

# Zpracování funkcí modulů Assembly Design a Drafting programu Catia V5R18

Rudolf Knedla

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Rudolf KNEDLA**

Osobní číslo: **T090013**

Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zpracování funkcí modulů Assembly Design a Drafting programu Catia**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracování literární rešerše z oblasti CAD problematiky**
  - 2. Zpracování ovládání a možností daného programu**
  - 3. Vypracování postupů používání daného modulu.**
  - 4. Tvorba modelových příkladů**
-

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Luboš Rokyta**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**8. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá zpracováním, používáním funkcí a možnostmi modulů Assembly Design a Drafting v programu CatiaV5R18. Práce obsahuje výčet nejvíce používaných funkcí v modulech Assembly Design a Drafting. Je zde uveden základní popis a vysvětlení těchto funkcí pro vytvoření sestavy a výkresu. Tyto podklady by měly sloužit pro jednoduchý přehled funkcí modulů Assembly Design a Drafting spolu s předvedenými postupy na sestavě a výkrese.

Klíčová slova: CATIA, Part Design, Assembly Design, Drafting

## **ABSTRACT**

The aims of this bachelor thesis are to process and use functions and possibilities of program units Assembly Design and Drafting in the program Catia V5R18. The bachelor thesis contains handlists of the most used functions in Assembly Design and Drafting. There are basic descriptions and explanations of these functions to create assembly and drawing. These bases could be instrument for simple summary of functions in program units Assembly Design and Drafting, together with demonstrated progresses on assembly and drawing.

Keywords: CATIA, Part Design, Assembly Design, Drafting

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Luboši Rokytovi za jeho čas, rady a připomínky při tvorbě této práce. Dále bych rád poděkoval rodičům, především za finanční podporu při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 POČÍTAČOVÁ PODPORA STROJÍRENSTVÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 POPIS TERMINOLOGIE .....	12
1.1.1 CAD – Počítačová podpora konstruování .....	12
1.1.2 CAM – Přímé řízení výroby počítačem.....	12
1.1.3 CAE – Počítačová podpora inženýrských činností .....	13
1.1.4 CIM – Výroba integrovaná počítačem .....	13
1.1.5 FEM – Výpočty založené na metodě konečných prvků .....	13
1.1.6 PDM – Správa dat o produktu.....	14
1.1.7 PLM – Správa životního cyklu výrobku .....	14
1.2 CAD SYSTÉMY .....	15
1.2.1 Rozdělení CAD systémů .....	15
1.2.2 Oblasti využití .....	15
<b>2 PŘEDNÍ SVĚTOVÍ VÝROBCI CAX TECHNOLOGIÍ</b> .....	<b>17</b>
2.1 DASSAULT SYSTÈMES.....	17
2.1.1 CATIA.....	17
2.1.2 ENOVIA.....	18
2.1.3 3DVIA .....	18
2.1.4 DELMIA .....	19
2.1.5 SIMULIA .....	19
2.1.6 DraftSight.....	19
2.2 AUTODESK .....	20
2.2.1 Autodesk Design Suite 2012.....	20
2.2.2 Autodesk Product Design Suite 2012.....	20
2.2.3 Autodesk Building Design Suite 2012 a Autodesk Infrastructure Design Suite 2012 .....	21
2.2.4 Autodesk Entertainment Creation Suite 2012.....	21
2.3 SIEMENS PLM SOFTWARE.....	22
2.3.1 Teamcenter .....	22
2.3.2 NX .....	22
2.3.3 Solid Edge .....	23
<b>3 SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIE</b> .....	<b>24</b>
<b>4 CATIE</b> .....	<b>25</b>
4.1 KONFIGURACE, MODULY, PLATFORMY .....	28
4.2 CATIA V5R21 .....	28
4.3 CATIA V6R2012 .....	30
4.3.1 On-line globální spolupráce .....	31
4.3.2 PLM zkušenosti.....	31
4.3.3 Jednotná PLM platforma pro správu duševního vlastnictví.....	32
4.3.4 PLM obchodní procesy .....	32
4.3.5 Nízké náklady vlastnictví .....	32



4.4	V5R18 ASSEMBLY DESIGN .....	32
4.5	V5R18 DRAFTING .....	33
<b>1</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>CATIA .....</b>	<b>36</b>
6.1	SPUŠTĚNÍ PROGRAMU CATIA .....	36
6.2	SPUŠTĚNÍ MODULU PART DESIGN .....	37
6.3	MANIPULACE V PRACOVNÍM PROSTŘEDÍ.....	40
6.3.1	Základní operace s myší .....	40
6.3.2	Manipulace s objekty v prostředí CATIA .....	41
6.4	MODUL ASSEMBLY DESIGN .....	42
6.4.1	Spuštění modulu Assembly Design.....	42
6.4.2	Vkládání dílů .....	42
6.4.3	Ukládání sestav (v modulu Assembly Design) .....	45
6.4.4	Manipulace s objekty (Panel Move).....	46
6.4.5	Vazby mezi díly (Panel Constraints).....	48
6.5	MODUL DRAFTING .....	51
6.5.1	Spuštění modulu Drafting .....	51
6.5.2	Vkládání razítka .....	52
6.5.3	Vkládání součásti pro tvorbu výkresu .....	53
6.5.4	Panel Views.....	54
6.5.5	Tvorba řezu .....	56
6.5.6	Tvorba detailu .....	57
6.5.7	Panel Visualizations .....	58
6.5.8	Panel Dress-up.....	59
6.5.9	Panel Dimensioning (tvorba kót) .....	59
6.5.10	Panel Annotations (Popisky).....	62
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>70</b>

## ÚVOD

Přelom 60. a 70. let se datuje jako počátek historie CAD programů, kdy velké průmyslové automobilové, letecké společnosti postavily základ pro novou cestu ve vývoji, v konstrukci a ve výrobě. K největšímu rozmachu v aplikacích CAD dochází během posledních dvaceti let se zavedením automatizace. O „pouhou desítku“ let později, v roce 1981 uvádí na trh francouzská společnost Dassault Systemes program CATIA verze 1, který slouží pro tvorbu 3D návrhu, plošné modelování a NC programování. V roce 1984 byla vydána CATIA verze 2. Tato verze byla v té době číslem jedna pro navrhování v leteckém průmyslu. V roce 1987 byla vytvořena CATIA verze 3, která sehrála vedoucí úlohu v podpoře konstruování v automobilovém průmyslu.

Výrobce, společnost Dassault Systemes, v současnosti představuje absolutní špičku v oblasti vývoje vyspělých inženýrských technologií. Tvorba a využití špičkového technologického know-how v desítkách mnohdy značně odlišných průmyslových oborů vyžaduje zaměstnávat stovky až tisíce specialistů s nejvyšší kvalifikací a tím i nejvyšší cenou na trhu práce a řídit je těmi nejschopnějšími manažery. Francouzská společnost Dassault Systemes investuje ročně do vývoje systému CATIA více než sto milionů USD, a to jednak formou vlastního vývoje, jednak i nákupem výsledků vývoje od řady dalších firem.

Teoretická část této práce se bude zabývat CAD technologií (terminologií), oblastmi využití, produkty společnosti Dassault Systemes.

V praktické části bude popsáno prostředí CATIE V5R18 a popis funkcí v modulech Assembly Design a Drafting. Práce bude obsahovat přílohy, v nichž bude vytvořen „postup“ pro tvorbu výkresu (modul Drafting) a sestavy (modul Assembly Design). K dispozici pak bude i hotový výkres součásti a sestava, součásti vytvořené v modulu Part Design.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 POČÍTAČOVÁ PODPORA STROJÍRENSTVÍ

## 1.1 Popis terminologie

### 1.1.1 CAD – Počítačová podpora konstruování

Pojem CAD - Computer-aided design, česky počítačem podporované projektování, nebo míněno na obecný CAD systém jako computer-aided drafting – počítačem podporované kreslení. Jde o velkou oblast IT, která zastřešuje širokou činnost navrhování. Jednoduše lze říct, že se jedná o používání pokročilých grafických programů pro projektování, místo rýsovacího prkna. CAD aplikace vždy obsahují grafické, geometrické, matematické a inženýrské nástroje pro kreslení plošných výkresů a modelování objektů a dějů reálného světa.

Pokročilejší řeší výpočty, analýzy a řízení systémů (výroby, zařízení). Blízkým příbuzným je také oblast počítačových vizualizací, protože virtuální 3D návrhy jsou často klientům prezentovány ve formě fotorealistických vizualizací.[1]

### 1.1.2 CAM – Přímé řízení výroby počítačem

Tyto technologie poskytují nástroje pro přípravu technologických operací realizovaných na obráběcích, tvářecích případně jiných typech produkčních strojů řízených jistým typem řídicího kódu. Geometrie výrobku pro návrh technologie může být převzata z CAD systémů, případně vytvořena přímo v integrovaném modeláři. Tato oblast úzce souvisí s problematikou CNC strojů. CAM zahrnuje prakticky veškeré typy obrábění a nekonvenčních metod, kterými jsou například řezání různými typy paprsků. CAM systémy umožňují podstatně rychlejší a jednodušší přípravu NC programů. Dnešní moderní CAM systémy s možností grafické kontroly vygenerovaného NC programu, systémy simulující obrábění, dokážou odhalit a odstranit případné technologické chyby. Tato simulace kinematiky slouží k vyšetření a zabránění kolizí nejen mezi nástrojem, držákem nástroje s obrobkem nebo upínkami, ale ke kontrole kolizí v celém pracovním prostoru stroje a mezi funkčními pohyblivými částmi stroje. V dnešních CAM systémech má uživatel k dispozici celou škálu základních, specializovaných i rozšiřujících nástrojů - počínaje elementárními nástroji pro

vytváření objemových těl a ploch, přes nástroje pro analýzu až po specializované návrhářské nástroje, jako jsou nástroje pro plechové díly, formy či svařování. Díky mnoha pokročilým a výkonným nástrojům však tyto systémy pronikají i do jiných oblastí, jako jsou design, architektura či projekce. [2]

### **1.1.3 CAE – Počítačová podpora inženýrských činností**

Jedná se o nástroje pro vývoj produktů, které usnadňují technické výpočty a analýzy vedoucí k optimalizaci funkčnosti, geometrie a rozměrů nového, případně inovovaného výrobku v průběhu jeho návrhu. Do této oblasti patří také systémy pro řešení kinematických vazeb a pohybových studií. Například virtuální větrné tunely, crash testy v automobilovém průmyslu aj. Dále se zde taky řadí nástroje pro návrh skladování a dopravu vyrobeného zboží. [2]

### **1.1.4 CIM – Výroba integrovaná počítačem**

CIM je technologie, která zajišťuje vzájemné propojení mezi jednotlivými skupinami výroby. Cílem koncepce CIM je optimalizace vývojových, konstrukčních, výrobních a administrativních funkcí podniku jako uceleného celku. Znamená to především integraci požadavků na informační proces s technickými a řídicími funkcemi průmyslového podniku. Hlavním principem integrace je nezávislost organizačních a technických funkcí procesu. Oba efekty, integrace dat a integrace procesů, jsou předpokladem pro vznik většího racionalizačního účinku CIM. Architektura CIM je jednotícím prostředkem, poskytujícím konzistentní metody, techniky a nástroje, pomocí nichž mohou být vyvíjeny aplikační systémy CIM. Sdílená data a informace mohou být doplňovány novými funkcemi a jsou schopné se vyrovnat rychlému vývoji technických prostředků bez nutnosti změn samotných aplikací.[3]

### **1.1.5 FEM – Výpočty založené na metodě konečných prvků**

Doplňují CAE systémy o analytické řešení multifyzikálních úloh v mechanice, pružnosti, pevnosti, akustice, termice, elektrostatice a celé řadě jiných oblastí. Tyto systémy úzce souvisí s oblastí návrhu, optimalizace geometrie a určení mechanických vlastností nového,

případně inovovaného výrobku. Použití FEM pro analýzu fyzikálních systémů je pak označováno jako FEA. Metody a nástroje FEM/FEA jsou základním nástrojem pro vytváření virtuálních prototypů. [2]

### **1.1.6 PDM – Správa dat o produktu**

Jedná se o samostatné nebo integrované prostředky pro archivaci, výměnu a analýzu digitálního obsahu. Propojují mezi sebou datové výstupy z jednotlivých aplikací a umožňují verifikaci jejich variant. Součástí PDM systémů jsou nástroje pro podporu schvalovacího řízení. Data jsou v PDM systémech analyzována nejčastěji pomocí uživatelsky definovaných atributů na úrovni návrhu nebo použitých technologií. Tyto systémy usnadňují a zefektivňují práci s rozpiskami, kusovníky a dalšími technickými dokumenty

### **1.1.7 PLM – Správa životního cyklu výrobku**

PLM není jeden produkt, jde o soubor systémů, od CAD, CAM, CAE..., přes řízení dat (PDM), vizualizaci, různé simulace výroby, až po systémy pro komunikaci se zákazníky a subdodavateli apod. Ve své podstatě rozšiřuje původní řešení CIM o nové oblasti, které vycházejí z posílení orientace produkce na zákaznické potřeby. PLM řešení v sobě sdružuje jak systémy, postupy a nástroje pro řešení problematiky přímo svázané s realizací nového, případně inovovaného výrobku, tak systémy, nástroje a postupy pro zabezpečení správy vlastního digitálního obsahu. Pojem PLM má rozdílný význam od ostatních oblastí a to v tom, že oblast PLM je ve své podstatě spíš souhrnnou a zobecněnou filosofií produkce výrobku, než konkrétními aplikacemi pro řešení konstrukce, přípravy výroby nebo datové komunikace. Lze s nadsázkou říci, že výrobek je provázen od první myšlenky až po likvidaci „digitálním popisem“, který v sobě zahrnuje veškeré informace pro jeho návrh, vytvoření, prodej, support, modernizaci a likvidaci. [1], [4]

## 1.2 CAD systémy

### 1.2.1 Rozdělení CAD systémů

CAD systémy lze rozdělit do tří kategorií. V té nižší třídě jsou takové, které podporují tvorbu dvojrozměrných objektů a umožňují generování výkresové dokumentace. Ve střední třídě již najdeme systémy obsahující trojrozměrné modelovací nástroje, včetně těch vizualizačních. Velké CAD systémy jsou plně trojrozměrné a umožňují vytvoření výkresové dokumentace podle 3D modelu. Zde už je neustále provázán model s výkresem, což znamená, že případné změny provedené v libovolné části se projeví jak ve výkresu, tak v modelu. Navíc je možné celý program upravovat podle požadavků uživatele [7].

### 1.2.2 Oblasti využití

CAD software je v dnešní době rozšířen a využíván v širokém spektru odvětví a aplikací.

Hlavní odvětví, využití CAD software:

#### **Strojírenství**

V tomto oboru se CAD software soustředí především na objemové modelování, ze kterého případně vychází následná 2D dokumentace. Tvoří se zde sestavy z objemových součástí a simulují různá jejich vzájemná zatížení apod., neboli se zde využívá metody konečných prvků pro výpočtové modelování, což úzce souvisí s výrobou CAM, programování NC strojů. V této profesi je velmi používán například Autodesk Inventor, CATIA, SolidWORKS, Solid Edge a PRO/ENGINEER.

#### **Elektroprůmysl**

Historicky první aplikační oblast, především dvourozměrné úlohy, které se týkají plošných spojů, rozvodů sítí atd. Znamé produkty jsou: EAGLE, ECAM, Elektro-Partner.

### **Chemický průmysl**

Především řešení technologií, simulace chemických procesů, potrubního vedení, atd. Znamé produkty jsou ChemCAD, AutoPlant (nadvstavba nad AutoCAD pro vedení potrubí).

### **Architektura**

Zde je nejvíce vidět rozdíl technologie CAD proti klasickým metodám. Používají se zde často 3D modely, jejich kompozice, vizualizace, popřípadě animace. Zkušenosti architekti mají nemalý odpor k používání CADu v této oblasti ve velké míře, protože CADovské techniky nevhodně používané nutí uživatele k unifikaci, svazují kreativitu. Na druhé straně silně odstraňují monotónní práci při tvorbě pohledu apod. Systémy CAD je nutné chápat jako pouhé nástroje, ne ovlivňující přístroje.

### **Stavebnictví**

V levné kategorii lze tvořit především rovinné půdorysy, používat knihovny prvků. Napojení na databázové aplikace (výkazy výměr, výpisy materiálů). Pro větší projekty je nutné trojrozměrné modelování. Zde je nepříjemné, že složité stavební objekty se modelují pouze "pro jedno použití". Lze však nasimulovat velmi drahou stavbu před vlastní realizací. Napojují se ostatní CAD technologie - MKP, plánování a provádění staveb. Zatím není rozvíjená oblast CAM. Pro stavebnictví i architekturu jsou nejznámější SPIRIT, Allplan (Nemetschek), ArchPartner, ArchiCAD.

### **Design, vizualizace, animace**

Více výtvarná než inženýrská oblast, chápána zcela samostatně nebo jako součást některého "klasického" oboru (stavebnictví, architektura, strojírenství) pro zobrazování projektovaných objektů. Je charakteristická vysokými nároky na výpočetní výkon. Často je součástí velkých CAD balíčků. Znamé specializované produkty jsou 3D Studio, Softimage, Model-View. [4]



## 2 PŘEDNÍ SVĚTOVÍ VÝROBCI CAX TECHNOLOGIÍ

### 2.1 Dassault Systèmes

Dassault Systèmes je světový lídr v 3D a PLM (Product Lifecycle Management) řešeních, která dodává více než 115 000 zákazníků v 80 zemích světa. Na trhu softwarových aplikací působí už od roku 1981. Dassault Systèmes nabízí trojrozměrnou vizi celého životního cyklu produktu od návrhu přes údržbu po recyklaci. Společnost je také průkopníkem na poli 3D marketingových řešení. Portfolio Dassault Systèmes zahrnuje tyto produkty: CATIA pro virtuální navrhování, SolidWorks pro trojrozměrný mechanický design, DELMIA pro virtuální výrobu, SIMULIA pro virtuální testování, ENOVIA pro management životního cyklu produktů a 3DVIA pro trojrozměrnou “živou zkušenost”. CATIA, DELMIA, ENOVIA, SIMULIA, SolidWorks a 3D VIA jsou ochrannými známkami společnosti Dassault Systèmes a jejích dceřiných společností ve Spojených státech a dalších zemích [5].

