*, *Revolve*, *Chamfer*, *Round* a ďalšie. Typ **Parameter** slúži na selekciu parametrov. **Group** slúži na selektovanie vytvorených skupín.
- V tomto vašom prípade, ostane zaškrtnuté pole **Dimension**, keďže sa bude vyberať rozмеры drážky pre pero. Kliknutím ľavým tlačidlom myši na šípku pri **Group 2** v strome operácií sa rozbalia prvky kde sú zahrnuté rozмеры drážky. Po označení **Extrude 1** sa v modeli zobrazia kóty drážky. Pri ich označovaní sa postupne zobrazia v okne **Items** pod ich označením *dxx* (kde xx je číselná hodnota označeného prvku).

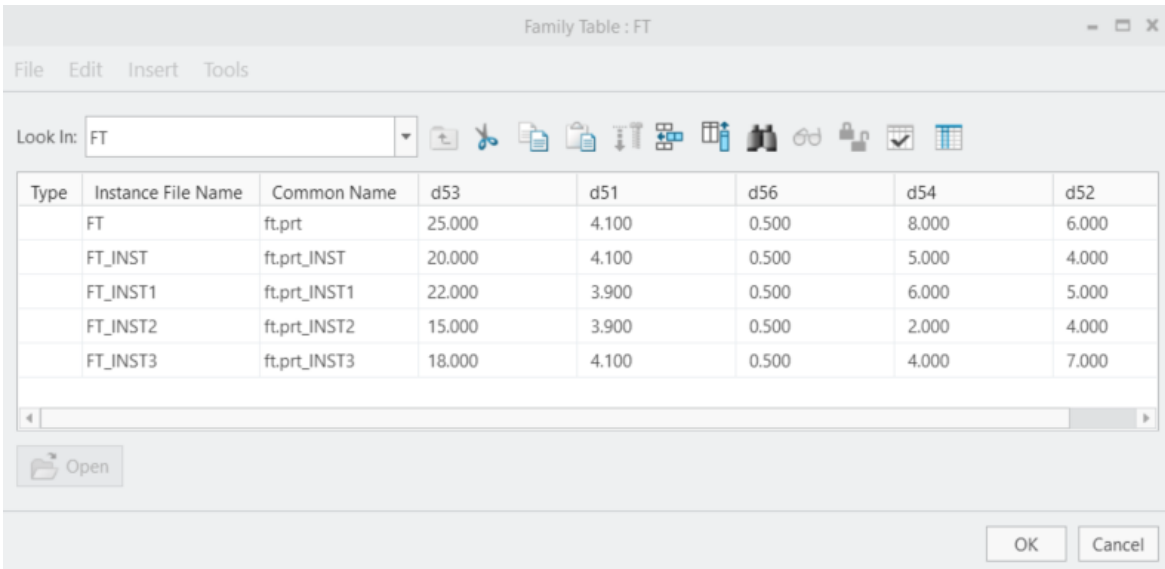


Obr. 102 Výber potrebných hodnôt pre Family Table

- Následne sa okno potvrdí tlačidlom **OK**. V hlavnom okne sa do predom vytvorených riadkov (inštancií) vložili parametre. Podľa potreby sa vypíše tabuľka tak, aby sa vytvoria databázu

s potrebnými variáciami danej drážky. Taktiež je možné zmeniť názvy inštancií pre lepšiu orientáciu. Po vyplnení tabuľky sa kliknutím na ikonu  prebehne kontrola, či je všetko korektne vyplnené.

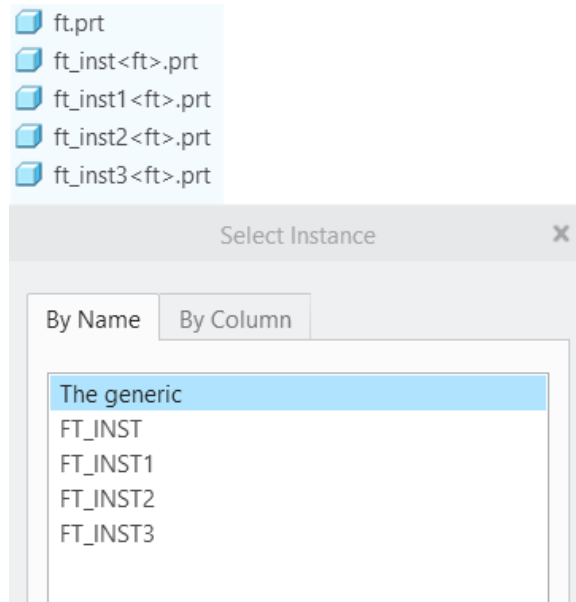
- Po stlačení tlačidla **OK**, sa v tabuľke zobrazí päť stĺpcov (v závislosti na počte vybraných parametrov), ktoré reprezentujú hodnoty, ktoré boli vybraté v predchádzajúcom kroku. Do políčok, kde sa nachádza * sa vyplnia požadované hodnoty tak, aby vznikla potrebná databáza súčiastok. V prípade, ak by boli vybraté v predchádzajúcom kroku prvky ako **Feature**, alebo **Group**, tak sa nezadáva číselná hodnota, ale **Yes**, alebo **No** teda má alebo nemá byť zobrazená v danej inštancii.



Type	Instance File Name	Common Name	d53	d51	d56	d54	d52
FT	ft.prt	ft.prt	25.000	4.100	0.500	8.000	6.000
FT_INST	ft.prt_INST	ft.prt_INST	20.000	4.100	0.500	5.000	4.000
FT_INST1	ft.prt_INST1	ft.prt_INST1	22.000	3.900	0.500	6.000	5.000
FT_INST2	ft.prt_INST2	ft.prt_INST2	15.000	3.900	0.500	2.000	4.000
FT_INST3	ft.prt_INST3	ft.prt_INST3	18.000	4.100	0.500	4.000	7.000

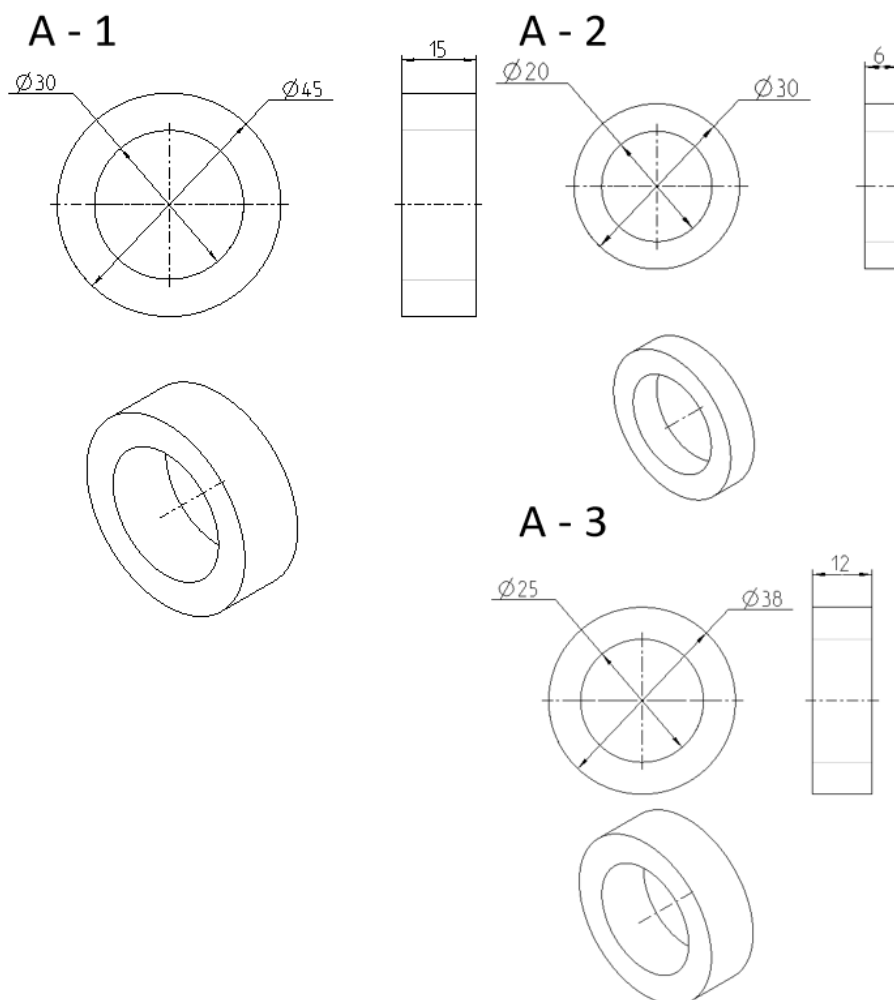
Obr. 103 Vyplnené inštalácie tabuľky Family Table

- Pri následnom uložení modelu sa uložia aj všetky inštalácie (možnosti) súčiastky.
- V koreňovom adresári je uložený hlavný model a jeho inštalácie. Pri otváraní sa označí, vyberie hlavný part, teda *Generic*, v tomto prípade je to názov súčiastky ft.prt.
- V prípade, ak by bolo potrebné otvoriť hociktorú ďalšiu inštaláciu, tak ju program otvorí po označení bez akýchkoľvek problémov.
- Ak sa vyberie hlavná súčiastka otvorí sa tabuľka, kde je hlavná súčiastka **The generic** a inštalácie, ktoré boli vytvorené vo funkcii **Family Table**. Označením inštalácie, ktorá je práve potrebná a následnom potvrdením tlačidla **Open** sa načíta požadovaná súčiastka.
- V prípade, ak je záujem vytvoriť novú inštaláciu, alebo editovať/doplniť starú, musí sa otvoriť **The Generic** a aplikovať zmeny priamo v základom parte. Ak sa zmena aplikuje len v jednej z inštalácií, tá sa neprenesie na tvar do ostatných.



