

Využití 3D software pro zkvalitnění výuky

Jan Ondřík

Bakalářská práce
2016/2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Ondřík**
Osobní číslo: **T14074**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Využití 3D software pro zkvalitnění výuky**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na vybrané téma
2. Vytvořte trojrozměrné modely těchto celků a jejich vizualizace využitím software (Catia, Solid Edge, NX)

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucí práce

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2017**

Ve Zlíně dne 31. ledna 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



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

Příjmení a jméno: Ondřík Jan

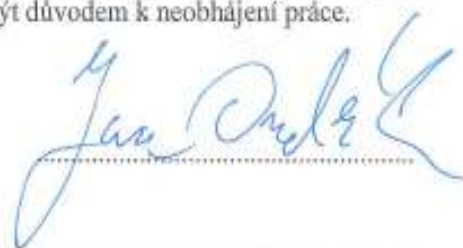
Obor: PI

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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, považuji 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 16.5.2017



¹⁾ 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 nevýdělečně 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 obhájení musí být těm nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí 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.

²⁾ 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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ 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

Téma bakalářské práce se zabývá 3D softwary Solid Edge ST9, CATIA V5 a NX 10 a jejich využitím při výuce studentů na vysoké škole v oblasti CAD/CAM. Hlavním cílem je uživatele informovat o novinkách, dostupnosti jednotlivých programů a jejich následným využitím při řešení úkolů. Výběr vhodného systému není v dnešní době, kdy existuje velké množství 3D softwarů vůbec jednoduchou záležitostí, a proto je součástí práce seznámení studentů se základními moduly systémů (Part, Assembly, Draft) a jejich vzájemným porovnáním.

Klíčová slova: CAD, CATIA, NX, SolidEdge

ABSTRACT

This Bachelor's Thesis deals with 3D softwares Solid Edge ST9, CATIA V5 a NX 10 and their use during collage studies in CAD/CAM area. The main goal is to inform the user about news, availability of all the programs and their future usage in the process of problem-solving. Nowadays it is not an easy task to choose a suitable program because of the high number of all the 3D softwares and that is why this. Thesis deals with a proper introduction of the basic moduls of systems (Part, Assembly, Draft) for the students and their mutual comparison.

Keywords: CAD, CATIA, NX, Solid Edge

Rád bych touto cestou vyjádřil své poděkování doc. Ing. Libuši Sýkorové, Ph.D. za její cenné rady a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Ondřeji Bílkovi, Ph.D. za vstřícnost a pomoc při získávání potřebných informací a podkladů v oblasti systému NX.

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

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně 15.5.2017

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and appears to be 'P. B. K.'.

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	14
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 PLM - ŽIVOTNÍ CYKLUS PRODUKTU	16
1.1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI SYSTÉMU CIM	17
1.1.1 CIM (Computer Intergrated Manufacturing)	18
1.1.2 CAD (Computer Aided Designe).....	18
1.1.3 CAM (Computer Aided Manufacturing)	18
1.1.4 CAE (Computer Aided Engineering).....	19
1.1.5 PPS (Production Planning Systems)	19
1.1.6 CAPP (Computer Aided Process Planning).....	20
1.1.7 CAPE (Computer Aided Production Engineering).....	20
1.1.8 CAQ (Computer Aided Quality).....	20
1.2 DĚLENÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ.....	21
1.3 VÝUKOVÉ VERZE CAD/CAM SYSTÉMŮ.....	21
2 CATIA	23
2.1 O PROGRAMU CATIA V5.....	23
2.1.1 CATIA V5 P1 (Platforma 1).....	23
2.1.2 CATIA V5 P2 (Platforma 2).....	24
2.1.3 CATIA V5 P3 (Platforma 3).....	24
2.2 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ (WORKBENCH) CATIA V5.....	24
2.2.1 Pracovní prostředí Part Design.....	25
2.2.2 Pracovní prostředí Wireframe a Surface	26
2.2.3 Pracovní prostředí Assembly Design	26
2.2.4 Pracovní prostředí Drafting.....	27
2.2.5 Pracovní prostředí Generative Sheetmetal Designe	28
2.2.6 Pracovní prostředí DMU Kinematics.....	28
2.2.7 Ostatní pracovní prostředí.....	28
2.3 VOLBA SYSTÉMOVÝCH BALÍČKŮ CATIA V5R20.....	28
2.3.1 CATIA PLM Express.....	28
2.3.2 CATIA Systémové balíčky	29
2.3.3 CATIA pro studenty.....	30
2.4 SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY CATIA V5R20.....	30
2.5 CATIA V6 NOVÁ VERZE	31
2.6 KOMPATIBILITA CATIA	31
2.6.1 Kompatibilita mezi verzemi CATIA V5 – V6.....	31
2.6.2 Kompatibilita se světem	31
3 SOLID EDGE	32
3.1 O PROGRAMU SOLID EDGE.....	32
3.2 HISTORIE VERZÍ SOLID EDGE ST	32
3.2.1 Verze Solid Edge ST9.....	33
3.3 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ SOLID EDGE.....	34
3.3.1 Uživatelské prostředí programu UGS Solid Edge	34
3.3.2 Pracovní prostředí ISO Part (Modul Objemová součást).....	35

3.3.3	Pracovní prostředí ISO Sheet Metal (Modul plechová součást)	36
3.3.4	Pracovní prostředí ISO Assembly (Modul Sestava)	36
3.3.4.1	Složení sestavy	37
3.3.4.2	Úprava sestavy	37
3.3.4.3	Konfigurování sestav	37
3.3.4.4	Rozklad sestavy	37
3.3.4.5	Odlehčení paměti systému	37
3.3.5	Pracovní prostředí Draft (Modul Výkres)	38
3.3.6	Specifické moduly Solid Edge (nutnost přikoupení)	38
3.3.6.1	XpresRoute (Konstrukce potrubí)	38
3.3.6.2	Wire Harness (Konstrukce kabeláže)	39
3.3.6.3	Structural Frames (Konstrukce rámu)	39
3.3.6.4	Weldments (Svařenec)	39
3.3.6.5	UGS Solid Edge Insight	39
3.4	VOLBA SYSTÉMOVÝCH BALÍČKŮ SOLID EDGE ST9	39
3.4.1	Solid Edge Design and Drafting	39
3.4.2	Solid Edge Foundation	39
3.4.3	Solid Edge Clasic	39
3.4.4	Solid Edge Premium	40
3.4.5	Ceny systémových balíčků Solid Edge ST9	40
3.4.6	Solid Edge ST9 pro studenty	41
3.5	SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY SOLID EDGE ST9	41
3.6	KOMPATIBILITA SOLID EDGE	42
3.6.1	Kompatibilita se světem	42
3.6.2	Kompatibilita verzí Solid Edge	42
4	NX	43
4.1	O PROGRAMU NX	43
4.2	HISTORIE VERZÍ NX	44
4.3	PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ NX	45
4.3.1	Produktový designe	45
4.3.2	Pracovní prostředí 3D CAD Modeling	46
4.3.3	Pracovní prostředí Assembly Design	47
4.3.4	Pracovní prostředí Sheet Metal Design	47
4.3.5	Pracovní prostředí Template-Based Designe	48
4.3.6	Pracovní prostředí Freeform Modeling a Reverse Engineering	48
4.3.7	Pracovní prostředí Drafting and 2D Design a Product and Manufacturing Information	49
4.3.8	Pracovní prostředí Electromechanical Systems Designe	49
4.3.9	Další pracovní prostředí a nástroje	50
4.3.9.1	Pracovní prostředí Knowledge Re-Use	50
4.3.9.2	Pracovní prostředí Visual Analytics and Validation	50
4.3.9.3	Pracovní prostředí Process-Specific Applications	51
4.4	VOLBA SYSTÉMOVÝCH BALÍČKŮ NX	52
4.4.1	Cena softwaru NX	52
4.4.2	NX pro studenty	52

4.5	SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY VERZE PROGRAMU NX 11	53
4.6	KOMPATIBILITA NX	53
4.6.1	Kompatibilita se světem	53
4.6.2	Kompatibilita verzí NX	53
5	CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	55
5.1	CÍLE TEORETICKÉ ČÁSTI	55
5.2	CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI	55
II	PRAKTICKÁ ČÁST	56
6	VOLBA 3D SOFTWARE	57
7	PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ	58
7.1	ZAČÍNÁME	58
7.1.1	Solid Edge	58
7.1.2	CATIA	60
7.1.3	NX	60
7.1.4	Hodnocení vstupního uživatelského rozhraní	62
7.1.5	Hodnocení ovládání orbitu v softwarech	63
7.2	MODUL PART	64
7.2.1	Solid Edge Part	64
7.2.2	CATIA Part	67
7.2.3	NX Part	69
7.2.4	Pozitiva x Negativa modulu Part	72
7.3	MODUL ASSEMBLY	73
7.3.1	Solid Edge Assembly	73
7.3.2	CATIA Assembly	76
7.3.3	NX Assembly	77
7.3.4	Pozitiva x Negativa modulu Assembly	80
7.4	MODUL DRAFT	81
7.4.1	Solid Edge Draft	81
7.4.2	CATIA Draft	84
7.4.3	NX Drawing	88
7.4.4	Pozitiva x Negativa modul Draft	90
7.5	VÝSLEDNÉ POROVNÁNÍ PRÁCE V PROSTŘEDÍ	92
8	SYSTÉMOVÉ VLASTNOSTI	94
8.1	MOŽNOSTI SOFTWARE ZAPISOVAT SOUBORY DO FORMÁTU	94
8.2	MOŽNOSTI SOFTWARE NAČÍTAT SOUBORY VE FORMÁTU	95
8.3	DOSTUPNOST PRO OPERAČNÍ SYSTÉMY A JEJICH VERZE	96
8.4	JAZYKOVÁ DOSTUPNOST SYSTÉMU	97
8.5	MOŽNOST VYUŽITÍ SYSTÉMU V TECHNOLOGICKÝCH PROGRAMECH SPOLEČNOSTÍ	98
8.6	VYHODNOCENÍ SYSTÉMOVÝCH VLASTNOSTÍ	99
8.7	VYHODNOCENÍ CENOVÉ DOSTUPNOSTI	99
8.8	ZÁVĚREČNÉ POSOUZENÍ	100
9	SESTAVA MECHANICKÉ RUČNÍ VRTAČKY	101

9.1	POSTUP TVORBY V SOLID EDGE	102
9.2	POSTUP TVORBY V CATIA.....	106
9.3	POSTUP TVORBY V NX	109
ZÁVĚR	112
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	113
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	119
SEZNAM OBRÁZKŮ	120

ÚVOD

Úspěch každého mladého konstruktéra či inženýra je podmíněn schopností orientace a dovedností práce v CAD/CAM/CAE systémech. Tato práce je zacílena na studenty a jejich vedení za poznáním 3D softwarů.

Nové tisíciletí přineslo velký skok ve využití modelování a simulace v technickém odvětví a možnost práce s výkonnými 3D programy se přenesla i k malým a středně velkým podnikům. Právě zde je v tuto chvíli velká poptávka po kvalifikovaných pracovnících, kteří jsou schopni samostatně a komplexně pracovat v takovýchto softwarových modulech. Tomuto trendu se musely přizpůsobit jak pedagogové, tak jejich postupy ve výuce technických předmětů, kdy se dalo s bohem tradiční výuce za pomoci tužky a rýsovacích potřeb a přešlo se ke klávesnici a myši. Tohoto faktu jsou si vědomy technicky zaměřené instituce na všech výukových úrovních a jejich snahou je vybavit studenty co možná nejširší vědomostní základnou o CAD/CAM/CAE systémech, avšak tento úkol je do značné míry komplikován samotným trhem, který je přehlcen velkým množstvím různě orientovaných a kvalitních systémů. Primární rolí zde hraje samozřejmě cena, která je často definicí výkonnosti, funkčnosti, doplňků a kompatibility jednotlivých softwarů.

Náplní teoretické práce je seznámit studenty se systémem u tří zvolených 3D softwarů a to konkrétně CATIA, Solid Edge a NX. U každého programu byl definován jeho vznik, vlastnosti, využití, cena, kompatibilita a zejména jeho dostupnost pro studenty a pedagogické pracovníky. Práce je vytvořena tak, aby i uživatel, který nikdy v modelovacím programu nepracoval, pochopil jejich základní funkce a byl teoreticky seznámen s prostředím, ve kterém bude následně navrhovat či konstruovat.

Systémy CATIA, Solid Edge a NX jsou zvoleny zcela záměrně a to z důvodu jejich rozsáhlého využití v praxi, kdy se u menších firem využívá Solid Edge, u středních a větších společností CATIA a NX a také proto, že Univerzita Tomáše Bati vlastní na všechny tyto programy licence. Praktická část této práce je zaměřena na porovnání těchto produktů (výhody x nevýhody) a následném vyhodnocení. Poslední částí je modelování sestavy a ohodnocení práce v prostředí programů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PLM - ŽIVOTNÍ CYKLUS PRODUKTU

PLM je zkratkou z anglického termínu Product Lifecycle Management, který definuje proces kontroly kompletního životního cyklu produktu, a to od jeho nejzákladnějšího grafického návrhu, přes kompletní návrh, výrobní postup, jeho servis a následnou likvidaci.

Občas se tento proces nesprávně vztahuje k tzv. PDM software, jenž je používán v některých částech PLM procesu, nejčastěji u správy dat strojírenského návrhu a konzultace mezi konstruktéry, avšak nikoliv k celému životnímu cyklu.

PLM obsahuje kromě nezbytných počítačových aplikací také normalizované postupy práce, obchodní a firemní systémy, důležitá data a nezbytně také odborně vzdělané pracovníky.

Tento kompaktní celek je tedy možné využívat jako centrální systém výrobního podniku nebo takové společnosti, jejíž výslednou činností je fyzický produkt.

Definice PLM by měla také zahrnovat spolupráci infrastruktur počítačových aplikací, využívaných k manipulaci s daty o produktu v průběhu jeho životního cyklu.

Jako takový kontrolující systém PLM všechnu správu dat o výrobku a elektronickou komunikaci mezi všemi subjekty, které byly v průběhu cyklu nějakým způsobem do projektu zainteresovány, včetně zákazníků (CRM), dodavatelského řetězce a všech potřebných zdrojů (ERP).

[1], [7]



Obr. 1 Product Lifecycle Management [1]

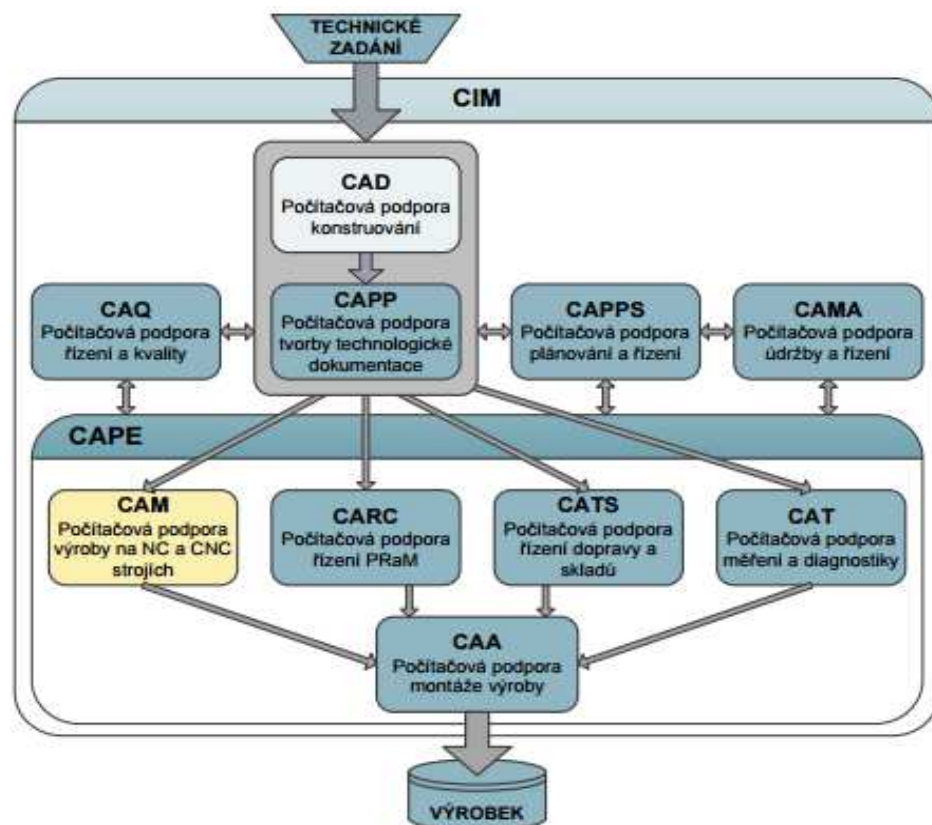
1.1 Základní části systému CIM

CAD, CAM, CAE a další jsou zkratky z anglických názvů různých počítačových systémů, jež spadají do výroby integrované počítačem – označované pod zkratku CIM. Tyto systémy jsou funkční hlavně díky počítačové grafice.

Spadají sem systémy, které jsou určeny k podporování a nápomoci v jednotlivých sekcích výroby výsledného produktu. Dřívější postupy, jako jsou rýsování a náročné testování způsobem pokus-omyl, jsou vytlačeny 3D softwary a počítačovou simulací.

Softwarový CAD/CAM/CAE systém obsahuje aplikace vhodné pro trojdimenzionální modelování neboli 3D, vytváření sestav, mechanismů, tvorbu výkresové dokumentace, výpočetních modelů, programování NC strojů a správy systému.

Díky svým hardwarovým nárokům bylo těchto systémů a modulů využíváno zejména u malého okruhu konstruktérů a designérů, pracujících ve specializovaných odděleních, jakými byli následující průmysly – vojenský, automobilový a také letecký. V současné době se tyto systémy staly běžnými i v běžném průmyslu. Nezbytnou součástí se systémy také staly při výuce nové generace seřizovačů a strojních inženýrů.



Obr. 2 Schéma uspořádání dílčích CA systémů v komplexu CIM [2]

1.1.1 CIM (Computer Intergrated Manufacturing)

CIM neboli výroba integrována počítačem je systém, zahrnující řízení celého výrobního podniku. Využívá v každé z fází výroby počítačovou podporu. Hlavní funkcí je zajistit koordinaci všech modulů CAD/CAM/CAE tak, aby byl zajištěn tok od myšlenky po realizaci produktu.

[2]

1.1.2 CAD (Computer Aided Designe)

Jedná se o počítačem podporovaný návrh, ve kterém se vytváří návrh nové součásti. Celá geometrie je interaktivním způsobem modelována a graficky zobrazena v reálné formě. Informace reprezentují grafický model, jsou uchovávány v aplikačně vytvořené databázi, která je základem pro následné kroky v cestě k finálnímu výrobku.

Při tvorbě jednotlivých modelů se návrhář setkává s těmito příkazy:

- Generování základních geometrických elementů
- Příkazy pro manipulaci s objekty (posuv, rotace, zaoblení, atd.,)
- Příkazy k spojování vytvořených elementů do výsledné sestavy

Konečným zpracováním jsou modely, výkresy, sestavy neboli CAD data a jedná se o jeden z nejdůležitějších použitých faktorů při začleňování s ostatními CA systémy.

[2]

1.1.3 CAM (Computer Aided Manufacturing)

CAM je označení systému počítačem podporované výroby, který připravuje data a systémy pro numerické řízení strojů v souvislosti s automatickou výrobou součástí. Systém využívá geometrických a dalších informací, jež byly vytvořeny v návrhové fázi systému CAD. CAM prezentuje v úzkém pojetí automatizované operativní řízení výroby na úrovni dílen a jeho součástí je i automatizovaný sběr dat o skutečném stavu děje.

Díky produktu tohoto typu je možno simulace technologického sledu operací při výrobě součástí. Simulujeme práci jednotlivých nástrojů v nejrůznějších technologických postupech, jakými jsou soustružení, frézování, elektroerosivní obrábění, atd.. Po nasimulování a ověření bezpečného průběhu výroby součásti je vygenerován program k řízení cyklu CNC a NC strojů.

[2]

S programováním takovýchto robotů jsou spojeny tyto moduly.

- **CATS (Computer Aided Transport and Store)**– Počítačová podpora řízení dopravy a skladů.
- **CAA (Computer Aided and Assembly)** – Počítačová podpora montáže výrobků.
- **CARC (Computer Aided Robot Control)** – Počítačová podpora řízení a programování robotů a manipulátorů.

[2]

1.1.4 CAE (Computer Aided Engineering)

CAE je proces, jenž využívá počítačového softwaru k zjednodušení inženýrských analýz a přispívá k analýze geometrických dat, přejatých z CAD databáze. Za jeho pomoci je možná simulace a studium navrženého objektu v extrémně ztížených pracovních podmínkách, pro něž je vytvořen. Následné nedostatky a vnější vlivy, které mají dopad na jeho funkci, je možno eliminovat.

Díly a sestavy je možno zkoumat nejen jako statické celky, ale také jako „rozpohybované celky“, kde je možno pozorovat jejich přestupy tepla, kinematiku, dynamiku apod. Některé systémy využívají metod konečných prvků.

[2]

1.1.5 PPS (Production Planning Systems)

Tento výrobně-plánovací systém je použit u počítače pro celou škálu úloh plánování a navádění výroby. Cílem je bezpečnost vlastní výroby tak, aby byla optimalizována jak z hlediska kapacitního, časového, ekonomického dle potřeby a požadavků trhu. Tento proces má ve světě i jiná označení (PPC, MRP, PMS).

Tři základní směry vývoje.

- Komplexní systémy PPS, obsahující všechny obvyklé moduly
- Malé systémy, obsahující pouze základní moduly
- Systém na podporu dílenského řízení

[2]

1.1.6 CAPP (Computer Aided Process Planning)

Je modul určený k počítačové podpoře návrhů a tvorbě technické dokumentace, pracuje na základě dokumentace vytažené ze systému CAD a je určen pro návrh dokumentace, ale také pro výběr strojů a zařízení určených pro výrobu a montáž dílů. Výsledkem jsou nejčastěji různé druhy technických dokumentů (slovní, tabulkové technologické postupy, obrázkové), NC a CNC programy. CAPP je stěžejním článkem mezi systémy CAD/CAM.

[2]

1.1.7 CAPE (Computer Aided Production Engineering)

Systém určený k počítačové podpoře výrobního inženýrství nebo také počítačem podporované technologie výroby. CAPE je tvořen subsystémem počítačem integrované tvorby CIM. Jeho součástí je počítačová podpora každé činnosti spojené s výrobou dílu, např. programování dopravních, obslužných, skladovacích zařízení, programování výrobní techniky, zkoušení, měření a diagnostikování součástky. Díky tomuto modulu je možné uvedení výrobku na trh v kratším časovém horizontu, což zvyšuje šance na úspěch oproti konkurenci.

Počítačem podporované technologie výroby nám mohou objasnit několik otázek.

- Jak nejlépe obrábět?
- Jak obrobit dílec na nejmenší počet upnutí?
- Jaké nástroje, stroje, metody použijeme?
- Jaké upínací prvky jsou nejvhodnější?

Cílem je technologický postup, NC program, seznam nástrojů a potřebný strojní čas.

[2]

1.1.8 CAQ (Computer Aided Quality)

Modul definován jako počítačová podpora řízení kvality výrobku. CAQ je nástroj, který vstupuje do technické přípravy a výroby. Modul zajišťuje zabezpečení kontroly výrobku a řídí jejich kvalitu, dále se uplatňuje při kontrole výrobních plánů a dokumentace, technické diagnostice zařízení a automatizované výstupní kontrole. Výsledkem procesu je snaha o zvýšení kvality výrobku vlastního výrobního procesu a snížení časové, ekonomické náročnosti na předvýrobní etapy.

[2]

1.2 Dělení CAD/CAM systémů

Dělení CAM systémů je obdobné, jako u CAD systémů. CAM moduly je možno dělit dle několika kritérií. Hlediska rozdělení jsou následovná:

- Dle velikosti systému. Velikostí systému je míněno jasné využití dané aplikace (množství doplňků nadstaveb, obráběcích cyklů atd.)
- Dle ceny
- Dle využití
- Dle rozšíření, také počtu licencí
- Dle propojení s ostatními CA systémy
- Dle podpory ze strany výrobce daného software

CAM systémy se také dají dělit podle úrovně a ceny:

- Malé CAM systémy
- Střední CAM systémy
- Velké CAM systémy

Takovéto rozdělení je však v posledních letech méně využíváno, jelikož většina CAM systémů se dostává na stejnou úroveň využitelnosti.

O poznání důležitější rozdělení je podle provázanosti CA systémů, lze tak CAM systém rozdělit podle:

- CAM systémy integrované v rámci komplexních CAD/CAM/CAE systémů
- Speciální CAM systémy neboli CAD/CAM systémy.

[2]

1.3 Výukové verze CAD/CAM systémů

Na trhu se objevují i CAM systémy, které lze pořídit jako tzv. studijní či školní verze, jež jsou určeny čistě ke studijním a výukovým účelům a nelze v nich využívat některé obsahové moduly. Tyto softwary slouží k obecnému seznámení s principy konstruování, a postupy při tvorbě NC programu bez možnosti aplikace na danou obráběcí operaci, dalšími omezeními často bývají označena výkresová dokumentace razítkem softwarového produktu, či nemožnost ukládání modelů/sestav nebo tvorba NC kódu. Výukové verze CAM sys-

témů bývají bez možnosti 3D simulací a víceosého obrábění, které by umožňovalo na tvarových plochách generaci dráhy nástroje.

Je možnost zakoupení tzv. studijních licencí, kdy uživatel obdrží plnou verzi programu na jeden rok za zlomkovou cenu oproti cenám nastavených pro společnosti. Nabídka takovéto licence je podmíněna souhlasem s podmínkami, že program nebude zneužit ke komerčním účelům a prokázání statusu studenta.

Další možností jsou demo verze CAD/CAM systémů, které jsou dostupné zdarma, jedním z takových je např. Solid Edge. Společnou vlastností takovýchto verzí systému je absence generování NC kódu a dalších podstatných omezení.

[2]

2 CATIA

Program CATIA (zkratka pro Computer Aided Three Dimensional Interactive Application neboli počítačově podporovaná trojrozměrná interaktivní aplikace), je vyvinut francouzskou firmou Dassault Systemes, je jedním z předních softwarových balíčků CAE/CAD/CAM. Jedná se o objemově modelovací nástroj, jehož hlavní úlohou je spojovat 3D parametrické funkce a 2D nástroje, a také zároveň řešit všechny konstrukční a výrobní procesy. Program jako takový poskytuje náhled do obsahu návrhů a díky tomu je umožněna spolupráce mezi partnerskými firmami, což je zvýhodňuje proti konkurenci, kde takový jednotný systém nemají.

Kromě prostorových modelů, plechových dílů a sestav lze v pracovní sekci Drafting, balíčku CATIA vytvořit také 2D výkresové pohledy, a to pravoúhle pohledy, řezy izometrické, pomocné a detailní pohledy, také je možná generace modelových kót, které je možno následně přenést ve výkresovém prostředí na kóty referenční. Obousměrný asociativní charakter softwaru garantuje, že změny provedené v modelu se projeví také ve výkresovém prostředí a naopak.

[3]

2.1 O programu CATIA V5

Systém CATIA V5 lze uplatnit v průmyslové sekci. Největší předností tohoto systému je funkčnost tzv. „hybridního modeláře,“. V praktické činnosti to znamená kombinování v modelu jak plošných (surface), tak objemových (solid) elementů. Právě taková multifunkčnost při výběru modelovacích technik dělá ze softwaru CATIA V5 tolik uznávaný a vyhledávaný program, který se využívá od počátečního návrhu po finální produkt.

CATIA V5 je nabízena ve třech základních platformách: P1,P2,P3. Každý z těchto tří balíčků je vhodný pro určitou zákaznickou oblast.

[4]

2.1.1 CATIA V5 P1 (Platforma 1)

Tento balíček je určen pro malé až středně velké procesně zaměřené společnosti, které chtějí budovat rozsáhlé digitalizované definice výrobku, což znamená od interaktivního 2D kreslení až po plně digitalizované procesy vývoje produktu.

[4], [5]

2.1.2 CATIA V5 P2 (Platforma 2)

Platforma obsahující specifické prostředí, které umožňuje vykreslení digitálního podniku, který se skládá z modelování výrobků, procesů a výsledků určité společnosti. Tato verze pracuje s celým výrobním průběhem daného modelu od jeho počátku až po konečné zpracování. Platforma je vhodná pro pokročilé inženýrské společnosti.

[4], [5]

2.1.3 CATIA V5 P3 (Platforma 3)

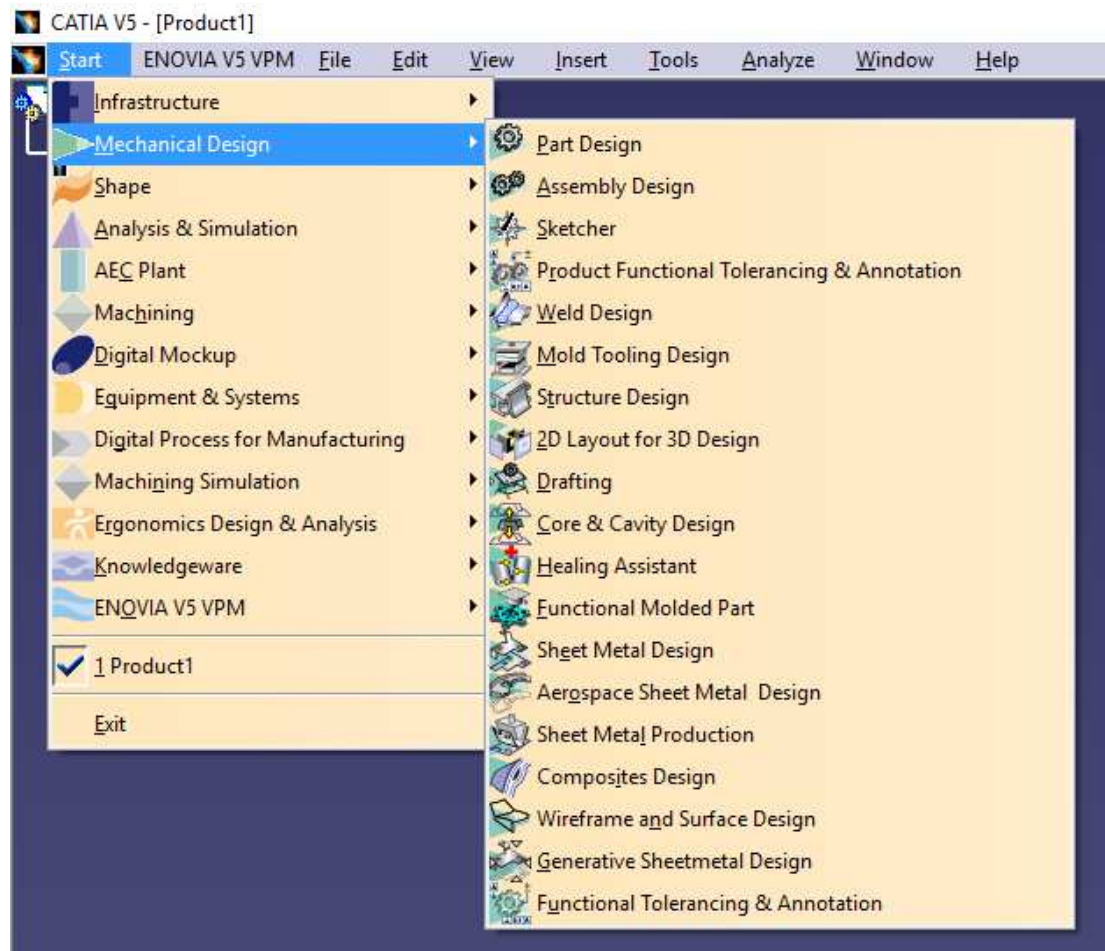
Systémová platforma P3 je poslední a nejobsáhlejší platformou, která je určena zejména pro špičkové konstruktérské aplikace, využívají jí zejména společnosti automobilového, leteckého a kosmického průmyslu, kde je naprosto standardním požadavkem vysokých povrchových úprav.

