

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ



CAD I

Zdeněk Konečný
Jiří Marek

Ostrava 2013



TENTO STUDIJNÍ MATERIÁL VZNIKL ZA FINANČNÍ PODPORY EVROPSKÉHO SOCIÁLNÍHO FONDU (ESF) A ROZPOČTU ČESKÉ REPUBLIKY V RÁMCI ŘEŠENÍ PROJEKTU: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1.	ÚVOD DO CAD SYSTÉMŮ	5
1.	Základní pojmy z metodiky konstruování	6
2.	Historický vývoj tvorby technické dokumentace	7
3.	Historie vývoje počítačového konstruování	11
4.	Přehled Vývoje CADů	16
5.	Současný stav CADů	17
6.	Pro/ENGINEER > Creo, Historie a současnost,.....	17
7.	výuka na katedře	18
8.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	19
2.	ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRÁCE V CREO	20
1.	Organizace souborů pro systém Creo, založení nového souboru.....	21
2.	Rozvržení pracovní plochy	23
3.	Vytvoření prvního konstrukčního prvku	25
	3.1 Parametrizace modelu skici.....	27
3.	ZÁKLADY PARAMETRIZACE SOUČÁSTÍ.....	32
1.	Rotační součásti	33
2.	Parametrizace skici - vazby mezi entitami	34
3.	Princip parametrizace součástí	35
4.	Závěr (Převést na mluvenou řeč)	39
4.	INŽENÝRSKÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	40
1.	Inženýrské konstrukční prvky	41
2.	Vrtání děr	41
3.	Sražení a zaoblení hran.....	43
4.	Tvorba skořepin a úkosů	45
5.	Tvorba žeber	46
6.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	50
5.	KOPIROVÁNÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ	52
1.	Zrcadlení konstrukčních prvků	53
2.	Tvorba polí.....	53



3.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	57
6.	PRINCIP TVORBY SESTAV A PODSESTAV.....	58
1.	Filozofie tvorby sestav	59
2.	Správa dat modelu.....	61
3.	Princip umíst'ování komponent do sestavy	62
4.	Práce se soubory	67
5.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	68
7.	PŘÍKLAD TVORBY SESTAVY.....	69
1.	Příklad sestavy	70
2.	Plánování struktury sestavy	72
3.	Podsestava závěsu	73
4.	Dokončení sestavy.....	75
5.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	76
8.	SPECIÁLNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	78
1.	Speciální konstrukční prvky	79
2.	Tvorba spirál.....	86
3.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	88
9.	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE - SOUČÁST.....	89
1.	Vytváření výkresů.....	90
2.	Úvod do tvorby výkresů - tvorba pohledů.....	91
3.	Generování informací.....	97
4.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	101
10.	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE - SESTAVA	103
1.	Vytváření výkresů sestav	104
2.	Výkresy mechanismů	109
3.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	115
11.	TVORBA DATABÁZÍ.....	116
1.	Vytvoření databáze metrických šroubů	117
2.	Databáze několika tvarově podobných součástí	121
3.	Použití funkce <Family Table> pro varianty řešení konstrukce.....	124



4.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	127
12.	PRÁCE S IMPORTOVANÝMI OBJEMY	128
1.	Práce s importovanými objemy	129
2.	Posouvání geometrie	130
3.	Další možnosti úprav importované geometrie	134
4.	Závěr (převést na mluvené slovo).....	138
13.	POUŽITÁ LITERATURA	139
14.	INTERNET	139



1. ÚVOD DO CAD SYSTÉMŮ



OBSAH KAPITOLY:

Osnova předmětu CAD I
Základní pojmy
Historie CAD systémů
Filozofie 3D modelování
Creo Parametric - úvod



MOTIVACE:

Z požadavků firem na znalosti absolventů jednoznačně vyplývá, že bez znalostí některého CAD systému jsou absolventi značně handicapováni při hledání zaměstnání. V dnešní době se po uchazečích o práci, a to nejen v konstrukčních a projekčních kancelářích, automaticky požaduje znalost některého z CAD systémů. Proto je výuce těchto systémů na fakultě věnována velká pozornost.



CÍL:

Seznámit posluchače s historií a současností počítačového konstruování.
Zdůvodnit posluchačům nutnost výuky "velkého" CAD systému.



1. ZÁKLADNÍ POJMY Z METODIKY KONSTRUOVÁNÍ

Konstruování

Soustavná činnost konstruktéra směřující k vytvoření nového technického objektu, „TO“. Je to tedy technická tvůrčí činnost. Touto činností se zabývají návrháři, konstruktéři, projektanti, tedy technicky vysoce odborně zaměřeni pracovníci.

Technický objekt

Předmět, stroj, strojní zařízení, budova... mající určité užité fyzikální a jiné vlastnosti. Typy technických objektů:

Objekty pro běžné využití:

Auto, pračka, televizor...

Objekty určené pro výrobu dalších objektů:

Stroje, (obráběcí, balicí, pro svařování...) linky, (automatizované, poloautomatické...)

Objekty pro likvidaci nefunkčních a nepotřebných objektů...

Předmět zájmu konstruktéra

Předvídaní stavů budoucích technických objektů, které je nezbytné pro rozhodování v současnosti.

Součástí konstrukčního procesu jsou různé typy analýz, pomocí kterých lze posoudit budoucí chování technických objektů. Jsou to například:

Kinematické analýzy, pomocí kterých lze získat trajektorie pohybu členů mechanismů, kolizní stavy.

Dynamické analýzy, pomocí kterých lze získat reakce v kloubech, momenty a síly...

Pevnostní analýzy, pomocí kterých lze získat hodnoty napětí a deformací.

Metodika konstruování

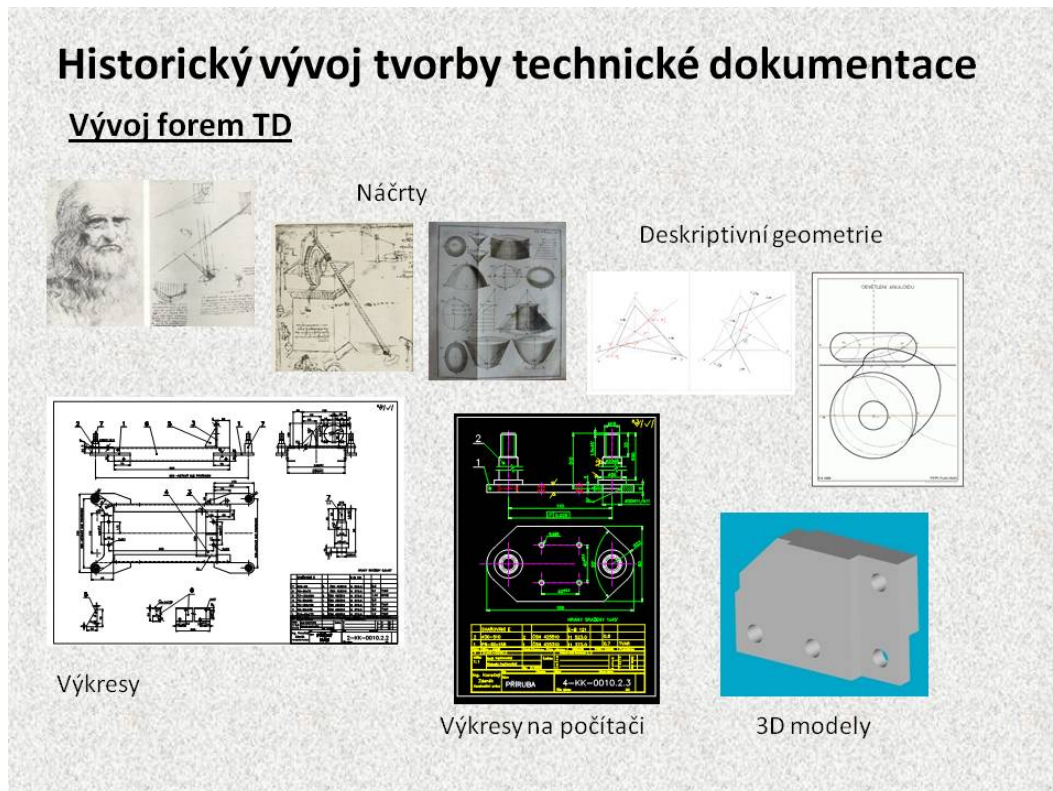
Souhrn organizačních, hospodářských, psychologických, logických a myšlenkových pravidel, která slouží k racionalizaci konstrukčních prací.

Výsledkem konstrukčního procesu

Vytvoření dokumentace, která umožňuje realizaci, (výrobu, montáž, využití) technického objektu.



2. HISTORICKÝ VÝVOJ TVORBY TECHNICKÉ DOKUMENTACE



Obr. 1.1 Historický vývoj

Tvůrci nových technických objektů měli snahu své myšlenky zachycovat graficky, formou určité skici. Již ve starém Řecku nebo v Egyptě tamní stavitelé vytvářeli skici, podle kterých byly vybudovány mnohé stavby. Na přelomu patnáctého a šestnáctého století italský malíř, sochař, ale i vynálezce Leonardo da Vinci svoje nápady zachycoval pomocí skic. Forma a způsob skicování závisely od grafických schopností autora. Na přelomu osmnáctého a devatenáctého století francouzský matematik Gaspar Monge založil novou promítací soustavu na dvě kolmé průmětny, která je po něm nazvána jako Mongeovo promítání. Monge je považován za zakladatele deskriptivní geometrie, vědy o zobrazení prostorových útvarů do roviny (průmětny). Podstatou deskriptivní geometrie je jednoznačný vztah mezi zobrazovaným objektem a jeho průmětem (jedním nebo více). Zjednodušeně řečeno jde o zobrazování trojrozměrných útvarů na dvojrozměrnou nákresnu.

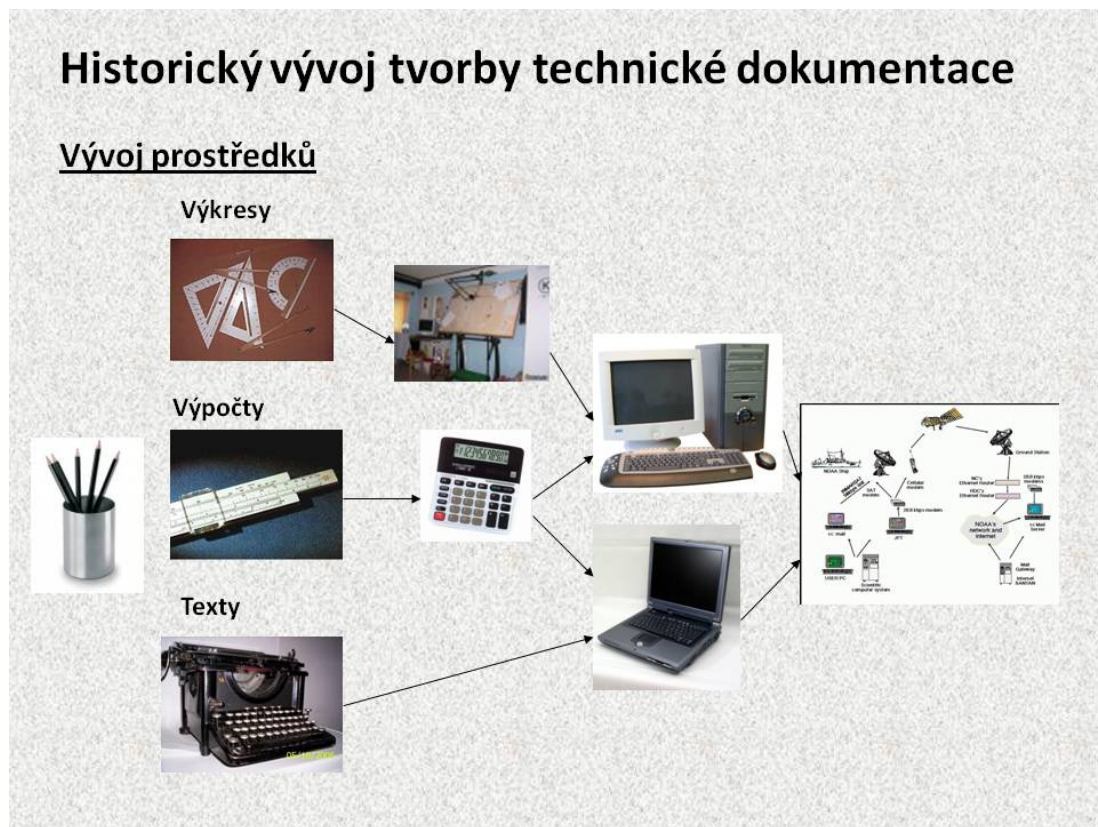
V současné době se používá pravoúhlé promítání, jehož základem je nárys, jako hlavní pohled, a od něj odvozené pohledy, bokorys a půdorys.

Výkresy se kreslily na průsvitný (pauzovací) papír nejprve tužkou a posléze se jednotlivé pohledy obtáhly tuší.

Vývoj výpočetní techniky zasáhl i do tvorby výkresové dokumentace, na základě principů vektorové grafiky byly vyvinuty první CAD systémy, které umožňovaly vytvářet výkresy v digitální formě. Na papír byly přeneseny pomocí různých typů tiskáren a plotrů. Nejdříve to byly výkresy, kdy pro jejich tvorbu byly využity stejné postupy jako při konstruování na papíře, byly tedy vytvářeny jednotlivé pohledy na základě hlavního pohledu, tzv. 2D kreslení.



Vyšší formou se stala tvorba 3D modelů, jednotlivé pohledy jsou pomocí nástrojů CAD systému vytvořeny promítáním 3D modelu.



Obr. 1.2 Vývoj prostředků

Aby bylo možno aplikovat CAD systémy do konstrukční praxe, musely být vyvinuty takové hw prostředky, které byly schopny zvládnout tyto technologie. Při klasickém konstruování konstruktéři kreslili výkresy na rýsovacích deskách, na kterých byly na pantografu umístěny dvě pravítka natočená o 90° . Pantograf zajišťoval rovnoběžnost pravítek v jakékoliv poloze. Otočná hlava zajišťovala libovolné natočení pravítek. Pro kreslení se používaly tužky, kružítko a různé typy pomůcek pro vytváření různých tvarů. Pro výpočet se používaly logaritmická pravítka jejichž princip je založen na sčítání a odečítání logaritmů. Pro psaní technických zpráv se používaly klasické psací stroje. Vývoj výpočetní techniky zasáhl do konstrukčního procesu velmi radikálně. Nejdříve nahradily logaritmická pravítka kalkulačky a posléze personální počítače označované jak PC. Rozvoj internetu umožnil přenos dat mezi jednotlivými subjekty zapojenými do konstrukčního procesu.





Obr. 1.3 Vývoj technických prostředků

Současně s rozvojem CAD systémů se zdokonalovaly i prostředky pro vykreslení výkresů od pérových plotrů k bublinkovým tiskárnám a v současné době po laserové barevné tiskárny a velkoplošné plotry.

Vytisknutí výkresu umožňuje skutečnost, že výkresová dokumentace je v počítači uložena ve formě dat. Tato data se přenesou do tiskového zařízení, které pomocí sw vybavení provede tisk.

Možnost uložení výkresu do formy digitálních dat umožnilo nejenom tisk výkresů, ale především zjednodušení realizačního procesu výroby nového výrobku. 3D data jsou upravována tak, aby pomocí nich mohla být realizována přímo výroba. Pomocí „DXF“ souborů lze na různých strojích, řezáním kyslíkem, plazmou, laserem nebo vodním paprskem vyrábět tvarované výrobky z plechu nebo jiných materiálů.

Další úpravou dat lze vytvořit programy, které jsou schopny řídit automatickou výrobu na CNC obráběcích strojích.

V současné době je nejvyšší formou výroba součástí technologií Rapid Prototyping, kdy pomocí 3D dat z CAD systému jsou na 3D tiskárnách vytvářeny přímo funkční fyzické objekty. Tato technologie zasahuje do různých oblastí výroby, například i do zdravotnictví, kdy se základě snímků z počítačové tomografie vytvoří v některém z CAD systému, model postižené části lidského těla a na 3D tiskárně se vyrobí z titanového prášku náhrada lidské kosti.

3D data vytvořená v CAD systému umožnila prudký rozvoj tzv. CAM systémům.



CAM... Computer Aided Manufacturing*Počítačová podpora výroby"***Obr. 1.4** Současné trendy vývoje

3D modely strojních dílů a uzlů v digitální formě umožňují různé způsoby výroby bez použití výkresů. Je to především v oblasti obrábění, výroba tvarových součástí z plechu, odlévání, vstřikování plastů apod. Pomocí těchto technologií lze vyrobit bez použití výkresové dokumentace klasické strojní součásti, podle pravidel technologičnosti konstrukce, které platí pro jednotlivé technologie.

Technologie Rapid Prototyping se poněkud vymyká, těmto technologiím, poněvadž 3D tiskem lze na jedné straně vyrobit klasicky nevyrobitelné součásti a nesmontovatelné uzly, nicméně platí i zde omezení, která jsou dána různými typy 3D tiskáren.

Ve všech těchto případech výrobních technologií je patrná snaha snížit množství klasické papírové výrobní dokumentace. U některých firem se zavedením některého z CAD systému snížil počet papírových výkresů až o 80%. Tuto úsporu nelze docílit pouze nasazením CAD systémů, je to spojeno z aplikací celkové zprávy dat firmy.

Samostatným problémem je montáž. Zde se zdá, že jsou výkresy nezbytné. Ale i v této oblasti výrobce začínají prosazovat nové softwarové nástroje (prohlížeče 2D a 3D dat), které v budoucnu pravděpodobně nahradí papírovou dokumentaci.



3. HISTORIE VÝVOJE POČÍTAČOVÉHO KONSTRUOVÁNÍ

Nejrozšířenějším představitelem CAD systémů, který využívá tento typ modelů je AutoCAD. Filozofie tvorby modelů je založena na ukládání dat o jednotlivých entitách, tvořících 2D model, do tzv. asociačních seznamů, kdy pod určitými kódy, jsou uloženy potřebné informace pro zobrazení entit. Jednotlivé entity jsou označeny názvy, které vycházejí z anglických názvů.

- úsečka ... „LINE“
- kružnice... „CIRCLE“
- oblouk... „ARC“

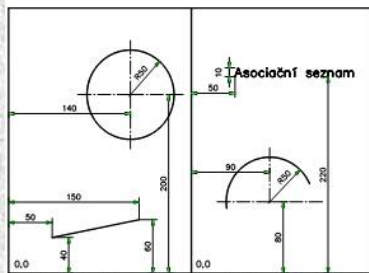
Syntaxe názvů je shodná s názvy entit užívaných v AutoCADu, kdy proměnné tohoto typu jsou specifikovány jako řetězové proměnné.

Jednotlivé entity jsou určeny těmito vlastnostmi:

- úsečka... počáteční bod úsečky,
koncový bod úsečky,
hladina, ve které je příslušná entita vytvořená,
typ čáry, ve které je příslušná entita vytvořená,
...
- kružnice... střed kružnice,
poloměr kružnice,
hladina, ve které je příslušná entita vytvořená,
typ čáry, ve které je příslušná entita vytvořená,
...
- oblouk... střed oblouku,
poloměr oblouku,
počáteční bod oblouku,
úhel oblouku,
hladina, ve které je příslušná entita vytvořená,
typ čáry, ve které je příslušná entita vytvořená,



Historie vývoje počítačového konstruování Filozofie tvorby entit v AutoCADu

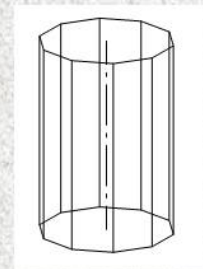
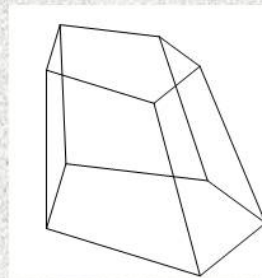


Příklady entit

úsečka
((-1.<Jméno entity: 37511a0>) (0. "LINE") (8. "OBR") (10 50.0 40.0 0.0) (11 150.0 60.0 0.0) (210 0.0 0.0 1.0))
kružnice
((-1.<Jméno entity: 4161318>) (0. "CIRCLE") (8. "OBR") (10 140.0 200.0 0.0) (40 . 50.0) (210 0.0 0.0 1.0))
oblouk
((-1.<Jméno entity: 41614d8>) (0. "ARC") (8. "OBR") (10 90.0 80.0 0.0) (40 . 50.0) (210 0.0 0.0 1.0) (50 . 0.410817) (51 . 3.29504))
text
((-1.<Jméno entity: 4161770>) (0. "TEXT") (8. "OBR") (10 50.0 220.0 0.0) (40 . 10.0) (1. "Asociační seznam") (50 . 0.0) (51 . 0.0) (7 . "STANDARD") (110.0 0.0 0.0) (210 0.0 0.0 1.0))

Kód	úsečka	kružnice	oblouk	text
-1	Jméno entity v hexadecimálním tvaru			
0	Jméno entity jako řetězec			
7	-	-	-	Stylpisma
8	Název hladiny			
10	Souřadnice počátku	Souřadnice středu	-	Referenční bod
11	Souřadnice konce	-	-	Typ umístění
40	-	poloměr	-	-
50	-	-	Počáteční úhel	-
51	-	-	Koncový úhel	-
101	Rádus vektor			

Kódy vlastností entit



Drátové modely

Obr. 1.5 Vlastností entit v AutoCADu

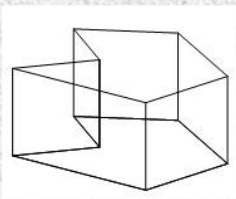
Na obrázku jsou nakresleny jednoduché entity, (úsečka, kružnice oblouk a text). Tyto entity jsou zakótovány vzhledem k počátku souřadného systému. Každé entitě je přiřazen následující asociační seznam, který je patrný z tabulky. Tento princip se rovněž využívá u přenosových souborů DXF.

Pokud je tedy úsečka definována dvěma body a definice těchto bodů obsahuje i z-tovou souřadnici lze vytvořit „prostorový“ drátový model. Tento typ modelu je jenom čárová reprezentace objemového objektu, nelze ani skrýt hrany.

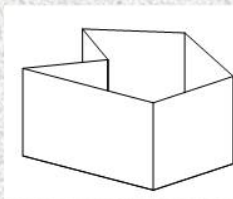


Historie vývoje počítačového konstruování

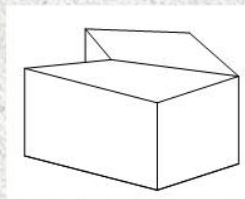
Plošný model – typy zobrazení



Drátový model



Skruté hrany bez horní plochy

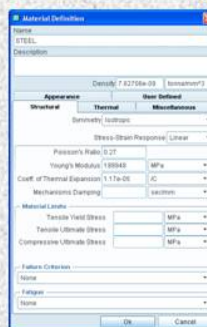


Skruté hrany s horní plochou



Stínovaný model

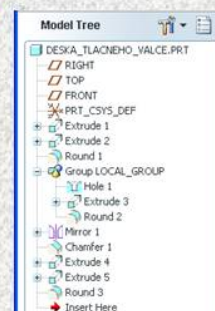
Objemový model



Vlastnosti materiálu



Výpis měřených veličin



Strom modelu

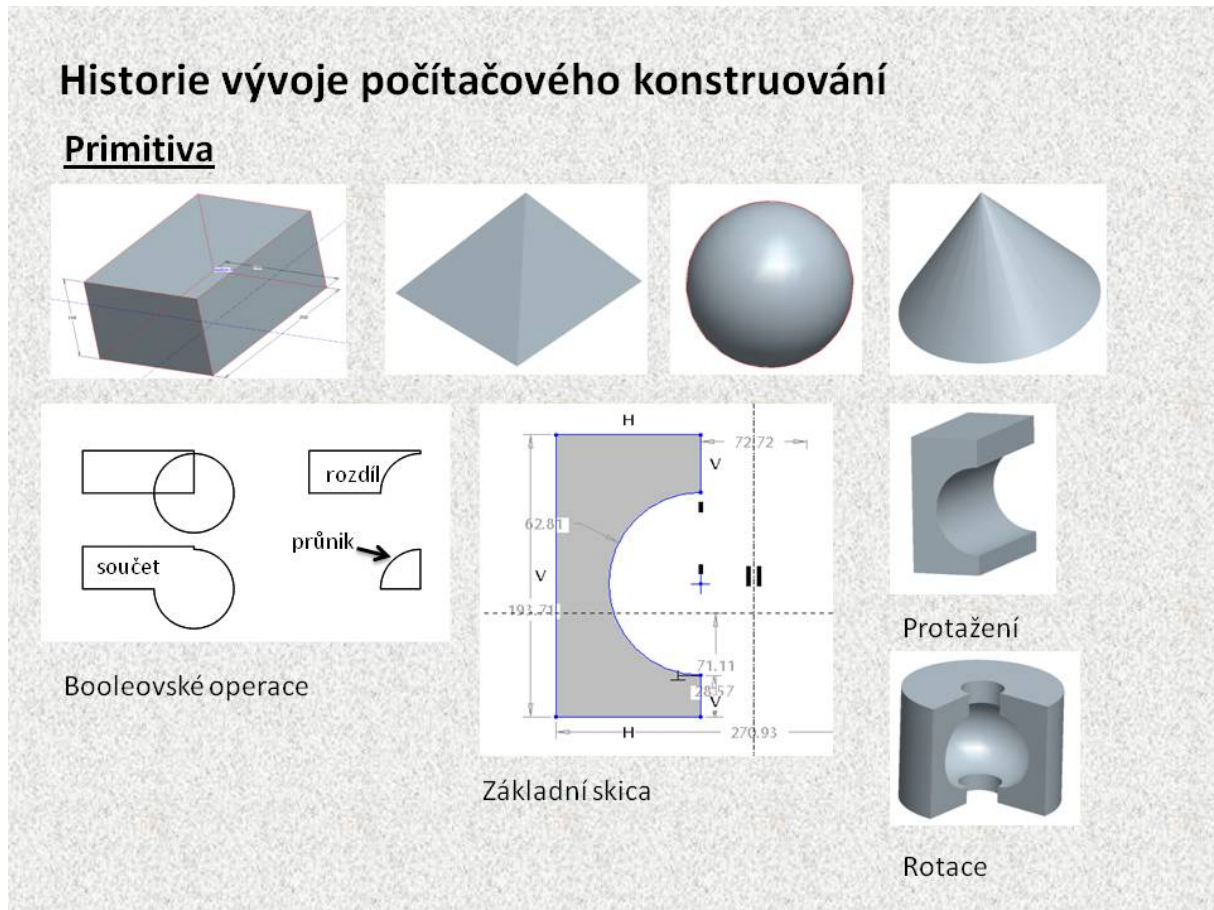
Obr. 1.6 Typy modelů

Další vývoj směřoval k vytváření plošných modelů, kdy jednotlivé plochy byly definovány třemi nebo čtyřmi body. Plochy vytvářely dojem 3D modelu. U těchto modelů bylo možno skrýt neviditelné hrany. Některé speciální systémy byly schopny přiřadit těmto modelům i materiální vlastnosti. Bylo tedy možno počítat jejich objem, hmotnost těžiště a matici setrvačnosti. Tyto hodnoty bylo možno využívat pro dynamické analýzy. Příkladem takového systému byl ROANS, který byl vyvinut speciálně pro projektování robotizovaných pracovišť. Tento systém obsahoval databázi některých robotů, s nichž bylo možno vytvářet technologická pracoviště. Pokud bylo třeba vytvořit novou komponentu, byla tato vytvořena jako plošný model v AutoCADu a pomocí souborů DXF se přenesla do systému ROANS.

Zásadní přelom v tvorbě 3D modelů způsobila technologie parametrického prvkového modelování. Tvar a rozměry objemových modelů jsou definovány parametry, což jsou především kóty. Dalšími parametry jsou materiálové vlastnosti, které jsou definovány hustotou, modulem pružnosti, poissonovým číslem, koeficientem tepelné roztažnosti apod. Z výpisu je patrné jaké měřené veličiny, které charakterizují model lze velmi jednoduše získat.

Modely jsou vytvářeny pomocí konstrukčních prvků, které jsou uloženy ve stromě modelu, podle posloupnosti tvorby modelu. Vytvořené konstrukční prvky tvořící model, jsou stále přístupné konstruktérovi, který je může podle momentálních požadavků na konstrukci měnit, přesouvat, mazat apod.



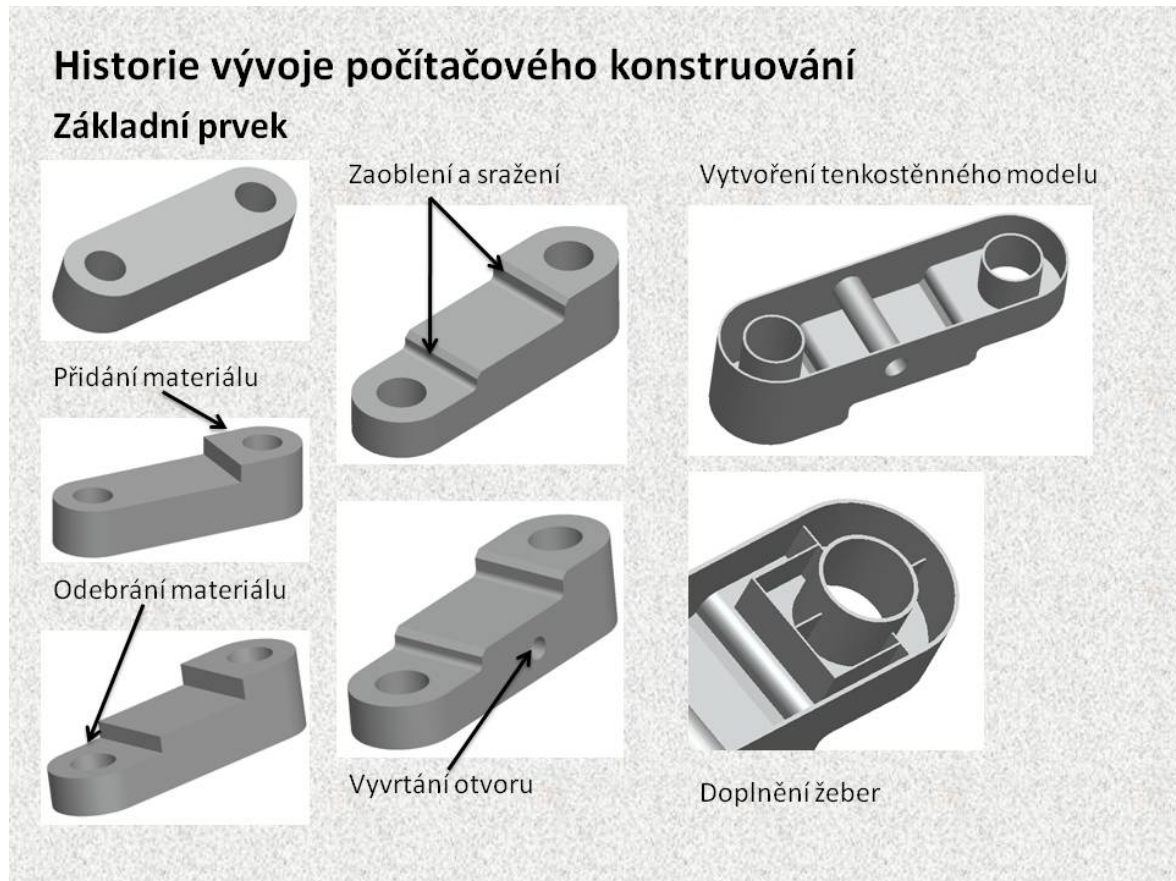


Obr. 1.7 Konstrukční prvky

V začátcích 3D modelování některé CAD systémy využívaly při tvorbě modelů takzvaná primitiva. Což jsou jednoduchá objemová tělesa, jako hranol, koule, jehlan, kužel apod. Pro další práci s těmito modely byly využívány booleovské operace, sjednocení (součet), rozdíl a průnik. K těmto operacím přibylo protažení nebo orotování křivky do prostoru. Pokud je křivka uzavřená je vytvořen objemový model. Pokud je křivka otevřená, je vytvořena plocha, popřípadě tenkostěnný model. Základními konstrukčními prvky v současných CAD systémech jsou protažení nebo rotování. Princip těchto prvků spočívá ve vytvoření 2D skici, jejíž tvar a velikost jsou definovány parametry, kótami a vazbami, jako například rovnoběžnost, kolmost, rovnost číselné hodnoty apod., po ukončení skici a jejího potvrzení vznikne základní objemový model. Ve většině současných systémů si může konstruktér vybrat, jestli protažení nebo orotování bude na jednu stranu nebo souměrně na obě strany, jestli bude model plný nebo tenkostěnný, lze vytvořit úkos apod.

Booleovské operace se využívají stále, ale většinou při konstruování uzlů, tedy sestav a podsestav, které jsou tvořeny několika součástmi.





Obr. 1.8 Modifikace modelů

Aby bylo možno dosáhnout potřebných tvarů modelovaných součástí, disponují CAD systémy různými nástroji, které umožňují vytvořit 3D model součásti, tak aby odpovídal jak tvarově i rozměrově vyrobené součásti.

Na principu booleovských operací je založeno současné 3D modelování ve většině CAD systémů. Jako základní prvek se vytvoří objemový model protažením nebo orotováním 2D skici. Na tento objem lze jednoduše opět protažením nebo orotováním přidat materiál tak, že na některé z ploch modelu vytvoříme novou skicu a ta se opět buď protáhne nebo orotuje. Obdobným způsobem můžeme odebrat z modelu materiál.

Jednoduchými funkcemi, jako je zaoblení nebo sražení, lze zaoblit nebo srazit vybrané hrana. Lze vrtat různé typy otvorů, vytvářet tenkostěnné modely, vytvářet sítě žebér.

Dále v CAD systémech existují nástroje, které vytvářejí objemy protažením jedné nebo více skic po trajektorii, vytváření spirálových součástí, různých zborcených ploch.

Součástí těchto systémů jsou nástroje pro tvorbu plošných modelů, plechových součástí, navrhování kabelových a potrubních systémů apod.



4. PŘEHLED VÝVOJE CADŮ

AutoCAD

Mezi nejrozšířenější CAD systémy patří AutoCAD vyvinutý v devadesátých letech minulého století firmou Autodesk. Do tehdejšího Československa se dostal až kolem roku 1988. K jeho rozšíření výrazně přispěly tyto faktory:

- AutoCAD pracoval pod velmi jednoduchým operačním systémem MS-DOS
- AutoCAD nepotřeboval drahé pracovní stanice. Zvládalo jej i PC, které bylo možno pořídit v letech 1994 - 1996 za cca 40 tisíc korun (včetně monitoru).
- Relativně nízká cena vzhledem k 3D systémům.
- Velmi rychlá návratnost, výkon konstruktérů ve firmách se díky aplikaci AutoCADu až zdvojnásobil.

Snahou firmy Autodesk bylo přiblížit se konkurenci, které produkovaly 3D systémy. Výsledkem toho byl ve verzi AutoCAD 12 poskytnut uživatelům objemový modelář AME, pomocí kterého bylo možno vytvářet objemové modely, bylo možno zjistit jejich objem, momenty setrvačnosti, těžiště apod. Modelář AME pracoval na principu konstrukčních prvků, které byly zaznamenány v historii modelování, a bylo možno tyto prvky měnit. Zároveň AutoCAD verze 12 byl poslední čistou verzí, která pracovala pod operačním systémem MS-DOS. Verze 13 už byla přechodová i pro systém Windows. Zde firma Autodesk odešla od historického stromu modelu. Dalším krokem ve vývoji 3 D modeláře byl Mechanical Desktop a Inventor. V současné době patří Inventor k 3D systémům, které umožňují vytvářet 3D modely pomocí konstrukčních prvků, které jsou zaznamenány ve stromu modelu. Inventor, je jeden s představitelů tzv. volného modelování, to znamená, že nevyžaduje jednoznačnou definici modelu.

3D CADy

Na přelomu 80 a 90 letech se datuje vývoj 3D systémů. Mezi první vyvinuté CAD systémy patří CATIA. Vývoj tohoto systému, původně nazvaného CATI (z francouzského *Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive*), začal roku 1977 v letecké firmě Avions Marcel Dassault pro vlastní potřebu. Roku 1981 byl přejmenován na CATIA a firma jej začala prodávat. Roku 1984 jej zavedla firma Boeing a roku 1988 byla verze 3 přenesena z mainframu pod OS UNIX. Současně s CATII přichází na trh Unigrafix, I-DEAS, a další.

Základem 3D systémů je parametrická tvorba modelu. Tento způsob modelování vytvořil v roce 1980 Dr. Samuel P. Geisberg. Parametrická tvorba modelu byla úspěšně aplikována ve vývoji systému Pro/ENGINEER, jehož výrobcem je firma PTC. Jeho první verze přišla na trh v roce 1987.

V roce 1993 existovalo na trhu několik CAD systémů jak pro 2D tak i 3D modelování. Mezi nejrozšířenější patřily, CATIA, Pro/ENGINEER a I-DEAS. Tyto systémy určovaly směr vývoje CAD produktů. Velmi ostře se rozlišují dva směry tvorby 3D modeů.

- 1) Volné modelování, jehož představiteli jsou CATIA, I-DEAS, umožňuje konstruktérům tvořit model, aniž by byly jednoznačně definovány tvary a rozměry součástí, umožňuje volné skicování a vytváření velmi složitých tvarů, které by bylo



těžko parametrizovat. Vychází to i z toho, že tyto systémy se velmi často uplatňují v leteckém nebo v automobilním průmyslu na tvorbu karoserií apod.

- 2) Tvrdá parametrizace, jejímž představitelem je Pro/ENGINEER, vyžaduje jednoznačně definovanou skicu, buď pomocí kót, nebo vazeb. Systém má tu vlastnost, že nedovolí uživateli pokračovat v práci, pokud není skica nebo prvek jednoznačně definován.

Snaha o ovládnutí trhu vedla výrobce CAD systémů k novým nabídkám zákazníkům, mezi které patřily možnosti různých typů analýz, které bylo možno provádět na vytvořených modelech. Toto umožnily implementace různých výpočtových systémů přímo do prostředí CAD systému.

Další možností jak oslovit co největší počet zákazníků byl vývoj zjednodušených 3D modelářů, jako například Artisan nebo Pro/ENGINEER Junior, a v současné době Pro/DESKTOP.

Rovněž velký význam pro další vývoj těchto systémů byl vývoj hardware a možnost aplikace pod OS Windows.

5. SOUČASNÝ STAV CADŮ

V současné době jsou CAD systémy součástí celých balíčků nástrojů určených konstruktérům a projektantům. Tyto produkty jsou označovány jako PLM systémy, (*Product Lifecycle Management; Řízení životního cyklu výrobku*). Různé fúze firem, zabývajících se vývojem těchto systémů, v podstatě vytvořily čtyři velké skupiny, které poskytují vývojovým pracovníkům veškeré nástroje potřebné pro vývoj nových technických objektů. První skupinu představuje firma Siemens, která dodává NX, (I-DEAS, Unigraphics). Druhá skupina je prezentována firmami Dessault systém a SolidVizion, které dodávají systémy CATIA a SolidWorks. Třetí skupinu představuje firma PTC, která dodává Pro/ENGINEER v současné době se přechází na Creo. Čtvrtou skupinu představuje firma Autodesk, která dodává AutoCAD a Inventor.

Způsob modelování ve všech systémech je obdobný, tedy tvorba parametrických konstrukčních prvků, a historie modelování je uložena ve stromu modelu. Jednotlivé systémy se od sebe odlišují uživatelským prostředím, různou kvalitou modelovacích nástrojů. V podstatě by se dalo konstatovat, že je jedno, v jakém systému konstruktér pracuje, výsledkem je vždy model nebo výkres v digitální podobě. Proto při rozhodování, který systém se bude využívat, jsou hlavními kritérii, cena kvalita nástrojů, dostupnost technické podpory a v dnešní době především způsob správy dat.

6. PRO/ENGINEER > CREO, HISTORIE A SOUČASNOST,

Z historie firmy PTC, kterou založil Dr. Samuel P. Geisberg, je patrný neustálý boj o zákazníka. Firma v podstatě těží z filozofie parametrického modelování a po celou dobu své existence se snaží udržet krok s produkty Dessault systému. Skupováním systémů, které jsou schopny přinést něco nového, vytváří v podstatě unikátní produkt, který patří mezi nejrozšířenější nejenom mezi CAD, ale i PLM systémy.

Přelomovým bodem je rok 1995, kdy fy PTC zakoupila produkty firmy Rasna. Položila tím základy pro CAE systém Pro/MECHANICA, která svými moduly MOTION a STRUCTURE&THERMAL, poskytla vývojovým pracovníkům možnosti kinematických a



dynamických analýz v modulu MOTION. Tento modul přináší i velmi efektivní metodu pevnostních výpočtů, založenou na metodě polynomických geometrických prvků. Jedním z tvůrců této metody je světově uznávaný matematik českého původu prof. Ivo Babuška. Velmi silným nástrojem těchto modulů byla, a v modulu Creo/Simulate je stále, tvarová a rozměrová optimalizace.

V současné době firma PTC nabízí produkt pod názvem Creo. Tento systém disponuje širokou škálou nástrojů, které jsou využitelné ve všech oblastech vývoje nových technických objektů.

Základní vlastností systému Pro/ENGINEER je, jak bylo výše uvedeno, tvrdá parametrizace modelů. Systém vyžaduje jednoznačné určení všech konstrukčních prvků. S touto vlastností bezprostředně souvisí plná oboustranná asociativita, která praxi znamená, že jakákoliv změna provedená v modelu součásti, sestavy nebo výkresu se automaticky, po regeneraci, projeví v souvisejících modelech.

Tvrdá parametrizace je základní podmínkou pro provádění optimalizačních studií.

Uživatelské prostředí Pro/ENGINEER WildFire 5.0. je v Creu vystřídáno prostředím stejným jak v systému Microsoft Office 7.

Nové Creo je založeno na čtyřech pilířích:

1) AnyRole Apps

Creo poskytne každému uživateli správné nástroje ve správný okamžik.

To umožní každému ve výrobní organizaci plně se zapojit do vývojového procesu.

2) AnyMode Modeling

Creo poskytuje všechny ověřené konstrukční režimy: uživatelé budou moci využívat 2D (Drafting), 3D přímé (3D Direct) nebo 3D parametrické (3D Parametric) modelování). Data, vytvořená v jakémkoliv z těchto režimů, budou plně přístupná a opakovaně využitelná v každém jiném konstrukčním přístupu, takže každý uživatel bude moci pracovat s vlastními daty nebo s daty jiných uživatelů způsobem, který pro jeho práci nejlépe vyhovuje. Navíc, Creo AnyMode Modeling umožní uživateli přepínat mezi jednotlivými režimy práce, a to bez ztráty inteligence modelů nebo konstrukčního záměru.

3) AnyData Adaption

Využití dat z jakéhokoliv CAD systému, import, zpracování a editace heterogenních dat. Využití a zhodnocení historických dat

4) AnyBom Assembly

Poskytuje rychlou tvorbu konfigurací výrobků a s tím spojený update v CAD modelech:

- Tvorba konfigurací bez potřeby CAD
- Rychlá tvorba kusovníků k odpovídající konfiguraci
- Těsná spolupráce v prostředí PLM technologií.

7. VÝUKA NA KATEDŘE

Funkčnosti systému, které by měly splňovat požadavky uživatele, byly hlavním kritériem pro výběr CAD systému, který měl být zařazen do výukových programů na katedře



robototechniky. I když pedagogové se zúčastnili školení systému I-DEAS, který měl už v této době uživatelsky nejlepší prostředí modeláře, přesto byl vybrán systém Pro/ENGINEER. Rozhodující byl modul Pro/MECHANICA, který umožňoval tvorbu mechanismů, kinematické a dynamické analýzy, optimalizace apod. Rovněž počet školních licencí a jejich cena hovořil pro aplikaci tohoto systému do výuky. Systém CATIA v té době ve škole ještě nebyl k dispozici a modul ROBOT byl v tu dobu ze systému vypuštěn pro nezáměr uživatelů.

Systém výuky Pro/ENGINEERu na katedře probíhá ve čtyřech navazujících předmětech. V předmětu CAD I se posluchači seznámí se základním modelářem pro tvorbu součástí a sestav. Naučí se vytvářet výkresy. Předmět CAD II je zaměřen na tvorbu mechanismů, které je možno analyzovat jak kinematickými ta i dynamickými analýzami. Lze zjistit trajektorie pohybu, kolizní stavy, vypočítat síly a momenty v pohonech, reakce. Lze simulovat ozubené převody, pružiny apod. V předmětu CAD III se posluchači seznámí s možnostmi pevnostních analýz polynomickou metodou geometrických prvků. Na analyzovaných součástech lze zobrazit rozložení různých typů napětí, lze simulovat deformace apod. V předmětu CAD IV se posluchači seznámí s tvarovou a rozměrovou optimalizací součástí, a mechanismů. Naučí se používat speciální nástroje pro metodu Top Down Design, a seznámí se s dalšími možnostmi systému Pro/ENGINEER.

Pro/ENGINEER je vyučován pro zájemce z řad posluchačů strojní fakulty v předmětech ICAD, základy 3D modelování a vyšší systémy CAD. Jejich náplň je obdobná jako v předmětech CAD I ÷ CAD III. Výuka na FMMI pro katedru slévárenství je zaměřena na tvorbu forem a modelování odlitků.

8. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

Vážení studenti, po prostudování úvodní přednášky, která se zabývá historií vývoje CAD systémů, je třeba si uvědomit, nutnost výuky některého ze špičkových CAD/CAM systémů na strojní fakultě. Znalost CAD/CAM systémů je základním předpokladem pro vaše uplatnění v praxi. Proč se vyučuje právě Creo je dáno historickým vývojem výuky CAD systémů na fakultě. Původní systém Pro/ENGINEER je produktem firmy PTC, která poskytovala a dále poskytuje vysokým školám rozumné podmínky a dostatečný počet licencí, tak aby bylo možno tuto výuku realizovat v rámci celé fakulty. V současné době pokračovatel Pro/ENGINEERu systém Creo, se kterým se seznámíte, je podporován nejen ze strany PTC ale také i firmou AV Engineering, která je výhradním dodavatelem pro Českou republiku. Proto máte na učebnách k dispozici českou lokalizaci Crea, současně s databází normalizovaných prvků a taky základní technické výpočty. Celkem je k dispozici 500 licencí, takže není problém, abyste si na svých počítačích nainstalovali školní licenci. Podrobné informace se dovíte na Moodlu v kurzu CAD_I_Creo_LS....., klíč pro přihlášení vám oznámí vaši vedoucí cvičení.



2. ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRÁCE V CREO



OBSAH KAPITOLY:

Vstup do systému Creo/Parametric
Startovací soubor – prototyp
Materiálové vlastnosti modelu
Rozvržení pracovní plochy
Vytvoření prvního konstrukčního prvku protažením
Prostředí skicáře



MOTIVACE:

Práce v CAD systému Creo předpokládá důslednou správu dat a organizaci práce s daty. Každá firma si tato pravidla stanovuje sama, pokud je neřeší pomocí PLM systémem Windchill, popřípadě PDM systémem Intralink. Tato pravidla jsou závazná pro všechny zaměstnance. Jejich nedodržení znamená ztrátu dat a tedy finanční ztrátu pro firmu, což může mít dalekosáhlé následky především pro pracovníka, který definovaná pravidla porušil.



CÍL:

Seznámit se zorganizací práce v systému Creo.
Pochopení principu parametrizace 3D modelu.
Vytvoření konstrukčního prvku protažením, přidání a odečtení materiálu.



1. ORGANIZACE SOUBORŮ PRO SYSTÉM CREO, ZALOŽENÍ NOVÉHO SOUBORU

Systém práce se soubory, které systém používá, vyžaduje určitou organizaci. Nejjednodušší je systém, kdy je nastaven tzv. startovací adresář, který je jako pracovní automaticky nastaven při spuštění Crea. V tomto adresáři si uživatelé vytvářejí podadresáře pro jednotlivé projekty. Každý projekt má svůj adresář a v něm jsou všechny soubory, které patří k danému projektu.

Po nastavení adresáře, jsou od tohoto okamžiku všechny nové soubory do něj ukládány.

Typy souborů, které systém Creo používá, a se kterými budeme pracovat, jsou následující:

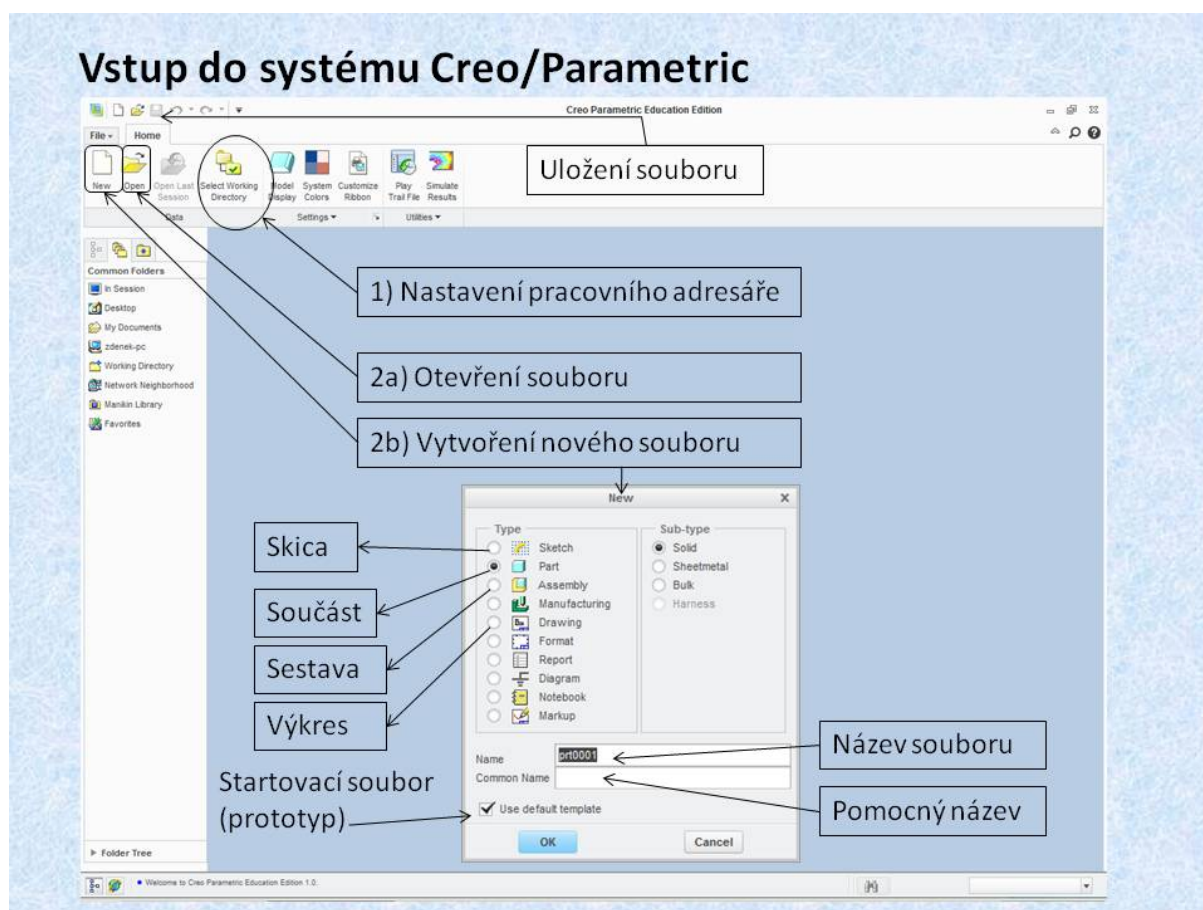
Součásti *nazev.prt.1*

Sestavy *nazev.asm.1*

Výkresy *nazev.drw.1*

Skici *nazev.sec.1*

Číslo na konci názvu souboru, je pořadovým číslem verze souboru.

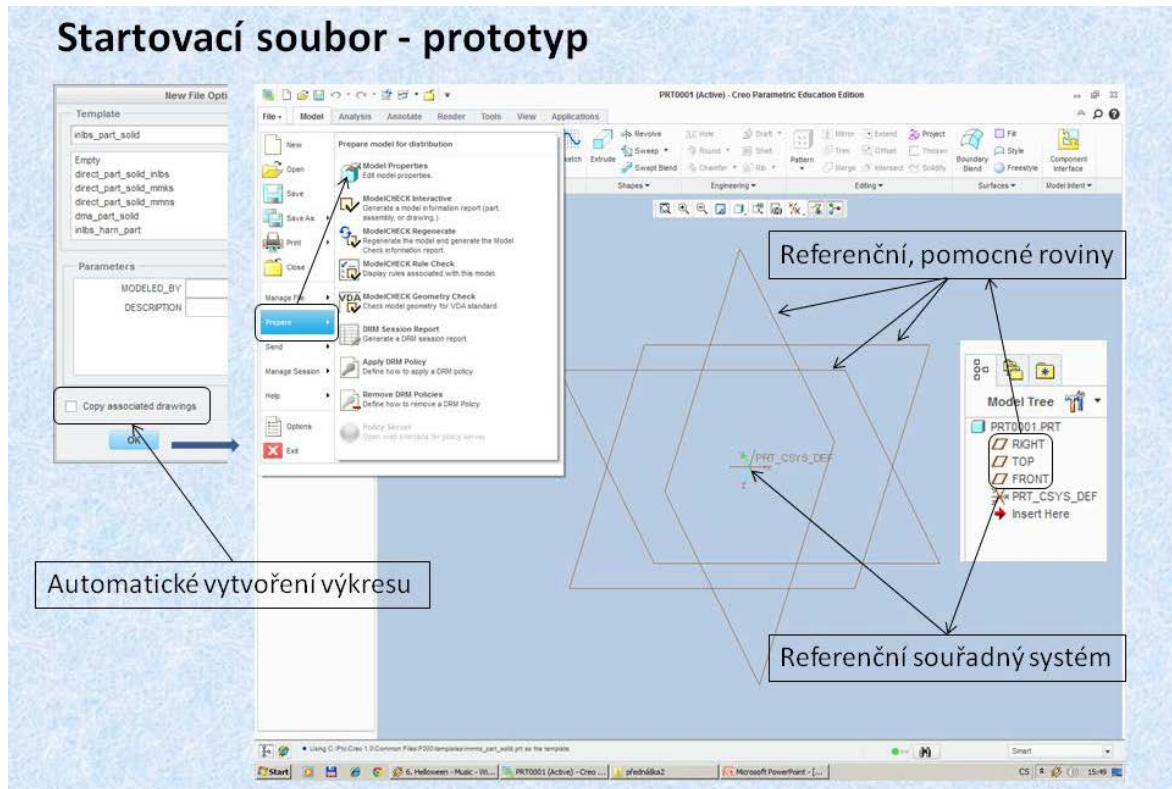


Obr. 2.1 Vytvoření nového souboru

Při založení nového souboru, je tento automaticky uložen do operační paměti počítače.



Pro uložení na disk je potřeba použít příkaz „Save“, tento příkaz požaduje potvrzení umístění souboru. Uložený soubor nepřepisuje soubory se stejným názvem, ale vytváří novou verzi souboru. V adresáři jsou pak soubory s názvy např. *dill.prt.1* (první verze), *dill.prt.2* (druhá verze). Způsob vymazání starých verzí bude vysvětlen později. Při vytvoření nového souboru, je nutno mít správně nastavené jednotky. Toto je nastaveno na učebnách správcem systému. Uživatel pouze definuje název souboru. Pomocný název je určen pro systém správy dat, který se na fakultě nevyužívá.