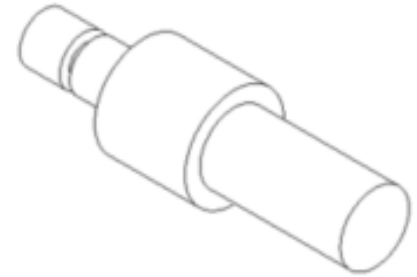
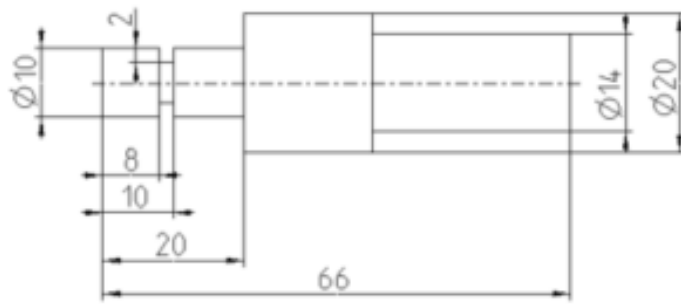
Obr. 104 Tabuľka inštancií a výber inštancie

10.3. Testovacie cvičenia – Family Table

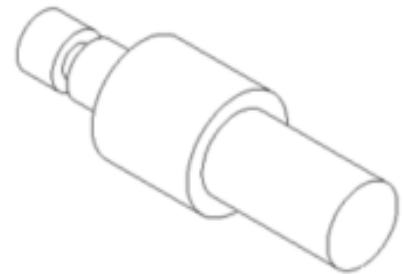
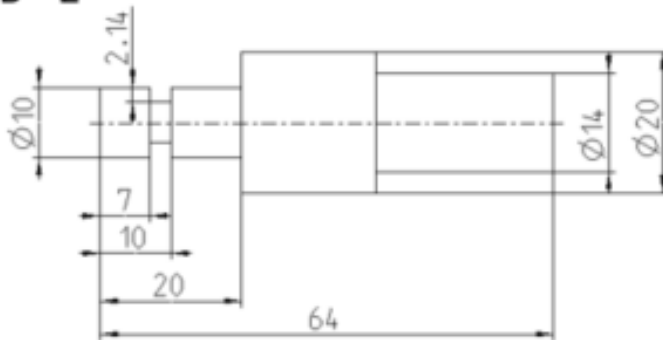


Obr. 105 Príklad Family Table 01

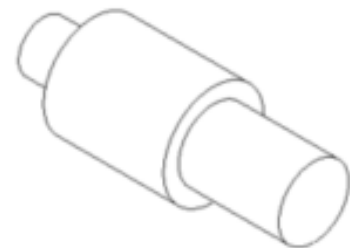
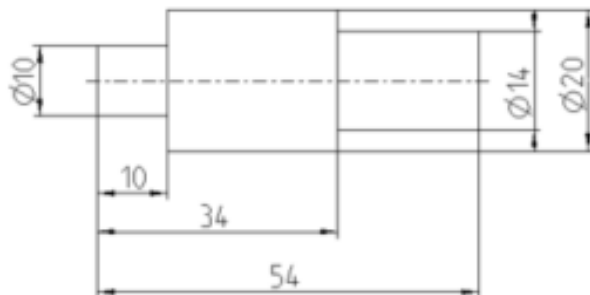
B - 1



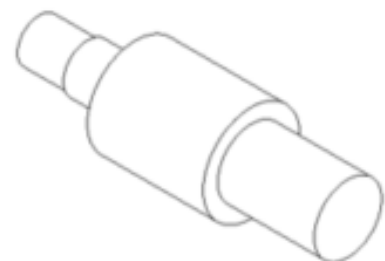
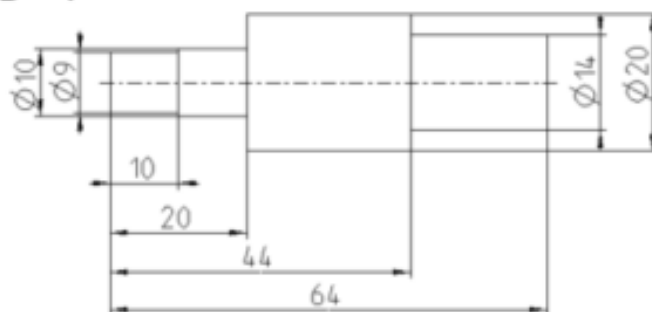
B - 2