#### 2.1.1 CATIA

CATIA je jedním ze základních pilířů Dassault Systèmes integrovaného 3D PLM řešení pro průmysl. Počítačový produkt CATIA vznikl na konci sedmdesátých let minulého století ve francouzské společnosti Dassault Aviation, aby podporoval návrh letadel z produkce této firmy. Název CATIA vznikl spojením úvodních písmen Computer-Graphics Aided Three Dimensional Interactive Application. Na počátku osmdesátých let minulého století se z firmy Dassault Aviation vydělila společnost Dassault Systèmes, která od té doby stanovuje trendy v počítačové podpoře návrhu výrobku. CATIA je multi platformní PLM/CAD/CAM/CAE komerční software vyvíjený společností Dassault Systèmes

- CATIA patří mezi historicky první a dodnes je komerčně nejúspěšnější softwarový produkt pro 3D návrh výrobku
- CATIA jako první produkt na trhu podporoval trend digitálního prototypu výrobku (Digital Mock-Up) a digitální továrny (Digital Manufacturing)

- CATIA jako první 3D PLM produkt na trhu podporoval řízení procesů, údajů a dokumentace o výrobku v průběhu celého životního cyklu výrobku, tzv. PLM (Product Lifecycle Management)
- Dassault Systèmes přišel v roce 2008 s novou definicí PLM, která je označována jako PLM 2.0, která je základem nové generace 3D PLM řešení označovaného jako „Platforma V6“.

V současné době Dassault Systèmes nabízí tři linie: CATIA V4, CATIA V5 a CATIA V6, které nabízejí nástroje vhodné pro široké spektrum podniků od nejmenších až po koncerny v různých průmyslových odvětvích. Pomocí těchto nástrojů mohou firmy využívající produkty Dassault Systèmes pokrýt kompletní životní cyklus výrobku, tzn. od koncepčního návrhu designu, přes vlastní konstrukci, různé analýzy, simulace a optimalizace až po tvorbu dokumentace a NC programů pro vlastní výrobu.



Obr. 1 CATIA [8]

### 2.1.2 ENOVIA

ENOVIA přináší novou úroveň spolupráce všech účastníků v rámci rozšířené výrobní organizace, nezávisle na odvětví, při tvorbě a správě digitální definice budoucího výrobku a při řízení jeho celého životního cyklu. Svými produkty sleduje hlavní cíl PLM: uvedení nového nebo inovovaného výrobku na trh rychleji, s nižšími náklady a vyšší kvalitou provedení.

### 2.1.3 3DVIA

3DVIA, nejnovější, šestá produktová řada Dassault Systèmes, jejíž filosofie je jednoduchá: ustanovit 3D jako přirozený a univerzální jazyk pro komunikaci a spolupráci všech účast-

níků při realizaci budoucího výrobku, a to včetně jeho budoucích uživatelů. Umožňuje svým uživatelům bezprostřední zrychlení životního cyklu jejich výrobků uvolněním, zpřístupněním a opětovným využitím již dříve vytvořených 3D/PLM dat a informací z ERP a CRM systémů mimo útvary jejich vzniku, tedy z vývoje, konstrukce a technické přípravy výroby do dalších výrobních i nevýrobních procesů v rámci rozšířené organizace, tedy včetně dodavatelského řetězce a zákazníků.

#### **2.1.4 DELMIA**

DELMIA řešení pro digitální výrobu a produkci umožňuje výrobcům nezávisle na průmyslovém odvětví virtuálně definovat, plánovat, vytvářet, monitorovat a řídit výrobní procesy.

#### **2.1.5 SIMULIA**

Škálovatelné portfolio řešení pro realistickou simulaci a analýzu chování budoucího výrobku, jako integrovaná součást procesů výzkumu, návrhu a technické přípravy výroby. Obě řady, CATIA Analysis aplikace a nově i Abaqus produktová sada pro FEM analýzy obsahují řízení životního cyklu simulačních a analytických dat, procesů a intelektuálního vlastnictví organizace vůbec.

#### **2.1.6 DraftSight**

DraftSight je bezplatný, profesionální produkt pro 2D CAD, založený na otevřeném obchodním modelu. DraftSight lze použít k:

- vytváření 2D výkresů
- aktualizaci a správě souborů .dwg a .dxf
- vytváření PDF souborů
- výměně souborů se společnostmi, které poskytují nebo požadují data uložená ve formátu .dwg nebo .dxf [8].

## 2.2 Autodesk

Společnost Autodesk začala dodávat praktický a výkonný software před více než dvaceti lety, kdy byl uveden systém AutoCAD. Ten je dnes světově nejdostupnějším a nejpoužívanějším softwarovým nástrojem pro návrh. Autodesk dodává také stejně výkonnou sadu intuitivně ovladatelných, dostupných a spolehlivých softwarových produktů pro další náročné obory. Umožňuje tak příslušným specialistům plně zrealizovat jejich nápady, protože zjednodušuje komplexní návrhová a strojírenská data a zpřístupňuje je v digitální podobě. Autodesk má globální zastoupení v oborech stavebnictví, strojírenství, infrastruktury, médií a zábavy a bezdrátových datových služeb. Zákazníky jsou 98 % společností z žebříčku Fortune 500 a 100 % společností z žebříčku Fortune 100, a také mnoho malých a středních firem [6]. Sady produktů společnosti Autodesk pro navrhování a tvorbu obsahu nabízejí uživatelům snazší přístup k odvětvově specifickým návrhovým nástrojům v promyšlených kombinacích, vycházejí finančně výhodněji a dají se nainstalovat, přizpůsobit a spravovat snáze než jednotlivé produkty. Sady také umožňují větší flexibilitu inovovat a reagovat na měnící se obchodní požadavky. Kromě toho dovolují zákazníkům snáze prozkoumávat jiné produkty a technologie. Díky jednotnému uživatelskému rozhraní umožňují snadné zvládnutí práce s různými nástroji společnosti Autodesk. Sady Autodesk Design Suite řady 2012 zahrnují:

### 2.2.1 Autodesk Design Suite 2012

Spojuje výkon a flexibilitu aplikace AutoCAD s intuitivními nástroji pro skicování, koncepční navrhování, prezentaci a vizualizaci. Díky tomu mohou architekti a návrháři produktů vytvářet přesvědčivé návrhy, hladce sdílet data napříč všemi fázemi návrhu a udělat z vizuální komunikace nedílnou součást návrhového procesu. Základem sady Autodesk Design Suite je aplikace AutoCAD 2012, která byla doplněna o nové a rozšířené pracovní postupy pro koncepční navrhování, dokumentaci modelu a zachycování reality.

### 2.2.2 Autodesk Product Design Suite 2012

Je nové, komplexní a finančně výhodné řešení pro tvorbu atraktivních produktů. Obsahuje špičkové aplikace společnosti Autodesk pro tvorbu, vizualizaci a simulaci návrhů včetně

aplikace Autodesk Inventor 2012, která přináší účinné nové funkce pro navrhování udržitelných výrobků.

### 2.2.3 Autodesk Building Design Suite 2012 a Autodesk Infrastructure Design Suite 2012

Nabízejí komplexní soubor nástrojů, které pomohou architektům, konstruktérům a plánovačům s řešením potřeb z hlediska pracovního postupu, od návrhu, vizualizace a simulace projektů až po tvorbu dokumentace a vlastní výstavbu. Sada Autodesk Building Design Suite obsahuje produkty Revit 2012, které nabízejí nové nástroje pro spolupráci a stavební modelování a díky podpoře mračen bodů umožňují přímo začlenit laserové skenování do procesu informačního modelu budovy (BIM). Autodesk Infrastructure Design Suite obsahuje aplikaci AutoCAD Civil 3D 2012, která pomáhá urychlit navrhování dopravní infrastruktury novými nástroji pro modelování silnic a přidává integrované funkce pro analýzu kanalizačních sítí plně využívající model aplikace Civil 3D.

### 2.2.4 Autodesk Entertainment Creation Suite 2012

Rozšiřuje pracovní postupy aplikací Autodesk 3ds Max a Autodesk Maya o intuitivní nástroje pro modelování a malování textur, animaci postav v reálném čase a efekty. 3ds Max 2012 přináší nové akcelerované grafické jádro, technologii mRigids pro dynamické simulace tuhých těles v pohledu a nová vylepšení modelování a malování. Maya 2012 nabízí vylepšení pracovního pohledu včetně celoobrazovkových efektů, editovatelných tras pohybu pro úpravy animace v pohledu a nových simulačních možností [9].



Obr. 2 Balíčky 2012 od Autodesku [9]

## 2.3 Siemens PLM Software

Siemens PLM Software je samostatná obchodní jednotka divize Siemens Industry Automation společnosti Siemens a přední světový poskytovatel PLM softwaru a služeb PLM, neboli Product Lifecycle Management (správa životního cyklu výrobku), lze definovat jako informační strategii, firemní strategii a v neposlední řadě transformační obchodní strategii. PLM dává společností sílu činit jednotná, informacemi podpořená rozhodnutí ve všech stádiích životního cyklu výrobku. Systémy PLM zahrnují tvorbu dat o výrobku a procesech (CAD/CAM/CAE, kusovníky, simulace výrobních procesů atd.), sdílení a řízení informací (prohlížeče, PDM, řízení projektů, řízení konfigurace, definice procesů, vizualizace atd.), systémy pro sběr, uchování dat a jejich prezentaci a výměnu mezi finalisty a subdodavateli a dále interface pro prezentaci do jiných systémů (katalogy, obchodní konfigurátory, systémy SRM, ERP, SCM atd.).

### 2.3.1 Teamcenter

Teamcenter je název softwarové produktové řady pro řízení životního cyklu výrobku tzv. lifecycle management od společnosti Siemens PLM Software. Základním produktem řady je Teamcenter Engineering. Rozšíření systému dále představují produkty Teamcenter Manufacturing, Visualisation a Project. Teamcenter umožní vytvořit správný soubor požadavků a sdělit ho dalším rozhodujícím osobám. Výkonné nástroje pro systémové inženýrství umožní definovat návrh systémů v celé doméně a řízení požadavků tento systémový návrh sdělí do celého podniku. Teamcenter poskytuje všem jednotlivcům a funkčním týmům přehled o každém požadavku a o informacích, které s ním souvisejí, v průběhu celého životního cyklu. Díky sladění rozhodnutí se strategií může společnost dodávat výrobky, které reagují na názory zákazníků, a dosáhnout plánovaných výnosů, výkonnosti a kvality.

### 2.3.2 NX

Řešení Siemens NX je CAx systém postavený na jednotném, otevřeném a moderním technologickém základě a zohledňuje v sobě veškeré aspekty procesu vývoje produktu od jeho návrhu až po výrobu, čímž se stává vysoce výkonným řešením pro celkové urychlení vývoje výrobku ve všech jeho fázích: Průmyslový design, Konstrukce, Simulace, Dokumentace,

Nástroje, Obrábění. Aplikace CAD/CAM/CAE představují v příslušném průmyslovém odvětví nejširší řadu integrovaných a plně asociativních řešení, které v kombinaci s řešením NX pokrývají celý rozsah vývojových procesů v oblasti designu produktů, výroby a simulace. Řešení Siemens NX poskytuje kompletní sestavu nástrojů pro integraci automatizace procesů, a umožňuje tak uživatelům shromažďovat a opětovně využívat znalosti o výrobcích a procesech. Řešení NX (Obr. 3) poskytuje kompletní sadu nástrojů využitelných od prvního ideového návrhu až po modelaci a analýzu a představuje integrovanou část kompletního digitálního řešení pro vývoj produktu [10].



*Obr. 3 NX 8 [10]*

### **2.3.3 Solid Edge**

Solid Edge se Synchronní technologií je hybridní 2D/3D návrhový systém. Uživatelské prostředí Solid Edge je vybudováno na základech jedinečné technologie Stream, která zaručuje jednoduchost na učení pro začínající, snadnost používání pro příležitostné, a rychlost a efektivnost pro rutinní uživatele. Základními pilíři, na kterých je postavena celá aplikace jsou ergonomie Office 2007, interaktivní uživatelské prostředí a procesně orientované technologie. To vše přináší uživatelům jedinečné výhody. Díky výše jmenovaným a mnoha dalším jedinečným technologiím je možné v Solid Edge ST upravovat modely importované z jiných CAD systémů snadněji a rychleji, než by to dokázal jejich autor v původním systému [12].

### 3 SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIE

Synchronní technologie přináší nový způsob práce, který kombinuje rychlost a pružnost explicitního modelování s ovladatelností a automatizací parametrického modelování. Model se vytváří pomocí skládání konstrukčních prvků, ale bez jejich historické závislosti. Prvky, které se nejlépe modifikují pomocí parametrů definovaných při vytváření, jako jsou skořepina, díra nebo pole prvků představují skupinu takzvaných procedurálních prvků. Tyto prvky dovolí editaci svých parametrů bez nutnosti přepočítávat prvky, které byly přidány k modelu později. 3D kóty se převezmou z původních skic, nebo je možné je vkládat přímo na 3D geometrii tělesa. Pomocí parametrizace 3D geometrie namísto jednotlivých skic uživatel získává nesrovnatelně větší volnost při tvorbě nebo modifikaci modelu a definování parametrizace tvaru tělesa. Aktivní pravidla zajišťují zachování předpokládaného tvaru součásti při modifikaci rozpoznáním geometrických vazeb na tělese bez nutnosti jejich předchozího zadání. Jednotlivé vazby je možné podle potřeby potlačit [12].

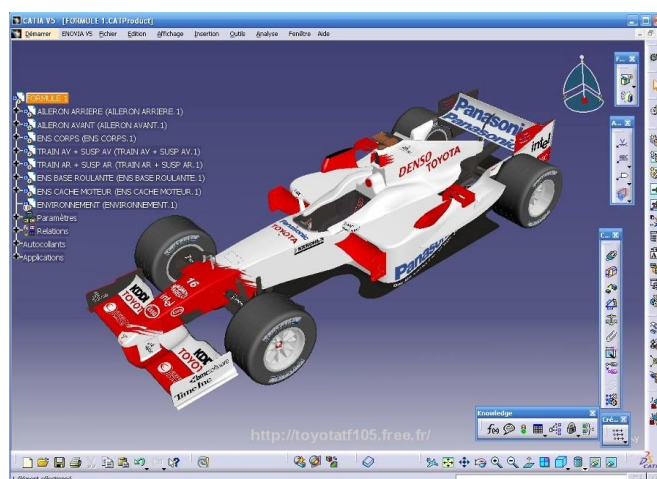
Synchronní technologie může pracovat i s importovanými daty bez historie. Stejně množství editačních nástrojů je dostupné pro nativní data stejně jako pro importovanou geometrii. Plochy, nebo sady ploch, mohou být kopírovány, přesunuty, otočeny nebo vymazány. Pro přesnou kontrolu je možné přidat kóty. I přesto, že importovaná geometrie je „hloupá“, ve smyslu že neobsahuje žádné vazby ani prvky, aktivní pravidla rozpoznají geometrické vztahy a zajistí předvídatelnou modifikaci [13].



## 4 CATIE

Vyspělý 3D plně integrovaný CAD/CAM/CAE systém, nástroj té nejvyšší profesionální úrovně, francouzské firmy Dassault Systemes, představuje v současné době špičku mezi inženýrskými systémy určenými pro počítačem podporovaný vývoj nových výrobků. Systém CATIA V5 od Dassault Systemes tvoří několik desítek plně integrovaných softwarových produktů určených pro vývoj nových průmyslových výrobků, přípravu jejich automatizované výroby a virtuální ověření jejich celého životního cyklu až do stadia ekologicky přijatelné likvidace. Zmíněnými výrobky může být velmi široké spektrum průmyslové produkce, počínaje strojírenským spotřebním zbožím přes dopravní prostředky všeho typu, výrobní stroje, zařízení a nástroje až po investiční celky. Široké spektrum modulů, kterými CATIA V5 disponuje, umožňuje vytvářet softwarové řešení sladěné s konkrétními podmínkami a požadavky uživatelů.

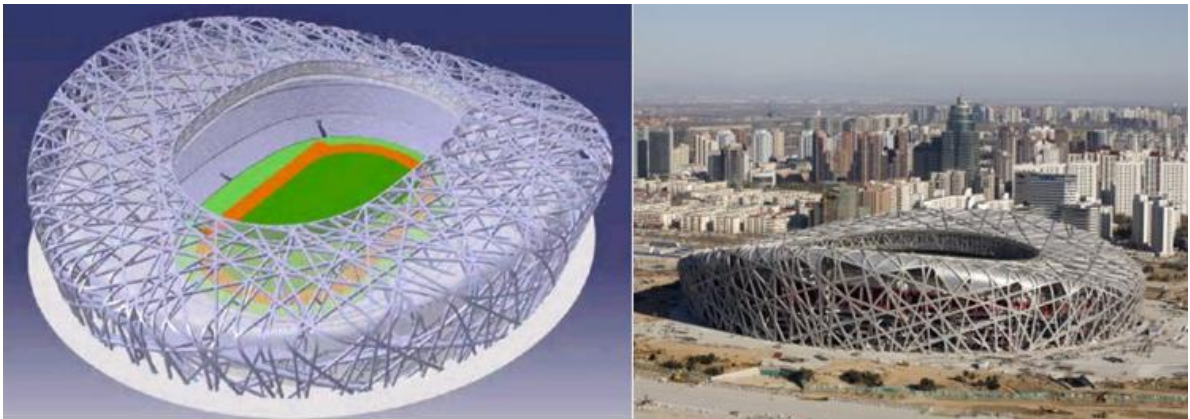
Systém CATIA je používán ve všech oblastech průmyslu. Automobilový průmysl (používají jej velké automobilky jako Chrysler, BMW, VW, ŠKODA, osm stájí Formule 1 (Obr. 4), letecký průmysl (Boeing - významný výrobce letadel), návrh a konstrukce lodí, výroba spotřebního zboží, architektura (Obr. 5), výroba obráběcích strojů nebo investičních celků těžkého strojírenství, průmyslových provozů. Pro konstrukci svých produktů používají tento systém také např. IBM nebo LUX.