Obr. 2.2 Výběr prototypového souboru

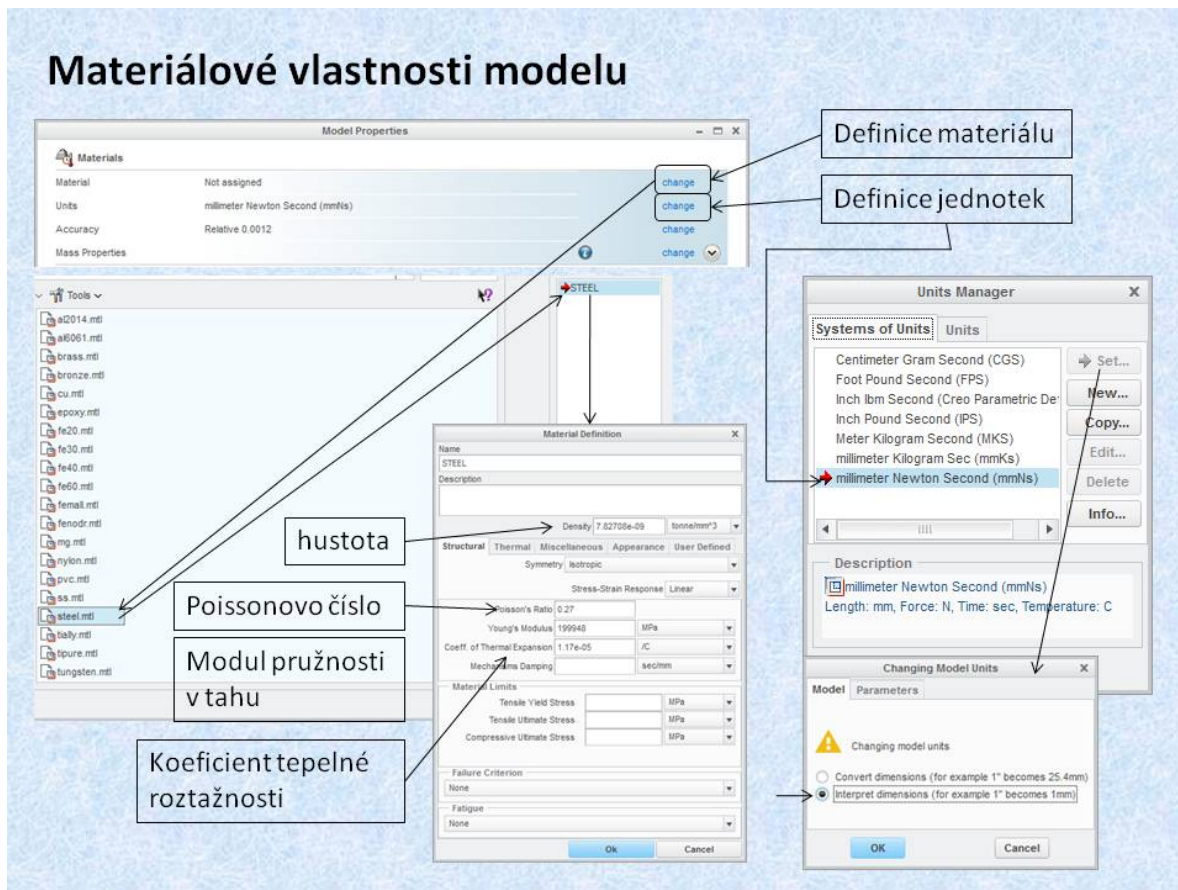
Vytvořením nové součásti nebo sestavy je založen nový soubor, který přebírá vlastnosti startovacího souboru. Startovací soubor obsahuje pomocné roviny a souřadný systém, rovněž zde mohou být nastaveny předdefinované pohledy a model, jako například nárys, půdorys a bokorys. Pro případ kontroly nastavení jednotek, je třeba použít v nabídce volbu *<file prepare; model properties>*. Zde je možno upravit nastavení jednotek. Startovací soubory jsou v podstatě běžné soubory součástí nebo sestav apod. Proto je vhodné, aby v nich byly vytvořeny referenční prvky a aby byly nastaveny jednotky a materiál podle zvyklostí a požadavků uživatele.

Pokud uživatel zaškrtně položku *<copy associated drawing>*, je automaticky se souborem modelu vytvářen 2D výkres.

Video: 06-nataceni_modelu

Video: 06-nataceni_modelu





Obr. 2.3 Nastavení materiálových vlastností

Materiálové vlastnosti modelu, lze nastavit z knihovny materiálů, která je součástí systému. Na obrázku je zobrazen materiálový list, ve kterém je nastavena hustota, poissonova konstanta, modul pružnosti v tahu a koeficient tepelné roztažnosti. Je možno definovat vlastní materiál a zařadit jej do knihovny materiálů. Důležité je, že nastavené vlastnosti se automaticky využívají v dalších modulech systému Creo, jak v mechanice nebo při pevnostních analýzách. Na základě těchto vlastností systém počítá hmotnostní a dynamické parametry modelu.

Pokud se stane, že nastavení jednotek je nevhodné, například v palcích, lze toto nastavení změnit pomocí položky <Set> výběrem správných jednotek v panelu <Units Manager>. V panelu <Changing Model Units> je potřeba aktivovat položku <Interpret Dimensions>."

Video: 01-pracovní_složka_založení_modelu

Video: 01-pracovní složka založení modelu

2. ROZVRŽENÍ PRACOVNÍ PLOCHY

Pokud jsou správně nastaveny jednotky, materiál, lze začít modelovat. Uživatelské prostředí, jak bylo výše uvedeno je v podstatě založeno na systému Microsoft office 7 a výše, jsou to tedy lišty, které obsahují všechny potřebné položky pro práci v systému. Základní, pro tvorbu



modelu je lišta "Model". Obsahuje všechny nástroje pro tvorbu pomocných konstrukčních prvků, umístěných v sekci <Datum>, a ke kterým patří:

- roviny,
- osy,
- souřadné systémy,
- body

plošné nebo prostorové křivky.

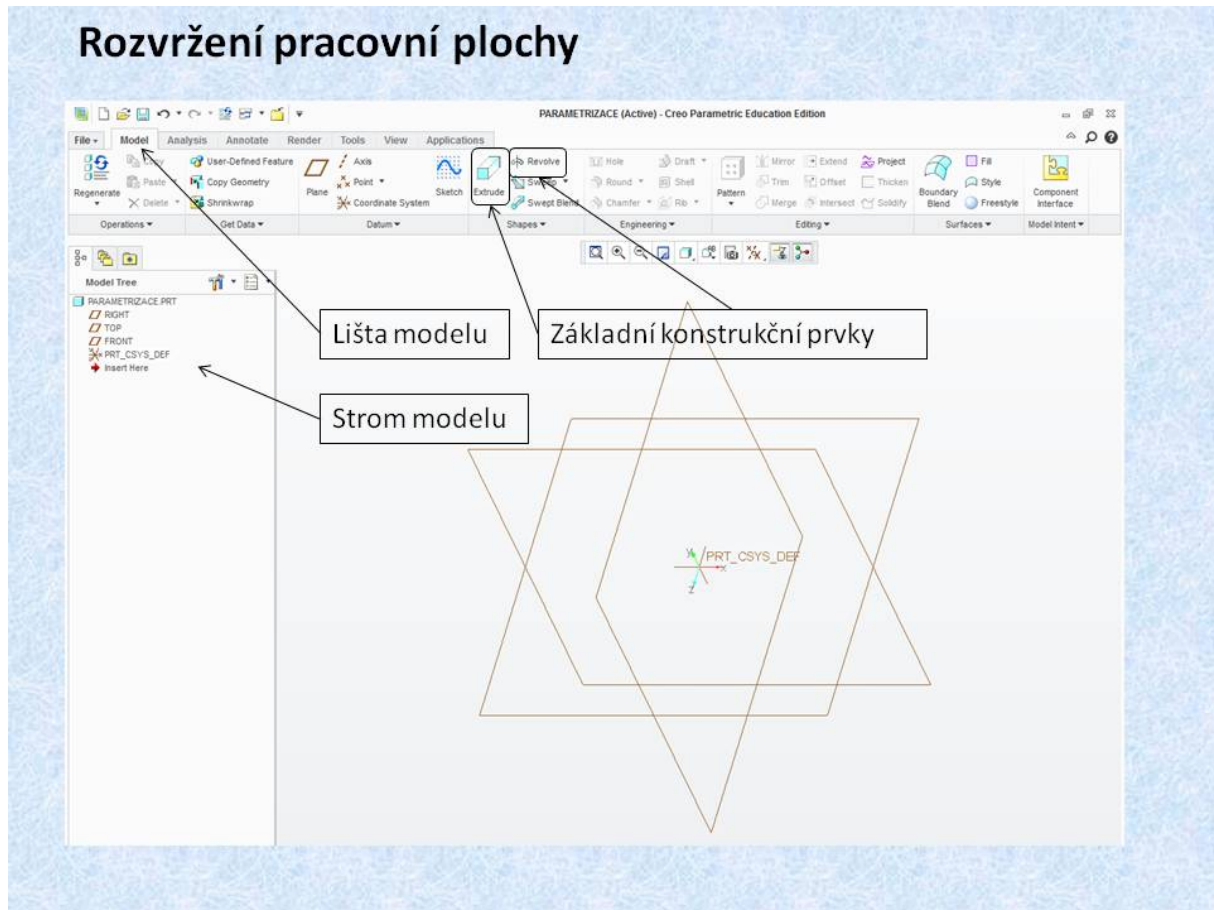
Další sekce <Shapes> obsahuje základní modelovací nástroje pro tvorbu objemových modelů:

- Protažení
- Orotování
- Protažení po křivce
- Tvorba spirál
- Protažení více skic po křivce apod.

Další položky obsahují nástroje pro úpravu modelů, tvorbu zaoblení nebo sražení apod.

Tyto položky budou objasněny v dalších přednáškách. Rozložení pracovní plochy je patrné z obrázku 2.4





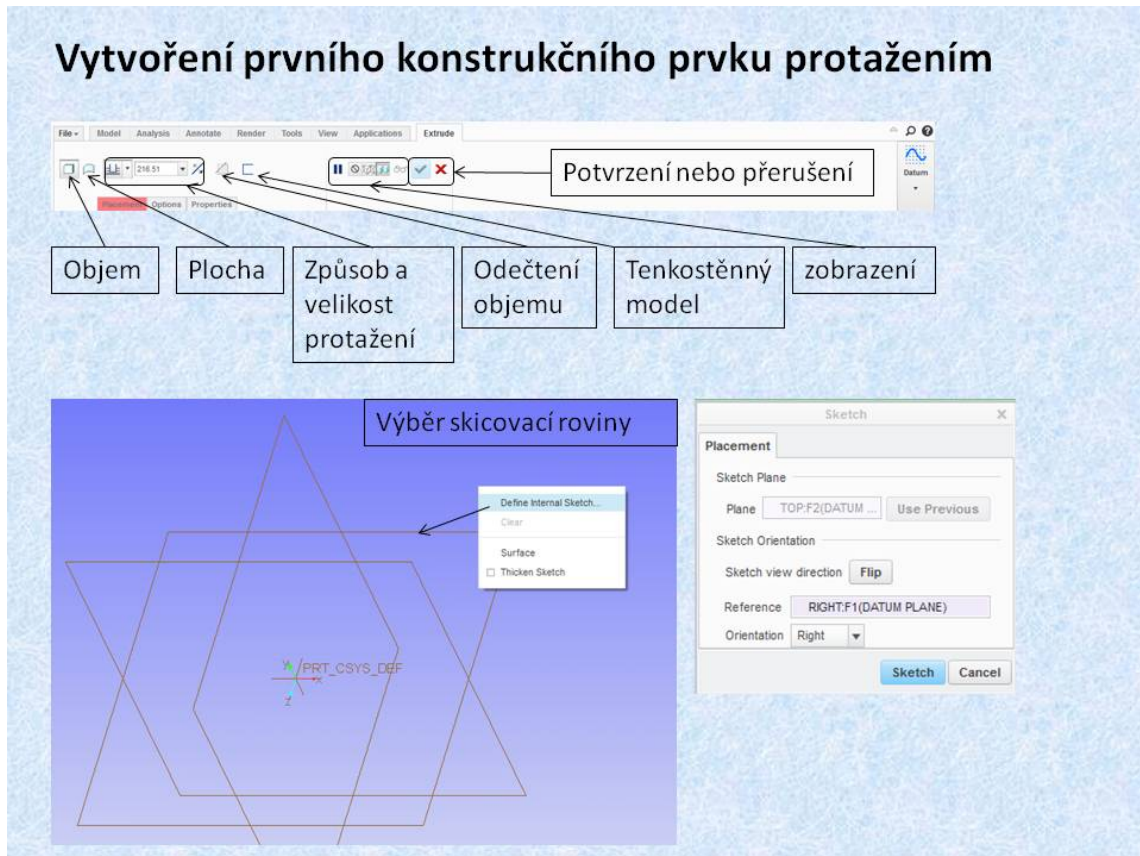
Obr. 2.4 Rozvržení pracovní plochy

3. VYTVOŘENÍ PRVNÍHO KONSTRUKČNÍHO PRVKU

Po vybrání konstrukčního prvku, kliknutím na ikonu se změní lišta a zobrazí se následující lišta nástrojů, která od leva obsahuje následující položky:

- Tvorba ploch,
- Tvorba objemů,
- Nástroje pro způsob a velikost protažení,
- Odečtení objemu, (u prvního konstrukčního prvku není tato položka aktivní),
- Tenkostěnný objem,
- Nástroje pro předběžné zobrazení modelu,
- Tlačítko pro ukončení nebo přerušování tvorby konstrukčního prvku.

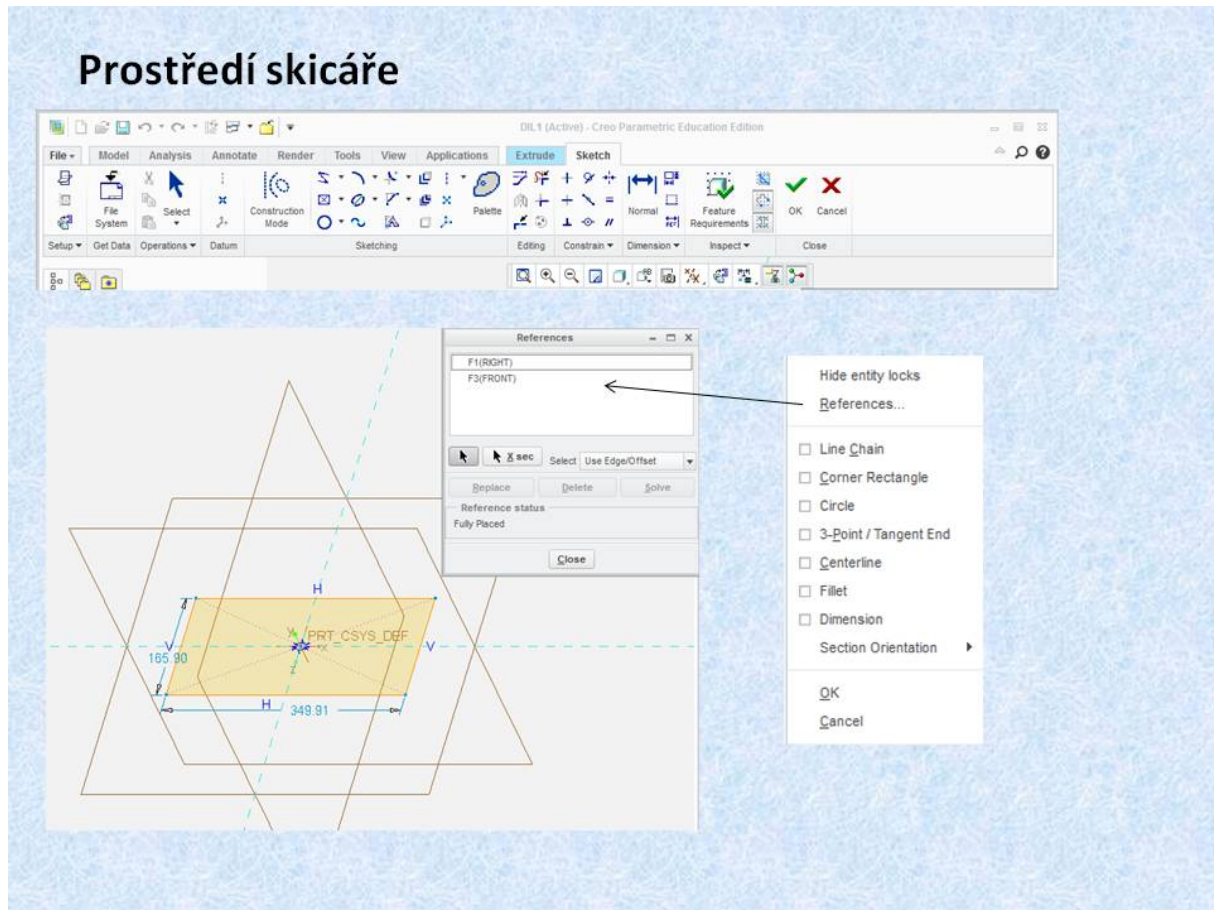




Obr. 2.5 Tvorba prvního konstrukčního prvku

Pro vytvoření nového konstrukčního prvku je potřeba vybrat skicovací rovinu. Systém nabízí více možností, nejrychlejší je způsob, přímo výběr skicovací roviny, oproti starému způsobu z Pro/ENGINEERu, kdy se podrží pravé tlačítko myši po určitou dobu, než objeví se panel, jehož první položkou <Define Internal Sketch>. Po potvrzení této položky se objeví panel pro definici skicovací roviny. Po výběru roviny nebo některé z ploch modelu, se uživatel dostane do prostředí skicáře."





Obr. 2.6 Prostředí skicáře

Lišta skicáře, která se objeví v prostředí skicáře, je vybavena nástroji, které jsou ovládány pomocí ikon. Ikony graficky jednoduše zobrazují jednotlivé nástroje pro kreslení a editaci skici. Vzhledem k tomu, že se jedná o graficky srozumitelné značky, nemá v této chvíli smysl jednotlivé nástroje vysvětlovat. Důležité je objasnit filozofii tvrdé parametrizace při tvorbě skici. Základem je určení referenčních prvků, od kterých se bude odvíjet kótování modelu. Skicář disponuje inteligentním nástrojem, *<Intent Manager>*, který automaticky přiřazuje vlastnosti tvořených entit, a rovněž i kóty. Proto volba základních referencí je v podstatě nejdůležitější počáteční činností ve skicáři. V případě, že se vytváří nový konstrukční prvek, jsou standardně nastaveny jako referenční, zbývající roviny, které jsou normálové k vybrané skicovací rovině. Pro změnu referencí se lze jednoduše dostat přes pravé tlačítko myši, pomocí volby *<References>*. Po zvolení této položky je možno modifikovat výběr referenčních prvků, ke kterým bude vázána nová skica.

3.1 Parametrizace modelu skici

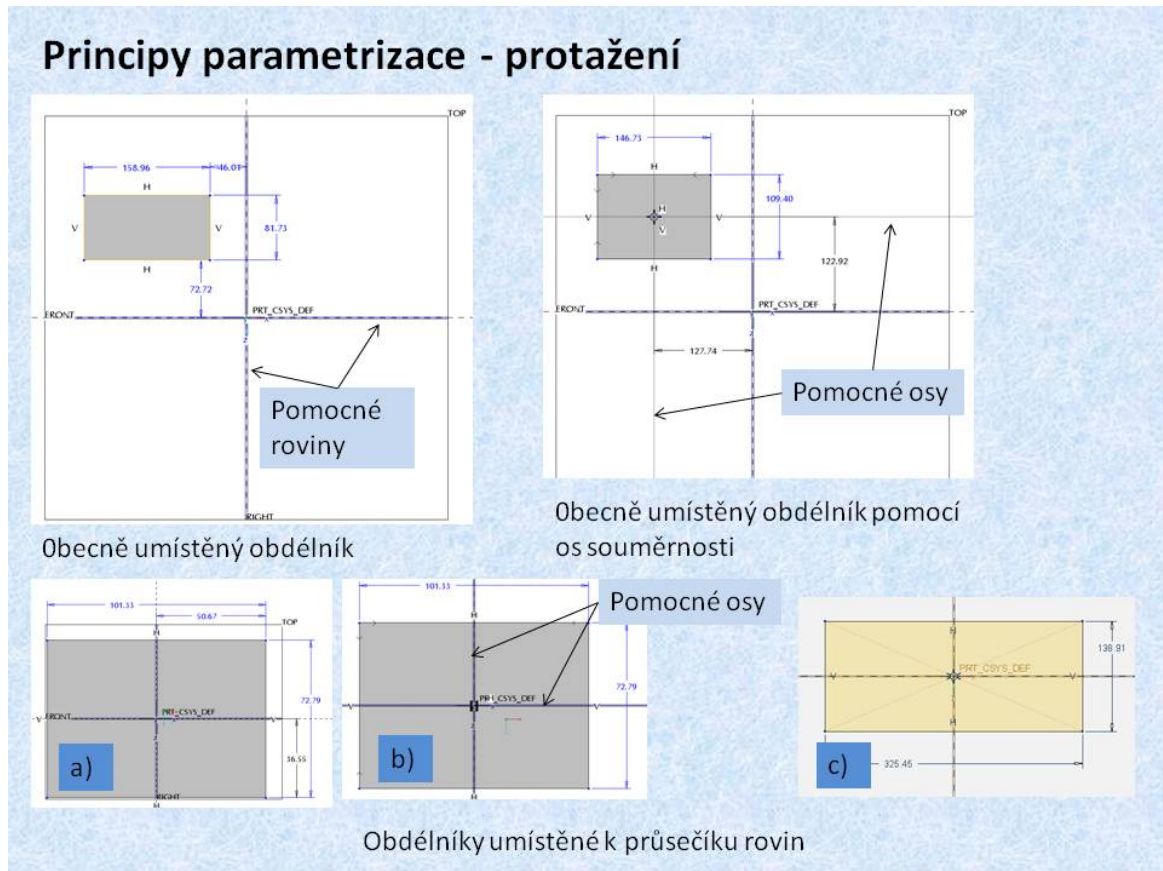
Výběr správných referenčních prvků je základem pro efektivní tvorbu nejen modelu součásti, ale pro další navazující modely:

- Sestavy,
- Výkresy,
- Simulační modely,



- Optimalizační studie,
- A pod.

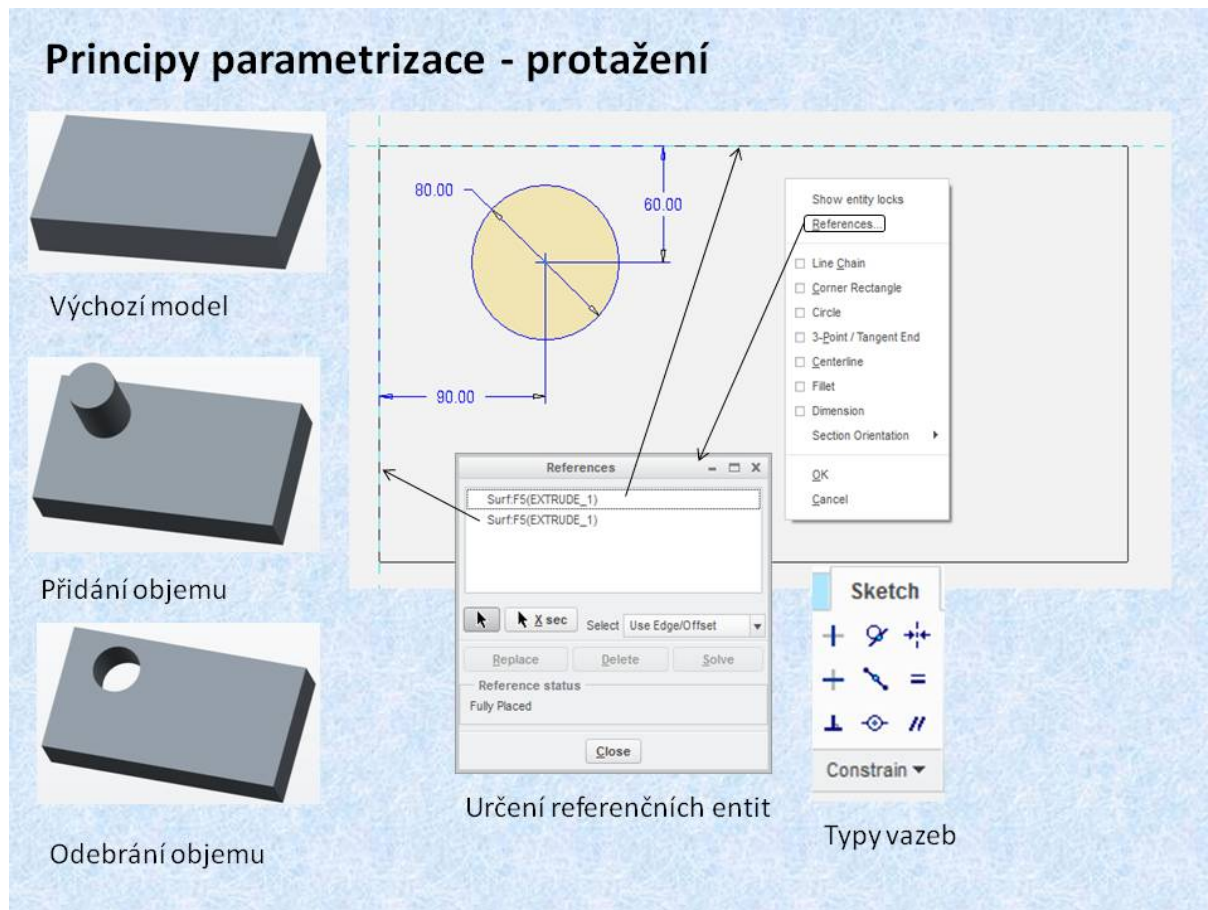
Proto je velmi důležité vysvětlit principy tvrdé parametrizace.



Obr. 2.7 Parametrizace skici

Princip parametrizace je patrný z následujících způsobů kótování obdélníku. Pro pochopení principu kótování je potřeba si uvědomit, které referenční prvky jsou definovány. Vzhledem k tomu, že se jedná o první konstrukční prvek, jsou to normálové roviny ke skicovací rovině. Proto jsou součástí skici na obrázku, pro obecně umístěný obdélník, i kóty pro jeho lokalizaci vzhledem k těmto prvkům. Tyto pomocné roviny byly vytvořeny dříve, než je tvořena skica, budou tedy rodičovskými prvky nově vytvořeného modelu. Poněvadž kóty vytvořené ve skicáři lze použít ve výkresu součásti, je vhodné, aby způsob kótování odpovídal kótám určeným pro výrobu a montáž. Poněvadž velké procento strojních součástí jsou nějakým způsobem symetrické, je proto vhodné využívat konstrukční osy, které slouží jako osy symetrie. Použití symetrických skic zmenšuje počet kót jak je to patrné z uvedených příkladů. Nejvhodnější skica obdélníku se jeví příklad c), poněvadž jsou kótovány pouze jeho délky hran.





Obr. 2.8 Přidání a odebrání objemu

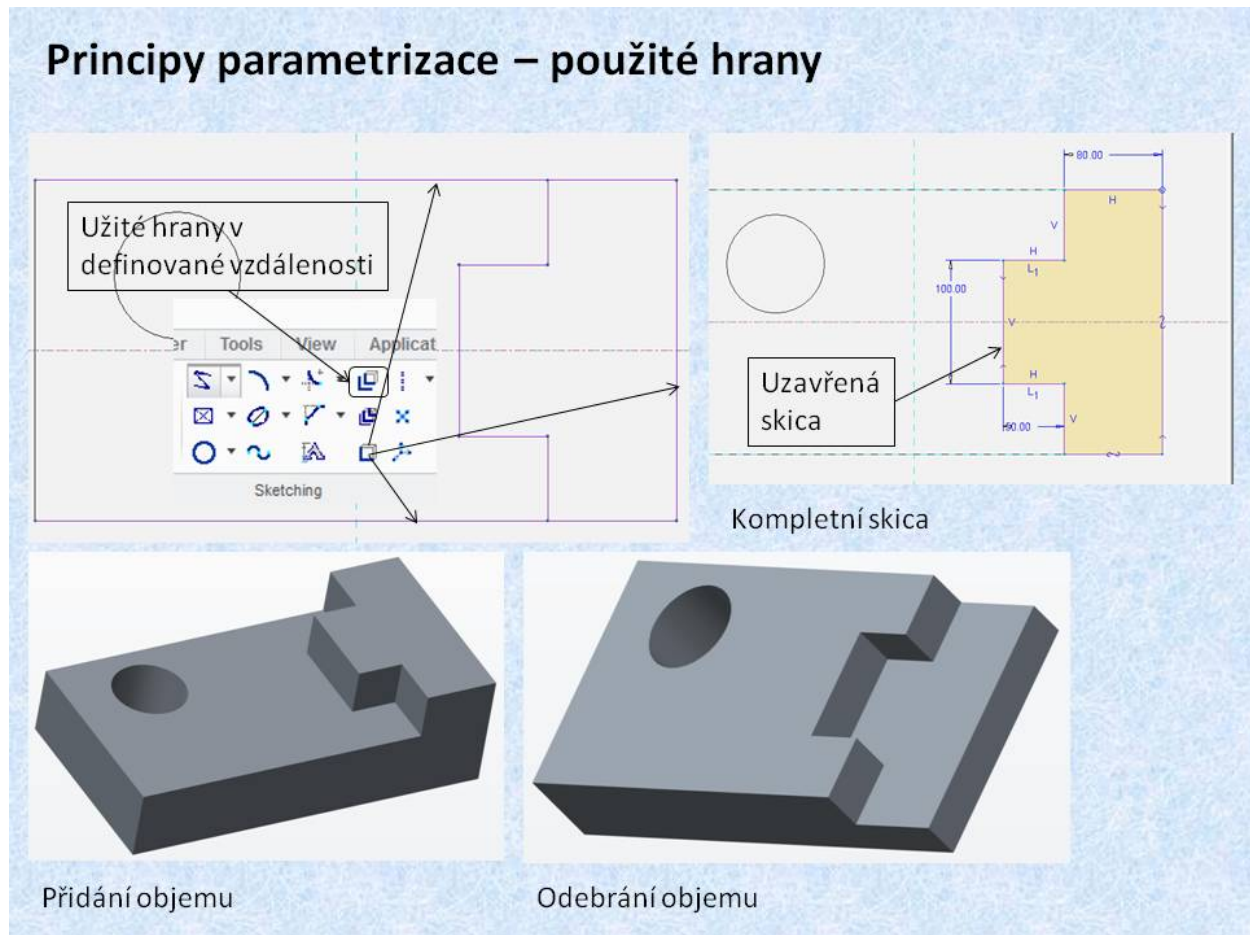
Video: 02_Protážení

Video: 02_Protážení

Základním principem parametrizace je správné nastavení referenčních entit, (hran, ploch, os, apod.). Inteligentní skicář vytváří sám kóty, kterými je skica definována. Tyto kóty se vážou na referenční entity. Výběr referenčních entit se provádí myší. Podržetím pravého tlačítka se objeví formulář, jehož druhou položkou jsou <References>. Po výběru této položky je možno přidávat nebo odebírat referenční entity, k nimž jsou vázány kóty nebo různé typy vazeb, které jsou umístěny na liště v položce <Constrain>. Lze definovat rovnoběžnost, kolmost, tečny, stejné hodnoty kót apod.

Na obrázku skici je umístěná kružnice, která je kótována vzhledem k hranám modelu. Tyto hrany byly vybrány jako referenční a jsou označeny jako čárkovaná čára. Poněvadž se jedná o další konstrukční prvek, lze k modelu přidat, popřípadě odebrat materiál. Vytvořená kružnice ve skicáři je přidána k výchozímu modelu jako válcová část, druhou možností je odečtení objemu, což představuje v tomto případě kruhový otvor.





Obr. 2.9 Promítání hran

Dalším způsobem parametrizace modelu, je použití hran, které jsou součástí předchozích konstrukčních prvků. Tyto hrany se promítnou do skicovací roviny, rovněž kóty jsou vázány na tyto hrany. V případě použití hran, je třeba si uvědomit, že do skicovací roviny jsou promítnuty celé hrany. Proto je nutno použít nástroje pro ořezání přebývajících entit, tak aby skica tvořila uzavřený tvar. Na obrázcích tohoto snímku je znázorněna skica před úpravou a po úpravě, tak aby byla uzavřená. Další obrázky představují modely, ve kterých jsou přidáné nebo odebrané objemy.

Jako použité hrany lze vytvořit hrany, které jsou umístěny v definované vzdálenosti, *<offset>*.

Jako použité hrany lze definovat úsečky, oblouky, obecné křivky, jejich vlastnosti jsou využívány pro projektované entity. Vybrané entity pro užité hrany, jsou potom rodičovské entity pro nově vytvořené konstrukční prvky. Objem lze přidávat a rovněž odebrat, jak je to patrné ze zobrazených modelů.

Další instruktážní videa:

Video: 04-tvorba_roviny_odebirani_materialu

Video: 07-zmena_skicovane_roviny_vazby

Video: 08-tenkostenny_profil



Závěr (Převést na mluvené slovo)

Obsah této přednášky je zaměřen na úvodní činnosti v systému Creo, jako jsou nastavení pracovního adresáře, vytvoření nového souboru součástí. Na učebnách je provedeno nastavení, které je součástí české lokalizace systému. Přičemž si student může vybrat jazyk, ve kterém chce pracovat. I když je možno používat českou lokalizaci, doporučuji pracovat v anglické verzi. Při otevření nového souboru součástí, dílu, je použita šablona, která má již nastaveny některé důležité atributy, jako jsou jednotky, pomocné roviny a osy, pojmenované pohledy apod. Pokud si budete instalovat Creo na svůj počítač, budete mít k dispozici původní nastavení z PTC, proto je vhodné si aspoň částečně základní nastavení upravit. S těmito úpravami Vám pomohou vedoucí cvičení nebo se s úpravou nastavení seznámíte na přednáškách.

Pro vytvoření prvního konstrukčního prvku, je potřeba si uvědomit, že z modelu součástí budete postupem času vytvářet 2D výkres, proto je vhodné, aby už výběr první skicovací roviny odpovídal orientaci pohledů, které si můžete vyzkoušet nastavením pojmenovaných pohledů "Nárys, Půdorys, Bokorys". Rovněž kóty, které jednoznačně definují vámi konstruovanou skicu, by měly být použitelné pro výkres a tedy pro výrobu.

Poněvadž v Creu funguje princip oboustranné plné asociativity, což znamená, že jakákoliv provedená změna na modelu se projeví ve všech navazujících souborech, usnadní to konstruktérovi práci při modifikacích navrhované konstrukce.



3. ZÁKLADY PARAMETRIZACE SOUČÁSTÍ



OBSAH KAPITOLY:

Tvorba objemu rotací
Parametrizace ve skicáři
Práce s vazbami



MOTIVACE:

Po seznámení s touto kapitolou budete schopni vytvořit model rotační součásti a pracovat ve skicáři tak, abyste si ulehčili práci do budoucna při zpětné editaci skici. Jedna věc je vymodelovat určitou součást v co nejkratším čase, věc druhá je využít již vytvořenou součást a co nejrychleji ji modifikovat do další verze. To je možné pouze v případě, že se při tvorbě modelu na tuto skutečnost myslí a využívá se všech dostupných vazeb a parametrů.



CÍL:

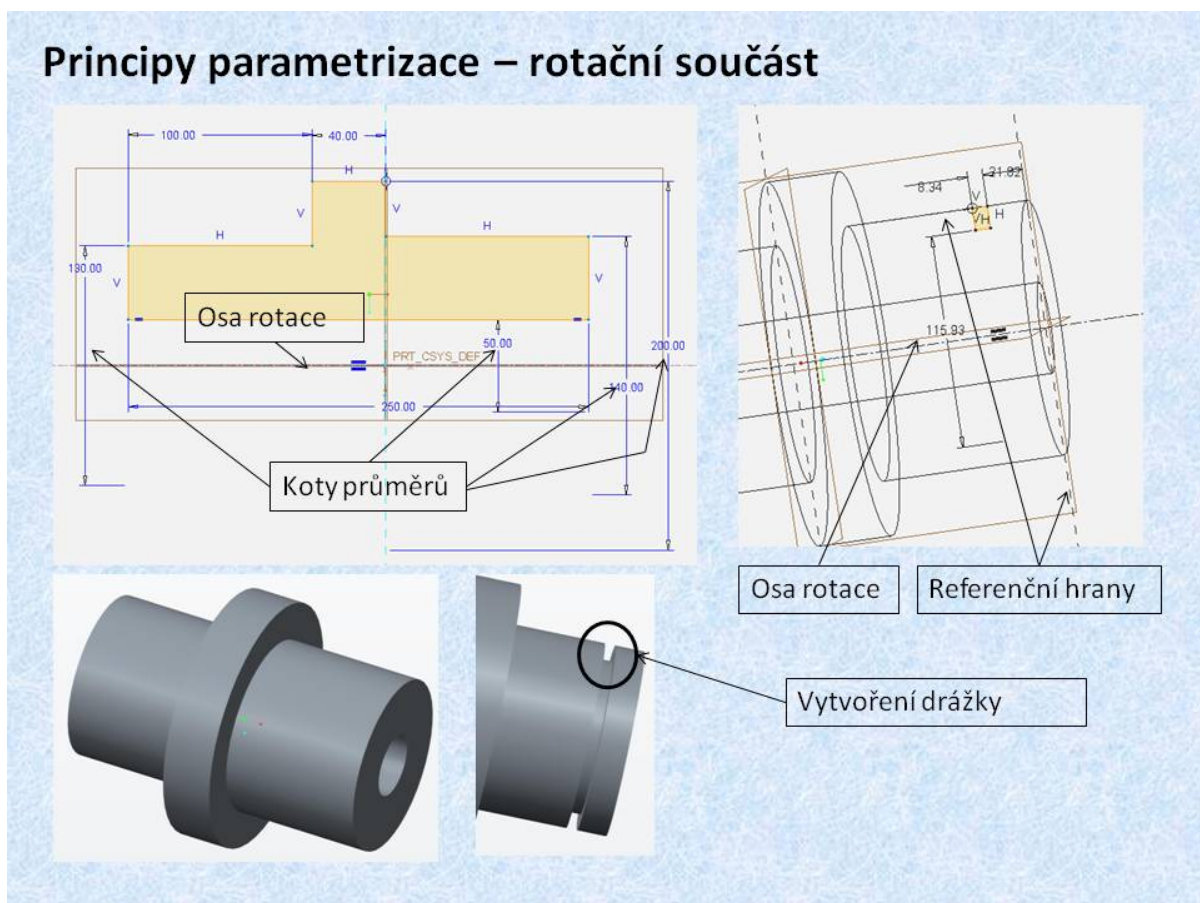
Osvojení si práce ve skicáři. Kótování skici.
Vytváření vazeb mezi entitami.
Vytvoření rotačního objemu.



1. ROTAČNÍ SOUČÁSTI

V předchozí přednášce byl vysvětlen princip parametrizace pro konstrukční prvek protažení. Obdobná pravidla platí i pro konstrukční prvek rotování. Jsou však zde určitá specifika, která je potřeba respektovat. Poněvadž se jedná o prvek, který je vytvořen rotováním, je nutno definovat osu rotace. Pro tento účel systém disponuje speciální entitou s názvem *<Centerline>*. Umístění této entity určuje osu rotačního prvku, rotační součásti. Poněvadž je vhodné, aby kóty vytvořené ve skici byly použitelné pro výkresovou dokumentaci, je potřeba vytvářet kóty průměrů. Další vlastností entity *<Centerline>* je, že všechny úsečky, rovnoběžné s osou rotace jsou kótovány jako kóty průměrů. Pokud není některá hrana správně okótována, je potřeba kótování upravit a vytvořit správnou kótu. Kóta průměru se tvoří výběrem kótované hrany, výběrem osy rotace a opětovným výběrem kótované hrany, prostředním tlačítkem se kóta umístí, obrázek 3.1.

Jako u prvku protažení, musí být vytvořená skica uzavřenou kombinací skicovních entit. Poněvadž je skica rotována, tvar skici v podstatě tvoří jenom polovina řezu rotační součásti, jak je to patrné z obrázku.



Obr. 3.1 Tvorba rotační prvků

Konstrukční prvek může vytvářet objem, nebo naopak objem odečítat. Na snímku je uveden příklad vytvoření drážky. Tato může být vytvořena jako drážka pro pojistný kroužek.



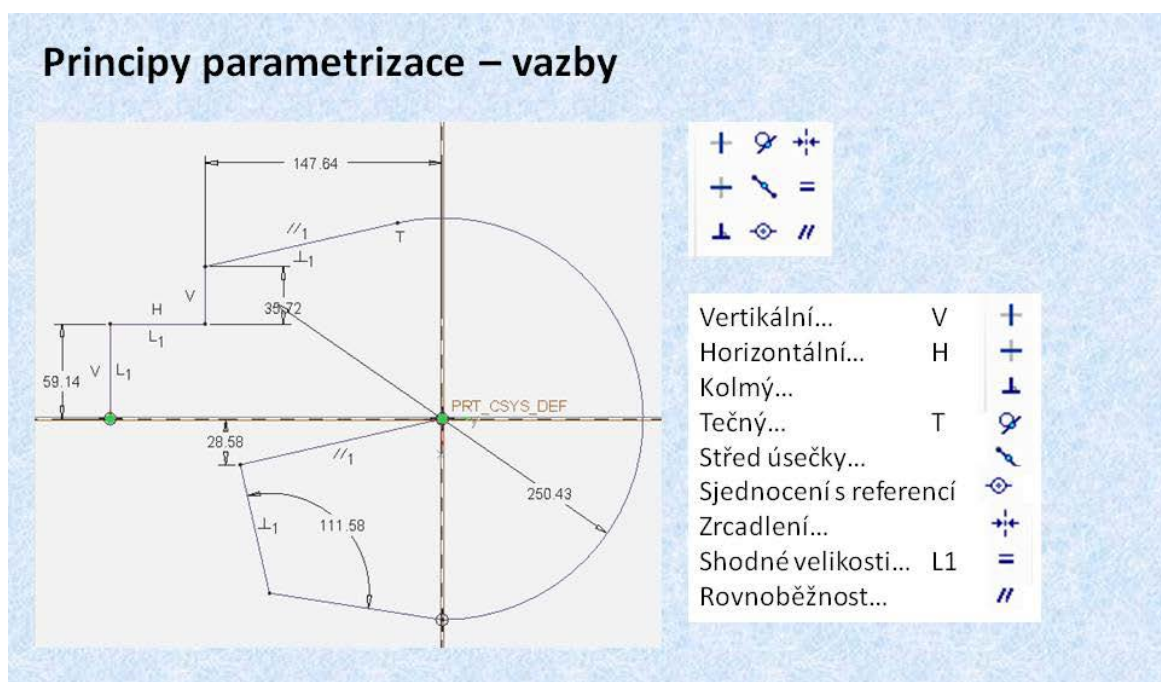
Velikost drážky na obrázku neodpovídá normalizovanému tvaru, pro názornost je úmyslně zvolena větší šířka drážky. Pro vytváření drážky, je nutno si uvědomit, že skica drážky musí obsahovat novou osu rotace, jinak nebude možno vytvořit průměrovou kótu. Pro osu rotace, při vytváření rotačního prvku lze použít osu rotace. Z obrázku skici je patrné, že systém kótuje opět k entitám, které byly vybrány jako referenční.

Video: 03-rotace

Video: 03-rotace

2. PARAMETRIZACE SKICI - VAZBY MEZI ENTITAMI

Velmi důležitým nástrojem parametrizace jsou vazby a vztahy mezi entitami. Systém Creo disponuje inteligentním skicářem, který kromě tvorby kót, vytváří i vazby mezi entitami. Základní vlastností skicování je automatické vytváření horizontálních a vertikálních čar. Systém má nastavenou přesnost, a pokud při kreslení se dostanete do tolerančního pole nastavené přesnosti, jsou nabízeny různé typy vazeb. Kliknutím na pravé tlačítko myši lze vazbu odmítnout. Vytvářené vazby v mnoha případech nahrazují kóty, proto je velmi důležité si uvědomit, které kóty a vazby jsou prioritní pro následné úpravy modelu, nebo pro tvorbu výkresů. Proto je možno vytvořené vazby a kóty měnit a vnutit systému svou představu kót a vazeb. Pokud ponecháme vazby, které vytváří systém intuitivně, mohou pak vzniknout problémy při následné editaci modelu. Platí tady jednoznačně, že výpočetní technika by měla práci usnadňovat, nikoliv konstruktéra nutit do nevhodných variant. Konstruktér je zodpovědný za navrhovaný technický objekt, a platí to nejenom pro vyrobené dílo, ale i o virtuálních technických objektech, které umožňují konstruktérům a vývojářům, předvídat chování navrhovaných technických objektů.



Obr. 3.2 Vazby mezi entitami.



Inteligentní skicář, <Intent manager>, nabízí následující typy vazeb, které automaticky vytváří, pokud se konstruktér při skicování přiblíží k některé z následujících možností.

Vertikální... nabízí svislou úsečku,
Horizontální... nabízí vodorovnou úsečku.

Po vytvoření svislé nebo vodorovné úsečky, se tento režim automaticky přepíná ($H > V > H$)

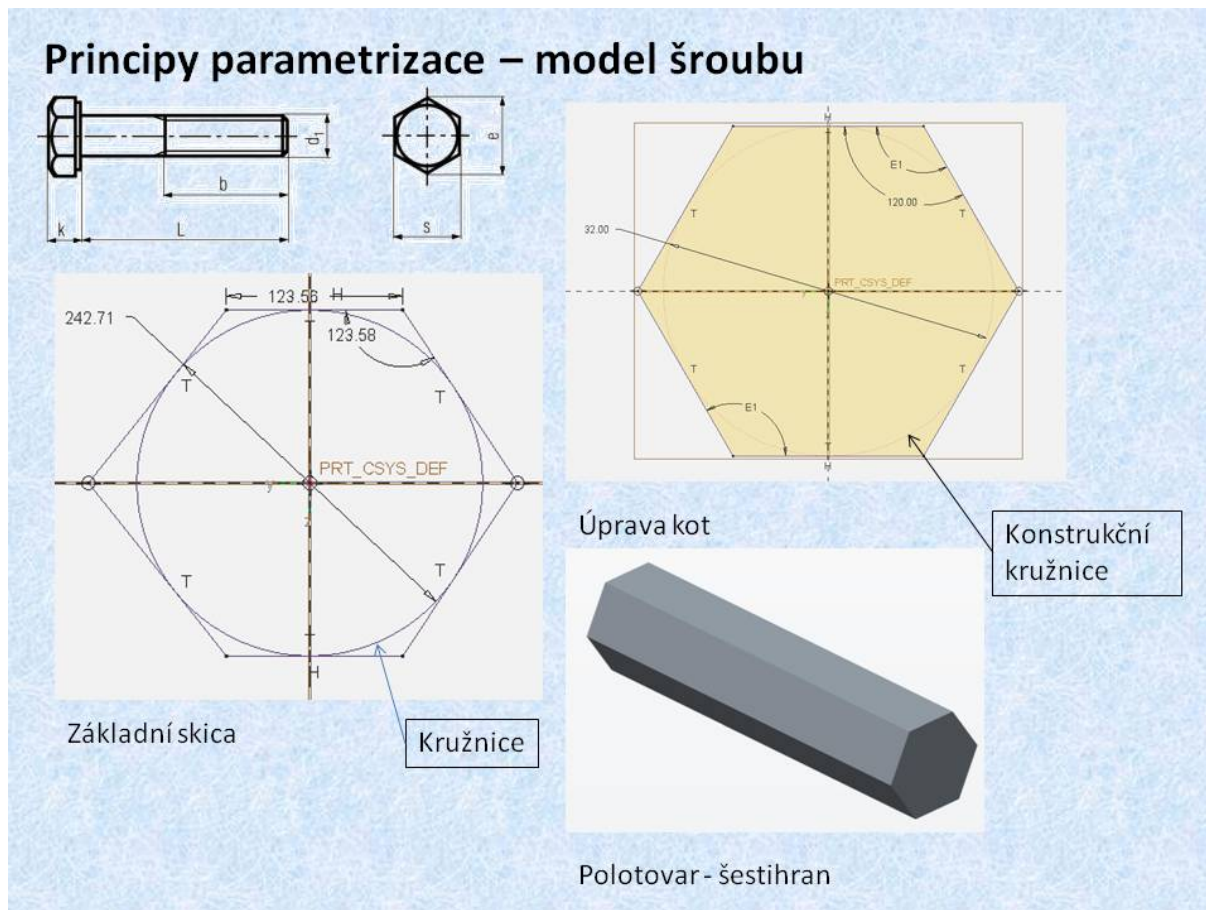
Kolmý... nabízí kolmici kúsečce
Tečný... nabízí tečnu
Střed úsečky... najde střed úsečky
Sjednocení s referencí uchytlí k referenčnímu prvku
Zrcadlení... vytvoří zrcadlový obraz
Shodné velikosti... nabízí stejné velikosti úseček
Rovnoběžnost... nabízí rovnoběžnou úsečku

Jak bylo uvedeno v úvodu tohoto komentáře, skicář tyto vazby vytváří automaticky. Druhou možností je, že konstruktér přidává potřebné vazby individuálně, aktivací příslušné vazby a kliknutím na jednotlivé entity.

3. PRINCIP PARAMETRIZACE SOUČÁSTI

Jako příklad parametrizace součásti je možno uvést jednoduchý postup modelování běžného šroubu se šestihrannou hlavou. Jestliže potřebujeme vyrobit netypizovanou součást, musíme nejdříve vybrat polotovár, tak aby byla výroba co nejlevnější. V tomto případě se jedná o šestihran, u kterého potřebujeme speciální vlastnosti například odolnost proti chemikáliím apod. Z nabídek firem si vybereme nám vyhovující polotovár a ten následně opracováváme. Stejný postup je možno aplikovat i při tvorbě modelu součásti.





Obr. 3.3 Model šestihranu

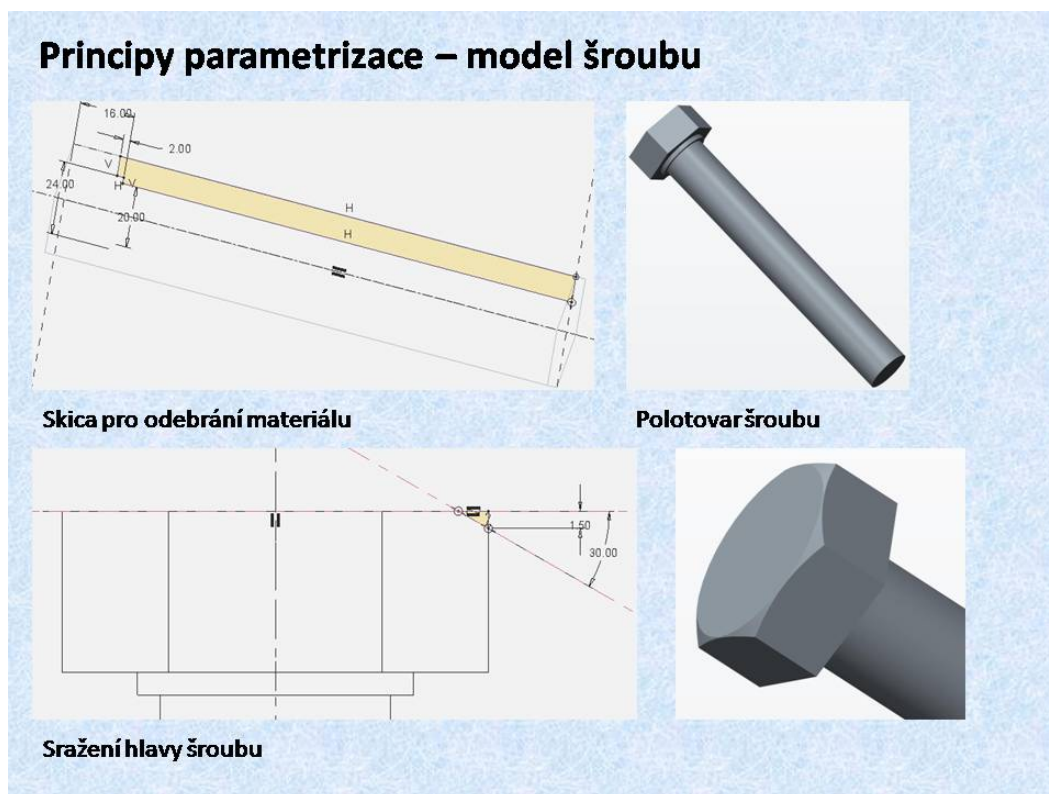
Výchozí skica pro vytvoření objemu polotovaru šroubu je tvořena rovnoramenným šestiúhelníkem, který je opsán kružnicí. Průměr kružnice vlastně představuje otvor klíče. Poněvadž se jedná o opsáný rovnoramenný šestiúhelník, všechny jeho strany jsou tečnami ke konstrukční kružnici, která se stává řídicí entitou celé skici. Kóty úhlů mezi stranami (120°), zajišťují rovnoramennost šestiúhelníku. Protáhnutím takto upravené skici vznikne model šestihranu, jako polotovar pro výrobu šroubu. Uvedený postup tedy respektuje postup výroby.

Jestliže potřebujeme vyrobit netypizovanou součást, musíme nejdříve vybrat polotovar, tak aby byla výroba co nejlevnější. V tomto případě se jedná o šestihran, u kterého potřebujeme speciální vlastnosti například odolnost proti chemikáliím apod. Z nabídek firem si vybereme nám vyhovující polotovar a ten následně opracováváme. Stejný postup je možno aplikovat i při tvorbě modelu součástí. Na obrázku 3.3 je zobrazen polotovar šestihranu.

Tento byl uřezán na potřebnou délku, je upnut do soustruhu a je odebrán materiál tak aby byl vytvořen požadovaný tvar. V případě modelování, je soustružení simulováno rotováním skici potřebného tvaru, přičemž materiál není přidáván, ale je aktivováno tlačítko odebrání materiálu, čímž vznikne požadovaný tvar. Dalším krokem je sražení hlavy šroubu, které je rovněž vytvořeno rovněž odečtením materiálu pomocí rotování skici.

Vytvořený model šroubu, lze jednoduše upravit a získat model matice. Tento postup je názorně vysvětlen na obrázku 3.4.