B - 3

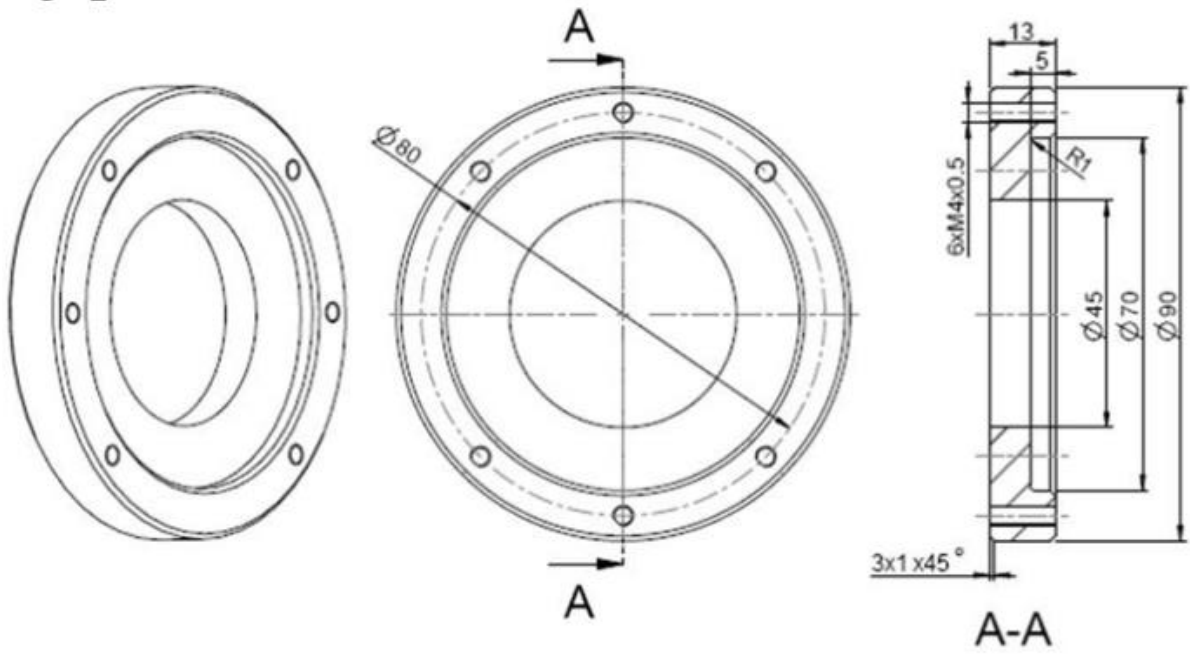


B - 4

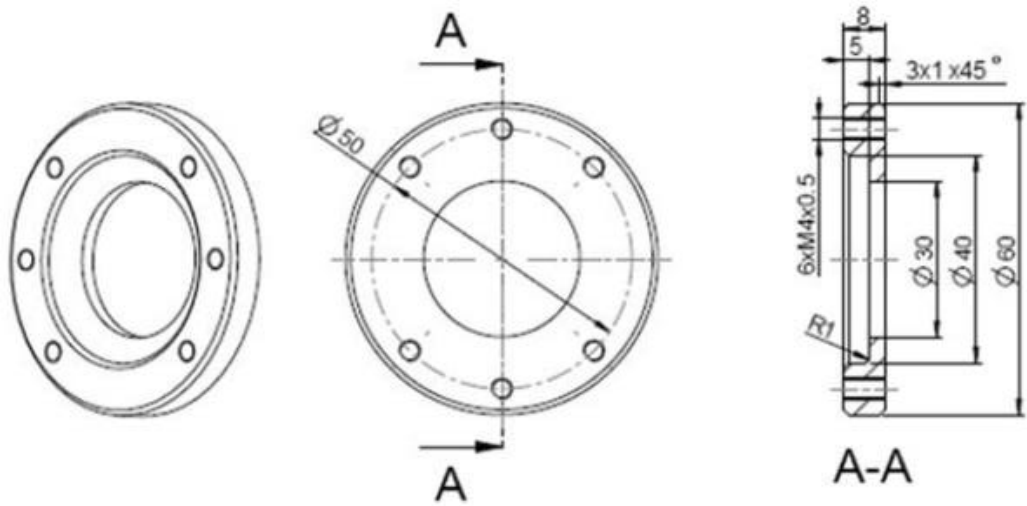


Obr. 106 Príklad Family Table 02

C - 1

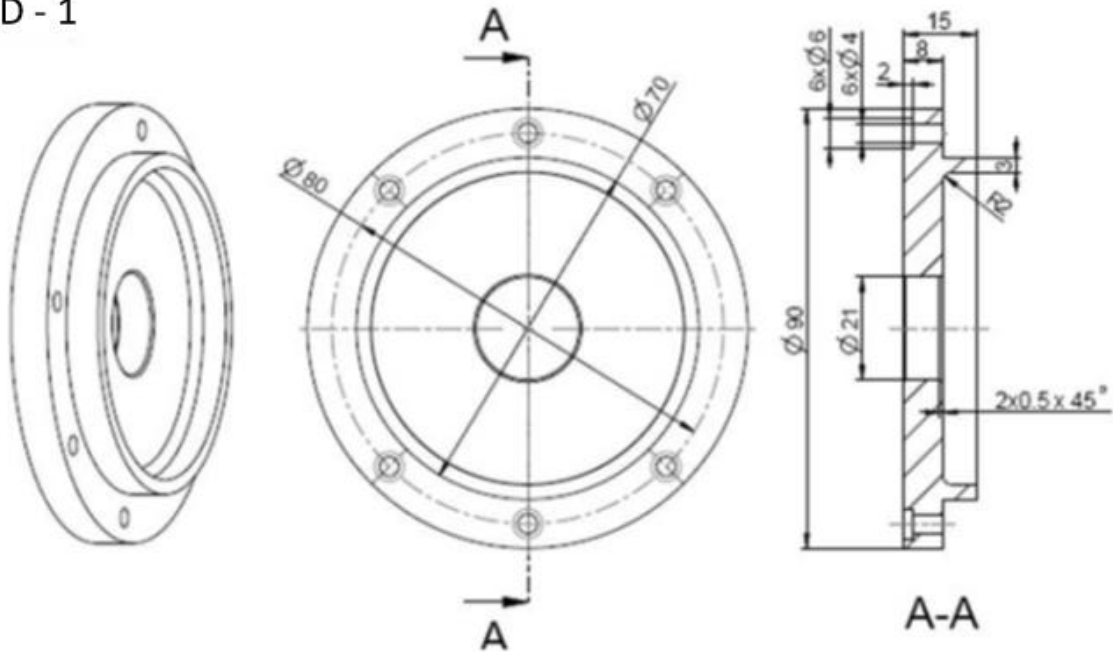


C - 1

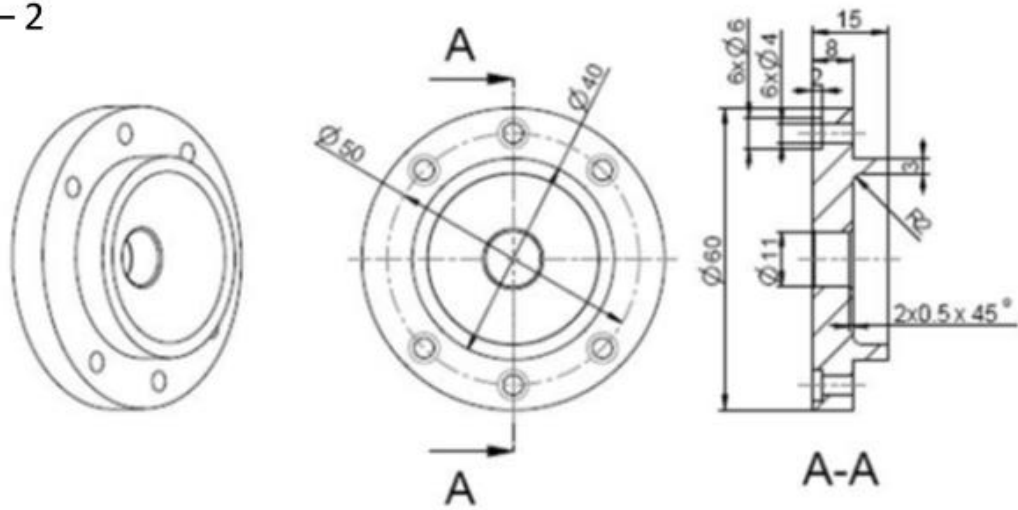


Obr. 107 Príklad Family Table 03

D - 1



D - 2

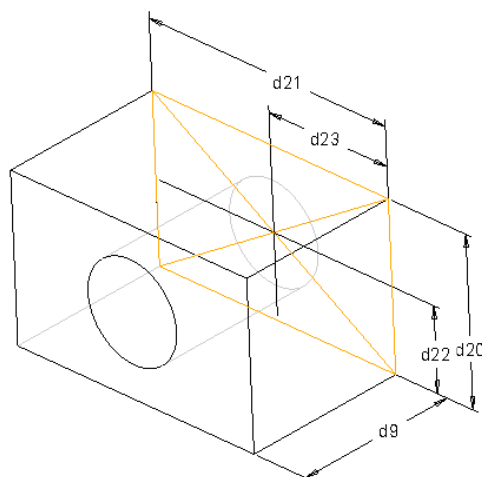


Obr. 108 Príklad Family Table 04

11. Relations (Tvorba relácií)

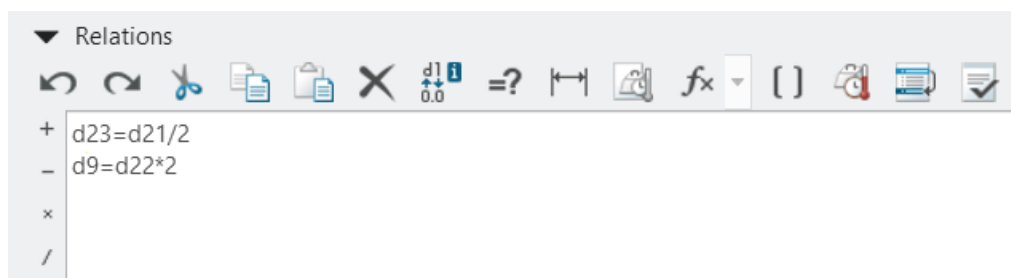
Táto funkcia slúži na preddefinovanie určitých parametrov a na pridelenie vlastností prvkom, ktoré sú súčasťou modelu alebo zostavy. Podstata je založená na vytvorení väzieb a zadenovaní podmienok medzi jednotlivými entitami. Na základe týchto vzťahov sa model dokáže plynule modifikovať a reagovať na vzniknuté konštrukčné zmeny. Funkcia **d= Relations** sa nachádza v hlavnom príkazovom menu v záložke **Tools**.

- Po aktivovaní funkcie **Tools/ d= Relations** sa otvorí dialógové okno tohto nástroja. Kurzorom sa prejde do navigačného menu a klikne na operáciu, ktorej majú byť priradené väzby. Na modeli sa namiesto kót danej operácie zobrazia rozmerové znaky bez číselnej hodnoty.



Obr. 109 Zobrazenie rozmerových znakov


Po kliknutí na rozmerový znak mu v dialógovom okne relácií je možné priradiť parameter, podľa ktorého sa bude riadiť. Matematické operácie v rámci jednotlivých vzťahov sa jednoducho pridajú pomocou znakov na ľavej strane dialógového okna. Zo zápisu na obrázku je zrejmé, že jeden parameter stredy diery d22 je rovný polovici dĺžky strany s parametrom d21. Parameter dĺžky hrany d9 je rovný dvojnásobku hrany d22.

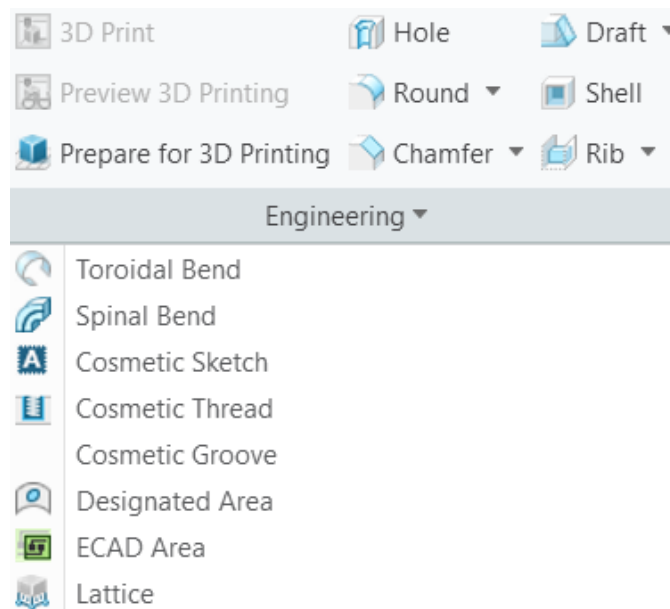


Obr. 110 Tabuľka relácií


12. Cosmetic Thread

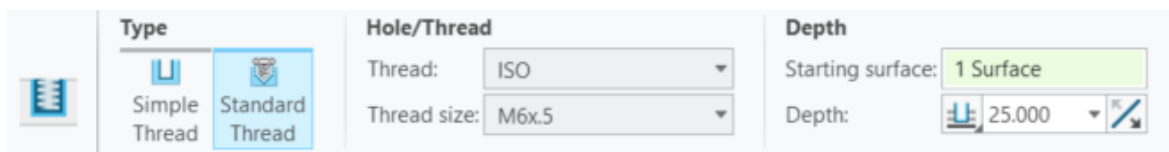
Funkcia **Cosmetic Thread** sa používa v prípade ak je potrebné vytvoriť závit na súčiastke. Na rozdiel od iných CAD systémov Creo nezobrazuje závit fyzicky, ale len označený čiarami.

- Funkcia  **Cosmetic Thread** je umiestnená v hlavnom menu, v sekcii **Engineering/Cosmetic Thread**.