Obr. 4 Příklad využití Catie v závodním průmyslu [16]

Nejrozšířenější CAx systém v automobilovém průmyslu (převážně karoserie, palubní deska...) na světě hlavně díky dobré podpoře v oblasti plošného modelování kategorie

Class A design (odvětví konstruování vysoce esteticky náročných ploch - odlišuje se mnoha specifickými postupy od běžného plošného modelování nebo dokonce od klasického solid modelování). Při vhodné konfiguraci schopna pokrýt návrhářskou práci od tvorby designu, vlastní konstrukce, přes různé analýzy, simulace a optimalizace až po tvorbu dokumentace a NC programů pro vlastní výrobu. Zachovává plnou asociativitu.



*Obr. 5 Příklad využití Catie v architektuře [17]*

Výrobce, společnost Dassault Systemes, v současnosti představuje absolutní špičku v oblasti vývoje vyspělých inženýrských technologií. Tvorba a využití špičkového technologického know-how v desítkách mnohdy značně odlišných průmyslových oborů vyžaduje zaměstnávat stovky až tisíce specialistů s nejvyšší kvalifikací a tím i nejvyšší cenou na trhu práce a řídit je těmi nejschopnějšími manažery. Francouzská společnost Dassault Systemes investuje ročně do vývoje systému CATIA více než sto milionů USD, a to jednak formou vlastního vývoje, jednak i nákupem výsledků vývoje od řady dalších firem.

Na druhé straně operuje na trhu počítačem podporovaných technologií snad až několik desítek menších výrobců, kteří vlastní specifické know-how pro určitý obor, pro nějž nabízejí samostatné softwarové produkty s vlastní architekturou a specifickými datovými modely. Tyto produkty mnohdy nabízejí velmi dobrou technologickou úroveň pro úzkou a specializovanou oblast a pro vnější komunikaci používají zpravidla standardní datová rozhraní. Potenciální uživatelé CAD/CAM/CA... technologií často stojí před rozhodnutím, zda pro pokrytí vývojových a výrobních potřeb zvolit integrovaný systém CATIA, kterým budou schopni řešit prakticky všechny požadavky, nebo pro jednotlivé oblasti nasadit specializované samostatné produkty. Následující argumenty si kladou za cíl zdůvodnit, proč vlastně

vysoce náročné integrované systémy vznikly a proč je uživatelé nakupují a používají, i když by jistě mohli jednotlivé oblasti řešit samostatnými a často levnějšími systémy.

Jednotný datový model pro všechny integrované aplikace systému CATIA umožňuje přístup k datům bez jakýchkoliv překladů. Totožná data se používají např. pro tvorbu geometrie a její editaci, grafických výstupů a dokumentace, pro analytické a simulační procesy, programování numericky řízených strojů atd.

Základní entitou všech CAx technologií je geometrický model. U systému CATIA se definuje model součásti (part) a výrobku (product). Vývoj je souhrnný proces řady změn. Pomocí editace geometrického modelu, tj. změnami, probíhá tvůrčí práce vývojáře, který generováním, posuzováním a zamítáním mnoha variant hledá optimální řešení konstrukce. Produktivitu tomuto procesu zajišťuje zejména parametrizace geometrie, tj. schopnost geometrie přizpůsobit se změnám srozumitelně definovaných a jednoduše měnitelných hodnot. Integrovaný systém je schopen využívat výhod parametrizace a provádět změny geometrie ve všech etapách vývojového procesu právě díky jednotnému datovému modelu.

Integrovaný systém CATIA zajišťuje vysokou úroveň provázanosti změnových procesů mezi jednotlivými aplikacemi. Změna geometrie modelu se automaticky promítne do již zpracované výkresové dokumentace, analytických aplikací, CNC procesů a podobně. Systém tedy sám zajistí provedení všech změnových řízení a garantuje konzistentnost výstupů z hlediska změnového stavu. Přitom tento proces je možno řízeným způsobem ovlivňovat pomocí integrovaného správního systému (Product Data Management), který mimo jiné řeší i otázku uchovávání a uvolňování jednotlivých verzí geometrie, výstupů a přístupu k nim.

CAx systém je pouze nástrojem umocňujícím duševní schopnosti člověka. Jednotné uživatelské rozhraní systému CATIA bylo vyvinuto s pomocí nejmodernějších poznatků o ergonomii tvůrčí duševní práce. Kontextově orientovaná ovládací menu s ikonami, vícejazyčné provedení textů (včetně češtiny), grafická dialogová okna, víceúrovňová nápověda a hypertextová, graficky dokonale zpracovaná dokumentace jsou charakteristiky, pro něž lze uživatelské rozhraní CATIA nazvat špičkovým řešením. Toto rozhraní je společné pro všechny aplikace [14, 15].

## 4.1 Konfigurace, moduly, platformy

CATIA V5 navržen jako modulární a otevřený systém. Jednotlivé moduly (produkty) jsou určeny vždy pro konkrétní činnost (analýza pevnosti, modelování ploch, generování výkresů atd.). Díky otevřenosti celého systému je možné navíc vytvářet moduly specializované, které nejsou v základním portfoliu CATIA produktu. Produkty jsou základními bloky software CATIA V5. Jsou řazeny do skupin, které odpovídají nejobvyklejším uživatelským profilům v průmyslových i výrobních oblastech. Tyto skupiny se nazývají konfigurace a jsou dále rozděleny do tří základních platforem: P1, P2 a P3. Každá z těchto platforem se zaměřuje na specifickou úroveň zákaznických potřeb, na odlišný typ uživatele a odlišný způsob práce. Jednotlivé CATIA produkty existují často ve variantě pro dvě nebo i všechny tři platformy a liší se pouze v detailech s přihlédnutím na zaměření platformy.

- *Platforma P1* poskytuje soubor softwarových modulů orientovaných na objemové modelování na bázi features a je vhodným startovacím řešením pro nové uživatele systému CATIA. V rámci větších konfigurací systému lze tuto platformu doporučit i pro občasné uživatele, kteří pro své výkony v rámci týmových struktur nepotřebují plný rozsah aplikací a funkcionalit systému.
- *Platforma P2* zahrnuje rozšířený soubor konfigurací a aplikačních modulů založených na hybridní modelovací technologii s doporučením pro produktově a technologicky orientovaný vývojový proces a pro výrobce s nejvyššími požadavky na komplexní elektronickou definici výrobků a technologií.
- *Platforma P3* přináší vysokou úroveň specifické funkční výbavy jak zvláštním zákazníkům, tak úsekům rozsáhlých průmyslových komplexů [8].

## 4.2 CATIA V5R21

V oblasti tvarového a plošného modelování přináší CATIA V5R21 v rámci produktu CATIA Imagine & Shape designérům především pro účely návrhu automobilových karosérií modernější, bohatší a výkonnější nástroje pro tvarování a modifikaci volných tvarů z "virtuální hlíny" s možností fotorealistické vizualizace jako zpětné vazby v jakékoliv fázi kreativního návrhu. Rovněž byly vylepšeny nástroje pro analýzu a validaci kvality estetické

kých ploch třídy A (rozšíření a vylepšení řešení CATIA Imagine & Shape), které přispějí k plnění náročných standardů (Obr. 6).



*Obr. 6 Vylepšení řešení ploch třídy A v CATIA V5R21 [8]*

V oblasti mechanického návrhu podstatně vylepšený skicář nyní umožňuje přesnější návrh "v kontextu". Produkt CATIA Part Design umožňuje zkrácení času ve fázi koncepčního návrhu díky nové asociativitě mezi tvořící 2D geometrií nebo interními profily a konečným 3D tvarem výrobku.

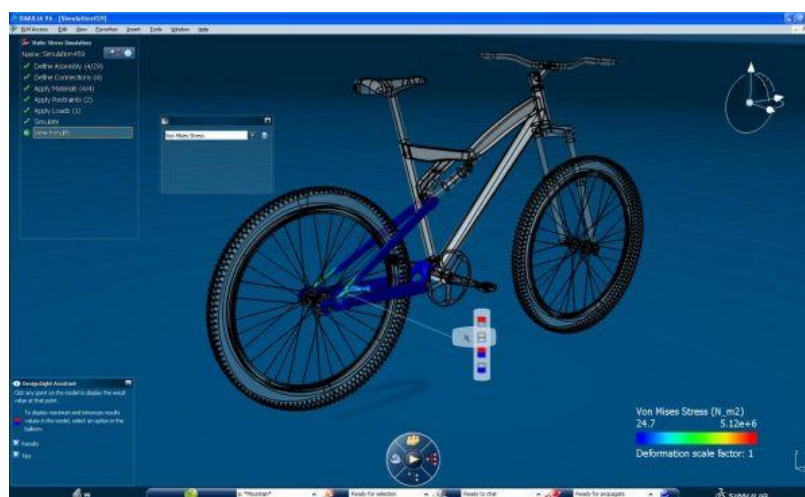
CATIA V5R21 poskytuje rovněž vyšší podporu pro výměnu 2D dat koncepčního návrhu. Koncepční 3D studie mohou vycházet a být generovány z historických importovaných překrývajících se 2D vrstev (layers) DXF nebo DWG formátu a z těchto vrstev může být vytvářen jednolistový 2D výkres, který obsahuje všechny importované vrstvy.

CATIA V5R21 je nyní i více otevřená vůči ostatním CAD datovým formátům, nově podporuje Pro/E WF5, UG NX6, SolidWorks 2009, SolidWorks 2010, ACIS V19 a Parasolid V21.

Pro zajištění hladkého a bezproblémového přechodu uživatelů CATIA V5 do verze V6 DS přináší obousměrnou kompatibilitu V5 a V6 dat na stejné úrovni kompatibility dat jako mezi dvěma podporovanými release V5. Zachovány navíc zůstávají vazby v návrzích mezi daty obou systémů CATIA V5 a V6. Díky využití totožného geometrického jádra v obou verzích programů je možné pracovat v hybridním prostředí, které je určitě efektivnější, než dosavadní spolupráce mezi jednotlivými verzemi.

### 4.3 CATIA V6R2012

Nová platforma V6 společnosti Dassault Systemes představuje novou budoucnost správy a řízení životního cyklu výrobku. CATIA V6 poskytuje špičkové řešení pro 3D tvorbu produktů. Oživuje inovaci použitím trojrozměrné spolupráce v srdci podniku a pomáhá urychlit transformaci k úplné strategii PLM 2.0 pro účely veškerých výrobních organizací. CATIA V6 nabízí uživatelům komplexní pokrytí procesu vývoje produktů v jejich odvětvích od úvodních konceptů až po údržbu a recyklaci produktu. Lze jej použít ve všech hlavních výrobních odvětvích. Tato verze je připravena k bezprostřednímu použití v automobilovém, leteckém, strojním a spotřebním průmyslu. První verze produktu CATIA V6 uvádí novou generaci funkcí virtuálního návrhu při důsledném využití schopností spolupráce v rámci celého podniku (Obr. 7) [18].



Obr. 7 Pracovní prostředí V6R2012 [8]

CATIA V6 redefinuje CAD z čistě fyzické, geometrické definice výrobku na plně funkční digitální prototyp obsahující v sobě plnění fyzických, funkčních a logické požadavků. V oblasti systémového inženýrství nabízí unikátní integrované řešení pro vývoj a simulaci multidisciplinárních systémů CATIA Dynamic Behavior Modeling stejnou funkční úroveň včetně kompletní sady knihoven jako Dymola 2012.

Obdobně v oblasti návrhu ploch nyní nabízí CATIA V6R2012 sadu výkonných a intuitivních nástrojů pro asociativní modelování, analýzy a vizualizace estetických a ergonomických ploch třídy A na bázi technologie ICEM.

CATIA Live Rendering přináší nové funkce a nové knihovny HDRI (High Dynamic Range Images) obsahu pro interaktivní fotorealistickou vizualizaci výrobku včetně možnosti vložení objektu do importované reálné scény (Obr. 8) [8].



*Obr. 8 Vymodelovaný objekt v reálné scéně [15]*

Verze 2012 představuje mj. nové funkce pro interoperabilitu mezi verzí 6 a dalšími PDM systémy, a to na základě XML a webových služeb. Nové úrovně integrace mezi verzí 6 a ERP řešeními jsou nyní k dispozici i ve verzi 2012, což významně přispívá k lepšímu využití produktů, procesů a zdrojových dat. Vedle toho CATIA V6R2012 přináší další pokrok v systémovém inženýrství a multidisciplinární metodologii projektování, která integruje požadavky a funkční, logické a fyzické definice produktů. [15]

#### **4.3.1 On-line globální spolupráce**

Umožňuje uživatelům spolupráci při návrhu výrobku pomocí on-line přístupu k 3D modelu a vytváří prostor pro společnou komunikaci, konzultace, diskuse a sdílení zkušeností.

#### **4.3.2 PLM zkušenosti**

Intuitivní, jednoduché a efektivní V6 uživatelské rozhraní pro 3D návrh výrobku usnadňuje manipulaci s 3D modelem a zpřístupňuje jeho PLM informace.

### 4.3.3 Jednotná PLM platforma pro správu duševního vlastnictví

Znalosti o produktu jsou dostupné všem útvárům podílejícím se na realizaci výrobku. Opětovné použití dřívějších návrhů a procesů výrazně automatizuje a urychluje návrhy nových produktů a jejich realizačních procesů.

### 4.3.4 PLM obchodní procesy

V6 platforma je navržena tak, aby pokryla PLM procesy všech průmyslových odvětví a optimalizovala, standardizovala a urychlovala veškeré obchodní procesy ve vztahu k vývoji a realizaci nových výrobků. V6 vyhodnocuje a poskytuje svým uživatelům nejlepší postupy, ověřené znalosti a zkušenosti vzniklé v daném odvětví při vývoji výrobku.

### 4.3.5 Nízké náklady vlastnictví

Uživatelé V6 nyní pracují s jedinou a jednotnou databází, což umožňuje snižování nákladů na správu informací, čas na výuku, podporu aj. [18].

## 4.4 V5R18 Assembly Design

Tento modul Catie je určen pro tvorbu a správu sestav. Umožňuje základní operace vytvoření sestav pomocí vložených nebo v sestavě modelovaných dílů. Tvorba a editace vazeb jednotlivých prvků sestav je zajištěna pomocí jednoduchých nástrojů. Lze spravovat vytvořenou strukturu sestavy, editovat a upravovat linky jednotlivých prvků. V kontextu sestavy je možno vytvářet nové díly, jejichž konstrukce je efektivnější a rychlejší. Díly mohou být provázány s již existujícími prvky ať už pomocí skicáře nebo vytvořených parametrů a marker. Vzhledem k funkcím a vlastnostem prvků lze díly sestav podrobovat analýze-sestavu lze snadno využít ke kontrole kolizí jednotlivých partů. Součástí je příprava sestav pro tvorbu 2D dokumentace, včetně dynamických řezů, práce se scénami, pozicování a tvorbu kusovníků. Vytvořené sestavy lze přenést do dalších modulů, které nabízí správu daných celků nebo jejich částí. Také je možné otevření sestav v jiných modelářích. Tato možnost je s určitými omezeními ve stromě historie tvorby dílů.



## 4.5 V5R18 Drafting

Modul sloužící pro tvorbu výkresové dokumentace projektů. Umožňuje vytvoření výkresu s možností využití přednastavené generace jednotlivých pohledů, případně vlastním nastavením. Vytvořené pohledy jsou, pokud nezádáme jinak, neustále propojeny s modelem a mění se na základě úprav, které jsou na něm provedeny. Při tvorbě dokumentace lze pracovat dle norem přednastavených výrobcem, případně provádět vlastní úpravy zobrazení objektů. Možností je automatické generování kót, které vychází z kót modelu. Při výkresech složitějších sestav jsou nezbytnou pomůckou pro přehlednější zobrazení možnosti potlačení některých dílů ve zvoleném pohledu, zobrazení isometrického pohledu s využitím barev modelu, nastavením renderování atd.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem teoretické části bakalářské práce je vypracování rešerše z oblasti CAD problematiky, to znamená nastínit historii vzniku CAD technologií, seznámit se s názvoslovím v oblastech CAx technologií a programem Catia.

Cílem praktické části bakalářské práce je seznámení se softwarem Catia V5R18, konkrétně pak s pracovním prostředím Assembly Design a Drafting. Označení jednotlivých panelů v obou pracovních prostředích a popsání jejich funkcí a způsob použití.

Dalším cílem je vypracování několika modelových postupů zpracovaných v těchto modulech. Součástí těchto modelových postupů by mělo být i grafické zobrazení jednotlivých postupových kroků, dle kterých se bude moci postupovat krok za krokem.

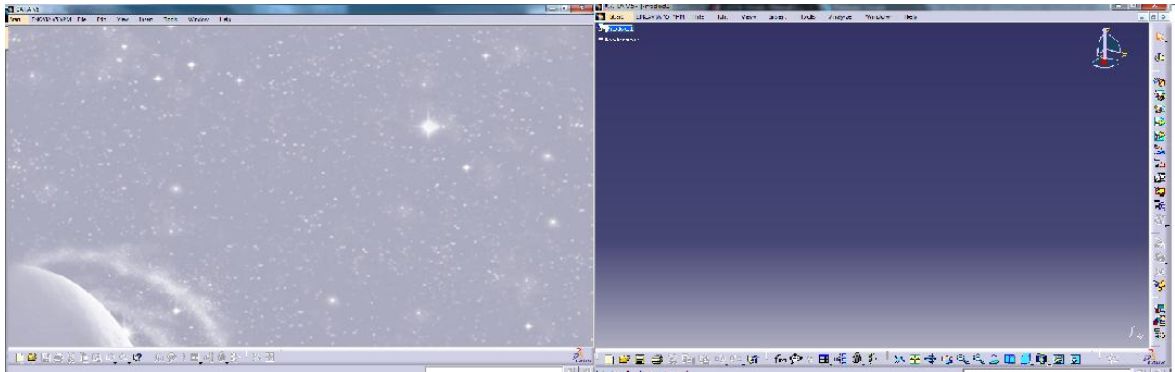
Tyto postupové manuály by měly vést k vymodelování několika 3D modelů, vytvoření sestavy a výkresu užitím různých funkcí, jež nabízí program Catia V5R18. Tyto postupy budou umístěny do přílohy na CD-ROM.