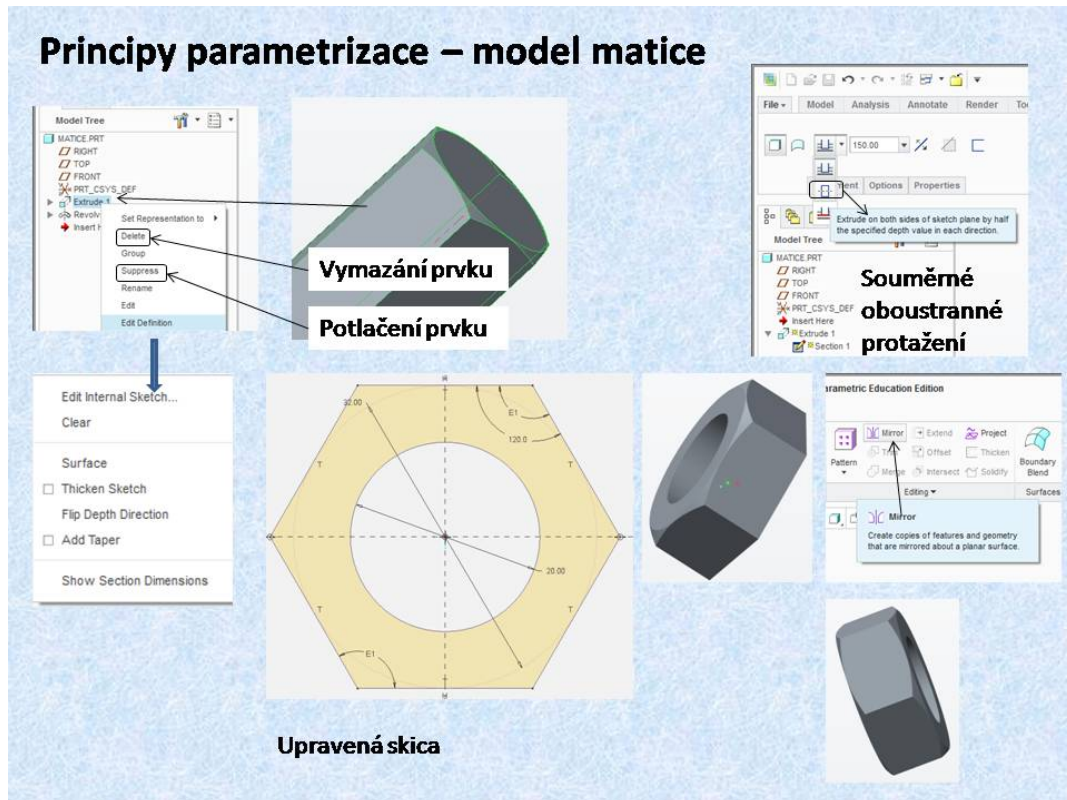




Obr. 3.4 Model šroubu

Jestliže konstruujeme nějakou součást, je vhodné uvažovat o jejím dalším využití, například pro tvorbu jiné součásti. Jako příklad může posloužit, šroub a matice. Obě součásti jsou vyráběny ze stejného polotovaru, šestihranné tyče. Proto pro tvorbu matice lze jednoduše použít model šroubu. Celý postup je znázorněn na obrázku 3.5.





Obr. 3.5 Model matice

Pomocí funkce *<ulož jako>* , *<Save as>*, uložíme šroub pod názvem matice. Tento nový soubor si otevřeme a můžeme dále upravovat.

1) Prvním krokem může být vymazání prvku, který vytváří ze šestihranu rotační část šroubu. Vymazání prvku se provádí pomocí stromu modelu, poněvadž všechny vytvořené prvky se automaticky ukládají do stromu modelu. Výběrem libovolného prvku a podržením pravého tlačítka myši je zobrazena nabídka na úpravy prvku. Jednou z možností je i vymazání prvku. Pokud chceme smazat prvek, na který je vázán některý z dalších prvků, dojde i k jeho vymazání. Abychom si nepoškodili model, je vhodné použít položku pro potlačení prvku. Tato funkce nám ukáže, které prvky jsou vázány na námi vybraný prvek, který chceme smazat. Můžeme se tedy rozhodnout, jak budeme pokračovat v úpravách modelu.

2) Pokud chceme modifikovat některý z prvků, zvolíme položku *<Edit Definition>*. Pomocí této funkce se dostaneme zpět do režimu tvorby prvku a můžeme cokoliv měnit. Pomocí položky *<Edit Internal Sketch>*, se vrátíme do skicáře a můžeme přidat nebo ubrat entity.

3) V případě tvorby matice přidáme ve skicáři kružnici, která nám po vytažení vytvoří v šestihranu otvor. V režimu tvorby prvku, můžeme měnit délku a způsob protažení. Poněvadž je matice souměrná je vhodné použít souměrné protažení na obě strany. Tento způsob protažení nám umožní zrcadlení sražení šestihranu.

4) Zrcadlení se provádí pomocí funkce *<Mirror>*, jako referenční prvek je nutno vybrat některou z rovin souměrnosti.

Video: 06-tvorba_rezu

Video: 06.tvorba_rezu



4. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENOU ŘEČ)

Jednou z charakteristických vlastností Crea je takzvaná tvrdá parametrizace, což v praxi znamená, že veškeré modely, jejich tvary a rozměry musí být jednoznačně definovány, poněvadž kóty a vazby jsou řídicími parametry modelů. Tato vlastnost je pro začínající uživatele značně nepochopitelná, zvláště když mají návyky z jiných CAD systémů, které preferují volné modelování. U mnoha studentů tak vzniká nechuť ke Creu, poněvadž způsob modelování považují za složitý. Tento pohled, je ale velmi zkreslený, poněvadž princip tvrdé parametrizace vychází z principů technologičnosti konstrukce, což znamená, že navržená součást musí být funkční a vyrobitelná vybranou technologií, obráběním, svařováním, a podobně, a proto je nutné, aby výkresová dokumentace obsahovala všechny potřebné informace, tedy i jednoznačně určené kótování. Toto automaticky zajišťuje parametrizace modelu, konstruktér si musí pouze pohlídat, aby kóty byly použitelné pro vybranou technologii.

Dalším důvodem je možnost provádět různé analýzy a dále tvarovou a rozměrovou optimalizaci, což opět vyžaduje jednoznačně definovaná model.



4. INŽENÝRSKÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY



OBSAH KAPITOLY:

Inženýrské konstrukční prvky

- Díry
- Zaoblení a sražení hran
- Úkosy
- Skořepina
- Tenkostěnné součásti
- Žebra



MOTIVACE:

Po seznámení s touto kapitolou budete schopni využívat tzv. inženýrské konstrukční prvky, které správným použitím šetří čas při modelování. Výsledného modelu se dá dosáhnout použitím základních nástrojů pro tvorbu objemu, ale to je logicky neefektivní postup. Využití dostupných nástrojů pro tvorbu modelu urychluje jak čas samotného modelování, tak následnou jednoduchou a rychlou editaci.



CÍL:

Seznámit se s vytvářením různých konstrukčních prvků, které umožňují detailní prokonstruování modelu.

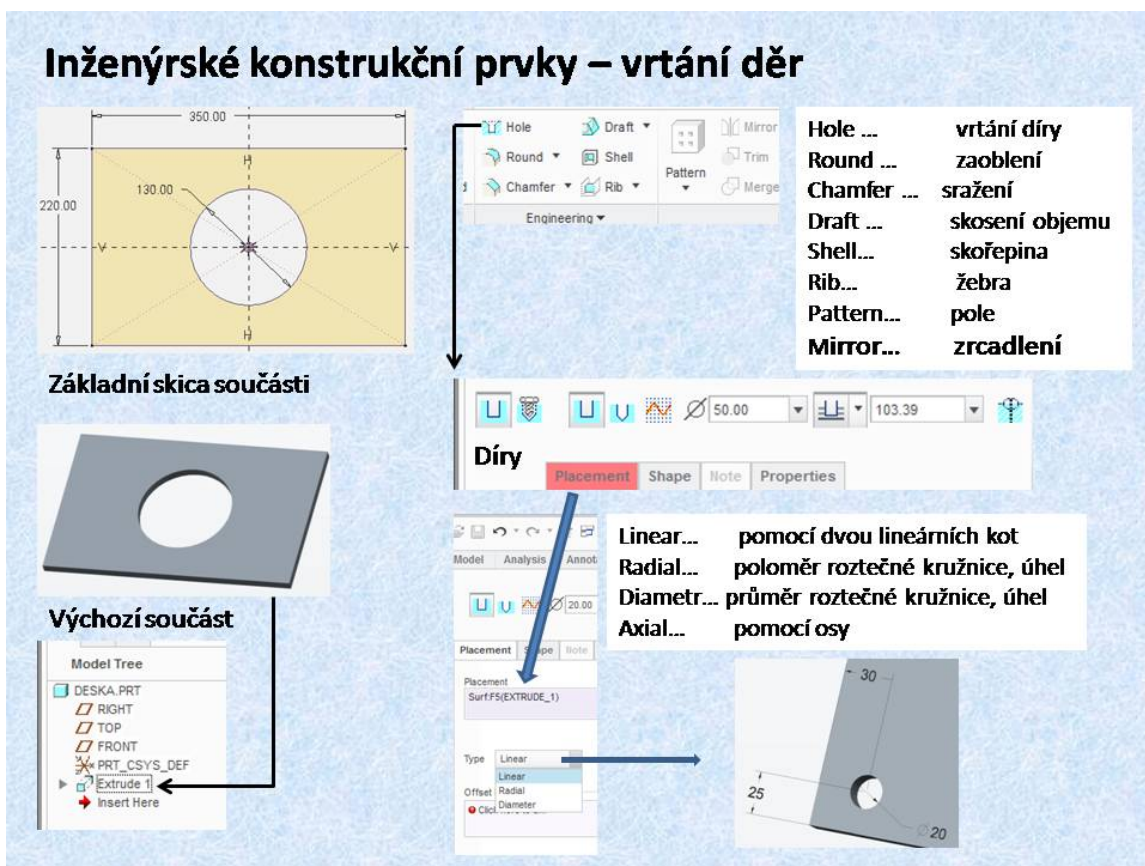


1. INŽENÝRSKÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Principy konstrukčních prvků pomocí vysunutí nebo rotování skic umožňují vytvoření různě tvarované součásti. Poněvadž je vhodné, aby byly vytvářeny jednoduché a dobře modifikovatelné prvky, disponuje systém dalšími nástroji, které se souhrnně nazývají inženýrské, popřípadě editační prvky. Jsou to následující nástroje:

- Hole ... vrtání díry
- Round ... zaoblení hran
- Chamfer ... sražení hran
- Draft ... zkosení objemu
- Shell... tvorba tenkostěnných součástí, skořepin
- Rib... vytváření žeber

2. VRTÁNÍ DĚR



Obr. 4.1 Model matice

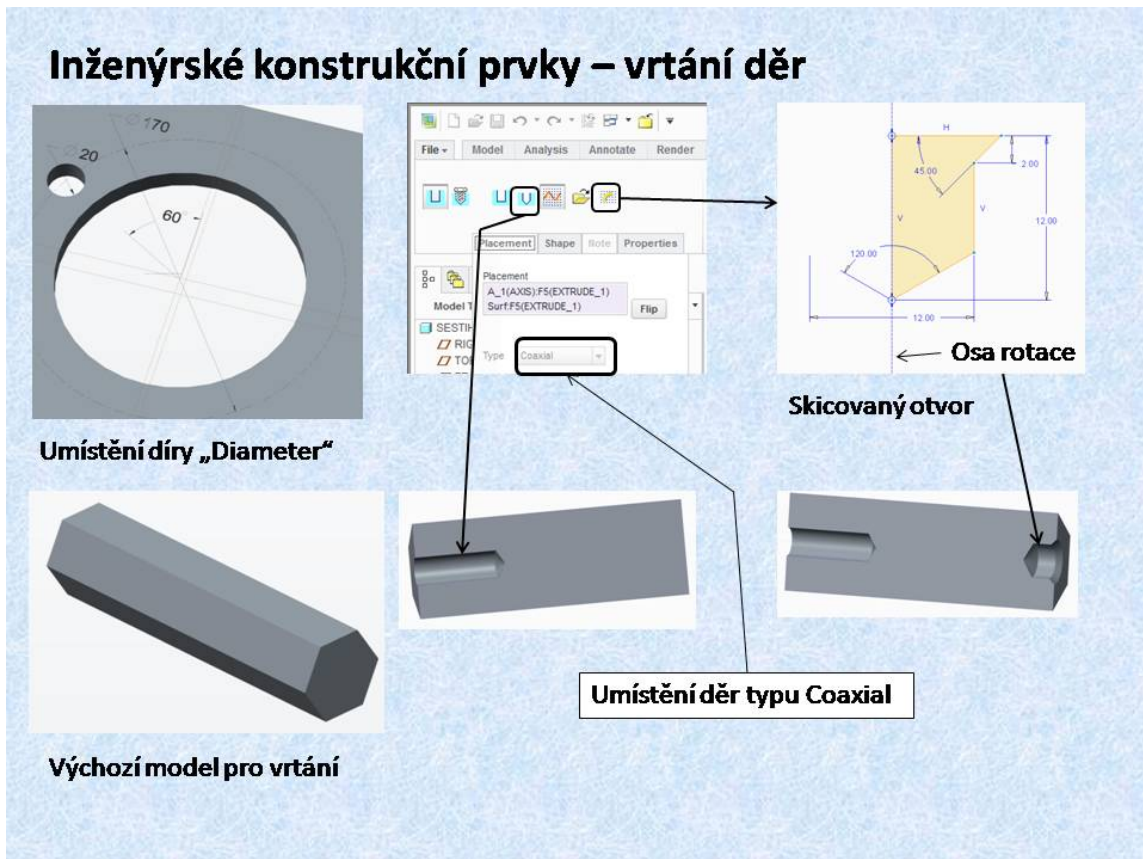
Jako první příklad je vrtání kruhových otvorů. Tento nástroj umožňuje vytvářet různé typy děr, hladké, normalizovaného tvaru nebo si může konstruktér vytvořit svůj tvar díry. Díry jsou



vždy vrtány kolmo na vybranou základní plochu, kterou je vhodné vybrat jako první. Způsob umístění děr ve vybrané ploše může být následující:

- Linear... pomocí dvou lineárních kót
- Radial... poloměr roztečné kružnice, úhel
- Diameter... průměr roztečné kružnice, úhel
- Axial... pomocí osy, v tomto případě jako první reference je nutno vybrat osu.

Na obrázku 4.1 je zobrazena vytvořená díra umístěná na základní ploše pomocí dvou lineárních kót.



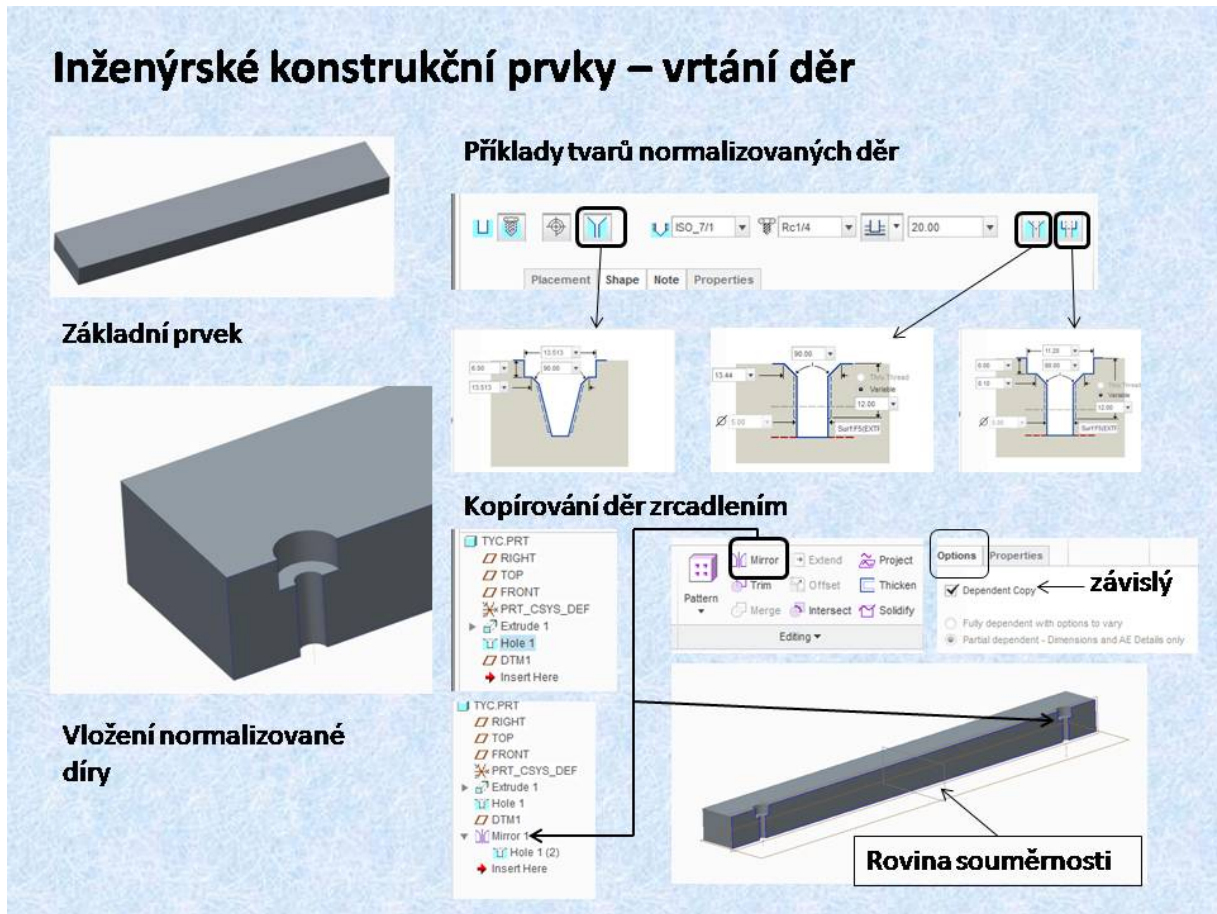
Obr. 4.2 Způsoby umístění děr

Dalším příkladem vytvořené díry je její umístění pomocí způsobu *<Diameter>*. Díra je umístěna na plochu pomocí referenční osy a úhlu, měřeného od některé z rovin nebo plochy. Přičemž je kótován průměr roztečné kružnice. Toto umístění je shodné jako *<Radial>*, pouze s tím rozdílem, že je kótován poloměr roztečné kružnice.

Na dalších příkladech jsou uvedeny díry zakončené kuželem od vrtáku a díry vytvořené na základě skici, kterou lze libovolně vytvořit podle potřeby konstruktéra. Obě díry jsou vytvořeny v ose šestihranu. Poněvadž jako první referenční prvek, byla vybrána osa šestihranu, je automaticky zvoleno umístění *<Coaxial>*. Plocha, do které je díra vrtaná, je vybrána jako druhá reference.



U skici pro tvar díry je potřeba připomenout, že se jedná o rotační prvek, a proto je nutno vytvořit osu otáčení. Tato osa musí být vertikální a tvar skici musí respektovat směr shora dolů. To znamená, že dole je konec díry. Vytvořená skica musí tedy respektovat všechny požadavky na rotační konstrukční prvek, který odebírá materiál.



Obr. 4.3 Normalizované díry

Creo umožňuje i tvorbu normalizovaných tvarů děr. Databáze těchto tvarů je součástí nástroje <Hole>. Typ díry se vybírá podle zvolené normy a velikosti šroubu. Způsob umístění těchto děr je stejný jako u ostatních tvarů děr. Na obrázcích jsou znázorněny některé tvary normalizovaných děr.

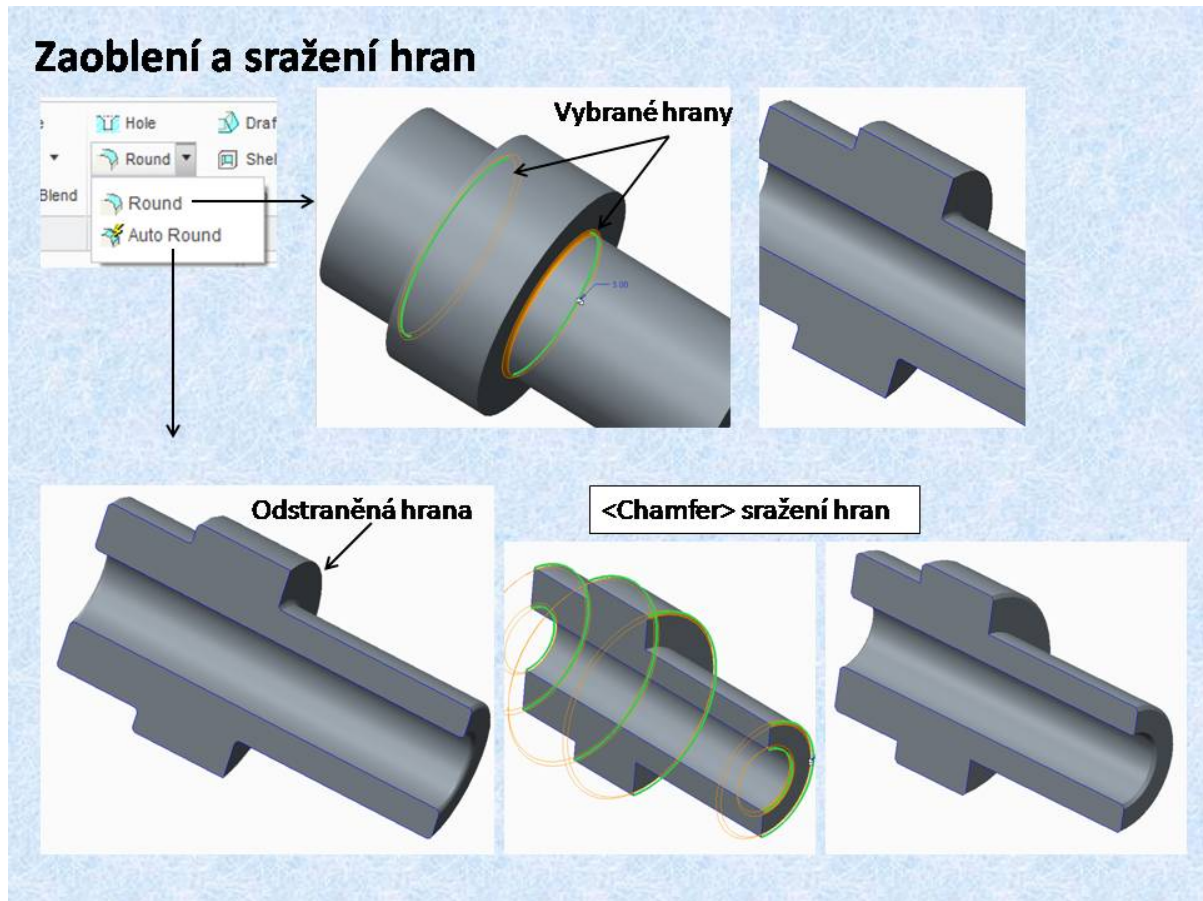
Video: 02-tvorba_der

Video: 02-tvorba_der

3. SRAŽENÍ A ZAOLBNÍ HRAN

Velmi častými konstrukčními prvky, které se používají při konstruování součástí, jsou zaoblení nebo sražení (zkosení hrany). Tyto konstrukční detaily se používají především z důvodů dodržení principů správné technologičnosti konstrukce. Poněvadž u většiny strojních součástí jsou všechny hrany buď zaobleny, nebo sraženy, nabízí i základní modelář Creo/Parametric tuto funkci.





Obr. 4.4 Zaoblení a sražení hran

Creo nabízí v případě zaoblení nejenom výběrem jednotlivých hran, ale i tzv. *<Auto Round>*, což je funkce, která provede zaoblení hran, určitého poloměru celého modelu, s tím, že hrany, které nemají být zaobleny, jsou odstraněny z celkové výběrové množiny. Klasické zaoblení nebo sražení hran funguje tak, že se pro určitou hodnotu poloměru nebo velikost a typ sražení, vytvoří výběrové sady, které definují, co bude sraženo nebo zaobleno. Sady hran se vytvářejí následovně:

- Kliknutím na hranu se vytvoří nová sada entit pro zaoblení nebo sražení.
- Dalším výběrem hran při současném stlačení tlačítka *<Ctrl>*, jsou do této množiny přidány další entity.
- Výběrem bez současném stlačení tlačítka *<Ctrl>*, je vytvořená nová sada entit, která může mít jinou hodnotu zaoblení nebo sražení.

Ve stromě modelu se objeví pouze jeden konstrukční prvek, který lze kdykoliv modifikovat. Pro vytváření zaoblení nebo sražení je dobré si uvědomit, že tento typ prvku je sice pro výrobu a funkci součásti velmi důležitý, ale není vhodné jej vytvářet hned na počátku modelování, protože by mohlo dojít k vytvoření referencí na hrany vytvořené zaoblením nebo sražením, což by mohlo mít za následek problémy při modifikaci celého modelu.

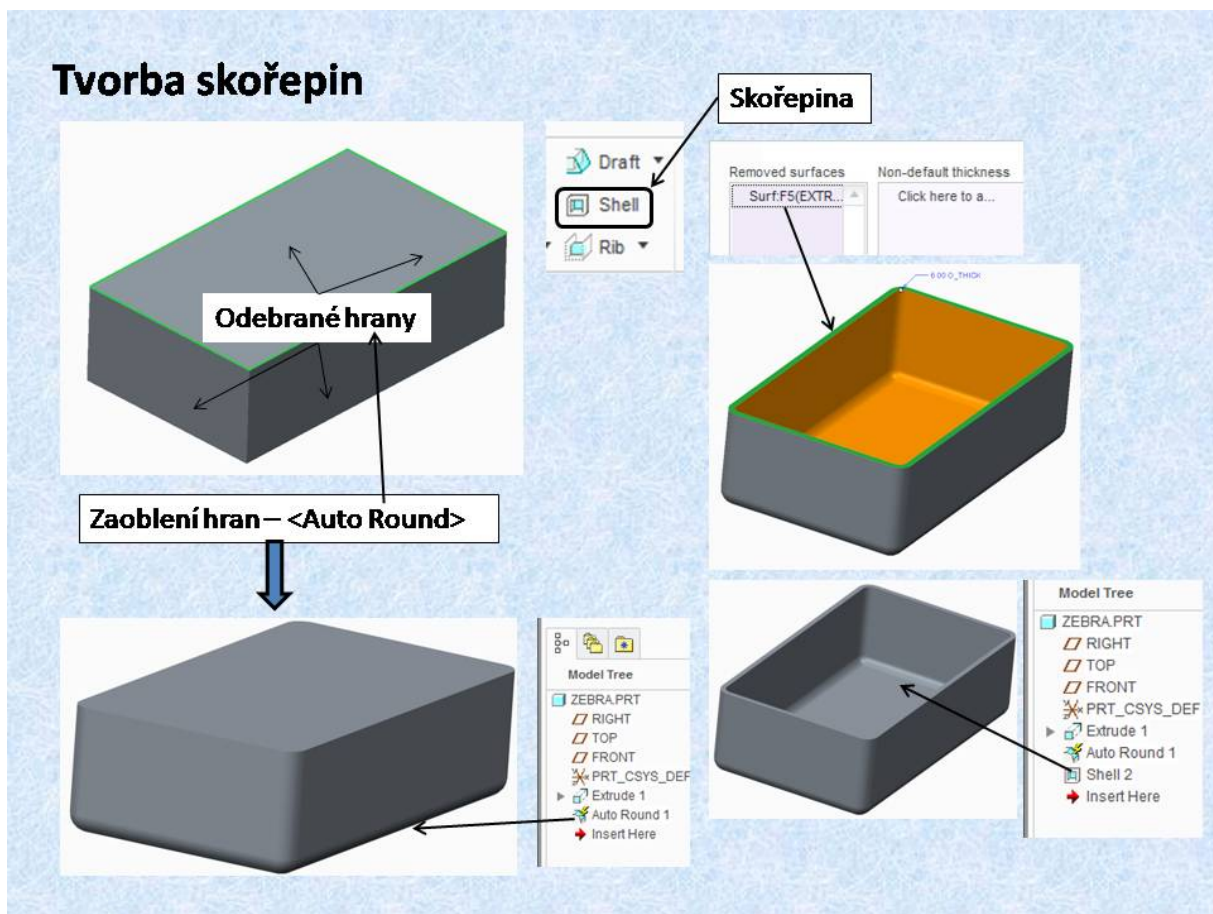
Video: 01-

Video: 01-srazeni_zaobleni



4. TVORBA SKOŘEPIN A ÚKOSŮ

Funkce *<Auto Round>* je použita i na obrázku 4.5, ve kterém je objasněna tvorba skořepin. Základnímu modelu kostky jsou pomocí této funkce zaobleny hrany. Hrany horní plochy jsou odstraněny z výběrové množiny, na spodním obrázku vlevo je zřejmé zaoblení hran. Tento model je dále upravován. Z plného objemu je vytvořený, funkcí *<Shell>*, tenkostěnný model, který má definovanou tloušťku stěny. Horní nezaoblená plocha byla odstraněna a tak vznikla tenkostěnná nádoba, která má zaoblené hrany. Z toho vyplývá, že funkce *<Shell>* vytvoří tenkostěnný model ze všech konstrukčních prvků, které byly vytvořeny před tím než byla funkce použita. Takto je to zaznamenáno i ve stromu modelu. Pokud dojde ke změně konstrukčních prvků předcházejících prvek typu *Shell*, změna se promítne i do vytvořeného tenkostěnného modelu.



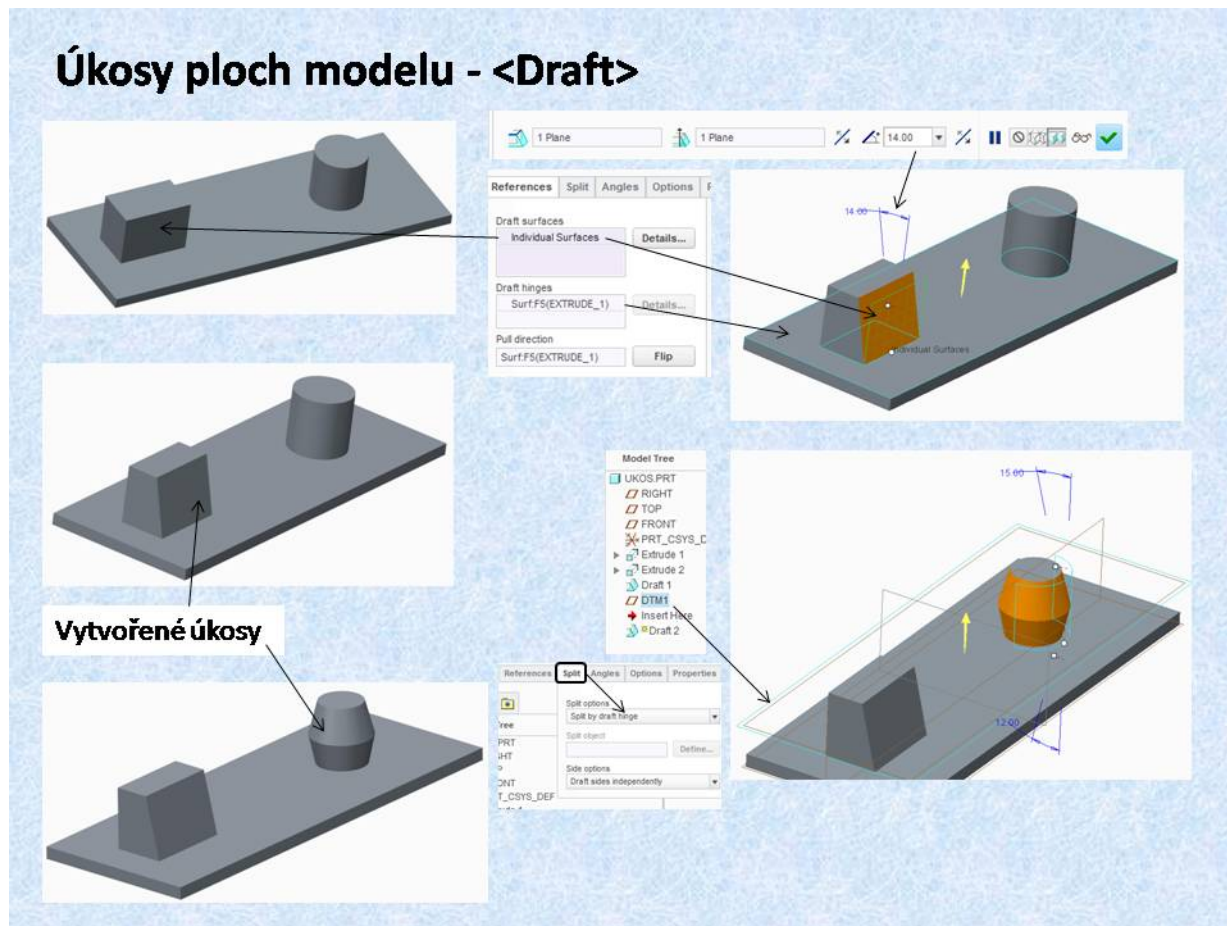
Obr. 4.5 Tvorba tenkostěnných modelů

Video: 04-

Video: 04-tvorba_skořepiny

Další inženýrskou funkcí jsou úkosy ploch modelu. Tato funkce umožňuje natočení vybraných rovinných ploch o určitý úhel.





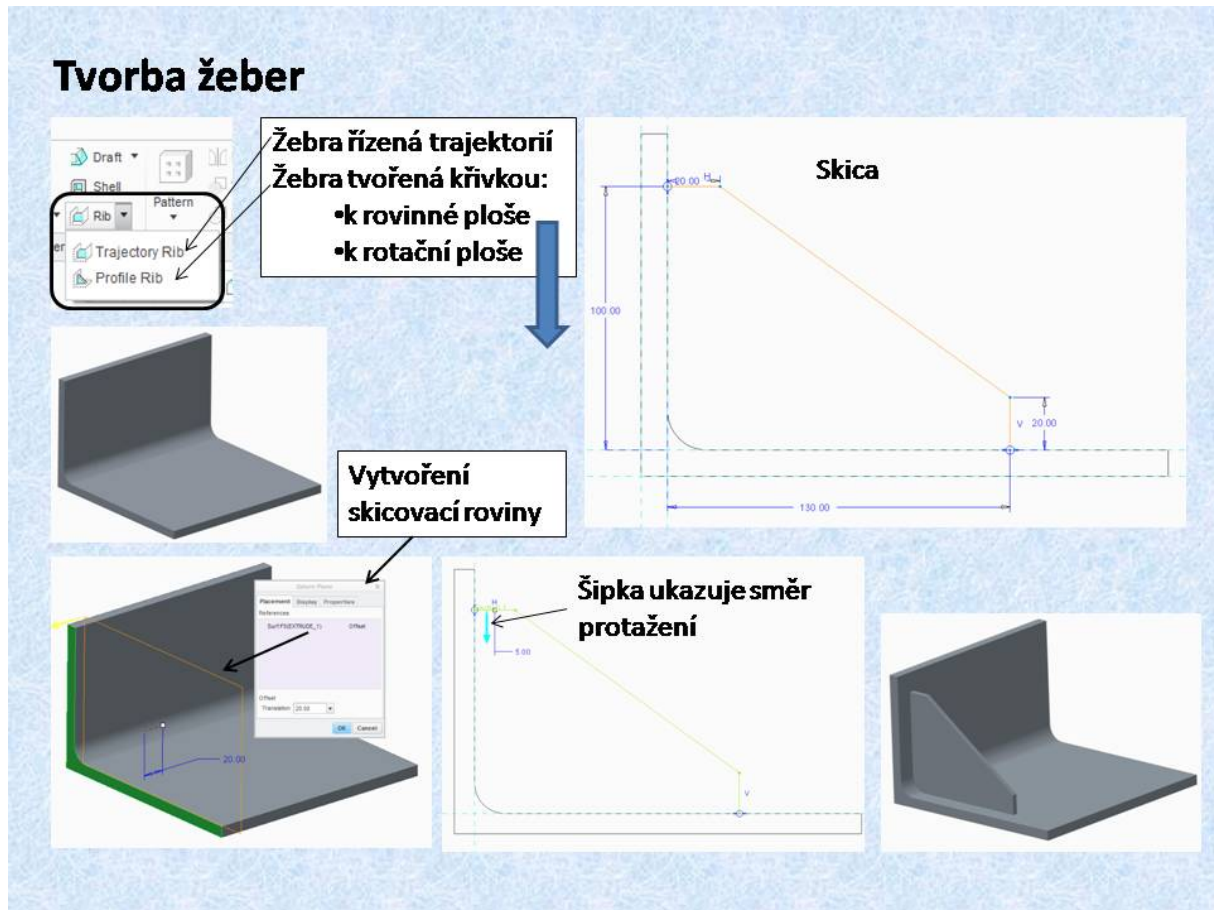
Obr. 4.6 Úkosy modelů

Na obrázku 4.6 je objasněna funkce pro tvorbu úkosů. V položce *<References - Draft surfaces>* je patrná vybraná rovina pro provedení úkosu. Položka *<References - Draft hinges>* která je definovaná plochou modelu definuje osu natočení plochy. Položka *<References - Pull direction>*, která je znázorněna šipkou určuje směr úhlu natočení. Tento postup je demonstrován na jedné z ploch kostky modelu. Funkce *<Draft>* umožňuje provádět úkosy i na rotačních plochách. V obou případech lze provést úkos od některé z rovin modelu. Další možnost je rozdělení zkosení na dvě části, jak je zde ukázáno na tomto snímku. Rotační plocha válcového prvku je rozdělena pomocnou rovinou DTM1 (viz strom modelu), která byla vytvořena před započítím provádění úkosu. Aby došlo k rozdělení zkosení, je třeba v položce *<Split - Split options>* vybrat volbu *<Split by draft hinge>*. Výsledný model s úkosy je patrný z obrázku vlevo dole. Funkce *<Draft>* je vhodná pro úpravy modelů, které budou vyráběny například odléváním, kdy úkosy jsou nutné pro vyjmutí odlitku s formy.

5. TVORBA ŽEBER

Další, velmi efektivní funkcí modeláře je tvorba žebér. Tato funkce zjednodušuje tvorbu objemu. Používá se v případě objemu, který je od křivky protahován k jedné ploše nebo k několika plochám, jak rovinným tak i rotačním.

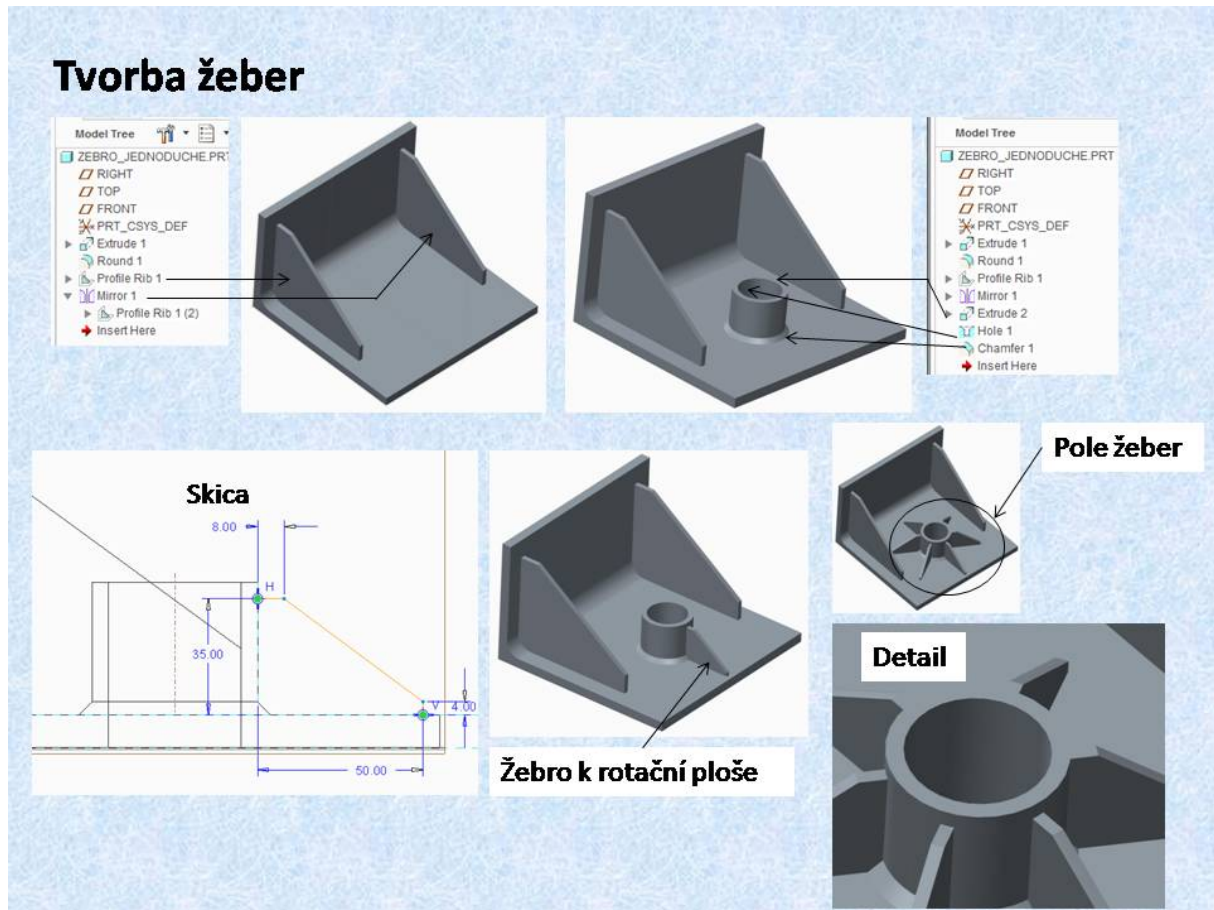




Obr. 4.7 Žebra k rovinným plochám

Funkce <Rib> nabízí dvě možnosti tvorby žeber. Jednodušší nástroj pro tvorbu žeber je položka <Profile Rib>. Pomocí této funkce se vytvářejí žebra, jejichž skicu tvoří otevřená křivka, jejíž koncové body jsou umístěné na některé z ploch, ke které se žebro protáhne, proto je vhodné určit tyto roviny jako referenční. Na snímku je příklad tvorby žebra na profilu nerovnoramenného úhelníku. Skicovací rovina je vytvořena jako součást žebra ve vzdálenosti 20 mm od boční plochy profilu. Po ukončení skici se objeví na skicované křivce šipka, která ukazuje směr protažení objemu a ta musí směřovat k plochám. Tloušťka žebra je souměrná podle skicovací roviny. Na obrázku v pravém spodním rohu snímku, je zobrazen model s vytvořeným žebrem.



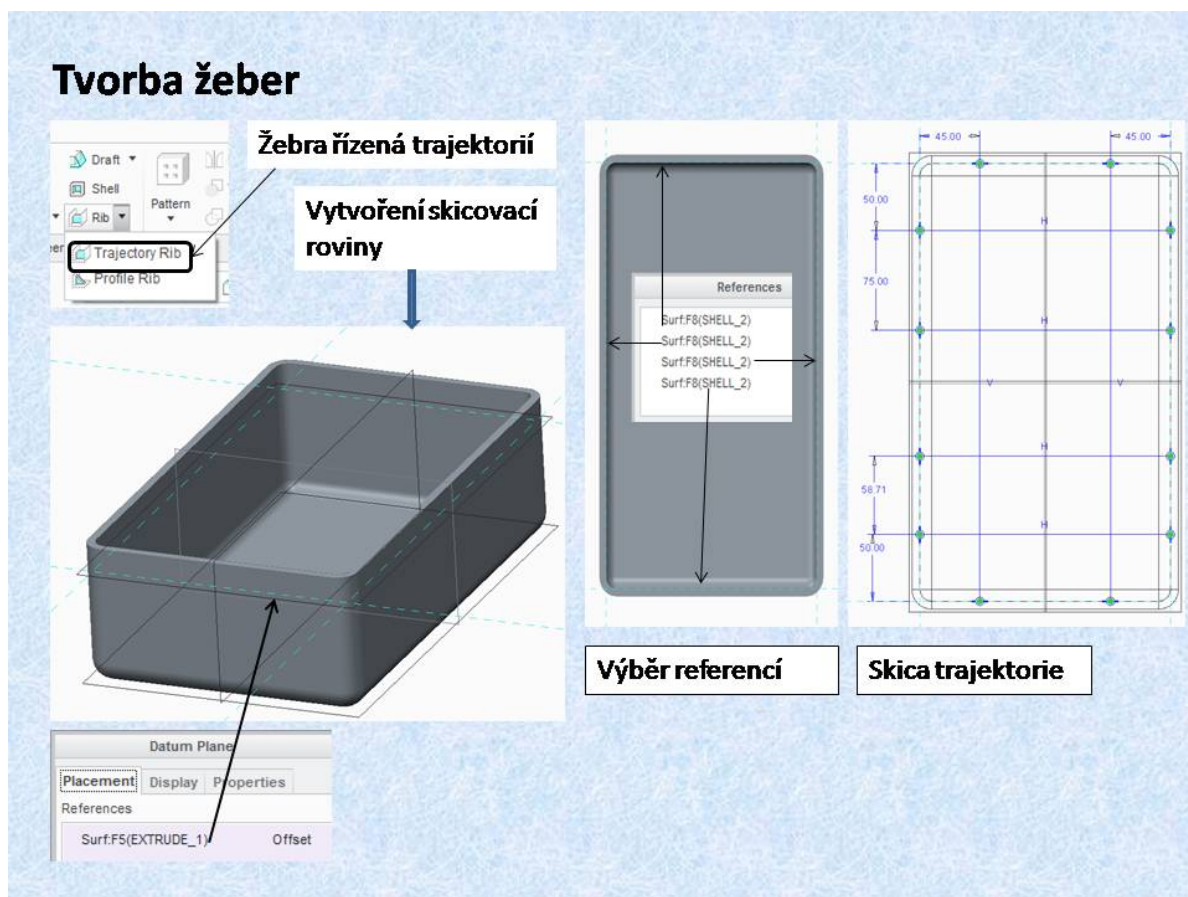


Obr. 4.8 Práce s žebry

Na tomto snímku je vysvětlena tvorba žebra k rotační ploše. Model z předchozího snímku je upraven. První žebro je zrcadleno podle střední pomocné roviny. Uprostřed šířky úhelníku je vytvořena protažením a dírou trubka. Sražení přechodové spodní hrany trubky představuje svar. Žebro je skicováno ve střední pomocné rovině úhelníku. Jako referenční byla vybrána rotační plocha trubky a rovinná plocha úhelníku. Tvar žebra tvoří opět otevřená křivka, jejíž konce jsou na referenčních plochách. Postup je tedy stejný, jako byl prezentován na předchozím snímku. Na obrázku je pak vidět vytvořené žebro. Poněvadž se jedná o žebro protažené k rotační ploše, lze vytvořit rotační pole, řízené osou rotační plochy. Za zmínku stojí ještě detail, na kterém je vidět napojení žebor k rotační ploše. Problematika kopírování konstrukčních prvků a tvorba polí bude podrobně objasněna v následující přednášce.

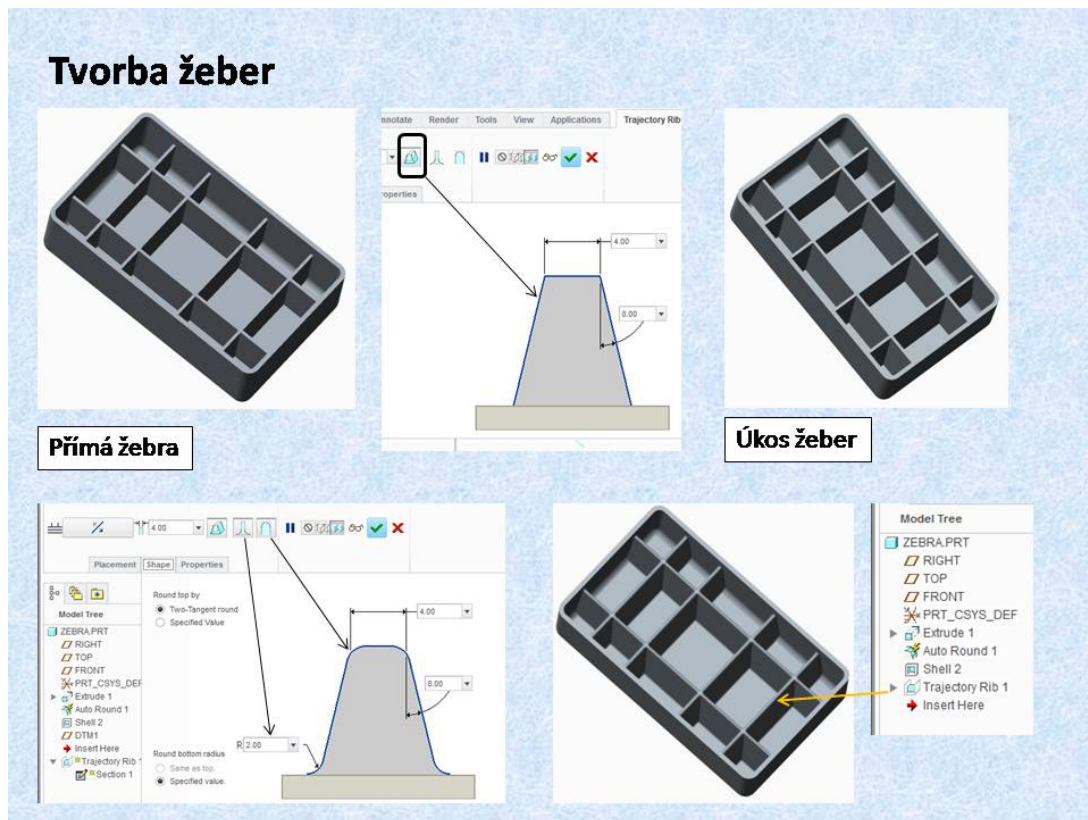
Pokročilejším nástrojem pro vytváření žebor je funkce <Trajectory Rib>. Pro její objasnění je použita tenkostěnná nádoba, jejíž tvorba je vysvětlena na obrázku 4.5. Aby bylo možno vysvětlit všechny možnosti funkce <Trajectory Rib>, byla v určité vzdálenosti od horní hrany nádoby vytvořena pomocná rovina, která bude vybrána jako skicovací. Jako referenční byly zvoleny vnitřní svislé plochy nádoby. K těmto referencím je vázaná skica, kterou tvoří sít křivek. Konce těchto křivek tedy leží na referenčních plochách, viz obrázek 4.9.





Obr. 4.9 Příprava pro tvorbu žeber po trajektorií





Obr. 4.10 Tvorba žeber po trajektorii

Video: 05-tvorba žeber

Video: 05-tvorba žeber

Úvodní obrázek vlevo nahoře zobrazuje přímé žebrování nádoby. Funkce *<Trajectory Rib>*, nabízí kromě přímých žeber, zkosená žebra a dva druhy zaoblení. Tlačítka pro jednotlivé možnosti se nacházejí v horní liště funkce. Aby byly všechny volby využitelné, musí být dodrženo, že rozměry jednotlivých částí žeber musí tvořit reálný model. Pokud toto není dodrženo, systém hlásí vadný prvek. Na obrázcích, které lze otevřít tlačítkem *<Shape>*, lze jednotlivé rozměry jednoduše editovat.

Výsledná vyžebrovaná nádoba je na spodním obrázku. Jsou zde použity všechny možnosti jak sražení tak i zaoblení. Ve stromu modelu je pak zaznamenán prvek *Trajectory Rib 1*.

6. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

V minulé přednášce jste se seznámili se základními konstrukčními prvky, kterými se tvoří objem součástí. Jsou to protažení nebo rotování uzavřené skici. Tyto dva základní konstrukční prvky jsou doplněny o další nástroje, které umožňují detailní prokonstruování navrhované součásti. Tyto nástroje vycházejí z technologičnosti konstrukce, zaoblení a zkosení ostrých hran nebo natočení rovinných nebo rotačních ploch například pro tvorbu výkresů odlitků. Dalším nástrojem je vrtání děr, velmi efektivní nástroj, kdy si konstruktér může vybrat z několika možností umístění děr na vrtané ploše, může si vybrat profil díry nebo si jej sám



vytvořit. Velmi zajímavými funkcemi je tvorba skořepin a tvorba žeber, tyto funkce umožňují konstruktérům velmi efektivní způsob konstruování.



5. KOPÍROVÁNÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ



OBSAH KAPITOLY:

- zrcadlení
- tvorba polí
 - lineární
 - rotační
 - po křivce



MOTIVACE:

Tato přednáška je věnována násobení a kopírování konstrukčních prvků. Po jejím zvládnutí se vám otevřou další možnosti urychlení tvorby zejména symetrických součástí. Vhodným využitím nástroje „pole“ lze dojít k efektivnímu výsledku za krátkou dobu. A právě čas hraje důležitou roli při tvorbě modelů. Další výhodou, která s časem také souvisí, je hromadná úprava namnožených prvků zrcadlením nebo prvků v poli.



CÍL:

Seznámit se s možnostmi kopírování konstrukčních prvků pomocí zrcadlení nebo jejich násobení.



1. ZRCADLENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Poněvadž ve strojních součástech se vyskytuje většinou několik shodných konstrukčních prvků, jejichž uspořádání je určeno nějakým systémem, lze tyto prvky kopírovat nebo vytvářet různá pole. Jestliže se v historickém stromu modelu vybere konstrukční prvek, jsou aktivovány editační nástroje *<Mirror>* a *<Pattern>*, které umožňují kopírování prvků. Na obrázku je zobrazeno kopírování díry zrcadlením.

Po výběru nástroje pro zrcadlení, stačí definovat některou z rovin souměrnosti a díra je kopírována na potřebné místo. Kopírovaný prvek může být vytvořen jako závislý na rodičovském prvku, to znamená, že při změně rodičovského prvku je změněn i potomek, tedy zrcadlený prvek. Pokud je v položce *<Options>* zrušena volba *<Dependent>*, chová se zrcadlený prvek jako nezávislý, při změně rozměrů nebo tvaru rodičovského prvku se nemění

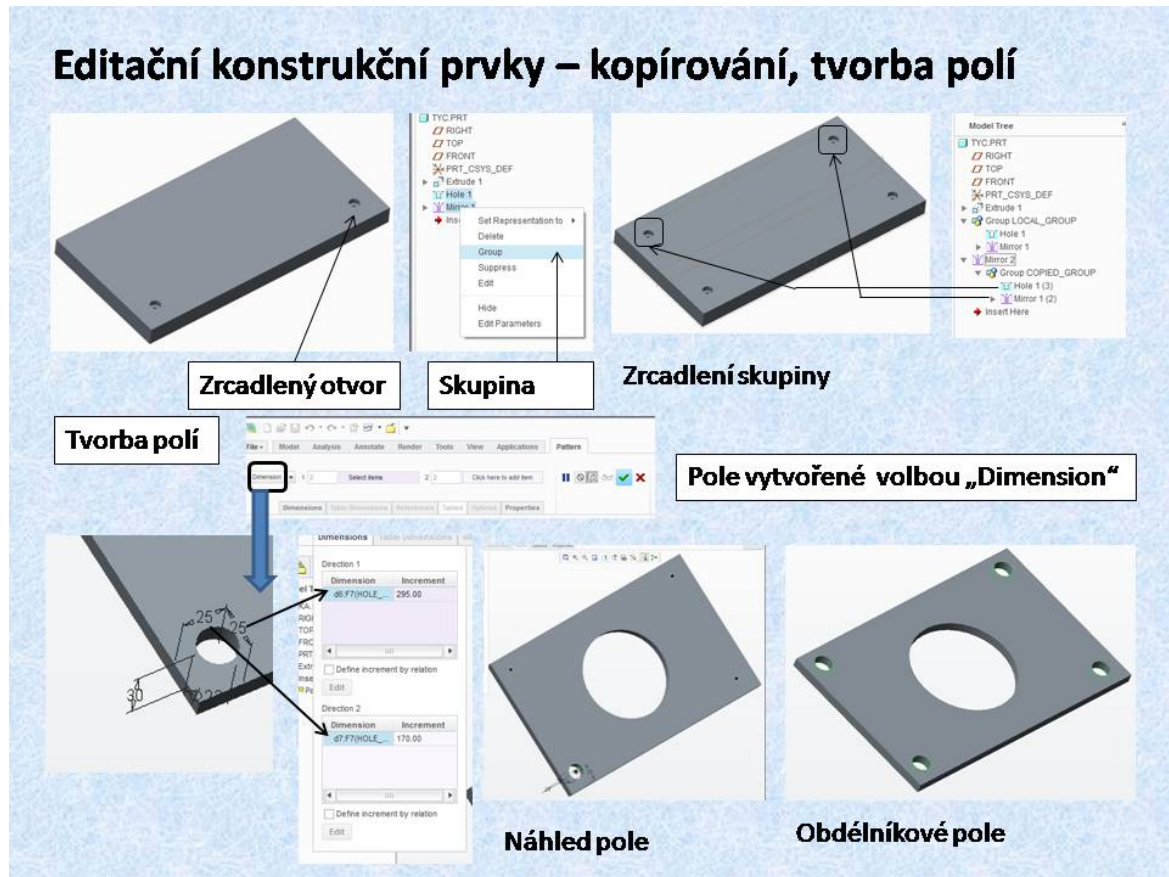
Video: 05-

[Video: 05-zrcadleni_odebirani_materialu](#)

2. TVORBA POLÍ

Rodičovský prvek (díra) a zrcadlený prvek lze spojit do skupiny, *<Group>*, a tuto skupinu lze rovněž zrcadlit podle některé roviny souměrnosti. Vznikne tak pole 4 děr. Tento postup je zbytečně zdlouhavý. Pro tvorbu polí je k dispozici jiný nástroj, *<Pattern>*.