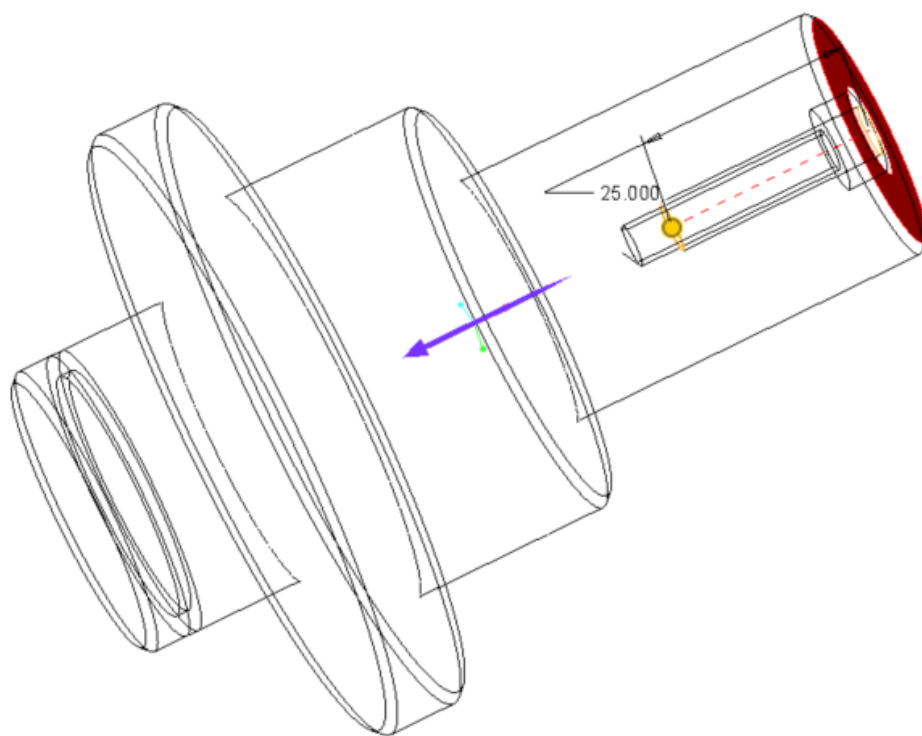


Obr. 111 Cosmetic Thread

- Pri tvorbe závitú je ako prvé potrebné na ploche súčiastky vybrať plochu, na ktorej má byť vytvorený závit. Po aktivácii funkcie sa vyberie karta **Placement** a potom plocha, kde sa má závit nachádzať. Následne sa v karte **Depth** vyberá plocha, kde má závit začínať.
- Nastaví sa dĺžka závitú a ukončí príkaz tlačidlom **OK**.
- Ak užívateľ vieť určiť veľkosť diery pre závit použije tento spôsob zadávania. V prípade ak je požadované, aby bol závit vytvorený automaticky, respektíve aby sedela diera vyberie sa ikona . V novom menu po rozbalení jednotlivých položiek je možné vybrať normu a príslušnú veľkosť závitú, obdobne ako pri funkcii **Standard hole**.




Obr. 112 Cosmetic Thread podľa metrického závitú





Obr. 113 Znáozornenie závitú

13. Cross Sections (Tvorba rezov)

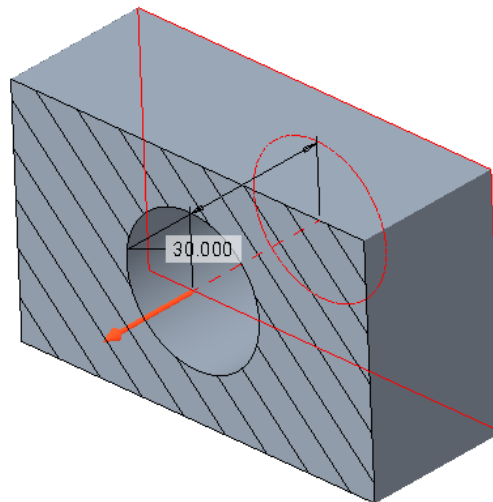
Táto časť je zameraná na problematiku tvorby rezov. Rez je zobrazenie predmetu pretnutého definovanou plochou. Jeho funkciou na úrovni partov je vizuálna prezentácia niektorých ťažko dostupných alebo slabo viditeľných častí modelu. Na úrovni zostáv slúžia rezy nie len na lepšie vysvetlenie problémových častí konštrukcie, ale napomáhajú aj pri samotnom skladaní partov do zostáv. Vo výkresoch sa zase rezy aplikujú pre lepšiu čitateľnosť jednotlivých výrobných operácií.

- Konštrukčné rezy sa tvoria pomocou funkcie  **Section** nachádzajúcej sa v hornom kontextovom menu v záložke **View/Section**.
- Po potvrdení tejto funkcie sa užívateľ dostane do ovládacieho prvku rezov.
- V ovládacom menu rezu, v zložke **Properties** môže byť zmenený automatický názov rezu. Pre názvy rezov sa používajú veľké písmená abecedy (A,B,C...).
- Pomocou tejto funkcie je možné vytvoriť tri druhy rezov: **Planar**, **Offset** a **Zone**.

13.1. Planar


Vďaka rýchlemu a jednoduchému zhotoveniu ide o najpoužívanejší typ rezu. Funkciou  **Planar** sa vytvárajú rezy definované pomocnou rovinou. Funkcia **Planar** je umiestnená v roletovom menu pod hlavnou ikonou  **Section** alebo ju je možné vyvolať kliknutím priamo na hlavnú ikonu.

- Pri vytváraní nového rezu sa potvrdí metóda **Planar**.





Obr. 114 Tvorba rovinného rezu

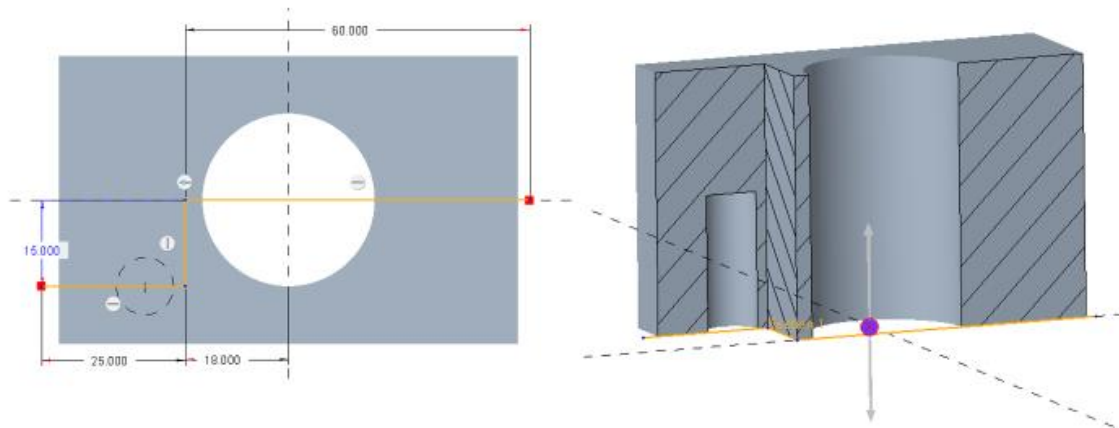
- Vyberie sa rovina, ktorá má predstavovať plochu rezu, čím sa dokončí rez. Orientácia rezu vzhľadom k jeho referenčnej rovine je určená orientáciou tejto roviny. Preto ak je potrebné zmeniť orientáciu rezu, v strome operácií sa vyberie rovina tohto rezu a zmení sa jej

orientácia (ľavé tlačidlo, **Edit Definition**, otočenie šípky). Rez sa tým zmení na opačný. Zmenu orientácie je možné vykonať aj priamo v hornom menu editovaním orientácie vektora ikonou  v karte **Orientation**.

13.2. Offset

Ide o lomený rez. Používa sa preto v prípadoch, kde je potrebné zobrazit' v reze viacero útvarov, napr. rôzne typy dier. Rezy zhotovené funkciou  **Offset** sú definované pomocou skice. Táto skica zhotovená v správnej rovine prechádza všetkými útvarmi, cez ktoré má viesť vytváraný rez.




- Pre vytvorenie lomeného rezu je potrebné kliknúť na šípku pod hlavnou ikonou a vo vyskakovacom menu vybrať možnosť  **Offset Section**.
- Výberom plochy, roviny v karte Sketch sa automaticky aktivujete skicár.
- Skica, ktorá definuje lomený rez nesmie byť uzavretá a musí začínať aj končiť mimo súčiastky.



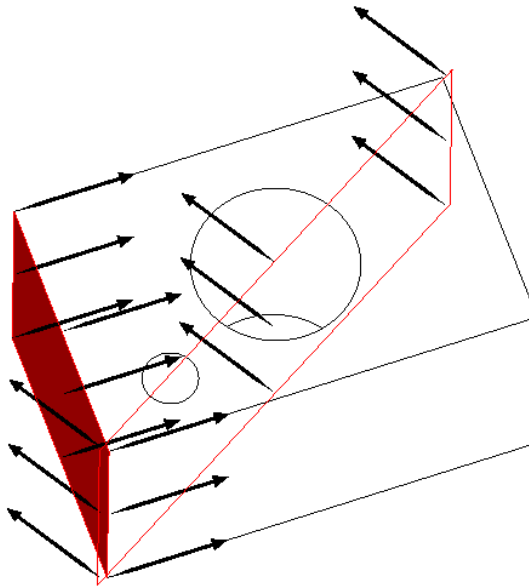
Obr. 115 Lomený rez prostredníctvom skice

13.3. Zone



Ide o menej používaný typ rezu, nakoľko je k jeho definovaniu potrebné mať zostrojené pomocné roviny. Rezy vytvorené metódou **Zone** sa vo výkresoch používajú na znázornenie 3D rezu, čím sa líšia od predošlých typov, ktoré sa zobrazujú len v 2D pohľade.