- Vypracování literární rešerše z oblasti CAD problematiky
- Zpracování ovládání a možností daného programu
- Vypracování postupů používání daného modulu
- Tvorba modelových příkladů

## 6 CATIA

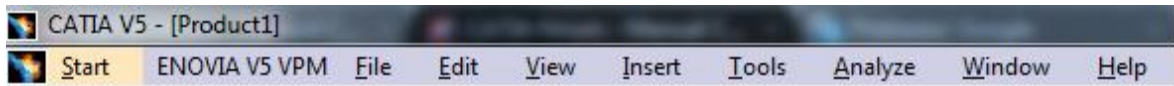
### 6.1 Spuštění programu CATIA

Spuštění programu obvyklým způsobem: dvojklik na ikonu na ploše nebo výběr z nabídky start. Po spuštění programu v základním nastavení se otevře prázdná sestava (assembly) nebo jen samotná *CATIA*.



*Obr. 9 Otevření programu Catia*

V horní části je běžné roletové menu s následujícími sekcemi:



*Obr. 10 Hlavní menu programu Catia*

**Start** – nabídka jednotlivých modulů Catia

**ENOVIA V5 VPM** – PDM databáze Dassault

**File** – otvírání, ukládání, tisk a odesílání emailem...

**Edit** – krok zpět/dopředu, kopírovat/vkládat, smazat...

**View** – nastavení zobrazení a nastavení ovládacích lišt

**Insert** – otevření všech dostupných funkcí zvoleného modulu

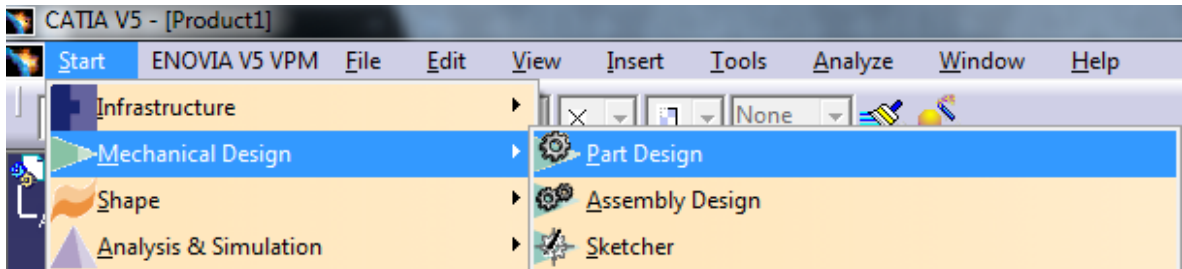
**Tools** – nástroje, každý modul má své vlastní

**Window** – otevření nového okna nebo přepínání mezi okny

**Help** – nápověda

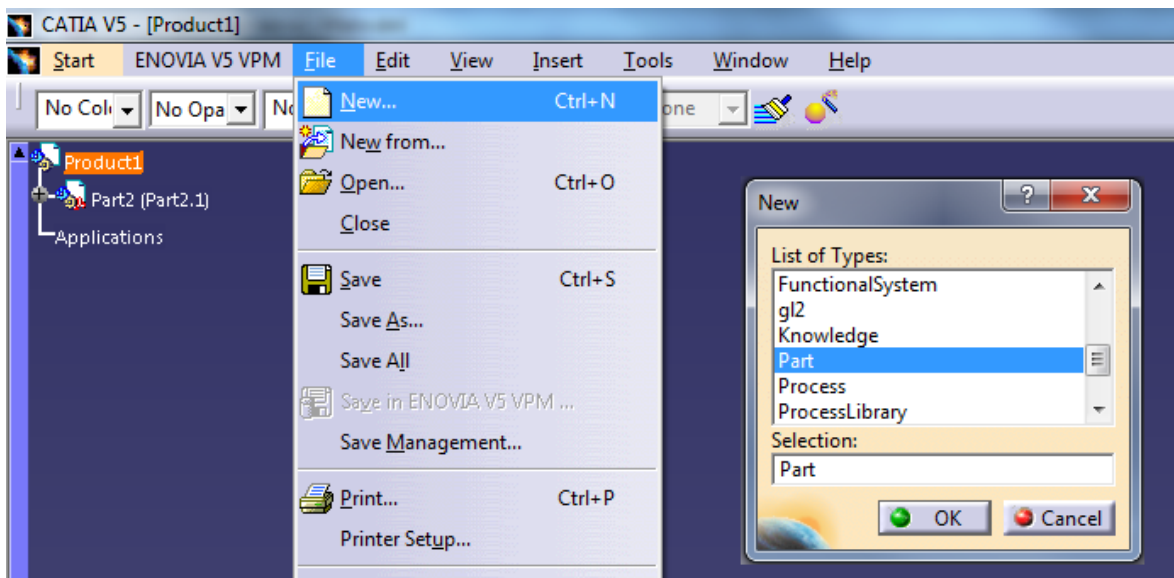
## 6.2 Spuštění modulu Part Design

Otevřením záložky Start v hlavním menu a označením druhého odkazu Mechanical Design se rozbalí záložka - hned první ikona je modul Part Design.



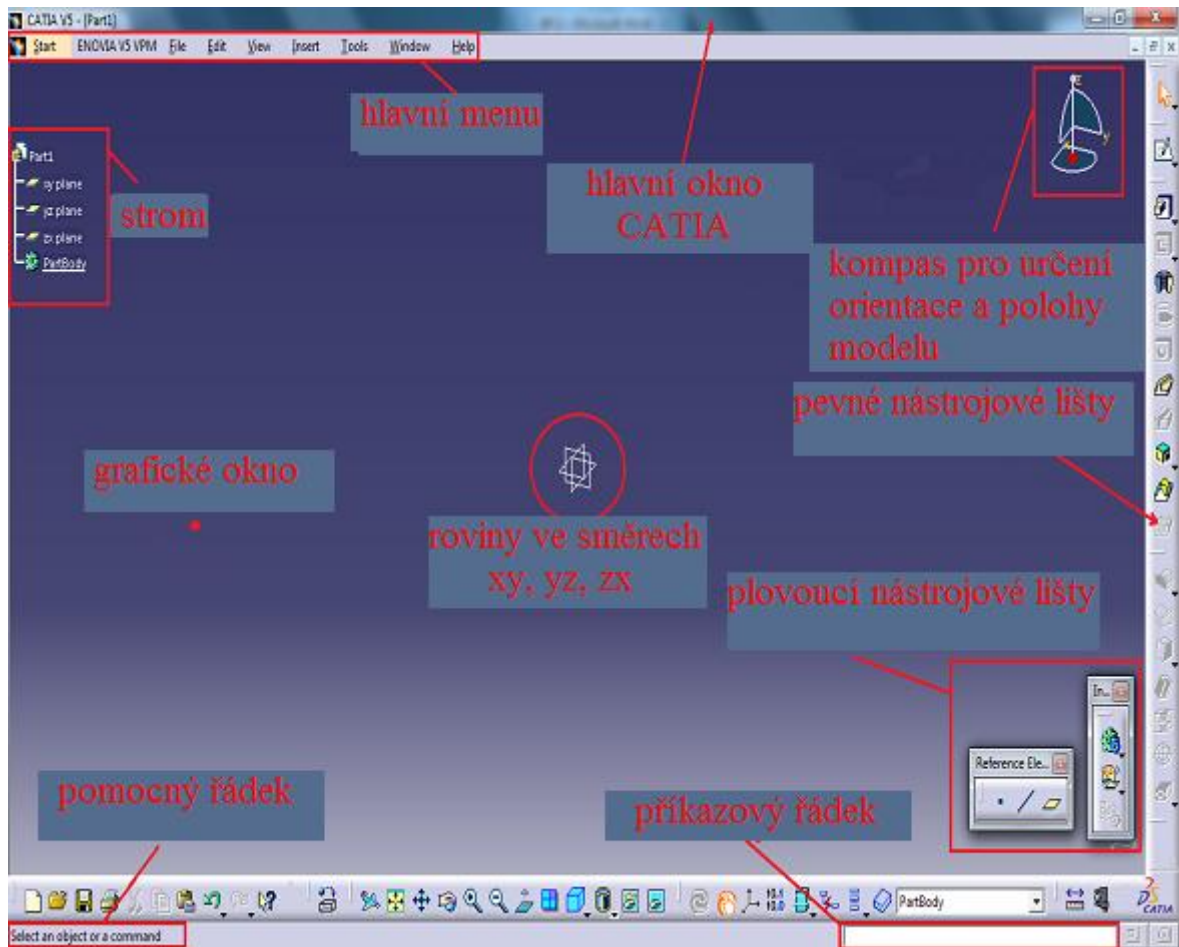
Obr. 11 Otevření modulu Part Design 1 způsobem

Také lze modul Part Design otevřít přes hlavní menu, záložkou File. Použije se první ikona New a rozbalí se tabulka. V tabulce pomocí posuvné záložky dolů a výběr Part. Otevře se pracovní prostředí modulu Part Design.



Obr. 12 Otevření modulu Part Design 2. Způsobem

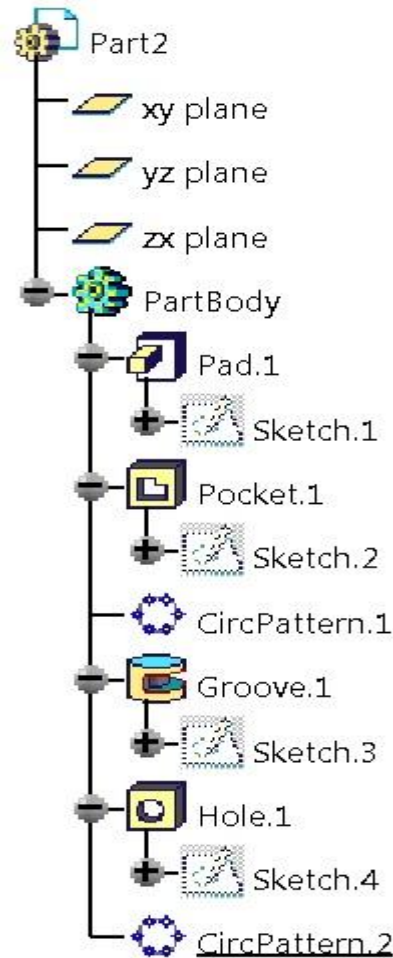
Zobrazí se pracovní plocha modulu Part Design. Zde lze pracovat s již uloženým modelem nebo vytvořit nový. Na pracovní ploše se nachází: hlavní menu, strom, kompas, nástrojové lišty, pomocné a příkazové řádky.



Obr. 13 Pracovní prostředí CATIA ( Part Design )

### Strom součástí

Strom součástí slouží uživateli jako přehled vytvořených operací. Operace na dílu se ukládají postupně. Tak, jak byly vytvořeny. Zpětná editace jednotlivých funkcí se provádí dvojklikem na MB1. V základní části stromu součástí se nacházejí hlavní roviny xy, yz, xz a „podsložka“ stromu, kde se ukládají vytvořené operace. U objemových součástí pod názvem PartBody, u plošných prvků: Geometrical set. Zhasnutí a zpětné rozsvícení stromu se provádí stisknutím klávesy F3. Strom součástí můžeme nazvat historií tvorby konečného dílu.

*Obr. 14 Strom*

Nástrojové panely se nachází v nástrojové liště a je možné je libovolně přesouvat pro pohodlí uživatele. Vyvolání jednotlivých panelů se provádí kliknutím MB3 na nástrojovou lištu nebo pomocí Toolbars v hlavním menu pod záložkou View. Pro přehlednost se dají vysvětlit jen nejčastěji používané panely. Toto lze uskutečnit pomocí nástroje Toolbars pod záložkou View v hlavním menu. Každý modul má jisté nástrojové panely s různými funkcemi, nebo se nepatrně liší. Jednotlivé příkazy každého panelu jde vyvolat také pomocí záložky Insert na liště v hlavním menu.

## 6.3 Manipulace v pracovním prostředí

### 6.3.1 Základní operace s myší

Pro základní operace s myší se používají tři základní tlačítka: MB1, MB2 a MB3



*Obr. 15 Myš s popisem tlačítek*

#### **MB1 (levé tlačítko)**

– Volba nabídek a voleb v dialogích. Výběr prvků v jedné řadě a odebrání prvků z výběru (Ctrl + MB1)

#### **MB2 (prostřední tlačítko - roler)**

– rotace modelu = držení MB2 + MB3 a posun myši  
– zoom modelu = držení MB2 + kliknutí na MB3 a posun myši nahoru či dolů  
– posun modelu = držení MB2 a táhnutí

#### **MB3 (pravé tlačítko)**

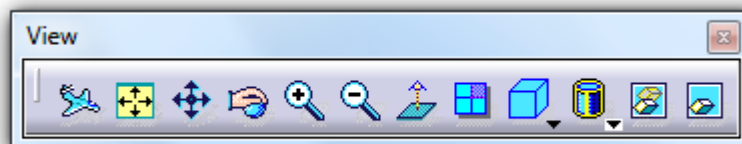
– zobrazení roletové nabídky (MB3 ve vstupním textovém políčku)  
– zobrazení roletové nabídky editace, zobrazení a vlastnosti prvků (MB3 ve stromě)














### 6.3.2 Manipulace s objekty v prostředí CATIA

#### *Panel View*

Jednoduchá manipulace a prohlížení modelů pomocí panelu nástrojů View.



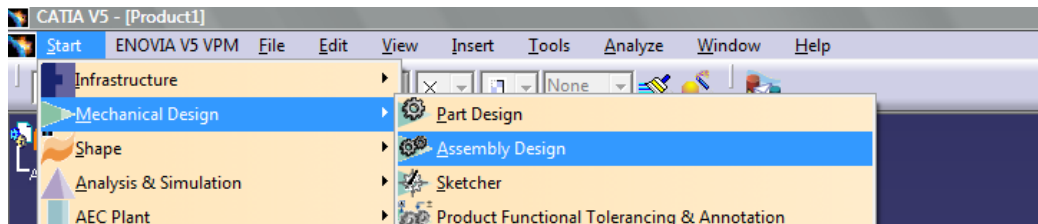
Obr. 16 Panel nástrojů View

-  **Fit All In** – zobrazí veškerou geometrii v grafickém okně.
-  **Pan** – s použitím MB1 lze posouvat objekty.
-  **Rotate** – stlačením a MB2+MB3 a následným posunem myši dojde k rotaci.
-  **Zoom In** – přiblíží objekty v grafickém okně o jeden krok.
-  **Zoom Out** - oddálí objekty v grafickém okně o jeden krok.
-  **Normal View** – kolmý pohled na vybranou plochu.
-  **Create Multi-View** – zobrazí model v náhledu, půdorysu, bokorysu a 3D pohledu.
-  **Hide/Show** – skryje vybrané objekty do neviditelného prostoru nebo zobrazí objekty v grafickém okně.
-  **Swap visible space** – umožňuje přepnutí mezi neviditelným prostorem a grafickým oknem.
-  **Quick view** – výběr pohledu (3D, přední, zadní, levý, pravý, horní, spodní).
-  **View mode** – zobrazení modelu (drátěný, viditelné hrany, vystínovaný).

## 6.4 Modul Assembly Design

### 6.4.1 Spuštění modulu Assembly Design

Kliknutím na záložku Start v hlavním menu a označením druhého odkazu Mechanical Design se rozbalí záložka - druhá ikona je modul Assembly Design.



Obr. 17 Otevření modulu Assembly Design

Zobrazí se pracovní plocha modulu Assembly Design.

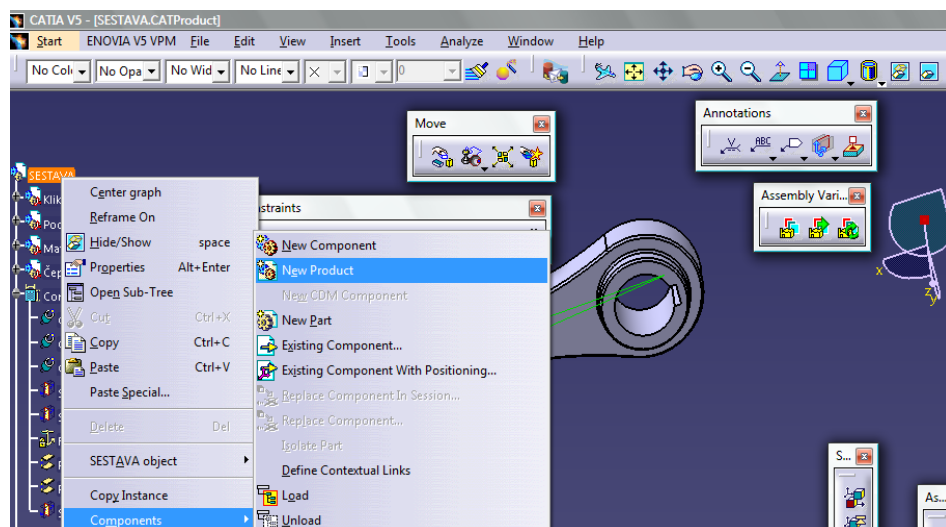
### 6.4.2 Vkládání dílů

**Díl** – použití MB3 na sestavu – component - existing komponent.

Díl lze vložit, nebo i rovnou kreslit v sestavě. (Při ukládání nutno díl vytvořený v sestavě uložit pod nějakým jménem, jinak to bude Part1.)

**Podsestava**- klik MB3 tlačítkem na sestavu – záložka Component - New Product.

Pod položku vytvořenou touto funkcí se mohou umisťovat jednotlivé díly. Lze tak vytvořit skupinu dílů, s níž lze pohybovat jako s celkem.