[4], [5]

2.2 Pracovní prostředí (workbench) CATIA V5

CATIA V5 řeší základní konstrukční úlohy za pomoci široké škály pracovních prostředí (neboli workbench). Workbench je definován jako určité prostředí, jež je tvořeno ze sady nástrojů, které uživatelům umožňují provádět specifické kroky v řešení konstrukčních úloh. Základními pracovními sekcemi v programu CATIA V5 jsou Part Design, Wireframe and Surface Design, Assembly Design, Drafting, Generative Sheetmetal Design a DMU Kinematics.

[4]



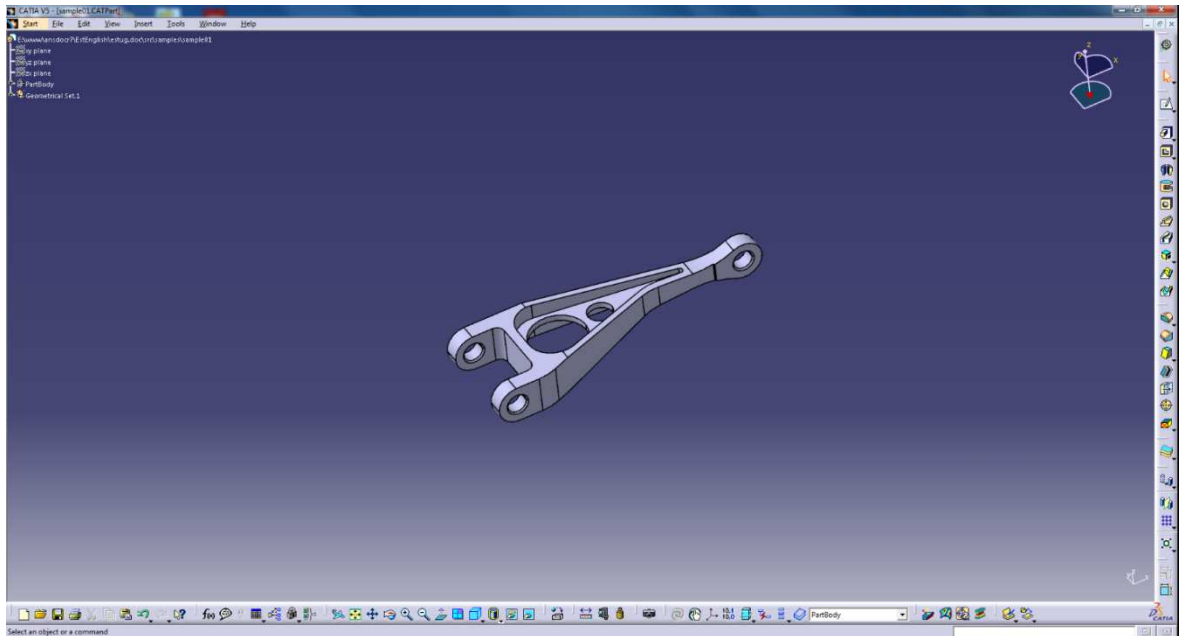
Obr. 3 Strom pracovních prostředí CATIA

2.2.1 Pracovní prostředí Part Design

Workbench Part Design je parametricky definováno a jedná se o prostředí s funkcemi, v němž je možno definovat a tvořit 3D modely. Jedním z hlavních požadavků k vytváření modelů těles v tomto prostředí je náčrt. Náčrt použijeme k vytvoření obrysu následného objemového modelu, tento obrys vytváříme v prostředí Sketcher, které je nejčastěji využito v rámci modulu Part Design. Za pomoci nástrojů (geometrické tvary, čáry, osy, atd.) můžeme nakreslit náčrt. Při vykreslování se automaticky uplatňují některé vazby, což nám velmi zjednodušuje práci. Dále se doporučuje aplikovat veškeré nutné vazby a rozměry a to z důvodu následných změn, protože pokud by nebyl model dostatečně okótován a zazabzen, riskujeme, že celý dílec bude nutno kompletně vytvořit znovu nebo komplikovaně předělávat. Po vytvoření náčrtu se ukončí pracovní prostředí Sketcher a přeneseme se zpět do modulu Part Design, kde se vygenerovaný náčrt převede na objemové těleso. Toto prostředí také obsahuje další nástroje a funkce k úpravě objemových těles, a to například zkosení, zaoblení, zrcadlení, kruhová pole a mnohé další. Tyto prvky se označují jako takzva-

né dress-up prvky (založené na objemu). Je zde také možné přiřadit modelu druh materiálu, což je ve vývojové sekci jedna z nejpodstatnějších konstrukčních informací.

[4]



Obr. 4 Pracovní prostředí Part s modelovaným tělesem

2.2.2 Pracovní prostředí Wireframe a Surface

Workbench Wireframe and Surface Design má také parametricky funkčně orientované prostředí a využívá se pro tvorbu drátových, nebo také plošných modelů. Nástroje v tomto modulu má hodně podobné jako v prostředí Part Design, s rozdílem, že zde se využívají k vytvoření základních a pokročilých povrchů.

[4]

2.2.3 Pracovní prostředí Assembly Design

Workbench Assembly Design je určen k sestavení jednotlivých součástí do jednotného celku za pomoci vazeb, které jsou zde k dispozici. Definujeme dva typy přístupu k návrhu sestavy.

1. Zdola nahoru
2. Shora dolů

V obecné terminologii to znamená, že v případě použití postupu zdola nahoru jsou součásti vytvořeny předem a následně se sestavují, což zachová konstrukční záměr. V přístupu k návrhu cestou shora dolů se jednotlivé součásti vytváří v rámci sestavy v prostředí Assembly Design. Může se také vložit již existující celek neboli sestava do aktuální sestavy, tento krok se využívá zejména u náročnějších celků, jako jsou převodovkové skříně či karosérie automobilů. Nástrojový panel Space Analysis nabízí nástroj k analýze Clash, jenž napomáhá při hledání a odhalování kontaktů, vůlí či kolizí mezi komponenty, případně sestavami a podsestavami.

[4]

2.2.4 Pracovní prostředí Drafting

Workbench Drafting je zaměřeno na výkresovou dokumentaci modelů nebo celých sestav v podobě výkresových pohledů a jejich řezů nebo detailů. Jsou definovány dva typy výkresových technik.

1. Generativní výroba výkresů
2. Interaktivní výroba výkresů

Generativní výroba výkresů je využívána k automatickému vygenerování výkresových pohledů na díly a sestavy. Právě zde se nejvíce uplatní kvalitní zavazbení a okótování jednotlivých částí z Part Design, protože je možno aplikovat automatickou generaci kót, jenž se zobrazí ve výkresovém pohledu. Ve výkresovém prostředí je také možno tvoření kusovníků (BOM) a zapozicování jednotlivých dílů.

[4]

Interaktivní výroba výkresů spočívá ve vytvoření pohledů za pomoci běžných geometrických útvarů a jejich následného okótování, avšak k této metodě je lepší využít programů typu AutoCAD.

Je také možné kombinovat Generativní a Interaktivní způsob. Tohose využívá v případech, kdy se některé části vygenerují nepřehledně nebo nedostatečně.

[4]

2.2.5 Pracovní prostředí Generative Sheetmetal Designe

Workbench Generative Sheetmetal Designe je určen pro návrh plechových modelů. Všeobecně platí, že modely těles zhotovených z plechových dílů se vytváří za účelem generování rozvinutých tvarů, konstruovaných za pomoci lisovacích nástrojů a razidel, procesního návrhu plánování pro výrobu nástrojů, potřebných k výrobě takovýchto dílů.

[4]

2.2.6 Pracovní prostředí DMU Kinematics

WorkbenchDMU Kinematics je využíván zejména k navrhování mechanismů přidáním kinematických vazeb mezi součásti. Také umožňuje simulování a dynamickou analýzu funkčnosti mechanismů.

[4]

2.2.7 Ostatní pracovní prostředí

V 3D software CATIA V5 jsou i mnohé další prostředí, které se podle potřeby dají jednotlivě nebo v balíčcích dokoupit.

V praxi velmi hojně využívaným produktem je Mold Tooling Designe, který slouží k urychlení vývoje formovacích nástrojů, jako jsou vstříkovací formy, nástroje pro lisování plechů, ohýbání plechů, stříhání, kovací zápusťky, přípravky apod.

Mold Tooling Designe se využívá zejména k vytváření návrhů vstříkovacích forem, kde se opět ukazuje, jak precizně je zpracováno i obsahové centrum, kde můžeme najít normované díly všech předních výrobců forem a jejich komponent (Hasco, Dme, Futaba, atd.).

[6]

2.3 Volba systémových balíčků CATIA V5R20

Než dojde ke koupi licence CATIA V5, je nejdůležitější si ujasnit, jaké bude mít zákazník na software požadavky, protože ceny balíčků při dokupování jsou řádově vyšší.

[8]

2.3.1 CATIA PLM Express

CATIA PLM Express je nová obchodní strategie francouzské společnosti Dassault Systèmes. Tato strategie vznikla na základě požadavků trhu (zákazníků), jenž požaduje stále vět-

ší propojení CAx a PLM systémů. CPE je ideálním a komplexním řešením pro malé a středně velké společnosti. V porovnání s původním postupem konfigurace přináší tento způsob vyšší využití za výhodnější cenové podmínky.

Pokud i tak zákazníkům takovýto postup nevyhovuje, mohou si takto stanovený základ rozšířit o dalších 44 skupin modulů.

[4], [8]



Obr. 5 Konfigurační možnosti systému CATIA [8]

2.3.2 CATIA Systémové balíčky

CATIA Team PLM – Základní řešení pro všechna konstrukční a technologická stanoviště.

CATIA Mechanical Product Creation – Rozšiřující řešení pro pokročilou tvorbu geometrií, prvků a sestav.

CATIA Mechanical Shape Design – Rozšiřující řešení pro pokročilou tvorbu plošných elementů.

A mnohé další.

Cena licence nejnižší verze CATIA V5 začíná na částce 10 700 eur/rok, což je kolem 300 000 Kč/rok.

U nejlépe vybaveného balíčku se cena pohybuje kolem 36 500 eur/rok – kolem 1 000 000 Kč/rok.

[8]

2.3.3 CATIA pro studenty

Pokud mají studenti středních a vysokých škol zájem o vyzkoušení programu CATIA, jedinou možností je využít nabídky od společnosti Dassault Systemes, kdy je nabízena verze V5 za cenu 99 EUR (2725 Kč) na jeden rok. V porovnání s klasickou konfigurací MD2 je cena zlomková.

[9]

2.4 Systémové požadavky CATIA V5R20

Před pořízením softwaru CATIA V5R20 je zapotřebí si také zjistit, zda společnost má dostatečně vybavené technické zázemí pro zajištění hladkého chodu programu.

Systémové požadavky:

- Systémová jednotka: Pracovní stanice s procesorem Intel Pentium 4 nebo Xeon se systémem Microsoft 2000 Professional Edition, Windows XP, Windows Vista nebo Windows 7,8,10.
- Paměť: 512 MB RAM (minimálně)
- Pevný disk: 4GB prostoru na disku (minimální doporučená velikost)
- Obrazovka: Grafický barevný monitor kompatibilní se zvolenou platformou grafické karty. Minimální doporučená velikost monitoru je 17 palců.
- Grafická karta: Grafická karta s 3D akcelerátorem OpenGL s minimálním rozlišením 1280 × 1024 pixelů pro pracovní stanice s Microsoft Windows a také pro pracovní stanice Unixem.

[4]

2.5 CATIA V6 Nová verze

Poskytuje lepší řešení v konstrukci 3D produktů. V této verzi CATIA je velká snaha o přechod společnosti/uživatele k takzvané PLM strategii. Na tuto verzi již přechází některé větší společnosti, jako jsou automobilové koncerny, protože je pro ně velmi přínosná možnost spolupráce celého podniku. Pro menší podniky a výuková prostředí, jakými jsou střední a vysoké školy, není nová verze zatím až tak zajímavá i s ohledem na řádově vyšší pořizovací náklady.

[10]

2.6 Kompatibilita CATIA

2.6.1 Kompatibilita mezi verzemi CATIA V5 – V6

Hlavní prioritou společnosti Dassault Systemes je přechod všech zákazníků z verze V5 na V6. Ovšem i sama společnost si uvědomuje, že toto bude ještě velmi náročný a zdlouhavý proces, proto je samozřejmostí kompatibilita mezi verzemi. Takovéto modely a sestavy mohou být vytvořeny v CATIA V6 a následně spuštěny a upraveny v nižší verzi, uloženy a opět spuštěny v V6. Tato oboustranná kompatibilita je ale zaručena pouze na úrovni jednotlivých partů, skicářů a sestav. Možnost editace modelů mezi V6 a V5 je stoprocentní mezi verzemi V6R2013 a V5-6R2012.

[11]

2.6.2 Kompatibilita se světem

K tomu, aby se společnost Dassault Systèmes se svým 3D softwarem CATIA udržela mezi špičkou CAD/CAM/CAE systémů, musela řešit také otázku kompatibility, která je v dnešní době podstatná stejně, jako funkčnost systému samotného. Proto v rámci kompatibility nabízených balíčků CATIA V5 je program schopen načítat data i z jiných CAD systémů a opačně. Největší výhodou tohoto přenosu dat ale zůstává možnost, že odkazy jsou stále asociativní. Což ve výsledku znamená, že pokud učiníme určitou změnu v těchto externích datech, tak taková úprava bude zaznamenávána, a model či sestava lze snadno aktualizovat.

[4], [5]

3 SOLID EDGE

Solid Edge je původně vyvinut a uveden společností Intergraph v roce 1996 pomocí ACIS geometricky modelovaného jádra, které je později vyměněno za Parasolid jádro. V roce 1998 byl software zakoupen a rozvíjen společností UGS Corp.

V roce 2007 UGS získala nadnárodní společnost Automation & Drivers, což je divize společnosti Siemens AG. Společnost byla přejmenována na Siemens PLM Software. Software se stal velmi populárním i v souvislosti s tím, že společnost uvedla na trh bezplatnou 2D verzi s názvem Solid Edge 2D Drafting.

Solid Edge je 3D software, jenž využívá parametrických funkcí a synchronní technologie pevného modelovacího softwaru. Systém je kompatibilní s Microsoft Windows a poskytuje velmi účinné modelovací prostředí. Je vhodný pro modelování sestav, 2D ortografických zobrazení a je vhodný pro mechanické designéry. Zapadá také do koncepce takzvané správy celoživotního cyklu výrobku neboli PLM.

[12]

3.1 O programu Solid Edge

Jde o navrhovací systém, který je zařazený mezi hybridní technologii 2D/3D. Systém v současnosti pracuje na již zmíněném modelovacím jádru Parasolid. Jádro je zaměřeno na postup práce při vytváření dokumentace. Nabízí i řešení pro PLM, jenž umožňuje dostat produkt na trh nejrychleji. Solid Edge je přímým konkurentem 3D softwaru SolidWorks, PTC Creo a Autodesk Inventor, kde jeho hlavní předností je cenová dostupnost.

[12], [13]

3.2 Historie verzí Solid Edge ST

V roce 2008 po odkoupení společností Siemens dochází ke změně koncepce a označování, a to konkrétně na Solid Edge ST (Synchronous Technology). Každoročně je uveden na trh aktualizovaný software, který však zůstává kompatibilní se staršími verzemi programu.

- Solid Edge ST1 2008 se Synchronní technologií
- Solid Edge ST2 2009

- Solid Edge ST3 2010
- Solid Edge ST4 2011
- Solid Edge ST5 2012
- Solid Edge ST6 2013
- Solid Edge ST7 2014
- Solid Edge ST8 2015
- Solid Edge ST9 2016 (již zcela koncepční PLM)

[13]

3.2.1 Verze Solid Edge ST9

Solid Edge ST9 kombinuje bezkonkurenční flexibilitu a jedinečné konstruování ve 3D s cloudovými vymoženostmi, které jsou tak potřebné. Více možností licencování a nasazení Solid Edge, vylepšení synchronní technologie a integrované řešení správy dat.

Nová verze se vyznačuje především cloudovými funkcemi, které jsou v současnosti velmi potřebné. Flexibilní a snadný přístup ke všem funkcím Solid Edge s licencováním v cloudu, uživatelským nastavením a aktualizací softwaru. Snadná spolupráce díky oblíbenému cloudovému softwaru pro sdílení souborů. Flexibilní práce offline v případě potřeby.

Společnosti, vývojové týmy či technické university s většími technickými projekty zajisté uvítají využití integrované správy dat s okamžitým vyhledáváním, jednoduchou správu revizí a schvalování a volitelné ukládání do cloudu. Nastavení a spuštění nezabere ani hodinu a díky Team centru je možné využívat funkčnost plného PLM.

[14],[15],[29]

3.3 Pracovní prostředí Solid Edge

Solid Edge ST9 je vhodné k návrhu a konstrukci širokého množství modelů a sestav za pomoci několika pracovních prostředí. Základními pracovními prostředími tohoto 3D softwaru jsou ISO Part, ISO Sheet Metal, ISO Assembly, ISO Weldment, ISO Draft.

[17], [22]

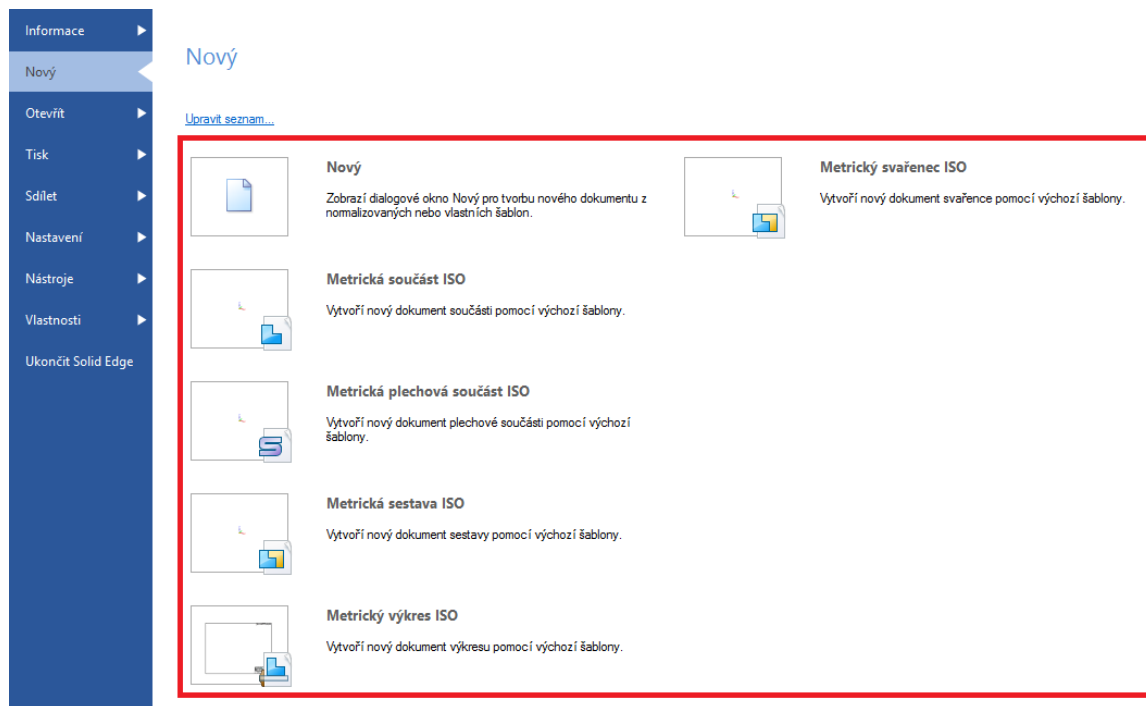


Obr. 6 Úvodní okno systému Solid Edge

3.3.1 Uživatelské prostředí programu UGS Solid Edge

Pokud ve vaší společnosti/domácnosti využíváte operačních systémů a aplikací od firmy Microsoft, poté pro Vás bude prostředí programu velmi známé a přehledné. Jelikož program UGS Solid Edge je aplikací nad Windows prostředím, firma UGS PLM Solutions při vytváření programového prostředí programu zcela striktně dodržuje umístění známých ikonových tlačítek, řídicího menu a panelů tak, jak toto zpracování zavedla firma Microsoft u většiny vlastních aplikací.

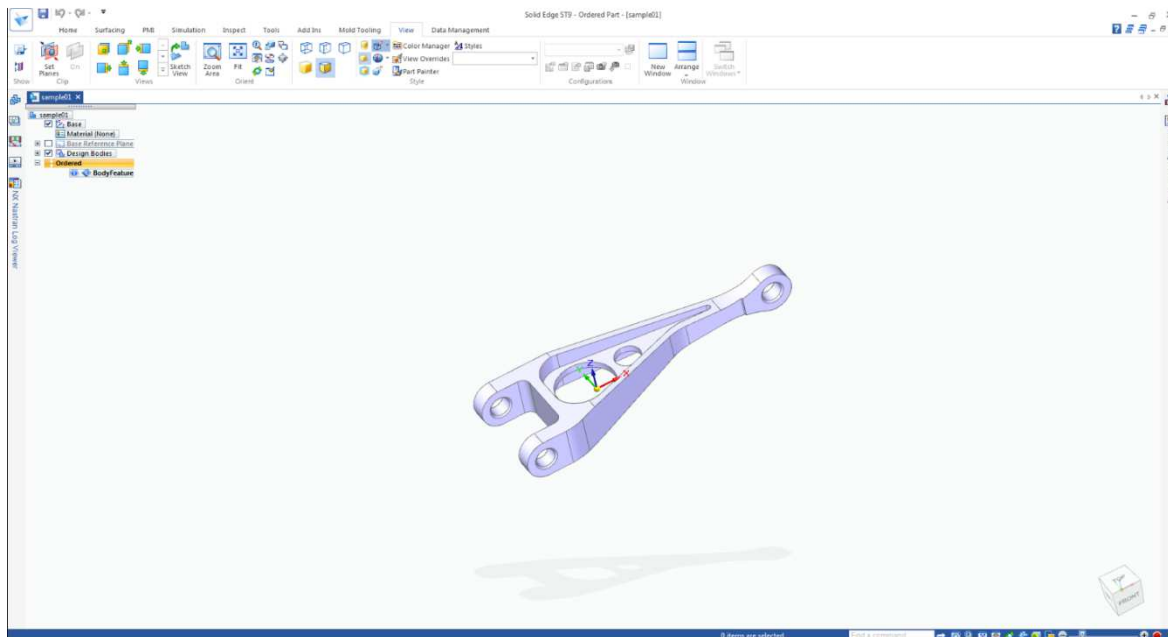
[23]



Obr. 7 Volba pracovních prostředí Solid Edge

3.3.2 Pracovní prostředí ISO Part (Modul Objemová součást)

Modul Objemová součást neboli Part je uživatelem vyhledáván v případě, kdy chce vytvořit model dílu, který ve skutečnosti můžeme přirovnat k součásti, jenž lze zhotovit z jednoho kusu materiálu. Objemové modely vyhotovujeme za pomoci 2D řezů, jimž budeme říkat profily. Z profilu těleso vytvoříme za pomoci základních prvků. Tyto prvky ale vyžadují nakreslení 2D profilu, který je buďto vytažen, nebo rotován. Použití těchto prvků je čistě na potřebě konstruktéra. Je zde nutné dobře kótovat a vazbit model již ve 2D náčrtu z důvodu budoucích oprav a změn tak, aby tyto kroky byly co nejjednodušší a nejefektivnější.



Obr. 8 Pracovní prostředí modulu ISO Part s tělesem

3.3.3 Pracovní prostředí ISO Sheet Metal (Modul plechová součást)

Modul Plechová součást neboli Sheetmetal uživatel využívá k vytvoření dílu, který je obecně možno přirovnat k součásti plechové konstrukce, konstruované za pomoci technologie ohýbání na ohráňovacím lise, nebo jiným způsobem. Jsou zde mnohé další doplňkové příkazy pro operace s plechovými díly.

Přestože je modul Plechová součást integrovaný do Solid Edge, má některá pravidla, k nimž je nutno přihlédnout při tvorbě modelu a dokumentace.

Příkaz Sheetmetal je určen k vytváření plechových součástí dané tloušťky. Využíváme jej v případě, že máme vytvořen základní prvek tj. 2D náčrt, který je následně za použití tohoto příkazu zpracován jako v případě Objemové součásti, avšak zde můžeme přidávat další specifické prvky, zejména ohyb.

[25]

3.3.4 Pracovní prostředí ISO Assembly (Modul Sestava)

V modulu Sestava je řešeno několik základních typů úloh, které se dají rozdělit do následujících skupin. Práce v tomto modulu je velmi podobná pracovním postupům v modulu Objemová součást. Hlavní menu je zpracováno obdobně v oblasti vzhledu a příkazů. Pod-

statnější změny uživatel zaznamená v nástrojovém panelu, kde se nachází specifické příkazy pro sestavy. Pracovní panel se krokuje zadanými příkazy při složení sestavy.

3.3.4.1 Složení sestavy

- Sestavu poskládáme již z vymodelovaných dílů, které zde vkládáme a vazbíme vůči sobě.
- Vytváření nových dílů v sestavě.
- Vytváření 2D skic v sestavě.
- Vytvoření návrhu struktury sestavy nového projektu.

3.3.4.2 Úprava sestavy

- Editace geometrických vlastností, vazeb součástí a podsestav.
- Součásti a podsestavy je možno nahrazovat za jiné díly či sestavy, nebo s nimi můžeme pohybovat v prostoru sestavy.

3.3.4.3 Konfigurování sestav

- Při práci v sestavě je z hlediska přehlednosti doporučeno skrýt (vypnout viditelnost) některých dílů nebo podsestav. Tento stav vizualizace je možno uložit pod názvem a označujeme jej **Konfigurace zobrazení** (Display Configurations)
- Systém USG Solid Edge umožňuje každý jeden díl sestavy vykreslit v různých barevných schématech. To zajišťuje rychlé a přehledné orientování v sestavě.

3.3.4.4 Rozklad sestavy

- V tomto prostředí je možno podle potřeby manuálů nebo výrobní dokumentace tvořit explodované pohledy na sestavu. Rozložení se provádí automaticky nebo manuálně.

3.3.4.5 Odlehčení paměti systému

- Jelikož větší sestavy výrazněji zatěžují systém, na němž je program spuštěn, UGS Solid Edge nabízí snížení zátěže systému. Systém v tomhle úsporném módu načítá data modelů každého dílu tak, aby s ním bylo možno pracovat

v sestavě, ale není možno takovýto díl editovat. V tomto nastavení je práce i s většími sestavami poměrně rychlá.

- Pokud má uživatel při práci se sestavami problémy z důvodu nedostatečné paměti, je možno zvolit další metodu snížení zatížení a to tak, že některé díly ze sestavy budou přímo odstraněny z dat načtených v paměti systému.

[26]

3.3.5 Pracovní prostředí Draft (Modul Výkres)

V prostředí UGS Solid Edge se teprve teď dostáváme od tvorby 3D modelů a sestav k výkresové dokumentaci. Tato dokumentace je tvořena zejména na základě takovýchto 3D modelů a sestav. Právě použití těchto matematicky definovaných předloh se výrazně zkracuje čas, potřebný k tvorbě 2D dokumentace. Výkresy jsou generovány v prostředí UGS Solid Edge s označením Draft (Výkres). Pracovní prostředí Draft je podobné prostředí Part (Objemová součást) a ostatním modulům Solid Edge. Příkazy sloužící výhradně pro tvorbu 2D dokumentace jsou v pracovním okně umístěny horizontálně na levé straně nástrojového panelu. Někdy zde také využíváme možnosti vypnutí viditelnosti, a to nejčastěji v případě, kdy vykreslené modely nebo sestavy (například dvě ozubená kola) nejsou přehledné a je nutné je překreslit manuálně, dle normovaných předpisů.

[27]

3.3.6 Specifické moduly Solid Edge (nutnost přikoupení)

Všechny tyto Moduly jsou po zakoupení začleněny do UGS Solid Edge Assembly (Sestava).

3.3.6.1 *XpresRoute (Konstrukce potrubí)*

Umožnění modelace vedení potrubí v sestavě. Modul je určen k snadnější modelaci trubkových systémů. Práce díky tomuto systému je velmi rychlá a efektivní, jelikož napomáhá usměrňovat modelování. Za předpokladu, že vložíme dostatek dat jako jsou velikosti, typy materiálů, velikosti a zakončení, je možno tvořit kompletní systémy.

3.3.6.2 *Wire Harness (Konstrukce kabeláže)*

Modul umožňuje modelaci svazků elektrických vodičů v sestavě.

3.3.6.3 *Structural Frames (Konstrukce rámu)*

Modul je určen pro modelaci rámových konstrukcí v sestavě.

3.3.6.4 *Weldments (Svařenec)*

Modul Weldements využívá dílů a sestav k tvorbě 3D modelů svařenců.

3.3.6.5 *UGS Solid Edge Insight*

Je modul určený pro PDM systém, správu dat dokumentů UGS Solid Edge a jejich navazujících dokumentů. Tato sekce je řídicí správa verze, ukládá se zde vše na cestu v síti podle uděleného přístupového oprávnění. Modul spolupracuje s aplikací Sharepoint od firmy Microsoft.

[28]

3.4 Volba systémových balíčků Solid Edge ST9

Zvolení balíčků Solid Edge ST9 je možno vybrat strukturou modulů, které nejlépe vyhovují konkrétní společnosti/uživateli. V následujícím přehledu jsou znázorněny 4 základní typy platforem, které společnost Siemens PLM Software svým zákazníkům nabízí.

3.4.1 **Solid Edge Design and Drafting**

Jedná se o 3D CAD, který je vhodný pro základní modelování a tvorbu 2D dokumentace.