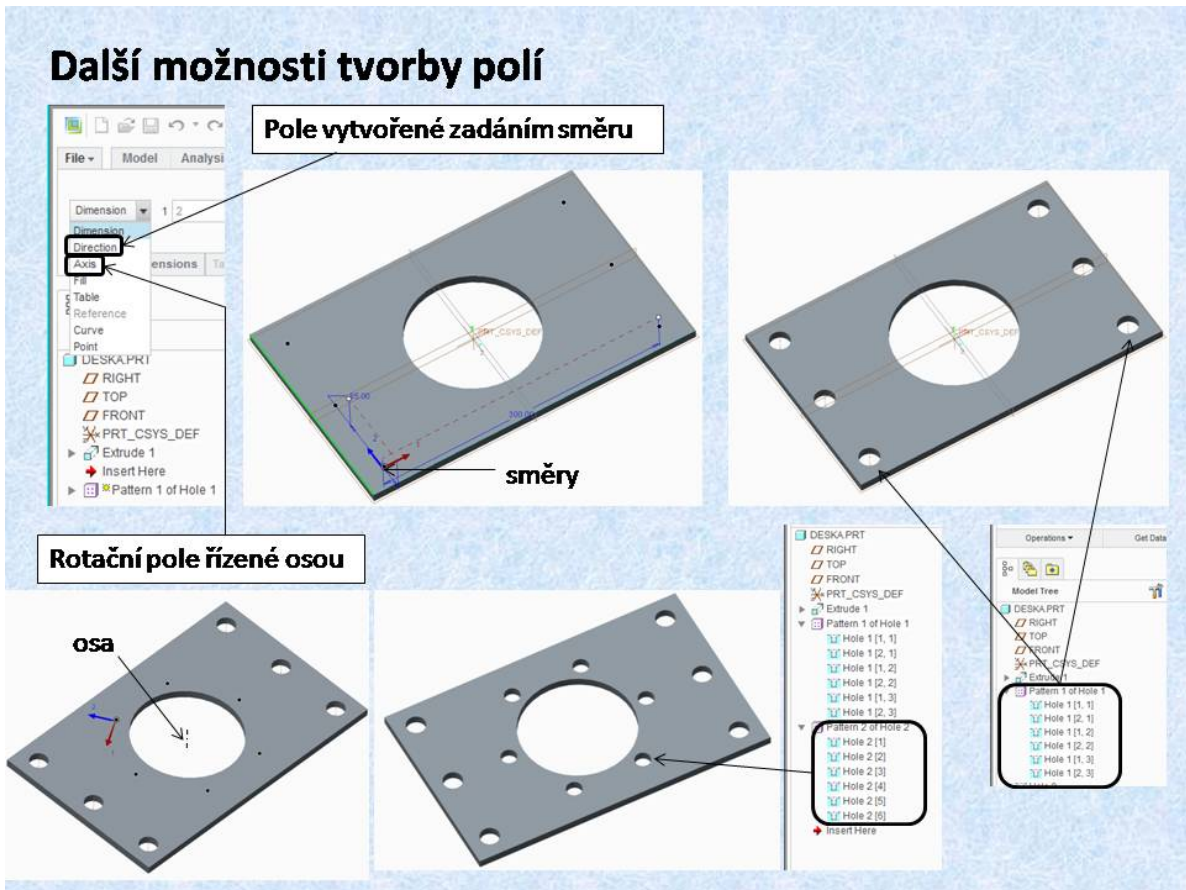




Obr. 5.1 -1zrcadlení konstrukčních prvků

Pomocí funkce *<Pattern>* lze na základě základního prvku vytvářet různé typy polí. Jako první možnost je volba *<Dimension>*, pomocí které lze vytvořit obdélníkové nebo kruhové pole prvků. Na obrázcích dolní části snímku, je znázorněn postup tvorby obdélníkového pole, jehož řídicími referencemi jsou lineární kóty, které určují umístění základního prvku (díry) v modelu. Po výběru se definuje rozteč mezi prvky a počet prvků. Pro názornost se objeví černé tečky zobrazující umístění kopírovaných prvků. Kliknutím na některý z těchto bodů lze vybraný prvek potlačit. Na spodním obrázku vpravo je znázorněno obdélníkové pole 4 děr. Na rozdíl od zrcadlených prvků jsou prvky typu *<Pattern>* vždy závislé na základním prvku. Další možnosti tvorby polí jsou zobrazeny na následujících snímcích.





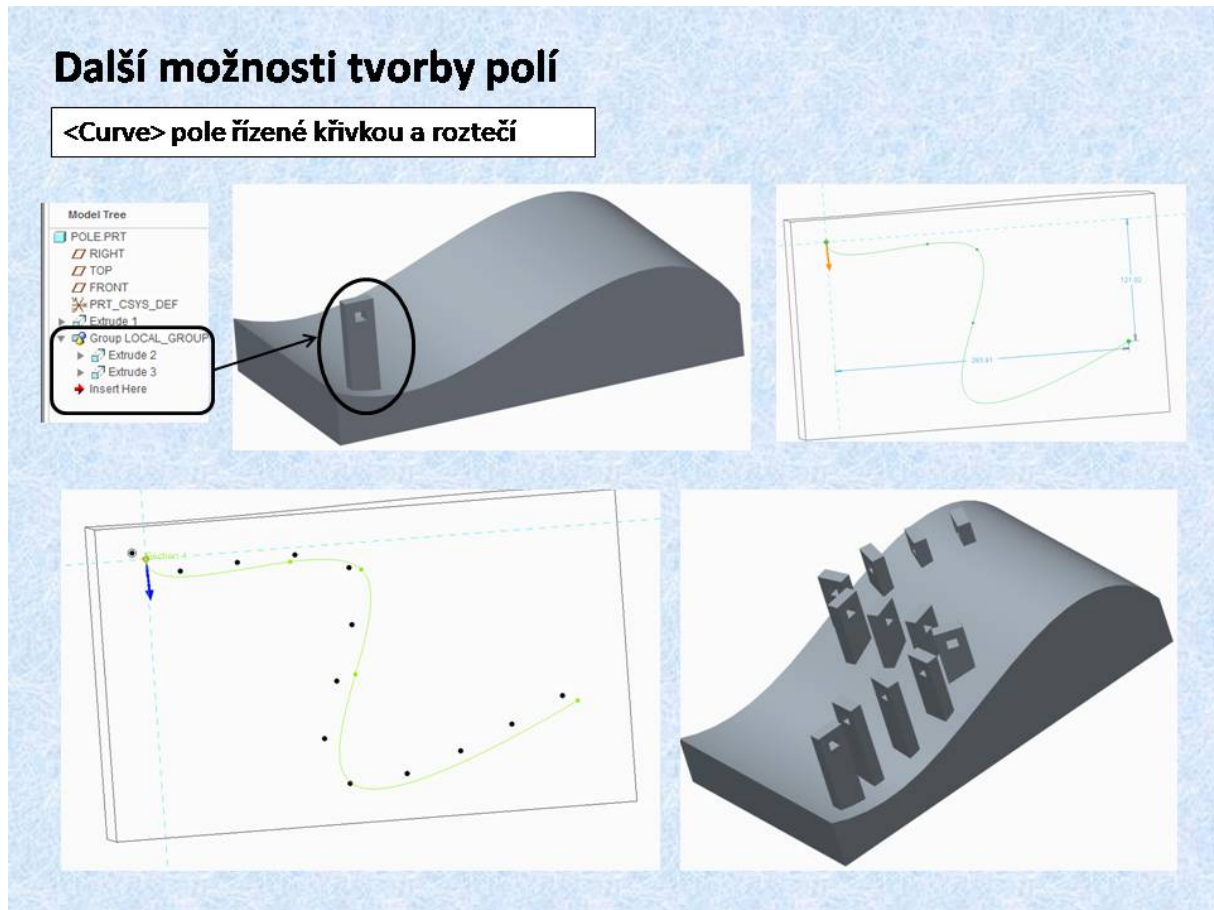
Obr. 5.2 Pole řízené směrem nebo osou

Obdobný způsob tvorby obdélníkových polí umožňuje volba *<Direction>*. referenčními prvky mohou být v tomto případě rovné hrany nebo rovinné plochy. Pokud je zvolena hrana, kopírované prvky se vytvářejí podél této hrany. Pro vytvoření pole se zadává rozteč mezi prvky, počet kusů a směr. Pokud je, jako referenční vybraná rovinná plocha prvky jsou vytvářeny ve směru normály k této ploše. Pro názornost jsou opět zobrazeny černé tečky, které představují umístění kopírovaných prvků. Volba *<Direction>* umožňuje vytvořit pole ve dvou směrech, pokud jsou vybrané entity na sebe kolmé, je vytvořeno obdélníkové pole, pokud vybrané entity mají jiný úhel než 90° , je vytvořeno kosoúhlé pole.

Další, velmi často využívanou funkcí je tvorba kruhového pole pomocí volby *<Axis>*. Řídicí reference je v tomto případě osa, kolem které se kruhové pole prvků vytvoří. Na obrázku je řídicí referencí osa velkého otvoru.

Ve spodních obrázcích jsou zobrazeny stromy modelu a v nich jsou uložena vytvořená pole.

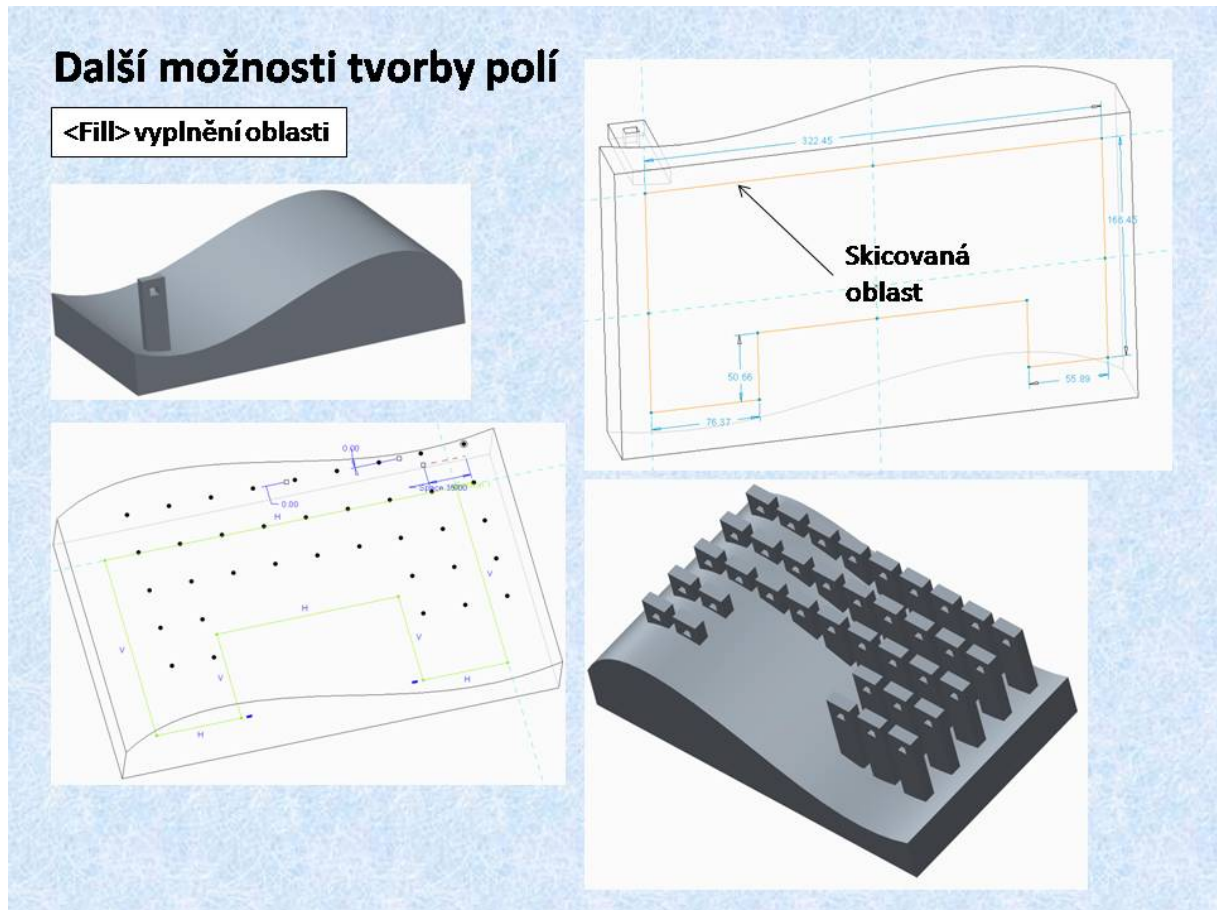




Obr. 5.3 Pole řízené křivkou

Další možností tvorby pole je volba *<Curve>*. Pomocí této funkce je vytvořeno pole, které je řízené křivkou. Pro vytvoření tohoto typu pole je potřeba definovat křivku, podél které se pak vytvoří pole. Pro názornost jsou opět zobrazeny černé body, které ukazují, kde budou umístěny prvky pole. Počet prvků je dán buď číslem nebo roztečí, přičemž řídicí veličinou je délka křivky. Pokud je zadán počet prvků, je rozteč dpočítána. První je v počátečním bodě křivky a poslední prvek v koncovém bodě křivky. Pokud definujeme rozteč, je vypočten počet prvků. První prvek je v počátečním bodě křivky. Poslední prvek je umístěn na křivce, konstruktér dostává nabídku upravit rozteč, aby byl poslední prvek v koncovém bodě křivky. Na snímku je vytvořeno pole prvků řízené křivkou. Základní prvek je tvarově složitější, proto je vytvořen ze dvou, protažení objemu a odebrání hranaté díry, oba prvky jsou spojeny do skupiny a z ní je vytvořeno pole. Ze snímku je rovněž patrné, že lze vytvářet pole i k tvarově složitě ploše.





Obr. 5.4 Pole vyplňující oblast

Poslední prezentovanou možností tvorby polí je pole prvků, které vyplní předem definovanou oblast. Tato funkce se provádí volbou *<Fill>*. Pole prvků je rozmístěno do oblasti, která je definována křivkou. Rozmístění prvků je řízeno roztečí nebo počtem prvků podél hranice oblasti. Jako v případě pole řízeného křivkou, lze definovat jak rozteč, tak i počet prvků. Pokud je definována rozteč, počet prvků se dopočte a systém nabídne dopočet rozteče na hranici oblasti. Na snímku je opět použit jako základní prvek skupina prvků.



Video: 03-tvorba_poli

3. ZÁVĚR (PŘEVĚST NA MLUVENÉ SLOVO)

V konstrukční praxi se velmi často setkáváme se souměrnými součástmi, na kterých se mohou vyskytovat různé tvary, které se několikrát opakují. Toto opakování je definováno určitými pravidly, jako je například rozmístění děr na roztečné kružnici, apod. Pro tyto případy lze využít funkce, které umožňují kopírovat a násobit vytvořené tvary. Kopírování zrcadelním umožňuje vytvoření souměrného konstrukčního prvku, kdy řídicím prvkem je rovina souměrnosti. U násobení prvků jsou řídicími referencemi kóty, osy směry kopírování, nebo křivky a uzavřené oblasti. Oba dva způsoby kopírování prvků umožňují jak přidávat tak i odebrat materiál, přičemž lze kopírovat nejenom pouze konstrukční prvek ale i vytvořené skupiny konstrukčních prvků.



6. PRINCIP TVORBY SESTAV A PODSESTAV



OBSAH KAPITOLY:

- Typy sestav a podsestav
- Hierarchie výrobku - plánování sestavy
- Princip umístování komponent do sestavy
- Tvorba sestavy -
 - vložení prvního dílu
 - vložení dalších komponent
- Pravidla ukládání souborů



MOTIVACE:

Stejně jako u modelování součástí, také při skládání sestav je třeba postupovat podle předem zvoleného systému. Tato přednáška představuje filozofii tvorby sestav, která pomůže s rozhodováním ohledně rozdělení sestavy do logických podsestav a dalších celků. Výhoda správného členění znamená přehlednost pro ostatní lidi a také jednodušší dohledání určitého prvku v sestavě. Tato hierarchie je také rozhodující pro tvorbu kusovníku na výkrese.



CÍL:

Pochopení principu tvorby sestav a podsestav strojů a jejich funkčních celků v Creu.

Seznámit se z organizací práce se soubory.



1. FILOZOFIE TVORBY SESTAV

Vývoj nového technického objektu představuje složitý proces od podnikatelského záměru něco vyrábět až po konečnou fázi technický objekt prodávat a jeho prodejem získat zisk. Nedílnou součástí toho procesu je konstrukční proces, ve kterém se rozhoduje o užitné hodnotě technického objektu jeho kvalitě, ceně apod. CAD systémy disponují nástroji, který tento proces urychlují a zefektivňují. Konstrukční proces realizovaný v CAD systému je velmi často mylně označován jako modelování, vytváření 3D modelů apod. Nástroje CAD systému umožňují komplexní řešení technického problému, tvorba 3D modelů, je pouze jednou z činností.

V minulých blocích byly vysvětleny nástroje pro vytváření modelů součástí. I když tyto nástroje umožňují velmi efektivně modelovat a tvarovat konstruované díly, součásti, bez vazeb na další součásti, by i neefektivnější modelování nemělo smysl. Potřebné vazby mezi součástmi se definují v sestavách a podsestavách.

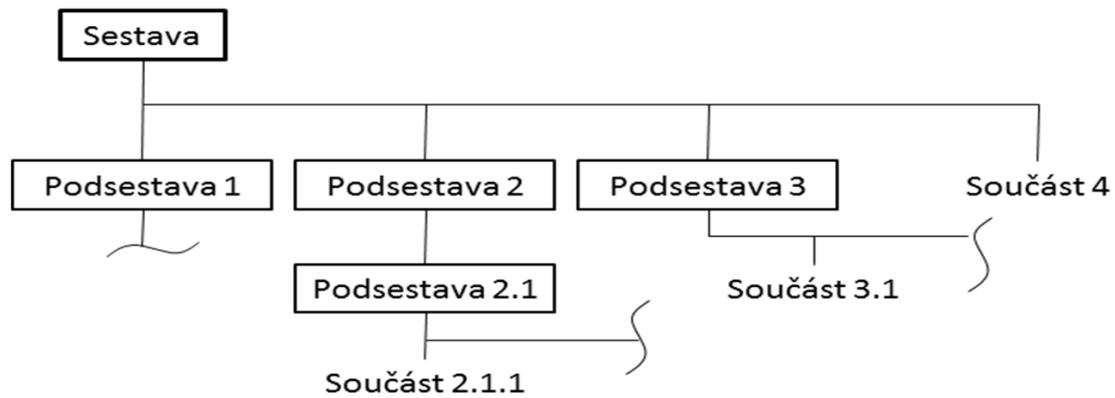
Sestavy a podsestavy jsou cíleně uspořádané seskupení několika podsestav a součástí, ve kterých se definují vztahy mezi jednotlivými součástmi a podsestavami.

Typy sestav a podsestav lze členit podle použití v konstrukčním a výrobním procesu vývoje nového technického objektu.

- 1) Dispoziční sestavy – cílem jejich tvorby je definovat prostorové uspořádání strojů ve výrobních linkách, buňkách, které mohou být tvořeny různými typy zařízení, jako například:
 - Obráběcí strojeperiferní zařízení, různé podavače, dopravníky, skluzky zásobníky apod.
 - Průmyslové roboty a manipulátory.
- 2) Funkční a montážní sestavy a podsestavy – jsou celky strojů, nebo strojních uzlů, které jsou součástí výrobní linky, stroje nebo jsou samostatným zařízením.
- 3) Svařence – podsestavy svařenců, které slouží jako výrobní výkresy.
- 4) Sestavy mechanismů – jsou určeny pro, kinematické a dynamické analýzy, pro zjišťování trajektorií jednotlivých členů mechanismů, vyšetřování kolizí mezi nimi, zjišťování sil momentů a reakcí v kloubech.

Podle typu sestavy popřípadě podsestavy je třeba volit způsob definování vazeb mezi jednotlivými díly nebo podsestavami. Pro efektivní konstrukci je vhodné si před započítím práce naplánovat strukturu celého technického objektu, tak by bylo možno jednoduše definovat vazby, aby bylo možno přidávat a odebírat díly nebo podsestavy, aniž by bylo nutné tvořit novou verzi, apod.





Obr. 6.1 Hierarchie sestav



Obr. 6.2 Plánování sestavy

Při plánování struktury sestavy je potřeba vytvořit hierarchii celé sestavy. Ukážeme si to na příkladu běžné otočné kancelářské židle. Pokud si otevřeme montážní návod, tak zjistíme, že kancelářská židle je tvořena dvěma celky, které lze nazvat jako "NOHA" a "SEDADLO". Z obrázků je rovněž patrné, které součásti těchto celků je vhodné umístit jako první do podsestavy. Vzniká tak struktura budoucí sestavy a podsestav, která je patrná z navrženého stromu modelu a umožňuje jednoduše tyto uzly poskládat a pak s nimi dále pracovat. Je



možno jednotlivé díly upravovat, přičemž provedené úpravy se promítnou do všech nadřazených podsestav a sestav. Pokud bude třeba provádět změny například v podstavě sedadlo, stačí otevřít pouze tuto podstavu a v ní pracovat. Toto se zvlášť projeví při práci s rozsáhlými sestavami.

Dále je z navržené struktury patrné, že respektuje postup montáže, a tedy umožňuje jednoduše vytvářet například montážní návody a podobně.

2. SPRÁVA DAT MODELU

Základní postupy práce se sestavami v systému Creo je nutno specifikovat následovně:

1) Pokud konstruktér pracuje v samostatném systému, který není aplikován v nějakém PLM systému řešící správu dat (Intralink, Windchil), je nutno, aby si vytvořil svůj systém správy dat.

2) Je vhodné, aby každá zakázka, projekt apod. byl ukládán do jednoho adresáře. Tím se zajistí, že při opětovném otevření sestavy jsou k dispozici všechny součásti sestavy. Je třeba si rovněž uvědomit, že při otevření součásti nebo sestavy, jsou tyto soubory uloženy do operační paměti, a jsou tedy dostupné.

3) Pokud se snažíme otevřít sestavu nebo součást, které mají stejný název z jiného adresáře, než je nastaven pracovní adresář, systém ohlásí požadavek na přejmenování souborů. Proto je nutno důsledně dodržovat správné nastavení pracovního adresáře.

4) Pokud si konstruktér vytvoří v hlavním adresáři projektu podadresáře pro jednotlivé podsestavy, je potřeba aby byly nejdříve načteny podsestavy z jednotlivých adresářů a pak hlavní sestava. Tento systém nedoporučuji!

Pro založení sestavy nebo podsestavy je v položce <New> k dispozici nástroj <Assembly>. Základní funkcí pro vkládání komponent do sestav je funkce <Assemble> v liště <Model>.

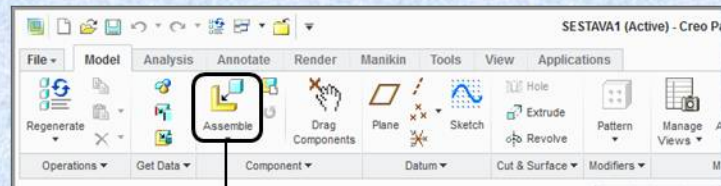
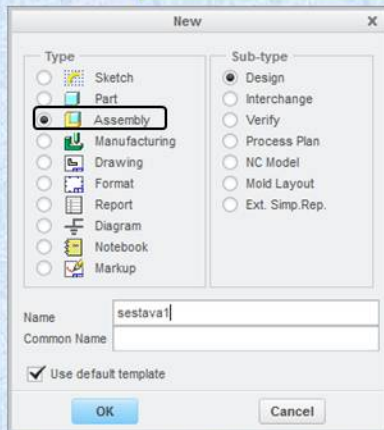


Tvorba sestav a podsestav v systému Creo/Parametric

Základní pravidlo:

Sestavy nebo podsestavy v CAD systému Creo/Parametric jsou soubory, které mají příponu <*.asm.1>. Jedná se o textové soubory, ve kterých jsou uloženy **pouze** informace o názvech souborů, (součástí a podsestav) a způsob jejich uložení. Pro správné fungování modelů sestav musí být všechny součásti **dostupné pro načtení** při otevření příslušné sestavy!!!

Nutno mít vždy nastavený pracovní adresář!!!



Základní funkce pro vkládání komponent do sestav

Součásti a podsestavy vložené do sestavy se považují za rovnocenné komponenty sestavy.

Obr. 6.3 Základní pravidlo pro práci se sestavami

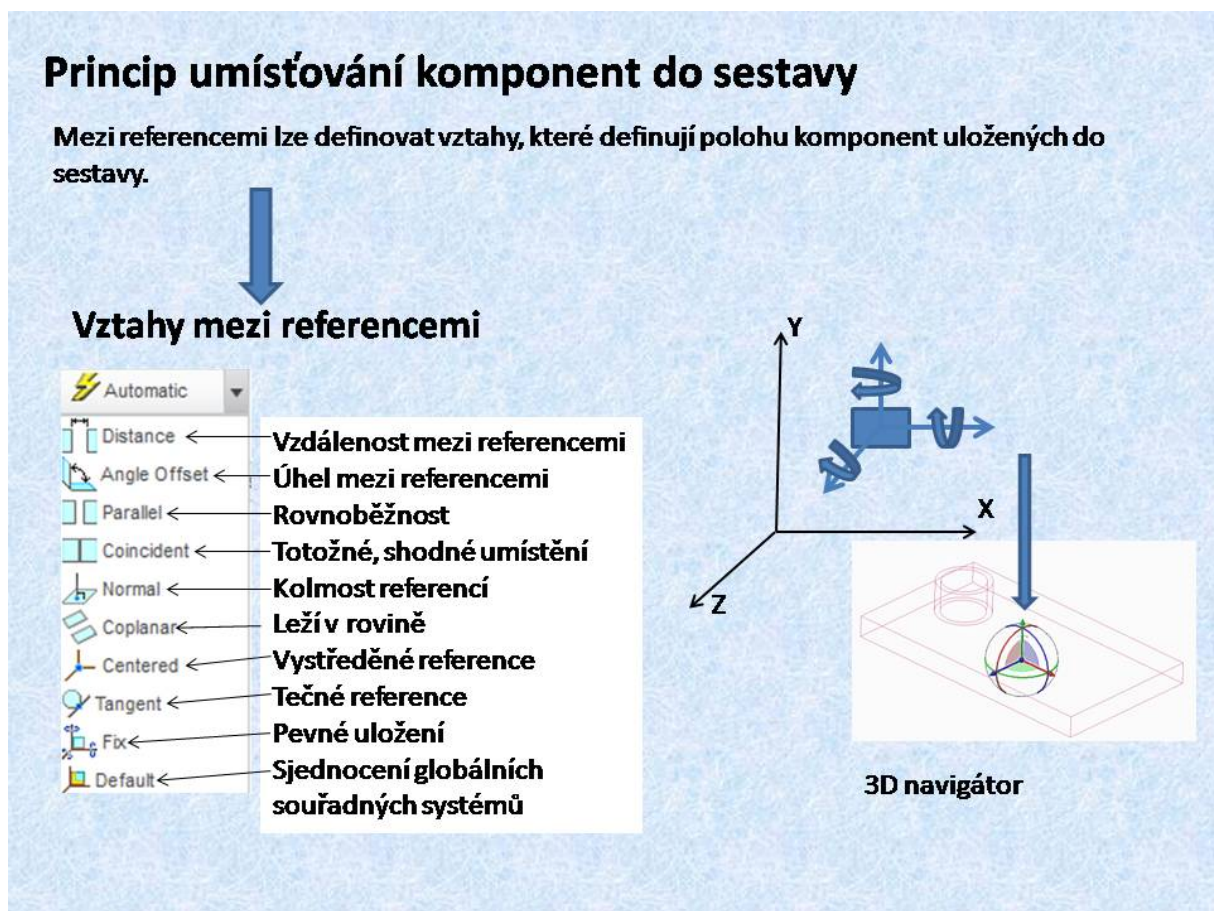
3. PRINCIP UMÍSTĚOVÁNÍ KOMPONENT DO SESTAVY

Princip umístění komponent do sestavy spočívá v odstraňování stupňů volnosti pomocí referencí, obr. 6.4. Každé těleso, které umístíme do sestavy má na počátku práce v sestavě šest stupňů volnosti, tři posuvy a tři rotace. Při vytváření pevných sestav je nutno, aby každá komponenta sestavy byla jednoznačně umístěna, tedy neměla žádný stupeň volnosti.



Reference		posuvné		rotační	
		volné	odstraněné	volné	odstraněné
osa, hrana	osa, hrana	1	2	1	2
pomocná rovina	pomocná rovina	2	1	1	2
rovin. plocha	rovin. plocha	2	1	1	2
rotační plocha	rotační plocha	1	2	1	2
osa, hrana	bod, vrchol	1	2	3	0
bod, vrchol	bod, vrchol	0	3	3	0
souř. systém	souř. systém	0	3	0	3

Obr. 6.4 Odstraňování stupňů volnosti pomocí referencí



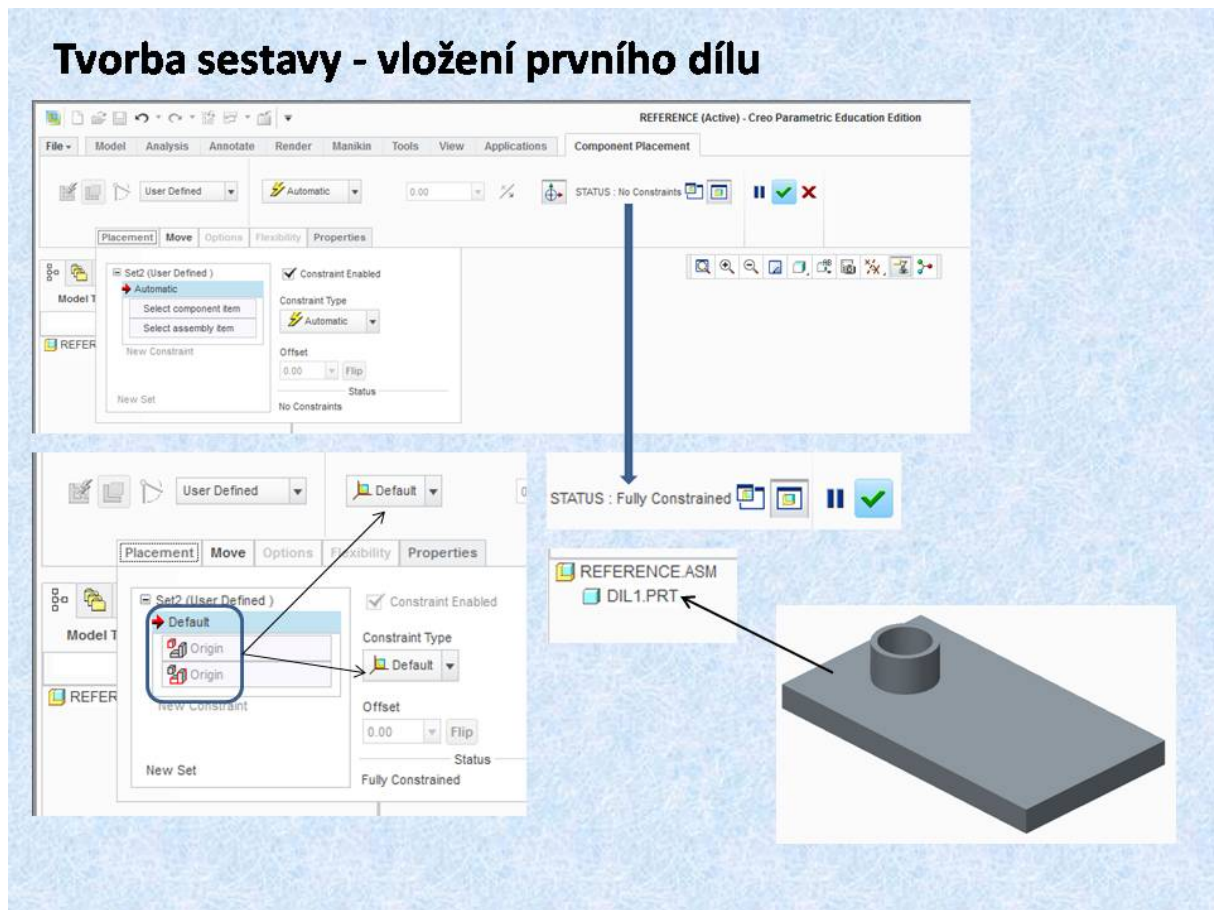
Obr. 6.5 Vztahy mezi referencemi

Vzájemnou polohu mezi referenčními prvky, tedy ve výsledném stavu mezi komponenty, určují vzájemné vztahy mezi referencemi. Tyto vztahy jsou zobrazeny na obrázku vlevo. Jejich význam je jednoznačně patrný z ikon, které jednotlivé vazby prezentují. Některé vztahy vyžadují číselnou hodnotu, (Distance, Angle Offset), jiné svým charakterem polohu jednoznačně určují (Coincident, Normal...). Některé vztahy určují polohu jen částečně, jako



například vztah *<Paralel>*. Tento vztah určuje pouze rovnoběžnost mezi referenčními prvky, tuto polohu je nutno doplnit další vazbou.

Jestliže konstruktér vybere pro umístění dvojici referenčních prvků, systém se snaží sám nabídnout některou z vazeb, proto je vhodné model, který umísťujeme posunout nebo pootočit co nejlépe k požadované poloze. K tomu slouží 3D navigátor, který je umístěn na vkládající komponentě. Pokud kurzorem najedeme na některou z os navigátoru, lze tažením posouvat ve směru osy. Pokud kurzor uchopí některou z hran koule navigátoru lze komponentou otáčet. Při uchopení středního bodu navigátoru, lze posouvat v libovolném směru. Pokud vytvoříme vazbu, některé z os je v navigátoru posuv nebo rotace potlačen.

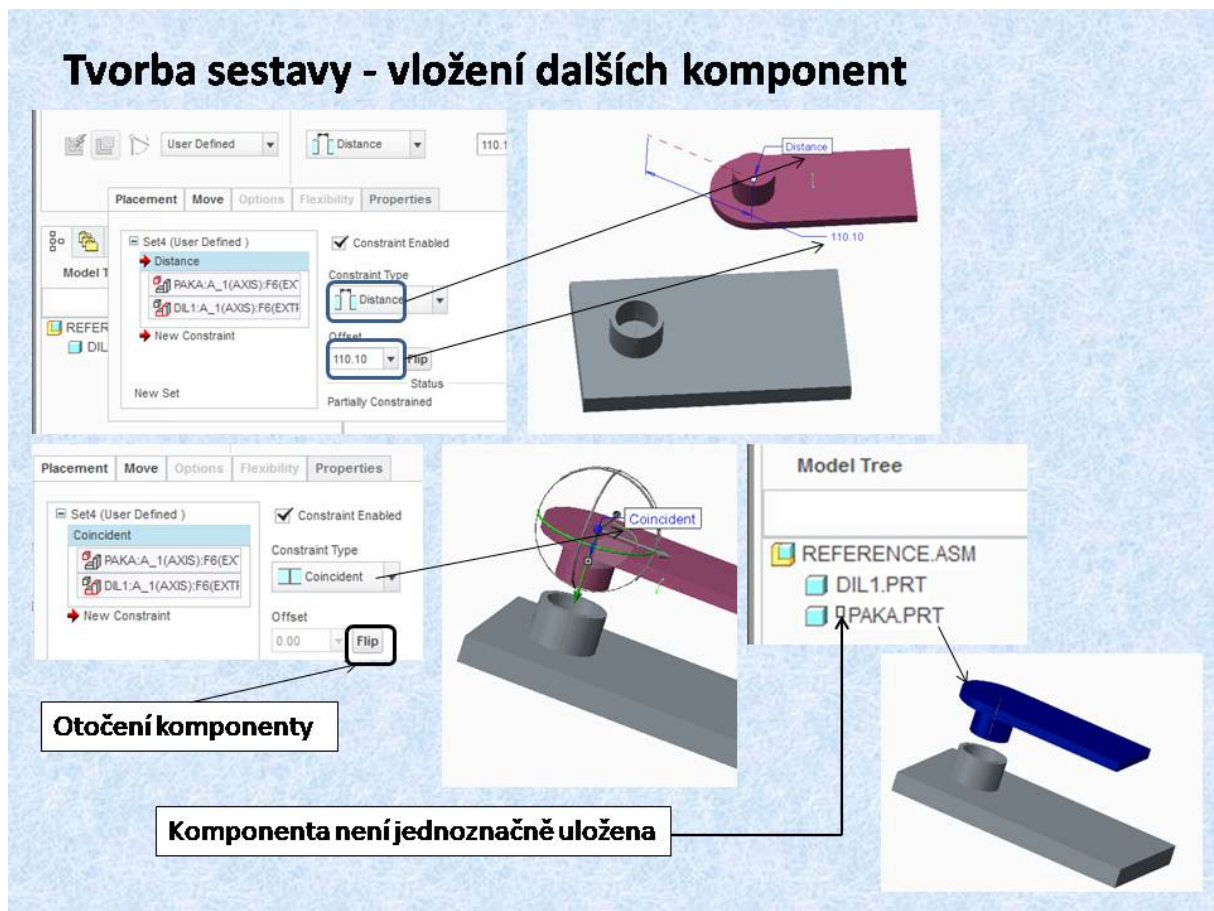


Obr. 6.6 Vložení a umístění první komponenty do sestavy

Důležitým krokem pro úspěšné složení sestavy je vložení první komponenty do sestavy. Nejvhodnější volbou pro jeho umístění je použití vazby *<Default>*. Tato vazba sjednotí počátky globálních souřadných systémů a rovněž ztotožní jejich jednotlivé osy, odstraní tedy všechny stupně volnosti. Pro úplnost uložení komponenty v sestavě, je vhodné sledovat v horní liště položku *<Status>*. Jestliže má tato položka hodnotu *<No Constrains>*, je komponenta v sestavě úplně volná, má tedy šest stupňů volnosti. Pokud má *<Status>* hodnotu *<Partially Constrained>*, je komponenta umístěna jen částečně, je třeba doplnit další vazby. U jednoznačně umístěné komponenty je tato hodnota *<Fully Constrained>*. Uložená komponenta po potvrzení uložení je zobrazena ve stromu modelu sestavy. Toto je nejrychlejší způsob, jak uložit první komponentu do sestavy. Pokud nám výše uvedený způsob uložení



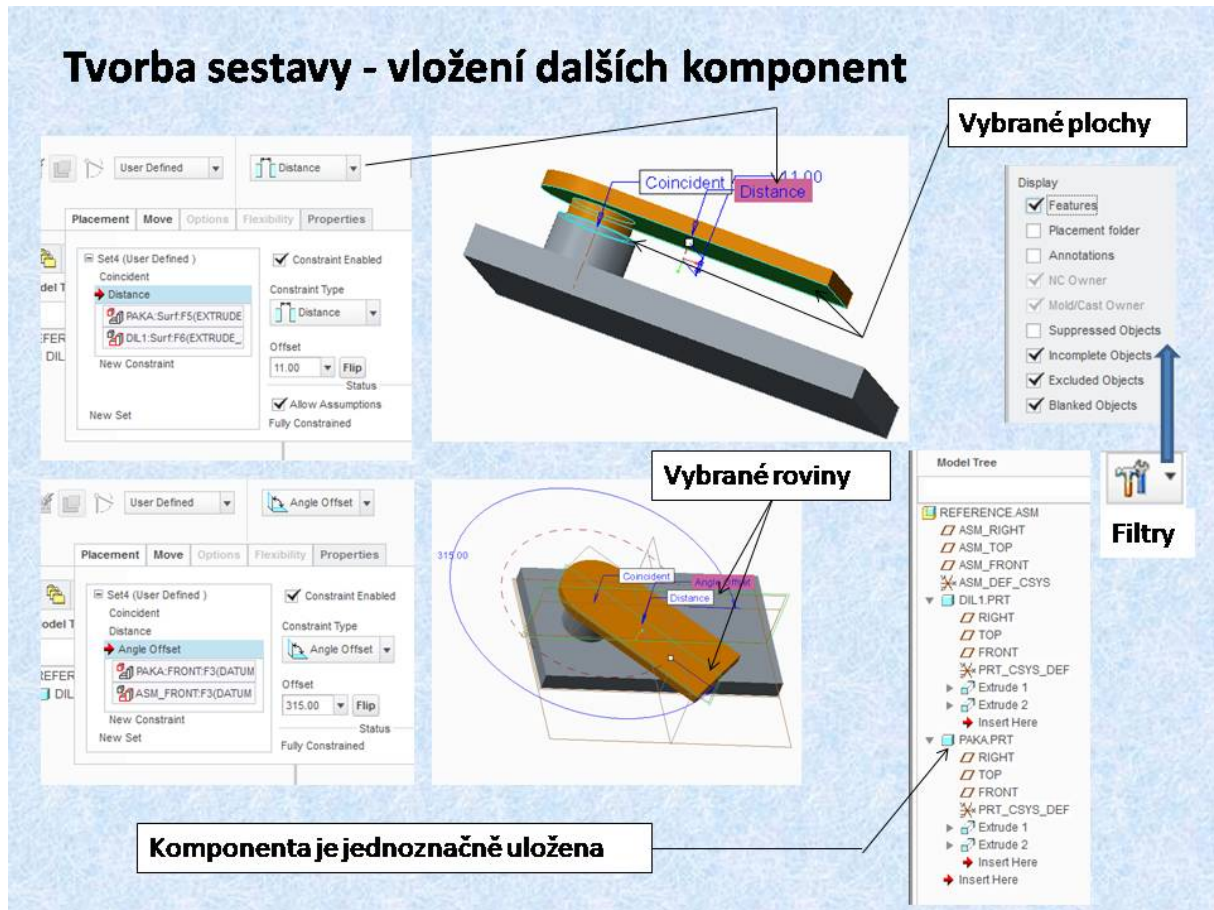
nevyhovuje, lze samozřejmě použít jakékoliv referenční prvky a jejich vztahy, pro potřebnou polohu vkládané komponenty.



Obr. 6.7 Vložení a umístění další komponenty do sestavy

Na obrázku 6.7 je znázorněn způsob ukládání komponenty na první komponentu sestavy. Jedná se o páku, jejíž čep bude umístěn v otvoru první komponenty. Jako referenční prvky jsou vybrány osy rotačních ploch. Pokud je ponechána nová komponenta v poloze, jak byla načtena, nabídne systém vazbu, která je nejbližší k aktuální poloze. V tomto případě je to vazba <Distance>, tedy nejkratší vzdálenost mezi vybranými osami. Poněvadž se předpokládá, sjednocení obou vybraných os, místo vazby <Distance>, se vybere vazba <Coincident>, pomocí níž dojde ke sjednocení os. Poněvadž je ale vkládaná páka obrácená o 180°, rotační část nahoru, potřeba použít funkci <Flip>, která otočí rotační část páky směrem k otvoru dílu 1. Pokud ukončíme vkládání této komponenty do sestavy, je zobrazena ve stromu modelu sestavy, ale před názvem komponenty se zobrazí čtvereček, který označuje, že komponenta má nějaké stupně volnosti, tedy není jednoznačně umístěn.





Obr. 6.8 Jednoznačné umístění další komponenty do sestavy

Proto je uložena komponenta redefinována a jsou vytvořeny další dvě vazby. Vzdálenost mezi rovinnými plochami jednotlivých komponent a úhel mezi dvěma pomocnými rovinami. Obě tyto reference jsou řízené kótou, tedy umožňují změnu polohy. Tento způsob lze využít při konstrukci jednoduchých mechanismů, u kterých nebudou prováděny kinematické a dynamické analýzy, a je potřeba pouze změnit polohu nějaké součásti. Rovněž je vhodné tento typ sestavy je vhodné použít u konstrukce mechanismů, pro tvorbu výkresové dokumentace. Konstrukce mechanismů je náplní předmětu CAD II, vněm se dozvíte jak vytvořit ze sestavy mechanismů jednoduše pevnou sestavu, kdy jednotlivé polohy členů mechanismů nejsou řízeny pomocí pohonů ale pomocí kót.

Na tomto obrázku je zobrazen rozšířený strom modelu. Pokud si ve filtrech stromu modelu sestavy zaškrtneme položku *<Features>*, zobrazí se ve stromu modelu i jednotlivé konstrukční prvky, které tvoří jednotlivé komponenty. Tyto konstrukční prvky lze jednoduše modifikovat i v rámci sestavy. Veškeré změny se projeví ve všech navazujících souborech. Proto je nutné, mít správně nastaven pracovní adresář, aby byly jednotlivé komponenty sestavy k dispozici.

Video: 01-tvorba_sestavy

Video: 01



4. PRÁCE SE SOUBORY

Při práci v jakémkoliv CAD systému, je třeba si uvědomit, že systém může zhavarovat. Proto je potřeba ukládat. Jak bylo řečeno v úvodních hodinách, po každém použití funkce <Save> dojde k uložení souboru jako nové verze, která je číselně označena za názvem souboru. V obsahu pracovního adresáře jsou zobrazeny všechny soubory, a podle data změny lze poznat poslední aktuální verzi.

Pokud použijeme funkci <Save> a uložíme sestavu, je vytvořena nová verze souboru sestavy, soubory dílů sestavy zůstávají v původních verzích. V případě, že jste v sestavě provedli změny na některé komponentě, ty se promítnou jen v operační paměti. Aby byly do souborů v pracovním adresáři uloženy provedené změny, je třeba uložit sestavu funkcí <Save As> <Save a Backup>, po použití této funkce je uložen nejen soubor sestavy, ale jsou uloženy všechny soubory součástí a podsestav, které se nacházejí v aktuální sestavě. Na spodním obrázku je vidět, že počet verzí souborů je o jednu více. Funkce <Save As> dále umožňuje ještě uložení sestavy pod jiným jménem, popřípadě uložení zrcadlového provedení verze sestavy, funkce <Save a Mirror>. U obou těchto funkcí se požaduje zadání nového jména sestavy a je nabízená možnost přejmenování dílů. Princip ukládání souborů je patrný z obrázku 6.9.

Tvorba sestavy – ukládání souborů

Obsah pracovního adresáře

Název položky	Datum změny	Typ	Velikost
díl1.prt	9.1.2012 8:57	Creo Versioned File	81 kB
díl1.prt	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	81 kB
paka.prt	9.1.2012 9:00	Creo Versioned File	79 kB
paka.prt	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	78 kB
reference.asm	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	66 kB
reference.asm	17.1.2012 8:36	Creo Versioned File	67 kB

Pracovní adresář po použití funkce <Save>

Název položky	Datum změny	Typ	Velikost
díl1.prt	9.1.2012 8:57	Creo Versioned File	81 kB
díl1.prt	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	81 kB
paka.prt	9.1.2012 9:00	Creo Versioned File	79 kB
paka.prt	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	78 kB
reference.asm	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	66 kB
reference.asm	17.1.2012 8:36	Creo Versioned File	67 kB
reference.asm	17.1.2012 8:40	Creo Versioned File	67 kB

Nová verze souboru sestavy

Save a Backup
Back up an object to the current directory.

Save a Mirror
Create a mirror model.

Save a Backup
Back up an object to the current directory.

Název položky	Datum změny	Typ	Velikost
díl1.prt	9.1.2012 8:57	Creo Versioned File	81 kB
díl1.prt	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	81 kB
díl1.prt	17.1.2012 8:48	Creo Versioned File	82 kB
paka.prt	9.1.2012 9:00	Creo Versioned File	79 kB
paka.prt	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	78 kB
paka.prt	17.1.2012 8:48	Creo Versioned File	79 kB
reference.asm	9.1.2012 13:02	Creo Versioned File	66 kB
reference.asm	17.1.2012 8:36	Creo Versioned File	67 kB
reference.asm	17.1.2012 8:40	Creo Versioned File	67 kB
reference.asm	17.1.2012 8:48	Creo Versioned File	67 kB

Obr. 6.9 Práce se soubory



5. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

V minulých přednáškách jste se seznámili se základními nástroji pro tvorbu 3D modelu součásti. Pro konstrukční praxi je důležité, aby vytvořené modely byly smysluplné tedy odpovídaly určitým požadavkům. Tyto požadavky jsou definovány zadanou funkcí konstruovaného technického objektu. Většina technických objektů nejsou pouze samostatné součásti, ale jsou to mnohdy velmi složité strojní celky, které se sestávají z několika uzlů. Pro efektivní práci s velmi složitými sestavami je potřeba předem naplánovat strukturu sestavy, jak je to prezentováno v úvodu této přednášky. Efektivně naplánována struktura sestavy nejenom zjednodušuje konstruktérovi práce se sestavami, ale umožňuje kvalitní tvorbu výkresové dokumentace a v neposlední řadě i následnou modifikaci sestavy podle požadavků zadavatele.



7. PŘÍKLAD TVORBY SESTAVY



OBSAH KAPITOLY:

- Tvorba sestavy -
 - rozvržení, plánování
 - vazbení, uložení



MOTIVACE:

Stejně jako u modelování součástí, také při skládání sestav je třeba postupovat podle předem zvoleného systému. Tato přednáška představuje modelový případ tvorby sestavy – tvorba hierarchie a využití vazeb. Výhoda správného členění znamená přehlednost pro ostatní spolupracovníky a také umožňuje jednodušší dohledání určitého prvku v sestavě. Tato hierarchie je také rozhodující pro tvorbu kusovníku na výkrese.



CÍL:

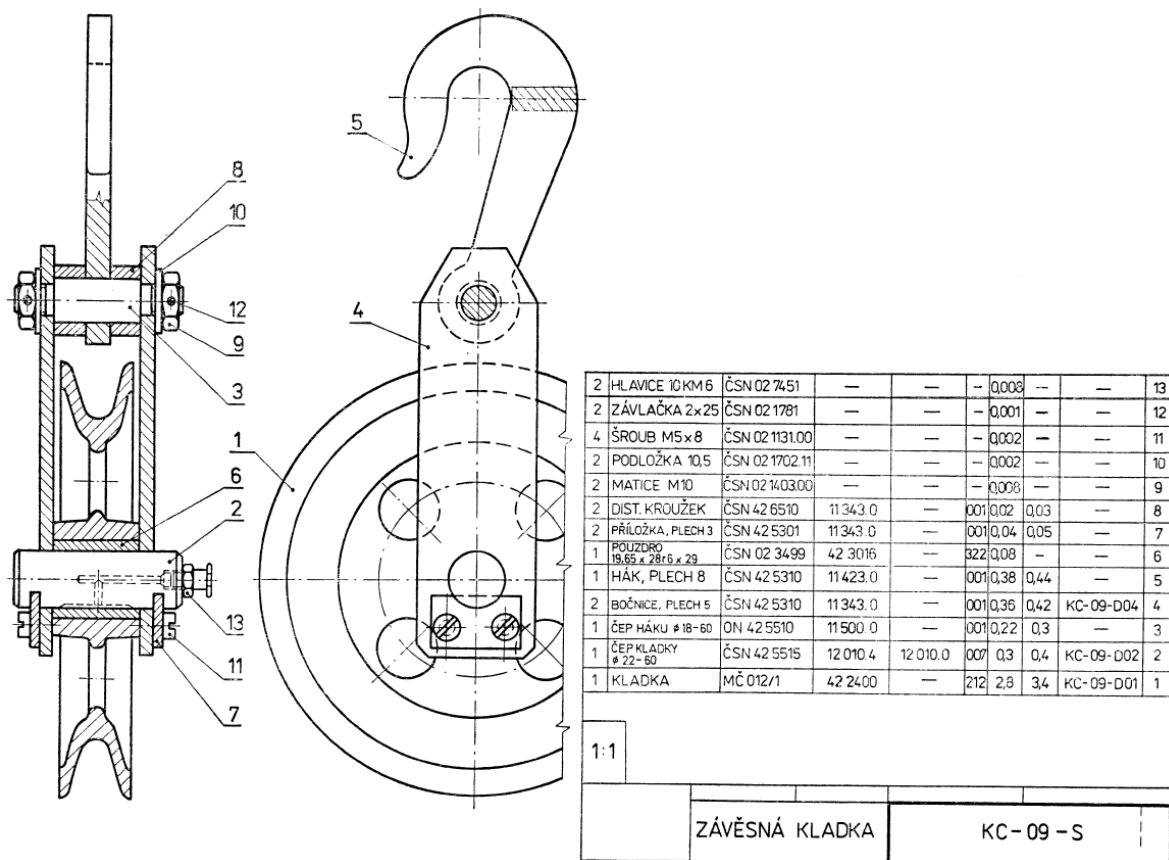
Na praktickém příkladu se naučit vytvářet sestavy a podsestavy strojních uzlů.



1. PŘÍKLAD SESTAVY

Pro pochopení tvorby sestav, byl připraven vzorový příklad, po jehož zvládnutí, by pro vás neměl být problém vytvořit jakoukoliv sestavu. Celková sestava je zobrazena na obrázku 7.1. Je sestavena z modelů, které máte k dispozici v LMS Moodle v kurzu "CAD I fakulta". Pro úspěšné vytvoření sestavy je potřeba vytvořit pracovní adresář, do kterého budou uloženy jednotlivé díly sestavy. Tento adresář je potřeba, po spuštění Crea nastavit jako pracovní, tak aby se všechny soubory, vytvářené při sestavování sestavy, ukládaly do něj.

Z kusovníku výkresu je patrná určitá struktura. Tato není vhodná a neodpovídá technologičnosti montáže. Je potřeba si představit, že jednotlivé díly, jsou konkrétní součásti a ty budeme skládat do určitých celků. Na dalších obrázcích 7.1 a 7.2 jsou zobrazeny některé součásti sestavy.