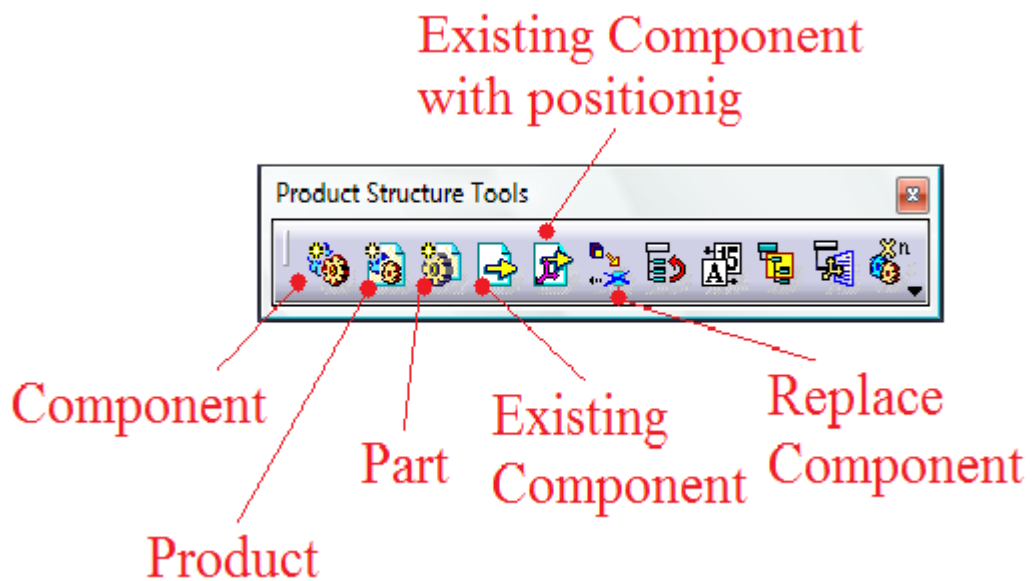
Obr. 18 vložení nové podsestavy

**Component** - Nejde ji otevřít, ani se neukládá nikam jako samostatná podsestava. Vložení komponentu do historie stromu pod vybranou sestavu (podsestavu).

**Product** - Klasická podsestava, ukládá se a jde po rozkliknutí editovat.

*druhý způsob vkládání* - panel Product structure tools- klik např. na part, pak na strom a vloží se prázdný part.

**Part** – Vložení Partu do historie stromu. Daný díl pak modelován v rámci sestavy.

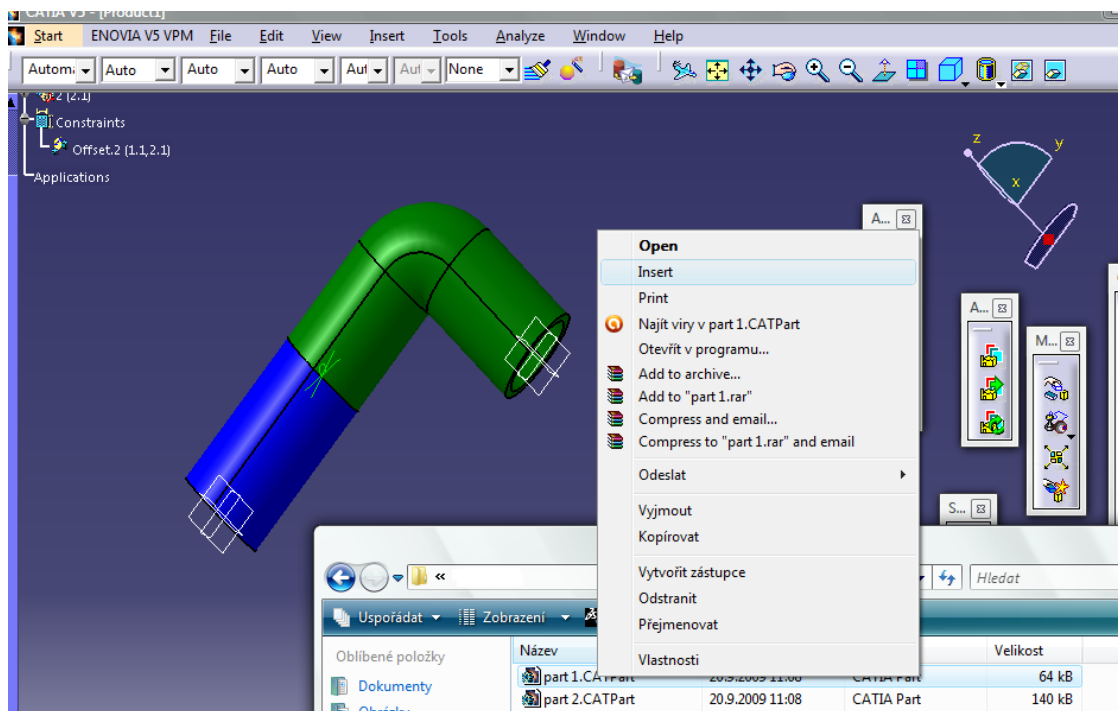


*Obr. 19 Panel Product Structure Tools*

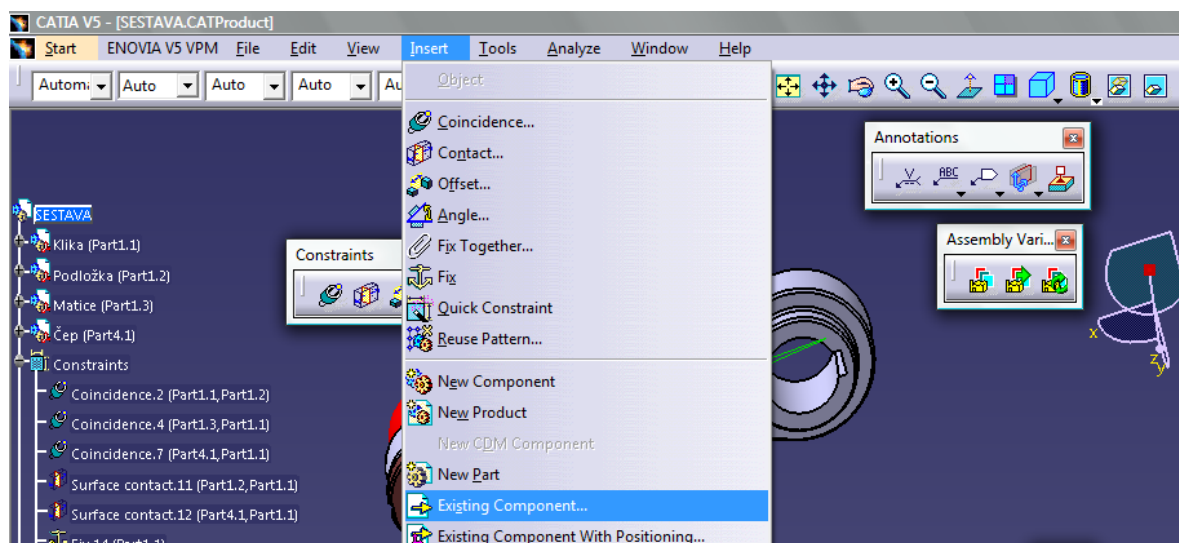
**Existing Component** – Vložení již namodelovaného dílu nebo celé sestavy pod vybranou položku ve stromu součástí.

**Existing Component With Positioning** – Vkládání dílů do sestavy na konkrétní pozici. Přímá tvorba vazeb mezi díly.

**Replace Component** – K nahrazení podsestavy nebo dílů sestavy jiným dílem nebo podsestavou.



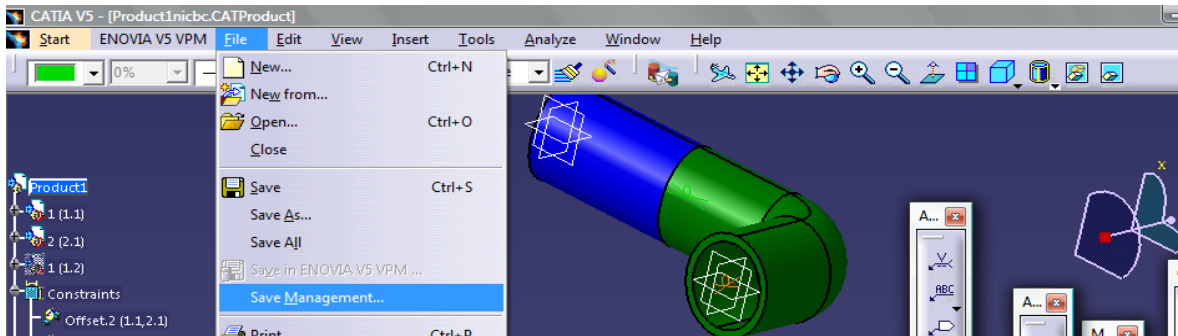
Obr. 20 Vkládání existující součásti – insert



Obr. 21 Vkládání existující součásti – Insert; Existing Component

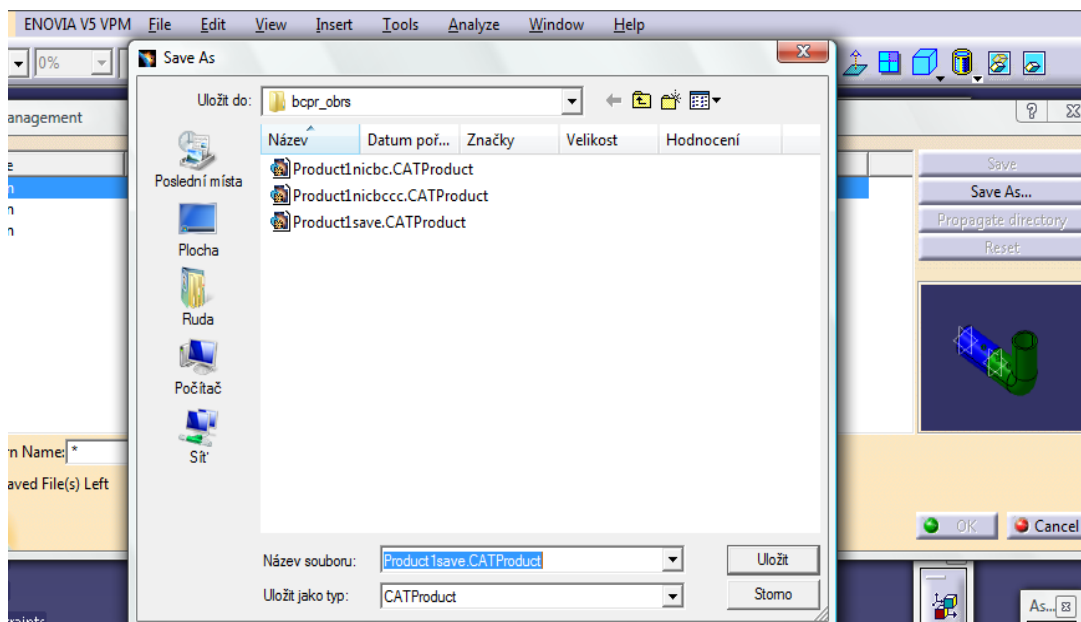
### 6.4.3 Ukládání sestav (v modulu Assembly Design)

V hlavním menu třetí záložka **File**, dále odkaz: **Save Management...**



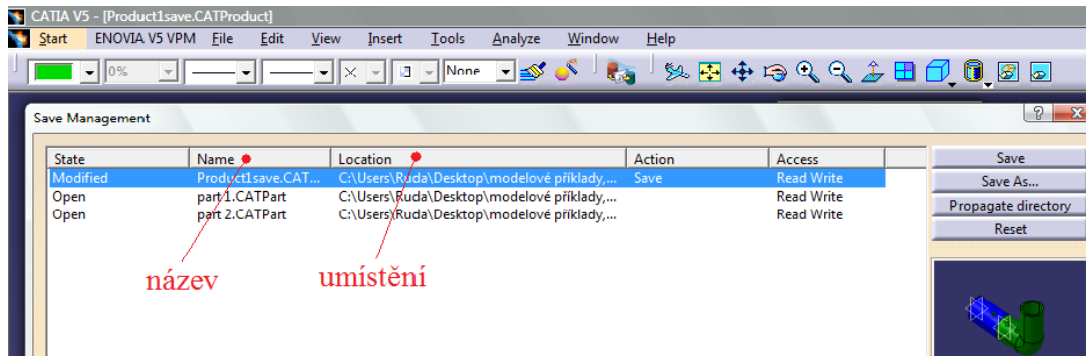
Obr. 22 Ukládání sestavy I

**Save management** - Ukládání vhodné pro sestavu, zabrání vzniku chyb při ukládání, ukládá celou sestavu najednou (propagate directory, nastaví ukládání všech dílů sestavy do stejného místa). V okně Save Management druhá ikona: Save As – objeví se okno Save As. Zde se zvolí název a umístění, uložit.



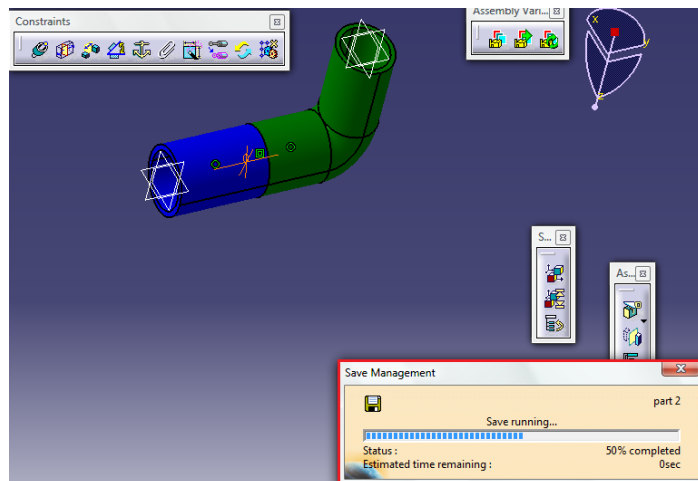
Obr. 23 Ukládání sestavy II ( okno Save As )

Následně použití MB1 na třetí ikonu - Propagate directory.



Obr. 24 Ukládání sestavy III (okno Save Management)

Potvrzení pomocí tlačítka **OK**. Sestava se uloží jako .CATProduct.



Obr. 25 save running po stisku Propagate directory

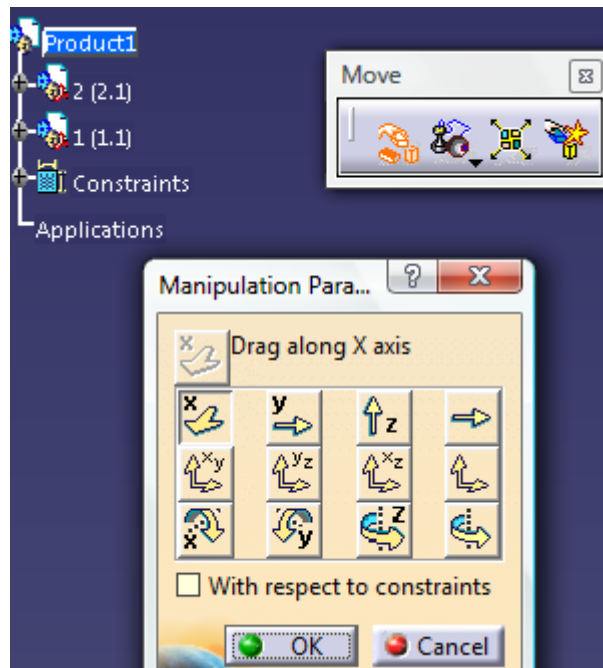
#### 6.4.4 Manipulace s objekty (Panel Move)



Obr. 26 Panel Move



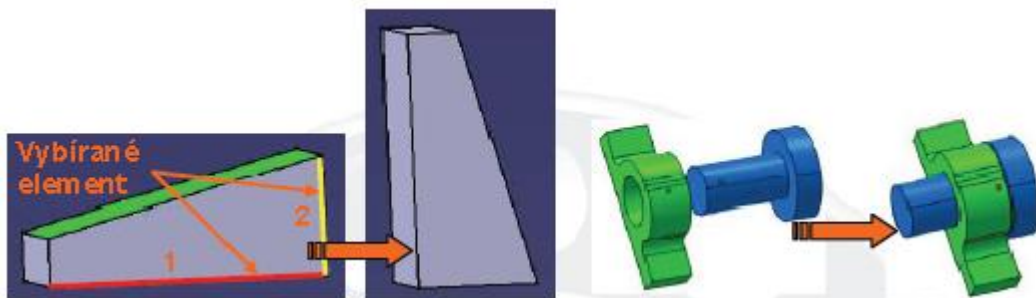
**Manipulation** – K posunu a rotaci objektů v předdefinovaných směrech nebo uživatelem nadefinovaných. V dialogovém okně se vybere parametr určující posun či rotaci objektu. Po najetí myši na požadovaný objekt, stisk MB1 a přidržení = posun objektu.



Obr. 27 Manipulation Para...



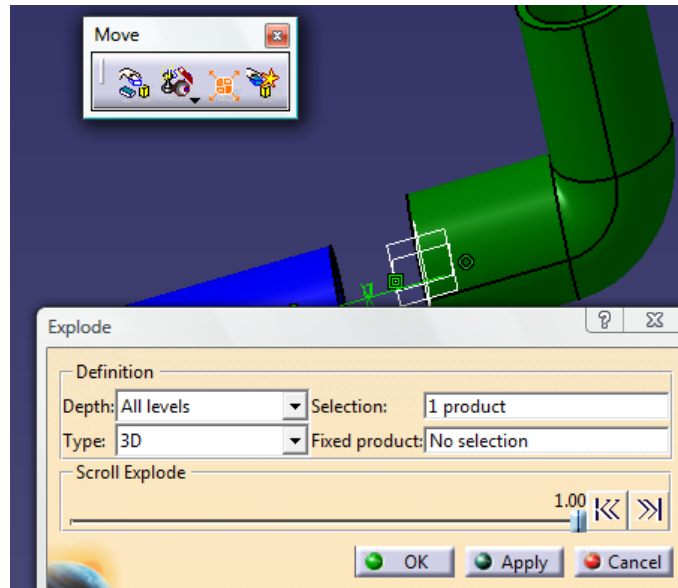
**Snap** (přichycení) – K manipulaci s elementy. Vybere se element daného dílu a pak druhý element stejného dílu, případně na druhém dílu. Přesunutí dílu do určité polohy bez vytvoření vazby.