3.4.2 **Solid Edge Foundation**

Tento produkt je vhodný pro menší společnosti, které od programů očekávají základní 3D modelování konstrukcí a designu zpravidla v rámci továrny.

3.4.3 **Solid Edge Clasic**

Balíček modulů, jež využijí zejména střední a velké podniky, které očekávají pokročilé 3D modelování a vytváření komplexních digitálních simulací.

3.4.4 Solid Edge Premium

Jedná se o kompletní balík Solid Edge ST9, který obsahuje špičkovou 3D modelovací sekci a dále také návrhy potrubí, kabeláže nebo také FEA simulací.

Přehled vlastností jednotlivých balíčků Solid Edge				
Funkce	Design and drafting	Foundation	Classic	Premium
2D translátory	•	•	•	•
3D translátory	•	•	•	•
Automatizace tvorby výkresů	•	•	•	•
Synchronní technologie	•	•	•	•
Rozstřeily sestav	•	•	•	•
Animace sestav	•	•	•	•
Sestavy	Základní	•	•	•
Díly	Základní	•	•	•
Simulace pohybu	Základní	•	•	•
Návrhy ploch		•	•	•
Plechové díly		•	•	•
Svařence		•	•	•
Rámy		•	•	•
Simulation express			•	•
Engineering reference			•	•
Fotorealistický rendering			•	•
Knihovna normaliz. dílů			•	•
Insight			•	•
Simulace				•
Návrhy kabelových svazků				•
XpresRoute (potrubí/trubky)				•

Základní: obsahuje omezenou sadu nástrojů k využití pro díly a malé sestavy.

Obr. 9 Obsahové vybavení jednotlivých balíčků Solid Edge [18]

[18], [19]

3.4.5 Ceny systémových balíčků Solid Edge ST9

Jak je v následujícím přehledu cen balíčků vidět, je velmi důležité si před zakoupením licence pečlivě promyslet, zda všechny moduly v dané platformě využijeme a jestli by společnosti/uživateli nestačila nižší verze programu.

Solid Edge Design and Drafting – 1 licence / 1 měsíc 4 620 Kč (55 440 Kč/rok)

Solid Edge Foundation – 1 licence / 1 měsíc 11 480 Kč (137 760 Kč/rok)

Solid Edge Clasic – 1 licence / 1 měsíc 13 580 Kč (162 960 Kč/rok)

Solid Edge Premium – 1 licence / 1 měsíc 18 872 Kč (226 464 Kč/rok)

[18], [19]

3.4.6 Solid Edge ST9 pro studenty

Společnost Siemens PLM Software se rozhodla na rozdíl od mnoha svých konkurentů poskytnout studentům program Solid Edge ST9 se synchronní technologií zcela **zdarma**. Tento 3D software je dostupný všem studentům po celém světě, na všech typech akademických stupňů. Jedním z důvodů tohoto kroku je snaha o nalákání co možná největšího počtu studentů k zaměření se na technické obory spojené s konstrukcí a výrobou. Bezplatná licence má platnost 12 měsíců a můžete ji najít na odkazu u tohoto bodu. Tuto licenci je možno každoročně obnovovat, za podmínky, že student opětovně prokáže studentský status. Tato licence je vybavena nejnovější generací designového softwaru i nejnovějšími funkcemi Solid Edge ST9 pro precizní tvorbu produktu.

Bezplatnou studentskou verzi Solid Edge naleznete na tomto odkazu:

http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/academic/resources/solid-edge/student-download.cfm

[20]

3.5 Systémové požadavky Solid Edge ST9

Každá společnost/univerzita/uživatel by si měl před pořízením 3D softwaru zjistit, zda má dostatečně uzpůsobené technické zázemí pro plynulou funkčnost dané verze systému. Solid Edge ST9 má následující požadavky.

- Systémová jednotka: Windows 7 Enterprise, Ultimate nebo Professional (pouze 64bitová verze) s aktualizací Service Pack 1, Windows 8 nebo 8.1 Pro či Enterprise (pouze 64-bit), Windows 10 Enterprise nebo Professional (pouze 64-bit) verze 1511 nebo novější
- Paměť: 2 GB RAM (minimálně)
- Pevný disk: 4GB prostoru na disku (minimální doporučená velikost)
- Internet Explorer 11 (z důvodu registrace a instalace programu)
- Rozlišení obrazovky: 1280 x 1024 nebo vyšší, širokoúhlý formát
- Síťová karta

Pozn: Solid Edge ST10 bude poslední verzí, jež bude podporovat operační systém Windows 7.

[21]

3.6 Kompatibilita Solid Edge

Systémová kompatibilita je jedním z nejdůležitějších hledisek při výběru toho správného CAD systému. Na trhu je v současné době velké množství 3D softwarů, a proto je důležité z hlediska úspory času a financí společnosti zajistit, aby pořízený program byl co možná nejvíce propojený se systémy firem, s nimiž spolupracuje, to znamená schopnost programu ukládat, ale i otvírat data z co možná největšího počtu typů souborů.

3.6.1 Kompatibilita se světem

Solid Edge je v tomto směru velmi průměrným softwarem, jelikož jeho schopnost zapisovat a rozpoznávat různých typů souborů je omezená. Solid Edge lze doporučit pro práci na projektech v rámci společnosti, případně technické skupiny.

3.6.2 Kompatibilita verzí Solid Edge

Bohužel na rozdíl od jiných 3D softwarů jednotlivé verze Solid Edge nejsou obousměrně kompatibilní, tedy model či sestavu z verze Solid Edge ST6 na verzi ST9 spustíte, avšak soubor z ST9 na ST6 spustit nelze. Tento fakt je jedním z největších nedostatků tohoto softwaru.

[14], [30]

4 NX

NX je třídímní CAD/CAM/CAE software vyvinut a distribuován společností Siemens PLM Software. NX byl vytvořen v roce 1969 pod názvem UNIAPT americkou společností United Computing. Následně byla společnost přesunuta pod ADAM (Automated Drafting and Machining) a upravila jej na softwarový kód MGS v roce 1973. O dva roky později byl na trh uveden komerční systém CAD/CAM známý jako Unigraphics.

Následující rok získala United Computing letecká firma McDonnell Douglas, která vytvořila novou CAD/CAM divizi, a to včetně Unigraphics Group. Teprve v roce 1980 byla sekce Unigraphics propuštěna a mohla konečně začít s opravdovým 3D modelovacím hardwarem a softwarem, po jakém byla v této době již značná poptávka.

V roce 1991 byla společnost Unigraphics převzata firmou EDS a software byl obchodně označen EDS Unigraphics. V roce 1997 ale došlo ke zvratu a ze společnosti Unigraphics se stala dceřiná společnost a získala také nový název Unigraphics Solutions.

Od té doby Unigraphics Solutions koupila mnohé průmyslově-softwarové společnosti, jako Applicion a SDRC a přejmenovala se na UGS Corporation. Roku 2003 UGS získal licenci na MCS Nastran (zdrojový kód) a vytvořila první verzi analitického softwaru NX, a to konkrétně NX Nastran.

Program byl poté znám jako NX Unigraphics nebo také pod názvem UGS, ale roku 2007 přechází pod divizi společnosti Siemens a to konkrétně Siemens PLM Software, kterou byl nadále vyvíjen a distribuován.

[31,32]

4.1 O programu NX

NX je 3D software, jenž posouvá tradiční chápání funkce modelovacího programu. Vývojové oddělení Siemens PLM Software jako jedno z prvních pochopilo, že plnohodnotný software nové generace musí mít kromě modelování také sekci pro simulaci a zejména modul pro vizualizaci obrábění modelu, čímž se dostalo na špičku ve své kategorii. Systém také zapadá do koncepce takzvané správy celoživotního cyklu výrobku neboli PLM.

Po nástupu synchronních technologií došlo v softwaru NX k rozšíření o nástroje pro přímé úpravy geometrie, jejich zapojení do procesu modelování a následné úpravy je daleko hladší a propracovanější, než tomu je u sesterského softwaru Solid Edge. Díky těmto ná-

strojům je možno geometrie nadále ovládat způsobem přímého modelování, avšak takto je postup úprav ukládán, zpětně lépe monitorován a integrován do architektury NX.

Hlavní snahou vývojových týmů Siemens je, aby software NX dostatečně zaznamenával pracovní postupy uživatelů a dle těchto záznamů byla možná následná úprava příkazů, aby docílili snadnějšího ovládání nebo případného rozšíření softwaru o nový modul v příští verzi systému NX.

Program NX je primárně určen pro větší společnosti, které se již nezabývají zejména modelací a designem, ale také simulacemi (vstřikováním, deformací atd.) a navržením obráběcího cyklu pro NC a CNC stroje. Dostupnost jen pro větší podniky je také dána cenovou hladinou produktu, která se pohybuje nad možnostmi běžných dílen a firem.

[33]

4.2 Historie verzí NX

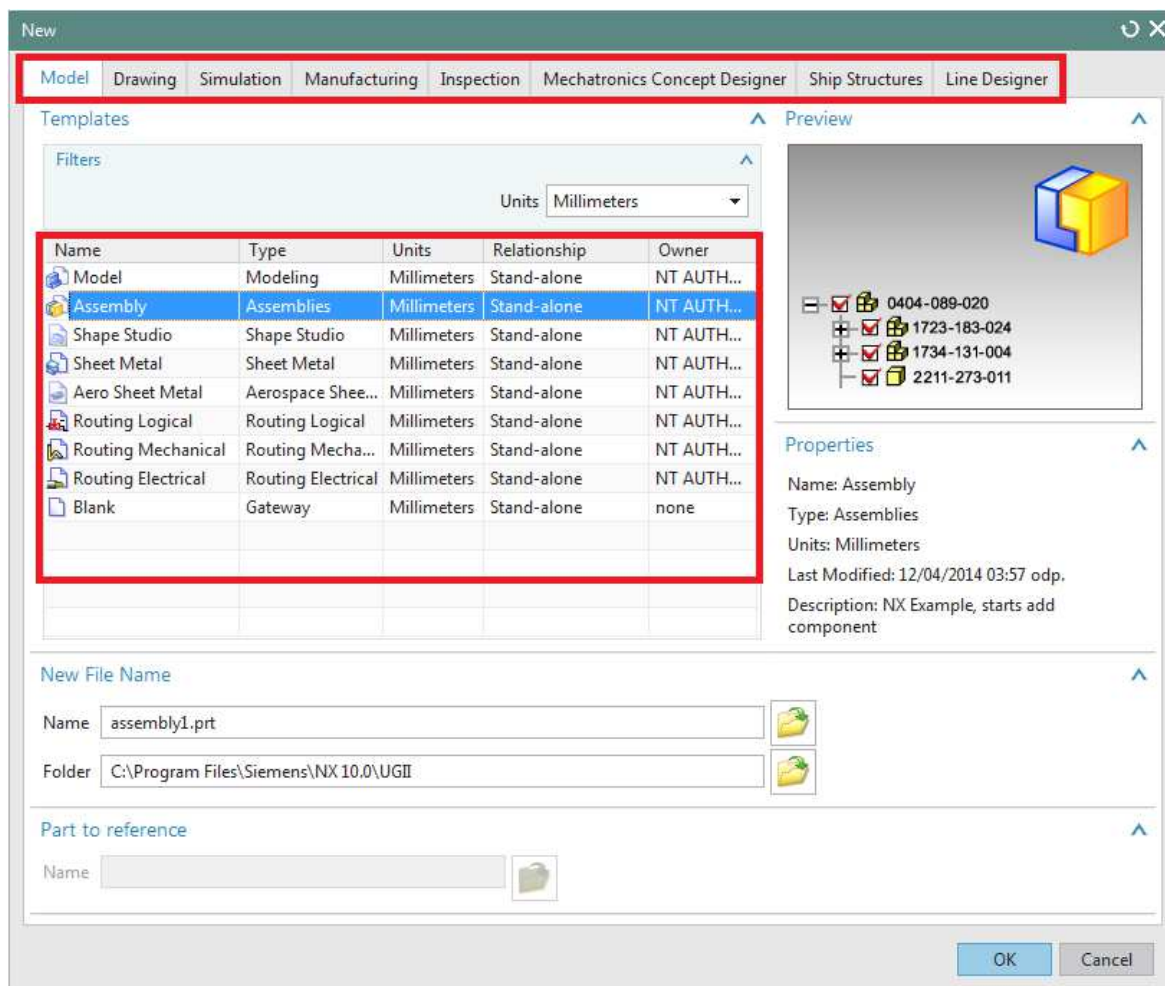
Vizualizace a funkčnost softwaru NX tak, jak jej v současné době známe, začala až po odkoupení divizí Siemens v roce 2007 a od tohoto roku dochází k jeho každoroční aktualizaci. Nejnovější verzí programu je NX 11, který byl na trh uveden v loňském roce.

- NX 5 2007
- NX 6 2008
- NX 7 2010
- NX 8 2011
- NX 9 2013
- NX 10 2014
- NX 11 2016

[31], [33]

4.3 Pracovní prostředí NX

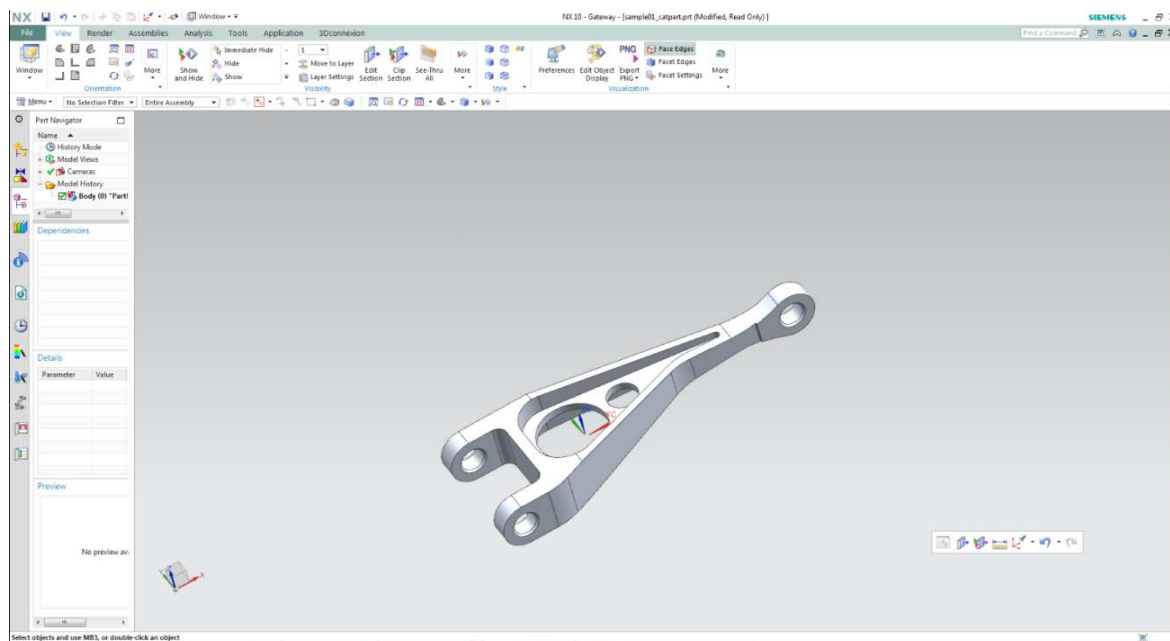
Pracovní prostředí 3D softwaru NX je určeno pro návrh, konstrukci a designu velkého počtu modelů a sestav, k čemuž jsou určeny pracovní prostředí. Je zde i mnoho prostředí určených k simulaci a návrhu obrábění.



Obr. 10 Volba pracovního prostředí NX 9

4.3.1 Produktový designe

V současné době se zvyšuje složitost výrobků, vývojové procesy a návrhové týmy mají snahu hledat nové metody a nástroje k tvorbě inovovanějších a kvalitnějších výrobků za co nejnižší cenu. Software určený k 3D návrhům výrobků nabízí vyšší výkonnost, efektivnost a úsporu nákladů, jež jsou součástí všech procesů navrhování, konstruování a dalších fází vývoje produktu.



Obr. 11 Pracovní prostředí Model s cvičným tělesem

4.3.2 Pracovní prostředí 3D CAD Modeling

NX umožňuje uživateli volně využívat jakýkoliv modelovací přístup, jež odpovídá vašemu návrhu produktu. S takovýmto výkonem a univerzálností CAD modelovacího nástroje je možné tvorbu a geometrii produktu upravovat s větší rychlostí a flexibilitou.

System nabízí kombinaci drátových modelů, povrchu, pevného, parametrického a přímého modelování do jednotného celku řešícího modelování. Tento software umožňuje výběr nejlepšího nástroje k dokončení operace. Funkce NX jsou založeny na využití parametrického objemového modelování a dalších pokročilých funkcích, jakými jsou skořepiny, zrcadlení prvků, otevřené profily a mnohé další.

V nabídce je také možná kombinace funkcí a modelovacích technik, kde vám synchronní technologie dává nejrychlejší možný přístup k vytváření vzorů, jež jsou zapotřebí. Synchronní technologie umožňuje práci s daty NX a geometrií multi-CAD z jiných softwarových systémů.

Další z výhod systému je modulární konstrukce nástroje v NX. Je umožněna souběžná činnost více designérů při návrhu složitých dílů. V dílčím modulu je možno dělit návrhy do funkčních prvků, které umožňují jejich znovupoužití nebo případnou výměnu designových prvků tak, aby byly změny co nejsnadnější.

4.3.3 Pracovní prostředí Assembly Design

Modul návrhu sestav poskytuje prostor pro vytvoření a správu CAD modelů a jejich sestav o libovolné složitosti a velikosti. Díky kompaktnosti tohoto systému je možné velmi dobře spravovat a navigovat sestavování modelů, a udržet tým návrhářů organizovaný.

V systému lze snadno řešit ty nejvíce konstrukčně složité návrhy, včetně takových, které obsahují desítky až stovky tisíc komponent. Tato technologie umožňuje načítat a zobrazovat tisíce komponentů během několika málo sekund a dále pracovat na jedné součásti v kontextu celé sestavy.

Součástí jsou i řídicí struktury sestav, které zajišťují konstrukční změny a urychlují konfiguraci modelů. Je zde možná i kontrola vůlí, kolizí, analýzy hmotností, tyto funkce zajistí eliminace chyb a optimalizaci návrhu.

V prostředí sestav je možnost tvorby digitálních maket, které napomáhají k prokázání funkčnosti vašeho návrhu, nebo případnému odhalení prvkového problému.

[36], [56]

4.3.4 Pracovní prostředí Sheet Metal Design

Pomocí známé terminologie a pracovních postupů usnadňuje NX efektivní tvorbu plechových součástí na základě znalostí vlastností materiálů a výrobních procesů. Nástroje navrhování plechových součástí obsahují informace o materiálu a ohybech, což modelu umožňuje reprezentovat složenou komponentu i rozvinuté tvary.

Díky obsahovému centru je možné zpracovávat modely s nejrůznějšími specifickými vlastnostmi, jako jsou ohyby, příruby, výřezy, důlky a mnohé další. Tento modul také slouží k rychlému převedení objemových modelů na klempířské prvky a plechové díly.

USheet Metal Design CAD nástrojů jsou užívány standardní hodnoty, jako jsou tloušťky materiálů, poloměry ohybů, které vycházejí z osvědčených oborových nebo firemních postupů.

Součástí tohoto modulu je také aplikace Aerospace, což je funkce, která obsahuje specializované nástroje pro návrh plechových součástí, typických pro letadlové trupy. Tato aplikace současně podporuje návrh žeber a konzol, jež jsou připevněny k vnějším i vnitřním plochám liniových povrchů. Za pomoci těchto leteckých funkcí je navrhování takovýchto

netradičních komponent daleko efektivnější a rychlejší oproti univerzálním CAD nebo klasickým nástrojům pro plechový prvek.

[37],[56]

4.3.5 Pracovní prostředí Template-Based Designe

Opětovné využití návrhových informací a znalost procesů napomáhá při snižování nákladů, zvyšování inovací a efektivity při návrhu výrobku. Je možno využít parametrické modely výrobku, jako šablony pro nové konstrukce, obsahující týž produkt. Takovýto proces dramaticky sníží čas i zdroje, potřebné k modernizaci produktu.

Součástí tohoto modulu je také NX Product Template Studio, což je nástroj pro tvorbu šablon procedur, které jsou následně využity v rámci vývojových týmů. Za použití drag and drop nástroje je umožněna tvorba vlastních rozhraní, které řídí designové a inženýrské postupy v šabloně.

Je zde možno automatizovat mnohem víc než pouze konstrukční modelování. Pro systémovou automatizaci a standardizaci procesů, můžeme začlenit informace o produktech a jejich výrobních dokumentacích, analýz pohybu, strukturálních simulací do šablon.

[38]

4.3.6 Pracovní prostředí Freeform Modeling a Reverse Engineering

Tyto dvě prostředí spadají do kategorie průmyslové konstrukce a stylingu. Jedná se o inovativní konstruování, které spojuje promyšlenou kombinaci vzhledu, tvaru a funkce, která má za cíl nechat v uživateli pouze kladné reakce. V případě Freeform Modeling jde o pokročilou funkci určenou pro tvorbu, zachycení a analýzu tvorby tvarů. Tento modul umožňuje rychlou tvorbu složitých tvarových ploch s možností změny.

V případě zpětného inženýrství neboli Reverse Engineering je využito fyzických komponent ve všech fázích, od konstrukce až po výrobu. V praxi to znamená, že je využito již existujícího funkčního produktu, který je určen k modernizaci. Takovýto postup propojuje fyzické a digitální prostředí a jeho výsledkem je tvorba geometrického modelu ve zlomku času v porovnání s využitím konvenčního softwaru CAD.

[39]

4.3.7 Pracovní prostředí Drafting and 2D Design a Product and Manufacturing Information

Hlavní předností těchto modulů je tvorba 2D návrhů, rozvržení, výkresové dokumentace a případně poznámek, které jsou primárně určeny pro 2D hybridní 2D/3D a 3D prostředí.

Je zde možno snadno a rychle vytvářet technické výkresy z 3D modelů pomocí kreslicího nástroje. Při navrhování software automaticky vytváří výkresové pohledy z 3D modelů nebo sestav. Modul také obsahuje informace mezinárodních a národních normách kreslení. Je tedy možno jednoduše vybrat požadovaný standart –ANSI, ISO, JIS, DIN, GB nebo CSN tak, aby byly výkresy ve shodě.

V modulu PMI (Produktové a výrobní informace) je umožněno dokumentovat návrhy pomocí 3D poznámkových modelů CAD. Jsou zde zahrnuty základní informace, jako jsou geometrické kóty a tolerance (GD & T) a mnohé další. Někdy je pro rychlost, účinnost práce, výhodnější disponovat vizuální pomůckou a to zvláště v případech konstrukčně náročnějších prvků, kdy si můžeme lépe představit tvar dílu než je tomu v případě nestínovaného 2D výkresového dokumentu.

[40], [41], [42]

4.3.8 Pracovní prostředí Electromechanical Systems Designe

Integrovaní mechanických, elektronických a elektrických komponent v elektromechanických výrobcích je zásadní pro výrobce v leteckých, automobilových, strojních a mnohých dalších průmyslových sekcích. Z tohoto důvodu je zásadní přizpůsobit své vývojové procesy současněmu systémovému inženýrství. Jedním z takovýchto nezbytných řešení je sdílení informací mezi návrháři elektrických, mechanických a kontrolních systémů v reálném čase, což je nezbytným předpokladem k návrhu kvalitního výrobku v krátkém čase při dodržení stanoveného rozpočtu.

V modulu Elektromechanické konstrukce se nachází nástroj Návrh elektrických vodičů a kabeláže (Electrical Wiring and Harness Design), který je integrovanou 3D aplikací, která nabízí, jak již z názvu vyplývá, návrh kabeláže ve složitých sestavách.

Dalším z nástrojů je Integrace konstruování mechanických a elektrických zařízení (Mechanical and Electrical Designe Integration). Je to aplikace vhodná ke správě a synchronizaci konstrukčních dat a procesů elektrických zařízení a tištěných plošných spojů (PCB). Dochází zde k snadné výměně informací mezi systémy NX a ECAD.

Posledním nástrojem v tomto modulu je Mechatronický designér (Mechatronics Concept Designer), který slouží k rychlejšímu konstruování a propojení spolupráce mechanických, elektrických a automatizačních oborů.

[43], [44], [45], [46]

4.3.9 Další pracovní prostředí a nástroje

4.3.9.1 Pracovní prostředí Knowledge Re-Use

Tento modul je složen z Re-Use Library (Knihovna opakovaného použití CAD NX), což je úložiště určené k umístění opakovaně využitelných znalostí a součástí na základním podnikovém přístupu. Takováto knihovna umožňuje opakovaně využívat návrhy, normalizované části nebo šablony výrobků.

Dále se zde nachází nástroj Přizpůsobení a programování (NX Customization and Programming), určený pro personál vývoje a vývojáře aplikací, kteří zde mohou zaznamenávat, opakovaně využívat a aplikovat nejlepší postupy tvorby výrobku.

Posledním z nástrojů v tomto modulu je 3D vyhledávání (Geolus Search), to dokáže rychle najít obdobné součásti podle zadané geometrie, což zefektivňuje a zrychluje konstruování.

[47]

4.3.9.2 Pracovní prostředí Visual Analytics and Validation

Součástí tohoto modulu je Vizuální zpravodaj (Visual Reporting). Ten umožňuje sběr informací o produktu a přenáší jeho vizualizaci v rámci 3D návrhu. Tyto údaje vám při jednoduchém otevření 3D sestavy přináší okamžité informace o stavu jednotlivých komponent (stav projektu, konstrukční změny, odpovědné osoby, problémy, náklady, datum dokončení a mnohé další).

Ověření návrhů a požadavků (Design and Requirements Validation) je nezbytným prvkem pro zajištění kvality výrobků v souladu s normami, splnění požadavků, eliminaci chyb a vyrobiteľnost. Právě tento nástroj umožňuje automatizovanou kontrolu návrhů, zda splňuje normy a požadavky.

Simulace návrhu pro ověření výkonu (Design Simulation for Performance Validation) funguje na principu pevnostní a tepelné simulace a z jejich výsledků je možno vyvodit alternativy návrhu modelu a případně optimalizovat jeho výrobu v jakékoli fázi.

Novinkou u softwarové verze NX11 se stalo Tvarové ověření částí a simulace vstřikování (Molde Part Validation and Injection Molding Simulation). Tento nástroj vám bude nápomocen k určení, zda je vámi vytvořený model vůbec vyrobitelný. Také zkoumá, jaké okolnosti by mohly ohrozit proces vstřikování. Tato kontrola umožňuje odhalit malý rozměr úkosů, podřezané oblasti, ostré rohy, malé poloměry, které mohou bránit úspěšné výrobě. Součástí je také NX EasyFill Analysis, který odhaluje sled událostí za použití vámi vybrané technologie a to např. studené spoje, zadržený vzduch uvnitř výrobku, teploty, maximální doby chlazení atd.. V tomto modulu je posledním nástrojem NX EasyFill analýza – Advanced, jež přináší schopnost odhalit, jak bude budoucí výrobek vypadat po procesu chlazení - myslí se tím objemové smrštění, smykové napětí a mnohé další. Výsledky simulace jsou nápomocny pro optimalizaci tvaru komponent.

[48], [49],[50], [51]

4.3.9.3 Pracovní prostředí Process-Specific Applications

Tento modul je určen pro návrh svarů, který následně usnadňuje dokumentaci, modelování svarů a ostatních spojů ve výrobcích. Takto software usnadňuje následné použití informací k zjištění pevnostních analýz.

Svařování (Welding) umožňuje rychle definovat spoje, ověřovat umístění spojů, tvorbu přesných poznámek pro výkresovou dokumentaci a shromažďování informací pro pevnostní analýzu a plánování procesů.

Další funkcí jsou Mechanické systémy vedení (Mechanical Routed Systems), které slouží ke zkoumání proudění a mechanického vedení a je díky nim možno definovat dráhy pro trubky, potrubí, vedení a dalších.

Poslední sekci jsou Kompozity (Composites). Ty jsou určeny k návrhu výrobků, z kompozitního materiálu. Tyto specifické aplikace napomáhají k tvorbě jedinečné metodologie výroby pro lehké a odolné kompozitní struktury.

[52]

4.4 Volba systémových balíčků NX

4.4.1 Cena softwaru NX

Stejně jako je tomu v případě jiných CAD/CAM/CAE softwarů, je systém NX nabízen v široké škále obsahových balíčků. Strategie společnosti sice spočívá ve snaze převést zákazníka na jednotný balíček, který by spadal pod tzv. PLM Software, ale jsou si vědomi toho, že takovýto krok by je mohl připravit o uživatele, kteří takovýto produkt zkrátka nevyužijí nebo nezaplatí. Největším problémem je vůbec zjistit cenu těchto balíčků. Po velmi komplikovaném hledání se mi podařilo zjistit maloobchodní hodnota plné roční software verze NX 10, jež činí 85 000\$, což je kolem 2 210 000 Kč. Bohužel dílčí hodnoty jednotlivých obsahových balíčků nejsou pro veřejnost známy.

[55]

4.4.2 NX pro studenty

Společnost Siemens PLM Software nabízí roční výukovou verzi programu NX 10 určenou pro studenty, profesory, a pedagogické účely za symbolickou cenu 98,95\$ což je kolem 2500 Kč. Tento balíček je kompletní a to včetně modulů simulace a obrábění.

Společnost Siemens také disponuje poměrně rozsáhlým studentským programem.

Siemens PLM Software spolupracuje s akademickými institucemi po celém světě, čímž si chce zajistit dostatek kvalifikovaných pracovníků pro své výrobní odvětví. Program nazvaný The Academic Partnership poskytuje software a podporu do škol s cílem zlepšit a rozvíjet schopnosti žáků, tak aby se z jejich studentů stali špičkoví konstruktéři a technologové pro PLM průmysl.

Tento program je nejkomplexnější svého druhu, jaký kdy sloužil studentům a to na globální úrovni.

Siemens PLM Software poskytuje svým partnerským školám:

- PLM software a podporu pro digitální produktový design, analýzu, výrobu a správu produktových dat.
- Real-world, což je akademický projekt, který má za úkol vybudovat zdravou soutěživost mezi studenty.
- Zcela zdarma online osnovy, konzultace a školení pro NX, Solid Edge, Teamcenter a Tecnomatix pro studenty a pedagogy.

V praxi se již vyskytují stovky projektů zaštitěné společností Siemens, jako jsou Eco-CAR, PACE, Greenpower, Formula Student a mnohé další.

[53], [54], [55]

4.5 Systémové požadavky verze programu NX 11

Systémové požadavky:

- Systémová jednotka: Pracovní stanice s procesorem Intel Core i5 (minimálně) doporučeno Intel Core i7, Microsoft Windows (64bit), Windows 7 Pro (minimálně) doporučeno Windows 8.1, 10.1, nebo systém Linux Desktop 12, Mac OS X verze 10.10.3
- Paměť: 512 MB RAM (minimálně) doporučeno 2 GB
- Pevný disk: 4GB prostoru na disku (minimální doporučená velikost) doporučeno 8 až 16 GB
- Podpora: Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer – z důvodu instalace částí programů z webového serveru.
- Obrazovka: Grafický barevný monitor kompatibilní se zvolenou platformou grafické karty.
- Grafická karta: MSI GeForce GTX 1050 Ti GAMING X 4G

Pozn: Verze systému NX 11 již nebude podporovat systémy Windows XP a Vista.