- Pri tvorbe rezu sa aktivuje metóda  **Zone**. Kurzorom sa potvrdí jedna z rovín, ktoré budú tvoriť rez.
- Kliknutím na tlačidlo  sa môže definovať ďalšia vymedzovacia rovina. Naopak tlačidlom  sa odoberie rovina zo zoznamu plôch, ktoré vymedzujú konštruovaný rez. Šípky

vychádzajúce z rovín určujú prienik, ktorý v konečnom dôsledku vytvorí rez, ako je to znázornené na obrázku.

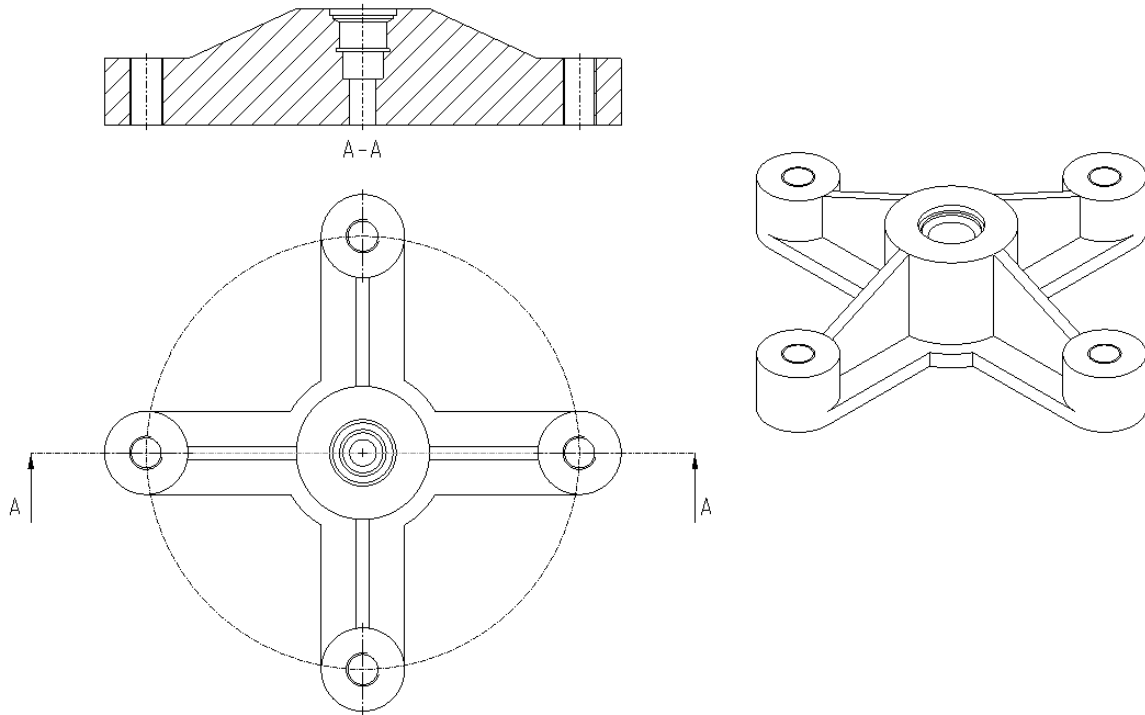


Obr. 116 Tvorba zónového rezu


Zmena orientácie šípok sa realizuje potvrdením klávesy . Ak je potrebné editovať tento zónový rez, v strome súčiastky sa klikne na šípku pri položke **Footer**. Na danom mieste sa nachádza názov rezu. Po kliknutí ľavým tlačidlom myši na menovku rezu a zobrazení vyskakovacieho poľa, sa vyberie možnosť  **Edit Definition**.

14. Rib

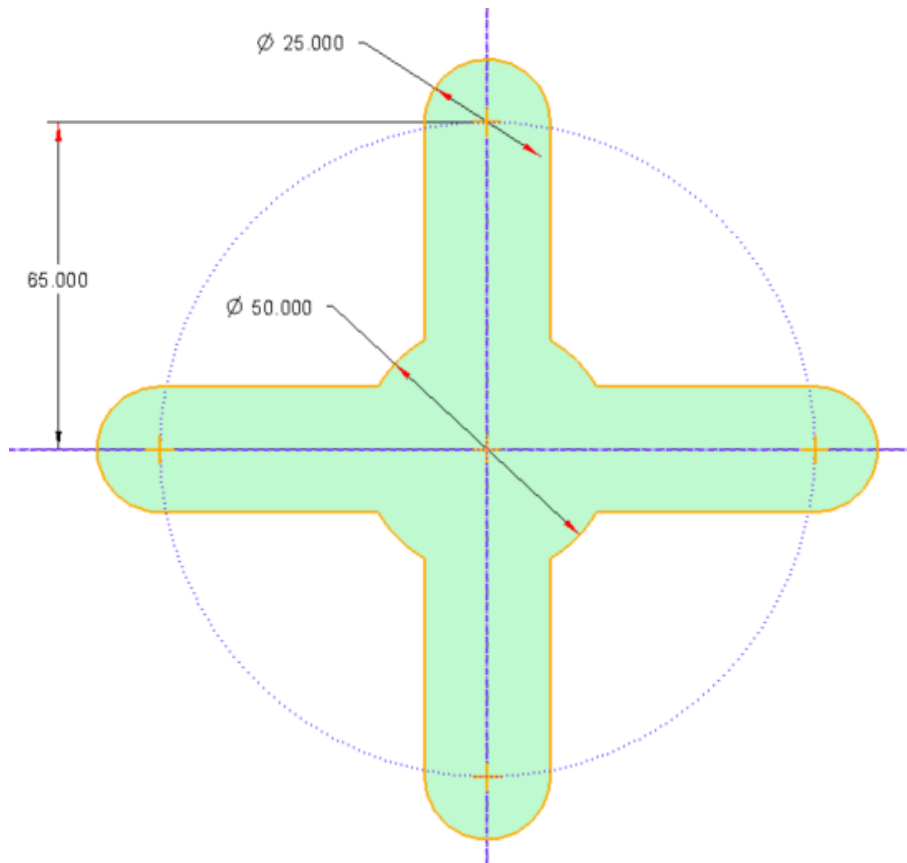
V tejto časti sa precvičia základné postupy a pravidlá pri aplikovaní funkcie tvorby konštrukčných rebier a tvorba pomocných rovín, osí a bodov. Postup tvorby vzorovej súčiastky je rozpísaný v bodoch.






Obr. 117 Vzorový 3D model pre funkciu Rib


1. Zadefinuje sa pracovný adresár podľa pokynov v prvej časti.
2. Pomocou príkazu **File/New (CTRL+N)** sa vytvorí nový part s názvom **Rib**.
3. Na základe poznatkov získaných z predošlých príkladov sa práca začne tvorbou skice priamo vo funkcii  **Extrude**.
4. Zostrojí sa skica podstavy podľa obrázka. Je možné ako prvé zostrojiť jeden z vrcholov útvaru, ktorý sa následne orotuje respektíve odzrkadlí podľa postupov opísaných v úvodnej časti, ktorá sa zaoberala nástrojmi a funkciami skicára. Po dokončení sa skica vytiahne do priestoru na hrúbku 5 mm.

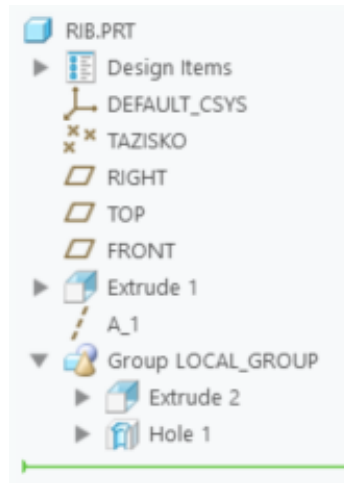
Každý konštrukčný variant je možné zhotoviť viacerými spôsobmi, ktoré sa od seba líšia počtom realizovaných operácií. Opísaný je jeden postup, užívateľ môže zvoliť vlastný. V zásade platí, že lepšie riešenie je to, ktoré zahŕňa menší počet krokov (chudobnejší, čiže prehľadnejší strom operácií).



Obr. 118 Vzorová skica súčiastky

5. Na vytvorenej podstave sa zostrojí valec, diera a pomocná os.
 - Vytvorí sa valec kopírujúci vrchol podstavy vyčnievajúci nad podstavu 15 mm.
 - Konštruovanie priechodnej diery M10x1 v osi valca.
 - V strede skice podstavy sa vytvorí os celého modelu, aktivovaním nástroj pre tvorbu osí , ktorý sa nachádza v hlavnom menu. Po zobrazení okna s referenciami, sa označí valcová plocha v strede súčiastky. Alternatívnou možnosťou je výber dvoch vzájomne kolmých rovín tak, aby vzniknutá os prechádzala stredom súčiastky.
6. Vytvorí sa skupina  pozostávajúcu z valca a jeho otvoru a použije sa ako vzor pre viacnásobné kopírovanie.
 - Kurzorom myši sa v navigačnom menu (stromu operácii) pri podržaní klávesy **CTRL** vyberú operácie, pri ktorej vznikol valec (**Extrude 2**) a vytvorená diera (**Hole 1**). Následne v zobrazenom rýchlym menu nad kurzorom myši sa zvolí nástroj  **Group**. V strome sa operácie Extrude 2 a Hole 1 spoja do jednej skupiny pod názvom **Group LOCAL_GROUP**. Skupinu je možné po vytvorení premenovať vyvolaním

ponuky pravým tlačidlom myši a výberom možnosti  **Rename**. Podobným spôsobom sa môžu kvôli väčšej prehľadnosti upraviť všetky operácie a skupiny v strome.