Obr. 28 Snap [19]



**Explode** – Slouží k „rozstřelení“ sestavy na jednotlivé díly, podsestavy.



Obr. 29 Explode okno

Depth – *All levels*: sestava bude rozložena na jednotlivé díly

– *Firsts levels*: sestava bude rozložena na podsestavy

Type – způsob uspořádání dílů (podsestav), implicitně nastaveno 3D

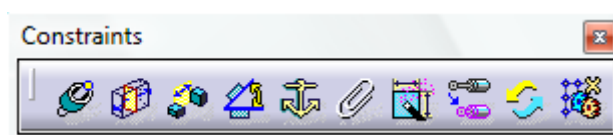
Selection – elementy, na které bude funkce použita

Fixed Product – Elementy, které zůstanou na svém původním místě i po použití této fce.



**Stop manipulate on clash** – Slouží k zastavení manipulace s objektem v okamžiku, kdy dojde ke kolizi mezi pohybujícími se díly. Funkce se používá při práci s kompasem. Aby došlo k zastavení pohybu s objektem v okamžiku kolize, je nutné držet klávesu Shift.

#### 6.4.5 Vazby mezi díly (Panel Constraints)



Obr. 30 Panel Constraints















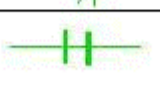





Při vytváření vazeb je třeba respektovat následující pravidla:

Vytvářet vazby lze pouze mezi komponenty aktivní sestavy.


Nelze definovat vazby mezi geometrickými elementy stejného komponentu.

Nelze aplikovat vazby mezi dvěma komponenty nacházejícími se v jedné

podsestavě, jestliže tato podsestava není v aktivním komponentu. [19]

Constraints ( Vazby )	Symbol v geometrickém prostoru	Symbol v datovém stromě
Coincidence ( Shodnost )		
Contact ( Kontakt – plocha )		
Contact - point ( Kontakt – bod )		
Contact - line ( Kontakt – přímka )		
Offset ( Paralelní vzdálenost )		
Angle - Planar angle ( Úhel - Rovinný úhel )		
Parallelism ( Paralelnost )		
Perpendicularity ( Kolmost )		
Fix ( Fixace )		

Obr. 31 Symboly montážních vazeb [19]

 **Coincidence Constraints (Vazba shodnosti)** - Umožňuje tvorbu vazby shodnosti mezi dvěma geometrickými elementy dvou komponentů výběrem funkce a daných dvou elementů. Lze vybírat body, přímky, roviny, rovinné face, osy rotačních těles, středy koulí. Podle typu zvolených elementů lze definovat souosost, soustřednost, rovnoběžnost. Vazba se objeví v datovém stromě s uvedením typu vazby a mezi kterými elementy je definována.



**Contact Constraint (Kontaktní vazba)** - Vytváří kontaktní vazbu mezi dvěma geometrickými elementy dvou součástí výběrem funkce a tížených dvou elementů. Vybírané elementy mohou být kružnice, válec, koule, kužel, rovinná face. Kontakt lze vytvořit plochou, přímkou, bodem.



**Offset Constraint (Vazba odsazení)** - Vytváří vazbu definující vzdálenost (odsazení, vůli) mezi dvěma geometrickými elementy dvou součástí výběrem funkce a požadovaných dvou elementů. Vybrané elementy mohou být bod, přímka, rovina, planar face.



**Angle Constraints (Úhlová vazba)** - Vytváří vazbu definující úhel mezi dvěma geometrickými elementy dvou součástí. Vazba se tvoří výběrem funkce a daných dvou elementů. Při definování úhlové vazby mohou nastat tři základní případy:

Angle - Úhel (obecný úhel)

Parallelism - Paralelnost (úhel  $0^\circ$ )

Perpendicularity - Kolmost (úhel  $90^\circ$ )



**Fix Component (Fixace komponentu)** - Fixuje komponent - k původní geometrii montáže (absolutní fixace) nebo k okolním komponentům (relativní fixace). Pro tvorbu vazby se vybere funkce a komponent. Automaticky je tvořena vazba fixace absolutní, ta se objeví v datovém stromě (označení vazby obsahuje index T). Pro změnu absolutní fixace na fixaci relativní stačí dvakrát kliknout na symbol vazby, a to v datovém stromě či v geometrickém prostoru. Objeví se dialogové okno, kde je potřeba zrušit volbu Fix in space.





**Fix Together (Fixace k sobě)** - Umožňuje fixaci dvou a více komponentů k sobě vybíráním komponentů a příslušné funkce. V dialogovém okně lze fixaci nazvat. Při tvorbě dalších vazeb se komponenty chovají jako jeden celek.



**Quick Constraints (Rychlé vazby)** - Vytváří vazby mezi součástmi vybíráním geometrických elementů součástí. Pro tvorbu vazby se vybere funkce a geometrické elementy součástí. Standardní vazbu lze nastavit v Tools / Options / Product / Assembly / Quick Constraints. Pomocí funkce Quick Constraints lze tvořit vazby:

1. Plošný kontakt
2. Shodnost
3. Offset
4. Úhel
5. Paralelnost

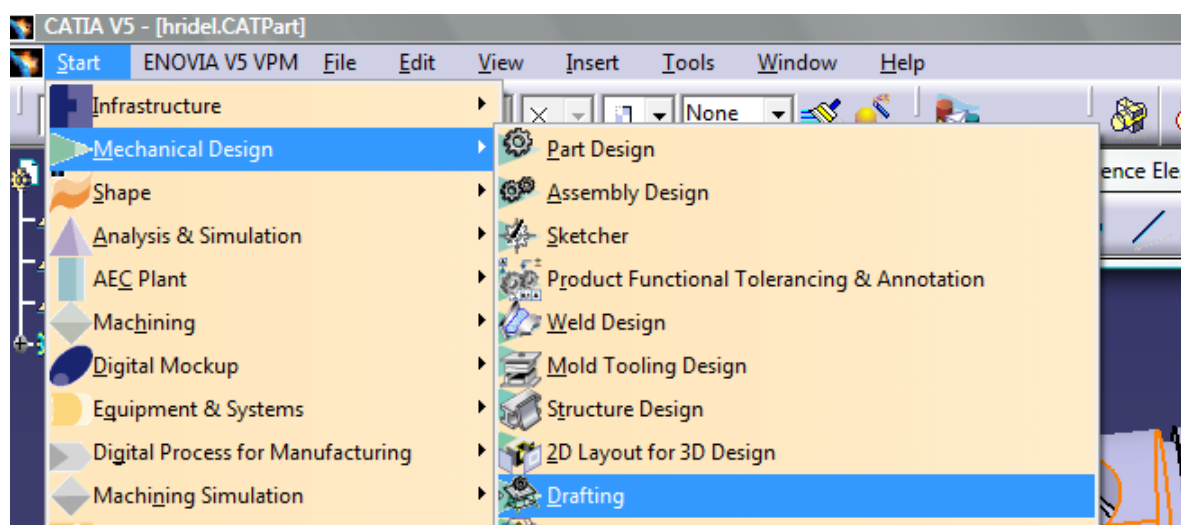
 **Change Constraint (Změna vazeb)** - Nahradí jednu vazbu jinou po výběru funkce a vazby. V příslušném dialogovém okně se označí typ vazby. Možnost výměny s ohledem na geometrii.

Po zvolení funkce , vazby paralelnosti a označení vazby Offset v dialogovém okně je paralelnost zaměněna na Offset.

## 6.5 Modul Drafting

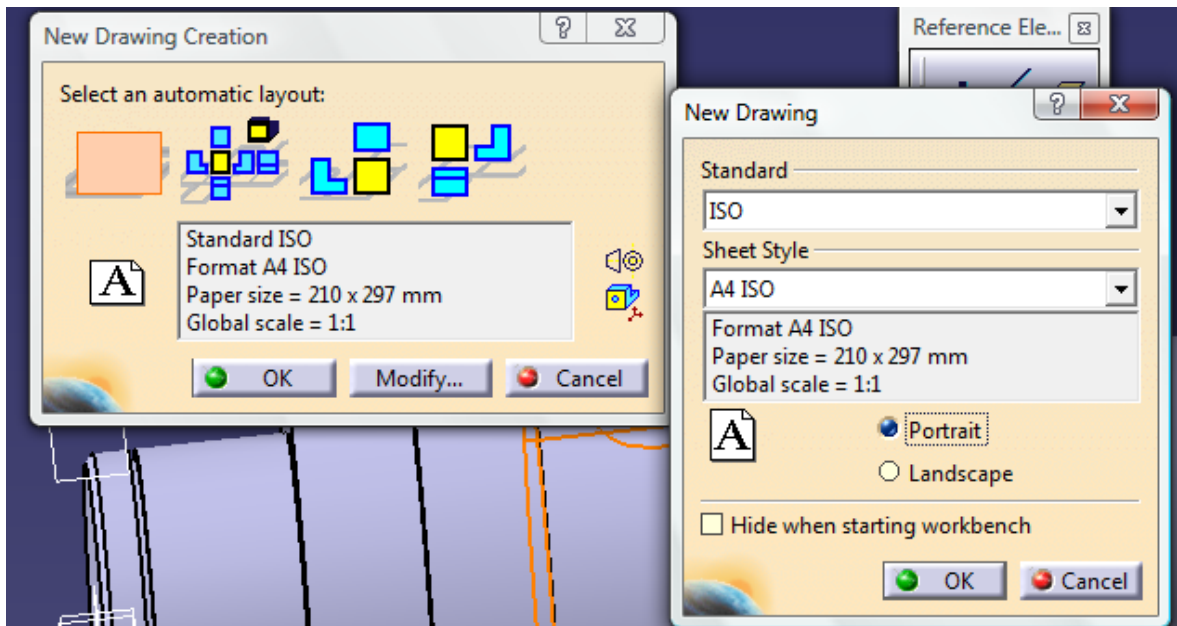
### 6.5.1 Spuštění modulu Drafting

Kliknutím na záložku Start v hlavním menu a označením druhého odkazu Mechanical Design se rozbalí záložka - devátá ikona je modul Assembly Design.



Obr. 32 Otevření modulu Drafting

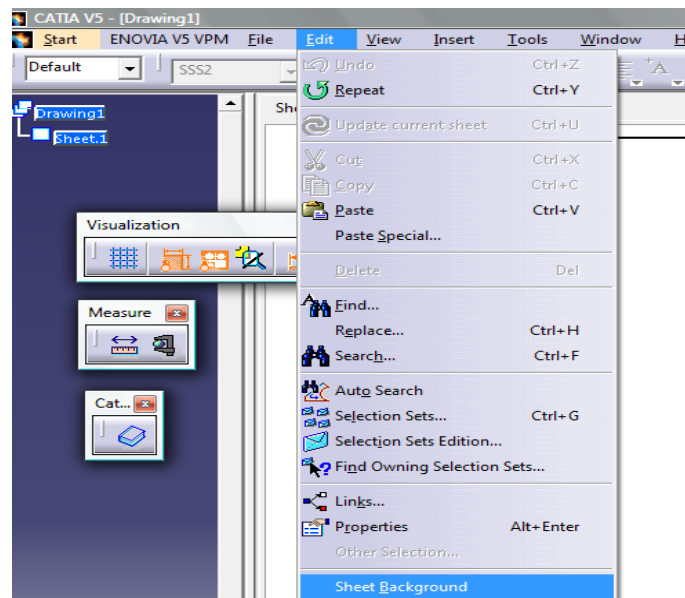
Objeví se pracovní okno **New Drawing Creation**. Zde se volí formát výkresu, měřítko, rozložení na výkresu, norma, pohledy.



Obr. 33 Okno New Drawing Creation / New drawing (rozbalení: Modify...)

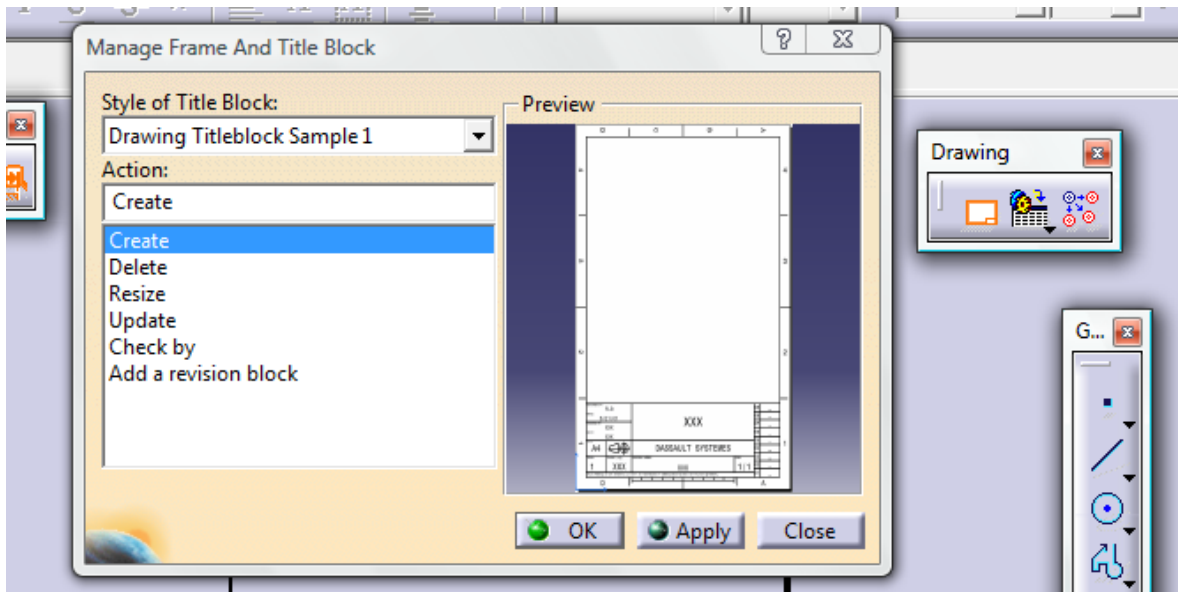
### 6.5.2 Vkládání razítka

Kliknutím na čtvrtou záložku *Edit* se rozbalí roletové menu.



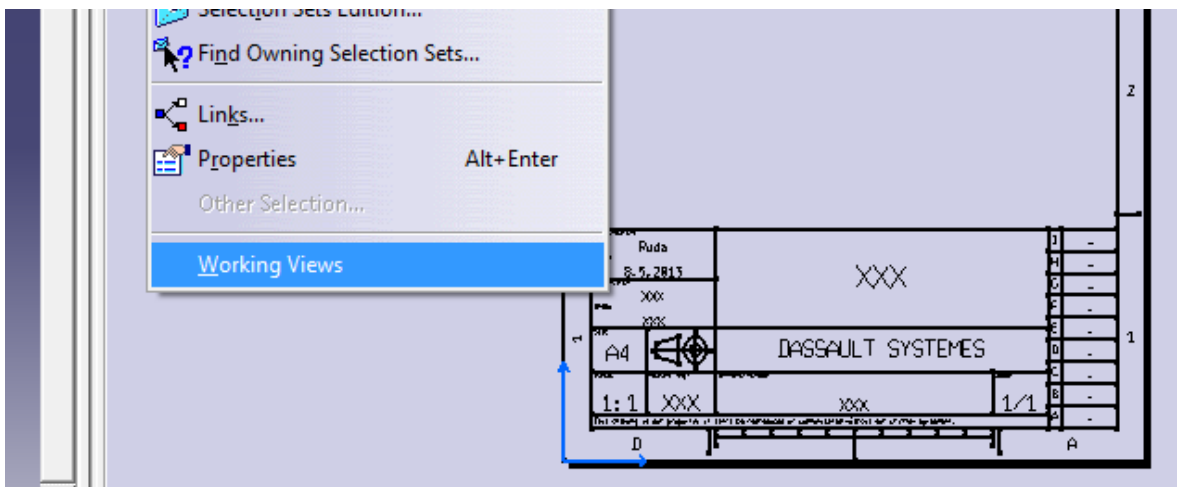
Obr. 34 Okno Edit – Sheet Background

Kliknutím na *Sheet Background* dojde k otevření okna *Manage Frame and Title Block*. Zde lze použít již existující razítko nebo lze nakreslit vlastní razítko v modulu Drafting.



Obr. 35 Okno Manage Frame and Title Block

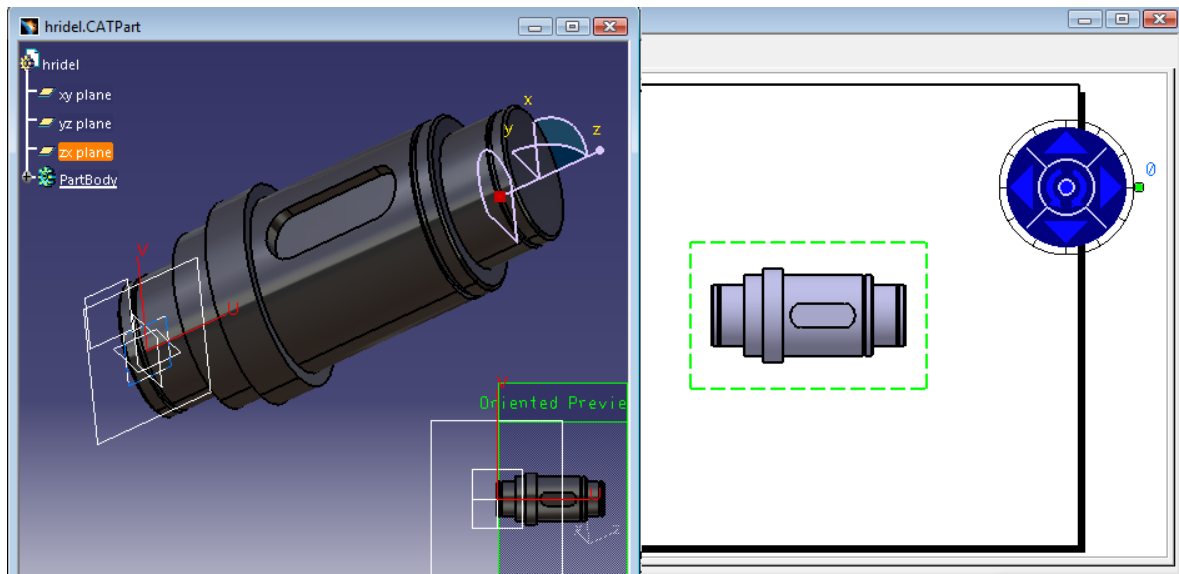
Následně se musí opět pomocí čtvrté záložky Edit přepnout pomocí ikony *Working Views* do pracovního prostředí modulu Drafting.