[56]

4.6 Kompatibilita NX

4.6.1 Kompatibilita se světem

Program NX 10 je ze všech tří softwarů, jež byly v práci charakterizovány, nejkompaktnější i v souvislosti s kompatibilitou. Software je schopen spouštět data z velkého množství CAD systémů a stejně tak je schopen ukládat data do takové podoby, aby je bylo možno spustit na co možná největším počtu CAD softwarů.

4.6.2 Kompatibilita verzí NX

Společnost Siemens PLM Software má za prioritu plynulý přenos dat mezi verzemi systému u svých zákazníků, z tohoto důvodu je plně kompatibilní oboustranná spolupráce mezi

verzemi. Ovšem je třeba počítat s tím, že každá verze přináší novinky, které není možné přenést na starší verze programu a to především v oblasti simulací.

[30], [57]

5 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

5.1 Cíle teoretické části

1. Seznámit studenty se základními pojmy v oblasti CAD/CAM systémů
2. Vypracování rešerší k 3D softwarovým programům CATIA, Solid Edge, NX

5.2 Cíle praktické části

1. Porovnání pracovních prostředí systémů, orbitu a základních pracovních modulů
2. Srovnání základních systémových vlastností a požadavků
3. Seznámení uživatelů/studentů s dostupností 3D softwarů
4. Celkové vyhodnocení nejvhodnějšího systému
5. Tvorba ilustrační sestavy v systémech CATIA, Solid Edge a NX

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 VOLBA 3D SOFTWARE

Základem každé konstrukční operace je kvalitní volba 3D softwaru. Předností konstruktérů je osvojení si schopnosti správného vyhodnocení náročnosti operace a díky tomu určení vhodného typu softwaru pro danou činnost. Pokud se návrhář v průběhu let takovéto vyhodnocení situace naučí, je velká pravděpodobnost, že se stane na trhu velmi žádaným, neboť pro studenta není problém dobře pracovat v některém 3D programu, ale pokud bude mít přehled o schopnostech a využitelnostech u více předních modelovacích softwarů, tak tím může sobě ušetřit spoustu času a společnosti hodně peněz, protože namísto drahého softwaru doporučí zakoupit licenci nižšího CAD systému, který však bude zcela dostačující. Z tohoto důvodu byla určena cvičná sestava, jež bude vymodelována v již zmíněných softwarech (CATIA, Solid Edge, NX) a následně vyhodnoceny jejich pracovní prostředí, náročnost, přehlednost, ovladatelnost a mnohé další aspekty, tak aby uživatel získal co možná nejpodrobnější informace, k jaké činnosti je daný software vhodný.



Obr. 12 Loga aplikací CATIA, Solid Edge a NX

7 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ

Tak jako každá automobilka má své jedinečné tvary vozidel, tak i softwarové společnosti vydávají své 3D systémy ve velkém množství provedení, uspořádání či grafickém zpracování. Základním předpokladem úspěšné práce je orientace v takovýchto systémových prostředích a schopnost ovládnutí základních pracovních modulů jako jsou PART, ASSEMBLY, DRAFT.

7.1 Začínáme

Před spuštěním každého systému je dobré si buď za pomoci odborné učebnice nebo internetu nastudovat, o jaký program se jedná a jakým způsobem se ovládá.

7.1.1 Solid Edge

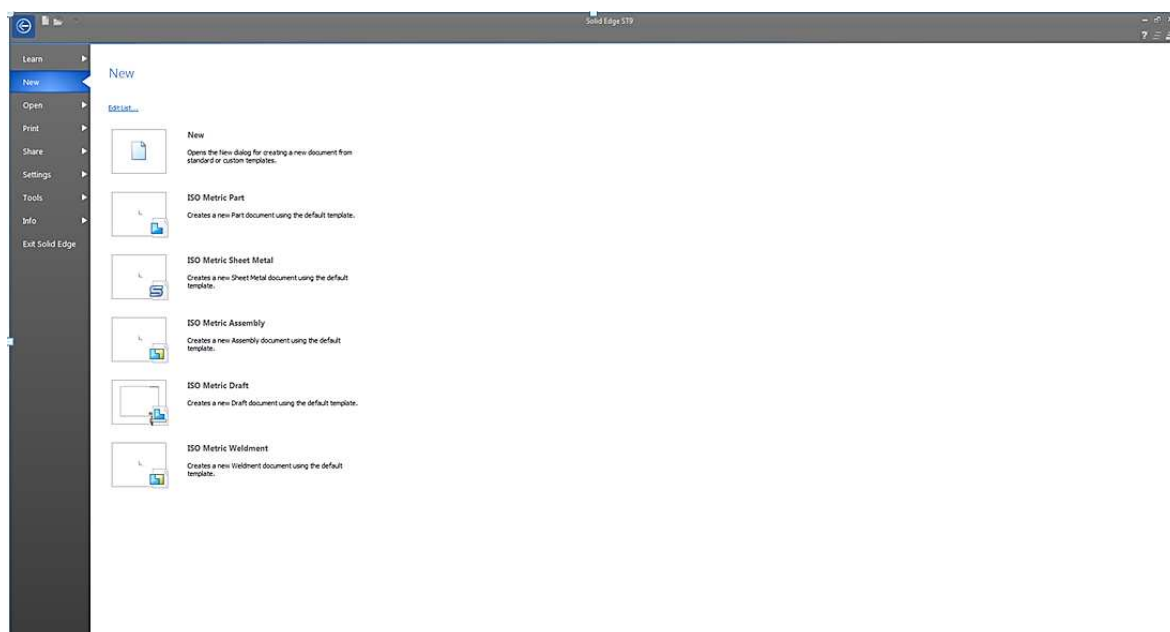
Jedná se o nižší software, který je vyvinut společností SIEMENS. Dalo by se říct, že se jedná o levnější verzi sesterského systému NX. Tento program je primárně určen pro výuku na středních a vysokých školách nebo pro malé až střední společnosti, které jej využívají zejména k modelaci a dokumentaci dílů v rámci společnosti.

Po spuštění programu se dostáváme do dialogového okna, které je charakteristické pro více CAD/CAM systémů. Úvodní obrazovka se otvírá na záložce LEARN, která uživatele seznamuje s programem a je zde dokonce nabídka základních lekcí v modelování, což ocení zejména ti, kteří 3D program otevřeli poprvé. Jsou zde také články s novinkami ze světa techniky, často spjatými se společností SIEMENS.



Obr. 13 Vstupní prostředí systému Solid Edge

Volbu prostředí (modulů), ve kterém uživatel hodlá pracovat, je možné najít v levém rohu pod záložkou New, v levé části obrazovky nalezneme také další záložky s možnostmi otevření uloženého souboru, nastavení systému a mnohé další.

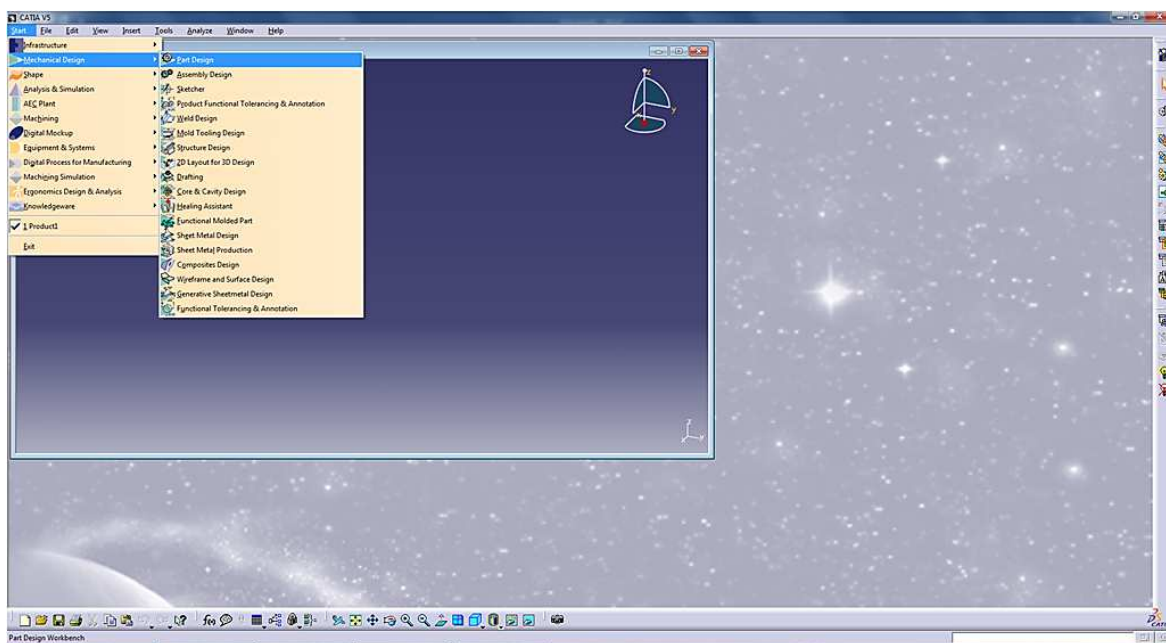


Obr. 14 Modulová nabídka systému Solid Edge

7.1.2 CATIA

System CATIA je primárně využíván v leteckém, automobilovém (ŠKODA, BMW, Volkswagen) nebo lodním průmyslu, systém je také hojně využíván v plastikářském průmyslu díky systémovému modulu Mold Tooling Design.

Po spuštění se dostáváme do pracovního rozhraní, které se oproti většině CAD/CAM systémů výrazně liší, systém se nespustí na žádné úvodní straně jak je obvyklé, ale přímo v pracovním okně, což může některé uživatele poněkud vyvést z míry, avšak nejedná se o nikterak závažný problém. Pro volbu jiné pracovní funkce je nutno přejít do nabídky Start (levý horní okraj obrazovky), kde se nám otevřou záložky. Uživatele primárně zajímá Mechanical Design, pod kterým se vyskytuje většina hlavních pracovních modulů.



Obr. 15 Vstupní prostředí a modulová nabídka systému CATIA

7.1.3 NX

System, jenž je vlajkovou lodí společnosti Siemens PLM Software, který je určen především pro ty největší korporace, ve kterých dochází ke komplexní tvorbě výrobku od prvního náčrtu až po finální uvedení na trh. Nelze zde použít ani zařazení mezi nízký, střední nebo vysoký CAD/CAM/CAE systém, protože NX koncepčně spadá pod novou větev tzv. PLM software, který kombinuje veškeré kroky v procesu výroby dílu.

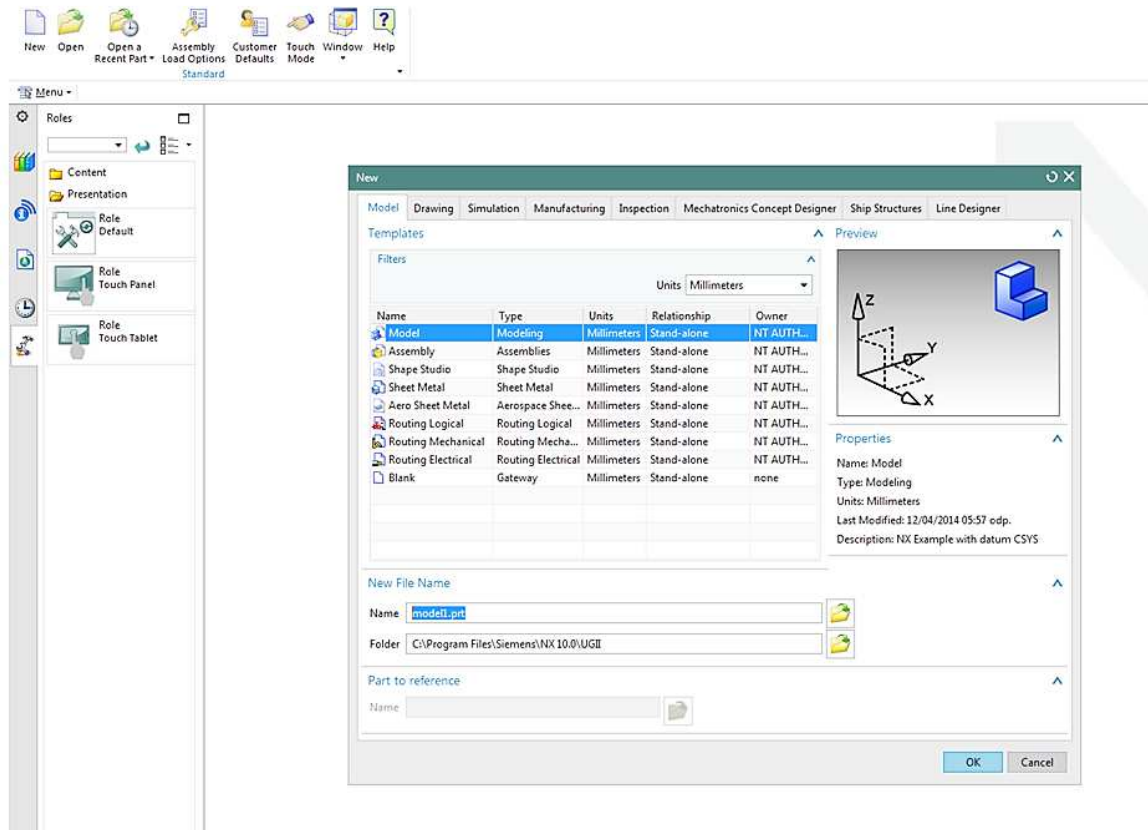
V tomto systému nás úvodní dialogové okno zavede do poměrně nic neříkajícího prostředí, na rozdíl od Solid Edge nejsme ani v žádném úvodním okně, nebo v případě CATIE v pra-

covním prostředí. Je patrné, že se jedná o systém, kde je předpokládáno, že obsluha je plně seznámena s funkcemi programu a příliš se nepočítá s tím, že by si systém zakoupil nějaký domácí samouk.



Obr. 16 Vstupní prostředí systému NX

K volbě pracovního prostředí se uživatel dostane tak, že v levém horním rohu, pracovního okna najedeme na záložku New a po jejím vybrání se nám zobrazí dialogové okno, ve kterém je definováno pracovní prostředí a moduly systému.



Obr. 17 Modulová nabídka systému NX

7.1.4 Hodnocení vstupního uživatelského rozhraní

- Solid Edge

+ Příjemné vstupní prostředí, uživatel je seznámen s programem a v případě neznalosti je mu nabídnuta pomoc se základy programu. Celková vizualizace odpovídá častému uspořádání CAD/CAM systémů (Inventor, Solid Works,...)

-

Hodnocení: 90%

- CATIA

+

- Po spuštění programu se neotevře žádná úvodní obrazovka, uživatel se ocitne přímo v modulu Assembly.

- Celkové grafické zpracování působí poněkud zastarale.

- Absence rad pro začátečníky

Hodnocení: 60%

- NX

+ Modulová nabídka je zpracována přehledně, uživatel si může zkontrolovat, že jeho návrh se bude modelovat v milimetrech a dokonce se dá definovat název a místo uložení ještě před spuštěním modulu.

+ Uživatel po důkladném prozkoumání záložek na levé straně objeví drobné rady či odkazy na webové stránky, kde je možno se obrátit v případě problému.

- Systém se po spuštění otevře v prázdném grafickém okně, kde se pouze na okraji obrazovky vyskytuje několik ikon, které velmi nevypovídají o svém účelu.

Hodnocení: 80%

7.1.5 Hodnocení ovládání orbitu v softwarech

- Solid Edge

Uživatelsky velmi příznivý, veškeré operace pohybu prvku se odehrávají za pomoci rolovacího tlačítka (kolečka) u myši, v případě jeho stlačení na modelu a pohybu myši je možno dílec otáčet o 360°. Těleso je taktéž možno nastavovat za pomoci orbitu, umístěného v pravém dolním rohu, kdy je těleso natáčeno přímo do určitých rovin. Kolečko myši se také využívá pro přiblížení a oddálení výrobku. Dojem mírně kazí absence funkce pro pohyb dílce do stran.

Hodnocení: 80%

- CATIA

Ovládání orbitu je v podání systému CATIA něco naprosto jedinečného, avšak jedinečné bohužel neznamena, že je to dobré, a proto v tomto případě nezáleží, zda jste úplný začátečník nebo ostřílený profesionál z jiného konstrukčního systému. Musíte se připravit na to, že chvíli potrvá, než si perfektně osvojíte ovládání prostředí.

Pohyby jsou zde definovány pomocí rolovacího (kolečko) a pravého tlačítka myši. Pohyb dílce v osách X a Y je řešen tak, že operátor drží rolovací tlačítko myši stlačené na prvku a pohybuje do stran dle potřeby. Přibližování a oddalování součásti je kombinací tlačítek tak, že na modelu je stlačeno rolovací tlačítko myši poté je provedeno rychlé kliknutí na pravé tlačítko a pohybujete s myší po pracovní ploše(dopředu a dozadu). Rotace o 360° je docílena současným držením rolovacího i pravého tlačítka a pohybem myši dle potřeby.

Hodnocení: 40%

- NX

Ovládání prostředí v tomto systému by se dalo označit za mírný hybrid. Ovládání rotace a přibližování je totožné se systémem Solid Edge, tedy za pomoci rolovacího tlačítka (kolečka) na myši. Avšak je zde i možnost pohybu tělesa v osách X a Y, a to díky současnému stlačení rolovacího a pravého tlačítka myši, což je velmi podobné systému CATIA. Díky této komplexnosti a nejjednoduššímu ovládání proto považuji systém NX v posuzované kategorii za nejefektivnější.

Hodnocení: 95%

7.2 Modul Part

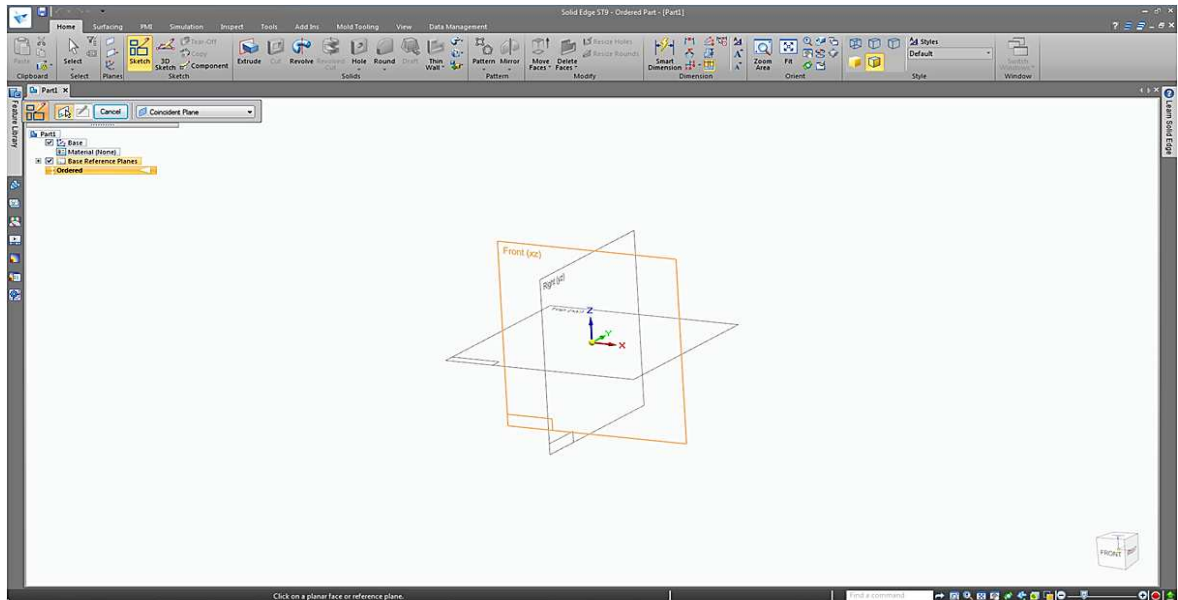
Nejčastěji využívaným modulem v CAD/CAM systémech je PART, neboli součást. Jedná se o pracovní prostředí, ve kterém je konstruktér schopný modelovat výsledný produkt nebo součásti výsledného produktu. Pokud se konstruktér naučí využívat všechny nástroje tohoto prostředí, tak si tím především ušetří spoustu času, ale také udělá ten největší krok v práci s 3D softwary.

7.2.1 Solid Edge Part

Po spuštění modulu Partse uživatel dostává do návrhového prostředí, které je uspořádáno způsobem typickým pro mnohé 3D softwary (Inventor, Solid Works,...). Pracovní plocha je rozvržena tak, že v levé části obrazovky uživatel nalezne tzv. strom operací, ve kterém

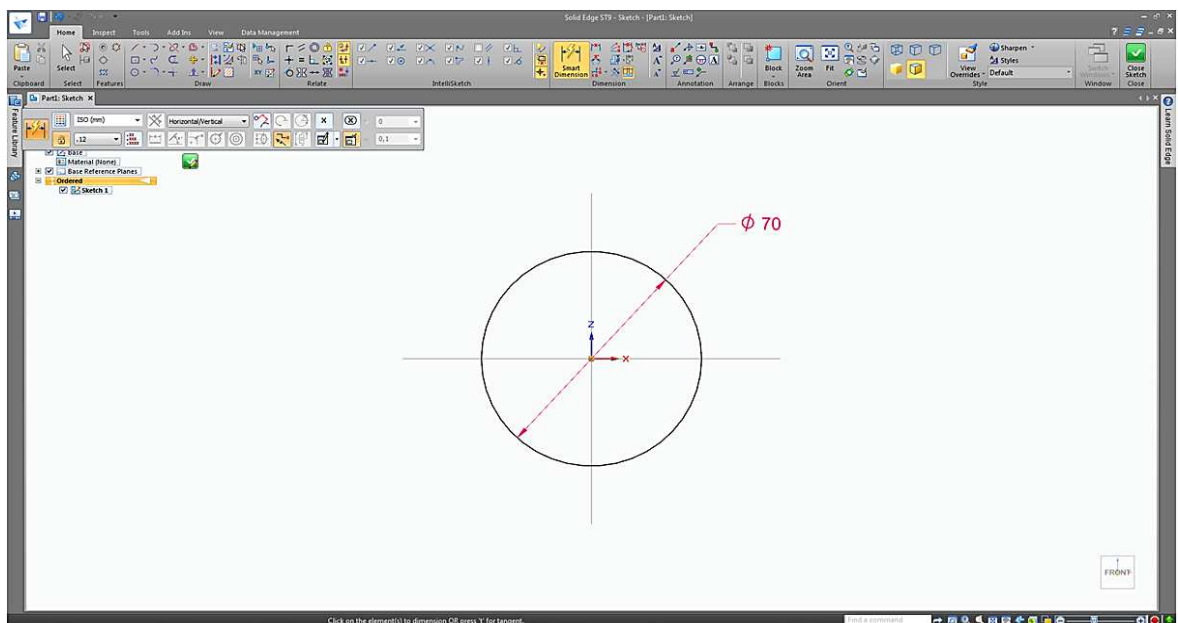
jsou postupně zobrazovány všechny pracovní postupy modelování. V horní části se vyskytují pracovní nástroje a ve středu obrazovky je osový kříž.

Navrhování součásti uživatel spustí tak, že v panelu nástrojů vybere ikonu Sketch a následně se definuje rovina 2D návrhu.



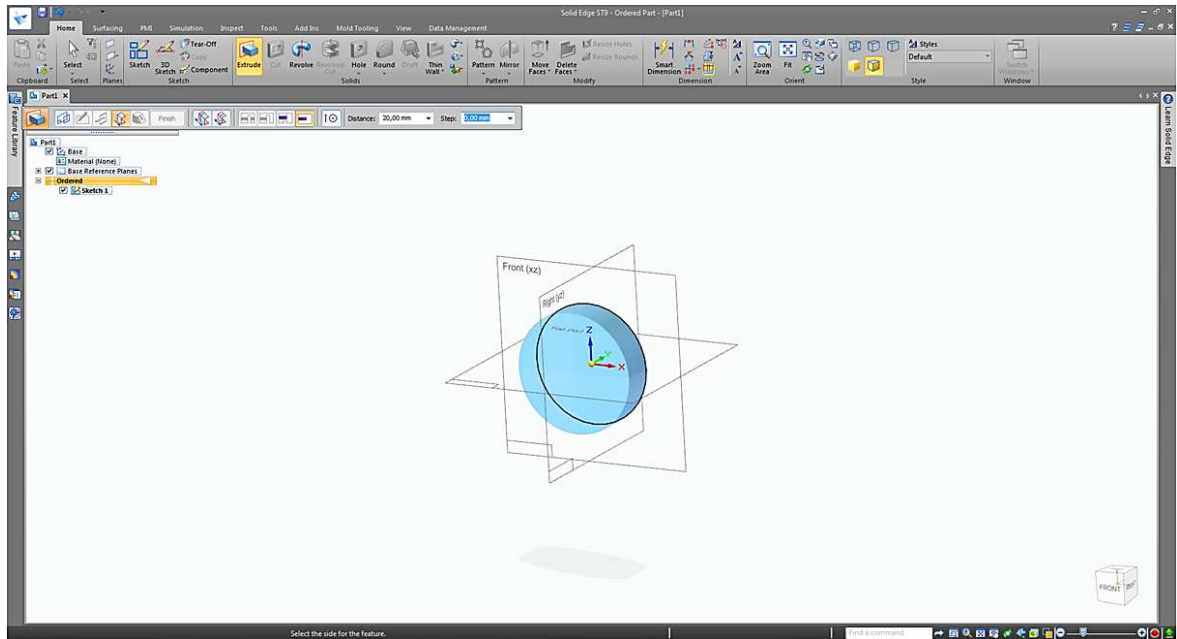
Obr. 18 Pracovní prostředí Solid Edge ISO Part

Návrh je v 2D prostředí velmi jednoduchý díky přehlednému grafickému znázornění všech pracovních nástrojů. Po vytvoření náčrtu se vracíme do 3D prostředí pomocí ikony Close Sketch.



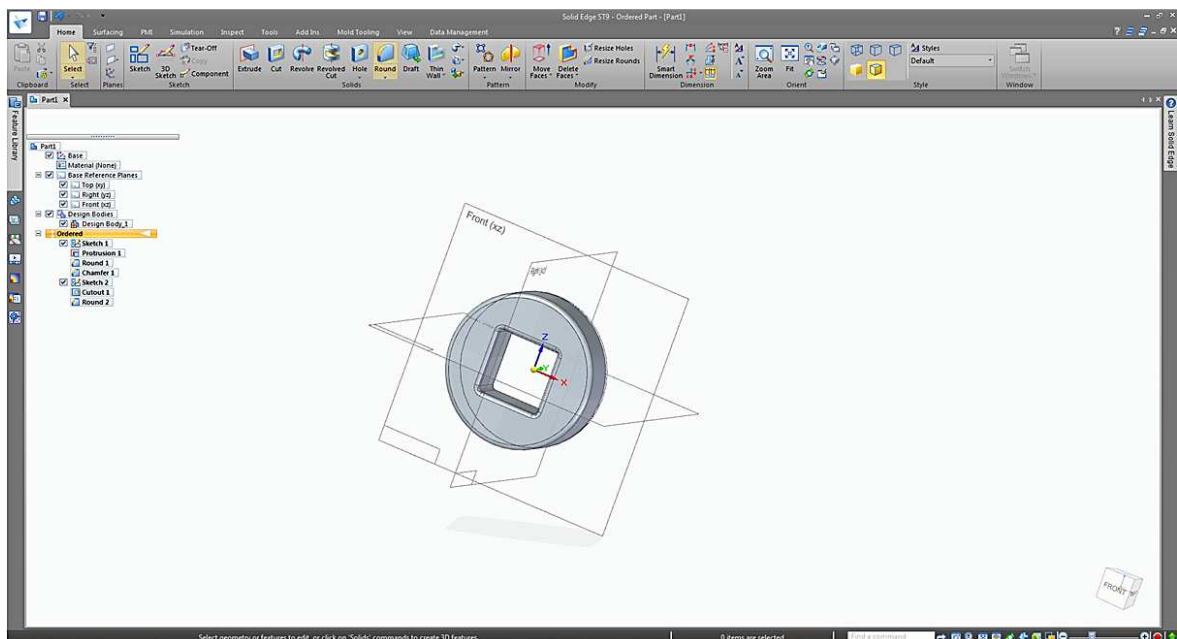
Obr. 19 Tvorba 2D návrhu v modulu Solid Edge ISO Part

V tomto typu návrhu modelování primárně rotujeme, nebo vysunujeme a právě příkazy k těmto a dalším úpravám najdeme mezi pracovními nástroji.



Obr. 20 Tvorba 3D tělesa v modulu Solid Edge ISO Part

Následně je možné využívat i dalších 3D pracovních nástrojů jako Cut, Revolved Cut, Hole a tím upravovat tvar finálního dílce.