Obr. 7.1 Výkres sestavy





Bočnice



Čep háku



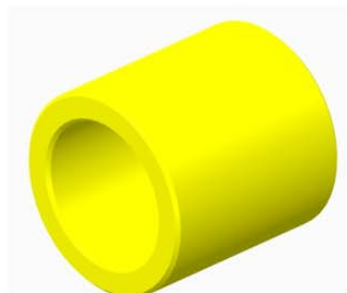
Kladka



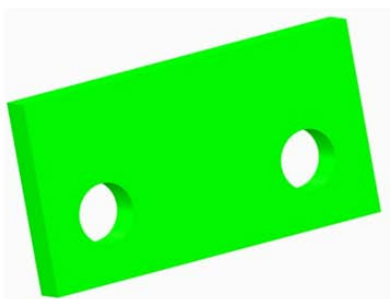
Hák

Obr. 7.2 Hlavní části sestavy

Distanční kroužek



Pouzdro



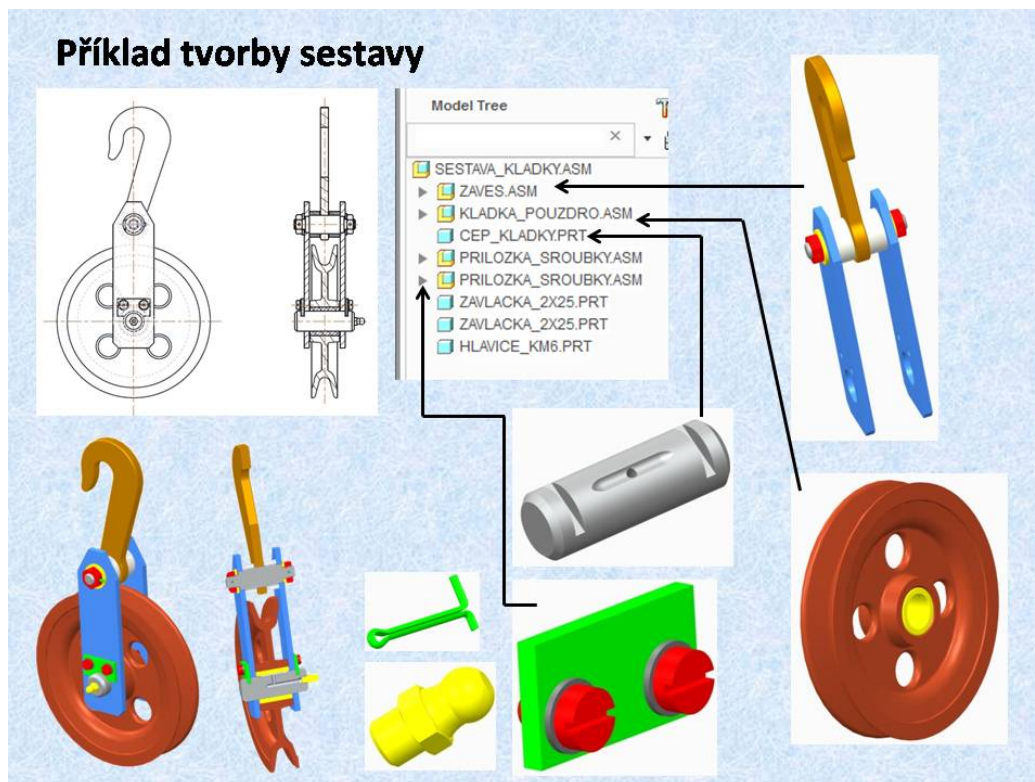
Příložka



Mazací hlavice

Obr. 7.3 Další součásti

2. PLÁNOVÁNÍ STRUKTURY SESTAVY

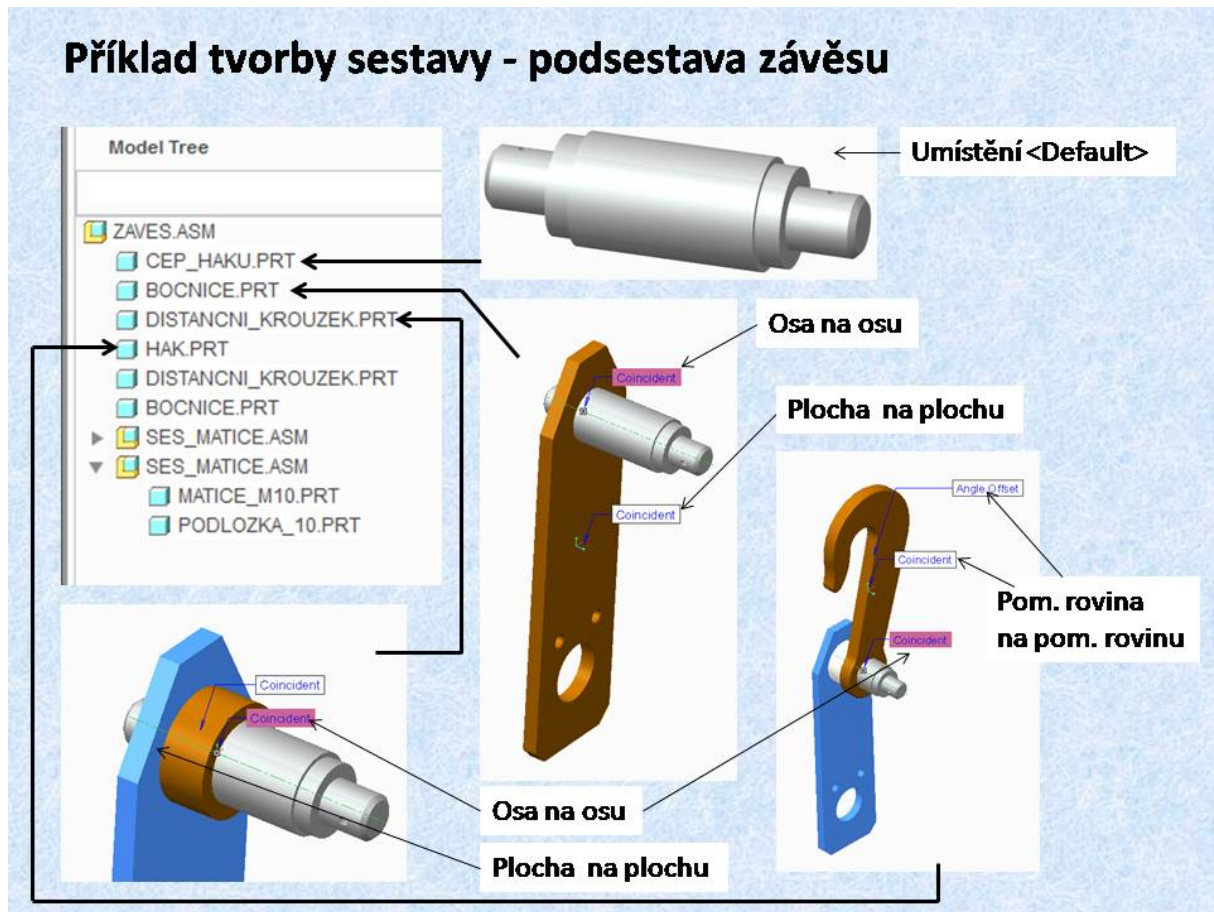


Obr. 7.4 Struktura sestavy

Jak bylo výše uvedeno, bude postup tvorby sestavy vysvětlen na jednoduchém modelu sestavy kladky. K dispozici jsou už vytvořeny všechny potřebné součásti. Podle výkresu lze definovat montážní postup, podle kterého lze naplánovat strukturu sestavy. Podle postupu montáže lze definovat jednotlivé podsestavy, které budou složeny samostatně před sestavením hlavní sestavy. Podle obrázků na tomto snímku je patrné, že celá sestava je složena ze čtyř podsestav. Na prvním místě stromu modelu je podsestava závěsu kladky. Do podsestavy závěsu se vkládá podsestava kladky s pouzdrům. Podsestava kladky se uloží na čep kladky. Pro zajištění čepu kladky se vytvoří podsestava příložky se šroubky s podložkami. Na závěr se matice, které upevňují čep háku, pojistí závlačkami. Poněvadž ložiskové pouzdro je třeba mazat, aby se snížil součinitel tření, je ještě našroubována mazací hlavice. Tento montážní postup je v dalších snímcích podrobně popsán a realizován jako návod pro vytvoření jednotlivých podsestav a hlavní sestavy.



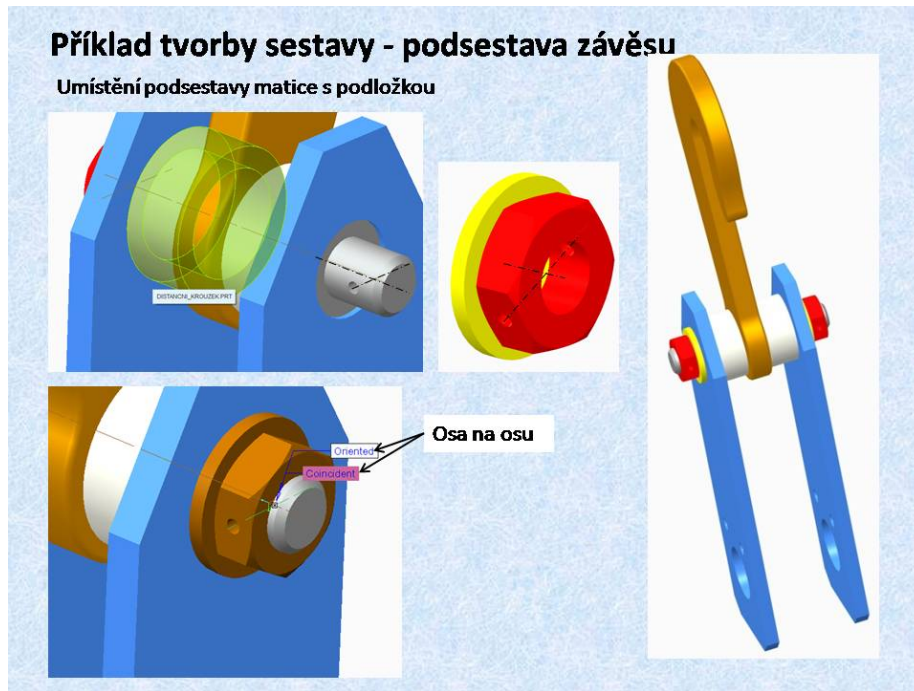
3. PODSESTAVA ZÁVĚSU



Obr. 7.5 Podsestava závěsu

Na tomto obrázku je popsán postup sestavení podsestavy závěsu. Základní komponenta pro podsestavu závěsu je čep háku. Tato komponenta je umístěna vazbou *<Default>*, tedy sjednocení globálního souřadného systému čepu háku s globálním souřadným systémem podsestavy závěsu. Na čep háku je umístěna bočnice. Pro jednoznačné umístění jsou použity referenční prvky osa na osu a rovinné plochy modelů pro vazby *<Coincident>*. Ze stromu modelu je patrné, že model bočnice je umístěna jednoznačně. Obdobným způsobem je v podsestavě umístěn i distanční kroužek. Tento postup odpovídá montážnímu postupu. Nejdříve vezmeme čep a na něj uložíme bočnici a z druhé strany vložíme distanční kroužek. Při skutečné montáži bychom bočnici zajistili maticí s podložkou, ale to v tomto případě není podmínkou, poněvadž bočnice i distanční kroužek jsou v podsestavě pevně svázané. Dalším krokem je uložení háku. Poněvadž byly komponenty hák i čep háku modelovány jako souměrné, je vhodné využít pomocné roviny souměrnosti jako referenční. Jinak je opět použita reference osa na osu. Poněvadž se vložený hák nenachází v požadované poloze, je použita vazba *<Angle Offset>* pro reference pomocná rovina na pomocnou rovinu. Další distanční kroužek bočnice se umístí obdobným způsobem. Ve stromu modelu jsou vyznačeny vložené komponenty.



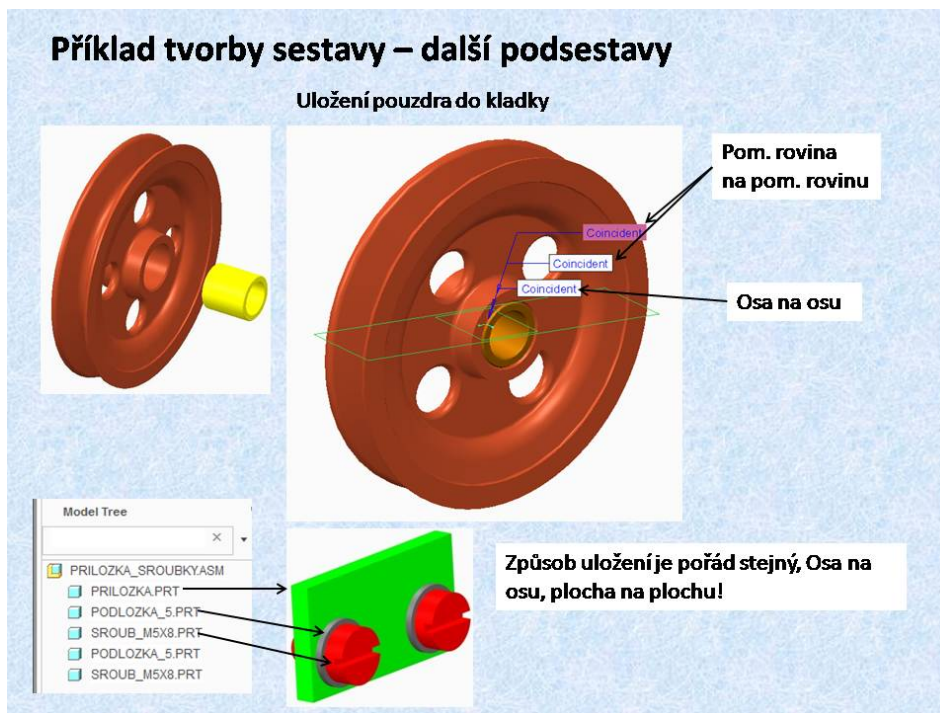


Obr. 7.6 Podsestava závěsu, dokončení

Dalším krokem pro smontování podsestavy závěsu, je zajištění čepu háku maticemi s podložkou. S těchto komponent se vytvoří jednoduchá podsestava, tvořená pouze maticí a podložkou. Pro vkládání tohoto celku do podsestavy závěsu je třeba si uvědomit, že matice budou zajištěny závlačkou. Tedy osa díry pro závlačku v matici, musí být sjednocená s osou díry v čepu háku. Tím se velmi zjednoduší umístění podsestavy matice v závěsu. Poněvadž umístění komponenty na dvě osy vzájemně kolmé je jednoznačné. V konečném uspořádání se objeví u druhé reference vazba *<Oriented>*, poněvadž dochází k zorientování celé komponenty, v našem případě podsestavy matice s podložkou. Samotné závlačky budou vloženy až v poslední fázi tvorby hlavní sestavy.



4. DOKONČENÍ SESTAVY

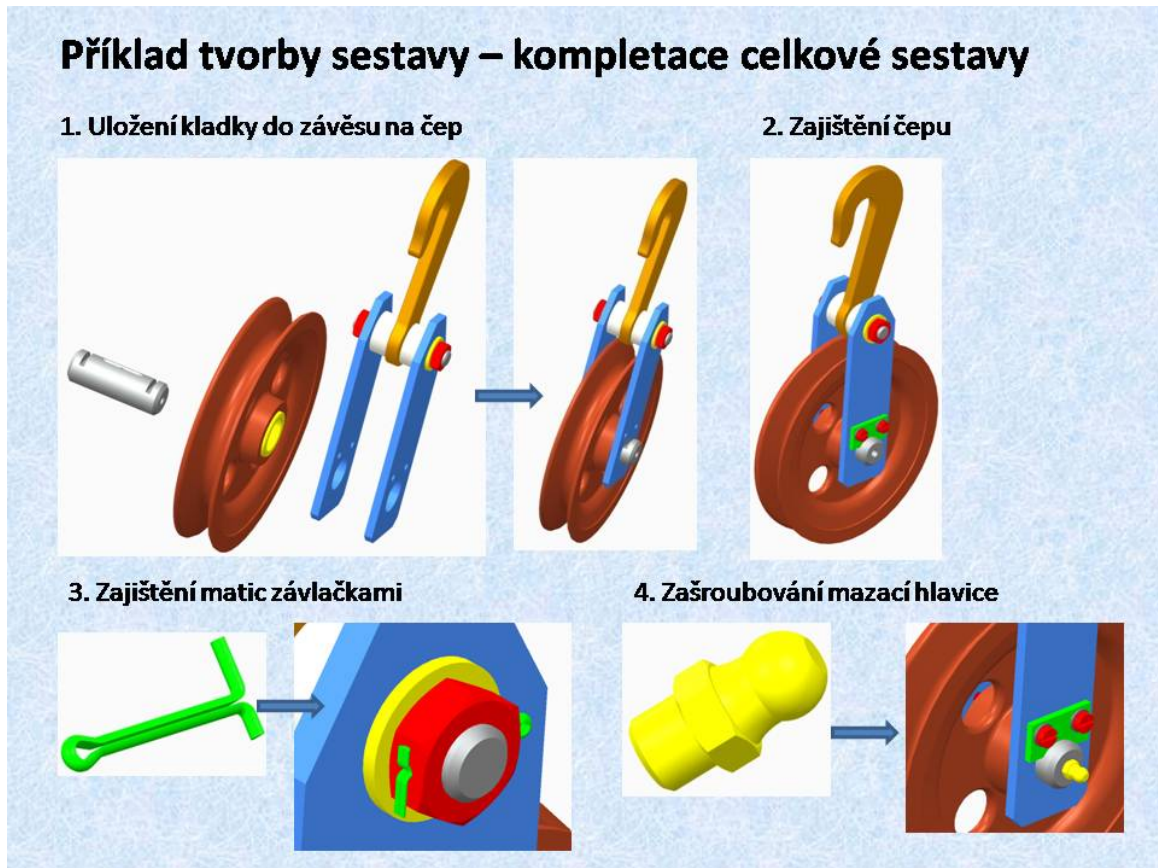


Obr. 7.7 Podsestava kladky a příložky

Na tomto obrázku je zobrazena tvorba podsestavy kladky. Postup je obdobný jak v předchozích případech. Pro jednoznačné určení polohy, je pro kladku zvolena vazba <Default>. Pro ložiskové pouzdro, jsou referenčními prvky osa na osu a pomocné roviny souměrnosti. Pro všechny referenční prvky, je zvolená vazba <Coincident>. U ukládání pouzdra do otvoru kladky systém vyžadoval i jeho natočení, proto jsou vytvořeny 3 reference.

Na snímku je ještě zobrazena podsestava přídržky. Způsob uložení šroubku a matice je pořád stejný, Osa na osu, plocha na plochu!





Obr. 7.8 Kompletace sestavy

Na tomto obrázku je znázorněn postup vložení všech vytvořených komponent do hlavní sestavy. Nejdříve je do sestavy vložen závěs. Do něj se uloží pomocí referencí osa na osu a pomocná rovina na pomocnou rovinu podsestava kladky. Stejným způsobem se uloží čep kladky, který se zajistí podsestavou přídržky. Aby byla podsestava přídržky správně zorientována, je vhodné použít 3D navigátoru a polohu této podsestavy si upravit tak aby odpovídala požadované poloze. Definované reference pak jsou plocha na plochu, dále 2x osa na osu kdy se použijí osy šroubků a osy otvorů v bočnici. Závěrečné operace jsou ukládání a správné natočení závlaček a rovněž vsunutí mazací hlavice do otvoru v čepu kladky.

Tímto postupem získáme velmi rychle celou sestavu kladky, přičemž struktura modelu sestavy respektuje způsob montáže.



Video: 01-tvorba_sestavy

5. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

Prezentovaná přednáška je zaměřena na konkrétní příklad jednoduchého strojního uzlu. Jedná se o volnou kladku, vybavenou hákem, na který lze zavěsit břemeno. Postup tvorby sestavy by měl odpovídat technologičnosti konstrukce fyzické montáže tohoto uzlu. Proto je celá sestava rozdělena do několika logických uzlů, podsestav, které se smontují samostatně, a



jejich následným sestavením vznikne celková sestava. Na příkladu je prezentován princip vkládání jednotlivých komponent do sestav. Jedná se o v podstatě o odstraňování stupňů volnosti. Každé těleso v prostoru (kartézském souřadném systému) má šest stupňů volnosti. Aby byla komponenta jednoznačně umístěná, neměla by mít ani jeden stupeň volnosti, s výjimkou mechanismů, kdy stupně volnosti jsou podmínkou pro pohyb části mechanismu. Stupně volnosti se odstraňují pomocí vazeb mezi referenčními prvky. Správně sestavená sestava umožňuje další funkce, například odečítání objemů, spojování objemů apod.



8. SPECIÁLNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY



OBSAH KAPITOLY:

- Protažení profilu po trajektorii
- Protažení několika skic
- Protažení několika skic po trajektorii
- Tvorba spirál a šroubovic



MOTIVACE:

Tato přednáška představuje další nástroje pro tvorbu objemů složitějšího tvaru. Jde například o tvorbu listu vrtule, křídla letadla, potrubí, spirál, pružin ap. Některé prvky by eventuelně šlo vytvořit jednoduššími nástroji, např. extrude, ale bylo by to časově náročnější nejen při tvorbě, ale také při editaci prvku.



CÍL:

Rozšířit získané znalosti a dovednosti v modelování o tvorbu speciálních prvků.

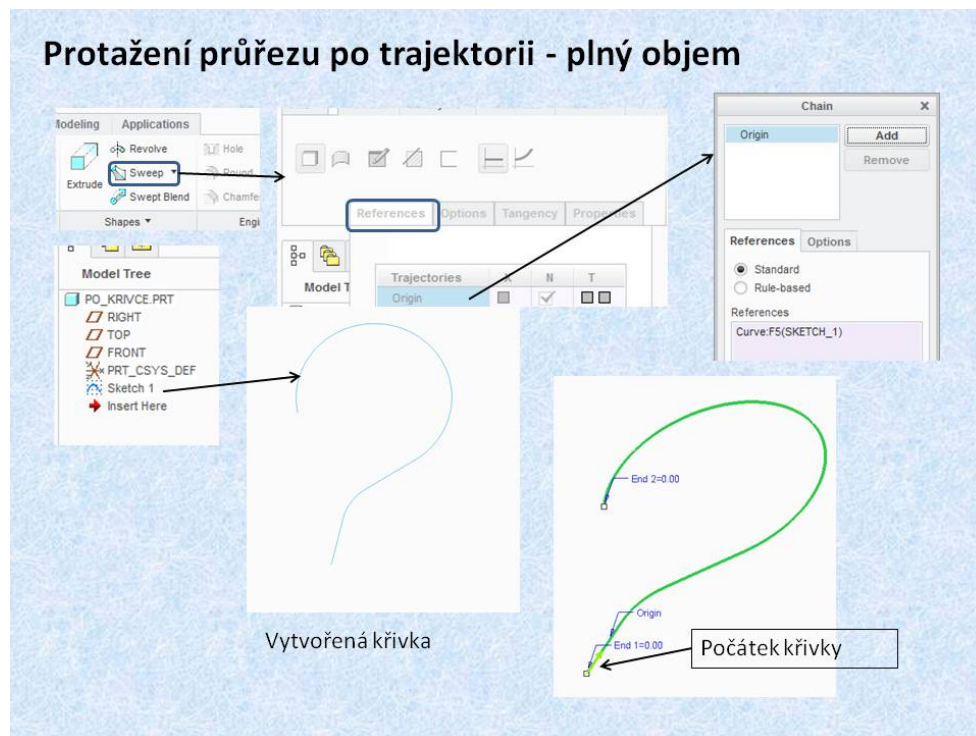


1. SPECIÁLNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Tato přednáška je zaměřena na tvorbu speciálních prvků, které doplňují nejvíce používané prvky, protažení a orotování. Jsou to tyto následující:

- <Sweep>... tato funkce vytvoří konstrukční prvek protažením skici po trajektorii, přičemž umožňuje vytvářet plný nebo tenkostěnný objem.
- <Blend>... protažení, popřípadě s natočením, několika skic, se stejným počtem segmentů o určité vzdálenosti nebo úhlu, přičemž umožňuje vytvářet plný nebo tenkostěnný objem.
- <Swept Blend> ... protažení několika skic se stejným počtem segmentů po trajektorii, přičemž umožňuje vytvářet plný nebo tenkostěnný objem.
- <Helical Sweep>... tvorba spirál, například pružin nebo závitů, lze vytvářet plný nebo tenkostěnný objem, přičemž lze vytvořený objem spirály odečítat od předchozího vytvořeného objemu.

1.1 Protažení jedné skici po trajektorii



Obr. 8.1 Tvorba trajektorie

Protažení jedné skici po trajektorii umožňuje funkce <Sweep>. Pro použití této funkce je potřeba vytvořit křivku, která bude vybrána jako trajektorie. Křivka se vytvoří pomocí funkce <Sketch>. Při aktivaci funkce <Sweep>, je vytvořená křivka v případě že je aktivní ve stromu modelu, automaticky vybrána jako trajektorie. Pokud není aktivní, stačí ji vybrat myší. Na vybrané trajektorii se v jednom z koncových bodů objeví šipka, které označuje počátek křivky. Kliknutím na tuto šipku se šipka přemístí do druhého koncového bodu. Další postup je znázorněn na obrázku 8.2.





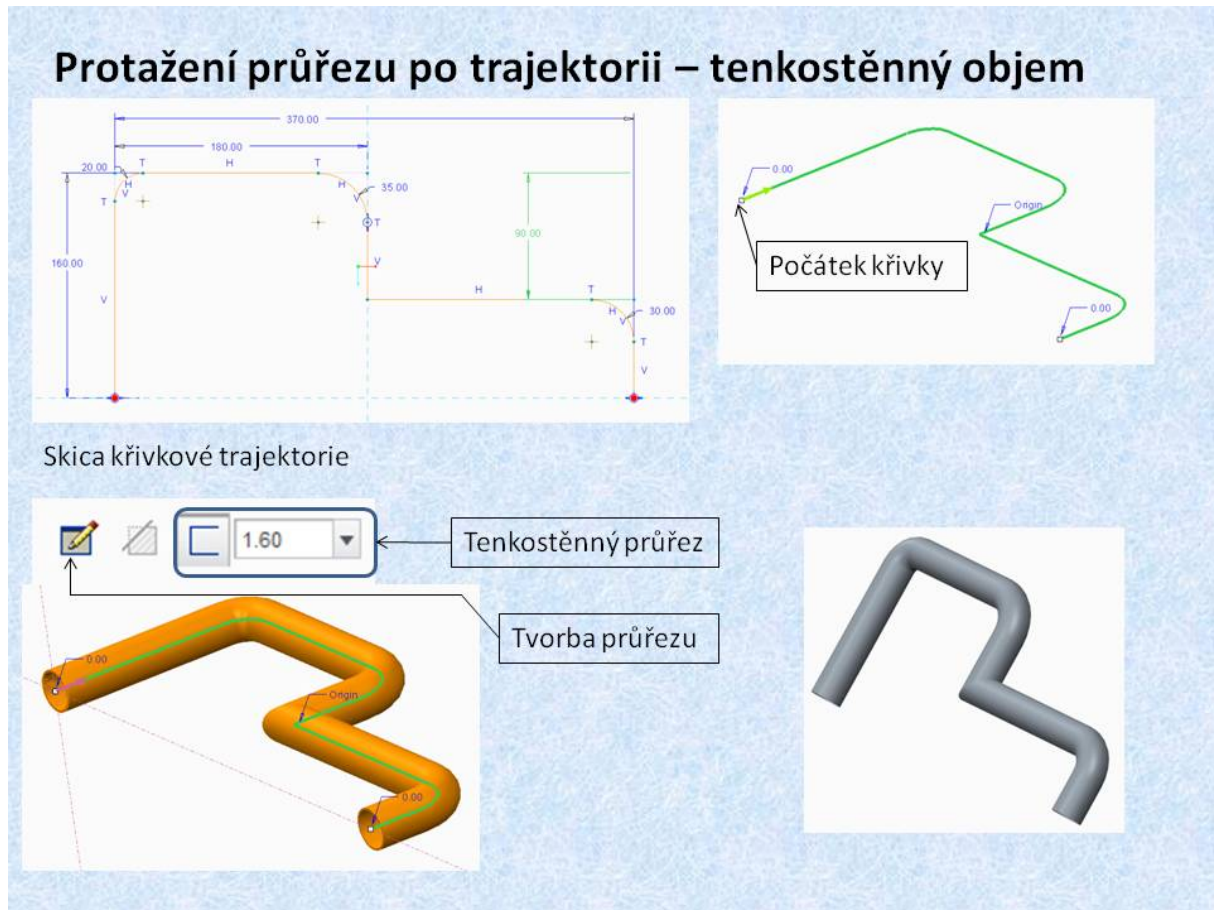
Obr. 8.2 Vytvoření plného objemu, připojení objemu k předchozímu objemu

Po přepnutí do skicáře, který se otevře ve startovacím bodě křivky, se vytvoří libovolná skica, která je protažena po vybrané trajektorii. Tento postup je zobrazen v levém horním rohu obrázku.

Popsaný postup vysvětluje vytvoření prvního objemu součásti. V další části obrázku je uveden postup vytvoření objemu funkcí *<Sweep>* a jeho připojení k předchozímu objemu. Je to prezentováno na modelu hrníčku. Jako první objem je vytvořený tenkostěnný model pomocí funkce *<Rotate>*, čímž vznikne základní model nádoby.

K tomuto objemu je připojen objem ucha vytvořený funkcí *<Sweep>*. Aby došlo k připojení objemu ucha k nádobě, byla použita položka *<Merge ends>*.





Obr. 8.3 Protažení skici po trajektorii -tenkostěnný objem

Na tomto obrázku je znázorněna možnost využít funkci *<Sweep>* pro vytvoření tenkostěnného modelu protažením skici po trajektorii. Postup je obdobný, jako v předchozích příkladech. Pomocí funkce *<Sketch>* se vytvoří křivka trajektorie a do počátečního bodu se vytvoří skica pro protažení. Ve volbách typu objemu se vybere položka pro tenkostěnný objem.

**Video: 01-
tazení profilu po křivce**

**Video: 01-tazení profilu po křivce
Video: 02-tazení profilu po křivce**

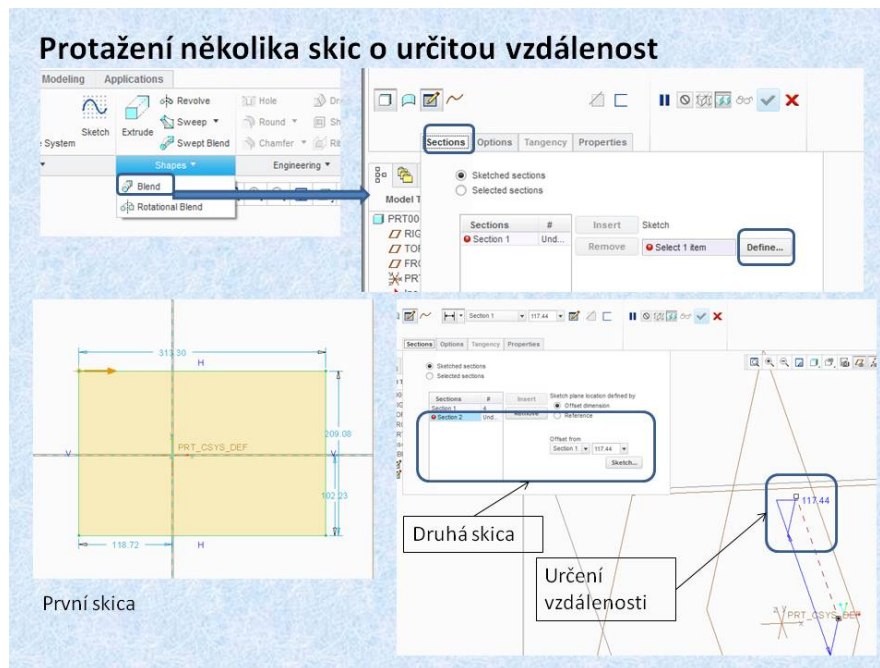
Video: 03-

Video: 03-tvorba tenkostenného profilu tazením po křivce



1.2 Protažení nebo orotování skic o určitou vzdálenost nebo úhel

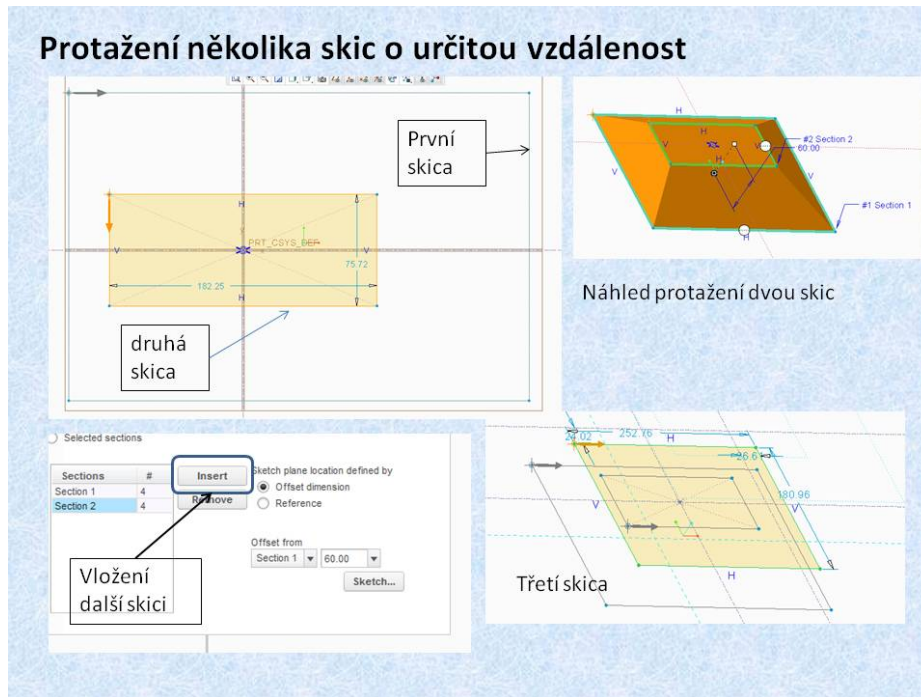
Protažení několika skic, které mají stejný počet segmentů o určitou vzdálenost, umožňuje funkce <Blend>. Tato funkce má mnoho možností, ze je prezentována přednastavená možnost protažení několika skic



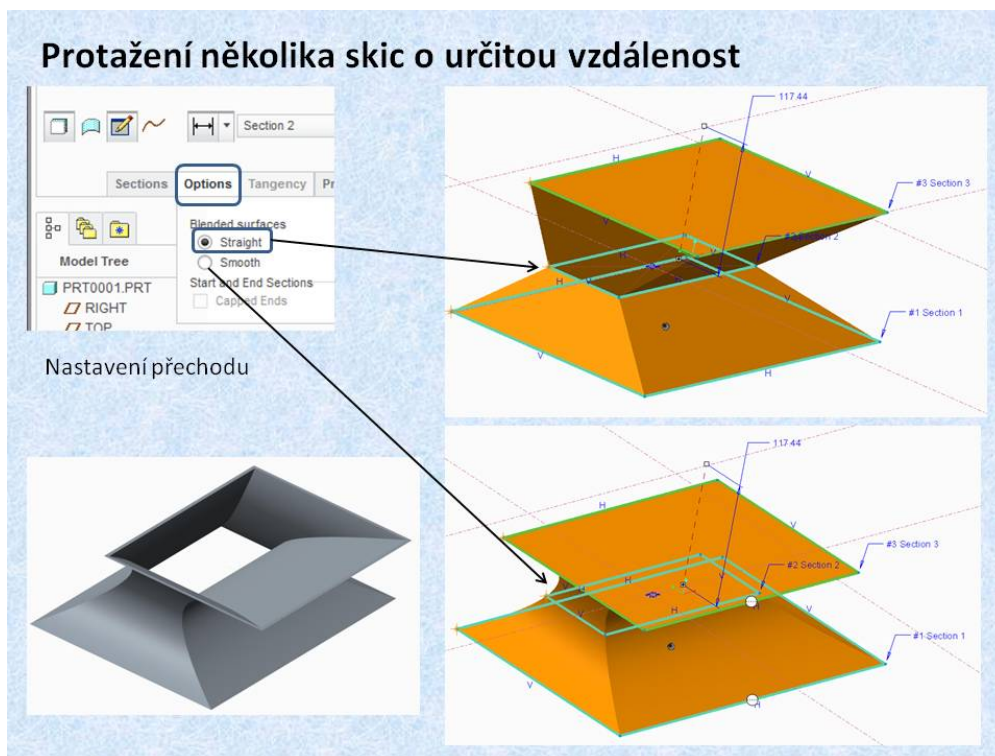
Obr. 8.4 Funkce Blend

Protažení několika skic o určitou vzdálenost se provádí funkcí <Blend>. Po aktivaci této funkce se objeví ovládací lišta. Kliknutím na položku <Section> a dále <Define> vybereme skicovací rovinu a lze vytvořit první skicu. Pokud je vytvořen obdélník, počáteční bod tažení je označen jako startovací. Pokud je skica tvořena několika úsečkami, je startovací bod umístěn do počátku skicování. Startovací bod lze přemístit kliknutím na některý jiný roh. Způsob přidání dalších skic je zobrazeno na obrázku 8.5.





Obr. 8.5 Funkce Blend -přidání skic

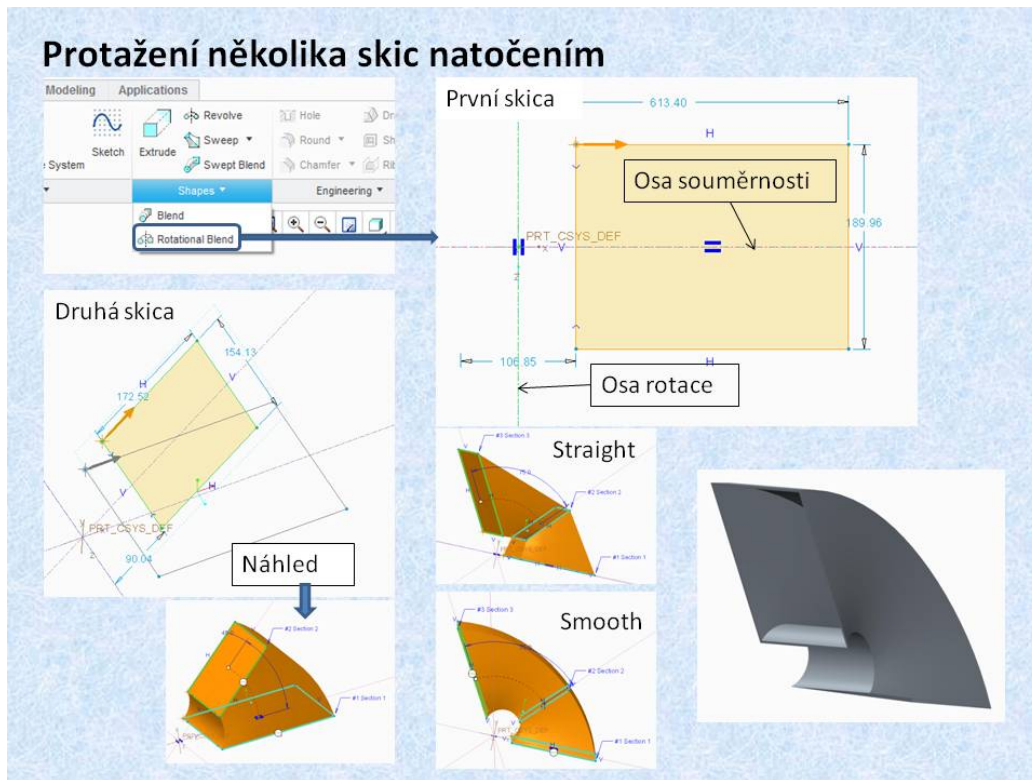


Obr. 8.6 Blend nastavení přechodu

na tomto obrázku je znázorněno nastavení přechodu mezi jednotlivými průřezy. Pokud je v poloze <Options> zaškrtnuta volba Straight je přechod ostrý. Pokud je zaškrtnuta volba <Smooth> je přechod mezi průřezy plynulý.



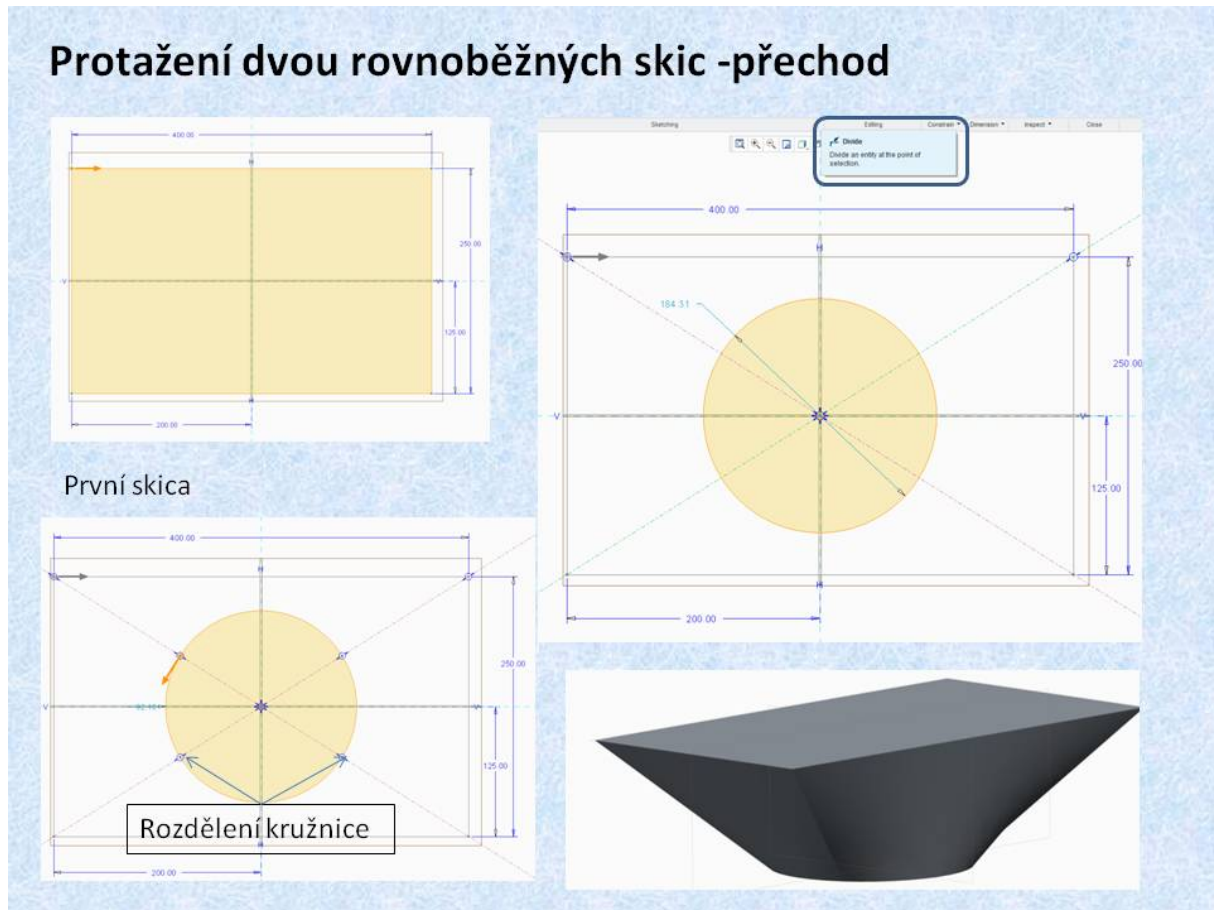
Pokud je na liště funkcí zaškrtnuta volba *<Thin>* je vytvořen tenkostěnný model jak je to patrné z obrázku.



Obr. 8.7 Rotational Blend

Obdobným způsobem lze jednotlivé skici vzájemně natáčet kolem osy rotace o určitý úhel. Toto umožňuje funkce *<Rotational Blend>*. Postup je v podstatě stejný jako v případě funkce *<Blend>*, rozdíl spočívá v tom, že u první skici se nakreslí osa rotace, jedná se o stejnou entitu, jako u funkce *<Rotate>*. Tato osa musí ležet vně skici, maximálně může být umístěná na některou z hran skici. Toto platí i u dalších skic, které nesmí protínat osu rotace. Z obrázku je dále patrný přechod jednotlivých skic při nastavení *<Straight>* nebo *<Smooth>*. Celý model je definován jako tenkostěnný objem.





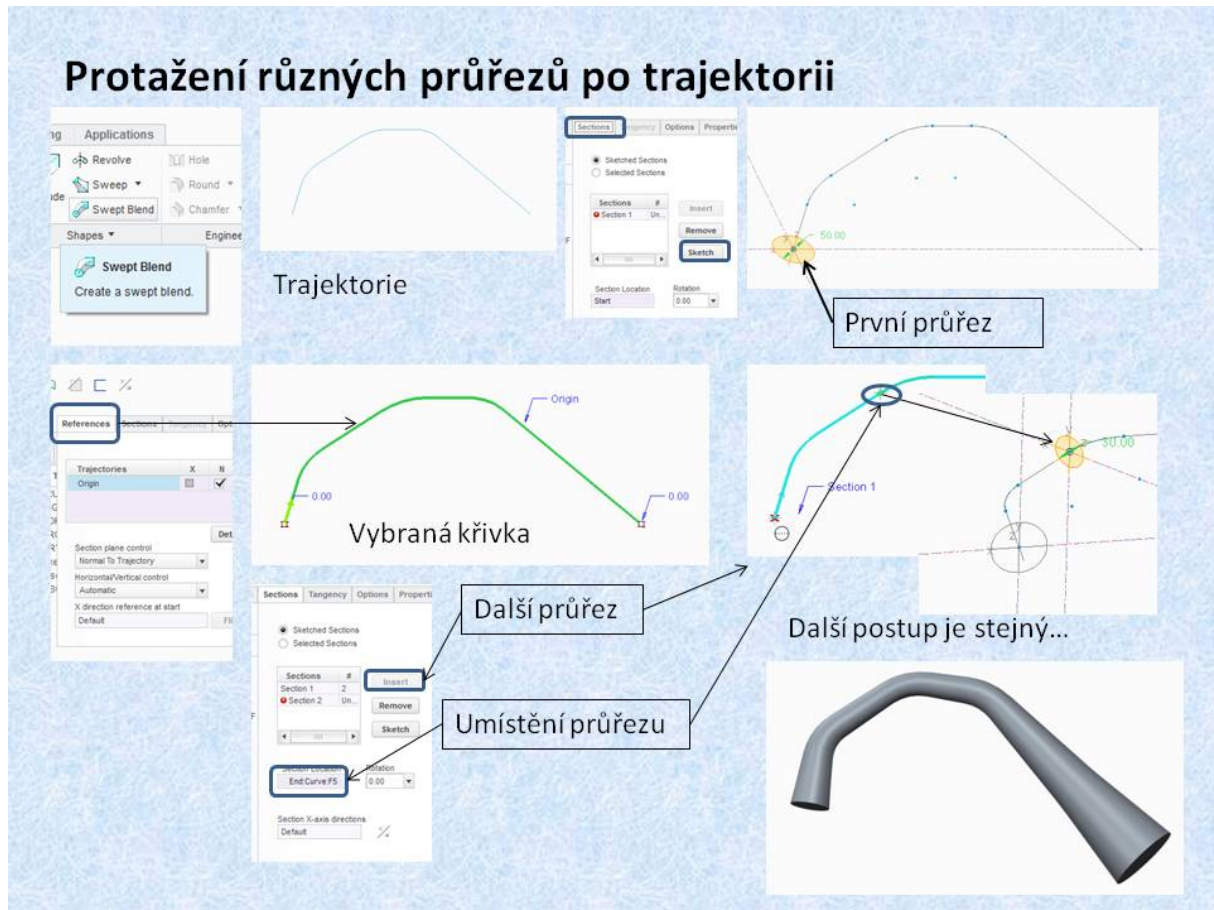
Obr. 8.8 Přechod obdélník - kružnice

V případě, že je potřeba vytvořit objem jako přechod mezi skicami s nesterjným počtem segmentů, je potřeba skici upravit tak, aby měly stejný počet segmentů. Na obrázku je tento případ demonstrován na přechodu mezi obdélníkem a kružnicí. Obdélník je tvořen čtyřmi segmenty, kdežto kružnice je jenom jedna uzavřená křivka. Proto je potřeba skici upravit, v tomto případě rozdělit na čtyři segmenty pomocí funkce *<Divide>*. Startovací bod pro protažení je umístěn do prvního bodu rozdělení, ale lze jej podle potřeby přemístit do libovolného koncového bodu. Po této úpravě lze vytvořit objem. Tato součást sice bude složitě vyrobiteľná, běžnými technologiemi, ale v současné době ji lze vyrobit například technologií "Rapid prototyping".

1.3 Protažení několika skic po křivce.

Další možností způsobu protažení skic, je jejich protažení po předem definované křivce, jak je patrné z obrázku 8.9.





Obr. 8.9 Protazeni několika průřezů po trajektorii.

Protazeni několika průřezů potrajektorii umožňuje funkce <Swept Blend>. Postup je obdobný jak u funkce <Sweep>. Nejdříve je třeba vytvořit křivku, která bude vybrána jako trajektorie, a po které budeme skici protahovat. Vytvořená křivka je tvořena několika segmenty, které na sebe navazují, musí být spojitá, přičemž koncové body jednotlivých segmentů trajektorie budou určovat skicovací roviny pro jednotlivé průřezy. Při tvorbě průřezů (skic) je možno vybrat všechny koncové body jednotlivých segmentů a v nich vytvořit skici průřezů. Pokud je některý koncový bod vynechán, je průřez shodný s předcházejícím. Pro tuto funkci rovněž platí, že počet segmentů jednotlivých průřezů musí být shodný.

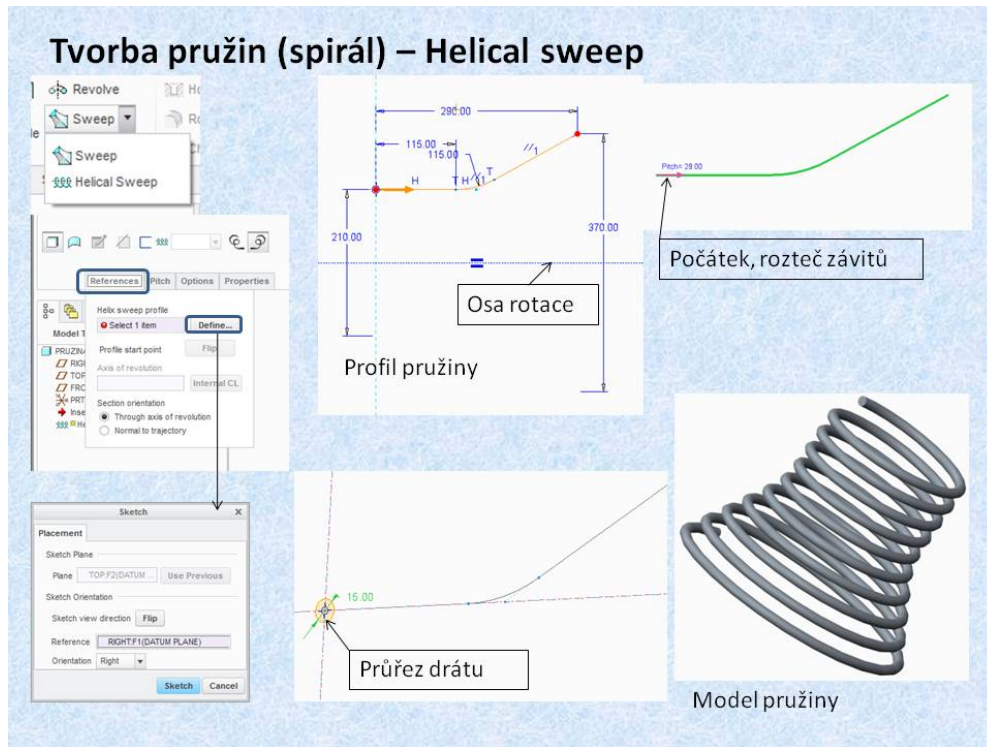
Video: 06-

Video: 06-protazeni_ruznych_prurezu_po_trajektorii

2. TVORBA SPIRÁL

Další ze speciálních prvků je funkce <Helical Sweep>. Tato funkce umožňuje vytvářet spirály, které jsou například základem pro tažné nebo tlačné pružiny nebo je lze použít pro vytváření závitů.





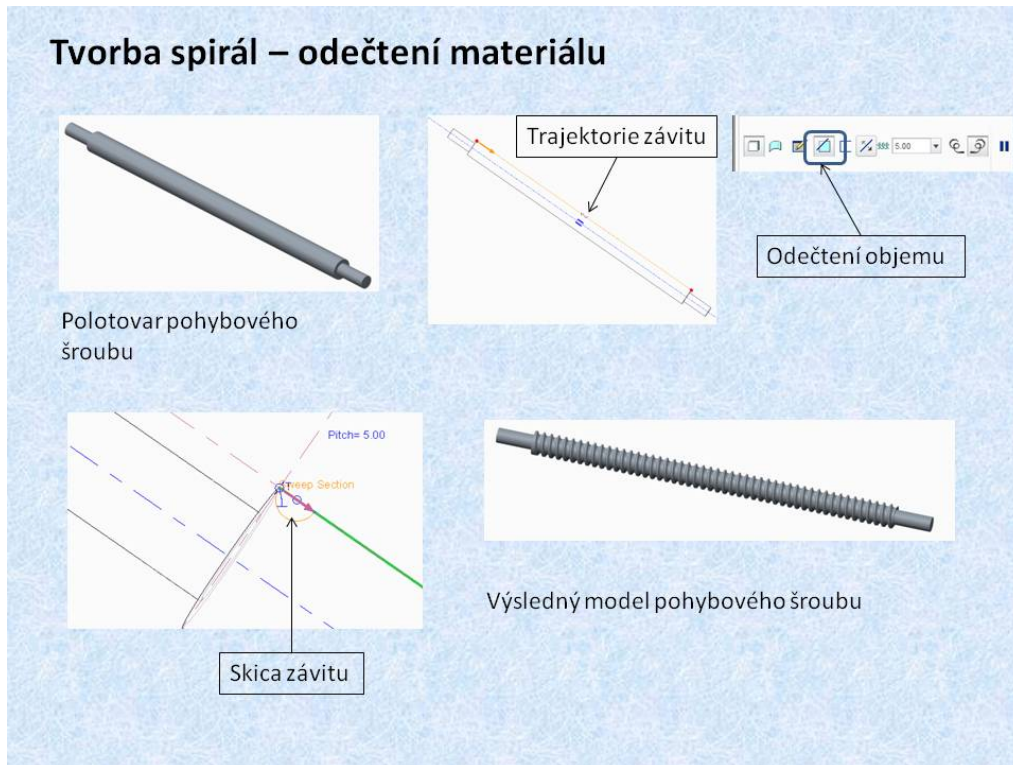
Obr. 8.10 Tvorba pružiny

Video: 04-tvorba pruziny

Video: 04-tvorba_pruziny

Pro vytvoření pružiny je třeba si uvědomit, že spirály jsou rotační tělesa a proto musí mít osu rotace. Tomu i odpovídá i první skica, kterou vytváříme po aktivaci funkce *<Helical Sweep>*. Tato skica představuje profil pružiny, kdy vytvořená křivka skici je spojnicí většinou středů průřezů spirály, v případě pružin, její rozměr udává roztečný průměr pružiny. Po vytvoření profilu je potřeba vytvořit skicu, která u pružin představuje průřez drátu pružiny. Aby byla pružina dokončena je potřeba ještě zadat rozteč závitů pomocí položky *<Pitch>*.