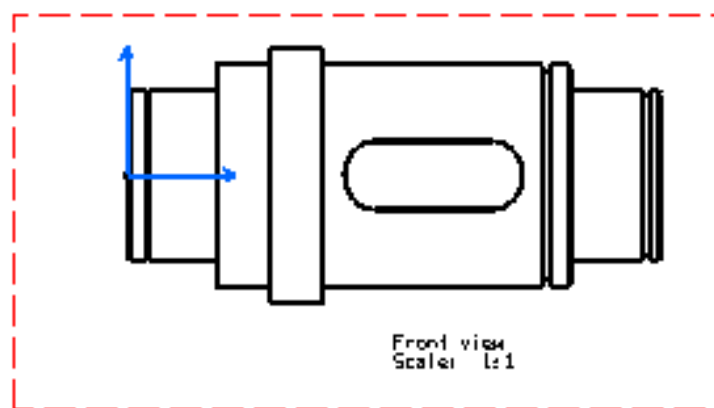
Obr. 36 Přepnutí do pracovního prostředí ( Edit; Working Views )

### 6.5.3 Vkládání součásti pro tvorbu výkresu

Využije se panel *Views* – Ikona **Front View** – vybere se základní rovina součásti v modulu *Part* a součást se vloží do výkresu (lze nastavit různé nastavení pohledů).

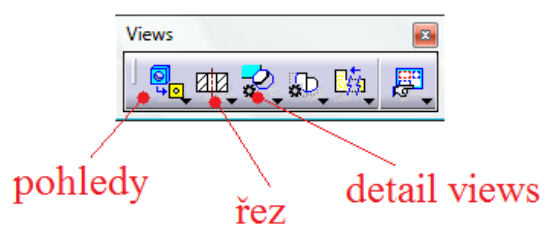


Obr. 37 Vkládání součásti do výkresu (použití ikony Projection Views)

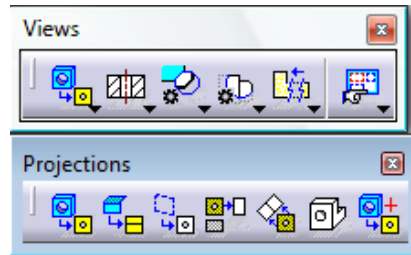


Obr. 38 Vložená součást do výkresu pomocí panelu Views (Front View)

#### 6.5.4 Panel Views



Obr. 39 Panel Views



Obr. 40 Rozbalení záložky Front View (Projections)



**Front View** – obr. 37; nárys



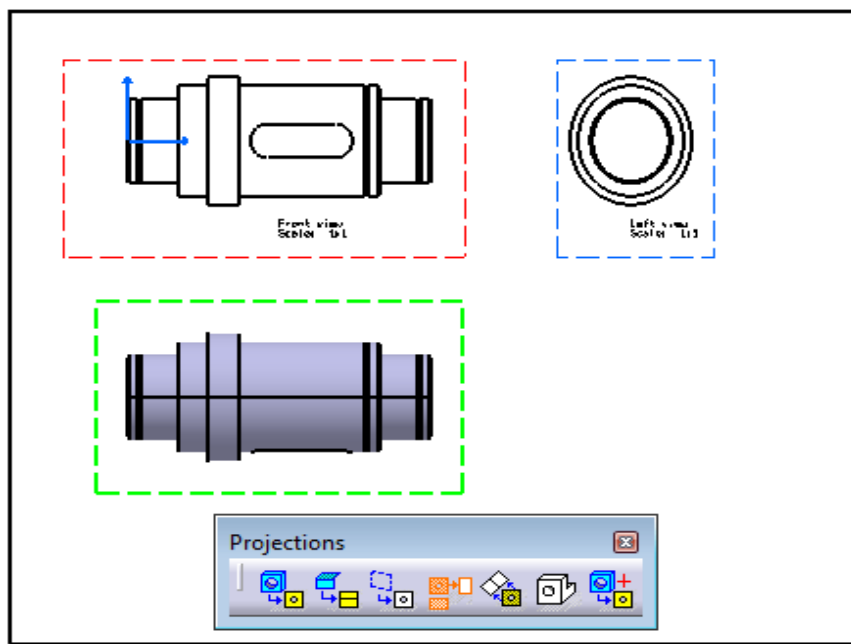
**Projection View** – Umožní vkládat další pohledy.



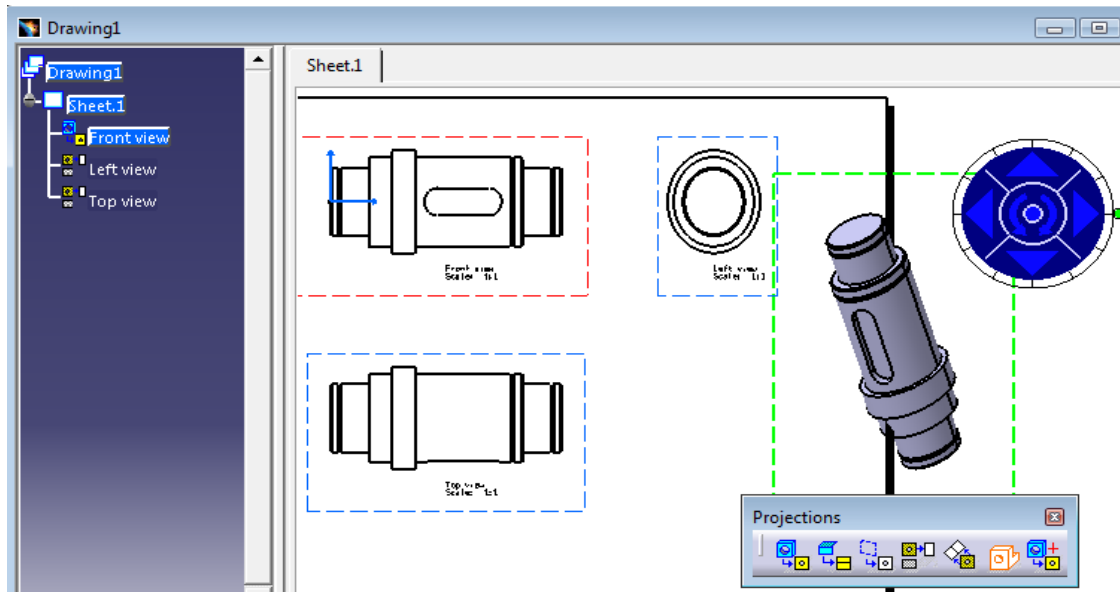
**Isometric View** – Zvolením této funkce se do výkresu vkládá 3D vyobrazení modelu. Vloží se do výkresu kliknutím na model pomocí MB1 např. v modulu *Part*.




**Unfolded View (Rozvin)** - Vytvoří rozvinutý pohled tělesa vytvořeného pomocí modulu Sheet Metal (Plech). Po spuštění této funkce se musí v okně se 3D geometrií tělesa označit rovina nebo rovinná plocha tělesa jako definice roviny rozvinu. V okně vytvářeného výkresu se zobrazí vystínované těleso (zatím nerozvinuté) a v pravém horním rohu se zobrazí orientační panel stejně jako u funkce *Projection Views*. Zde lze zorientovat pohled dle požadavků.



Obr. 41 Vkládání pohledů pomocí fce *Projection Views*

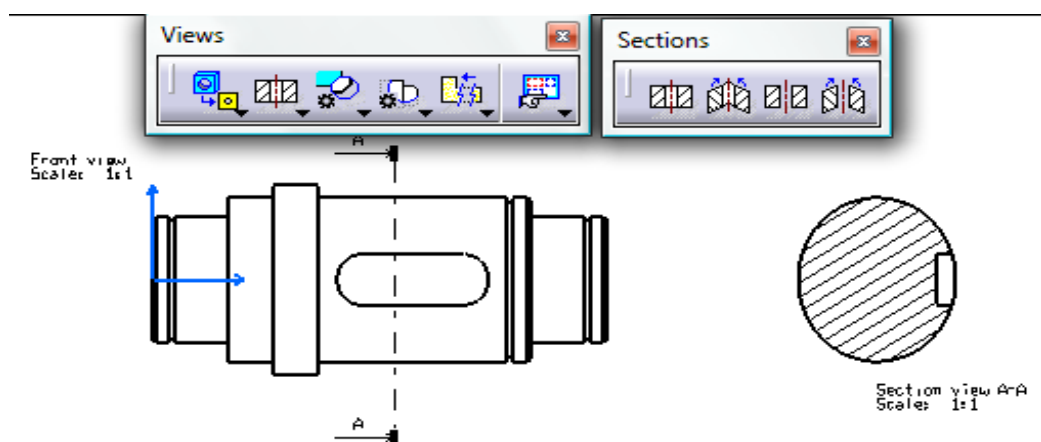


Obr. 42 Vkládání 3D pohledu fci Isometric View

 **Auxiliary View** – Vytvoří šikmý pohled definovaný v aktivním pohledu. Po spuštění této funkce se vytvoří zadáním dvou bodů přímka definující rovinu šikmého pohledu. Tato rovina prochází touto přímkou a je kolmá na rovinu aktivního pohledu. Kurzorem myši se umístí vytvářený, zatím vystínovaný pohled a kliknutím myši se pohled vygeneruje.

### 6.5.5 Tvorba řezu

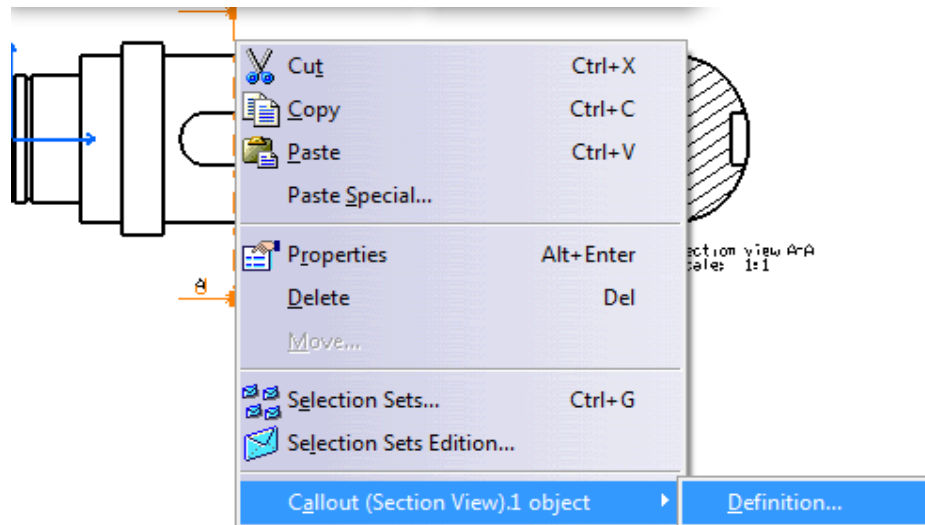
Při použití funkce Offset Section View se zvolí rovina řezu potvrzená dvojklikem na MB1 a následně se jen zvolí poloha řezu stisknutím MB1. Analogicky platí pro fci Offset Section Cut.




Obr. 43 Použití ikony Offset Section View




Použitím MB3 na rovinu řezu lze řez, průřez editovat pomocí funkce *Replace Profile*, *Invert Profile Direction*.

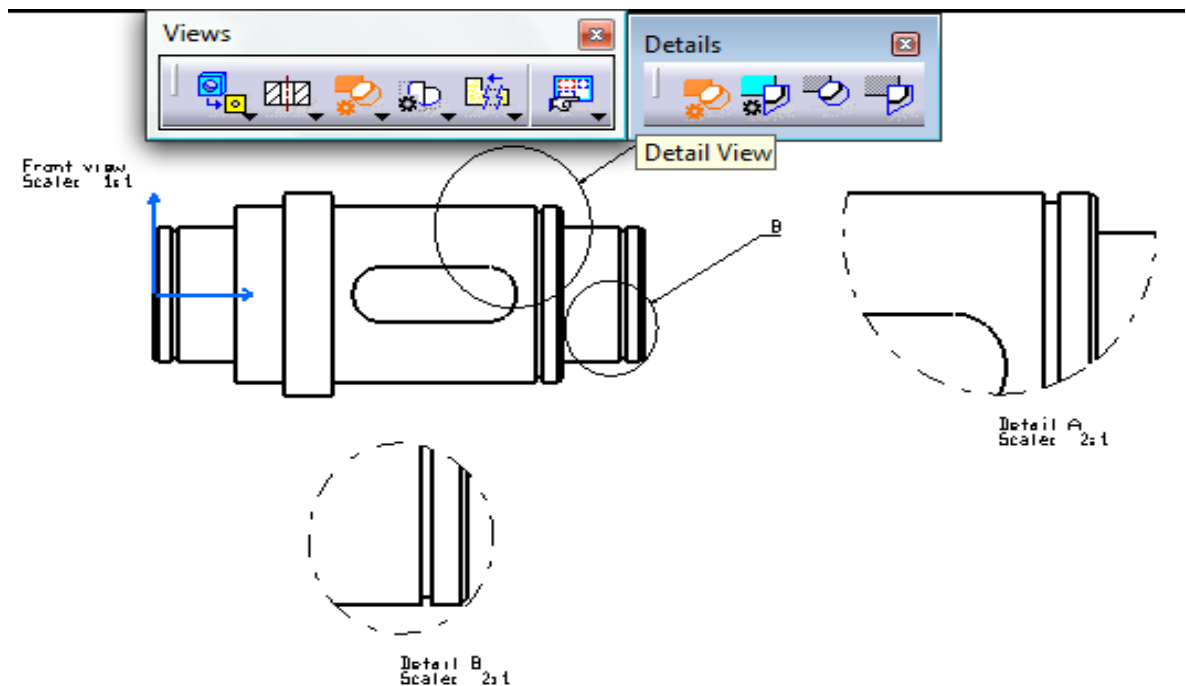


Obr. 44 Editace řezné roviny

 **Offset Section View** – Tato funkce umožňuje vytvoření řezu součásti.

 **Offset Section Cut** – Pomocí této funkce lze vytvořit průřez součásti.

### 6.5.6 Tvorba detailu



Obr. 45 Záložka Detail View, A – Detail View, B – Quick Detail View



**Detail View** – Vytvoření detailu v kruhové výseči.



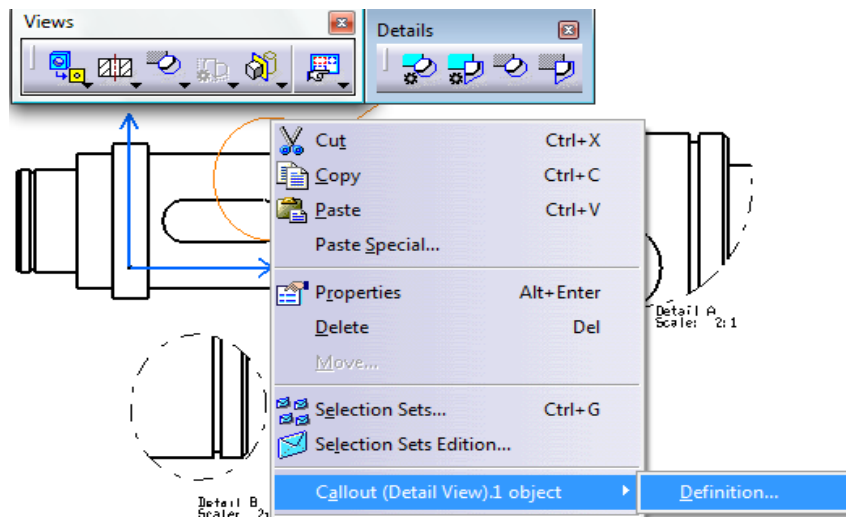
**Detail View Profile** – Vytvoření detailu libovolného profilu.



**Quick Detail View** – Obdobná funkce jako Detail View.



**Quick Detail View Profile** - Obdobná funkce jako Detail View Profile.

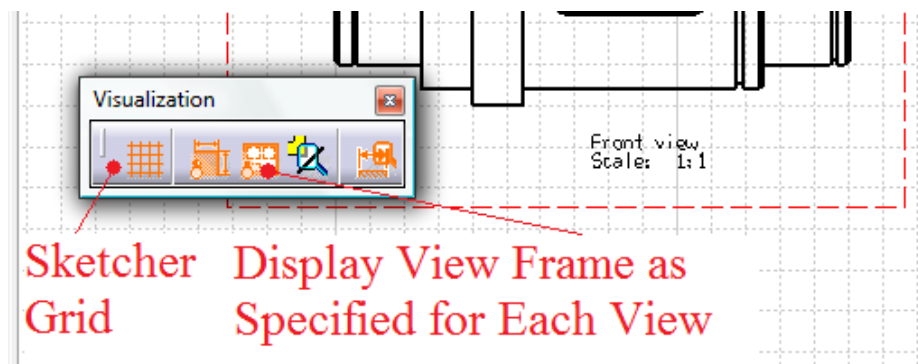


Obr. 46 Editace Detailů



**Clipping View** – Použitím této funkce se vybere oblast zůstávající na výkrese.

### 6.5.7 Panel Visualizations



Obr. 47 Panel Visualization

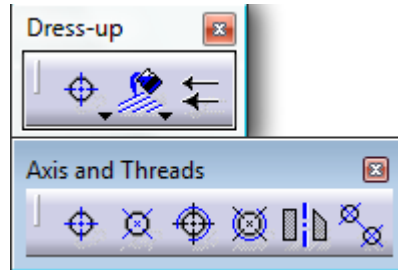


**Sketcher Grid** – Zobrazí na výkrese mřížku s úchopovými body.



**Display View Frame...** - U jednotlivých pohledů se zobrazí rámeček. Lze pracovat pouze s aktivním pohledem.

### 6.5.8 Panel Dress-up



Obr. 48 Panel Dress-up ( Axis and Threads )



**Center Line** – Pužitím MB1 se vybere kružnice, do které se umístí osový kříž.



**Center Line with Reference** – Vybere se část kružnice, kde je požadován osový kříž.



**Thread** – Vytvoří závit.



**Axis Line** – Vytvoří podélnou osu na součásti ve výkresu.



**Area Fill (Šrafy)** - vyšrafuje požadovanou oblast. Po spuštění je třeba zadat bod uvnitř uzavřené oblasti, jež chceme vyšrafovat. Styl a velikost šrafů je nutno předem nastavit na liště Graphic Properties funkcí Pattern.