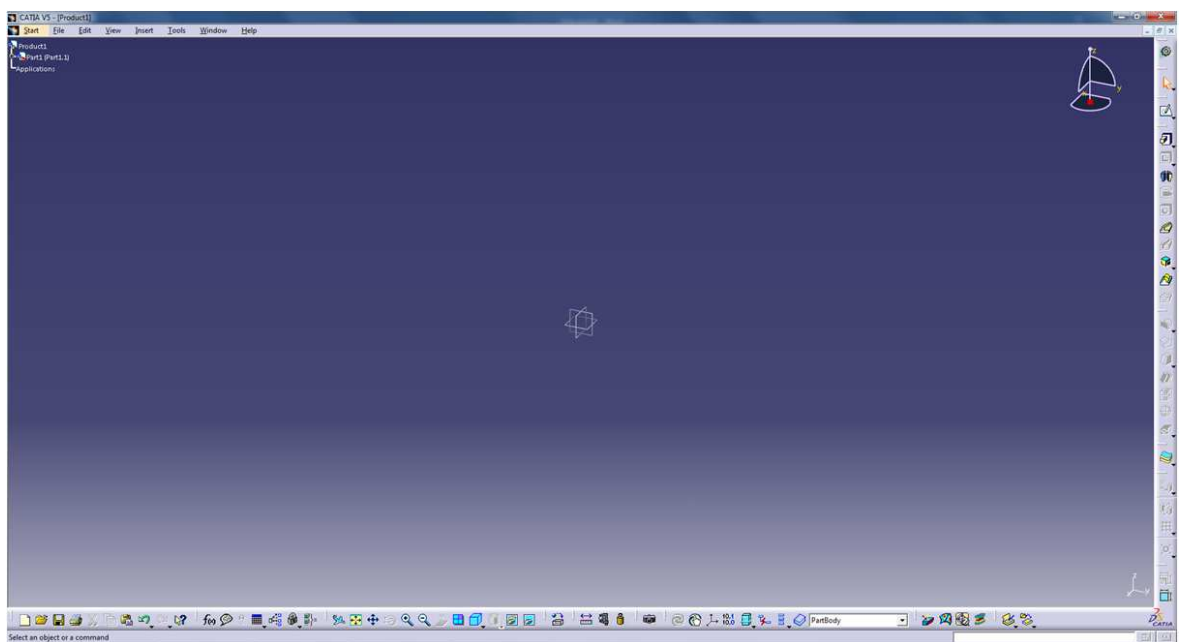


Obr. 21 3D těleso v modulu Solid Edge ISO Part

7.2.2 CATIA Part

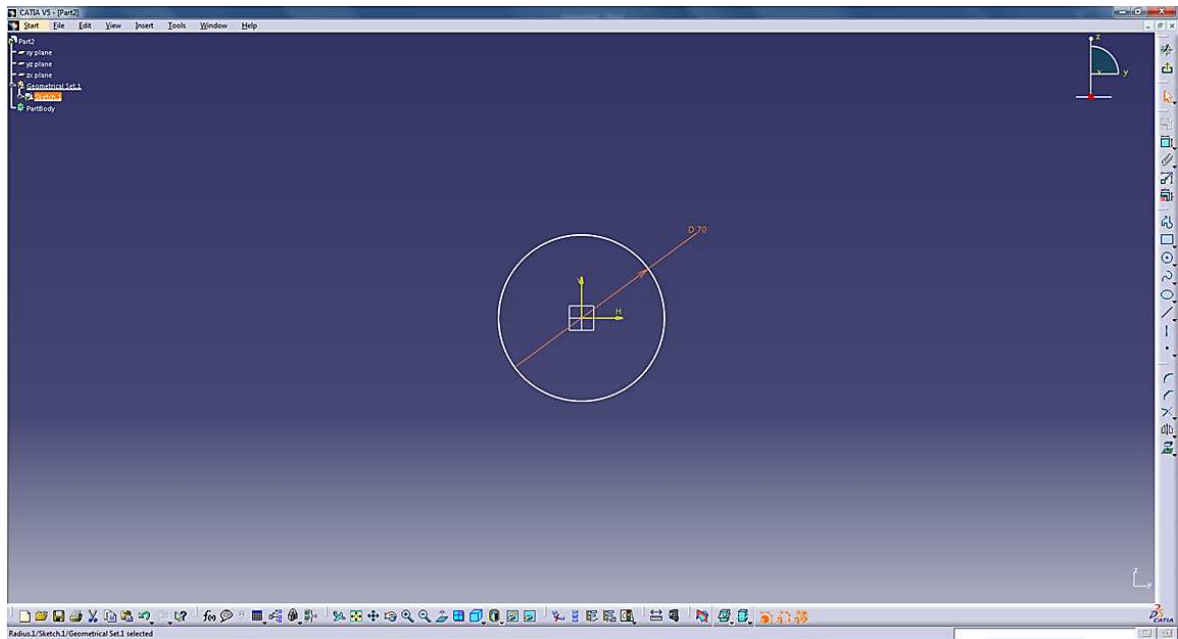
Uspořádání návrhového prostředí systému CATIA je poněkud odlišné od zažitých zvyků většiny CAD/CAM systémů. Jeho panel pracovních nástrojů se nevyskytuje na horní hraně obrazovky, ale po celé pravé straně. Změna pozice se týká také otvírání, ukládání a nastavení systému, které se nachází na dolní straně obrazovky. Ostatní prvky už jsou ale uspořádány klasicky, strom operací konstruktér nalezne vlevo nahoře a uprostřed je osový kříž.

Návrhovou 2D sekci uživatel spustí využitím ikony Skech, která je umístěna jako třetí od shora v panelu nástrojů a následně vybereme některou z rovin XY, YZ, ZX.



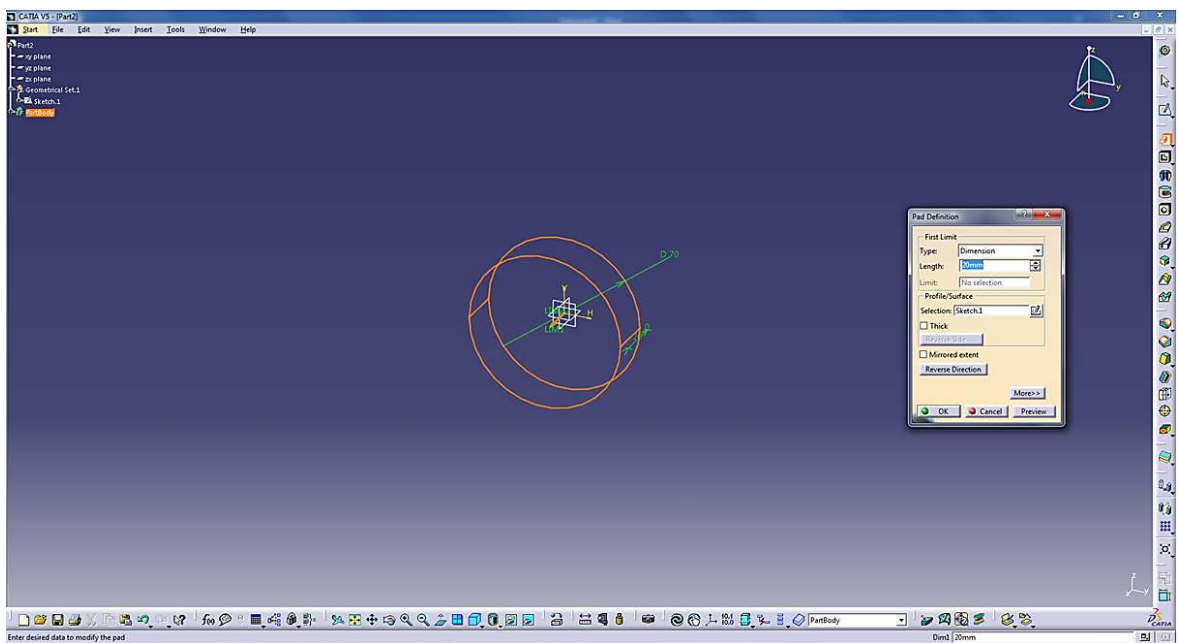
Obr. 22 Pracovní prostředí CATIA Part

Zobrazí se 2D plocha, kde je možno načrtnout a kótovat základní tvar tělesa. Po dokončení se do 3D prostředí vrací pomocí ikony Exit Workbench (pravá lišta nahoře).



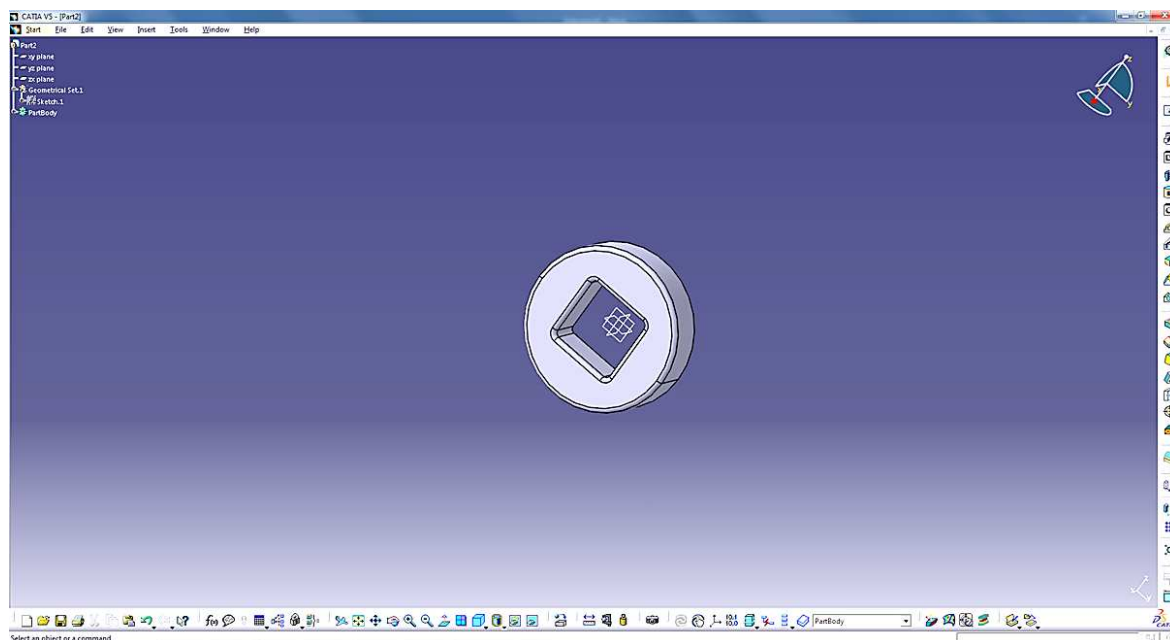
Obr. 23 Tvorba 2D návrhu v modulu CATIA Part

Následně je možné tyto prvky buďto klasicky vysunovat, anebo s nimi rotovat tak, že se z návrhu stává 3D model.



Obr. 24 Tvorba 3D tělesa v modulu CATIA Part

Výsledný produkt po využití více nástrojů může vypadat takto:



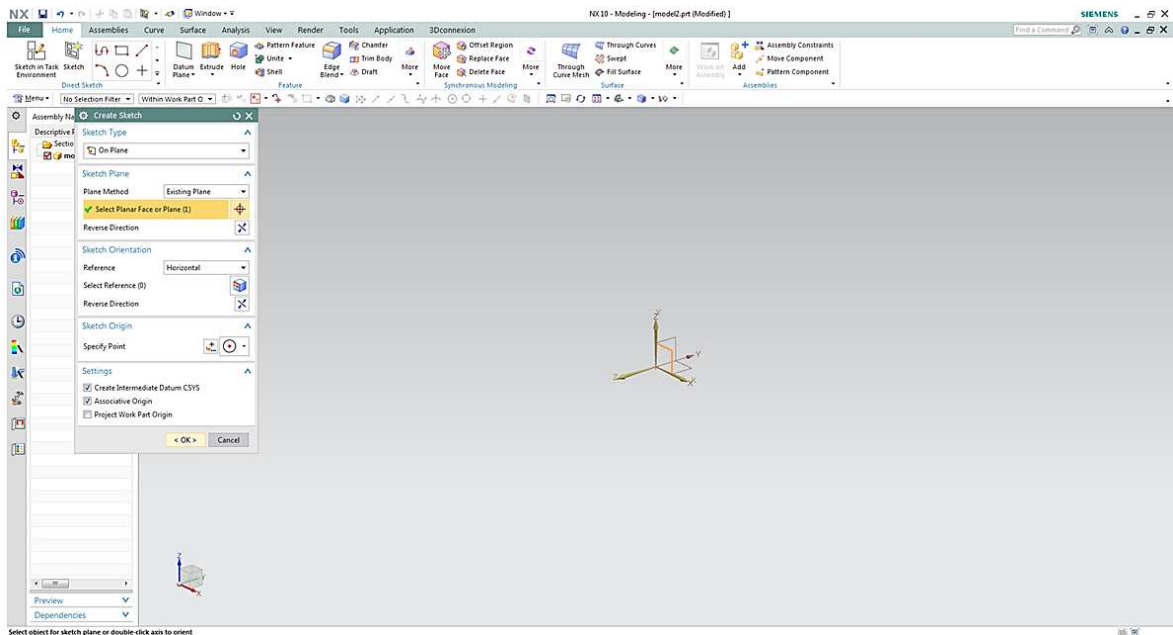
Obr. 25 3D těleso v modulu CATIA Part

7.2.3 NX Part

Grafické uspořádání modulu Part (Součást) je v tomto případě velmi podobné systému Solid Edge. Je z toho jasně patrné, že se jedná o výrobek jedné společnosti, avšak je také vidět, že v případě NX se jedná o poněkud komplexnější pracovní rozhraní.

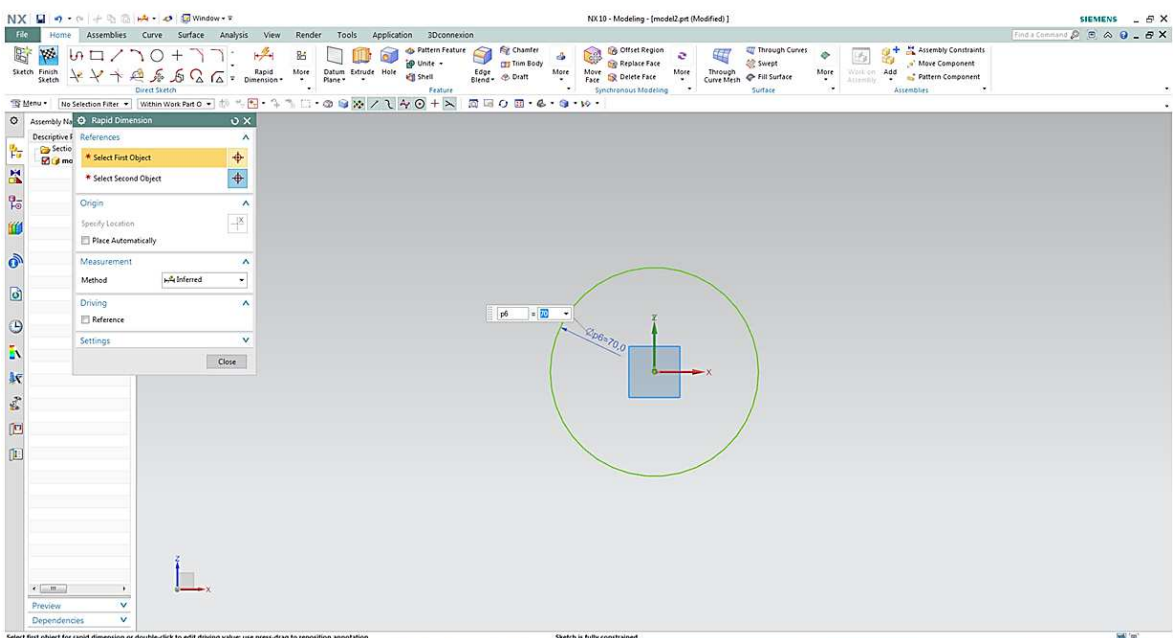
V panelu nástrojů lze nalézt prvky nejen k tvorbě jednotlivého modelu, ale rovnou i nástroje k modulu Assembly (Sestava), tyto prvky lze nalézt po celé horní hraně obrazovky, ale pro modul Part uživatele primárně zajímají nástroje v levé části. Další podstatnou změnou je strom operací, který je zde uložen pod jednou z mnoha záložek, kde další z nich slouží k volbám obráběcích procesů, možnostem výběru materiálů, či simulacím zátěže.

K vymodelování dílů je nutné přejít do 2D prostředí, do kterého se uživatel dostává podobně jako v případě Solid Edge, a to výběrem ikony Sketch a volbou roviny návrhu XY, XZ, YZ.



Obr. 26 Pracovní prostředí NX Model

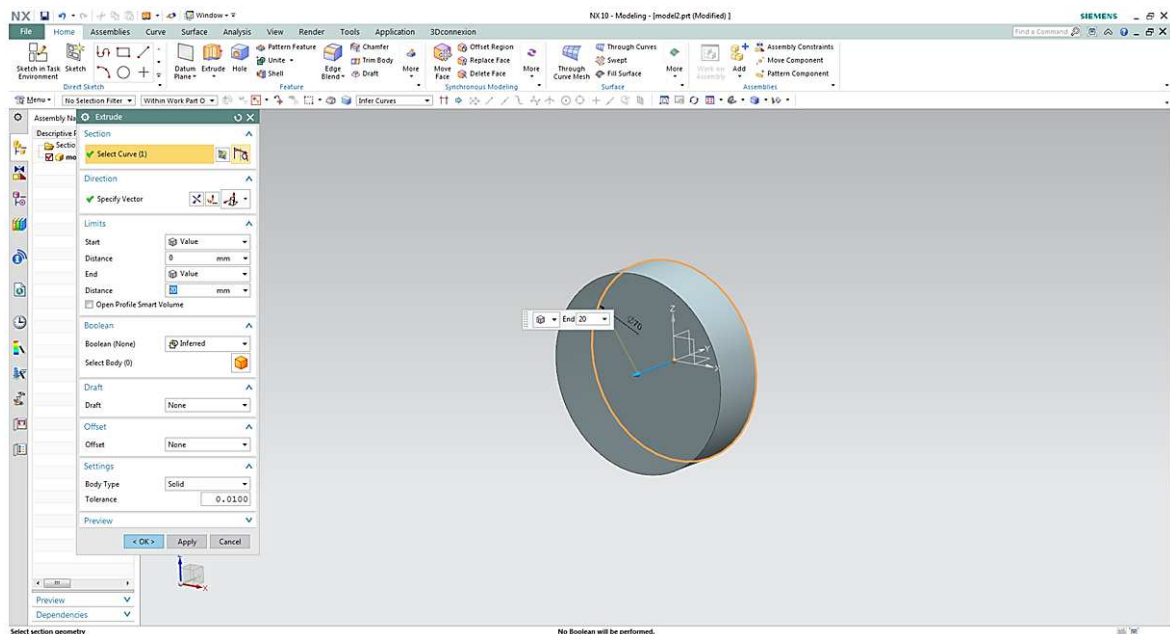
Navrhování se dá definovat jako typické pro CAD/CAM systémy, avšak občas působí i nejjednodušší operace velmi složitým dojmem. Příklad: Při tvorbě kružnice a jejím následném okótování je tato operace doprovázena dialogovým oknem, které je v této fázi spíše zbytečné. Ukončení 2D návrhu je prováděno pomocí ikony Finish Sketch.



Obr. 27 Tvorba 2D návrhu v modulu NX Model

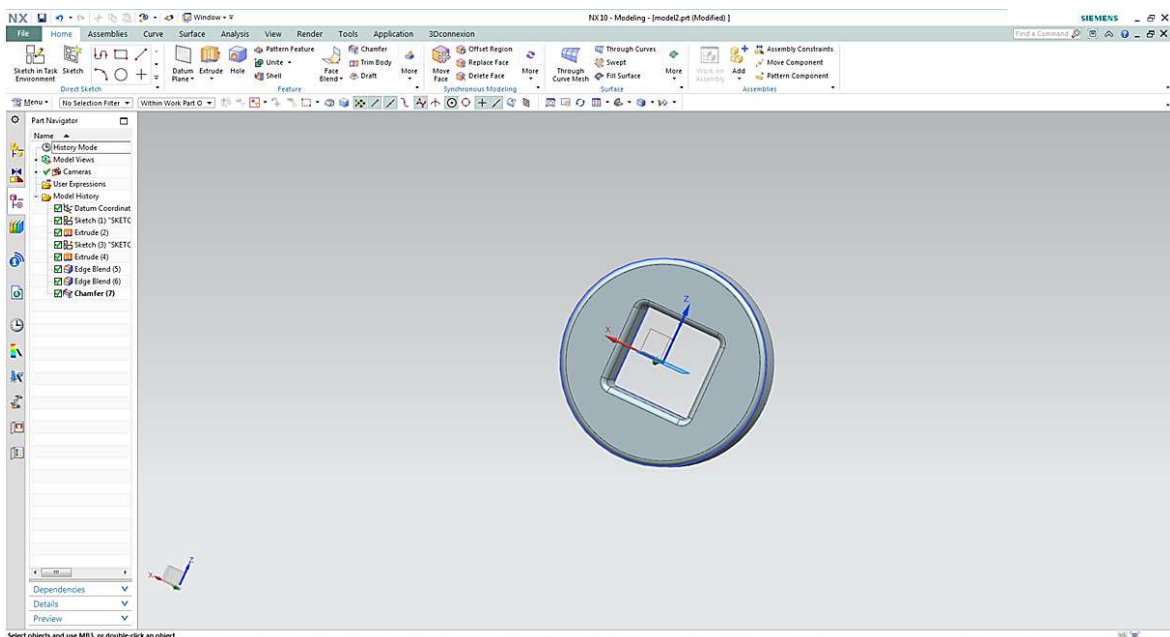
Návrh lze následně opět vysunout pomocí 3D nástrojů, změnou oproti většině systémů je, že se všechny tyto funkce ukrývají pod funkcí Extrude (vytažení), po jehož spuštění se

zobrazí dialogové okno, které je pokročilejší a vyžaduje větší zdatnost v definování cílových požadavků na funkci.



Obr. 28 Tvorba 3D tělesa v modulu NX Model

Díky grafickému znázornění pracovních nástrojů jsou následné úpravy modelu poměrně přehledné v panelu nástrojů. Menší nevýhodou je, že některé důležité funkce jako je Cut (odebrání) nemá vlastní ikonu, ale je zakomponována pod funkcí Extrude pod názvem Through.



Obr. 29 3D těleso v modulu NX Model

7.2.4 Pozitiva x Negativa modulu Part

- Solid Edge

+ Dobře definovaná dialogová okna s poměrně jasnými požadavky na vstupní data od operátora.

- Poněkud zbytečně komplikovaná cesta při změnách ve stromu operací

Modul Part je uživatelsky velmi přívětivý a je to nejspíš tím, že sama společnost SIEMENS předpokládá, že uživatelé budou studenti, kteří se poprvé v životě setkávají s CAD systémem, a proto je velká většina operací jasně a jednoduše popsána.

Hodnocení: 85%

- CATIA

+ Pokud se operátor sžijes pohybem v prostředí, navrhování není nikterak obtížnější než v jiných CAD/CAM systémech.

- Grafické zpracování je velmi zastaralé, což je nevýhoda zejména u navrhování dílu bez předlohy, kdy operátor využívá okamžitého vykreslení (Inventor, Solid Edge, Works) např. rotace, vysunutí.

- Absence vykreslování závitů na modelovaném prvku

Prostředí systému CATIA není zprvu pro většinu uživatelů jistě velmi příjemné, je nutné říci, že při prvotní tvorbě v systému se operátor bude několik desítek minut seznamovat s ovládáním orbitu a orientaci v nezvykle orientovaném prostředí, avšak pokud se nenecháte odradit, takse můžete těšit na poměrně jednoduché navrhování součástí.

Hodnocení: 80%

- NX

+ Grafické zpracování prostředí i pracovních nástrojů.

- Chaotická dialogové okna, která jsou v případech kótování a podobných jednoduchých operacích zbytečně obsáhlá a pro nezkušeného operátora spíše matoucí.

- Strom operací je umístěn mezi dalšími záložkami a není primárně zobrazován při spuštění, což je zapříčiněno komplexností tohoto systému, ale pro návrháře v této fázi jsou sekce jako návrh obrábění prostě zbytečné.

Tak jako sesterský software Solid Edge byl zaměřen na studenty a jejich proniknutí do světa 3D modelování za velké pomoci snadno pochopitelných dialogových oken, tak PLM software NX je zaměřen na kvalifikované pracovníky, kteří byli v postupu modelování proškoleni. Není to tak, že by student nedokázal bez pomoci v programu nic navrhnout, ale bude jej to stát velmi mnoho času, a nebude s velkou pravděpodobností schopen přejít k tvorbě složitějších komponent, avšak to, že je systém obtížný na obsluhu neznamena, že není kvalitní.

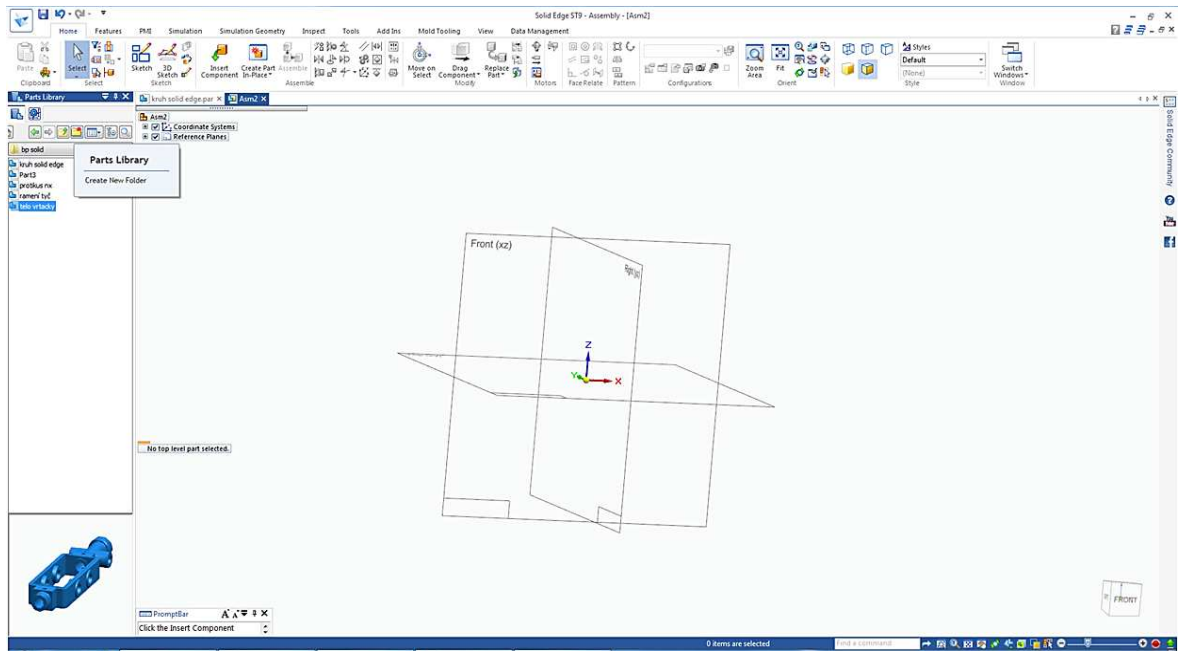
Hodnocení: 80%

7.3 Modul Assembly

Dalším hojně využívaným modulem v CAD/CAM systémech je Assembly Design (Sestavy). Tento modul využívá vymodelované Party (Součásti) k tvorbě větších funkčních celků např.: spalovací motor, který se může skládat z několika tisíc jednotlivých částí nebo podsestav.

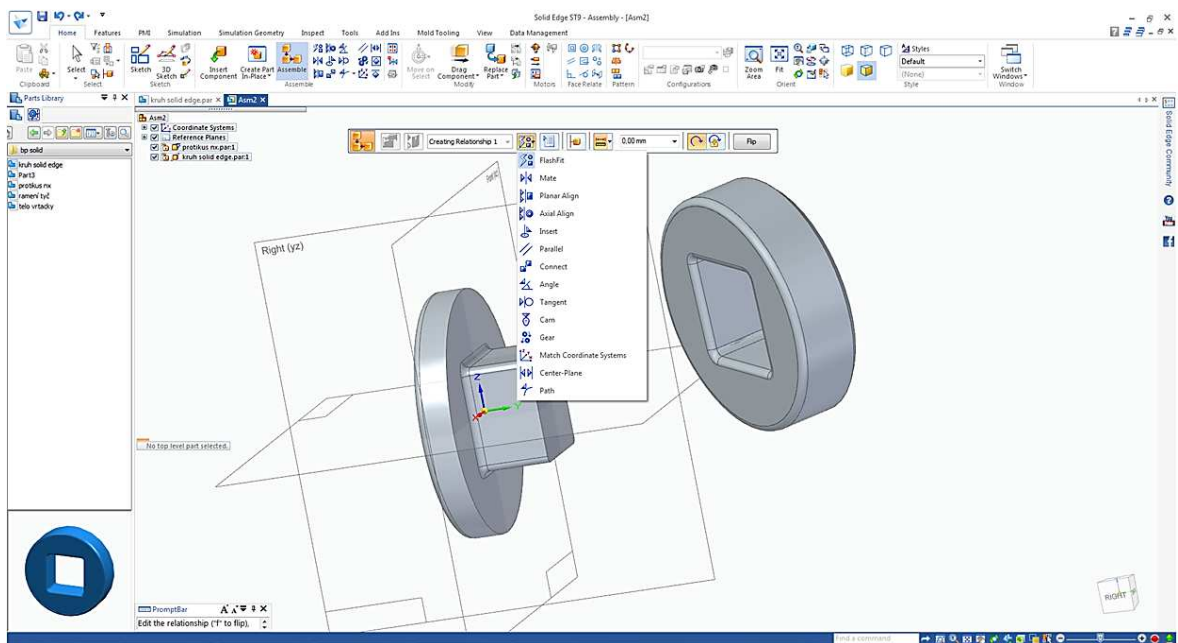
7.3.1 Solid Edge Assembly

Po spuštění modulu Assembly (Sestava) se operátor ocitá v obdobném pracovním prostředí jako v modulu Part, avšak pracovní nástroje jsou jiné, primárně určené pro spojování dílců. Jednotlivé modely vkládáme pomocí tlačítka Parts Library v levé části obrazovky. Výhodou při výběru prvku z úložiště je přítomnost displaye v levém spodním rohu, který zajistí rozpoznání součásti i při nejasném pojmenování dílce.



Obr. 30 Prostředí modulu Solid Edge ISO Assembly

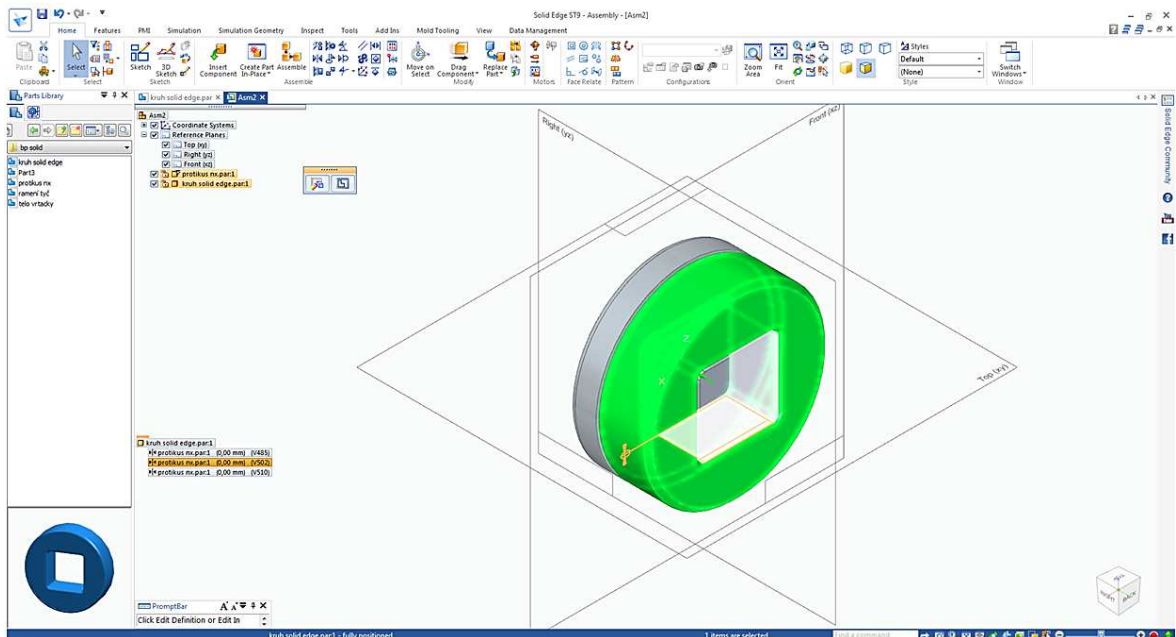
Po vložení všech částí je postup již velmi jednoduchý, kdy vybírám dle potřeby vazby, které jsou schovány pod ikonou Assembly.