Obr. 8.11 Tvorba závitů

Stejným postupem lze vytvořit model například pohybového šroubu. Profilová křivka závitů je brána jako hrana kulatiny, která byla vytvořena jako polotovar. Ve startovacím bodě se vytvoří průřez závitů, jehož objem se buď přičítá k modelu polotovaru, nebo se odečítá od polotovaru, jak je to znázorněno na obrázku.

Video: 05-tvorba vizualnich zavitu

Video: 05-tvorba_vizualnich_zavitu

3. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

System Creo umožňuje tvorbu různých speciálních prvků, které rozšiřují jeho možnosti. Jedná se o konstrukční prvky, které mají společnou vlastnost, že pro jejich tvorbu potřebuje konstruktér mít předem připravenou naskicovanou křivku. Po připravené křivce lze protáhnout plný nebo tenkostěnný objem konstantního průřezu, funkce Sweep, nebo proměnného průřezu, funkce Swept Blend. Další speciální funkce umožňují protažení několika průřezů paralelně, popřípadě po kružnici, funkce Blend. Pro tvorbu tažných nebo tlačných pružin, závitů, je určena funkce Helical Sweep.



9. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE - SOUČÁST



OBSAH KAPITOLY:

- Tvorba dokumentace
- Vytvoření výkresu
- Vkládání pohledů a jejich úprava
- Zobrazení řezů
- Zobrazení os a kót
- Generování tabulek



MOTIVACE:

Po nastudování této přednášky budete schopni tvořit jednoduché výkresy i širší výrobní dokumentaci. Výkresy mají samozřejmě návaznost na model a tak se hned projeví jeho změny. Při logické hierarchii sestavy lze jednoduše vygenerovat kusovník všech jejích dílů. Dokumentace je základní prvek pro výrobní proces a tak je její správnost rozhodující.



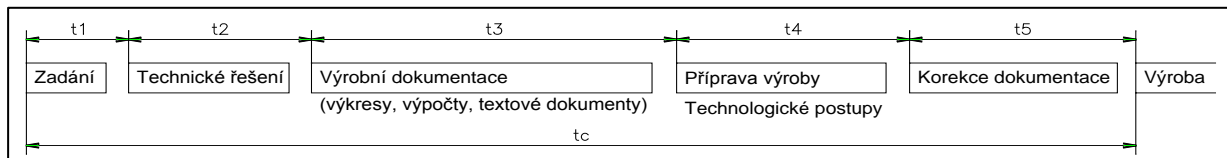
CÍL:

Naučit se právnímu postupu tvorby výkresové dokumentace na základě vytvořených modelů součástí.



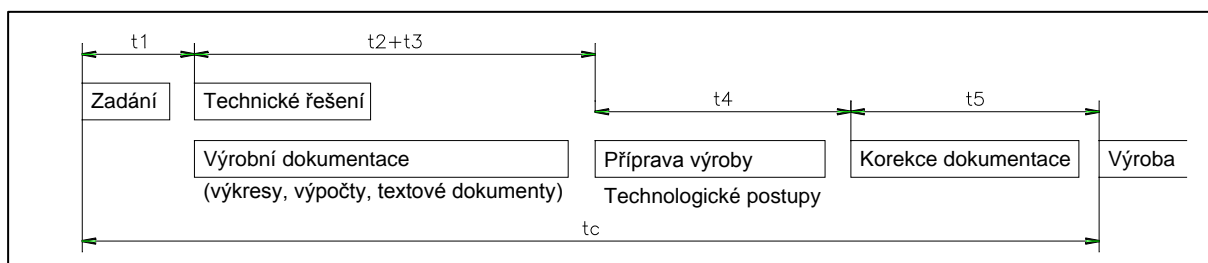
1. VYTVÁŘENÍ VÝKRESŮ

Technický výkres je základním komunikačním prostředkem na jedné straně konstruktérem a projektantem a na straně druhé výrobcem, investorem nebo uživatelem. Tvorbou výkresové dokumentace, vývojem CAD systémů a zvláště CADů založených na tvorbě 3D modelů prodělala radikální změny. Na obrázku 9.1 je znázorněn klasický průběh konstruování.

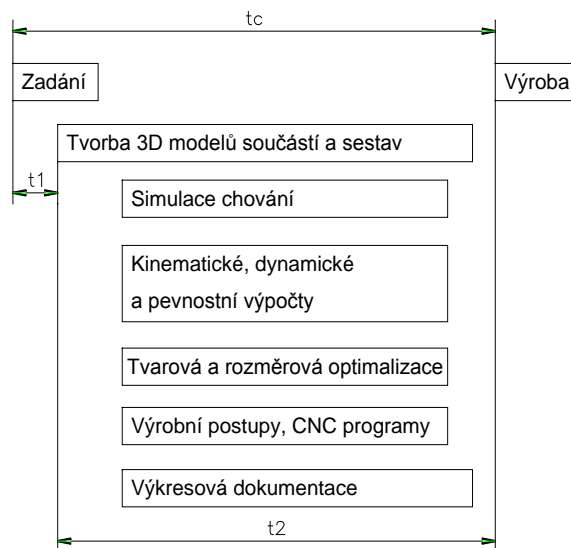


Obr. 9.1 Průběh tvorby technické dokumentace bez nasazení CAD systémů

Na následujícím obrázku je 9.2 patrné zkrácení celkové doby tvorby technické dokumentace při nasazení 2D CAD systému, například AutoCADu.



Obr. 9.2 Nasazení 2D CAD systému



Obr. 9.3 Nasazení 3D CAD/CAM/CAE systémů

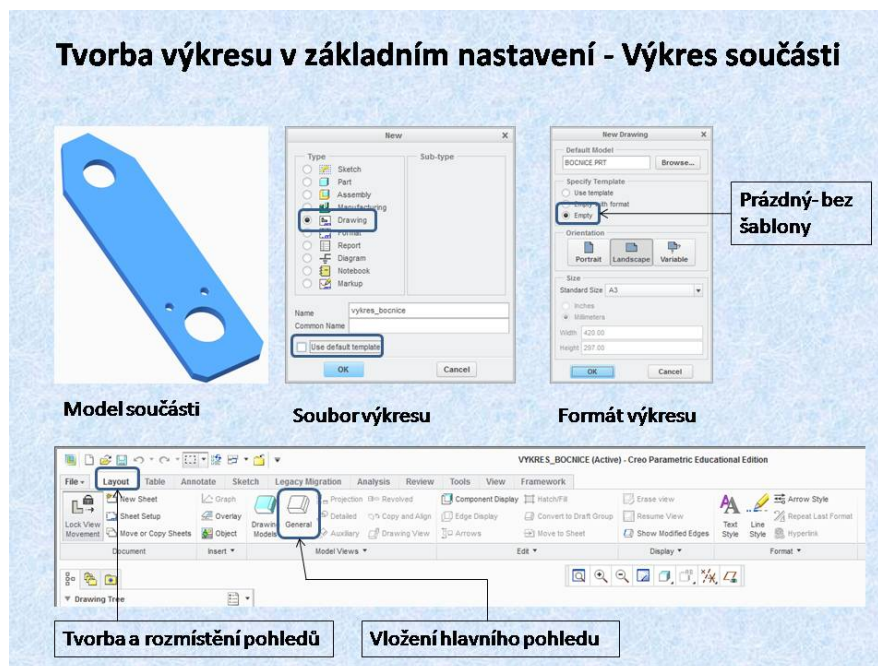
Komplexní nasazení 3D CAD/CAM/CAE systémů do procesu tvorby technické dokumentace je patrné z obrázku 9.3.



2. ÚVOD DO TVORBY VÝKRESŮ - TVORBA POHLEDŮ

Systém Creo umožňuje rovněž vytvářet výkresy součástí a sestav. Tyto výkresy se vytvářejí na základě modelů. Poněvadž se jedná o rutinní práci, kdy konstruktér v podstatě jenom přenáší vytvořené informace ze souborů modelů součástí a sestav, měla by tato činnost být co nejvíce zautomatizovaná, tak aby výsledné výkresy odpovídaly normám a zvyklostem firmy, ve které se výkresy vytvářejí. Toto se řeší nastavením pomocí systémových proměnných, které řídí automatickou tvorbu výkresu. Poněvadž zvyklosti konstrukčních a projekčních firem se od sebe značně liší, například způsobem kótování, šablonami jednotlivých formátů výkresů apod., je obtížné vytvořit univerzální nastavení, proto si firmy řeší nastavení tvorby výkresů samostatně podle svých potřeb. Rovněž katedra robototechniky má své nastavení pro vytváření výkresové dokumentace. S tímto nastavením se seznámíte ve cvičeních.

Cílem této přednášky je seznámit vás se základními principy tvorby výkresu v případě, že toto nastavení není k dispozici.



Obr. 9.4 Vytvoření nového souboru výkresu

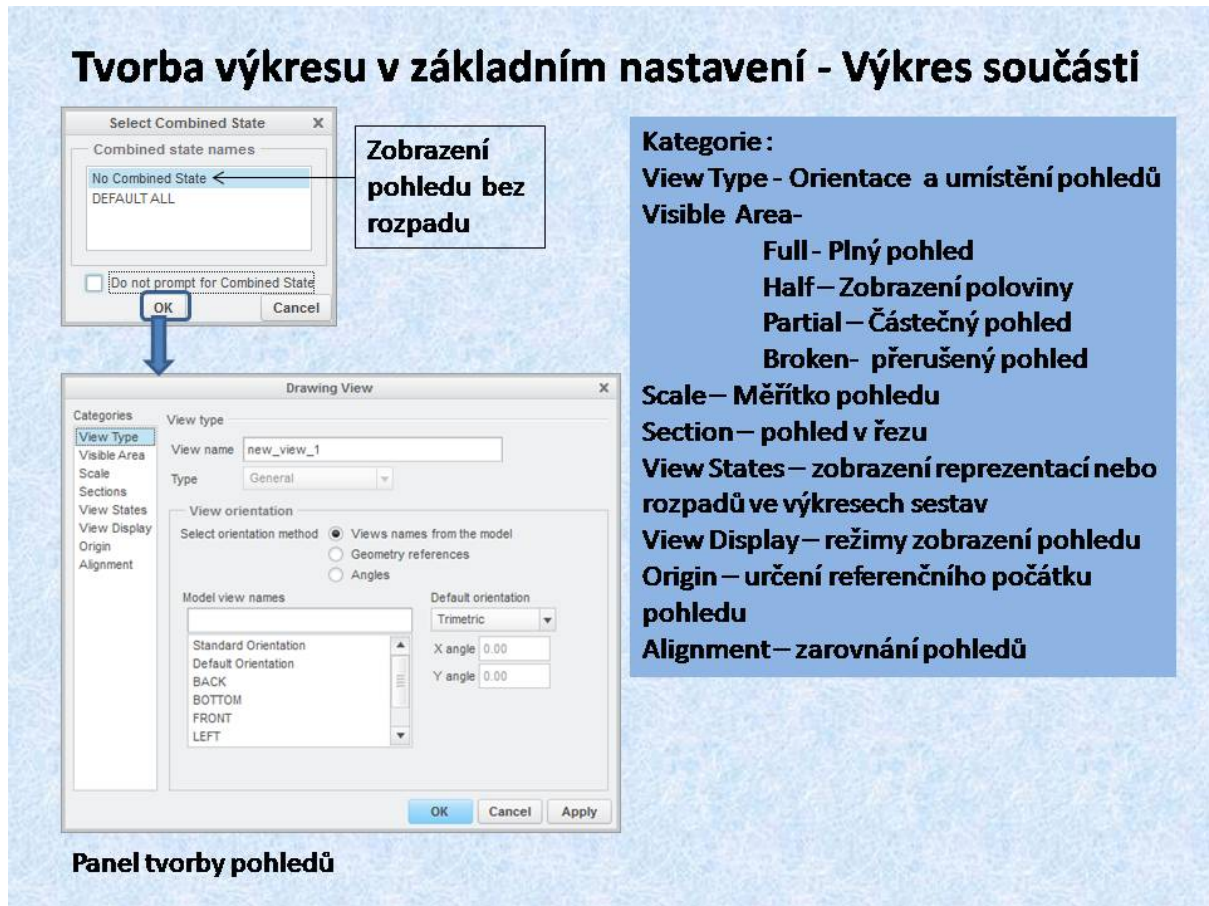
Na 9.4 je znázorněn způsob založení nového souboru pro výkres. Pro založení nového souboru výkresu je potřeba zaškrtnout položku <Drawing>. Aby bylo možno otevřít soubor bez nastavené šablony je nutno zrušit i volbu <Use default template>. Po potvrzení se objeví panel pro nastavení výkresu, kde je nutno zaškrtnout položku <Empty>. Pokud je otevřený některý z modelů, automaticky se nabízí ten model, který je aktivní pro tvorbu výkresu.

Na obrázku je otevřen model bočnice, která byla použita rovněž při vysvětlení principu tvorby sestav, proto bude princip tvorby výkresu vysvětlen na této součásti.

Ve spodní části obrázku je zobrazena základní lišta uživatelského prostředí pro výkres.



Tvorba výkresu v základním nastavení - Výkres součásti



Obr. 9.5 Základní panel práce s pohledy

Vložení hlavního pohledu - nárysu se provádí funkcí *<General>*, kdy po kliknutí na pracovní plochu je vložena součást v standardní poloze. Současně s vložení hlavního pohledu se otevře panel pro řízení (tvorbu) pohledů. Tento panel obsahuje následující kategorie, pomocí kterých lze nastavit pohledy:

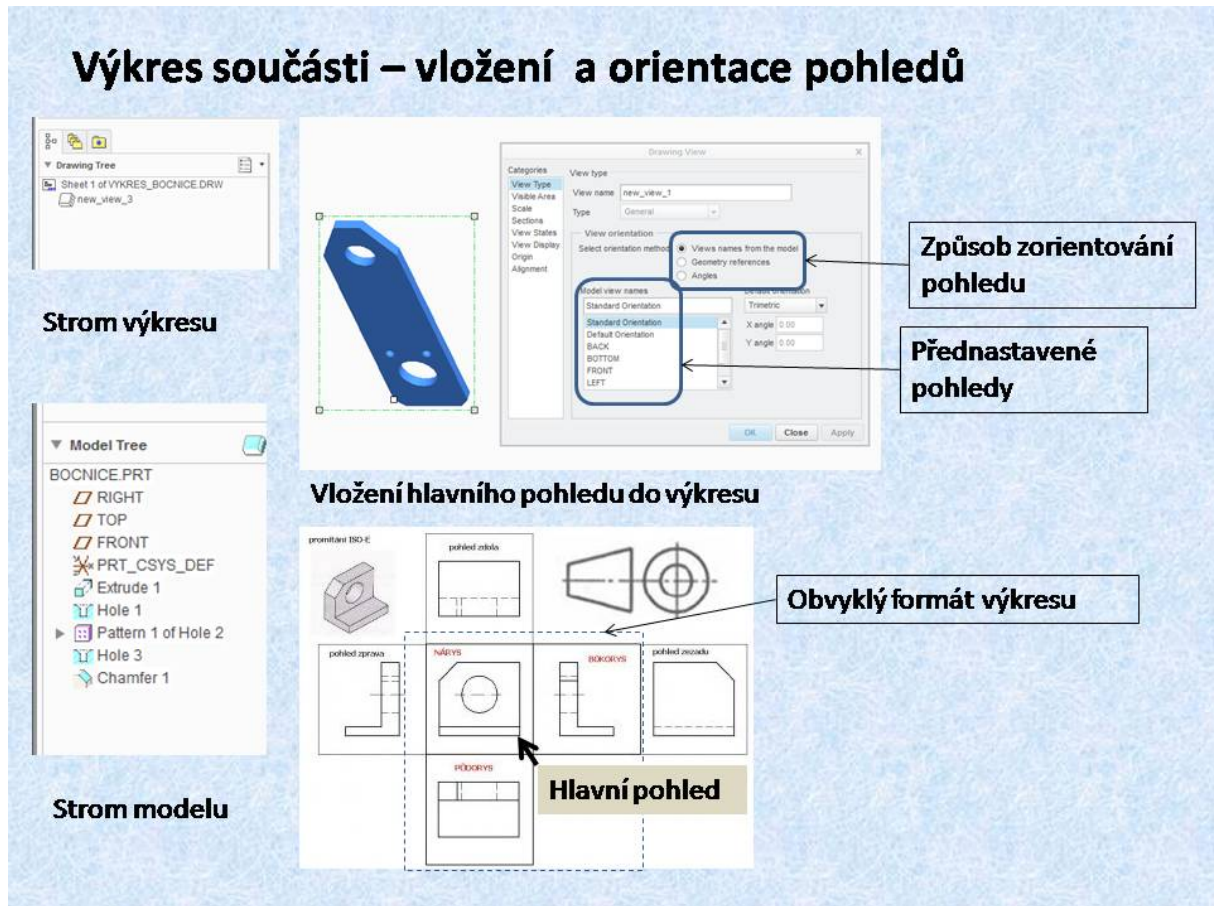
- View Type - Orientace a umístění pohledů
- Visible Area- (možnost zobrazení pohledů)
 - Full - Plný pohled
 - Half – Zobrazení poloviny
 - Partial – Částečný pohled
 - Broken- Přerušovaný pohled
- Scale – Měřítko pohledu
- Section – pohled v řezu
- View States – zobrazení reprezentací nebo rozpadů ve výkresech sestav
- View Display – režimy zobrazení pohledu
- Origin – určení referenčního počátku pohledu



➤ Alignment – zarovnání pohledů

Jednotlivé kategorie, které jsou zobrazeny v levé části panelu a jsou řazeny podle logického postupu úprav pohledů. První v pořadí je kategorie <View Type>, pomocí které se zorientují pohledy do požadované polohy. Jak je dále vysvětleno na následujícím obrázku 9.6.

Pro další výklad je nutné vysvětlit pojem "Hlavní pohled", přestože jsou posluchači seznámeni s principem pravoúhlého promítání, stále se ve výkresech objevují nesprávně volené pohledy. Hlavní pohled je tedy nárys, pohled na součást zepředu, v jeho funkční poloze, (promítání ISO-E). Nárys je umístěn v levém horním kvadrantu výkresu.

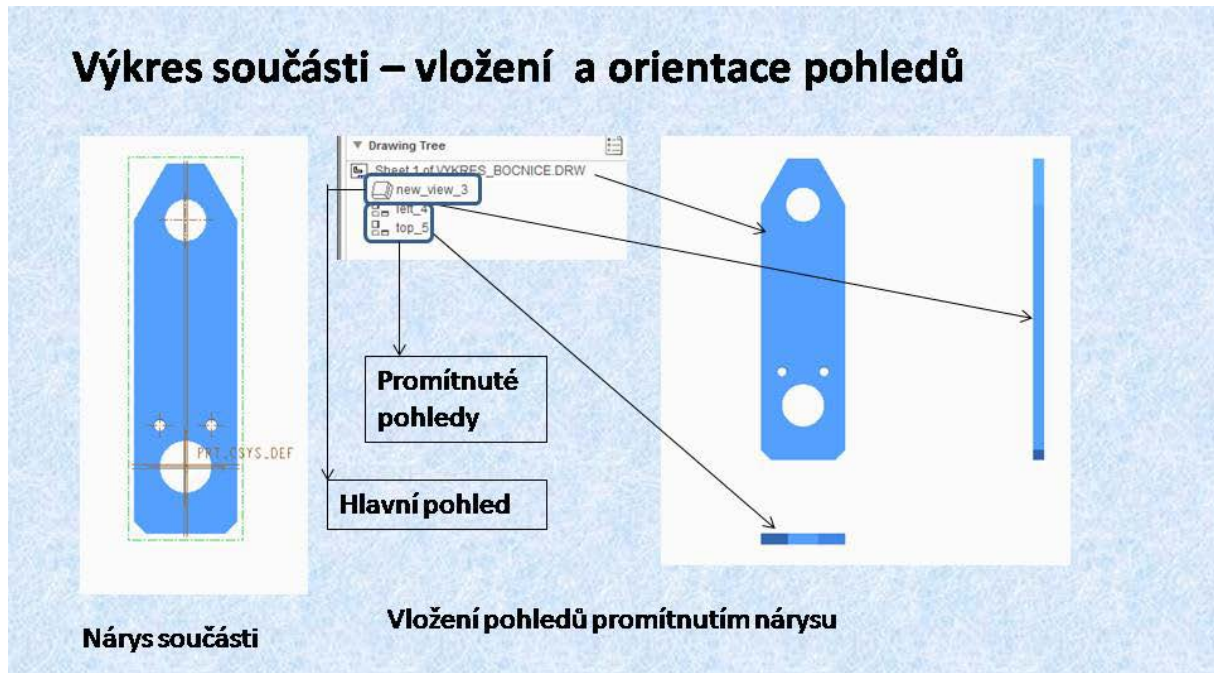


Obr. 9.6 Vložení hlavního pohledu

Součást je tedy vložena v standardní poloze. V kategorii <View Type>, jsou možnosti zorientování pohledu. Nejjednodušší je orientace pohledu pomocí pojmenovaných pohledů. Pro tento způsob je potřeba mít v modelu, nejlépe v šabloně modelu, přednastavené pohledy. Postup modelování, především výběr skicovacích rovin by měl odpovídat těmto přednastaveným pohledům. Pokud orientace pohledu neodpovídá požadované poloze lze použít volbu <Geometry references>, a pomocí rovin nebo ploch modelu lze polohu pohledu změnit. Pro požadovanou polohu je nutno určit rovinu nebo plochu modelu, která bude brána jako pohled zepředu, <Front> a na ní rovinu nebo plochu kolmou, která bude určovat pohled shora, <Top>. Třetí možnosti je natočení pohledu o úhel <Angles>.



Vložení hlavního pohledu do výkresu se ve stromu výkresu objeví první pohled. Pomocí pravého tlačítka myši lze tento pohled modifikovat. Rovněž je definováno hlavní měřítko výkresu.

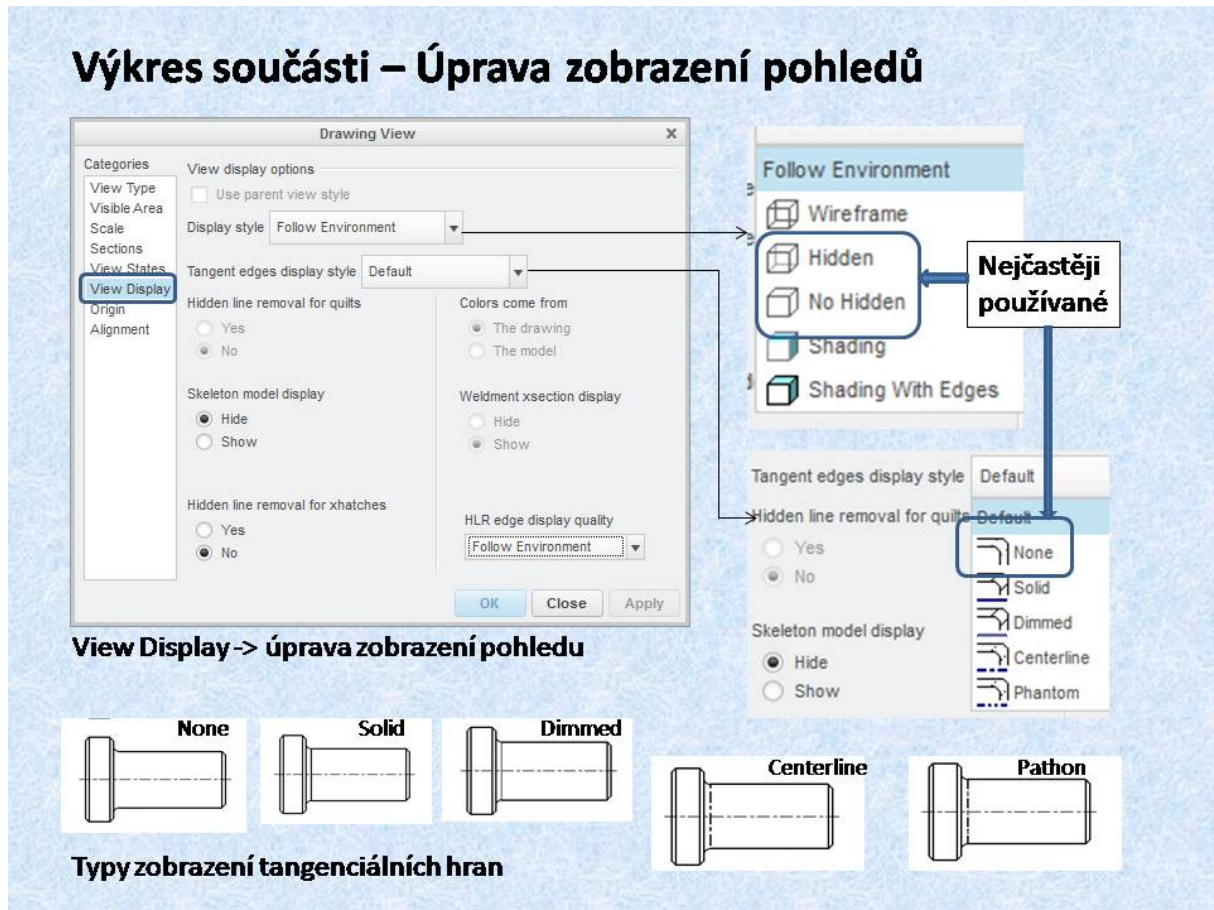


Obr. 9.7 Orientace pohledů

Pokud je hlavní pohled správně zorientován, lze přistoupit ke vkládání promítnutých, (odvozených), pohledů. Tato činnost se provádí pomocí funkce *<Projection>*. Je potřeba aby byl hlavní pohled aktivní, ohraničený čerchovaným obdélníkem, pak stačí umístit, poblíž hlavního pohledu, kliknutím myši odvozený pohled. Při umísťování jednotlivých pohledů, je třeba dbát na to, aby výsledný pohled byl v souladu evropským promítáním. Poněvadž promítání pohledů je americké, je nutno polohu pohledu upravit. Odvozený pohled si pamatuje, kterým směrem byl promítán, proto z amerického promítání se udělá promítání podle ISO-E, pouhým posunutím na opačnou stranu nárysu ve směru promítání. Poněvadž odvozený pohled je zarovnan s nárysem, jedná se pouze o posunutí pohledu na opačnou stranu. Výsledné umístění je patrné z obrázku na tomto snímku. Ve stromě výkresu jsou přidány promítnuté, odvozené pohledy.

Z obrázku je dále zřejmé, že zobrazení jednotlivých pohledů není vhodné, poněvadž nastavení zobrazení je podle aktuálního zobrazení *<Follow Environment>*, tedy stínované modely. Rovněž mohou být zapnuty pomocné roviny a osy rotačních prvků, což působí ve výkresu rušivě. Na dalším obrázku bude objasněn způsob úpravy zobrazení jednotlivých pohledů.





Obr. 9.8 Úprava zobrazení pohledů

Úprava zobrazení jednotlivých pohledů se provádí pomocí kategorie <View Display>, která se nachází v panelu <Drawing View>. Panel otevřeme dvojklikem na vybraný pohled, nebo přes strom výkresu pomocí pravého tlačítka a funkce <Properties>. Pokud jsou pohledy v dostatečně čitelné velikosti, nemusíme měnit měřítko, lze přistoupit k editaci zobrazení modelu.

V položce <Display style> jsou k dispozici tyto druhy zobrazení:

- Follow Environment - zobrazení podle zvoleného pro celý výkres,
- Wireframe - viditelné všechny hrany (nerozlišuje neviditelné hrany),
- Hidden - neviditelné hrany jsou čárkovaně,
- No Hidden - pouze viditelné hrany,
- Shading - stínovaný pohled v barvě modelu,
- Shading With Edges- stínovaný pohled v barvě modelu, včetně hran.

Z hlediska zvyklostí technického kreslení jsou nejčastěji používané typy zobrazení <Hidden> a <No Hidden>.

Další nastavení, které je vhodné použít je potlačení tangenciálních hran. Tyto hrany vznikají jako tečný přechod, například zaoblení hrany mezi plochami. Volba <Tangent edges display style> nabízí tyto možnosti:



- None - tangenciální hrany jsou potlačeny, (pro tvorbu běžných pohledů nejčastěji využívaná volba),
- Solid - tangenciální hrany jsou vyznačeny silnou čarou,
- Dimmed - tangenciální hrany jsou vyznačeny tenkou čarou,
- Centerline - tangenciální hrany jsou vyznačeny silnou čerchovanou čarou,
- Pathon - tangenciální hrany jsou vyznačeny silnou dvoutečkovou čerchovanou čarou.

Jednotlivé možnosti jsou zobrazeny v dolní části snímku.

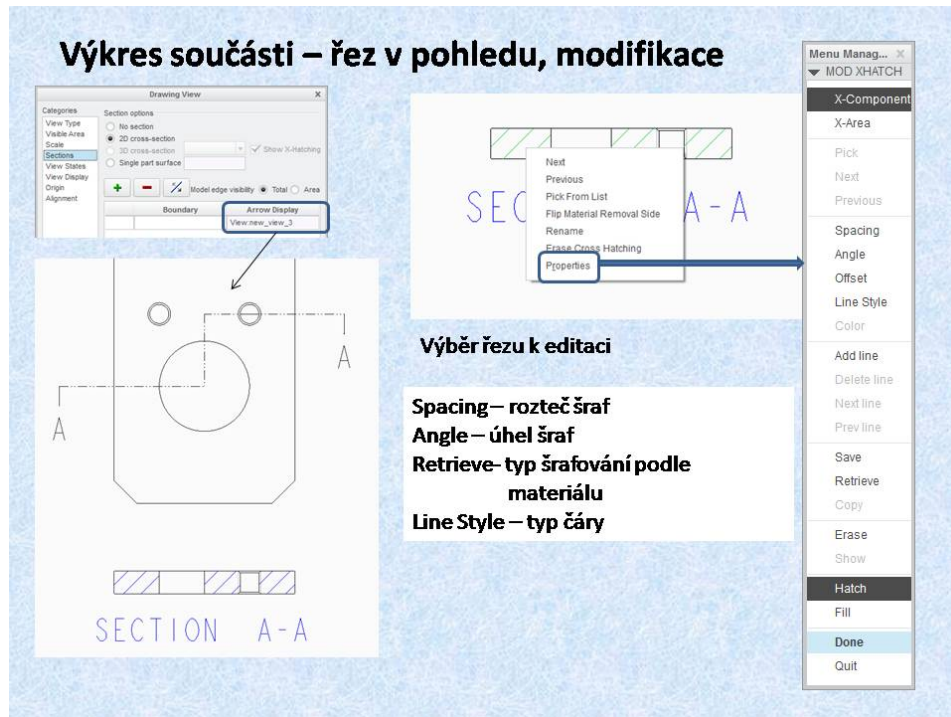


Obr. 9.9 Měřítka a řezy

Pokud je nutno změnit hlavní měřítko pohledu, lze jednoduše změnit kliknutím na aktuální hodnotu. Změnou hlavního měřítka se mění všechny parametry na hlavním měřítku závislé.

Další možností je přidání řezů do jednotlivých pohledů. Pro tuto činnost je vhodné si jednotlivé řezy připravit v modelu součásti. Na snímku je znázorněna skica lomeného řezu, jehož výsledný tvar je rovněž zobrazen na tomto snímku. Aby byl tento řez vložen do příslušného pohledu, je nutno pohled aktivovat a otevřít panel <Drawing View>. V kategoriích se vybere položka <Sections>, označí se položka <2D cross-section>, znaménkem + se do tabulky vloží řezy vytvořené v modelu. Dále se vybere příslušný řez. A pomocí tlačítka OK nebo Apply je řez vložen do pohledu. Poněvadž se jedná o lomený řez, je nutno ještě vygenerovat čáru řezu, což je vysvětleno na následujícím snímku.





Obr. 9.10 Modifikace řezu

Aby byla zobrazena čára řezu, je potřeba, aby v tabulce, ve které je vybrán řez byla aktivována položka *<Arrow Display>*, potom stačí jenom vybrat příslušný pohled, v tomto případě nárys, aby se čára řezu zobrazila, jak je to patrné z obrázku na tomto snímku. Vytvořený řez lze modifikovat. Jestliže je vybraná šrafovaná oblast, pak přes pravé tlačítko myši lze, pomocí položky *<Properties>*, otevřít panel pomocí, jež obsahuje funkce pro změnu vlastností kót, například:

- Spacing – rozteč šraf,
- Angle – úhel šraf,
- Retrieve- typ šrafovaní podle materiálu,
- Line Style – typ čáry.

Video: 01-zalozeni_vykresu
Video: 02-

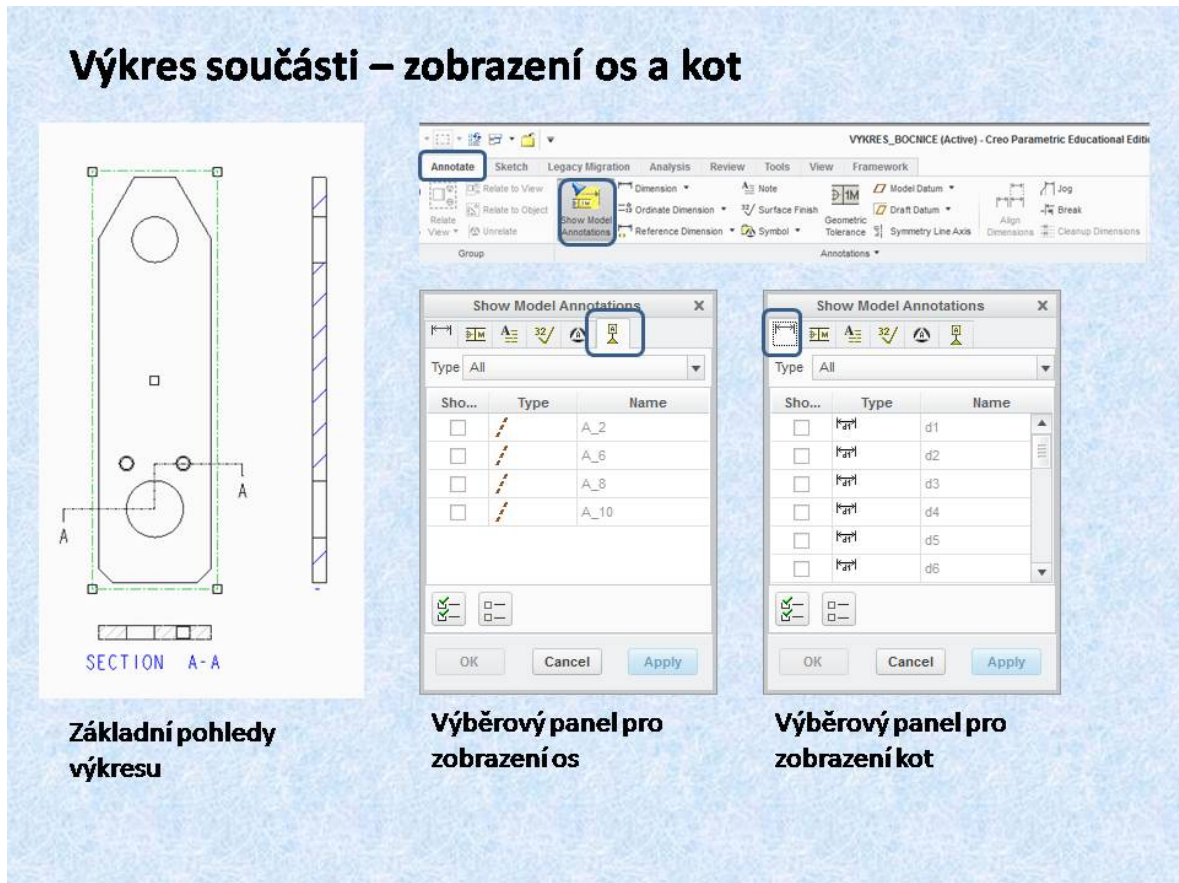
Video: 01-zalozeni_vykresu

Video: 02-vkladani_pohledu_na_vykres

3. GENEROVÁNÍ INFORMACÍ

Základní výkresové informace jsou především kóty, které určují tvar a rozměry součásti. Pro efektivní práci s výkresy je výhodné, aby kóty vytvořené ve skicáři byly použitelné pro výkresy. Rovněž je vhodné, aby model obsahoval všechny další potřebné informace, které se pak automaticky generují do výkresu, razítka apod.





Obr. 9.11 Zobrazení kót a os.

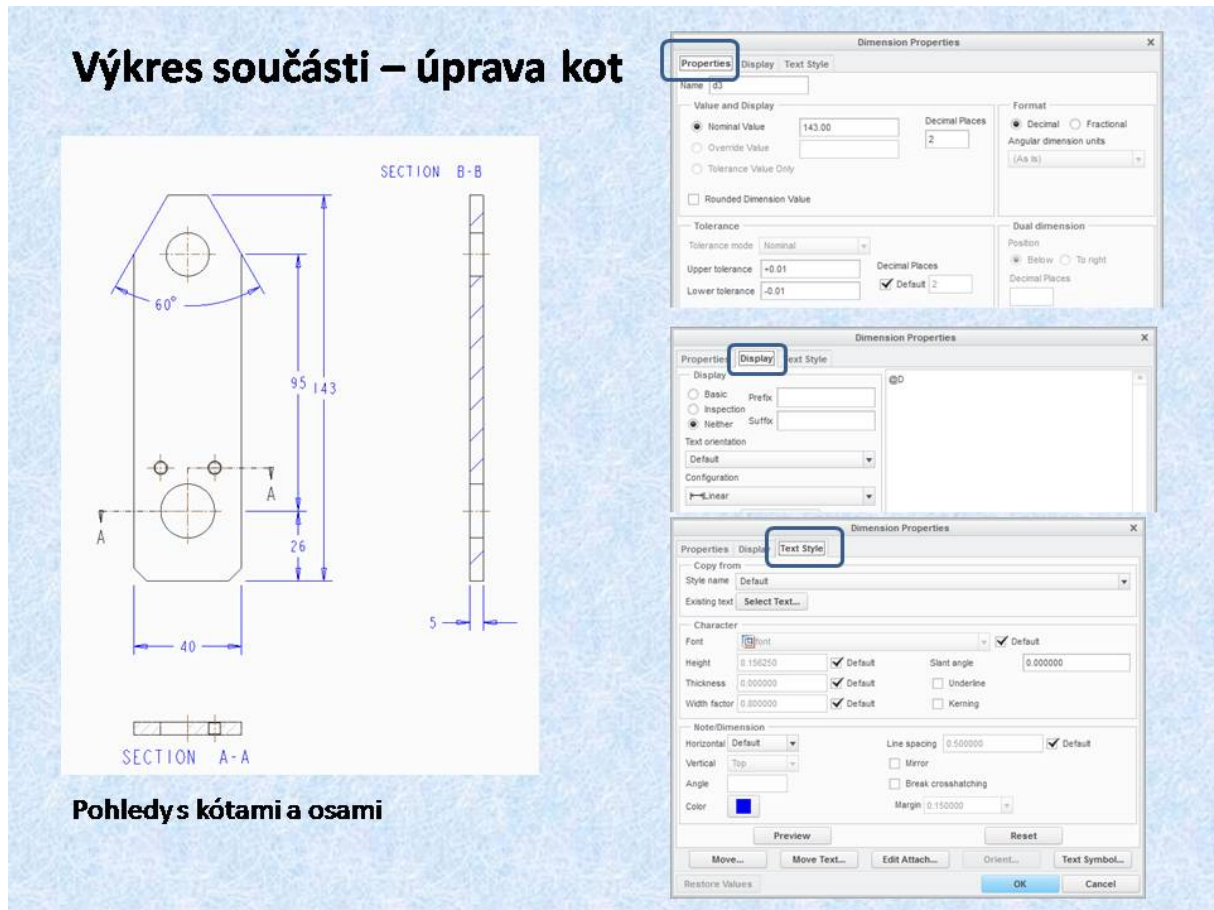
Pokud jsou vytvořeny potřebné pohledy a řezy lze přistoupit k zobrazení os a kót. Tato činnost se provádí v liště <Annotate>. Zobrazení kót a os a jiných entit lze provést pomocí funkce <Show Model Annotations>. tato funkce umožňuje zobrazit entity, které byly vytvořeny nebo jsou součástí modelu.

Pro zobrazení entit je potřeba mít aktivní pohled. Pokud je panel <Show Model Annotations> nastaven na osy, zobrazí se v něm všechny možnosti viditelných os. Totéž platí pro i pro kóty. Vybráním jednotlivých entit v pohledu nebo odškrtnutím v panelu se vybrané entity, po potvrzení zobrazí v pohledu. Je třeba zdůraznit, že jednou se základních vlastností systému Creo, je plná oboustranná asociativita. To znamená, že když budou ve výkresu zobrazeny kóty, které byly vytvořeny v modelu, jako například řídicí kóty skici, lze pomocí těchto zobrazených kót ve výkresu měnit rozměry modelu. Naopak zase platí, že změna kóty v modelu se promítne i ve výkresu. Je proto vhodné vytvářet model tak, aby kóty, které řídí jednotlivé konstrukční prvky, byly vytvořeny pro použití ve výkresu.

Video: 03-zobrazeni_os_a_kót_na_vykrese

Video: 03-





Výkres součásti – úprava kót

Pohledy kótami a osami

Obr. 9.12 Úprava kót

Na tomto snímku je zobrazena část výkresu, na kterém jsou pohledy, řezy, osy a kóty. Kóty jsou vygenerovány ve standardním nastavení systému Creo. Je na první pohled patné, že vygenerované kóty neodpovídají zvyklostem a normám ČSN. Tyto kóty jsou vygenerovány podle standardního nastavení Creo. I když je výkres vytvořen na základě modelu, který má jednotky nastaveny v milimetrech (i formát výkresu je v milimetrech), velikost popisu a velikost kótovacího textu je v palcích. Což je nevhodné pro další úpravy výkresu. Jsou v podstatě dvě řešení:

- 1) Toto ignorovat a vytvářet výkresy v tomto nastavení tak, aby součásti byly vyrobitelné. Normy nejsou závazné, a pokud se jedná o malou firmu, která svoje zvyklosti přizpůsobí tomuto nastavení - není problém. Problém nastává při předávání výkresů jiné firmě, která respektuje ČSN ISO.
- 2) Vytvořit konkrétní nastavení tvorby výkresů, které respektuje ČSN ISO. Toto nastavení si vyzkoušíte ve cvičeních.

Úpravy jednotlivých kót lze provádět pomocí panelů, které jsou otevřeny buď dvojklikem nebo přes pravé tlačítko myši, přes položku <Properties>. Tento panel má tři záložky:

- Properties - hodnota kóty, počet desetinných míst, zobrazení tolerancí apod.
- Display - umístění kótovacího textu, konfigurace kóty...
- Text Style - velikost textu, fonty...



Tento způsob úprav je pouze pro jednotlivé kóty, nelze modifikovat kóty hromadně, proto je nutné nastavení výkresu, kde jsou všechny hodnoty a proměnné nastavené.

Výkres součásti – vložení rohového razítka, export do PDF

The image shows a software interface with a menu bar and a toolbar. The 'Table' menu is open, showing options like 'Table From File', 'Save Table', 'Add Column', 'Line Display', 'Update Tables', 'Delete Contents', 'Repeat Region', 'Switch Symbols', 'Create Balloons', 'Merge Balloons', 'Clean up Balloons', 'Split Balloons', 'Detach Balloons', 'Redistribute Quantity', 'Arrow Style', 'Text Style', 'Line Style', and 'Repeat Last Format'. Below the menu, a table is displayed with various technical specifications. A callout box points to a specific row in the table, labeled 'Řádek kusovníku'. To the right, the 'PDF Export Settings' dialog box is open, showing the 'General' tab. The 'Color' section has 'Monochrome' selected. The 'Line style' section has 'Dashed Hidden Lines' selected. The 'Open file in Acrobat Reader' checkbox is checked.

Rohové razítko

Export do PDF

Obr. 9.13 Razítko výkresu

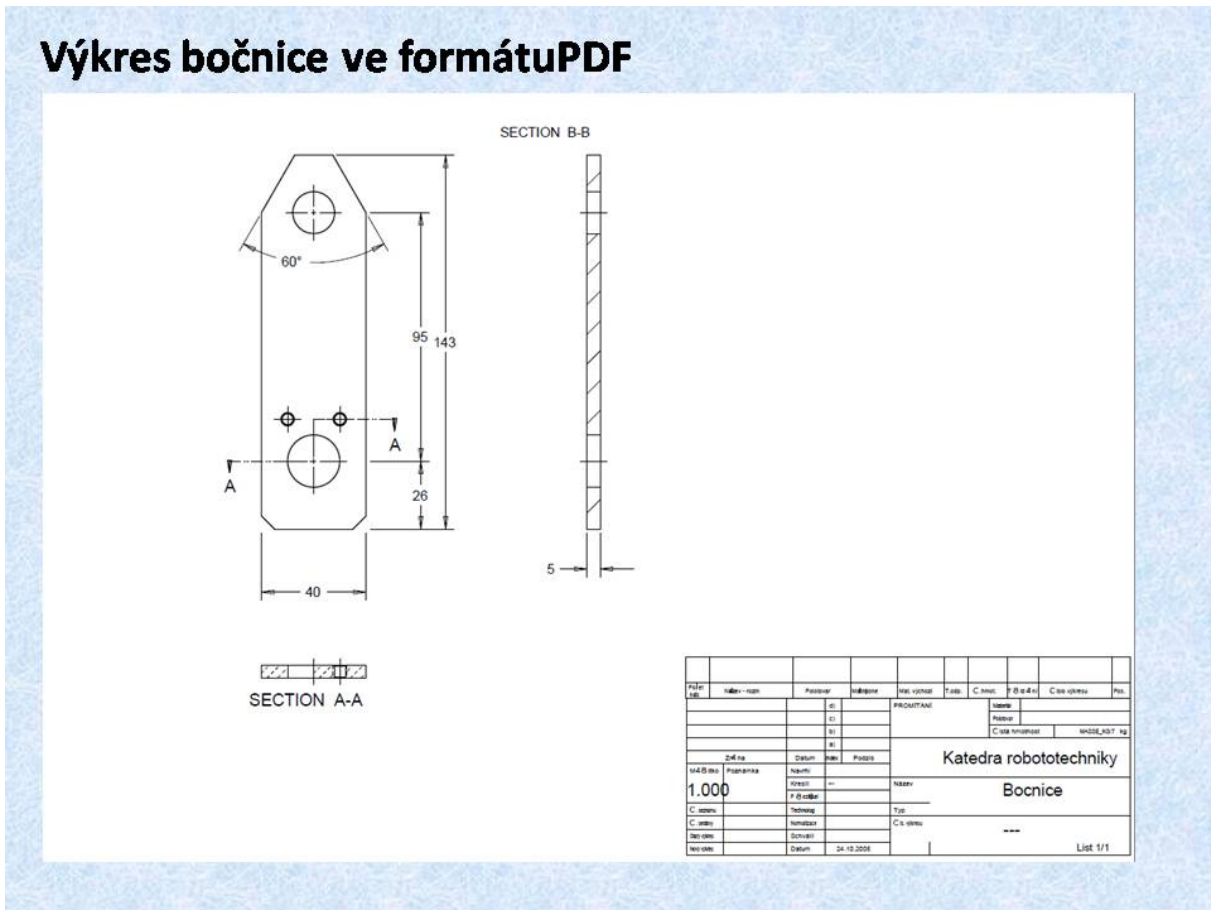
Poslední krok je vložení rohového razítka a řádku kusovníku, Toto se provádí pomocí funkce <Table from File>, která je v liště <Table>. Tato funkce umožní vložit razítko a řádek kusovníku, pokud jsou připraveny jako soubory v některém adresáři. Pokud jsou v modelu správně vyplněny parametry, tyto se zobrazí v razítku nebo v řádku kusovníku.

Pokud je takto vytvořený výkres, lze je vytisknout, nebo exportovat pro tisk do Formátu PDF. Pro vhodné rozlišení čar je vhodné v položce <PDF Export Settings> nastavit kvalitu tisku <Monochrome>.

Výsledný výkres je zobrazen na následujícím obrázku.



Výkres bočnice ve formátuPDF



Obr. 9.14 Výkres bočnice

Video: 04-zobrazeni_rezu_na_vykrese
Video: 05-
vlozeni_vlastniho_pohledu_na_vykres

Video: 04-zobrazeni_rezu_na_vykrese

Video: 05-vlozeni_vlastniho_pohledu_na_vykres

Video: 06-kótovani_a_vytvoreni_poznamky_na_vykrese

Video: 07-vykres_sestavy_rozpad_kusovnik_police

4. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

Nedílnou součástí základního programového balíku systému Creo je tvorba výkresů. Problematika výkresové dokumentace je velmi specifická, poněvadž forma obsah výkresů jsou většinou podřízené zvyklostem firem, kde se Creo používá, popřípadě je definovaná normou. Základní nastavení od výrobce, tedy od PTC neodpovídá ani platné ČSN-ISO, proto si firmy vytvářejí svá nastavení. Nejinak je tomu i na učebnách, kde máte k dispozici nastavení firmy AV Engineering, které je součástí balíku CZ Package. Na Moodleu máte umístěny šablony s nastavením katedry robototechniky. Tato nastavení zjednodušují rutinní



práci konstruktéra a tvorba výkresové dokumentace je otázkou několika kliknutí myší. Poněvadž se ve své praxi můžete setkat s továrním nastavením od PTC, je tato přednáška zaměřena na možnosti vytvoření výkresu bez firemního nastavení. Jsou zde vysvětleny všechny funkce pro korektní tvorbu výkresové dokumentace.



10. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE - SESTAVA



OBSAH KAPITOLY:

- Tvorba výkresu sestavy
- Vkládání pohledů, jejich definování
- Zobrazení rozpadu sestavy
- Zobrazení os a kót
- Generování kusovníku a razítka



MOTIVACE:

Po nastudování této přednášky budete schopni tvořit jednoduché výkresy i širší výrobní dokumentaci. Výkresy mají samozřejmě návaznost na model a tak se hned projeví jeho změny. Při logické hierarchii sestavy lze jednoduše vygenerovat kusovník všech jejích dílů. Dokumentace je základní prvek pro výrobní proces a tak je její správnost rozhodující.



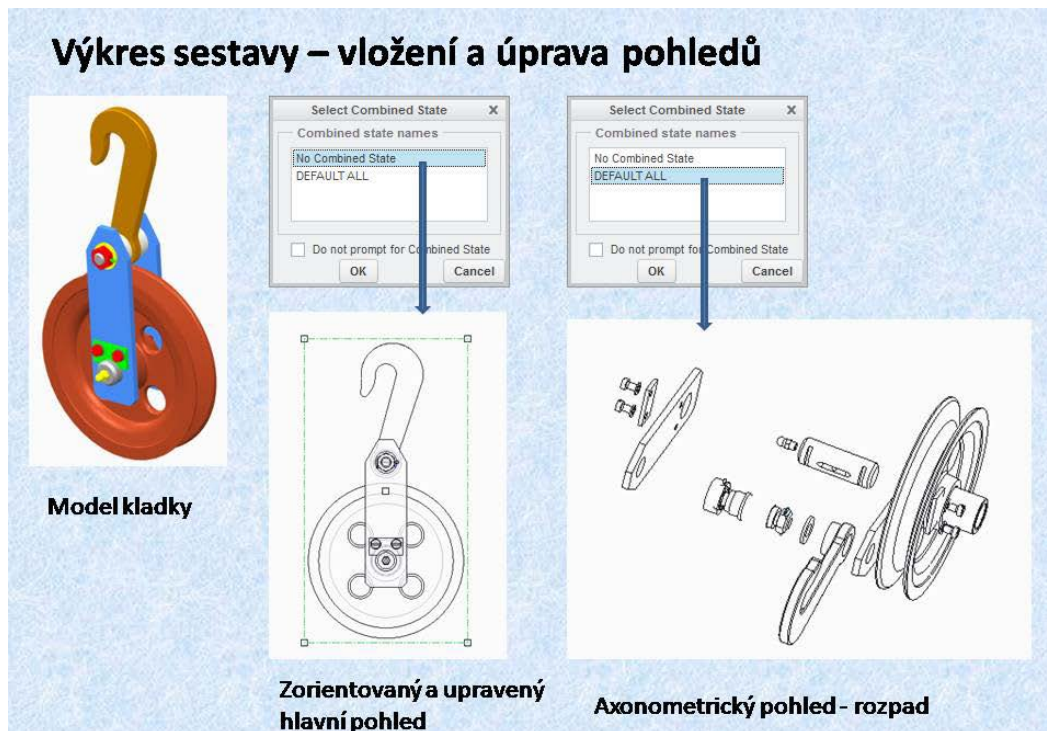
CÍL:

Naučit se právnímu postupu tvorby výkresové dokumentace na základě vytvořených modelů sestav.



1. VYTVÁŘENÍ VÝKRESŮ SESTAV

Princip tvorby výkresů sestav a podsestav je v podstatě stejný jako u výrobních výkresů dílů. Vlastnost systému Creo, plná obousměrná asociativita, umožňuje vytvářet výkres sestavy současně s modelem sestavy. Toto pochopitelně platí i u výkresů jednotlivých součástí, ale u tvorby sestava podsestav se lépe zobrazují vazby mezi součástmi, například pomocí řezů, apod. Pro vysvětlení postupu tvorby sestavy byl vybrán model kladky, který je zobrazen na obrázku 10.1.