### 6.5.9 Panel Dimensioning (tvorba kót)



Obr. 49 Panel Dimensioning



**Dimensions** – tvorba kót - jednoduchá, řetězová, délková nebo úhlová, poloměr nebo průměr. Pro vytvoření kóty zaoblení nebo kruhu se musí jen označit toto zaoblení nebo kruh po spuštění funkce a zadat bod definující polohu kóty.



Obr. 50 Otevření záložky Dimensions



**Chained dimensions** – tvorba řetězových kót



**Cumulated Dimensions (Zjednodušené kótování od základny)** – vytvoří zjednodušenou kótu od základny. Po spuštění funkce se zadávají postupně entity, mezi kterými je potřeba vytvořit kóty a poté bod definující polohu kót.



**Stacked Dimensions (Kótování od základny)** - vytvoří kótu od základny.



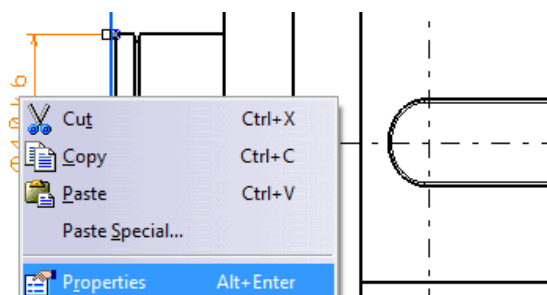
**Chamfer Dimensions (Kóta zkosení)** - vytvoří kótu zkosení na odkazové čáře.



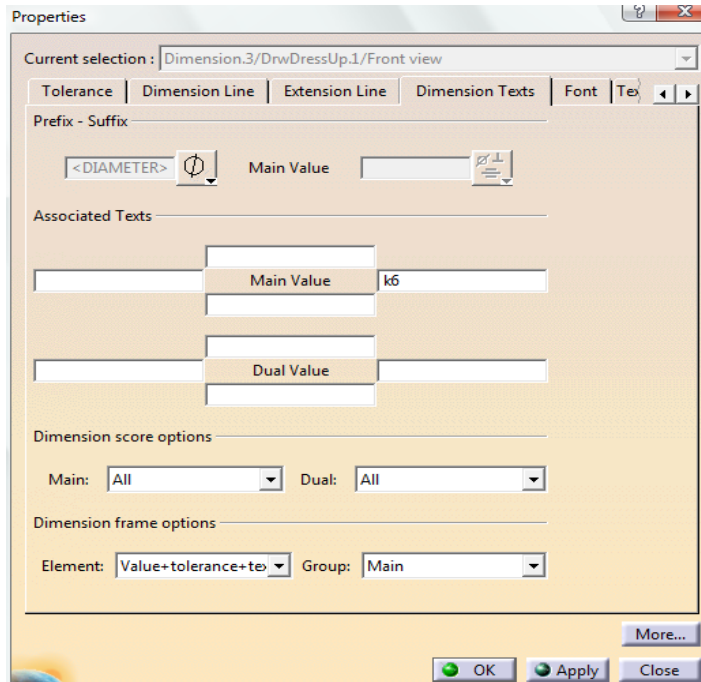
**Coordinate Dimensions (Souřadnice bodu)** - vytvoří obdélník se souřadnicemi zadaného bodu vztaženému k souřadnému systému toho pohledu, ke kterému zadaný bod patří a odkazovou šipku od tohoto obdélníku k zadanému bodu.

...

Použitím tlačítka MB3 na vytvořenou kótu se otevře roletové menu. Vybere se pátá ikona *Properties* (obr. 50). Zde lze doplnit různé tolerance, uložení,...

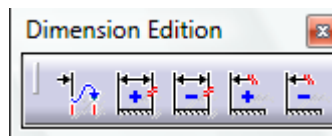


Obr. 51 Vlastnosti kót



Obr. 52 Okno Properties

### Záložka Dimension Edition



Obr. 53 Otevření Re-Route Dimension



**Create Interruption (s)** – Umožní přerušení vynášecí čáry při kótování. Zvolí se první a druhý bod přerušení stiskem tlačítka MB1.



**Remove Interruption (s)** – Lze odstranit vytvořené přerušení.

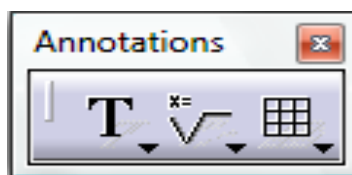


**Create/Modify Clipping** – Pomocí MB1 se vybere část kóty, kterou je potřeba zachovat a část kótovací čáry s i s vynášecí čarou zmizí.



**Remove Clipping** – Analogicky odstranění vytvořeného přerušení kóty.

### 6.5.10 Panel Annotations (Popisky)



Obr. 54 Panel Annotations



Obr. 55 Záložka Text

**T** **Text (Text)** - Vloží text do výkresu. Po spuštění funkce se zadá bod v, němž má být počátek textu a objeví se okno, do kterého zapíšeme text a potvrdí se ho OK.

**T** **Text with Leader (Text se šipkou)** - Vloží do výkresu text s odkazovou šipkou.

Po spuštění funkce se zadá bod na entitě, do které má směřovat odkazová šipka. Poté bod, kde má být počátek textu a objeví se okno, do kterého napíšeme text a potvrdí se OK.

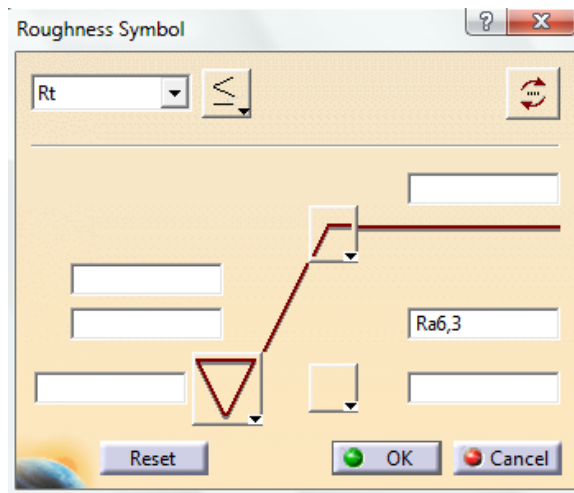
**6** **Baloon (Pozice)** - Vytvoří pozici = text v kroužku s odkazovou čarou. Po spuštění funkce se zadá bod na entitě, kde má směřovat odkazová šipka, pak bod, v němž má být počátek textu a objeví se okno. Zde se zapíše text a potvrdí se.



Obr. 56 Záložka Symbols



**Roughness Symbol (Drsnost povrchu)** - Vytvoří značku drsnosti povrchu. Po spuštění funkce se zadá bod na entitě, bude vytvořena značka drsnosti a pak se objeví následující tabulka, ve které se vyplní žádoucí pole a potvrdí se.



*Obr. 57 Tabulka Roughness Symbol Editor*



**Welding Symbol (Značka svaru)** - Vytvoří značku svaru. Po spuštění funkce se označí dvě entity, mezi nimiž má být proveden svar. Pak bod, kde má být počátek textu a objeví se následující tabulka, ve které vyplníme žádoucí pole a potvrdí se.

## ZÁVĚR

V teoretické části této práce byla popsána CAD terminologie, oblasti využití a nastínění CAx programů současnosti. Především produkty od společnosti Dassault Systemes, CATIA – konfigurace, moduly, platformy.

V praktické části bylo popsáno prostředí CATIE, manipulace s objekty a následně moduly Drafting a Assembly Design s popisem nejpoužívanějších funkcí používaných pro práci v těchto modulech.

Práce obsahuje také přílohy, které by měly sloužit jako návody pro tvorbu sestav a výkresu, tedy návody pro jednotlivé moduly. V těch je zachycena tvorba konkrétního výkresu a sestavy popisující jednotlivé funkce v daných modulech.

CAx systém je nástroj podtrhující duševní schopnosti člověka. Uživatelské rozhraní systému CATIA bylo vyvinuto s pomocí nejmodernějších poznatků o ergonomii tvůrčí duševní práce. To samozřejmě vysvětluje pozici CATIE na současném trhu CAx softwarů mezi 5 nejvyužívanějšími pro komerční účely.

Sestava vytvořená v modulu Assembly Design bude sloužit pro zadání jedné z úloh v předmětu Technické kreslení v prvním ročníku. Výkres hřídele bude použit jako vzor pro správné zakótování funkčních, technologických kót, předepsání drsností, předepsání geometrických přesností a přesností rozměrů. V neposlední řadě by mohla posloužit i jako studijní materiál pro někoho, kdo by se rád seznámil s CAD technologií a chtěl by se naučit pracovat s tímto CAD programem.

Z grafických programů, se kterými jsem měl doposud možnost se učit pracovat, jsem si CATIE oblíbil nejvíce. Snad proto, že je vhodná jak pro nového či občasného uživatele, tak lze pracovat s vysokou úrovní specifické funkční výbavy.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] FOŘT, Petr, KLETEČKA, Jaroslav. Autodesk Inventor: Adaptivní modelování v průmyslové praxi. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2004. 283 s. ISBN 80-251-0389-7.
- [2] DesignTech [online]. 2005 [cit. 2007-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.designtech.cz/c/>>.
- [3] ŠIŠKA, Lubomír. Elektronické podklady pro výuku tvorby sestav v Inventoru. Zlín, 2006. 60 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <<http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/czech/staff/samek/cad/siska/bp.pdf>>.
- [4] FOŘT, Petr, MIKŠÍK, Tomáš, NOVÁK, Pavel. Když se řekne PLM [online]. 2005, 10.7.2006 [cit. 2007-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.designtech.cz/c/plm/kdyz-se-rekne-plm.htm>>.
- [5] Dassault systems [online]. 2012 [cit. 2012-02-12]. Dassault Systèmes spustil verzi 6 pro rok 2012. Dostupné z WWW: <[http://www.3ds.com/fileadmin/COMPANY/RegionalSpotlights/CEMA/PDF/11.07.07\\_TZ\\_DS\\_V6%20pro%202012.pdf](http://www.3ds.com/fileadmin/COMPANY/RegionalSpotlights/CEMA/PDF/11.07.07_TZ_DS_V6%20pro%202012.pdf)>.
- [6] Autodesk [online]. 2012 [cit. 2012-02-12]. Profil společnosti Dostupné z WWW: <<http://www.autodesk.cz/adsk/servlet/index?siteID=551663&id=5599482#>>.
- [7] DesignTech [online]. 2006 [cit. 2012-01-21]. Když se řekne PLM. Dostupné z WWW: <<http://www.designtech.cz/c/plm/kdyz-se-rekne-plm.htm>>.
- [8] Technodat [online]. 2008 [cit. 2011-11-21]. Catia. Dostupné z WWW: <<http://www.designtech.cz/c/plm/kdyz-se-rekne-plm.htm>>.
- [9] Vše o CAD, CAM a PLM [online]. 2011 [cit. 2012-02-07]. Autodesk představil všechny produkty ve verzích 2012. Dostupné z WWW: <<http://www.caxmix.cz/2011/03/27/autodesk-predstavil-vsechny-produkty-ve-verzich-2012>>.
- [10] CAD-FEM [online]. 2011 [cit. 2011-12-07]. Siemens NX. Dostupné z WWW: <<http://cad-fem.zcu.cz/siemens-nx>>.
- [11] Siemens PLM Software [online]. 2012 [cit. 2011-12-07]. Siemens NX. Dostupné z WWW: <[http://www.plm.automation.siemens.com/cz\\_cz/products/nx/index.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/index.shtml)>.

- [12] *Siemens* [online]. 2012 [cit. 2011-12-07]. O Solid Edge. Dostupné z WWW: <[http://www.plm.automation.siemens.com/cz\\_cz/products/velocity/solidedge/overview/index.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/velocity/solidedge/overview/index.shtml)>.
- [13] *Int Bohemia* [online]. 2009 [cit. 2012-12-01]. Solid Edge: Synchronní technologie. Dostupné z WWW: <<http://www.intbohemia.cz/software/solid-edge/env/synchronni-technologie>>.
- [14] *Catia* [online]. 2002 [cit. 2012-01-14]. Catia V5. Dostupné z WWW: <[http://jsworld.hyperlink.cz/prezentace/CATIA\\_01.htm](http://jsworld.hyperlink.cz/prezentace/CATIA_01.htm)>.
- [15] *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2002 [cit. 2012-02-13]. Trendy. Dostupné z <http://www.mmspektrum.com/clanek/proc-cax-technologie-s-plnou-integraci.html>.
- [16] *Kngcompany* [online]. 2004 [cit. 2011-11-21]. PRODUCT DEVELOPMENT. Dostupné z WWW: <<http://www.kngcompany.com/page1.php>>
- [17] *Catia tutorial cad* [online]. 2010 [cit. 2012-02-10]. CATIA Training. Dostupné z WWW: <<http://www.catiatutorialcad.com/catia-training/>>
- [18] *Idiada* [online]. 2010 [cit. 2012-02-10]. Catia V6. Dostupné z WWW: <<http://www.idiada.cz/catia-v6.html>>
- [19] *catia v5r5\_zakladny\_manual*

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAE	Computer Aided Engineering
CA	Computer Aided
CIM	Computer Integrated Manufacturing?
ERP	Enterprise Resource Planning
FEA	Finite Element Analysis
FEM	Finite Element Method
DWF	Design Web Format
DWG	DraWinG
DXF	Data eXchange Format
PDM	Product Data Management
PLM	Product Lifecycle Management
SCM	Supply Chain Management
MB1	Levé tlačítko myši
MB2	Rolovací tlačítko myši
MB3	Pravé tlačítko myši

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 CATIA [8].....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 2 Balíčky 2012 od Autodesku [9] .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 3 NX 8 [10].....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 4 Příklad využití Catie v závodním průmyslu [16].....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 5 Příklad využití Catie v architektuře [17] .....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 6 Vylepšení řešení ploch třídy A v CATIA V5R21 [8].....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 7 Pracovní prostředí V6R2012 [8] .....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 8 Vymodelovaný objekt v reálné scéně [15].....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 9 Otevření programu Catia .....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 10 Hlavní menu programu Catia.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 11 Otevření modulu Part Design 1 způsobem.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 12 Otevření modulu Part Design 2. Způsobem .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 13 Pracovní prostředí CATIA ( Part Designu ).....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 14 Strom .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 15 Myš s popisem tlačítek.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 16 Panel nástrojů View .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 17 Otevření modulu Assembly Design.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 18 vložení nové podsestavy.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 19 Panel Product Structure Tools .....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 20 Vkládání existující součásti – insert.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 21 Vkládání existující součásti – Insert; Existing Component.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 22 Ukládání sestavy I.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 23 Ukládání sestavy II ( okno Save As ) .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 24 Ukládání sestavy III (okno Save Management).....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 25 save running po stisku Propagete directory.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 26 Panel Move.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 27 Manipulation Para.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 28 Snap [19].....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 29 Explode okno .....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 30 Panel Constraints.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 31 Symboly montážních vazeb [19].....</i>	<i>49</i>

<i>Obr. 32 Otevření modulu Drafting</i> .....	51
<i>Obr. 33 Okno New Drawing Creation / New drawing (rozbalení: Modify...)</i> .....	52
<i>Obr. 34 Okno Edit – Sheet Background</i> .....	52
<i>Obr. 35 Okno Manage Frame and Title Block</i> .....	53
<i>Obr. 36 Přepnutí do pracovního prostředí ( Edit; Working Views )</i> .....	53
<i>Obr. 37 Vkládání součásti do výkresu (použití ikony Projection Views)</i> .....	54
<i>Obr. 38 Vložená součást do výkresu pomocí panelu Views (Front View)</i> .....	54
<i>Obr. 39 Panel Views</i> .....	54
<i>Obr. 40 Rozbalení záložky Front View (Projections)</i> .....	55
<i>Obr. 41 Vkládání pohledů pomocí fce Projection Views</i> .....	55
<i>Obr. 42 Vkládání 3D pohledu fci Isometric View</i> .....	56
<i>Obr. 43 Použití ikony Offset Section View</i> .....	56
<i>Obr. 44 Editace řezné roviny</i> .....	57
<i>Obr. 45 Záložka Detail Vie,A – Detail View, B – Quick Detail View</i> .....	57
<i>Obr. 46 Editace Detailů</i> .....	58
<i>Obr. 47 Panel Visualization</i> .....	58
<i>Obr. 48 Panel Dress-up ( Axis and Threads )</i> .....	59
<i>Obr. 49 Panel Dimensioning</i> .....	59
<i>Obr. 50 Otevření záložky Dimensions</i> .....	60
<i>Obr. 51 Vlastnosti kót</i> .....	60
<i>Obr. 52 Okno Properties</i> .....	61
<i>Obr. 53 Otevření Re-Route Dimension</i> .....	61
<i>Obr. 54 Panel Annotations</i> .....	62
<i>Obr. 55 Záložka Text</i> .....	62
<i>Obr. 56 Záložka Symbols</i> .....	62
<i>Obr. 57 Tabulka Roughness Symbol Editor</i> .....	63

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**PŘÍLOHA PI: BC-KNEDLA\_FINAL.PDF**

**PŘÍLOHA PII: MODEL\_Y\_.CATPART**

**PŘÍLOHA PIII: POSTUP PŘI TVORBĚ VÝKRESU**

**PŘÍLOHA PIV: VÝKRES \_.CATDRAWING**

**PŘÍLOHA PV: POSTUP PŘI TVORBĚ SESTAVY**

**PŘÍLOHA PVI: SESTAVA \_.CATPRODUCT**