Obr. 31 Umístění součástí do modulu ISO Assembly

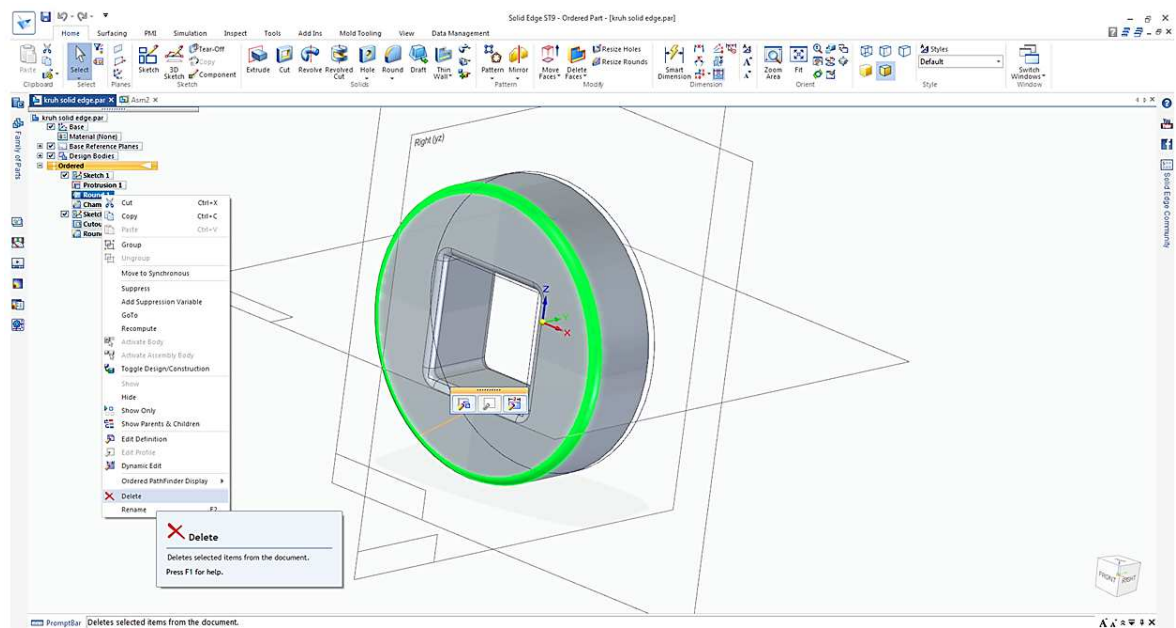
Vazby a způsob jejich využití je kapitola sama o sobě, ale pokud se operátor seznámí s minimem literatury, bude přesně vědět, kdy, jak a jakou vazbu aplikovat. Veškerý se-

znam všech použitých vazeb je viditelný na levé straně obrazovky pod stromem operací, kde se dají vazby měnit, případně rušit.



Obr. 32 Tvorba sestavy v modulu ISO Assembly

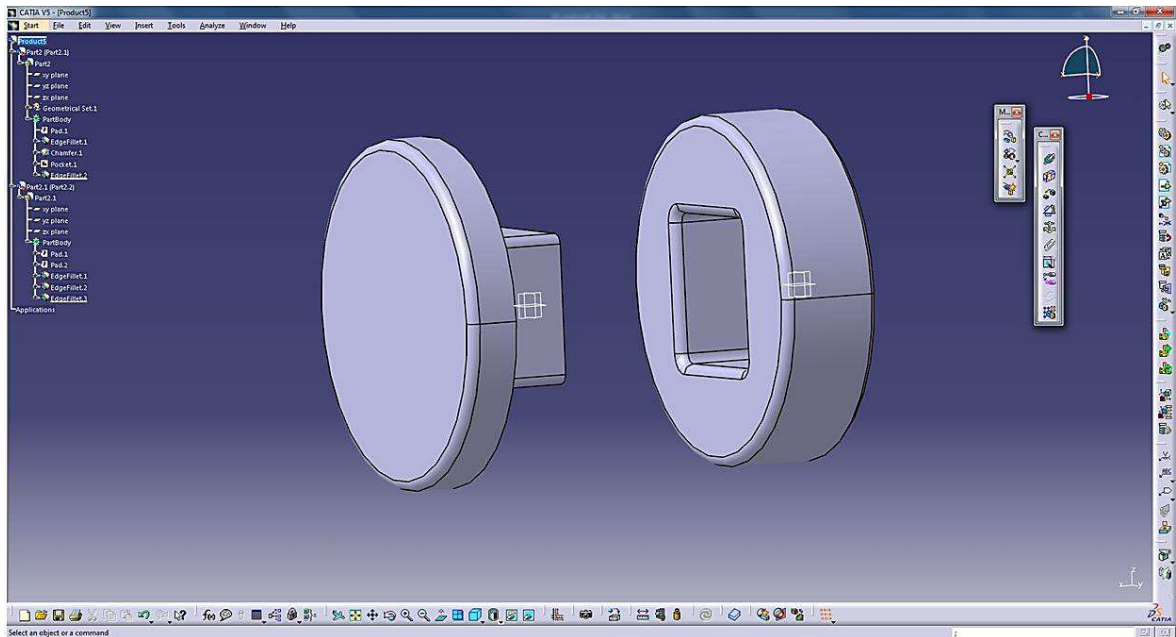
Pokud po spojení součástí detekujeme vizuální problém jako v tomto případě, kdy po obvodu jedné dosedací hrany je rádius, který tam nechceme, nebo ho chceme upravit, tak uživatel jednoduše otevře Part modelu, kde problém eliminuje, provedenou změnu následně uloží a tím se problém vyřeší i na prvku, jež byl použit v sestavě.



Obr. 33 Úprava součásti sestavy Solid Edge

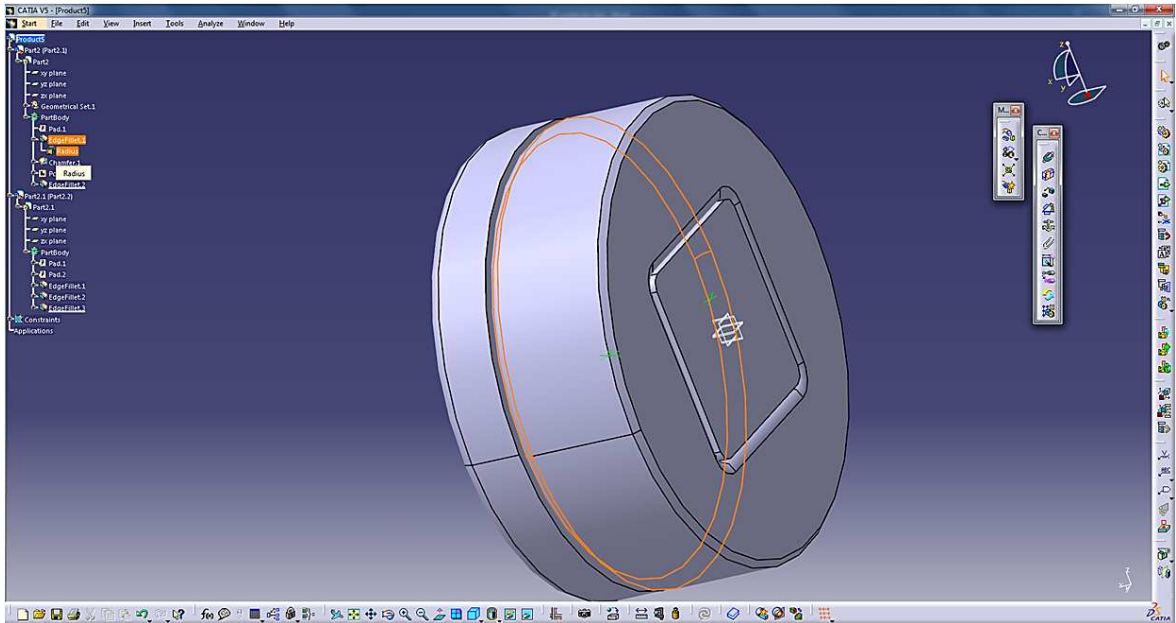
7.3.2 CATIA Assembly

Po spuštění modulu Assembly jediná změna oproti funkci Part vznikla v novém panelu nástrojů a absence osového kříže na středu obrazovky. Vkládání Partů operátor provádí tím způsobem, že na pravé straně nalezneme ikonu Existing Component (sedmá ikona od shora), následně klikneme na strom operací a po zobrazení dialogového okna otevřeme požadovaný Part.

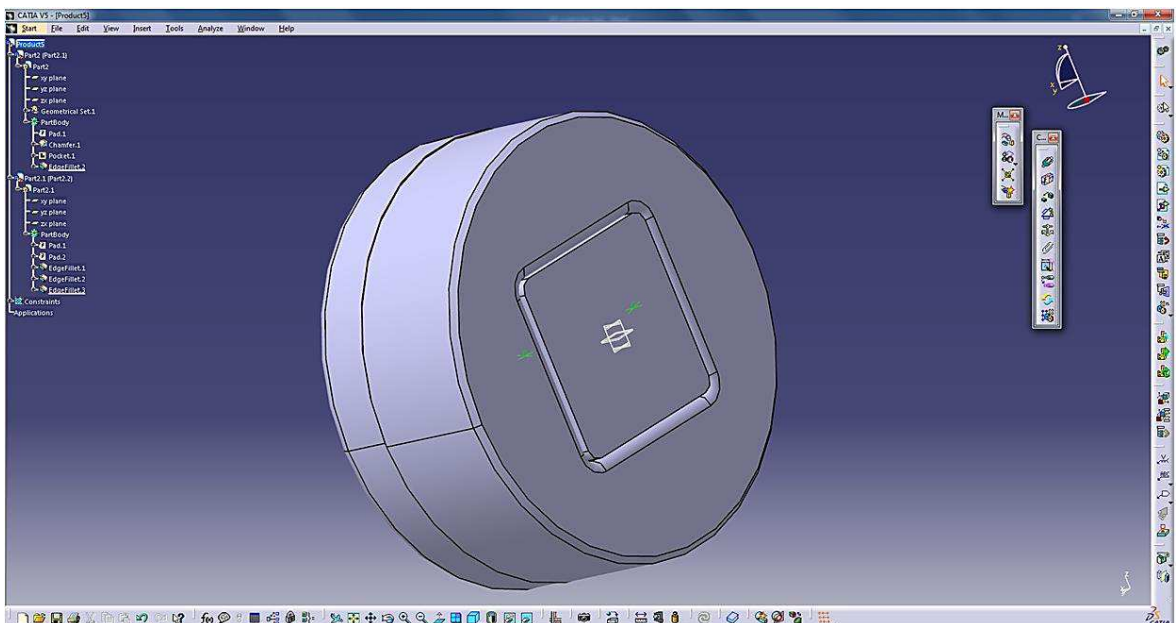


Obr. 34 Prostředí modulu se součástmi CATIA Assembly

Dalším krokem je spojení komponent pomocí vazeb, nejpotřebnější funkce si můžeme vyjmout na plochu tak, aby se lépe hledaly. Díky grafickému zpracování je poměrně jasné, k čemu jaká vazba slouží. Pokud v průběhu práce uživatel narazí na nějaký problém s některým z Partů sestavy a chce provést změnu či odstranění, může to uskutečnit přímo z modulu Assembly. Ve stromu operací si otevřeme Part→PartBody a provedeme nápravu, kterou následně uložíme.



Obr. 35 Tvorba sestavy v modulu CATIA Assembly

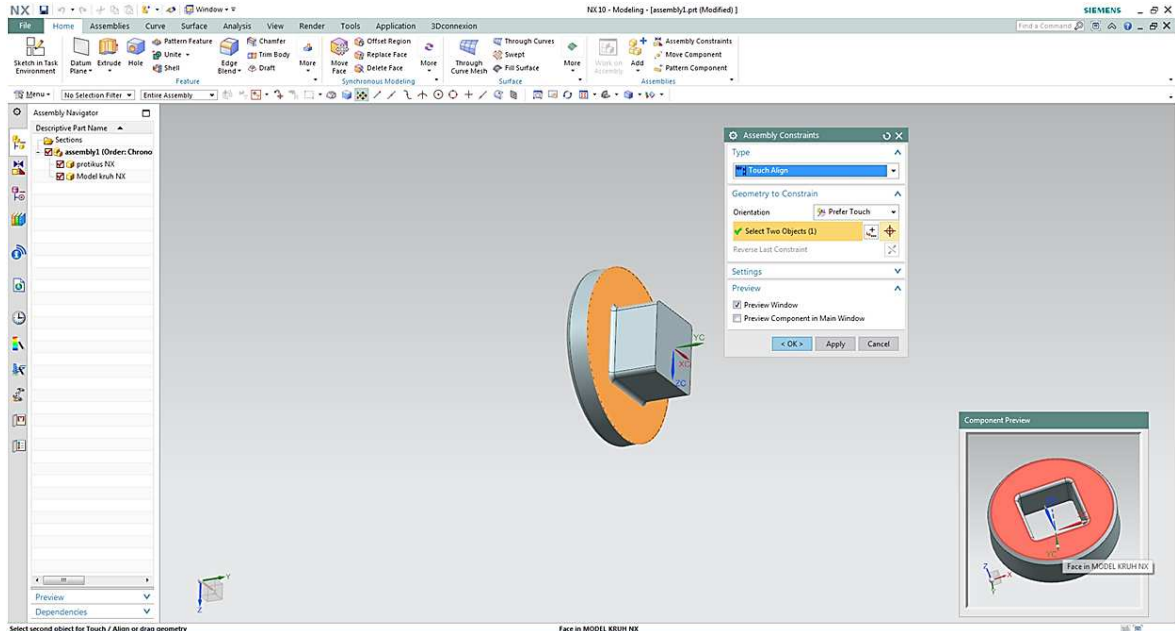


Obr. 36 Upravená sestava CATIA Assembly

7.3.3 NX Assembly

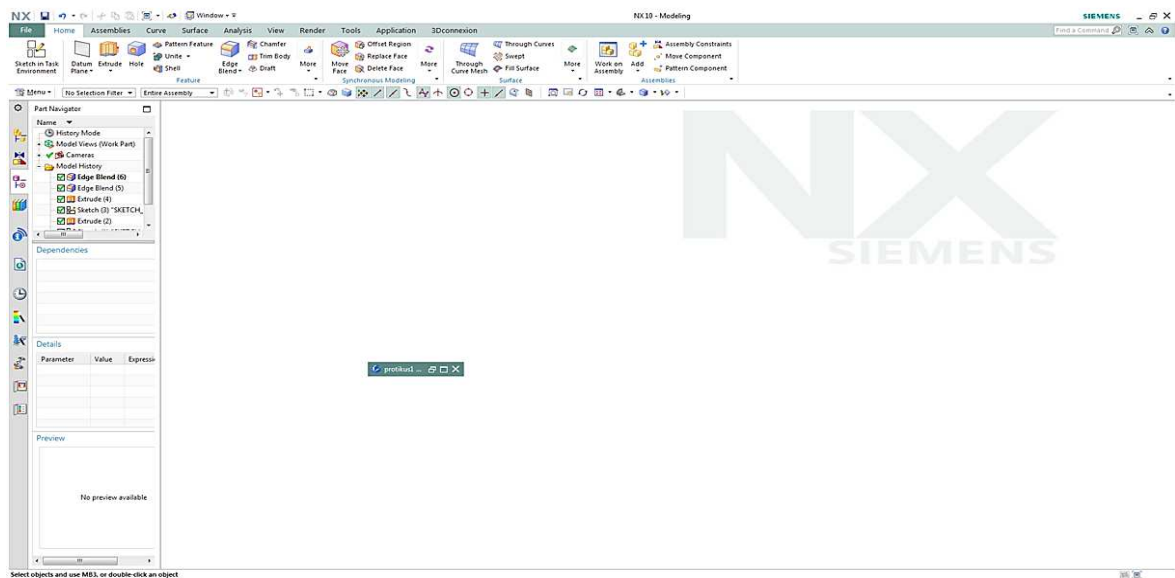
V případě systému NX se po spuštění modulu Assembly nezmění v uživatelském rozhraní vůbec nic. Tak jako se v případě modulu Part využívala levá strana panelu nástrojů, tak se v tomto případě bude využívat pravá strana modulových ikon. Nejprve operátor využije ikony Add, díky které je možno vložit požadovanou část budoucí sestavy. Dále uživatel využívá možnosti vazeb, ty nalezneme pod záložkou Assembly Constrains. Proces vkládání částí a jejich zavazbení, ale v podání systému NX funguje poněkud jinak, než je tomu

v případě většiny CAD/CAM systémů. Postup je takový, že nejprve vložíme základní těleso, následně, když vkládáme další části, tak ty se operátorovi nejprve zobrazují v nezávislém okně a díky tomu je možné dílce otáčet nezávisle na sobě, což je v praxi velká výhoda.



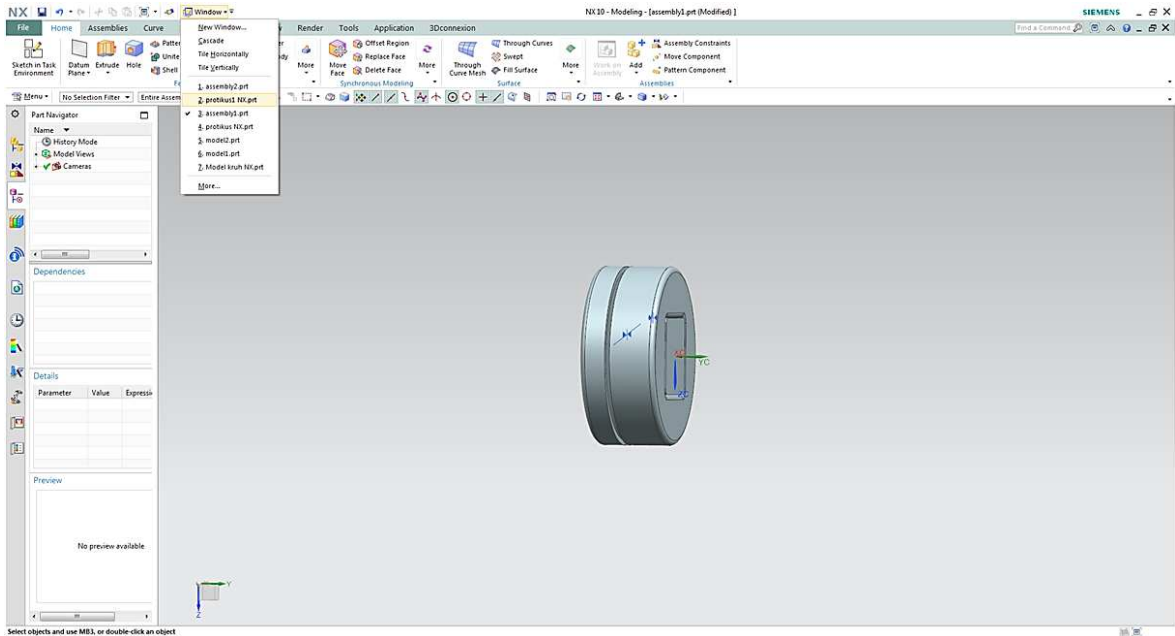
Obr. 37 Pracovní prostředí se součástmi NX Assembly

Největší problém, na jaký jsem po dobu práce v modulech Assembly narazil, se vyskytl právě u systému NX. Při snaze návratu ve stromu operací do pracovního prostředí Part, za účelem úpravy jednoho z členů sestavy, jsem po jeho otevření ztratil rozpracovanou sestavu. Problém se opakoval několikrát a i po minimalizaci obrazovky jsem zjistil, že mám otevřenou jen jednu záložku.



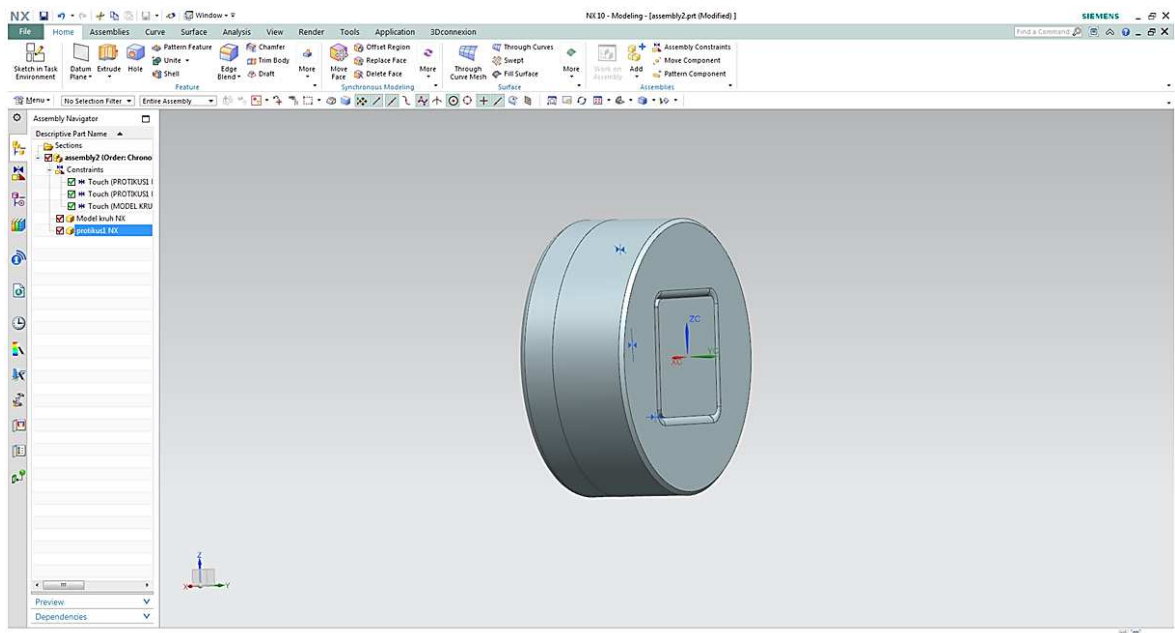
Obr. 38 Absence minimalizovaných oken v systému NX

Tato situace vyplývá z velmi nelogického nastavení systému, kdy může být otevřených několik modelů a sestav, ale v liště bude vždy jen aktuální okno a ostatní části se zobrazí pouze v záložce Windows v horní části obrazovky.



Obr. 39 Tvorba sestavy v modulu NX Assembly

Po úpravě součásti stačí prvek uložit a tím dojde k opravě i v sestavě.



Obr. 40 Upravená sestava v modulu NX Assembly

7.3.4 Pozitiva x Negativa modulu Assembly

- Solid Edge

+ Při vkládání, je vybíraný model zobrazován v miniaturním grafickém okně.

+ Veškeré operace jsou doprovázeny kvalitním grafickým a textovým oknem, které operátorovi značně ulehčují práci

Celkové dojmy z modulu Assembly jsou velmi dobré, nejedná se sice o tak propracované prostředí, jako tomu je u některých jiných systémů (Inventor, Solid Works), ale ani se nejedná o prostředí, které by nemělo být dostatečné pro základní konstrukční operace.

Hodnocení 90%

- CATIA

+ Dialogová okna, při zadávání vazeb jsou přehledná.

- Složitě vkládání součástí, sestav, podsestav.

-Absence reálného pohybu součástí při změně vzdálenosti vazeb.

-Přechod ve stromu operací ze sestavy do součásti.

Po seznámení s prostředím a získáním cviku ve využívání orbitu je nutno konstatovat, že se jedná o poměrně přívětivý modul směrem k uživateli.

Hodnocení 80%

- NX

+ Grafické zpracování prostředí

+Při vkládání nových součástí do sestavy pomocný display k možnosti rotace s každým tělesem zvlášť.

-Velmi komplikovaná dialogová okna

-Po minimalizaci nelogicky viditelná jen jedna záložka i přes spuštění více součástí nebo sestav.

Program je velmi kvalitně zpracován, bohužel však pro neproškoleného operátora se jedná o systém, který bude už ve fázi modulu assembly takováto osoba jen těžko využívat.

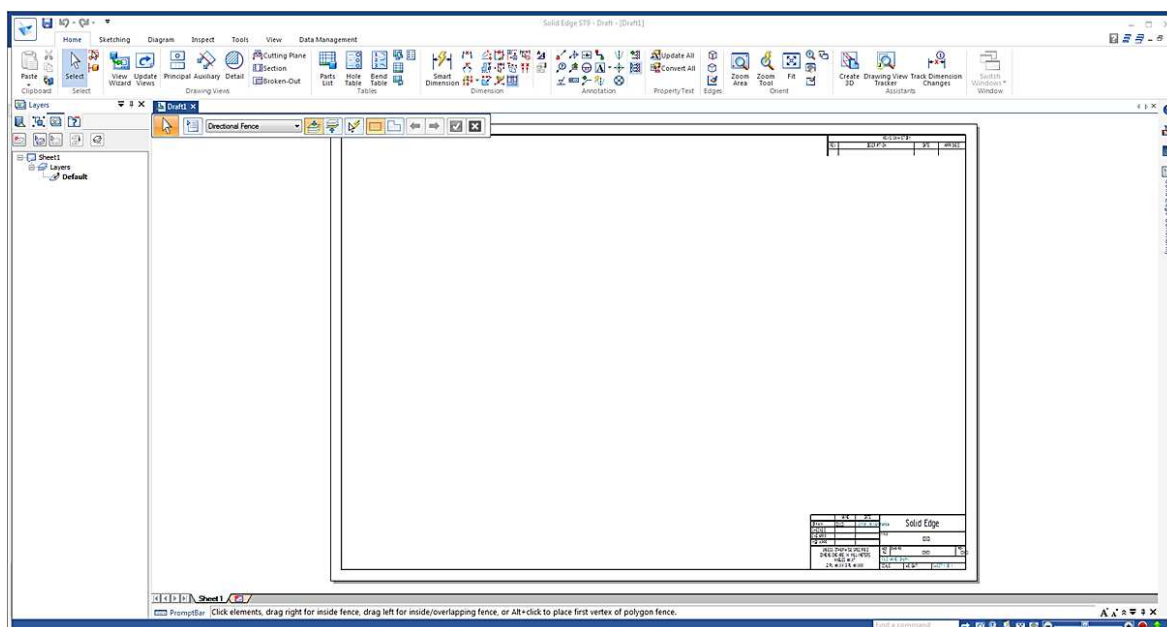
Hodnocení 80%

7.4 Modul Draft

Posledním ze základní palety modulů každého CAD systému je prostředí Draft (Výkres). Toto prostředí je prioritně využíváno k vyhotovení výkresové dokumentace součástky nebo sestavy. Práce v tomto prostředí ale vyžaduje operátora, který je seznámen alespoň s minimálními technickými pravidly pro tvorbu výkresů.

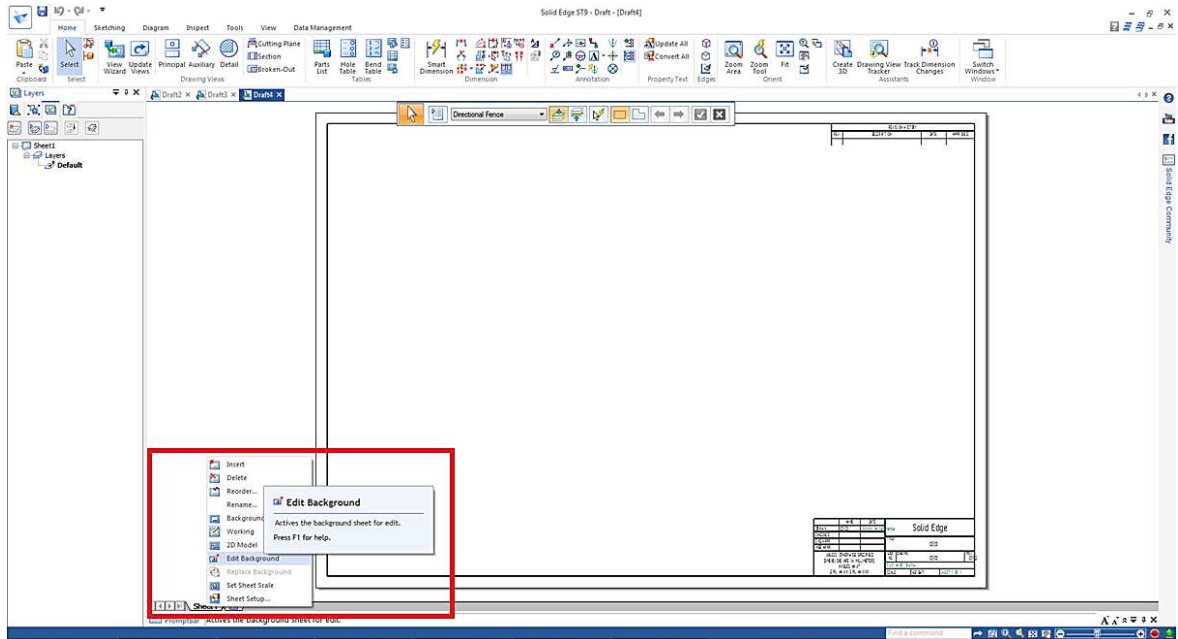
7.4.1 Solid Edge Draft

Do modulu Výkres se uživatel dostane z hlavní nabídky za pomoci ikony ISO Metric Draft. V grafickém okně je panel pracovních nástrojů opět umístěn na horním okraji obrazovky a ve středu obrazovky je umístěna pracovní plocha, která odpovídá formátu listu A2.