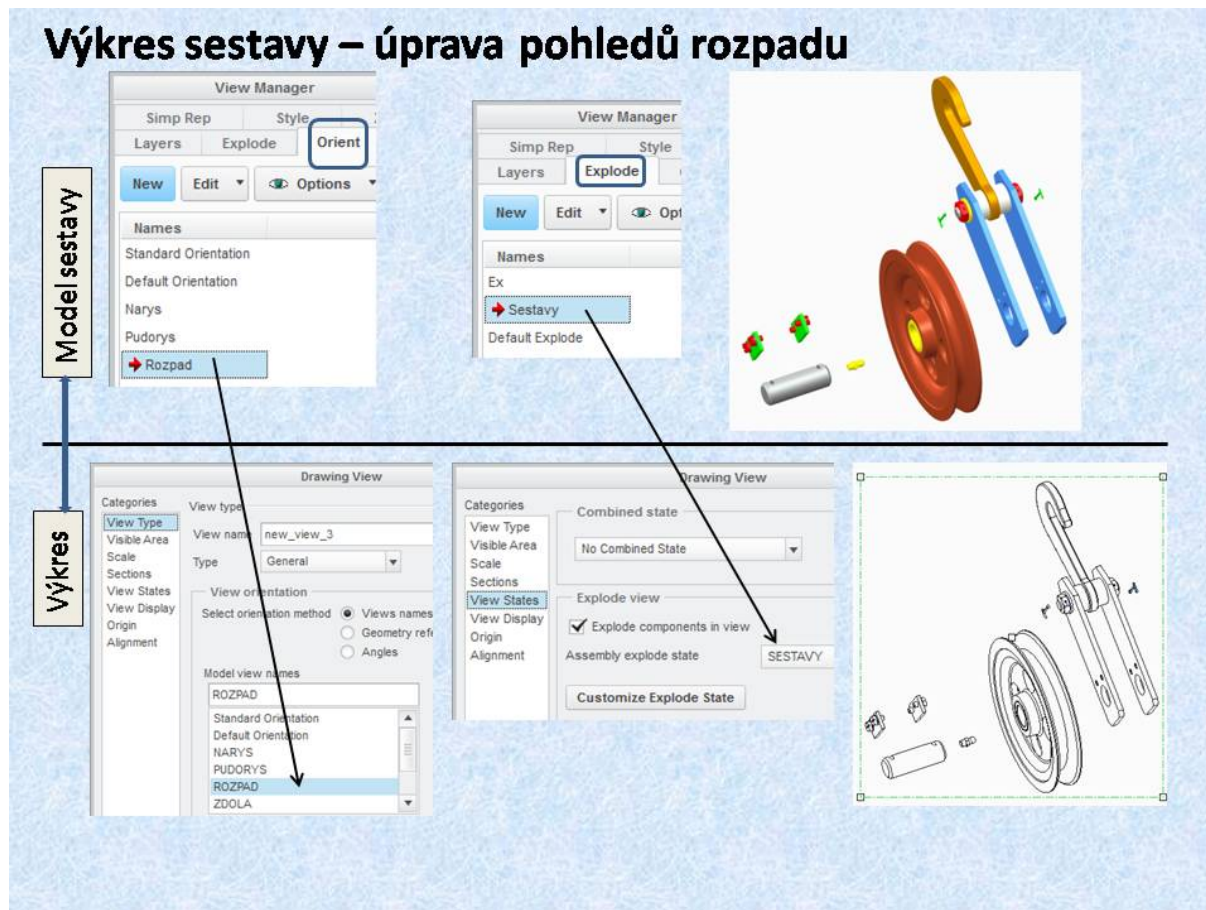


Obr. 10.1 Nastavení vloženého pohledu sestavy

V této přednášce se seznámíte s tvorbou výkresů, sestav a podsestav. Jak bylo výše uvedeno je postup úplně stejný jako u výkresů součástí. Proto v této části budete seznámeni pouze s odlišnostmi. První takový rozdíl je hned na začátku při vkládání hlavních pohledů. Poněvadž se jedná o vkládání sestavy, jsou zde dvě možnosti. V sestavách se z důvodů lepšího pochopení funkce a hlavně pro objasnění montážního postupu velmi často používají explodované sestavy - rozpady sestav. Z tohoto snímku je patrné co řídí způsob zobrazení vkládané sestavy. Při vložení hlavního pohledu do sestavy se aktivuje panel <Select Combined State>, který nabízí dvě možnosti:

- No Combined State - smontovaná sestava
- DEFAULT ALL - pohled je zobrazen jako explodovaný, rozpad sestavy. Pro větší názornost je vhodné tento pohled nechat natočen jako axonometrický.

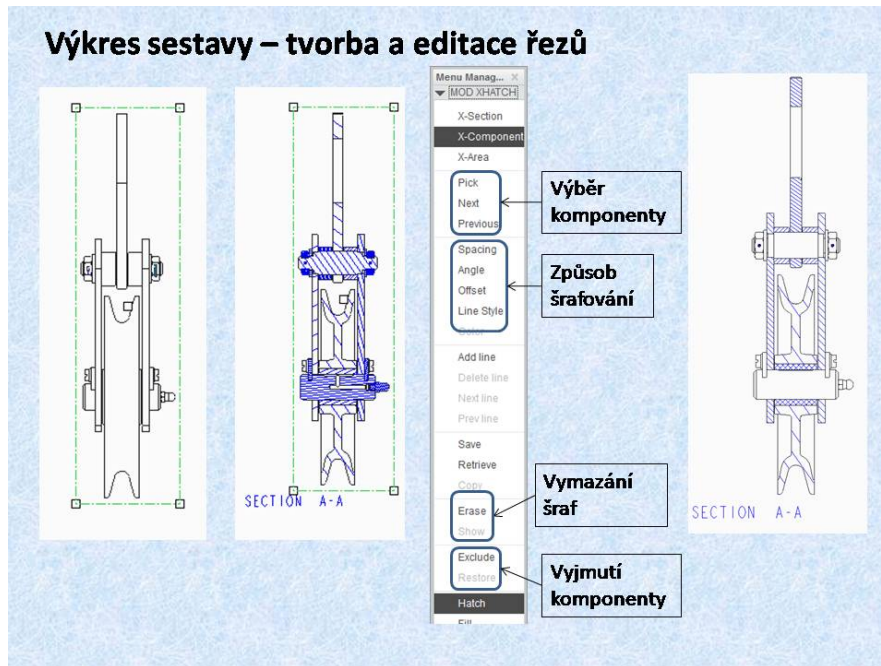




Obr. 10.2 Pohled rozpadu sestavy

V prostředí výkresů se u axonometrických pohledů dost složitě nastavuje poloha, aby byly všechny součásti dobře viditelné. Proto je vhodné si potřebné pohledy připravit v modelu sestavy. Pomocí panelu <View Manager> lze připravit rozpad sestavy funkcí <Explode>. Když je explodovaný pohled i správně zorientovaný, je vhodné si vytvořit pojmenovaný pohled pomocí funkce <Orient>, která se rovněž nachází v panelu <View Manager>. Takto připravené pohledy pak lze použít při nastavování jednotlivých pohledů ve výkresu pomocí panelu <Drawing View>. Na tomto snímku je patrné jak byl připravený pohled v modelu sestavy a jak vypadá výsledný pohled ve výkresu.



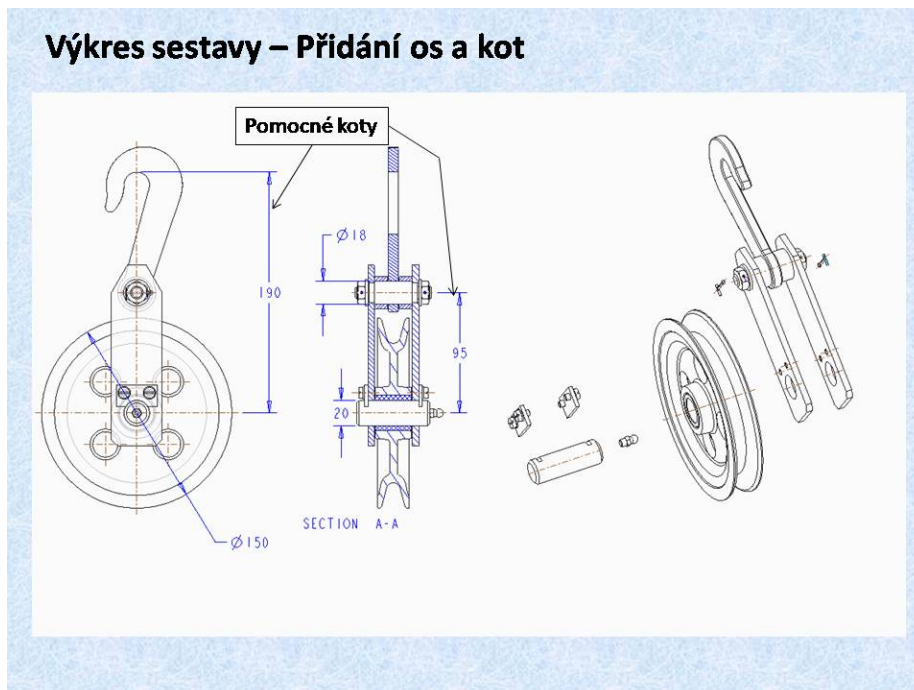


Obr. 10.3 Řezy ve výkresech sestav

Rovněž vkládání řezů do pohledů je stejné jako u výkresů součástí. Buď se vloží řez vytvořený v modelu, nebo se vytvoří řez přímo ve výkresu. Odlišnosti jsou pouze v modifikaci řezů. Panel *<Menu Manager>* je rozdělen do několika oblastí pomocí kterých modifikujeme vzhled řezu:

- Pick, (výběr myší) Next, (další) Previous, (předchozí) - výběr komponenty pro modifikaci, při otevření *<Menu Manager>* je aktivní (připravena k editaci) poslední vložená komponenta.
- Oblast pro editaci způsobu šrafování byla vysvětlena ve výkresu součástí.
- Erase, Show, - Vymazání nebo znovu zobrazení šraf. Součást je součástí řezu, ale není šrafována
- Exclude, Restore, - Vyjmutí nebo vložení komponenty do řezu. Pro zobrazení hran součástí je potřeba v panelu *<Drawing View>* přepnout a zpátky aktivovat položku *<Colors come from>* v kategorii *<View Display>*.



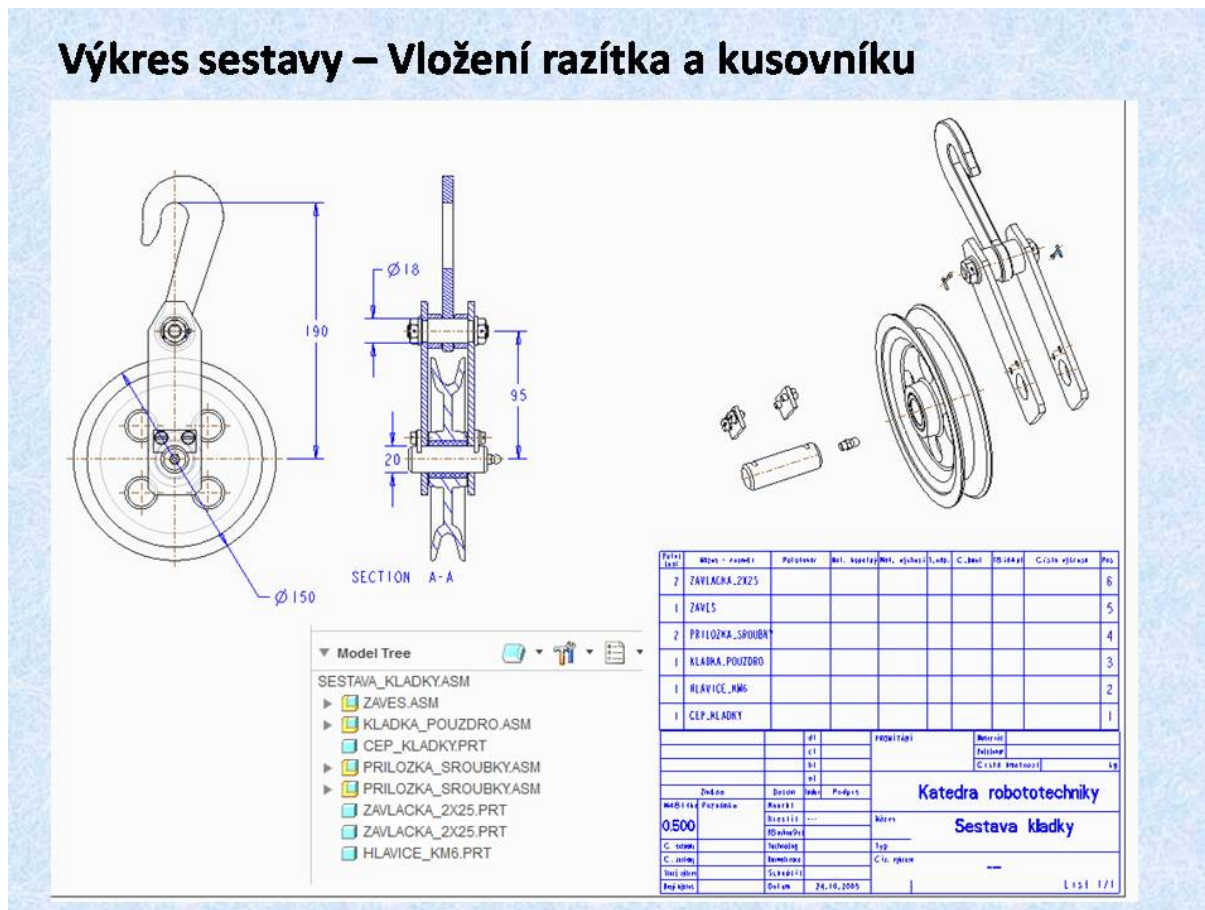


Obr. 10.4 Osy a kóty v sestavách

Rovněž zobrazení os a kót je obdobné jako ve výkresu součásti, s tím rozdílem, že se nejdříve nabízejí kóty, které byly vytvořeny v sestavě. Pokud je třeba použít kótu z některé součásti, je třeba nejdříve kliknout na tuto součást a kóty se nám objeví. Pokud není k dispozici kóta, která je potřebná pro srozumitelnost výkresu, lze ji vytvořit jako pomocnou. Postup je stejný, jako u kótování ve skicáři; výběr entit a prostředním tlačítkem se kóta umístí. Tyto pomocné kóty nelze editovat.



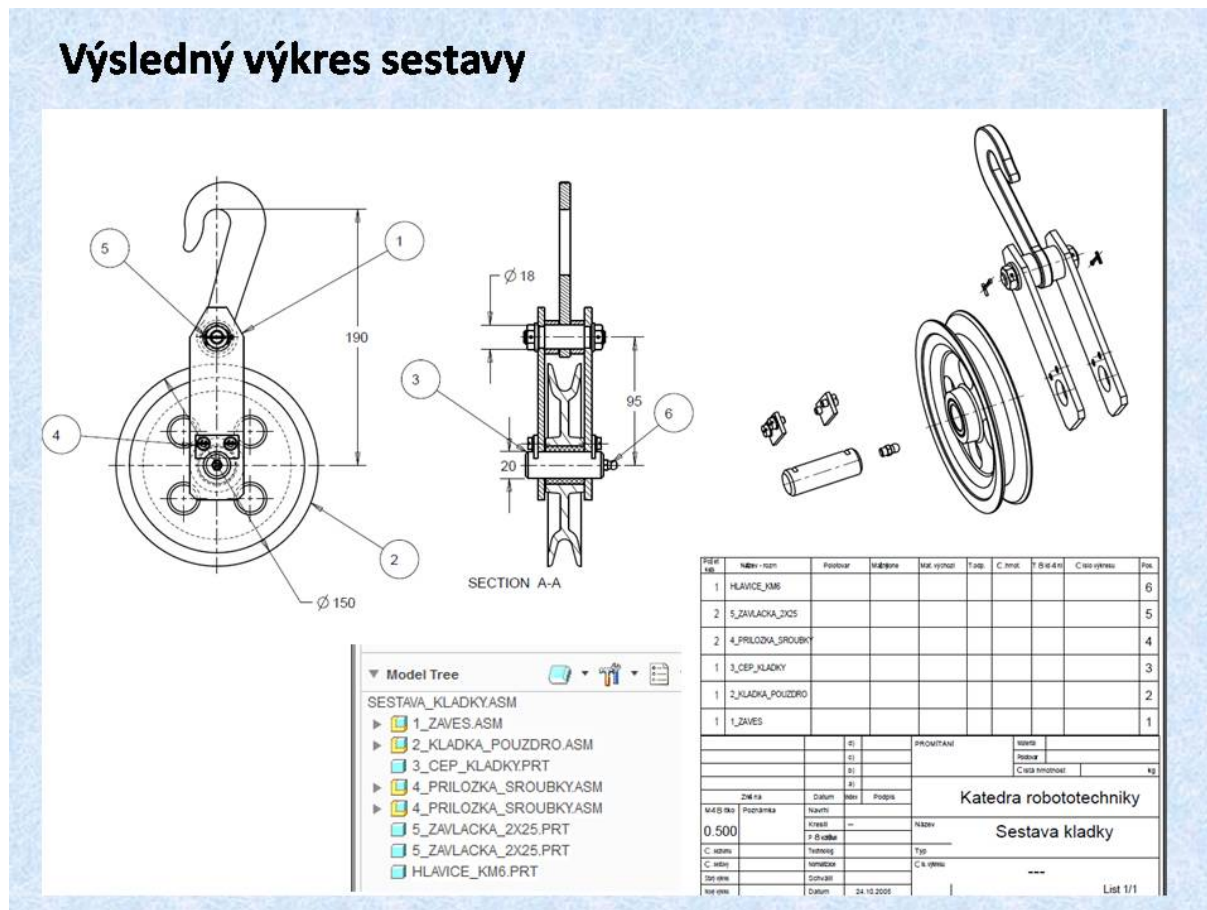
Výkres sestavy – Vložení razítka a kusovníku



Obr. 10.5 razítka a kusovník

Dalším krokem je vložení razítka a kusovníku. Postup je opět stejný jako u výkresu součásti. Změna je pouze v tom, že při vložení tabulky kusovníku je vložen celý kusovník, který obsahuje pozice, jejichž názvy jsou vlastně názvy souborů jednotlivých podsestav a dílů, které celá sestava obsahuje. Kusovník sice obsahuje všechny pozice, ale jejich pořadí není vhodné, poněvadž jsou seřazeny podle abecedy. Pro jiné seřazení je vhodné položky pojmenovávat tak aby jejich seřazení bylo vhodné a podle určitých zvyklostí. Nejdříve podsestavy, pak jednotlivé díly a nakonec spojovací součásti.





Obr. 10.6 Výsledný výkres sestavy

Ve výsledném výkresu stačí pouze vygenerovat pozice. Toto se provádí pomocí funkce <Create Balloons>, která se nachází v záložce <Table>. Tato funkce umožňuje vytvoření všech pozic najednou, nebo postupně po jednotlivých komponentech apod. Výsledný výkres včetně správně seříděného kusovníku je patrný z tohoto obrázku.

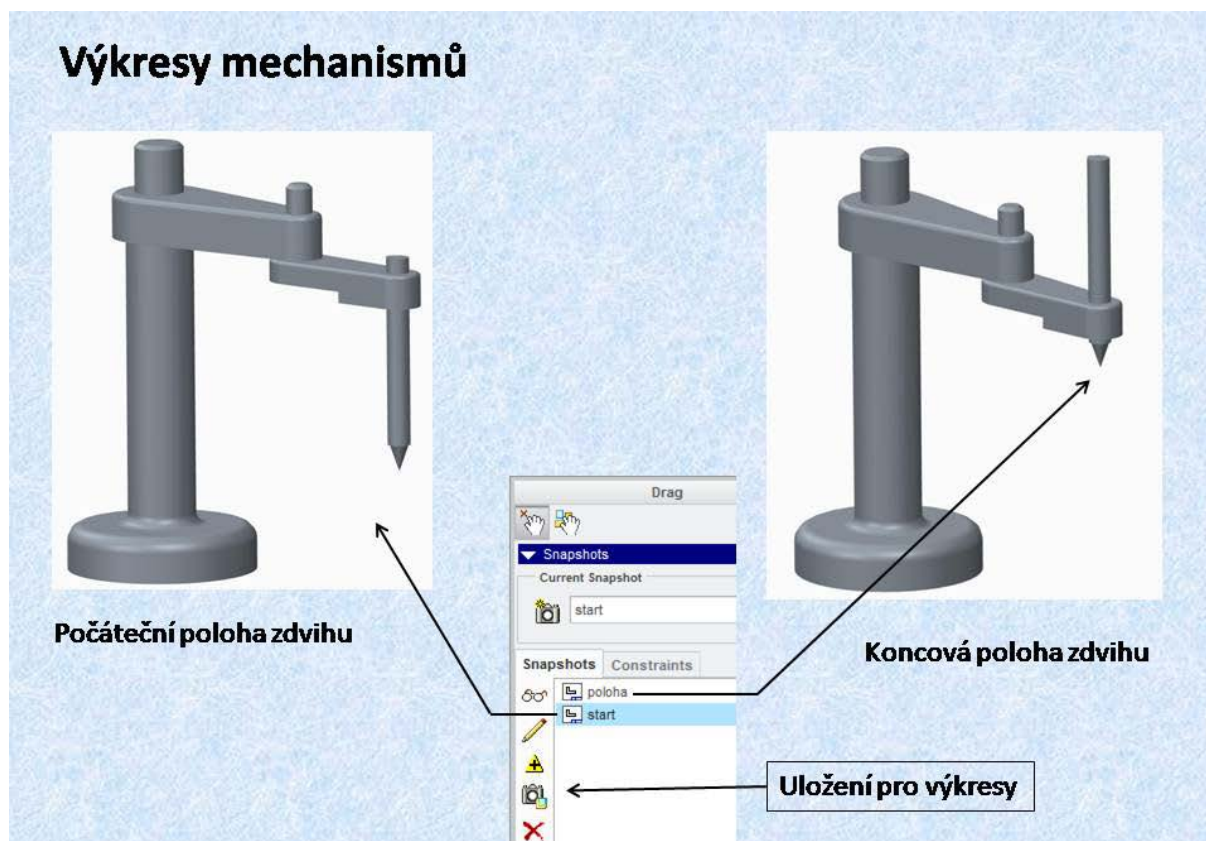
Video: 07-

Video: 07-vykres_sestavy_rozpad_kusovnik_pozice

2. VÝKRESY MECHANISMŮ

CAD systém Creo umožňuje vytvářet nejenom "pevné" modely sestav, ale i mechanismy, které umožňují simulace kinematické a dynamické analýzy. Tyto analýzy vyžadují pohyb komponent sestavy, tedy i různé polohy. Poněvadž jednou ze základních vlastností systému Creo, je plná asociativita tedy aktualizace všech změn jak v modelu součástí, v sestavě i ve výkresu, takže jakákoliv změna polohy v sestavě by vedla i ke změně ve výkresu, což není žádoucí. V této kapitole bude vysvětlen postup tvorby výkresů mechanismů.



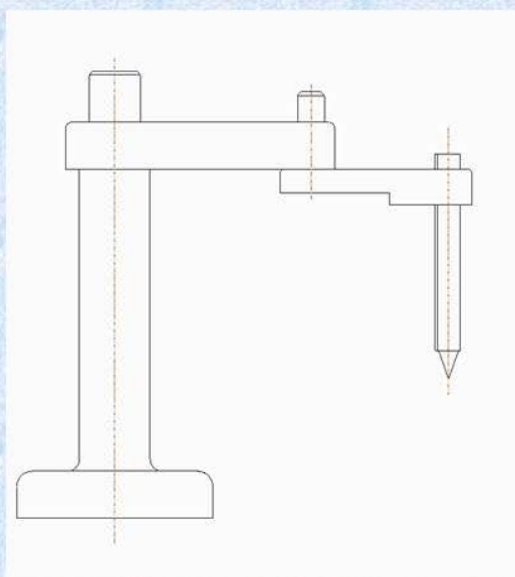


Obr. 10.7 Polohy mechanismů

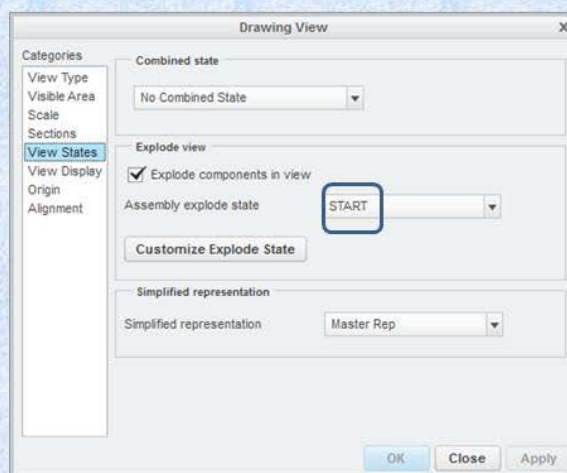
Pro vytvoření výkresu mechanismů je potřeba vytvořit snímky jednotlivých poloh, k tomu slouží funkce *<Snapshot>*, která vyfotografuje požadované polohy mechanismů, například koncové polohy. Tyto snímky lze označit jak snímky, které se použijí pro pohledy ve výkresu.



Koncové polohy mechanismů



První pohled

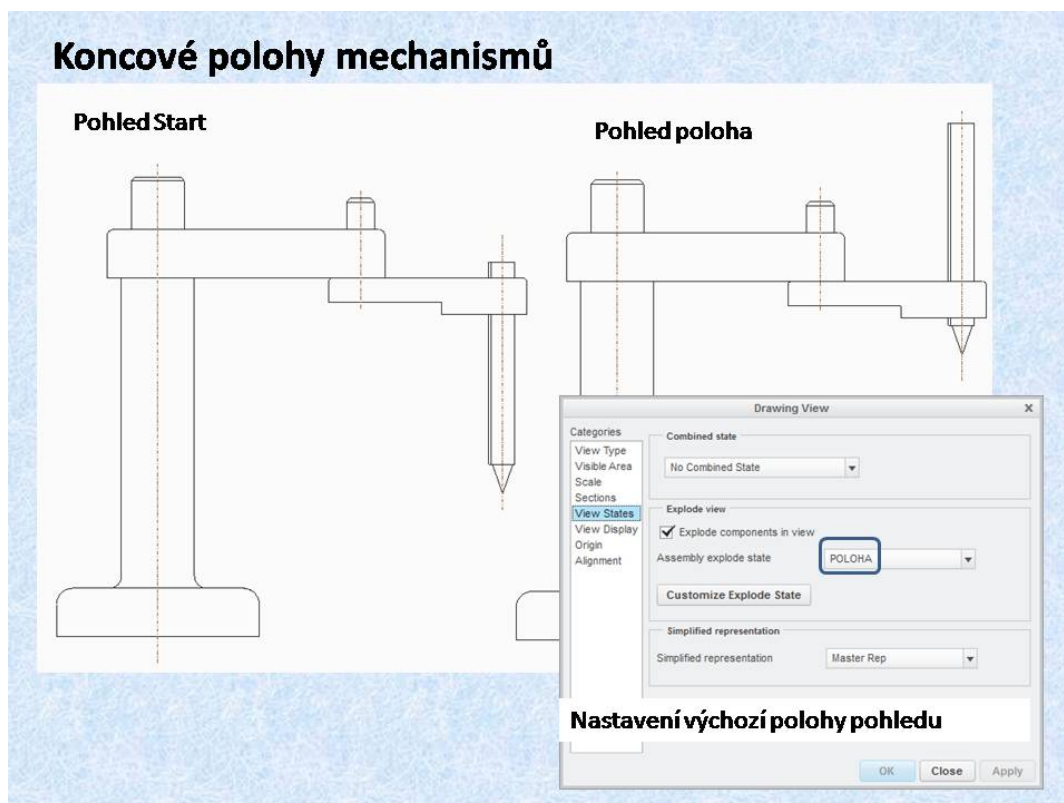


Nastavení výchozí polohy pohledu

Obr. 10.8 Krajní poloha mechanismu

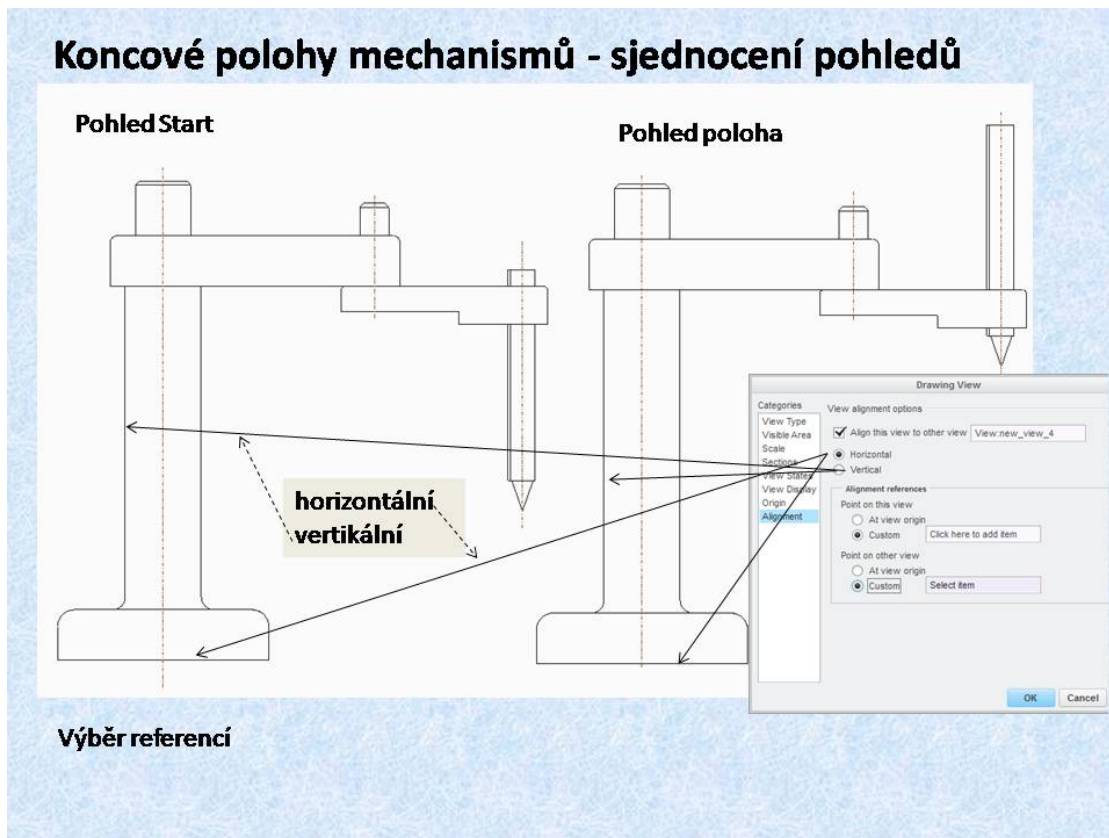
Pro nastavení některé z poloh mechanismu se použije při nastavení pohledu položka <View States>. Pomocí této funkce se nastaví snímek požadované polohy.





Obr. 10.9 Další poloha mechanismu.



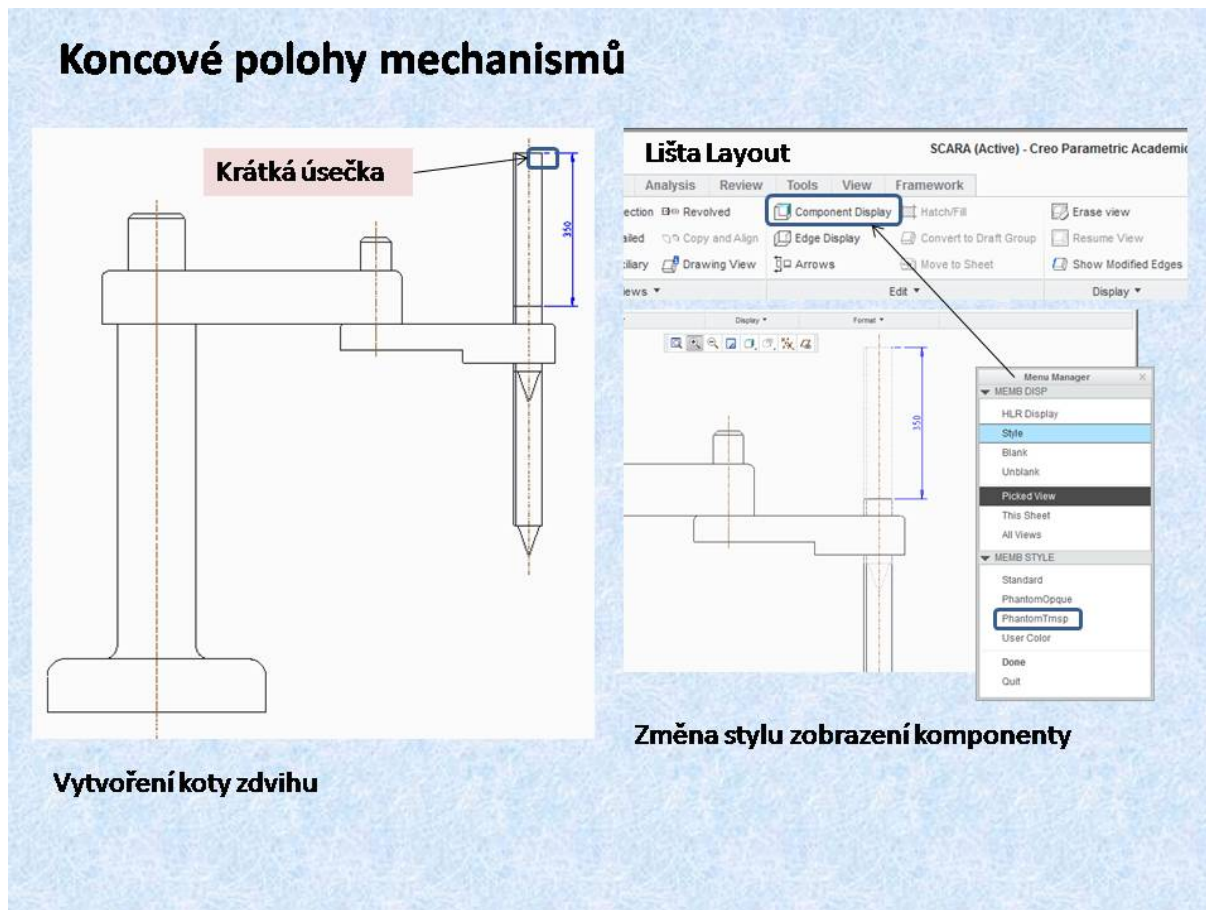


Obr. 10.10 Sjednocení pohledů

Vytvořené pohledy lze sjednotit pomocí referencí, což je funkce *<Alignment>*. Vybráním jednotlivých vertikálních a horizontálních referencí u obou pohledů, dojde k jejich zarovnání.



Koncové polohy mechanismů

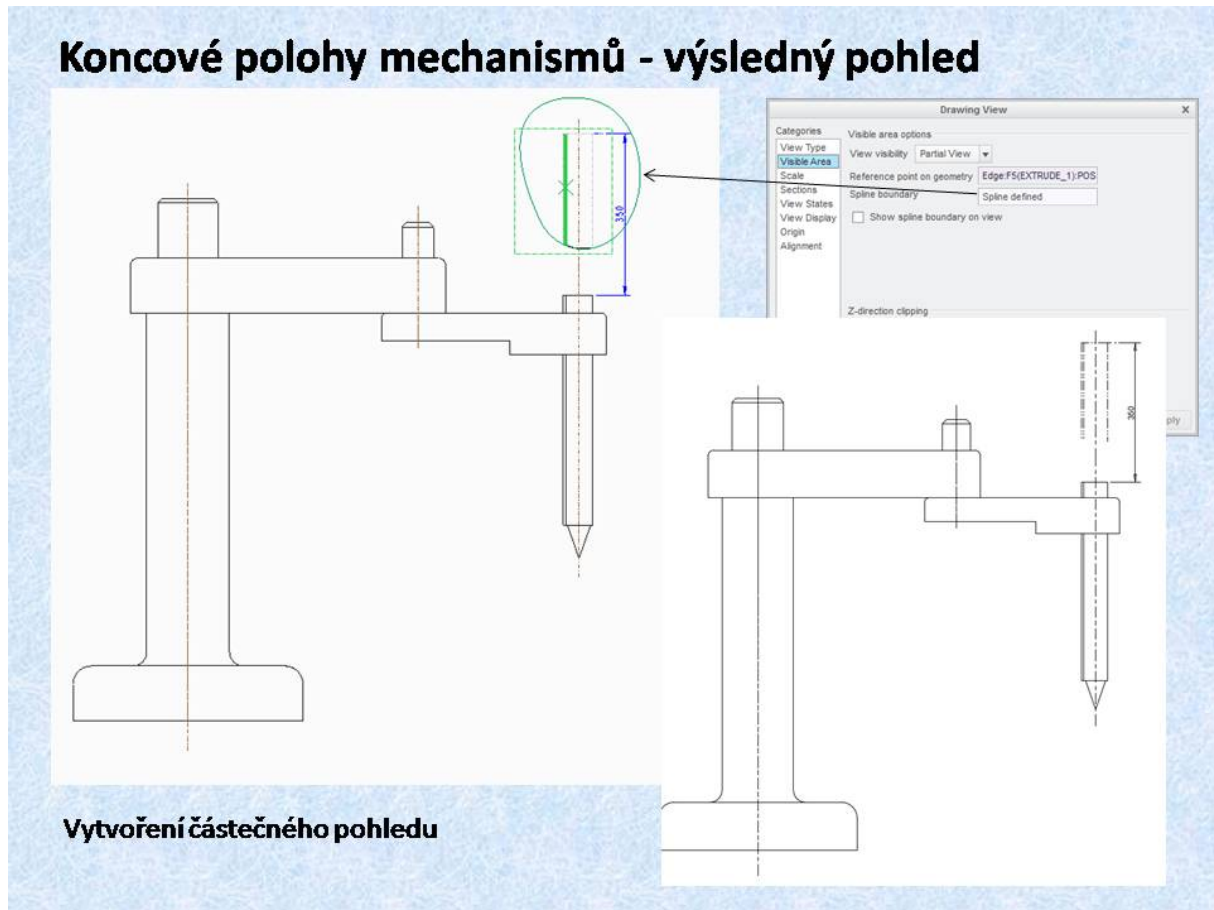


Obr. 10.11 Sjedené pohledy

Sjedené pohledy jsou patrné z tohoto obrázku. Lze zde taky zakótovat například zdvih mechanismu. Pro tuto kótu je potřeba vytvořit entitu, která se sjednotí s jednou polohou mechanismu a tato umožní vytvořit referenční kótu.

Dalším krokem může být změna stylu čar, tak aby vyjadřovaly krajní polohu mechanismu. Toto umožňuje funkce <Component Display>, kdy lze zvolit pro jednotlivé komponenty potřebný styl čáry.





Obr. 10.12 Částečný pohled

Na tomto obrázku je znázorněn výsledný pohled poloh mechanismů. Jeden z pohledů byl vytvořen jako částečný

3. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

Tato přednáška je pokračováním přednášky předchozí, týká se specifik tvorby výkresové dokumentace sestav. Jedná se o hlavně o řezy a úpravy řezů v sestavách, vytváření pomocných kót. Dále automatickou tvorbou kusovníku a generování pozic, včetně jejich vhodného uspořádání v kusovníku. Rovněž je zde prezentován způsob vytvoření axonometrického pohledu na celou sestavu, popřípadě její montážní rozpad, který usnadňuje fyzickou montáž dílů sestavy.

Část přednášky je věnována výkresové dokumentaci mechanismů, kdy je nutno ve výkresu zobrazit například koncové polohy mechanismu.



11.TVORBA DATABÁZÍ



OBSAH KAPITOLY:

- Tvorba databází
- Tvorba databáze variabilních modelů
- Family table – varianty řešení



MOTIVACE:

Mnoho firem a společností produkuje stejné výrobky s menší nebo větší odlišností. Díky zvládnutí tvorby databáze nebo variant řešení se otvírá možnost urychlení práce s modely, přehlednost výrobků a jejich lepší prezentace pro zákazníka.



CÍL:

Získat znalosti o tvorbě databází tvarově podobných prvků a naučit se pracovat s několika variacemi řešení navrhované konstrukce.



1. VYTVOŘENÍ DATABÁZE METRICKÝCH ŠROUBŮ

Součástí CAD systémů bývají databáze normalizovaných nebo tvarově podobných součástí. Některé systémy mají tyto databáze jako součást instalačního balíku, jiné je mají jako samostatný modul, který rozšiřuje možnosti CAD systému. Creo disponuje nástrojem pro tvorbu tvarově shodných součástí, který umožňuje tvorbu databází. Tento nástroj umožňuje rovněž variantní řešení konstrukcí.

Jako příklad pro vytvoření databáze byl vybrán běžný šroub s šestihrannou hlavou. Tato součást má svoje charakteristické rozměry, což je průměr závitu, otvor klíče, což je vlastně průměr vepsané kružnice šestihranu a výška hlavy šroubu. Tyto rozměry lze vyčíst z katalogů výrobce těchto šroubů. Další konstrukční prvky, jako zaoblení nebo sražení, lze vázat pomocí relací na průměr závitu, jak je to patrné z obrázku 11.1.

Vytvoření databáze metrických šroubů

Model šroubu

Výška hlavy šroubu

Otvor klíče

Průměr závitu

metrické šrouby			
název	k	s	∅
M8	5,3	13	8
M10	6,4	17	10
M12	7,5	19	12
M14	8,8	22	14
M16	10	24	16
M20	12,5	30	20

Tabulka v Excelu

```

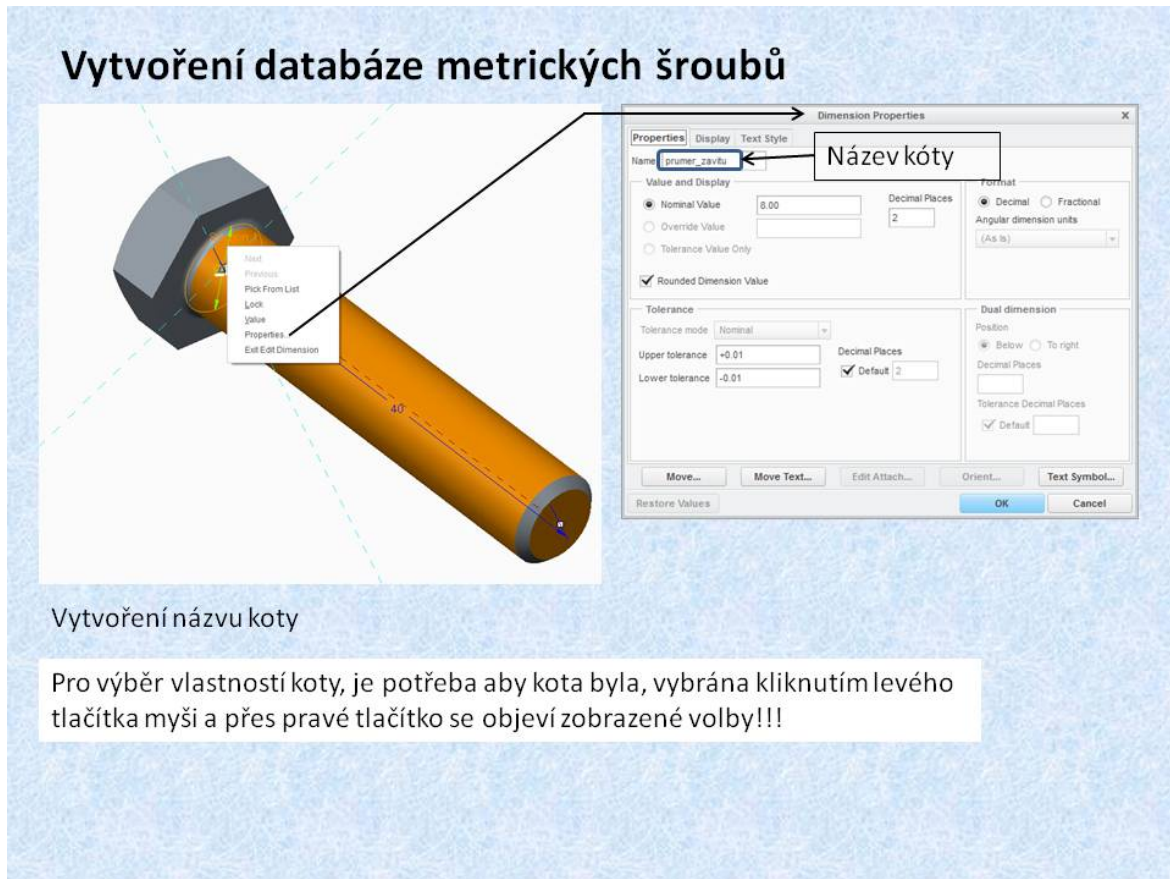
Relations
+ = d10=0.08*prumer_zavitu
-   d9=0.1*prumer_zavitu
x   d8=0.08*prumer_zavitu
/

```

Vztahy pro zaoblení a sražení

Obr. 11.1 Řídící rozměry šroubu

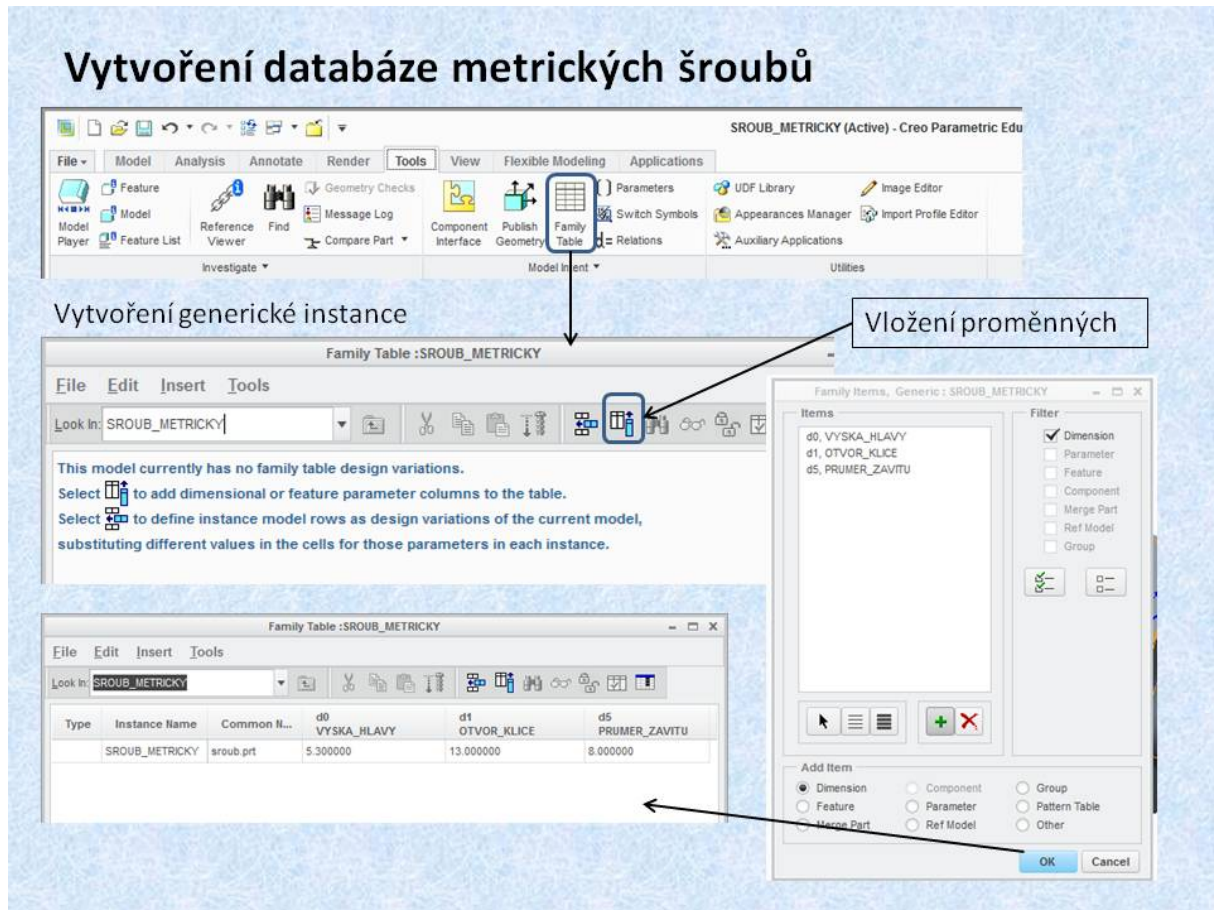




Obr. 11.2 Model šroubu

Pro vytvoření databáze je potřeba mít k dispozici 3D model součásti, v našem případě šroubu. Způsob, jakým byl model šroubu vytvořen, je důležitý, poněvadž by měl respektovat charakteristické rozměry šroubu, jak bylo prezentováno na předchozím snímku. Pro přehlednost databáze je vhodné vytvořit názvy kot, podle názvů charakteristických rozměrů. Parametry v Creu mají svoje názvy, které jsou dány historií modelování a modulem, ve kterém se právě nacházíme. Pokud se jedná o skicář je název kóty ve tvaru SD5, kdy číslo znamená pořadí, kdy byla vytvořena, pokud je tato kóta otevřena v modeláři má název D5. Vytvoření názvu kóty se dělá následovně. Pomocí pravého tlačítka se ve stromě vybere příslušný konstrukční prvek a volbou <Edit> zobrazíme kóty. Levým tlačítkem vybereme příslušnou kótu a přes pravé tlačítko vybereme položku <Properties>. Zobrazí se nám dialogový panel, ve kterém, v položce <Name>, napíšeme název kóty. Takto lze vytvořit název kóty. Názvy kot usnadňují pozdější editaci databáze.





Obr. 11.3 Vytvoření generické součásti

Pro vytvoření databáze disponuje systém Creo funkcí *<Family Table>*, která je umístěná v záložce *<Tools>*. Po aktivaci této funkce se otevře příslušný panel, ve kterém se definují parametry součástí. Prvním krokem vytvoření databáze, je definování generické součásti. Pro generickou součást je potřeba definovat proměnné, což mohou být koty nebo jiné parametry. V našem případě budou vybrány koty. Po aktivaci funkce pro vložení kot se otevře další panel, pomocí kterého jsou vybírány jednotlivé koty, které se zobrazí v položce *<Items>*. Po ukončení výběru se v dialogovém panelu *<Family Table>* objeví řádek proměnných generické součásti. Poněvadž na modelu byly vytvořeny názvy kot, tyto se objeví pod názvem koty, kterou definuje Creo při modelování součásti.



Vytvoření databáze metrických šroubů

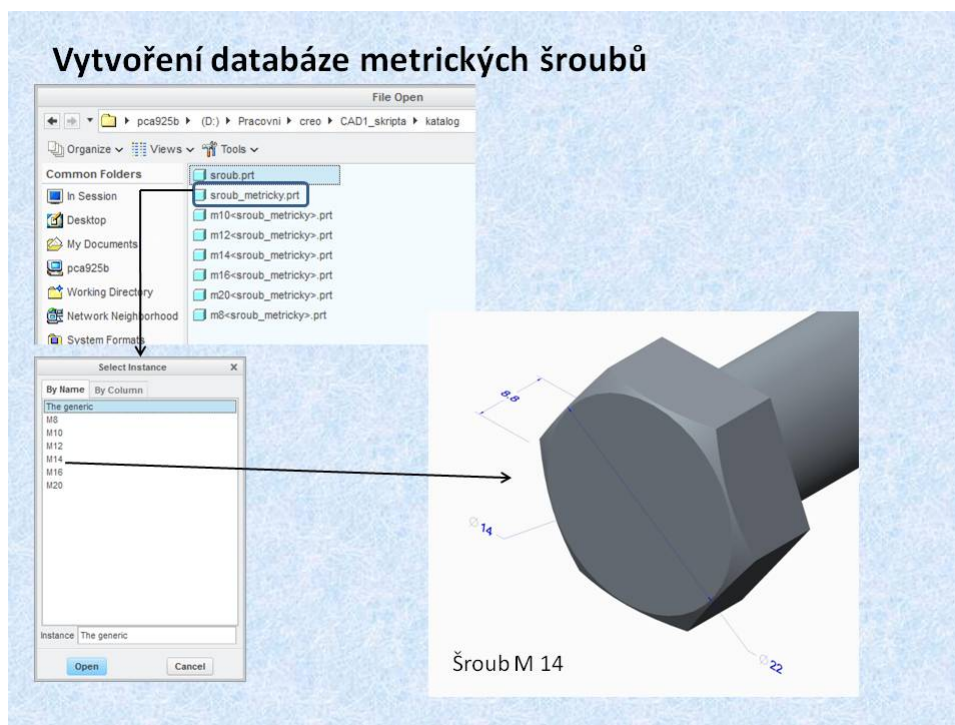
Přenesení tabulky z Excelu

Vytvořené instance v Creu

Obr. 11.4 Vytvoření instancí databáze

Další krok je jednoduchý, buď se manuálně přidají řádky, do nichž se vypíšou příslušné hodnoty jednotlivých parametrů, nebo tuto činnost lze zjednodušit pomocí Excelu. Creo umožňuje otevřít ve svém prostředí Excel. Pokud máme tabulku již vytvořenou lze ji jednoduše zkopírovat do Excelu, otevřeném v prostředí Creo. Po uložení a uzavření se jednotlivé instance objeví v dialogovém panelu <Family Table>. Potvrzení pomocí tlačítka <OK>, je vytvořena jednoduchá typorozměrová řada metrických šroubů. Z takto vytvořených řad součástí lze jednoduše sestavit databázi.





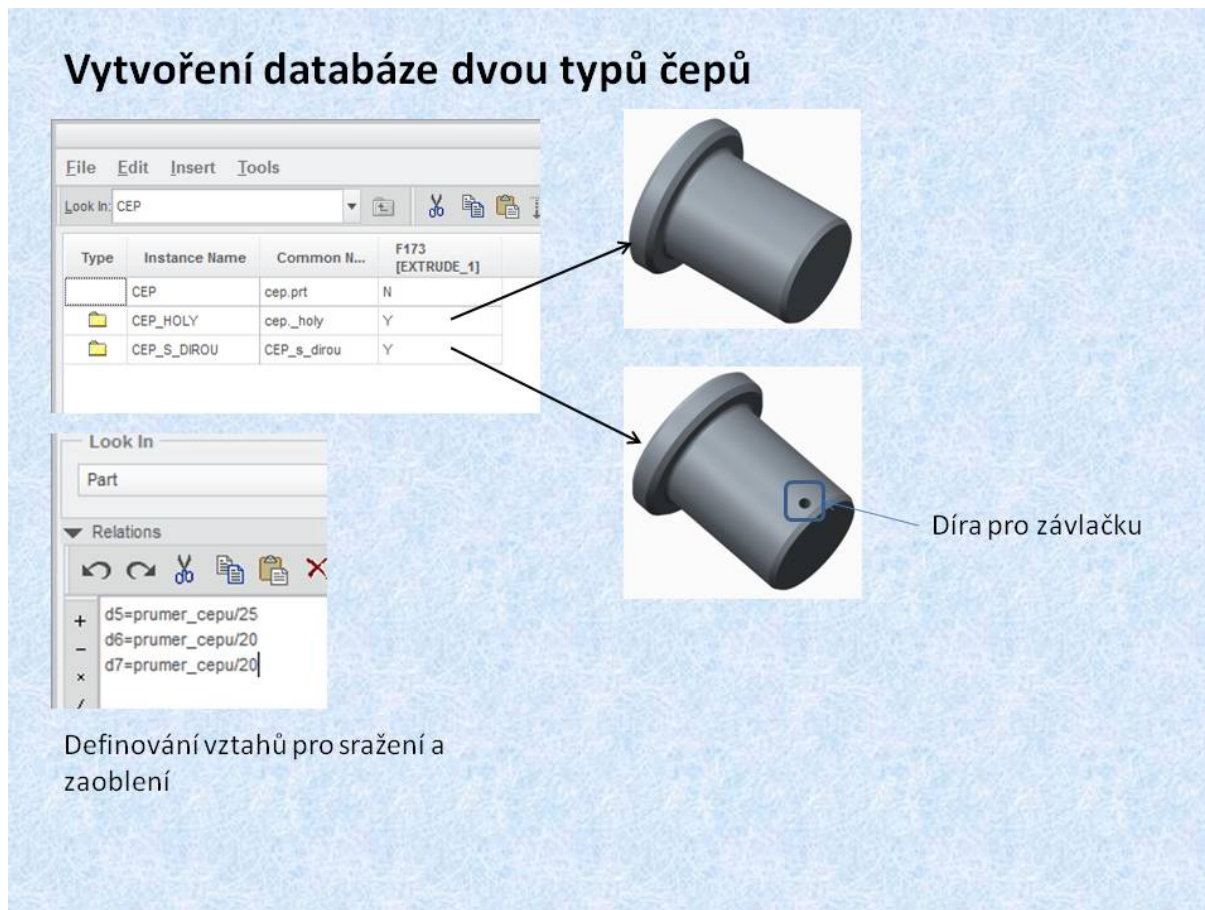
Obr. 11.5 Generování instancí z databáze

Práce s touto databází je velmi jednoduchá. Pokud při načítání souboru vybereme díl, který má takto vytvořenou typorozměrovou řadu, objeví se nám panel pro výběr instance. Pak už stačí pouze vybrat příslušný šroub, jak je patrné z obrázku. Na tomto snímku byl vybrán šroub M14. Na modelu vybraného šroubu jsou zobrazeny řídicí kóty, aby bylo patrné, že byl vybrán skutečně tento šroub.