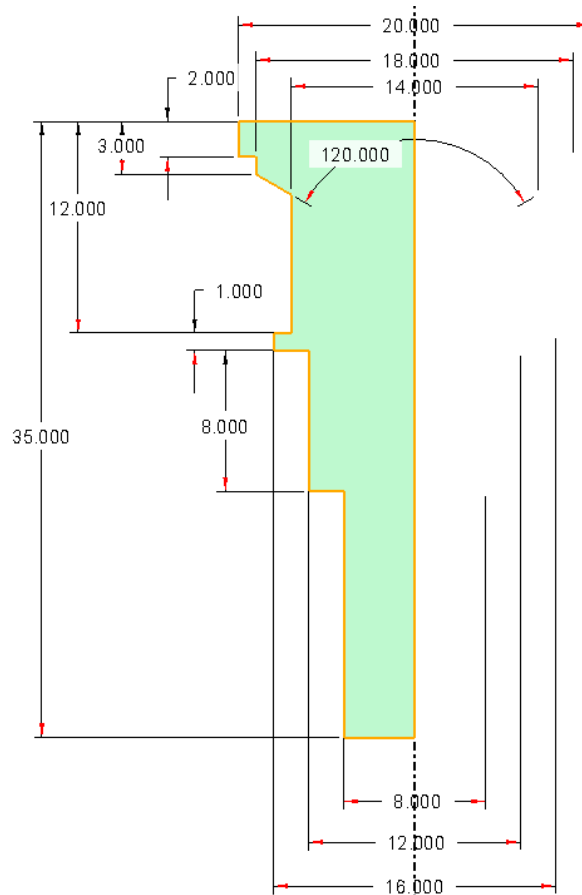


Obr. 119 Strom prvkov a operácií




- Podľa pravidiel opísaných v predchádzajúcich častiach sa aplikuje na vzniknutú skupinu funkcia **Pattern** tak, aby sa valec s dierou odkopírovali na všetky štyri vrcholy. Vzhľadom na postupnosť krokov, možno bude potrebné v strome operácií presunúť pripravenú pomocnú os pred vytvorenú skupinu.

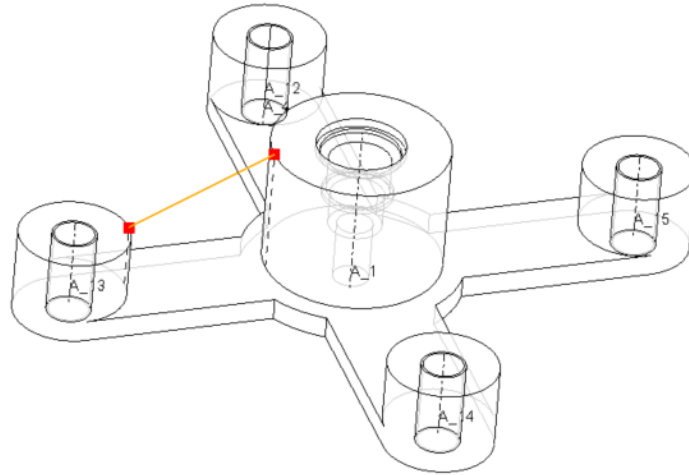
Alternatívnym postupom je vytvorenie štyroch valcov naraz pomocou jednej skice a jednej funkcie **Extrude**. Následne by sa do nich vyhotovili diery. Konštruktér si volí vlastný spôsob, ktorý mu najviac vyhovuje. Často je potrebné rozmýšľať niekoľko krokov dopredu, čo minimalizuje potrebný čas strávený nad prípadnými opravami nevhodne zvoleného postup.

7. Zostrojí sa stredový valec s priemerom 40 mm vyčnievajúci z podstavy 30 mm. Ako skicovacia plocha sa zvolí vrchná plocha podstavy.
 - Následne sa do nej vytvorí skicovaná diera podľa rozmerov na obrázku.





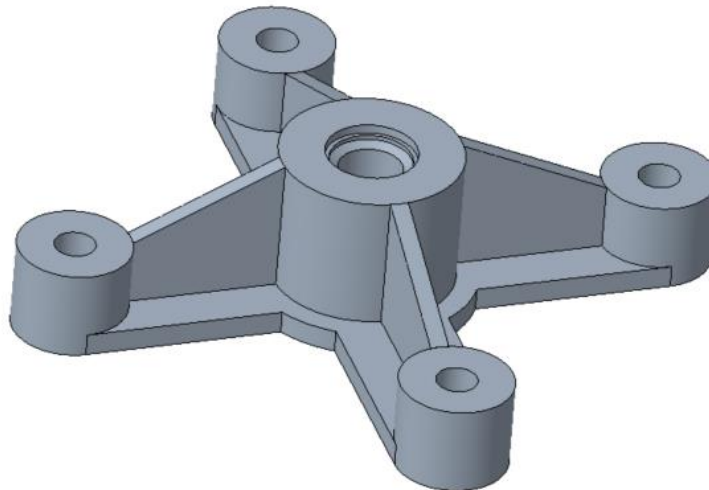
Obr. 120 Rozmery skicovanej diery

8. Tvorba konštrukčného rebra. Nástroj **Rib** sa nachádza v hlavnom menu a je označený ikonou . Je potrebné ponuku rozbaľiť, pretože obsahuje dve varianty. Pre pokračovanie v modelovaní sa zvolí funkcia  **Profile Rib**.
- Voľbou funkcie sa otvorí dialógové okno pre tvorbu rebier. V červeno zvýraznenej karte **References** sa ako skicovacia plocha zvolí stredová rovina, ktorá prechádza priečne súčiastkou.
 - V skicári sa najskôr nadefinujú referencie. Urobí sa tak pomocou príkazu  **References** v hlavnom príkazovom menu. Referencie sa zvolia tak, aby uľahčili tvorbu skice rebra. Následne sa vyhotoví skica, pričom je nutné pamätať na to, že obrazec predstavujúci skicu rebra nesmie byť uzavretý (viď obrázok)!



Obr. 121 Vytvorenie rebra




- Pre ukončenie skicovania sa skicár uzatvorí tlačidlom **OK**.
- Následne sa nastaví hrúbka vytváraného rebra na hodnotu 4 mm v dialógovom okne funkcie **Rib**.
- Pomocou nástroja  v poli **Width** sa nastaví pridávanie materiálu tak, aby sa rebro zostrojilo rovnomerne na obe strany od skicovacej roviny.
- Vytvorenie rebra sa dokončí kliknutím na tlačidlo **OK**.
- Rebro sa odkopíruje použitím funkcie  **Pattern**.