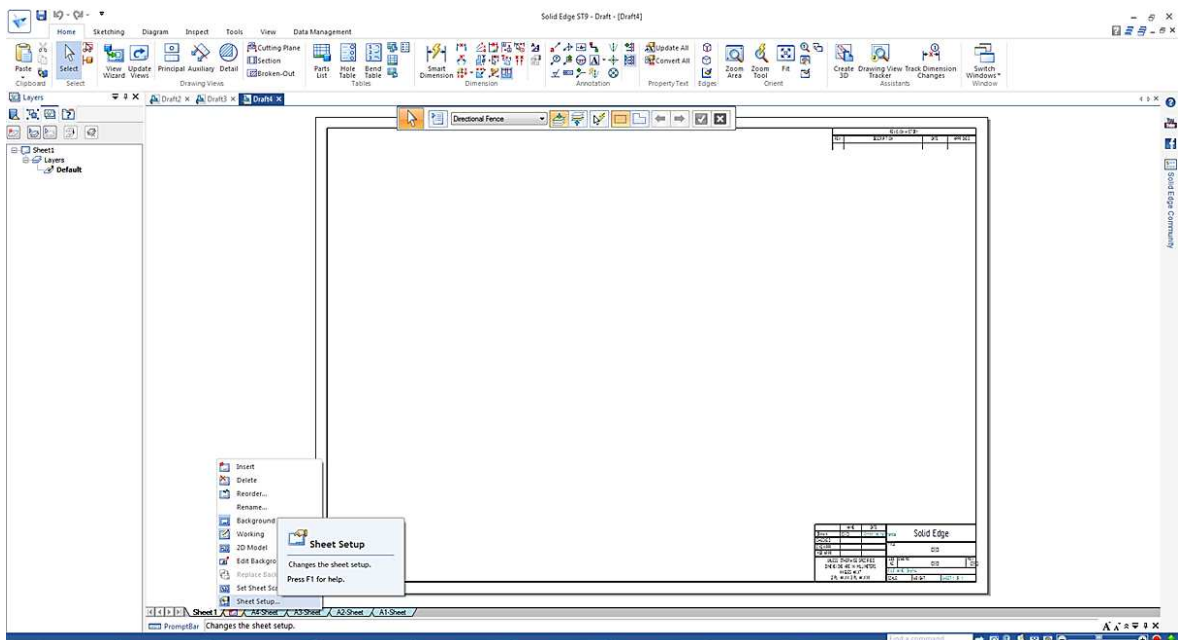
Obr. 41 Pracovní prostředí Solid Edge Draft

Nedostatkem je, že formát výkresu v Solid Edge se nedá jednoduše předefinovat pouhou editací ve stromu operací, ale komplikovanou cestou v záložkách výkresu (spodní okraj obrazovky).



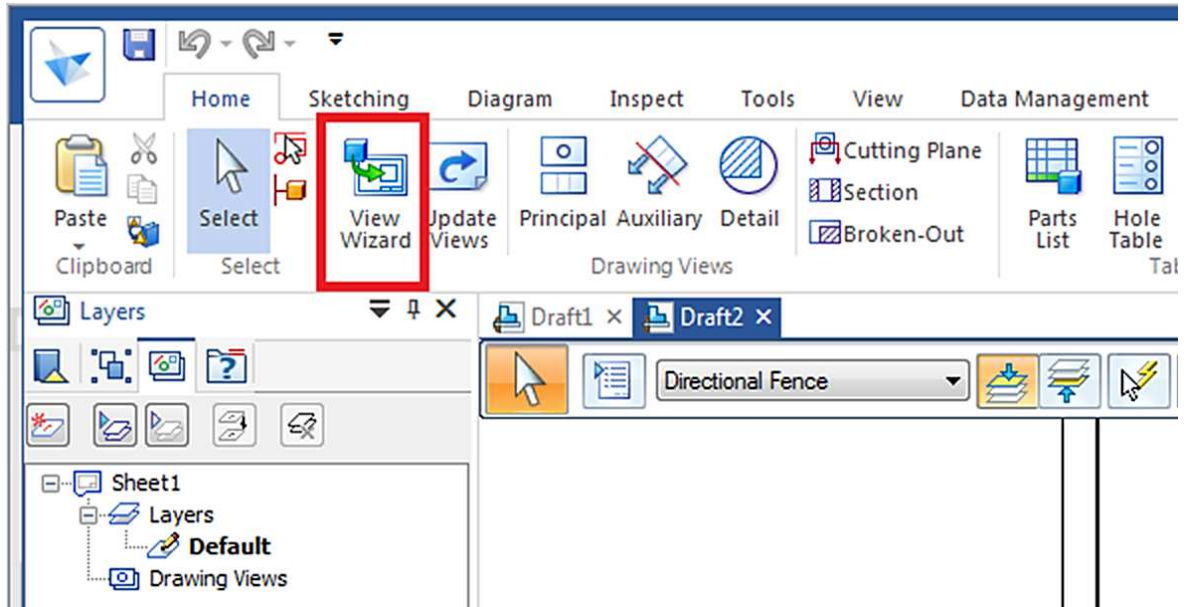
Obr. 42 Definování formátu výkresu Solid Edge

Výhodou je, že i přes poněkud nepraktickou cestu k nastavení formátu listu je zde zároveň možno nastavit razítko dokumentu, a to tak, že jako operátor přejdete do některé z vygenerované záložky A-Sheet (do toho A formátu, v němž bude i výkres samotný) a tabulka bude vyplněna dle požadavků. Následně se uživatel vrátí do původního prostředí.



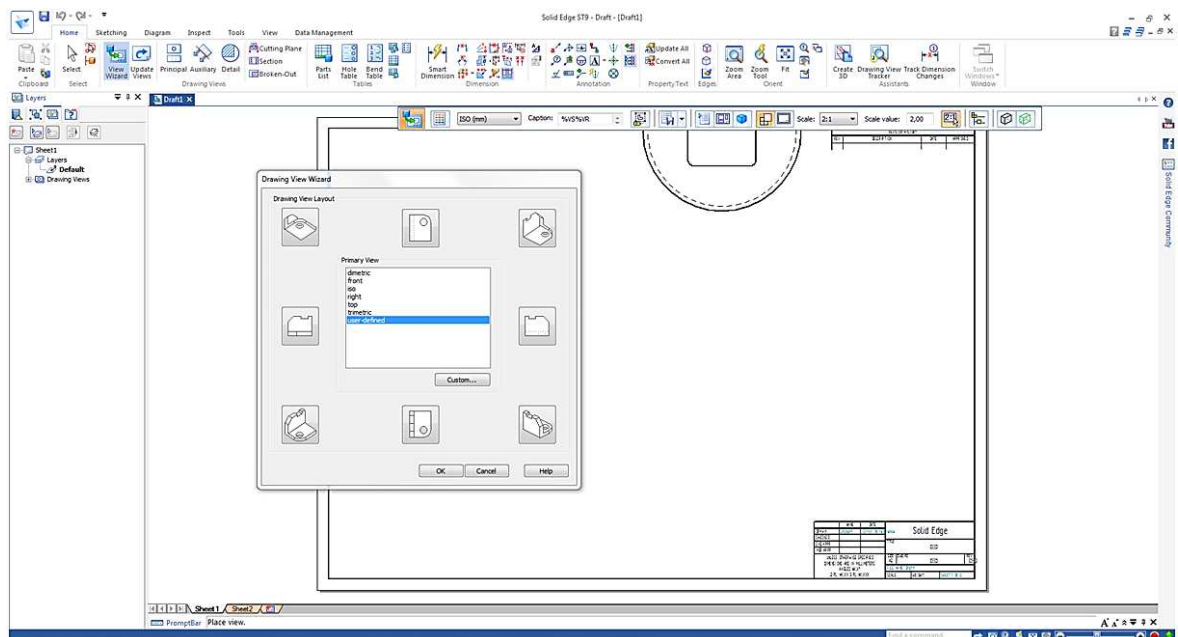
Obr. 43 Úprava razítka výkresu Solid Edge

Po nadefinování pracovního prostředí je možno vložit těleso/sestavu, kterou bude uživatel dokumentovat, vkládání provádíme pomocí ikony View Wizard, načej se spustí dialogové okno s adresářem, kde vybereme požadovanou součást.



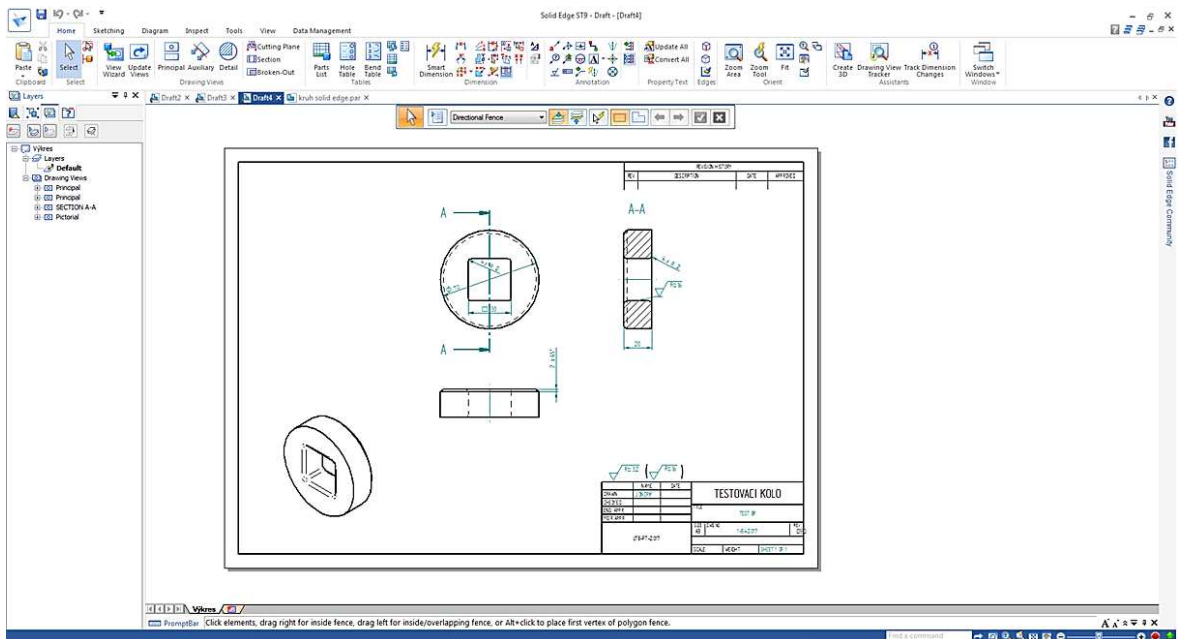
Obr. 44 Vkládání součásti/sestavy do prostředí Draft

Před samotným vložením objektu do plochy je nutné předdefinovat pohled, jenž bude primární a případné sekundární rysy (půdorys, bokorys,...). Dále je možné takto vybrané pohledy vygenerovat.



Obr. 45 Volba pohledů před vložením do plochy výkresu

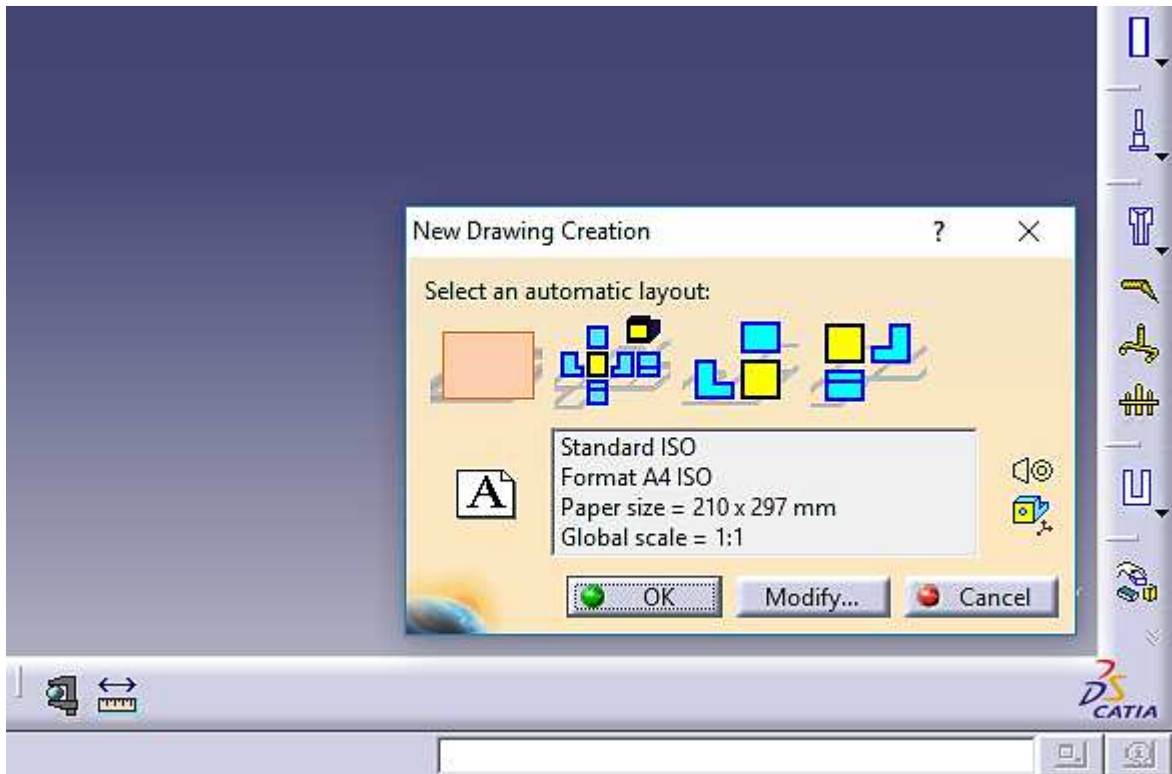
Po vytvoření pohledů je již práce poměrně jednoduchá a jedná se o přehledné dokumentační prostředí.



Obr. 46 Výkresová dokumentace Solid Edge Draft

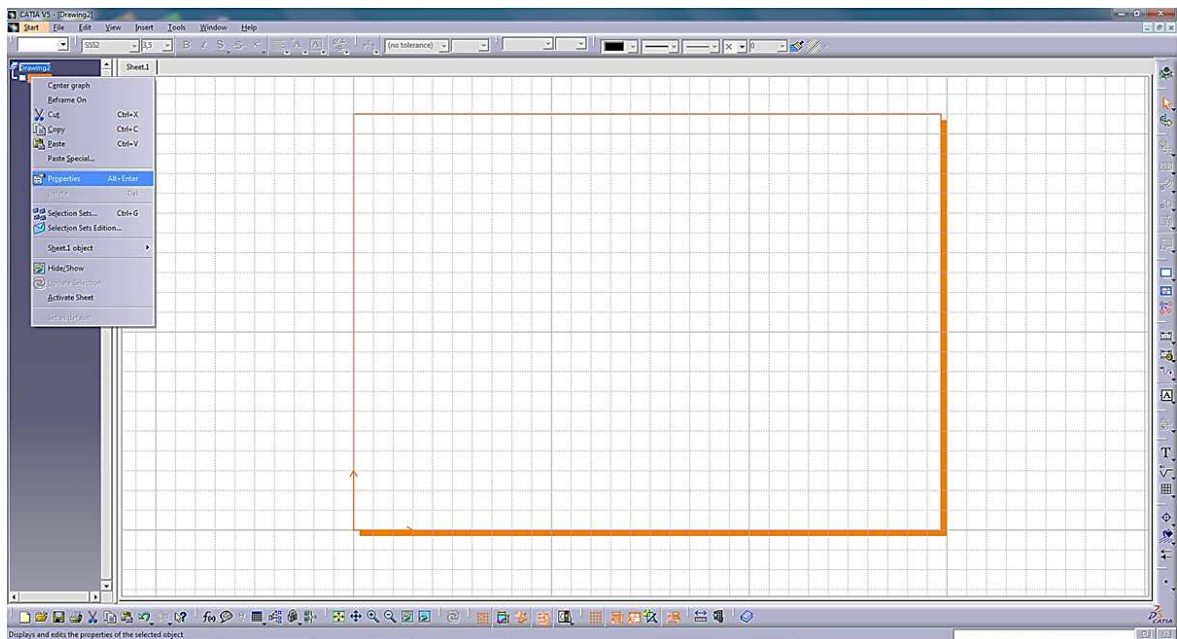
7.4.2 CATIA Draft

Do prostředí Drafting se uživatel dostane tak, jako v případě Part/Assembly přes nabídku Start → Mechanical Design → Drafting, po vybrání modulu se zobrazí dialogové okno, ve kterém je možné nadefinovat rozměry výkresu, normy, měřítko a další.



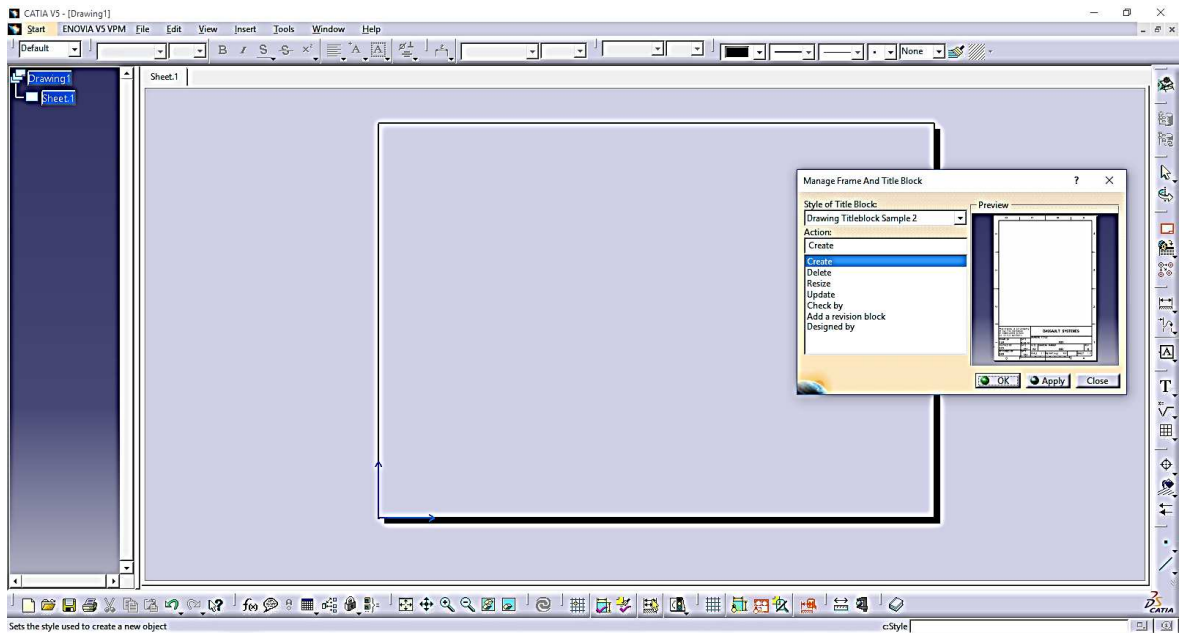
Obr. 47 Definování formátu výkresu modulu Drawing

Následně se dostáváme do prostředí, ve kterém je vykreslený předdefinovaný rozměr normovaného výkresu, pokud ale došlo např. k opomenutí nebo zadání nesprávného rozměru, je možno tuto chybu jednoduše napravit ve stromu operací.



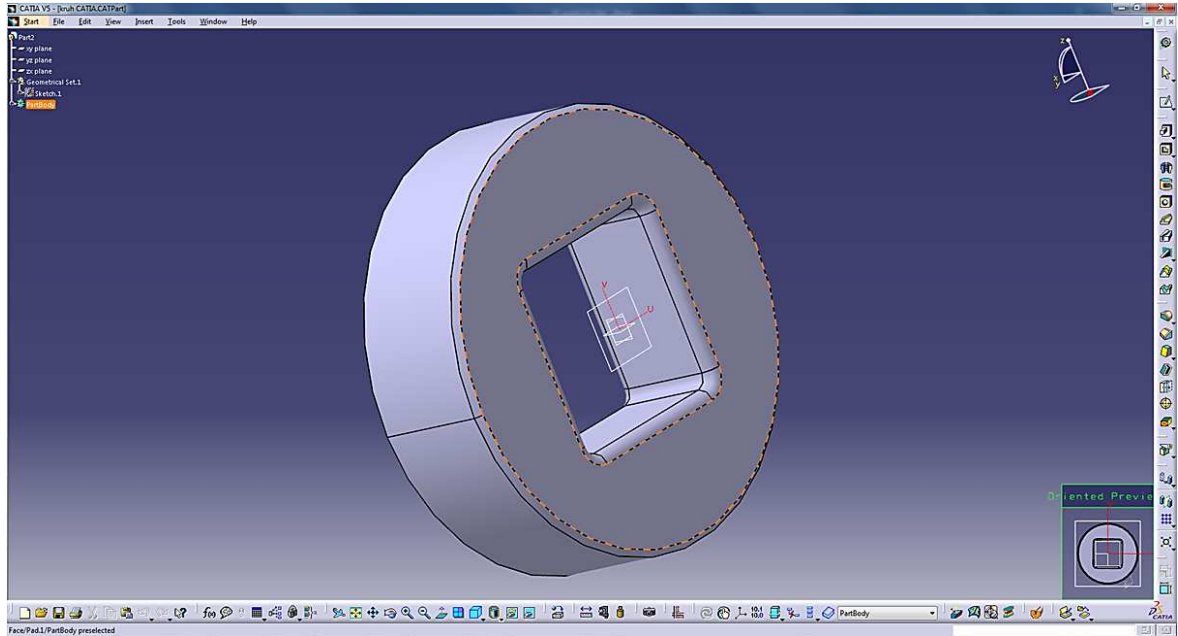
Obr. 48 Nadefinovaná výkresová plocha CATIA

Jednou z nevýhod modulu je, že vygenerovaný výkres neobsahuje rámeček ani razítko a je tedy nutné, aby jej operátor vložil před samotným dokumentováním, aby se vyhnul následným úpravám a posunování dokumentované součásti. Pro vložení rámečku a razítka je nutno přejít do prostředí Edit (horní okraj obrazovky) → Sheet Background a vložíme rámeček s razítkem, které v tomto prostředí také zrovna definujeme. Po ukončení úprav se operátor vrátí do původního prostředí Edit → Working Views



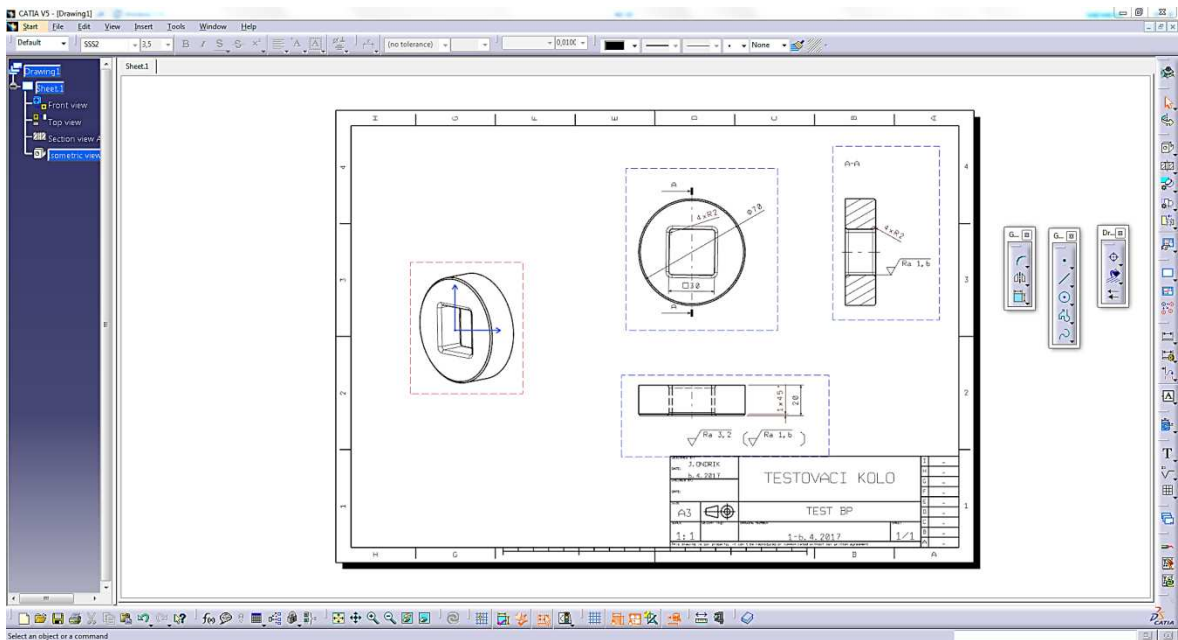
Obr. 49 Vkládání rámečku a razítka do výkresové plochy

V tuto chvíli má uživatel připravenou plochu a může začít z vkládáním dokumentované součásti. Je nutné vybrat Front View (pravý okraj obrazovky) → Window (horní okraj obrazovky) → vybrat okno se součástí, jež bude dokumentována, a určíme primární rovinu vyobrazení.



Obr. 50 Volba primárního pohledu dokumentované součásti

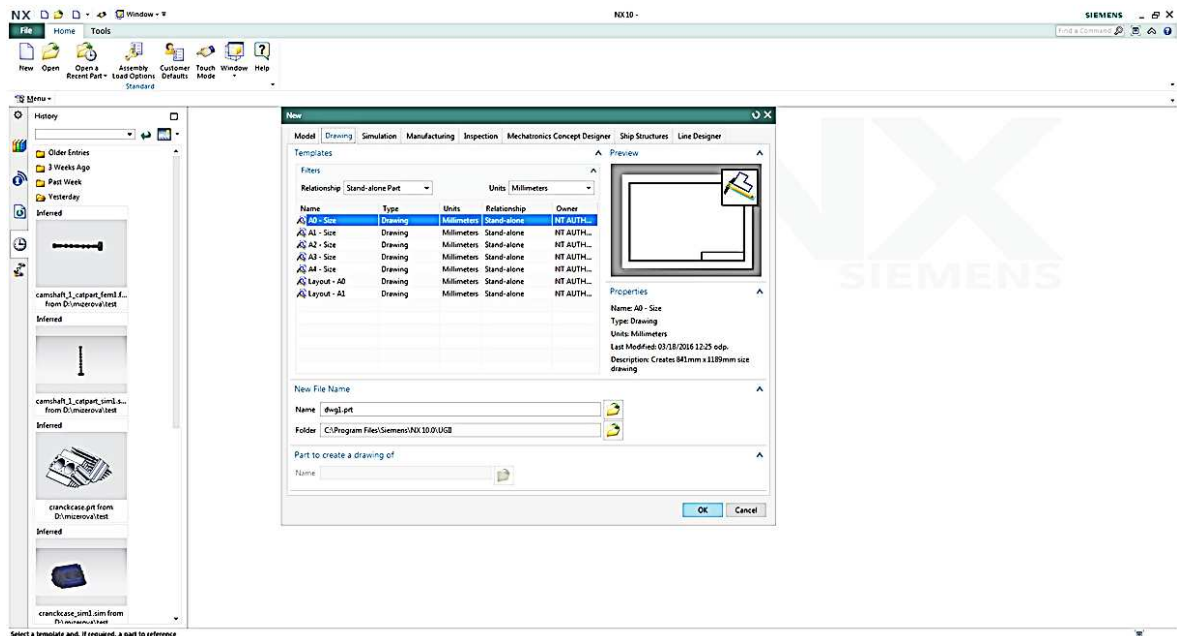
Po vybrání se automaticky vrátíme do prostředí výkresu, kde umístíme primární pohled a můžeme přidat i sekundární pohledy, které se definují v podsekcí u tlačítka Front View, v případě prostorového modelu 3D do výkresu volíme možnost Isometric View a postupujeme jako v případě vkládání prvního pohledu. Následně již uživatel může výkres plnohodnotně zadokumentovat.



Obr. 51 Výkresová dokumentace CATIA Drawing

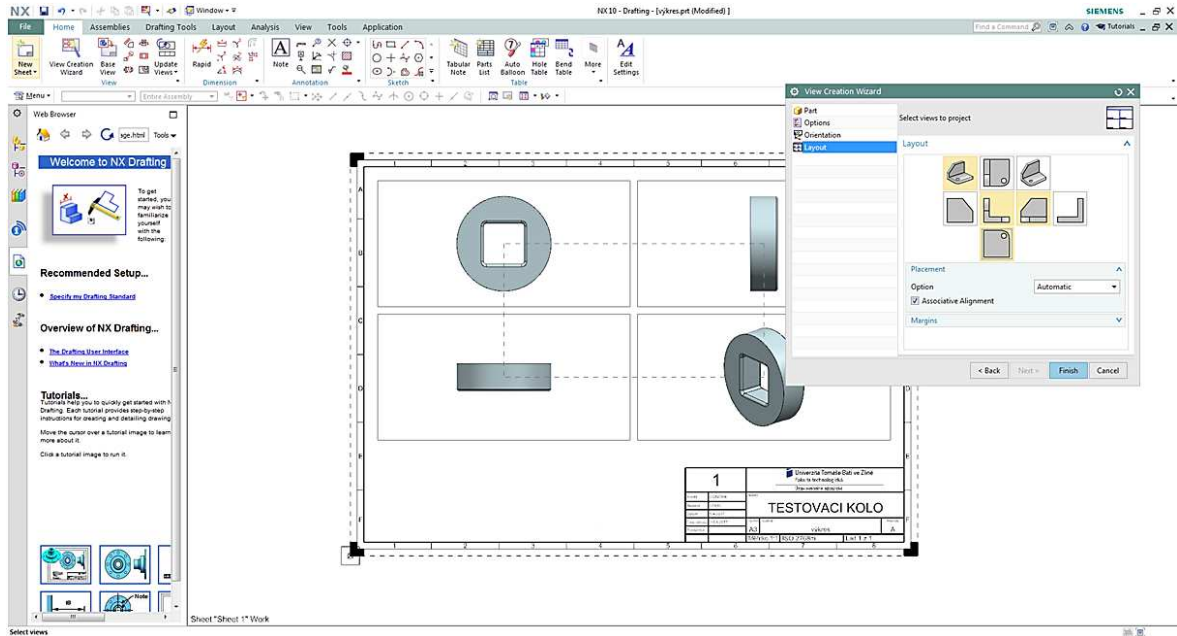
7.4.3 NX Drawing

Spouštění výkresového prostředí Drawing je obdobné jako v případě Part a Assembly, pomocí ikony New → dialogové ono. Výhodou je možnost nastavitelnosti výkresového formátu, názvu a místa uložení, již v prvotní fázi dokumentu.



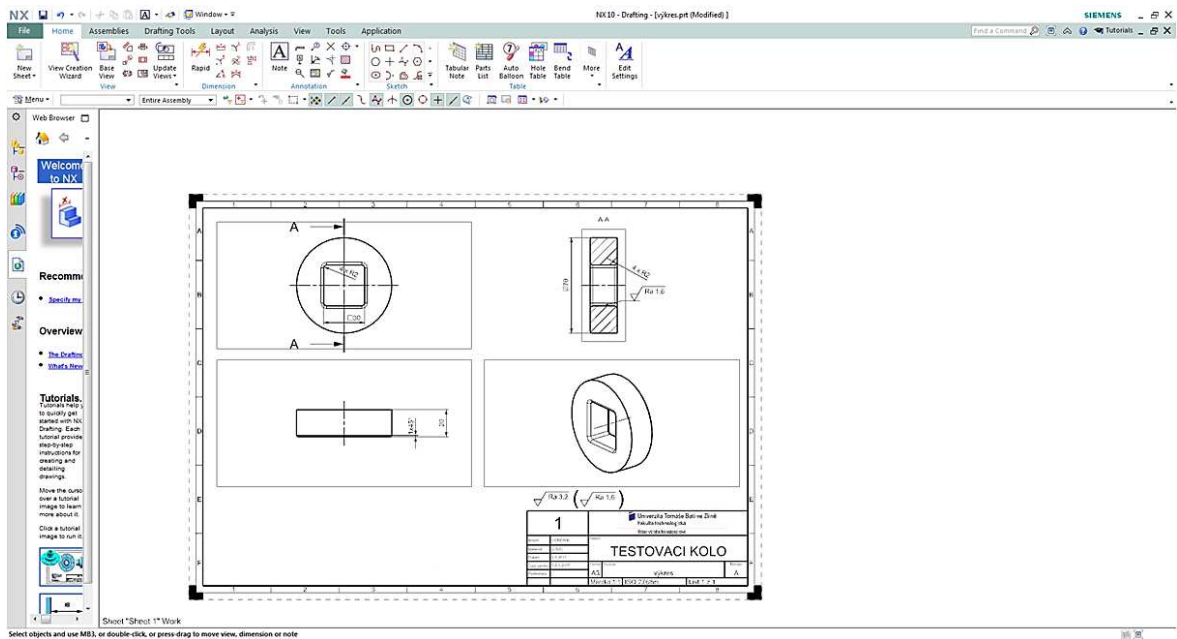
Obr. 52 Definování formátu výkresu v modulu NX Drawing

Po vytvoření výkresového okna je nesmírně praktické okamžité vygenerování dialogového okna, které operátorovi umožní vypsát před začátkem práce razítko výkresu. Následně uživatel již přímo vkládá dokumentovanou součást, a to pomocí funkce View Creation Wizard (levá horní hrana obrazovky), po jejímž spuštění se zobrazí graficko-dialogové okno, ve kterém je možné nastavení primárních a sekundárních pohledů, případně jejich měřítka.