2. DATABÁZE NĚKOLIKA TVAROVĚ PODOBNÝCH SOUČÁSTÍ

V konstrukční praxi se velmi pracuje se součástmi, které jsou tvarově podobné, ale mají i určité tvarové varianty. Jako příklad je zde uveden čep s osazením, který může být hladký, anebo může mít vyvrtaný otvor pro závlačku.

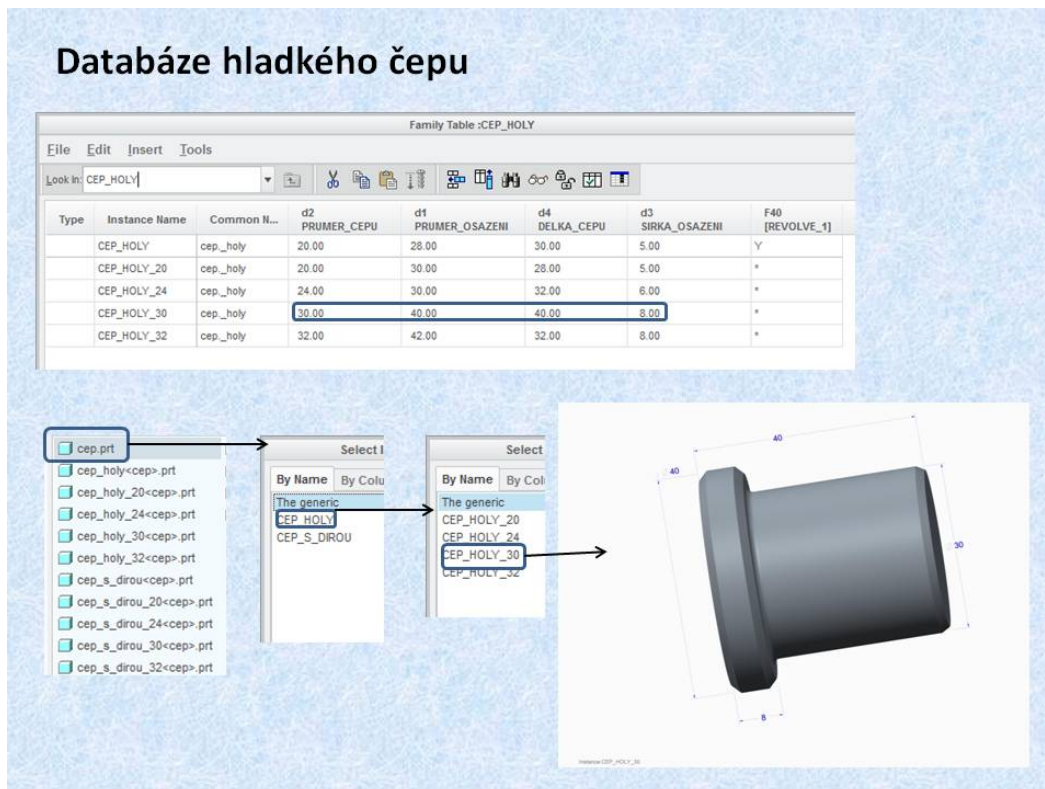




Obr. 11.6 Výchozí modely

Postup vytvoření databáze je následující. Vytvoří se model čepu bez díry. Vytvoří se názvy kot, které budou použity jako parametry. Pomocí relací se svážou zaoblení a sražení čepu, tak aby tyto dávaly smysl. Dále se vytvoří generická součást, které se přidají instance. Jedna se pojmenuje *cep_holy*, druhá *cep-s_dirou*. Vytvoří se kopie modelu čepu, který bude pojmenován *cep_s_dirou* a v něm se vytvoří otvor.

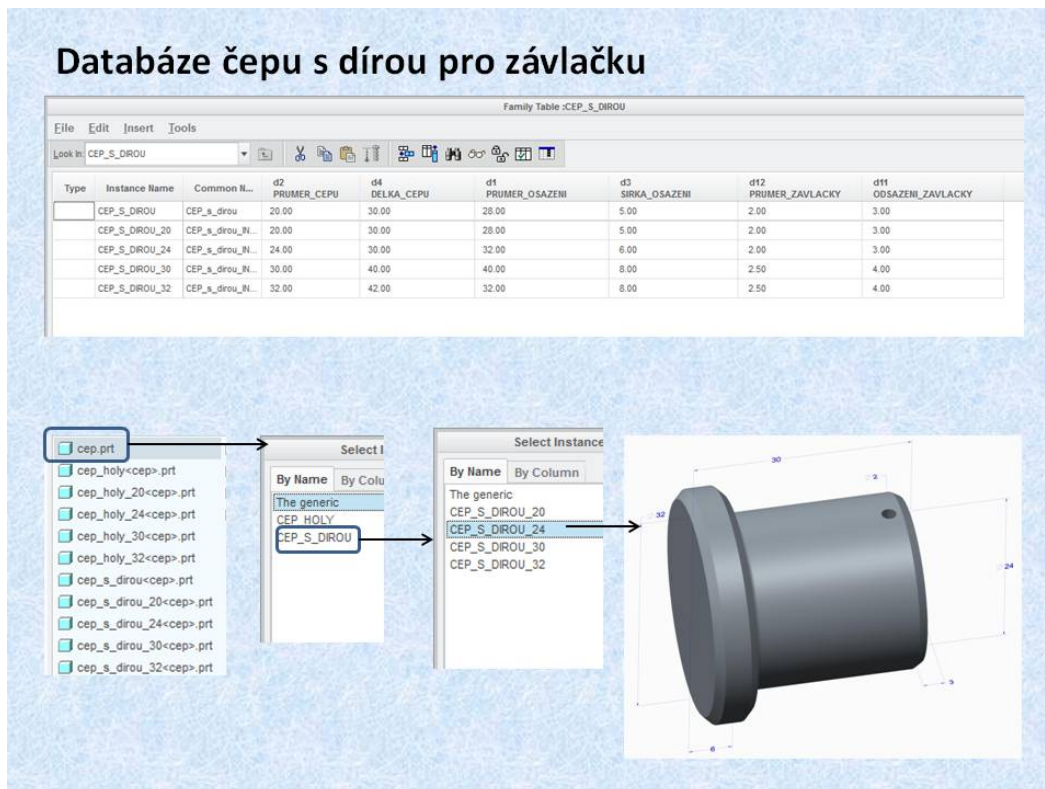




Obr. 11.7 Vytvoření databáze pro čep bez díry

Pro model hladkého čepu se pomocí funkce *<Family Table>* vytvoří databáze. Při otvírání souboru *cep.prt* se objeví nabídka dvou typů čepů, přičemž se vybere položka *cep_holy*. Po tomto výběru se otevře další nabídka s rozměrovou řadou čepů tohoto typu. Po vybrání příslušného rozměru dojde otevření instance čepu. Stejný postup platí i pro čep s dírou, který je zobrazena na obrázku 11.8.



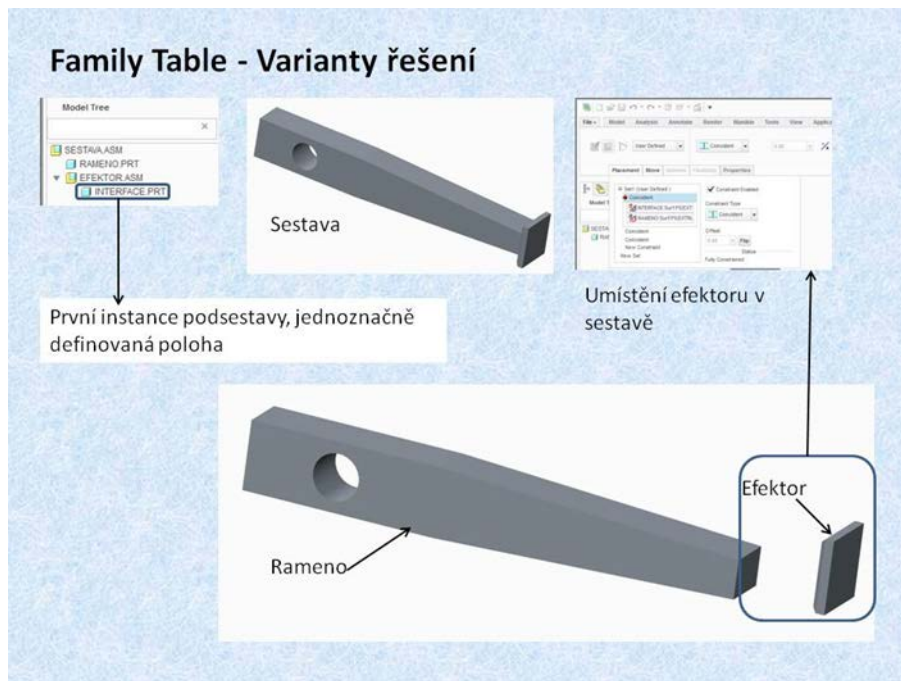


Obr. 11.8 Vytvoření databáze pro čep s dírou

3. POUŽITÍ FUNKCE <FAMILY TABLE> PRO VARIANTY ŘEŠENÍ KONSTRUKCE

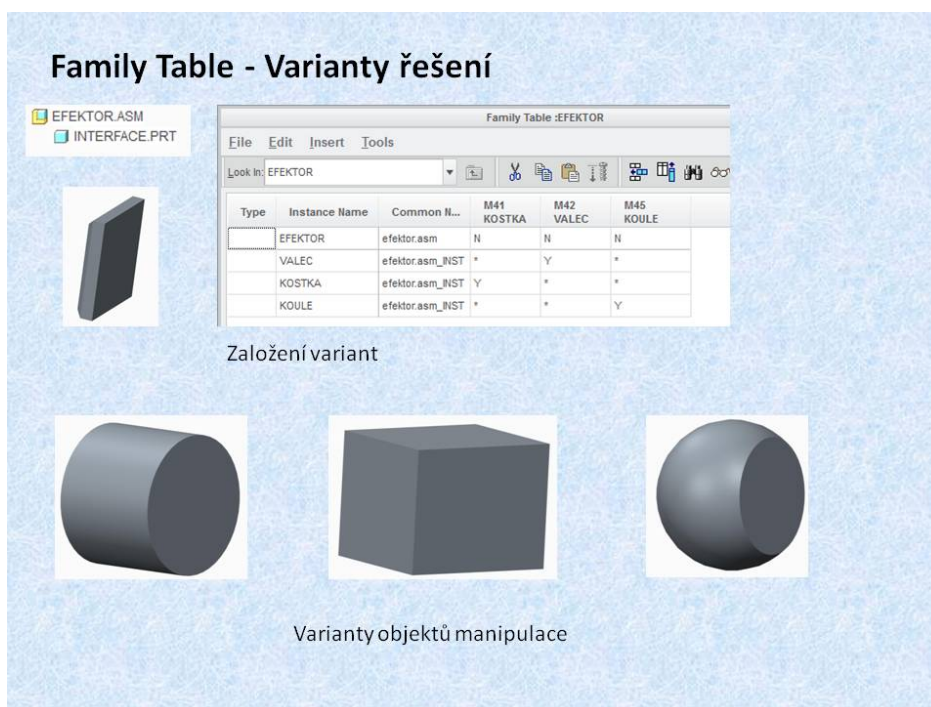
Při řešení technických problémů velmi často dochází k situaci, že se nabízí několik možností řešení problému. Vznikají různé varianty konstruovaného objektu, které je nutno mít uložené a dále s nimi pracovat. Rovněž při různých konfiguracích jednoho výrobku vznikají různé varianty. Práci s těmito variantami usnadňuje funkce <Family Table>.





Obr. 11.9 Základní sestava

Postup je následující. Nejdříve se vytvoří základní sestava, do které bude vložena první komponenta, v tomto případě součást rameno. K této součásti se jednoznačně umístí podsestava, v tomto případě s názvem Efektor. První součástí této podsestava je deska s názvem Interface.



Obr. 11.10 Vytvoření variant

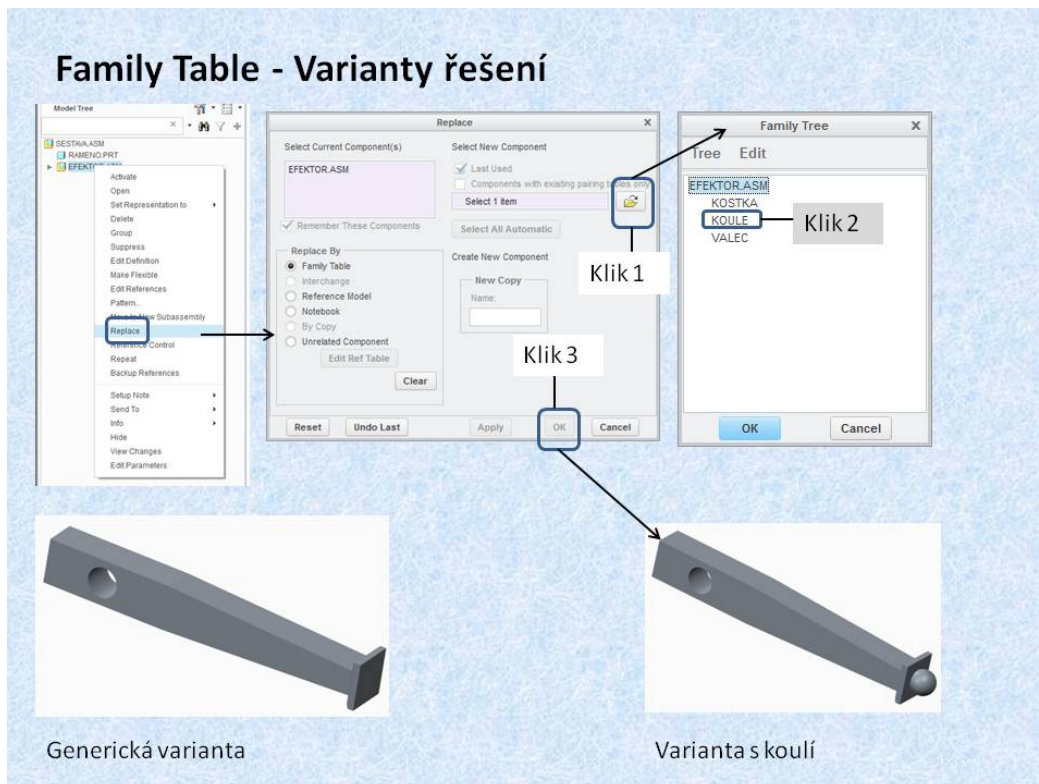


V dalším kroku se z vytvořených variant dílů, z koule válce a kostky vytvoří varianty podsestav. Nejdřív se vytvoří tabulka <Family Table>, v níž se vytvoří instance pro jednotlivé varianty. Tyto varianty se pak postupně otevírají a vkládají se do nich komponenty jednotlivých variant, jak je to patrné z obrázku 11.1. Vzniknou tak tři varianty podsestav, které jsou pojmenovány podle tabulky <Family Table>.



Obr. 11.11 Varianty podsestav





Obr. 11.12 Generování jednotlivých variant

Postup generování jednotlivých variant je jednoduchý. Ve stromě modelu sestavy je vybrána podsestavka Efektor.

Přes pravé tlačítko se vybere položka <Replace>. Objeví se formulář, ve kterém je již zaškrtnuta položka <Family Table>. Přes vyhledávač (klik 1) otevřeme nabídku <Family Tree> a v ní vybereme příslušnou variantu. Potvrzením přes <OK> dojde k načtení příslušné varianty. Z obrázku je patrné že načtení jiné varianty se provede pomocí tří kliknutí myši.

Video: 01-family_table-varianty

Video: 01-family_table-varianty

4. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

V konstruktérské praxi se vyskytuje velké množství součástí a strojních uzlů, které jsou tvarově podobné nebo stejné, liší se pouze rozměry. Creo disponuje nástrojem, který zjednodušuje práci s těmito strojními díly a uzly. Pomocí funkce Family Table lze vytvořit jednoduchou databázi tvarově stejných nebo podobných modelů. Stačí pouze vytvořit základní, generický model, ke kterému je přiřazena tabulka rozměrů a tím vzniká rozměrová řada součástí a uzlů. Výhodou je skutečnost, že tabulky rozměrů lze připravit v Excelu. Funkce Family Table je využitelná i při variantním řešení konstrukcí. Připravené jednotlivé varianty řešení jsou definovány jako instance a lze jednoduše tyto varianty aktivovat a dále s nimi pracovat.



12.PRÁCE S IMPORTOVANÝMI OBJEMY



OBSAH KAPITOLY:

- Úprava importovaných objemů
 - Posouvání a natáčení geometrie pomocí kot
 - Zvětšení tloušťky součástky
 - Posunutí geometrie pomocí referencí
 - Kopírování geometrie pomocí referencí
- Prodloužení modelu o hodnotu definovanou kótou
- Modifikace válcových ploch a zaoblení
- Odstraňování částí modelu
 - Odstranění zaoblení
 - Odebrání části modelu
 - Odstraňování sražení nebo zaoblení přidáním objemu



MOTIVACE:

Nežádka se stává, že se při mezifirmní komunikaci dostaneme modely z jiného CAD systému nebo dostaneme tzv. mrtvý model, tedy model bez historie změn. V této přednášce se představí možnosti Crea, jak s takovými importovanými modely pracovat – měnit rozměry ploch, kopírovat geometrie a další modifikace.



CÍL:

Naučit se pracovat a modifikovat imporované geometrie z různých CAD systémů



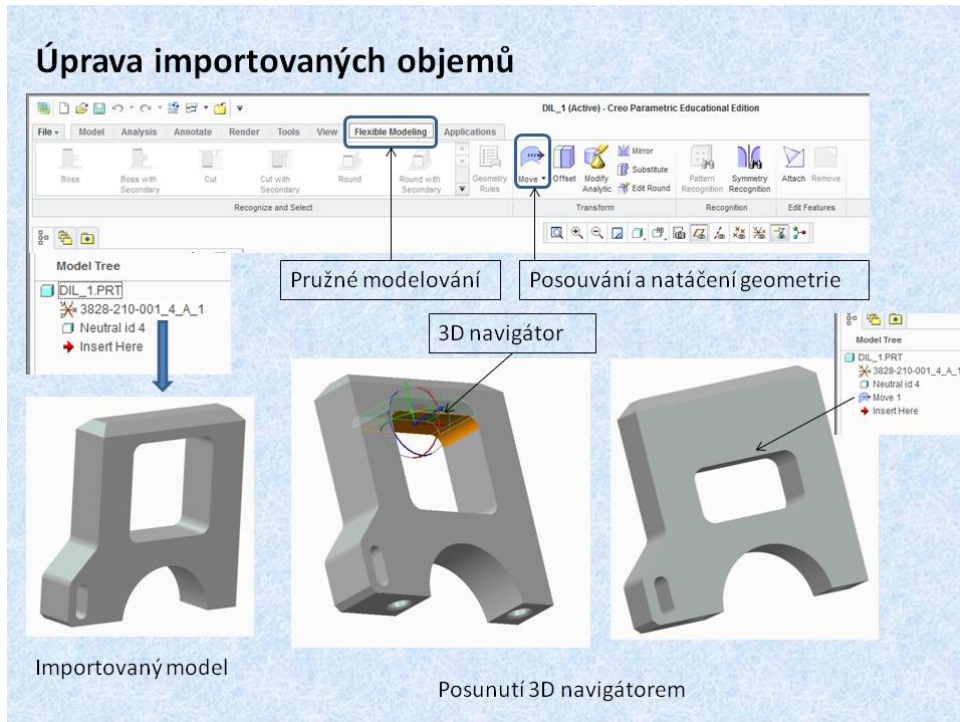
1. PRÁCE S IMPORTOVANÝMI OBJEMY

V současné době se konstruktéři velmi často setkávají s problémem přenosu dat mezi různými CAD systémy. Formáty souborů, ve kterých jsou ukládány 3D data z CAD systémů se od sebe liší. Soubory vytvořené v jednom CAD systému, jsou ve většině případů nečitelné v jiném. Proto se pro přenos dat používají univerzální formáty souborů. Jako jeden z prvních, který vyvinula firma Autodesk je soubor DXF (Drawing Exchange Format), který přesně reprezentuje nativní data AutoCADu. Tento formát byl vyvinut pro přenos 2D dat. Vývojem 3D CAD systémů vyvstala rovněž potřeba přenosu dat. Proto byly vyvinuty formáty "IGES", "STEP" "STL" apod. Tyto formáty umožňují přenos 3D dat, tedy objemových modelů součástí nebo celých sestav. Tyto formáty se rovněž používají v různých databázích součástí, které lze nalézt na internetu. Hlavní nevýhodou využívání přenosu dat z jiných CAD systémů je fakt, že se přenáší pouze objem nikoliv historie tvorby modelů. Proto je současný trend vývoje poskytnout konstruktérům takové nástroje, které umožní modifikaci importované geometrie.

V systému Creo je tento nástroj umístěn na liště <Flexible Modeling>. Filozofie tohoto nástroje spočívá v tom, že konstruktér, který se rozhodne použít model z jiného CAD systému, nepředpokládá zásadní tvarové změny importovaného modelu. Systém se nesnaží vytvořit strom historie modelování včetně parametrů, které určují jeho tvar a rozměry. U velmi složitých modelů by to bylo stejně nepřehledné. Proto jsou zde nástroje, které umožňují importovaný model měnit podle požadavků konstruktéra, nezávisle na tom jak byl model vytvořen v původním CAD systému. Do stromu modelu se pak ukládají nově vytvořené konstrukční prvky, které mění tvar a rozměry původního modelu.



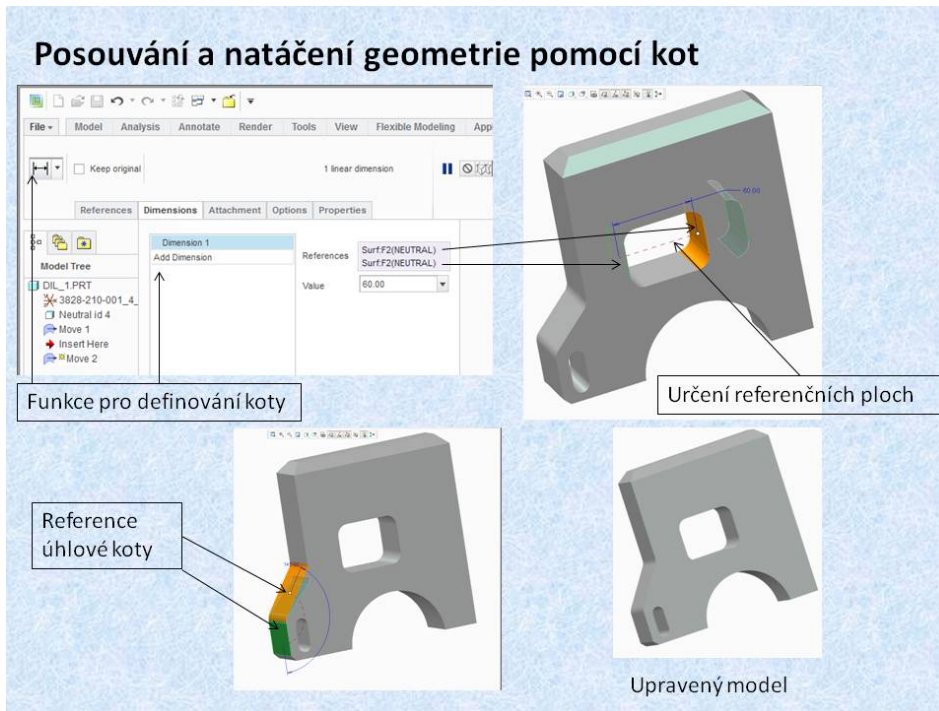
2. POSOUVÁNÍ GEOMETRIE



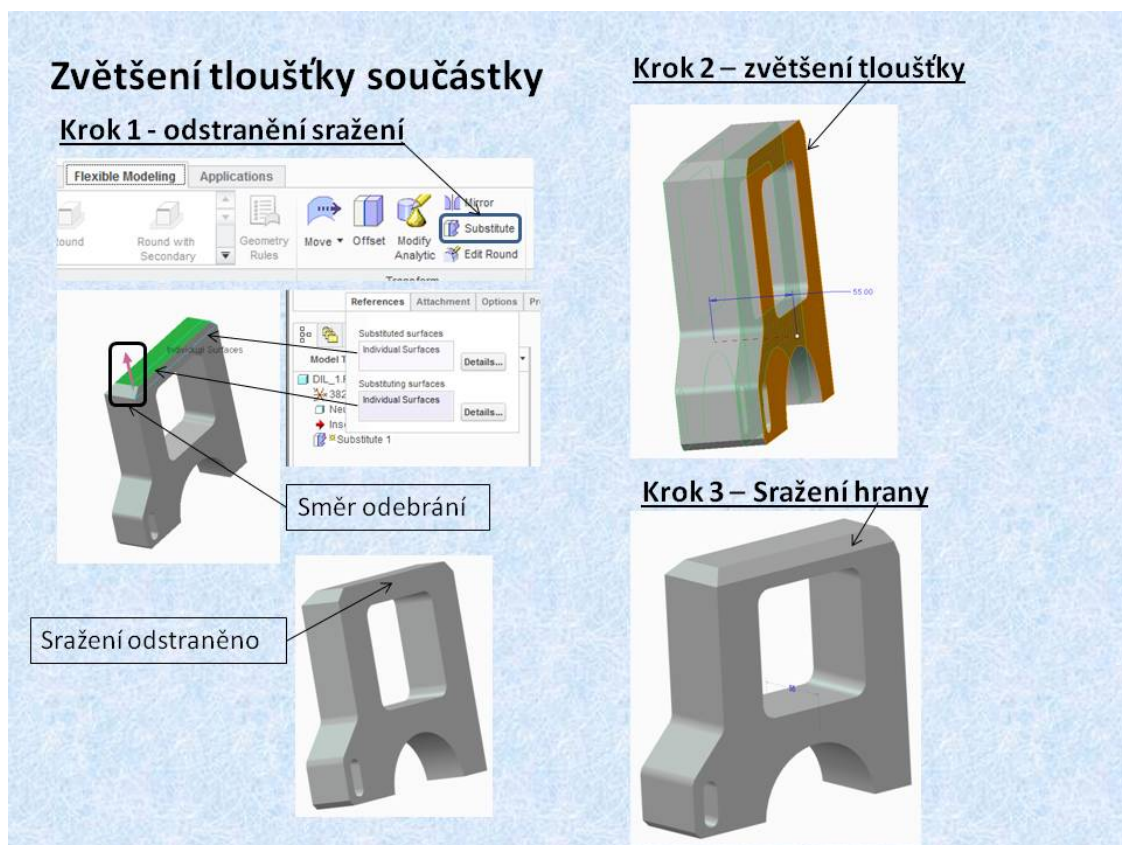
Obr. 12.1 Posouvání geometrie 3D navigátorem

Na těchto obrázcích je znázorněno posouvání části geometrie pomocí funkce *<Move>*. Creo nabízí několik možností jak posouvat částí objemu. Nejjednodušší způsob je posun pomocí 3D navigátoru, který je totožný jako v sestavách, při orientaci komponent. Pomocí funkce *<Move>*, se tedy posouvá nebo natáčí část vybrané geometrie, (plochy, zaoblení, sražení, díry, apod.), jak je to patrné z obrázku 12.1. Posouvání pomocí 3D navigátoru je sice efektivní, protože je k dispozici okamžitý náhled změny, ale pro přesné konstruování je vhodné používat posunutí geometrie na základě koty. Kota je vytvořena až po definování referenčních prvků například ploch. Po vytvoření koty je rovněž k dispozici okamžitý náhled změny.





Obr. 12.2 Posouvání geometrie pomocí koty



Obr. 12.3 Zvětšení tloušťky součástky

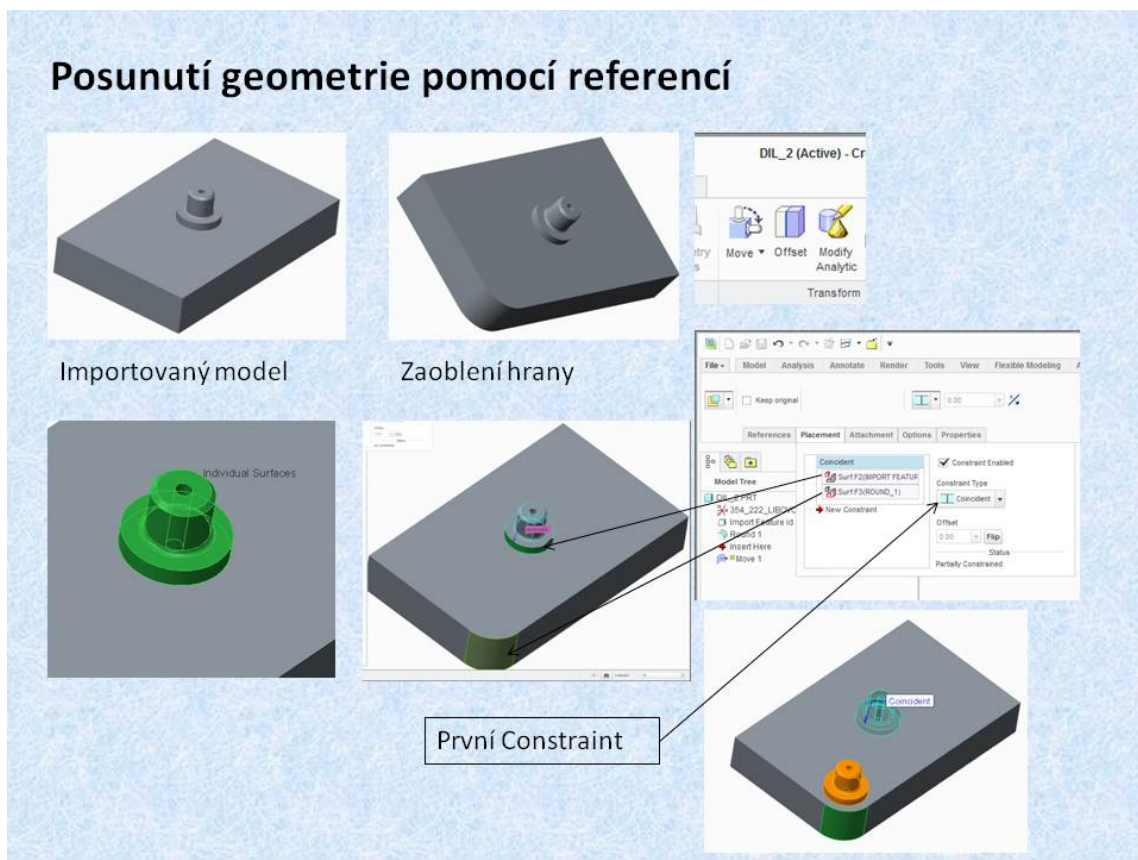


Při úpravách importovaných geometrií je nutno měnit tloušťku součástky, například z důvodů malé pevnosti apod. Tento problém lze řešit pomocí funkce *<Offset>*. Jestliže je vybrána některá z ploch je automaticky nabízená možnost normálového posunutí, zmenšení nebo zvětšení tloušťky. Tato funkce tedy posouvá vybranou plochu v normále. Jestliže je ploch ukončena například sražením, jak je to v tomto případě dochází k změně sražení. Pokud nechceme měnit sražení je vhodné jej, ještě před posunutím plochy odstranit. Toto umožňuje funkce *<Substitute>*. Celková úprava je pak provedena ve třech krocích.

Krok 1 Odstranění sražení pomocí funkce *<Substitute>*. Nejdříve se vybere plocha, která má být odstraněna a potom plocha, do které má být doplněn objem. Vybrané sražení je odstraněno.

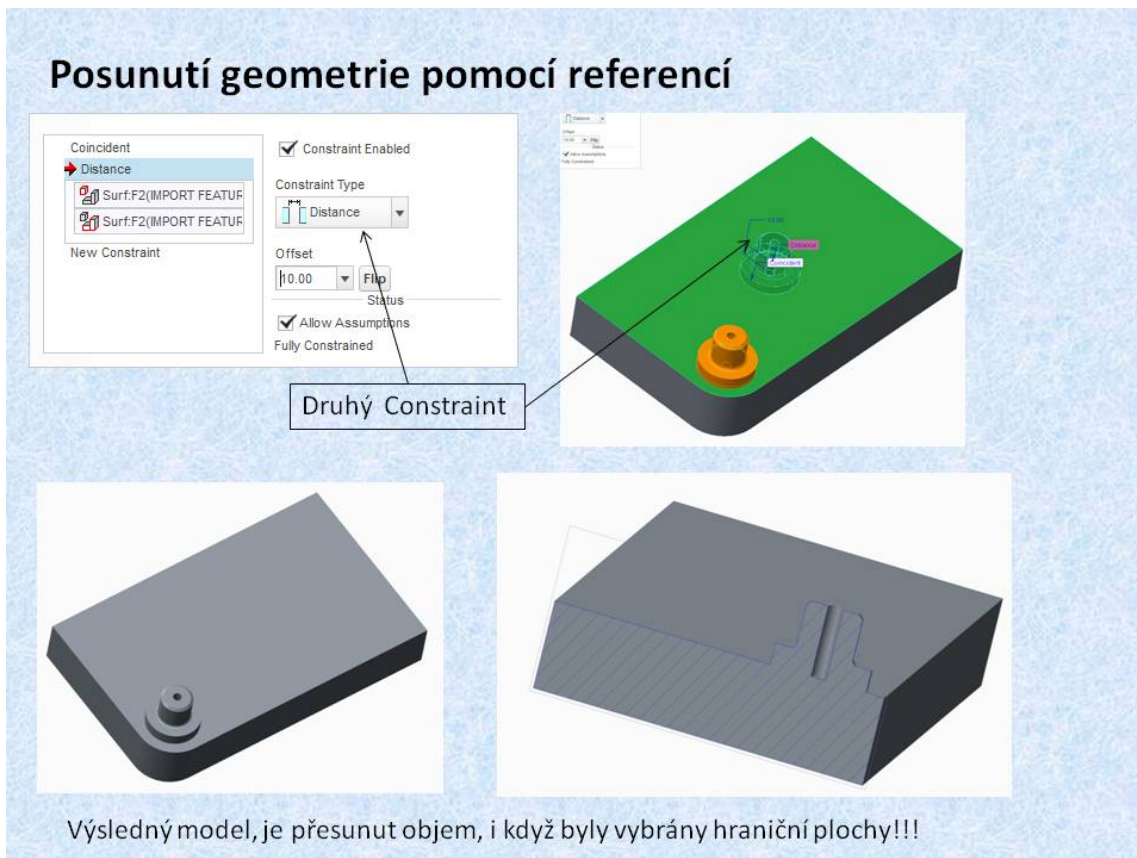
Krok 2 Posunutí plochy v normálovém směru pomocí funkce *<Offset>* o potřebnou vzdálenost, která je definována kótou.

Krok 3. je klasické vytvoření sražení hrany funkcí *<Chamfer>* v záložce *<Model>*.



Obr. 12.4 Posunutí geometrie pomocí referencí

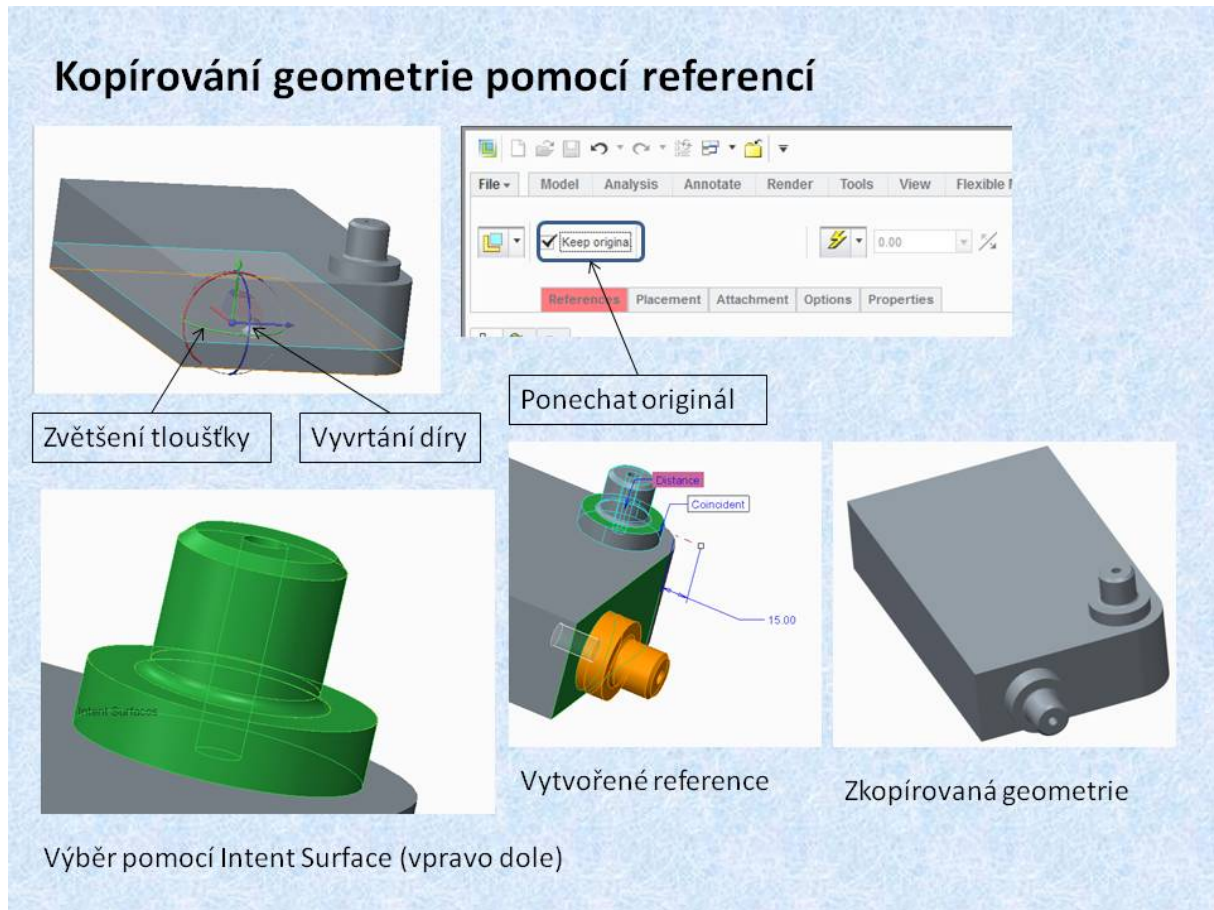




Obr. 12.5 Posunutí geometrie - výsledný model

Další možností posunutí části importované geometrie, je její umístění pomocí referenčních prvků, obdobně jak se to provádí v sestavách. Na obrázku 12.4 je zobrazen importovaný model, obdélníková deska s rotačním výstupkem. Posunutí rotačního výstupku se provádí opět funkcí <Move>, pro umístění se zvolí ikona která v podstatě je shodná s ikonou pro vkládání komponent do sestavy. Pro jednoduché objasnění tohoto postupu je jedna hrana modelu zaoblená, čímž se získá první reference, válcová plocha. Pro posunutí rotačního výstupku je nutno vybrat postupně všechny plochy, které jej tvoří. Po jejich vybrání se volí první reference, v tomto případě válcová plocha výstupku a válcová plocha zaoblení. Jako druhé reference se vyberou rovinné plochy desky a válcového výstupku. Po definování vzdálenosti mezi těmito plochami <Distance>, se zobrazí náhled přesunutí geometrie. Po potvrzení umístění je část objemu přesunuta. Z řezu na obrázku 12.5 je patrné, že i když pro posuv byly vybrány pouze plochy ohraničující objem, je přesunut celý objem.





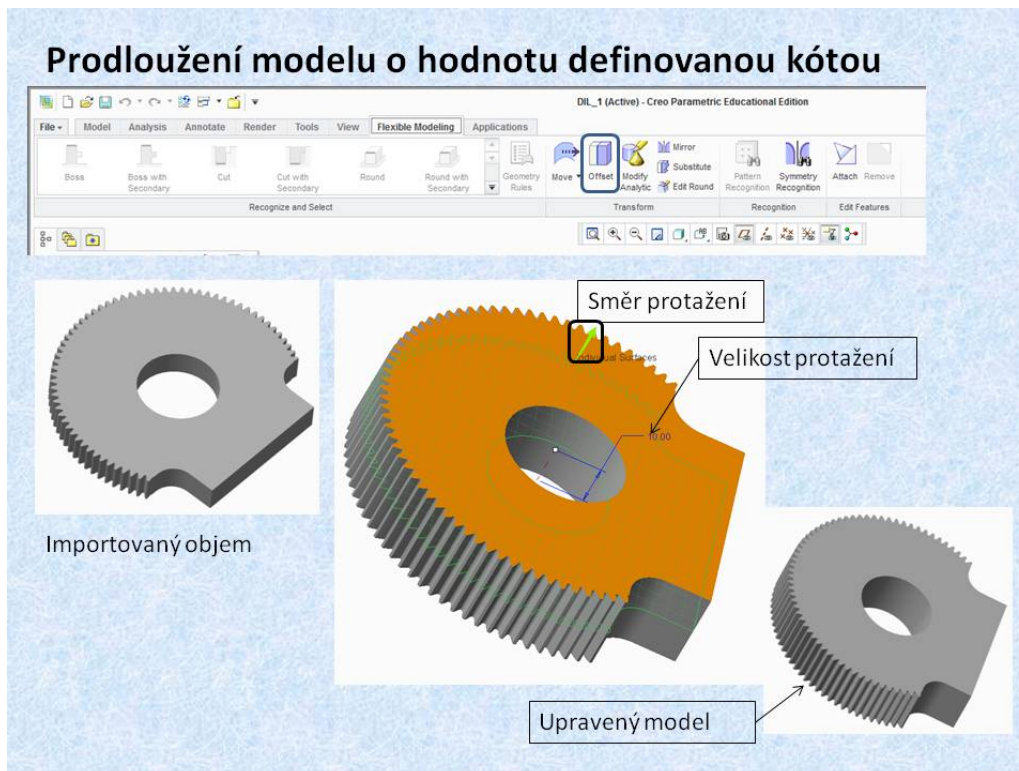
Obr. 12.6 Kopírování a posunutí geometrie

Funkce *<Move>*, pomocí referencí, umožňuje kromě posouvání částí geometrie, i její kopírování do potřebné polohy. Pro kopírování je potřeba zatrhnout položku *<Keep original>*, pak vybraná geometrie zůstane v původní poloze a je rovněž kopírována do další polohy. Na obrázku jsou nejdříve provedeny úpravy modelu, aby bylo možno požadovanou geometrii přenést. Je zvětšena tloušťka desky a v boku je vytvořen válcový otvor. Poněvadž se bude přenášet geometrie, která už byla jednou posouvána, lze při výběru použít volbu *<Intent Surface>*, které se nachází v pravém spodním rohu kreslicí plochy. Touto volbou je vybrána jedním klikem celá část, aniž bychom museli vybírat jednotlivé ohraničující plochy. Další postup je stejný jako na předchozích obrázcích. S tím rozdílem že dojde ke zkopírování geometrie.

3. DALŠÍ MOŽNOSTI ÚPRAV IMPORTOVANÉ GEOMETRIE

V této kapitole jsou prezentovány možnosti úpravy modelu, které v mnoha případech, zjednodušují importovanou geometrii anebo umožňují odstranit některé nežádoucí tvary, popřípadě změnit rozměr.

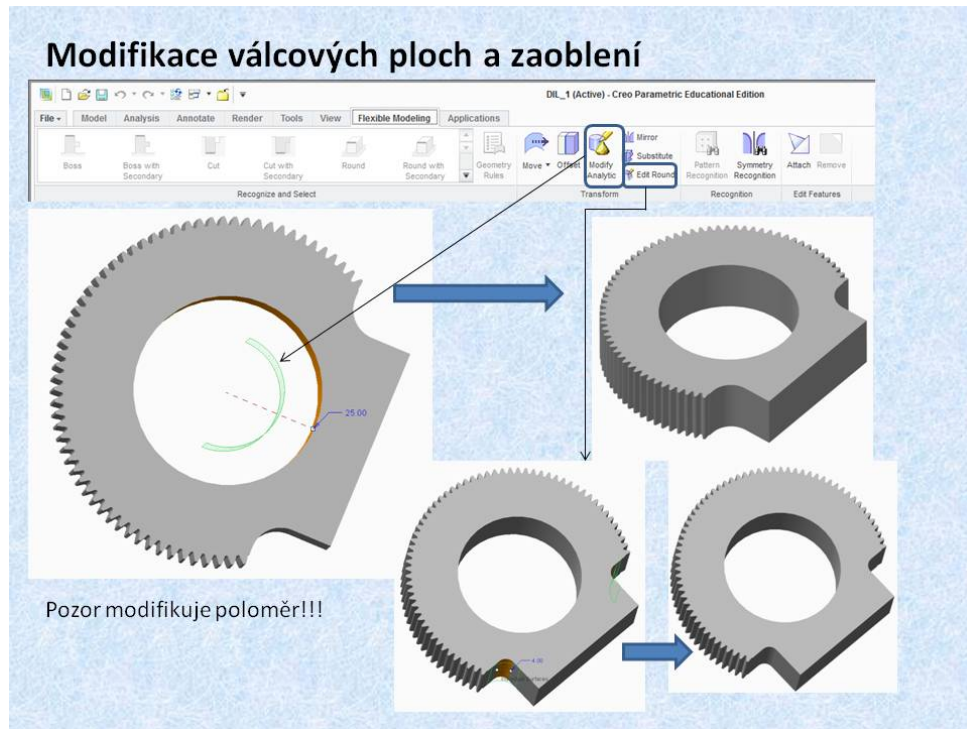




Obr. 12.7 Protažení tvarově složitého modelu.

V předchozí kapitole bylo prezentováno zvětšení tloušťky modelu pomocí funkce *<Offset>*. Tuto funkce lze s výhodou použít pro zvětšení tloušťky tvarově složité geometrie jak je to patrné z obrázku 12.7. Stačí pouze vybrat rovinnou plochu geometrie a posunout ji do potřebné vzdálenosti.

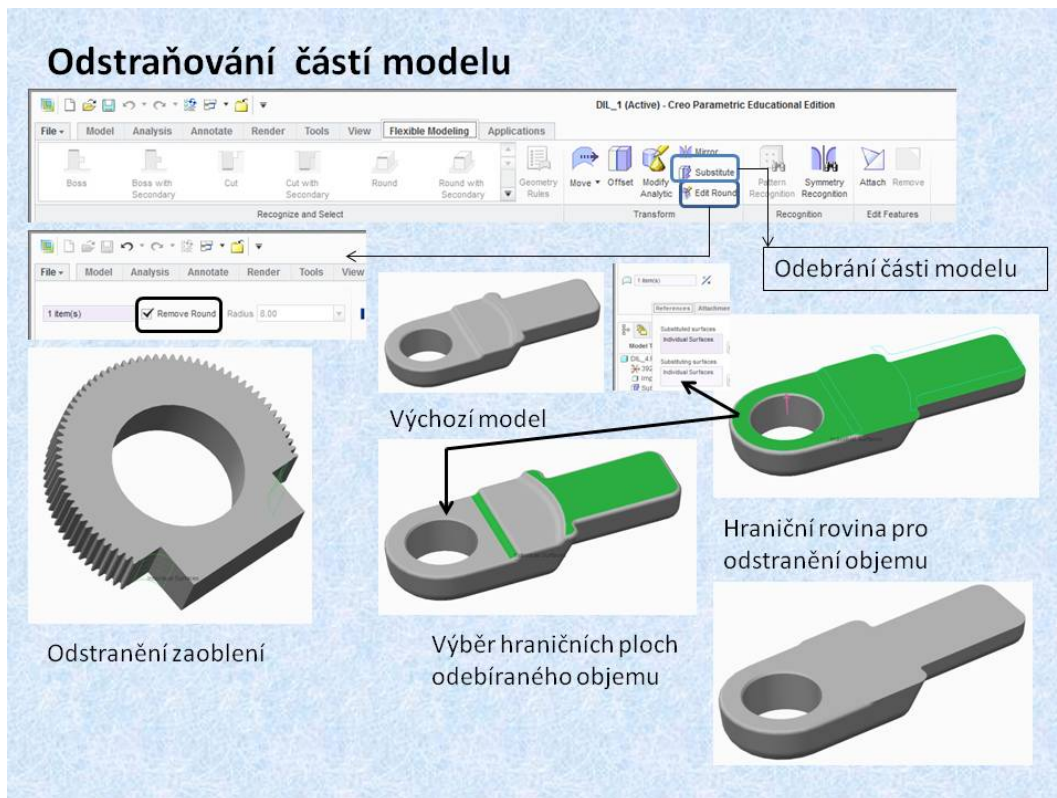




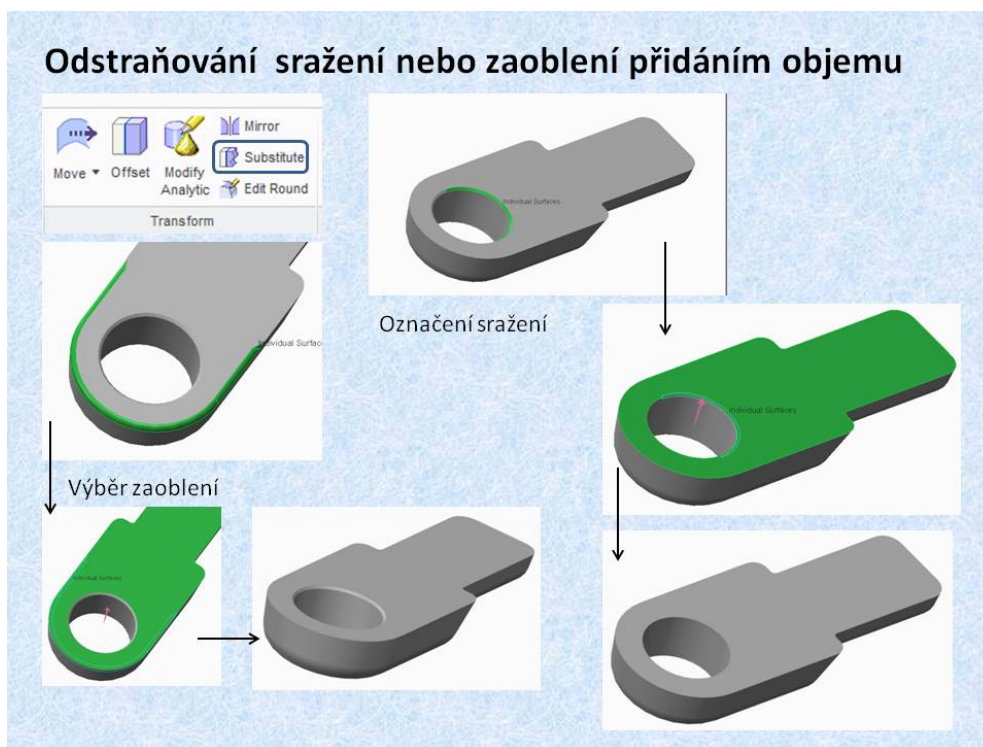
Obr. 12.8 Modifikace poloměrů a průměrů

Záložka <Flexible Modeling> umožňuje modifikaci rozměrů válcových ploch. Funkce <Modify Analytic> umožňuje změnu poloměru válcové plochy. Tato funkce změří její poloměr a umožní aktuální poloměr přepsat. Bohužel tato funkce mění poloměr nikoliv průměr, jak by se dalo předpokládat. Další funkce, která mění poloměr válcové plochy, která mohla být vytvořena funkcí zaoblení. Jedná se o funkci <Edit Round>. Funkce odečte aktuální zaoblení a nabídne změnu hodnoty.





Obr. 12.9 Odstranění tvarů



Obr. 12.10 Další příklady odstranění geometrie



Funkce *<Edit Round>* umožňuje rovněž odstranit zaoblení, jak je patrné z obrázku 12.9. Aby bylo zaoblení odstraněno, je třeba zaškrtnout položku *<Remove Round>*. Funkce, která umožňuje odstranit nežádoucí tvary je funkce *<Substitute>*. Umožňuje nejenom odebrat objemy ale i přidávat objemy, například při zrušení sražení hran. Postup je následující vyberou se plochy ohraničující geometrii, kterou chceme zrušit a dále vybereme hraniční plochu, od které chceme objem odečítat, popřípadě, ke které chceme objem doplnit.

Video: 01-

Video: 01-prace_s_importovanim_objektem

4. ZÁVĚR (PŘEVÉST NA MLUVENÉ SLOVO)

Komunikace mezi CAD systémy není jednoduchá, vytvořené modely se přenášejí pomocí různých formátů přenosových souborů. I tak je práce s importovanou geometrií problematická, poněvadž přenosem geometrie mezi CAD systémy se ztrácí historie tvorby modelu a všechny ostatní parametry. Pro práci s exportovanou geometrií Creo vychází z předpokladu, že se bude používat model, na kterém nebude třeba provádět radikální změny, a tudíž historii modelování nebude konstruktér potřebovat. Nabízí ale nástroje, které umožní některé části modelu celkem libovolně měnit, přičemž tyto změny se zaznamenají ve stromu modelu a lze je dále modifikovat. Na připravených příkladech jste měli možnost si možné úpravy prakticky vyzkoušet.



13. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Hanzlík, D. *Tvorba výkresové dokumentace v systému Pro/Engineer a Creo*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN -. Dostupné z: <http://robot.vsb.cz/podklady-pro-vyuku/>
- [2] Krys, V. - Konečný, Z. - Marek, J., *Případová studie k využitelnosti PLM systémů v univerzitním prostředí*. VŠB-TU Ostrava, fakulta strojní, Ostrava 2012 HÁLA, T. Pascal Učebnice pro střední školy. 1.vyd. Brno: CP Books a.s. 2002. 304 s. ISBN 80-722-6733-7.
- [3] LIPINA, J. - STUDÉNKA, M. *CAD I – Návody do cvičení*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2752-0. Dostupné z: <http://robot.vsb.cz/podklady-pro-vyuku/>
- [4] VALTOVÁ, B. *Modelování a základy tvorby výkresové dokumentace v Pro/ENGINEER WILDFIRE* 4.0* [online]. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2010 [cit. 2012-12-13]. 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-2282-2.

14. INTERNET

<https://www.youtube.com/watch?v=JgrsEVtjAYM&playnext=1&list=PL70500108063D8A7>

9

<http://www.youtube.com/watch?v=xNCwqo608lg>

<http://www.youtube.com/watch?v=aTuztykueFI>

<http://www.youtube.com/watch?v=YiGbwtwtLHU>

http://www.youtube.com/watch?v=d_Snm_p1Mww

<http://www.youtube.com/watch?v=1vxYWEOQvGM>

http://www.youtube.com/watch?v=Q_QhR53FjNE

<http://www.youtube.com/watch?v=wTEvIP6L7DE>

<https://www.youtube.com/watch?v=z7WxPHESwOo>

<https://www.youtube.com/watch?v=6O9Otx7Fzs>

<http://www.youtube.com/watch?v=xZJCuEjrpp4>

<http://www.youtube.com/watch?v=AFinxf88LQM>

<http://www.youtube.com/watch?v=wMkD-1L24pw>

<http://www.youtube.com/watch?v=a9bHJvMzLyo>



<http://www.youtube.com/watch?v=nWRtQ2Eq0u8>

<http://www.youtube.com/watch?v=t0yBTAs6Z2E>