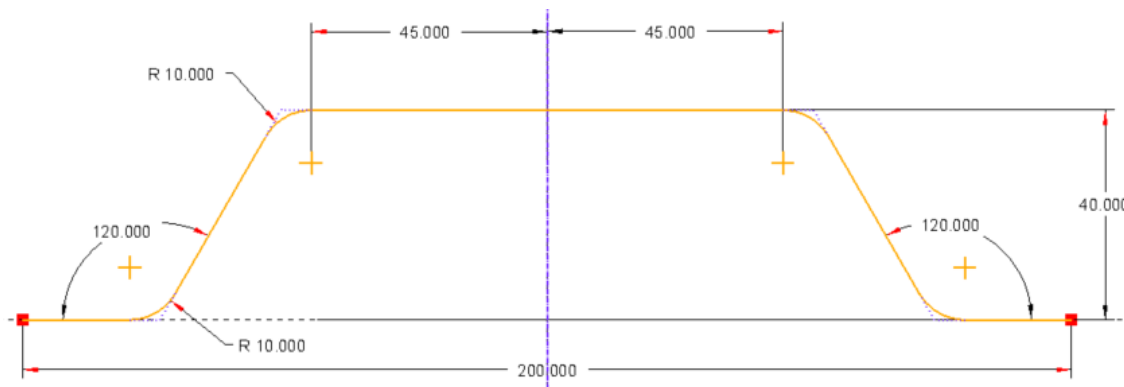


Obr. 122 Finálna súčiastka


15. Sweep

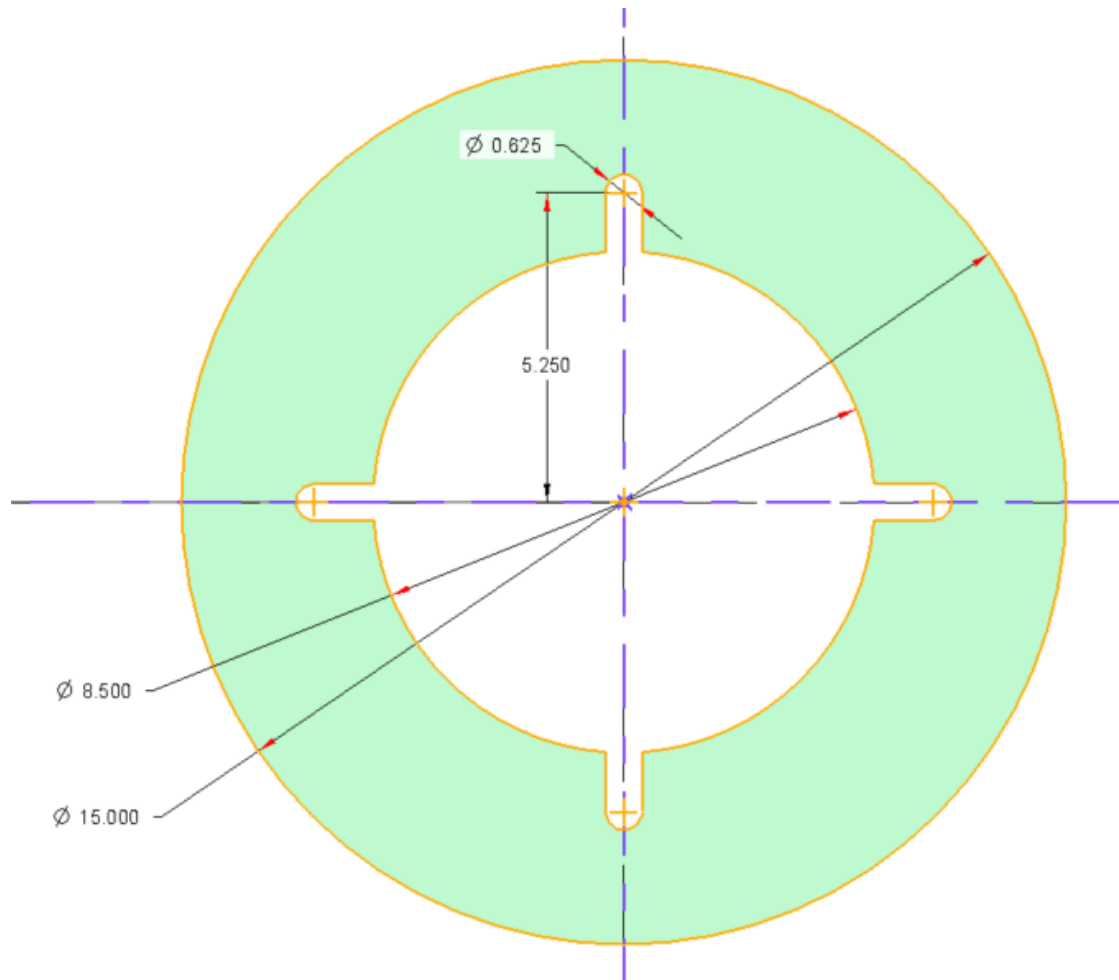
Táto funkcia slúži na vytvorenie 3D objektu na základe 2D skice, ktorá je objemovo potiahnutá po načrtnutej trajektórii. Funkcia **Sweep** má dve možné varianty prevedenia, ktoré vyplývajú z toho, či sa materiál pri realizovaní funkcie pridáva (**Sweep Protrusion**) alebo odoberá (**Sweep Cut**). V ponuke sú aj možnosti **Thin Protrusion** a **Thin Cut**, čo sú modifikácie základnej funkcie **Sweep** určené pre tenkostenné profily. V tejto časti je popísaný postup na vytvorenie modelu s využitím funkcie **Sweep**.

- Na začiatok sa aktivuje prvok  **Sweep**, ktorý je umiestnený v hornom hlavnom menu, v sekcii **Shapes**.
- Dostupné sú dve možnosti, ako vytvoriť skicu, podľa ktorej bude objekt ťahaný. Prvý spôsob je vytvoriť skicu prostredníctvom prvku **Sketch** ešte pred aplikovaním prvku **Sweep**. V tomto prípade v strome operácií je **Sketch** definovaný ako krok/operácia. Druhý spôsob je vytvorenie skice priamo v prvku **Sweep**. Vpravo hore je potrebné kliknúť na ikonu  **Datum** a následne na ikonu  **Sketch**.
- Za skicovaciu rovinu sa zvolí rovina podľa vlastného uváženia. Následne nakreslí skica podľa predlohy. Skica nesmie byť uzavretá!



Obr. 123 Predloha skice

- Po zostrojení sa funkcia ukončí tlačidlom **OK**.
- V hlavnom menu sa následne vyberie už aktívna ikonu  **Sketch**, ktorou sa zostrojí tvar, ktorý bude vytiahnutý po danej trajektórii. Program automaticky rozpozná, kde je začiatok škice, takže nemusí byť vybraný manuálne.
- Tvar prierezu sa prekreslí podľa predlohy.



Obr. 124 Prierez ťahaného profilu

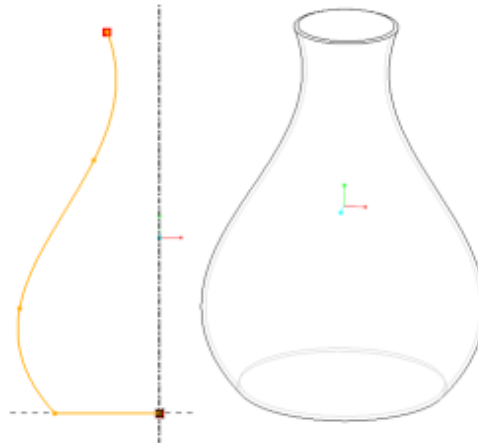
- Skicovanie prierezu sa dokončí tlačidlom **OK**, následne ukončí realizáciu funkcie **Sweep** potvrdením tlačidla **OK**.



Obr. 125 Model zhotovený prostredníctvom funkcie Sweep

Pri aplikovaní funkcie **Sweep** na tvarovú plochu, z ktorej budú použité referencie sa postup o niečo líši. Rozdiel začína v bode keď sa potvrdí tlačidlo **OK** po naskicovaní trajektórie. Celý postup je znázornený na jednoduchom príklade:

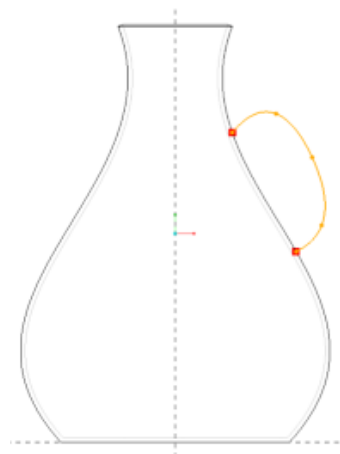
- Zostrojí sa rotačná súčiastka pričom sa začne funkciou **Revolve**. Zostrojí sa približná skica podľa tvaru zobrazeného na obrázku.




Obr. 126 Tvorba tenkostenného profilu

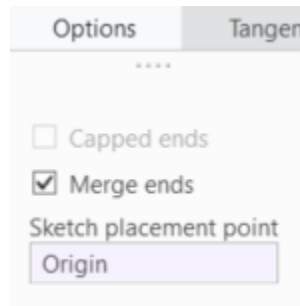
V dialógovom okne funkcie **Revolve** po opustení skicára je nutné prepnúť výber vo voľbe **Type** na tvorbu objemových telies **Solid** (pri neuzatvorenom obryse v skicári, softvér automaticky pozmení parameter na hodnotu **Surface**). Následne je odomknutá voľba **Thicken Sketch** v poli **Settings**, ktorou sa realizuje pridávanie hrúbky tenkostenným profilom, napríklad 2mm. Modelovanie sa ukončí tlačidlom **OK**.

- Pre vytvorenie rukoväte sa aktivuje funkcia **Sweep** a tak ako v predchádzajúcom príklade sa vytvorí skica na rovine. V tomto prípade rovina musí prechádzať daným modelom, nakoľko bude nevyhnutné zadať stenu telesa ako referenciu plochy.
- Zostrojí sa skica trajektórie podľa obrázka (ucho nádoby) a potvrdí tlačidlom **OK**.



Obr. 127 Tvorba ucha nádoby v prvku Sweep

- Opäť prostredníctvom ikony  **Sketch** sa vytvorí požadovaný tvar prierezu. Po vytvorení skice potvrdiť príkaz **OK**.
- Vytvorením základného tvaru ucha nádoby je zjavné že konce od referenčnej plochy majú prázdne miesta. Na to, aby došlo k automatickému prepojeniu tvarov v doplnkovom menu sa otvorí karta **Options** (priamo vo funkcii **Sweep**) a zaškrtnie aktívna možnosť **Merge Ends**. Táto funkcia zaistí, aby materiál vo tomto prípade ucha doliehal na celú stranu respektíve plochu referenčného modelu.



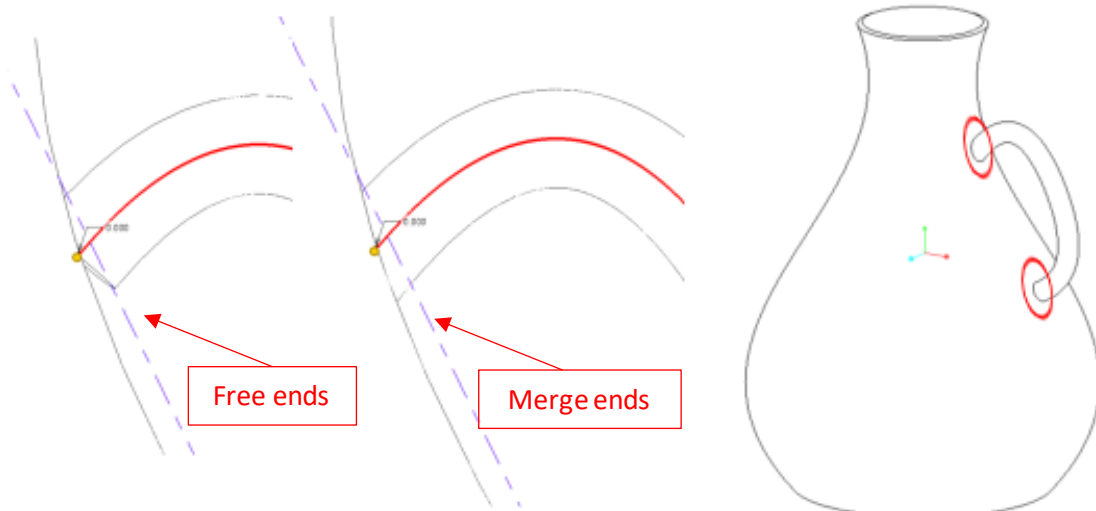
Obr. 128 Ukončenie prierezu

1. Merge Ends

Touto voľbou sa vytvorí plynulý prechod medzi ukončením funkcie **Sweep** a pôvodným modelom v mieste spojenia. Nevznikajú žiadne medzery.

2. Free Ends

Pomocou tejto voľby sa realizuje voľné ukončenie funkcie **Sweep**. Spôsob ukončenia a rozdiel oproti predchádzajúcej možnosti je znázornený na obrázku.

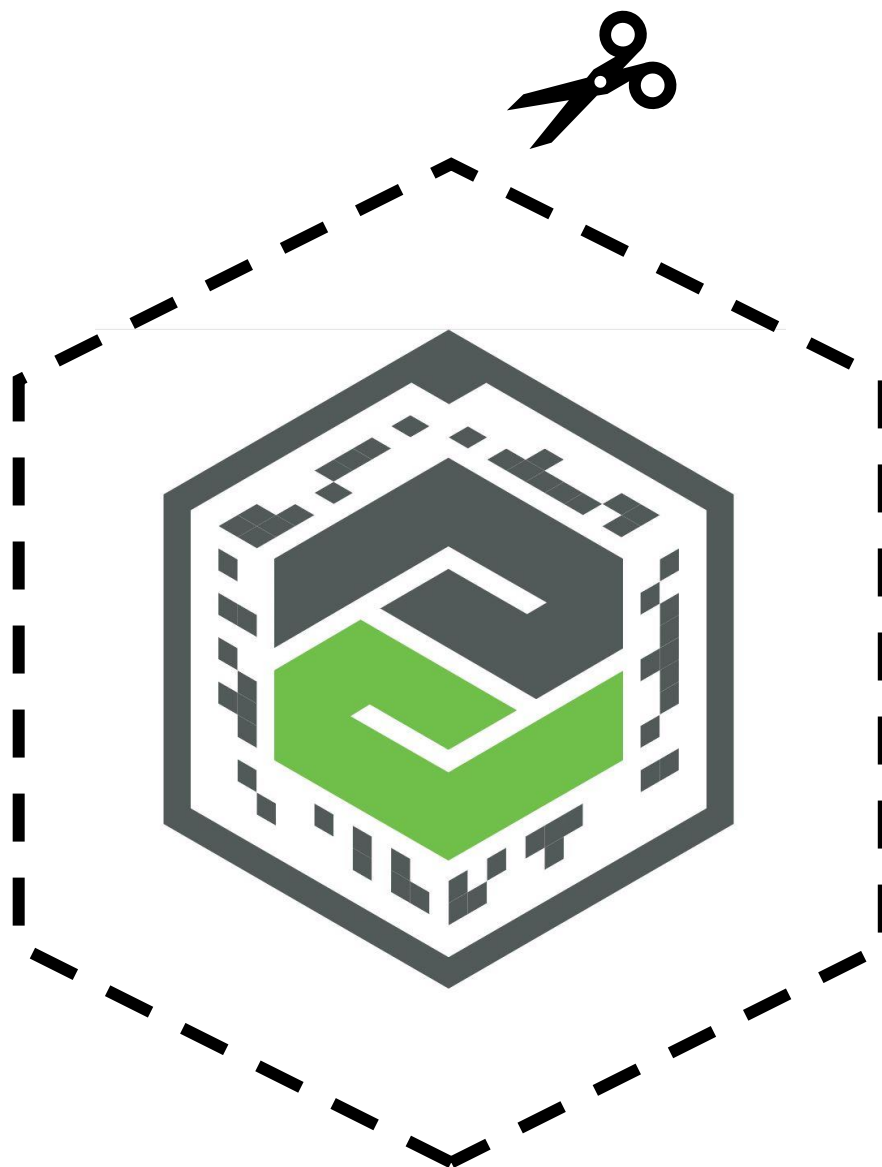


Obr. 129 Ukončenie prechodu medzi pôvodným modelom a funkciou Sweep

Zoznam použitej literatúry

- [1]. TÖRÖKOVÁ, Monika, et al. Application Use of Augmented Reality in the Educational Process. *SAR J*, 2021, 4: 14-18.
- [2]. TOOGOOD, Roger. *Creo Parametric 9.0 Tutorial*. Sdc Publications, 2022.
- [3]. GATTULLO, Michele, et al. Towards augmented reality manuals for industry 4.0: A methodology. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2019, 56: 276-286.
- [4]. SANGOLKAR, Rohini N.; KSHIRSAGAR, Vidhyadhar P. Modeling and analysis of industrial belt conveyor system using Creo parametric and Ansys software. *International Journal of Technical Research and Applications*, 2015, 3.4: 178-181.
- [5]. KAŠČAK, Jakub, et al. Implementation of augmented reality into the training and educational process in order to support spatial perception in technical documentation. In: *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*. IEEE, 2019. p. 583-587.
- [6]. GATTULLO, Michele, et al. Towards next generation technical documentation in augmented reality using a context-aware information manager. *Applied sciences*, 2020, 10.3: 780.
- [7]. KAŠČAK, Jakub, et al. Integration of augmented reality as a support tool for teaching technically oriented subjects during the distance form of education. In: *EDULEARN21 Proceedings*. IATED, 2021. p. 7045-7051.
- [8]. SERVÁN, Javier, et al. Assembly work instruction deployment using augmented reality. In: *Key Engineering Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2012. p. 25-30.
- [9]. DIDIER, Jean-Yves, et al. AMRA: augmented reality assistance for train maintenance tasks. In: *Workshop Industrial Augmented Reality, 4th ACM/IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2005)*. 2005. p. (Elect. Proc.).
- [10]. SCARAVETTI, Dominique; FRANÇOIS, Rémy. Implementation of Augmented Reality in a Mechanical Engineering Training Context. *Computers*, 2021, 10.12: 163.
- [11]. VÁCLAV, Martin, et al. Simulation assembly in teaching. *Journal of Technology and Information Education*, 2011, 3.1: 17.
- [12]. TÖRÖK, Jozef - TÖRÖKOVÁ, Monika. Simulácia výrobných systémov a procesov s využitím virtuálnej reality. Košice : Technická univerzita v Košiciach. 2021, 100s., ISBN 978-80-553-3820-0.

- [13].DUPLÁKOVÁ, Darina, et al. An Alternative Approach to the Rationalization of the Production Process Using Simulation Methods. 2021.
- [14].KAŠČAK, Jakub; KOČIŠKO, Marek; TÖRÖK, Jozef. Multifunctional Use Of Virtual Reality As A Support Tool For Distance Learning. In: *ICERI2021 Proceedings*. IATED, 2021. p. 6663-6668.
- [15].PTC Creo support. [online] [30.11.2022]
<https://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/r9.0/usascii/index.html?fbclid=IwAR0zaoWumAuKeHhct4nhktYGajNDWjw2vHqkFBbg6JIPeGwEZwh4_I0r6o#page/introduction/about_PTC_creo_help.html<
- [16].WILD, Fridolin, et al. Advanced manufacturing with augmented reality. In: *Proceedings of 1st AMAR workshop*. 2014.
- [17].SZYMCZYK, Tomasz; SKULIMOWSKI, Stanisław. The use of virtual and augmented reality in the teaching process. In: *INTED2017 Proceedings*. IATED, 2017. p. 6570-6577.
- [18].DOBROVSKÁ, Dana; VANĚČEK, David. Implementation of augmented reality into student practical skills training. In: *International Conference on Intelligent Human Systems Integration*. Springer, Cham, 2021. p. 212-217.
- [19].KAŠČAK, Jakub, et al. Conceptual Use of Augmented Reality in the Maintenance of Manufacturing Facilities. In: *International Scientific-Technical Conference MANUFACTURING*. Springer, Cham, 2022. p. 241-252.
- [20].GARZÓN, Juan. An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2021, 5.7: 37.
- [21].FEČOVÁ, Veronika, et al. Devices and software possibilities for using of motion tracking systems in the virtual reality system. In: *Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi)*, 2012 IEEE 10th International Symposium on. IEEE, 2012. p. 165-168.
- [22].Baron, P., Panda A., Pollák M., Cmorej T., : Modification of production process structure and optimization of material flow for selected types of components computer simulation means. In: *MM Science Journal*, 2017, Vol. 12, p. 1895-1900. ISSN 1803-1269



Názov: Základy práce v systéme Creo Parametric 9 s podporou rozšírenej reality

Autor: Török Jozef, Kaščák Jakub

Vydavateľ: Technická Univerzita v Košiciach

Rok: 2022

Vydanie: prvé

Náklad: 50 kusov

Rozsah: 102 strán

ISBN 978-80-553-4301-3