Obr. 53 Volba pohledů pro vykreslení do výkresové plochy

Následně je již možné vyhotovit výkresovou dokumentaci. Případné vyhotovení řezů (částečných, plných, průřezů) je poměrně jednoduché, největším problémem by pro uživatele mohlo být kótování, které není moc přehledné a případné vložení speciálních symbolů (průměr nebo předražená značka) je pro neproškoleného operátora velmi zdoluhavý proces.



Obr. 54 Výkresová dokumentace NX Drawing

7.4.4 Pozitiva x Negativa modul Draft

- Solid Edge

+ Kvalitní grafické zpracování ikon a jejich dialogové vysvětlení.

+ Obecné kóty velmi přehledné, snadné doplňování speciálních symbolů (průměr, předražené značky).

- Velmi špatné definování rozměru výkresu a vyplňování razítka.

- Hůře pochopitelné tabulky u těžších kótovacích příkazů (drsnost, svary, tolerance).

System tvorby výkresů je zatím nejslabším modulem systému Solid Edge a je to tak trochu celkový obraz tohoto programu, kde se velmi kvalitně provedené sekce střídají s těmi naprosto nedomyšlenými. Pomineme-li komplikované nastavování výkresové plochy, tak následná tvorba dokumentace je v 70% zcela jednoduchá a vhodná i pro naprostého amatéra a ve zbylých 30% se i člověk, který pracoval v „xy“ jiných softwarů zasekne na několik minut a musí vyhledat pomoc buďto v knižním manuálu, nebo na internetu.

Hodnocení 75%

- CATIA

+ Jednoduché a velmi přehledné úpravy vygenerovaných pohledů (skryté hrany, řezy).

+ Velmi jednoduché kótování, kdy systém často sám rozpozná, že se jedná o průměr nebo čtvercový otvor.

- Komplikované prvotní nastavení prostředí razítka, rámeček a jejich případné úpravy.

- Zbytečně zdlouhavý proces při vkládání modelu.

Tvorba výkresů je zde i přes prvotní definování výkresové plochy a nastavování pohledů překvapivě jednoduchá a následné zpracovávání vložených pohledů je velmi rychlá a příjemná činnost, kterou zvládne i naprostý amatér. Možná je to tím, že ve výkresovém prostředí už uživatele tolik neovlivňuje nepříjemné grafické 3D prostředí a jeho zvláštní ovládání.

Hodnocení 90%

- NX

+ Skvělé prvotní nastavení systému možnost nadefinování rozměru výkresu, jeho pojmenování a následné nastavení místa uložení.

+ Vygenerování dialogového okna, ve kterém je možno nadefinovat razítko výkresu před samotnou dokumentací

+ Jednoduché vkládání součásti a možnost nastavování primárních a sekundárních pohledů.

- Velmi složitý způsob kótování, systém není schopný rozpoznat, že se jedná o průměrovou kótu (v případě bokorysu) a veškeré úpravy a nastavování je velmi složité.

Modul uživatele v prvních minutách velmi příjemně překvapí zcela pohádkovým nastavením prostředí, výkresového dokumentu a vložením součástky, vzápětí ho však zklame hororovým kótováním a upravováním vygenerovaných pohledů.

Samotné kótování a případné doplňování nejrůznějších normovacích značek je zkrátka boj, doprovázený velkým množstvím dialogových oken, ve kterých jsou primárně vyznačené věci, jenž vůbec nepotřebujete, a ty co využíváte jsou zpravidla pod nejmenší ikonou někde v rohu.

Vůbec nejhorší zkušeností byla volba drsnosti povrchu, která vám nabízí volbu označení Ry a Rz, ale tu, kterou uživatel primárně vyhledává - „Ra“, bude hledat marně a nezůstane Vám nic jiného, než ji nadefinovat ručně.

Hodnocení: 60%

7.5 Výsledné porovnání práce v prostředí

V této kapitole jsme se věnovali uživatelskému rozhraní základním modulům systému. Z dílčích výsledků nejlépe dopadl systém Solid Edge, přisuzuji to zejména tomu, že ač se v praxi nejedná o hojně využívaný systém, za což do jisté míry může jeho omezená využitelnost, tak pro seznámení uživatele se základními moduly CAD systému je zcela dostačující, pro jeho volbu mluví také jeho volná dostupnost pro členy akademické obce. V porovnávání mu uděluji 85%.

Vyjádřit se k systému CATIA není vůbec nic jednoduchého, paradoxem tohoto systému je, že je možná vhodnější pro úplného začátečníka než pro uživatele, který již okusil prostředí nějakého jiného CAD/CAM systému, protože sžití s tímto programem zabere určitý čas, potom však zaručeně nezklame. Občas se sice uživatel zasekne na nějakém méně logickém postupu jako při vkládání součásti do výkresu, ale bylo by nekorektní celý systém odsoudit na základě špatné ovladatelnosti orbitu nebo minimu méně pochopitelných kroků, když má tak nedocenitelné moduly jako tvorbu forem, proto ho hodnotím 85%, ale i tak bych tento systém spíše doporučil pokročilejším uživatelům, kteří hledají kvalitní systém pro tvorbu forem nebo práci s plochami.

Posledním testovaným programem byl NX. Tento komplexní PLM software je zkrátka vhodný pro velké společnosti, ve kterých se systémem budou pracovat proškolení zaměstnanci, nebo také pro uživatele, kteří již mají perfektně zvládnuté jiné lehčí CAM systémy. Neznalý uživatel zkrátka nedocení jeho perfektní propojení CAD/CAM/CAE sekcí a ani pořizovací náklady pro studenta (100 €/rok) nejsou nejnižší ohledem na to, že by uživatel využíval 20-25% možností systému. Systém byl ohodnocen 80%

Pozn: Hodnocení platí pro studenty, kteří mají jen minimální znalosti CAD systémů a nejsou schopni docenit a využít určité vyšší moduly programů, pro které je společnost primárně vyhledává (Solid Edge – cenová dostupnost, CATIA – modul forem a ploch, NX – PLM systém).

Tab.1 Celkové vyhodnocení všech modulů

	Software		
	Solid Edge	CATIA	NX
ROZHRNÍ	90%	60%	80%
ORBIT	80%	40%	95%
PART	85%	80%	80%
ASSEMBLY	90%	80%	80%
DRAFT	75%	90%	60%
PRŮMĚR	84%	70%	79%
VYHODNOCENÍ	85%	85%	80%

8 SYSTÉMOVÉ VLASTNOSTI

Důležitým faktorem při pořizování softwaru je zjistit, s jakými systémy pracují společnosti, se kterými kooperujeme, aby nedošlo k nekompatibilitě sdílených souborů. Podstatné je také, zda naše společnost/škola disponuje technickým zázemím, které podporuje daný systém a podstatná je také jazyková vybavenost zaměstnanců/studentů.

Tato kapitola se proto bude plně zabývat systémovými vlastnostmi softwarů - dostupnost programu pro operační systém, jejich jazykové zpracování, či jejich kompatibilitu.

Tyto informace budou vygenerovány do podoby tabulek, kde budou zaznamenány způsobem: „splňuje“ nebo „nesplňuje“

8.1 Možnosti softwaru zapisovat soubory do formátu

NX - CAD software Viz podrobnosti		CATIA - CAD software Viz podrobnosti		Solid Edge ST9 - CAD software podrobnosti viz	
zapisovat soubory					
✗ ACIS	✗ ACIS	✓ ACIS	✗ ACIS	✓ ACIS	✗ ACIS
✗ ASCII	✓ ASCII	✗ ASCII	✗ ASCII	✗ ASCII	✗ ASCII
✓ AVI	✗ AVI	✗ AVI	✗ AVI	✗ AVI	✗ AVI
✓ BMP	✗ BMP	✗ BMP	✗ BMP	✗ BMP	✗ BMP
✓ CATPART	✗ CATPART	✓ CATPART	✗ CATPART	✓ CATPART	✓ CATPART
✓ DWG	✗ DWG	✗ DWG	✗ DWG	✗ DWG	✗ DWG
✓ GIF	✗ GIF	✗ GIF	✗ GIF	✗ GIF	✗ GIF
✗ IFC	✗ IFC	✓ IFC	✗ IFC	✓ IFC	✓ IFC
✓ JPEG	✗ JPEG	✗ JPEG	✗ JPEG	✗ JPEG	✗ JPEG
✓ JT	✗ JT	✓ JT	✗ JT	✓ JT	✓ JT
✓ Parasolid	✗ Parasolid	✓ Parasolid	✗ Parasolid	✓ Parasolid	✓ Parasolid
✓ PDF	✗ PDF	✓ PDF	✗ PDF	✓ PDF	✓ PDF
✓ PNG	✗ PNG	✗ PNG	✗ PNG	✗ PNG	✗ PNG
✓ ProE	✗ ProE	✗ ProE	✗ ProE	✗ ProE	✗ ProE
✓ SolidWorks	✗ SolidWorks	✗ SolidWorks	✗ SolidWorks	✗ SolidWorks	✗ SolidWorks
✓ KROK	✗ KROK	✓ KROK	✗ KROK	✓ KROK	✓ KROK
✓ STL	✗ STL	✓ STL	✗ STL	✓ STL	✓ STL
✓ TIF / TIFF	✗ TIF / TIFF	✗ TIF / TIFF	✗ TIF / TIFF	✗ TIF / TIFF	✗ TIF / TIFF
✓ VRML	✗ VRML	✗ VRML	✗ VRML	✗ VRML	✗ VRML
✗ XGL	✗ XGL	✓ XGL	✗ XGL	✓ XGL	✓ XGL
✗ XML	✗ XML	✓ XML	✗ XML	✓ XML	✓ XML
✓ DXF	✓ DXF	✓ DXF	✓ DXF	✓ DXF	✓ DXF
✓ IGES	✓ IGES	✓ IGES	✓ IGES	✓ IGES	✓ IGES

Obr. 55 Možnosti ukládání dokumentů ve formátech [30]

8.2 Možnosti softwaru načítat soubory ve formátu

File Format	NX - CAD Software	CATIA - CAD Software	Solid Edge ST9 - CAD Software
ACIS	✗	✗	✓
ASCII	✗	✓	✗
ASM	✓	✗	✗
DWG	✓	✗	✗
IGS	✓	✗	✗
INVENTOR	✗	✗	✓
JT	✓	✗	✓
JT Open	✓	✗	✗
Parasolid	✓	✗	✓
PROE	✓	✗	✓
PRT	✓	✗	✗
SolidWorks	✓	✗	✓
STEP	✓	✗	✓
STL	✓	✗	✓
TXT	✓	✗	✗
XLS	✓	✗	✗
DXF	✓	✓	✓
IGES	✓	✓	✓

Obr. 56 Možnosti otevírání dokumentů ve formátech [30]

Z obr. 55-56 je jasně patrné, že nejširší schopnost načítání a ukládání formátů souborů disponuje systém NX. Naopak nejslabším se v tomto směru ukázal software CATIA.

8.3 Dostupnost prooperační systémy a jejich verze

NX - CAD Software ^x See details		vs	CATIA - CAD Software ^x See details		vs	Solid Edge ST9 - CAD Software ^x See details	
Platforms [Ⓢ]							
✓ Mac			✗ Mac			✗ Mac	
✓ Windows			✓ Windows			✓ Windows	
Operating Systems [Ⓢ]							
✓ Mac OS X			✗ Mac OS X			✗ Mac OS X	
✓ Novell SUSE Linux			✗ Novell SUSE Linux			✗ Novell SUSE Linux	
✓ Red Hat Enterprise Linux			✗ Red Hat Enterprise Linux			✗ Red Hat Enterprise Linux	
✓ Windows 7			✓ Windows 7			✗ Windows 7	
✓ Windows 7 Enterprise			✗ Windows 7 Enterprise			✓ Windows 7 Enterprise	
✓ Windows 7 Professional			✗ Windows 7 Professional			✓ Windows 7 Professional	
✗ Windows 7 Ultimate			✗ Windows 7 Ultimate			✓ Windows 7 Ultimate	
✓ Windows 8			✓ Windows 8			✗ Windows 8	
✗ Windows 8 Enterprise			✗ Windows 8 Enterprise			✓ Windows 8 Enterprise	
✗ Windows 8 Pro			✗ Windows 8 Pro			✓ Windows 8 Pro	
✗ Windows Vista			✓ Windows Vista			✗ Windows Vista	
✗ Windows XP			✓ Windows XP			✗ Windows XP	

Obr. 57 Operační systémy, v nichž je možné softwary zprovoznit [30]

Software NX je jako jediný kompatibilní s oběma nejčastěji používanými operačními systémy (Windows a Mac), v případě značky Apple má bezsporu velký náskok před konkurencí, protože na trhu je jen velmi málo CAD programů, které by operační systém Mac podporovaly. V případě ostatních systémů není jejich spuštění problém na verzích Windows 7,8 a samozřejmě 10.

8.4 Jazyková dostupnost systému




The screenshot shows a comparison of language support for three CAD software packages: NX, CATIA, and Solid Edge ST9. The interface is titled 'Languages' and lists 17 languages. For each language, there are three columns corresponding to the software packages. Green checkmarks indicate that the software supports that language, while red X marks indicate that it does not.

Language	NX - CAD Software	CATIA - CAD Software	Solid Edge ST9 - CAD Software
Chinese	✓	✗	✓
Chinese (Simplified)	✗	✗	✓
Czech	✓	✗	✗
Dutch	✓	✗	✗
Finnish	✓	✗	✗
French	✓	✗	✓
German	✓	✗	✓
Italian	✓	✗	✓
Japanese	✓	✗	✓
Korean	✓	✗	✓
Norwegian	✓	✗	✗
Polish	✓	✗	✗
Portugese	✓	✗	✗
Russian	✓	✗	✓
Spanish	✓	✗	✓
Swedish	✓	✗	✗
English	✓	✓	✓

Obr. 58 Jazykové nabídky pro instalaci softwaru [30]

V sekci jazykové dostupnosti nejlépe obstál systém NX, naopak v testu propadla CATIA. Ne že by ji uživatel mohl odsuzovat za to, že není produkována v češtině, avšak to, že program není distribuován v dalších světových jazycích (němčina, ruština, francouzština) je poněkud překvapivé.

8.5 Možnost využití systému v technologických programech společnosti

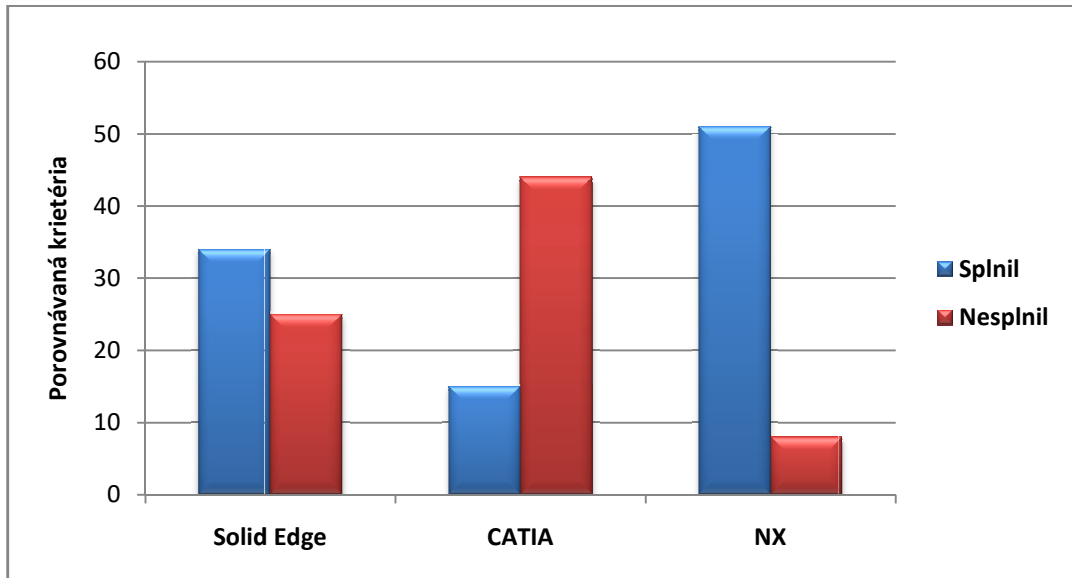
 NX - CAD Software See details vs  CATIA - CAD Software See details vs  Solid Edge ST9 - CAD Software See details		
Industry		
✓ Aerospace	✗ Aerospace	✗ Aerospace
✓ Aircraft	✓ Aircraft	✗ Aircraft
✓ Airline	✗ Airline	✗ Airline
✗ Cargo Handling	✗ Cargo Handling	✓ Cargo Handling
✗ Construction	✓ Construction	✗ Construction
✓ Defense	✗ Defense	✗ Defense
✓ Energy	✗ Energy	✗ Energy
✓ Software	✗ Software	✓ Software
✓ Technology	✗ Technology	✓ Technology
✓ Transportation	✗ Transportation	✗ Transportation
✓ Automotive	✓ Automotive	✓ Automotive
✓ Computer	✓ Computer	✓ Computer
✓ Electronics	✓ Electronics	✓ Electronics
✓ Engineering	✓ Engineering	✓ Engineering
✓ Manufacturing	✓ Manufacturing	✓ Manufacturing

Obr. 59 Možnosti využití systému v technologických odvětvích [30]

Je patrné, že nejširší využití má opět systém NX, je to logické i v souvislosti s tím, že se jedná o kompletní PLM systém, a ač se nezdá tak v tomto směru NX zdatně konkuruje program CATIA, která má své výsadní postavení na plastikářském poli, kde její moduly ploch a forem jsou zkrátka nedostižné. V případě verzí systému a jazyků byly zahrnuty pouze relevantní pro zájem českého uživatele (OS: Mac OS X, Windows 7,8,10 a jazyky: angličtina, němčina, ruština, čeština).

8.6 Vyhodnocení systémových vlastností

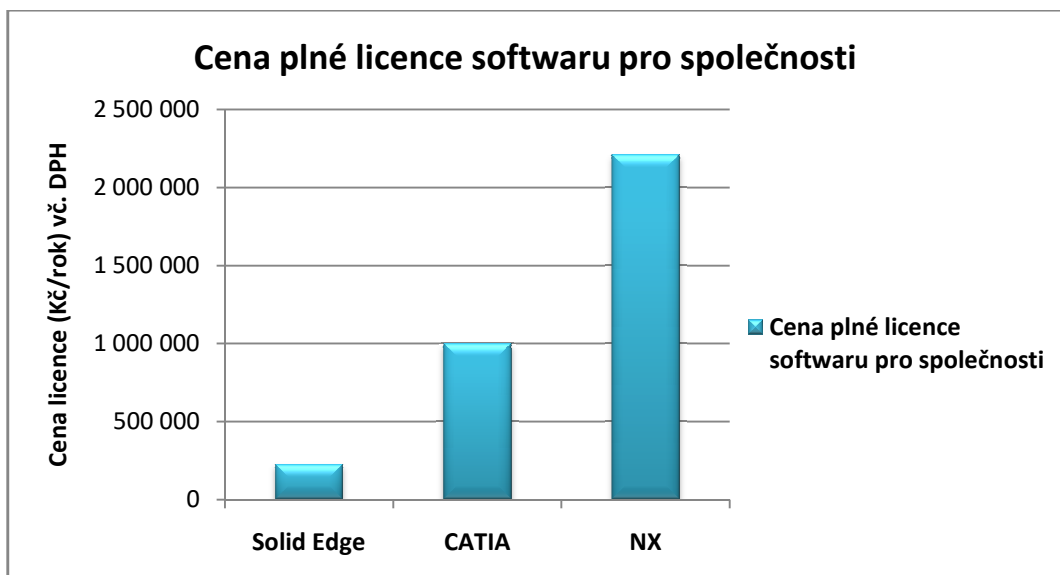
Graf. 1. Vyhodnocení splněných a nesplněných porovnávaných kritérií



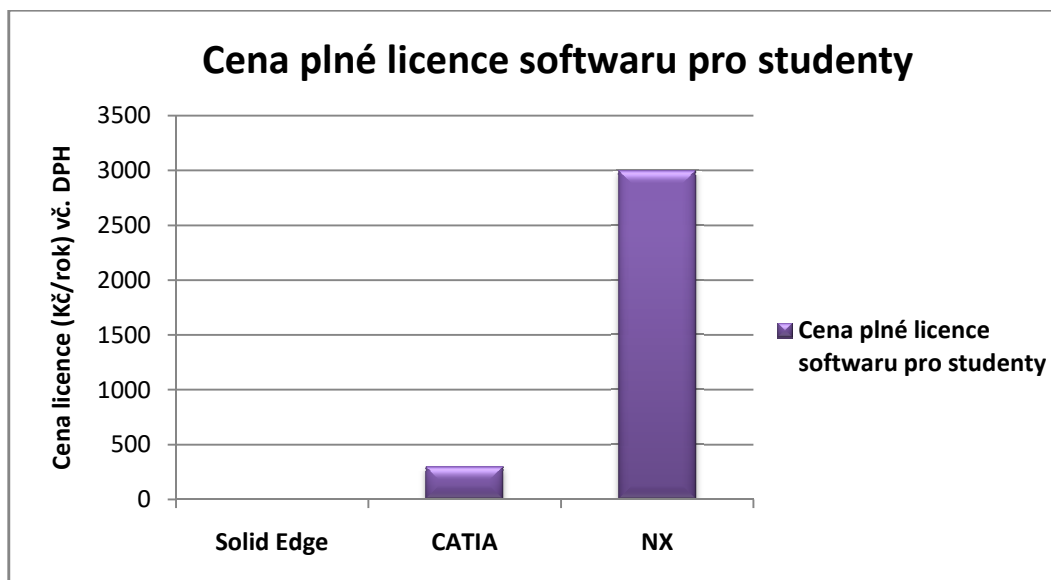
Z obr. 55-59 byl vygenerovaný graf, který produkt splňoval nejvíce kontrolovaných kritérií.

8.7 Vyhodnocení cenové dostupnosti

Graf. 2. Pořizovací náklady softwaru (ceny vč. DPH)



Graf. 3. Pořizovací náklady softwaru pro studenty (ceny vč. DPH)



Pozn: Systém Solid Edge je pro uživatele, kteří doloží potvrzení o studiu distribuován zcela zdarma.

8.8 Závěrečné posouzení

Všechny programy byly pečlivě posuzovány a testovány jak v modulech prostředí, tak v systémových vlastnostech. Z hlediska využitelnosti ve firmách jasně vyhrály komplexní systémy NX a CATIA, avšak pro uživatele nebo studenta, který se seznamuje s prací v 3D systémech jsem nucen konstatovat, že je nejvýhodnější využití systému Solid Edge, a to z mnoha důvodů. Těmi důvody jsou nejlepší dostupnost, kdy SIEMENS distribuuje systém Solid Edge pro studenty zdarma, pro nejjednodušší a nejpréhlednější práci v prostředí s množstvím rad a návodů pro začátečníky a také pro nejmenší systémové požadavky vůči osobnímu počítači. Zcela objektivně však nemůžu pro začátečníky a studenty doporučit pouze práci v Solid Edge, protože existuje celá řada systémů a dle mého minimálně jeden je rozhodně srovnatelný, možná si dovolím říci i povedenější a v praxi více využívaný. Tím je program Inventor od společnosti AUTODESK, který je také pro studenty distribuován zdarma. Systém Inventor má poněkud propracovanější jak samotné moduly, tak i jejich obsluhu.

Závěrem ale musím podotknout, že žádný z porovnávaných systémů doslova nezklamal, a každý z nich si najde zajisté své uživatele. Solid Edge pro svou jednoduchost, CATIA pro své perfektní prostředí ploch a tvorby forem a NX pro svou sjednocenost CAD/CAM/CAE do jednoho systému.

9 SESTAVA MECHANICKÉ RUČNÍ VRTAČKY

Vrtání je činnost, při které dochází k oddělování materiálu řezným točivým pohybem pomocí nástroje (vrták), jež je upnut do vrtačky. Hlavní pohyb je v tomto případě rotační a obstarává jej nástroj. Vrtáním se v materiálu vytváří otvory kruhového tvaru.

První zmínky o vrtání jsou datovány již od stavby Pyramid v Gíze (2000 př. n. l.), kdy se tímto způsobem upravovaly stavební kameny pyramid.

Z tohoto důvodu jsem zvolil k modelování právě vrtačku, jelikož se jedná o jedno z nejzákladnějších a nejdéle využívaných strojních obrábění vůbec.

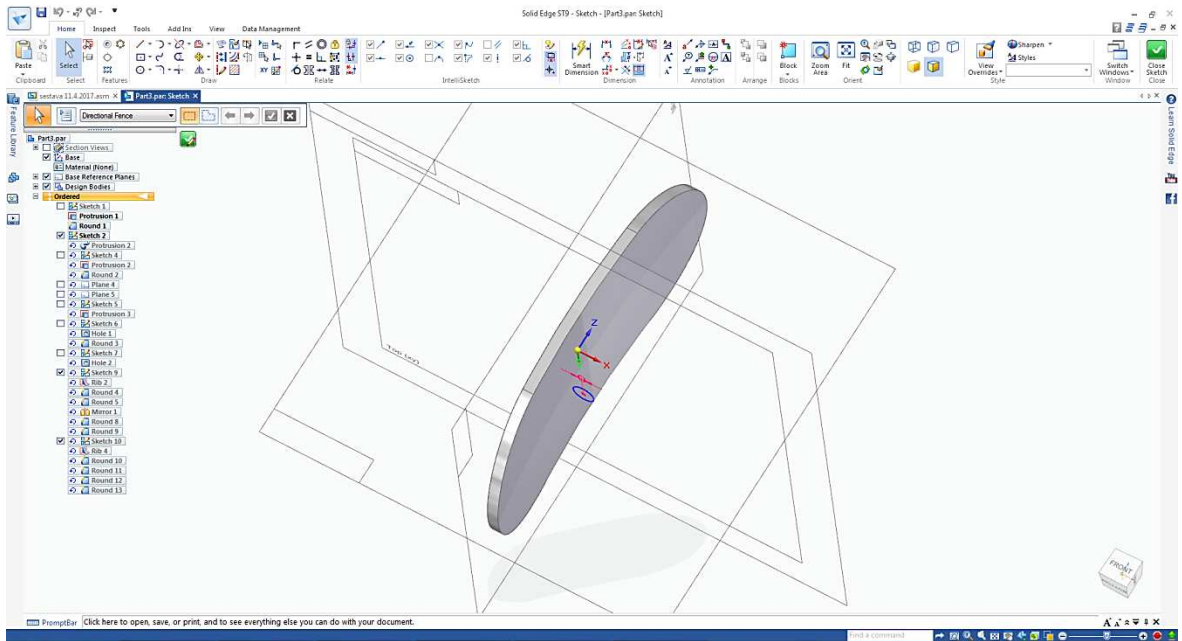
Mechanická ruční dvourychlostní vrtačka byla svého času nezbytnou součástí každé dílny. Postupem času je ovšem vystřídaly výkonnější elektrické vrtačky, avšak takovéto manuální nástroje jsou i v dnešní době stále vyráběny, protože mají stálé uplatnění např. v dřevorezbě nebo dřevovýrobě.

Postup tvorby součástí, sestav a výkresů v softwarech - viz. bod č.7 Pracovní prostředí.

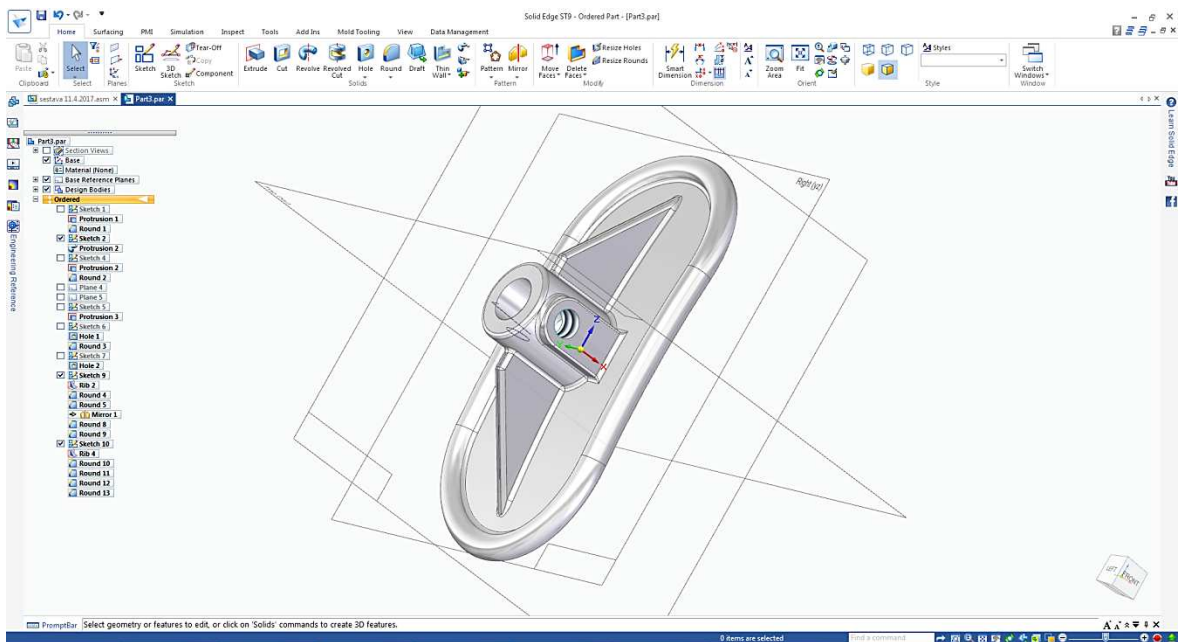


Obr. 60 Ruční mechanická vrtačka [58]

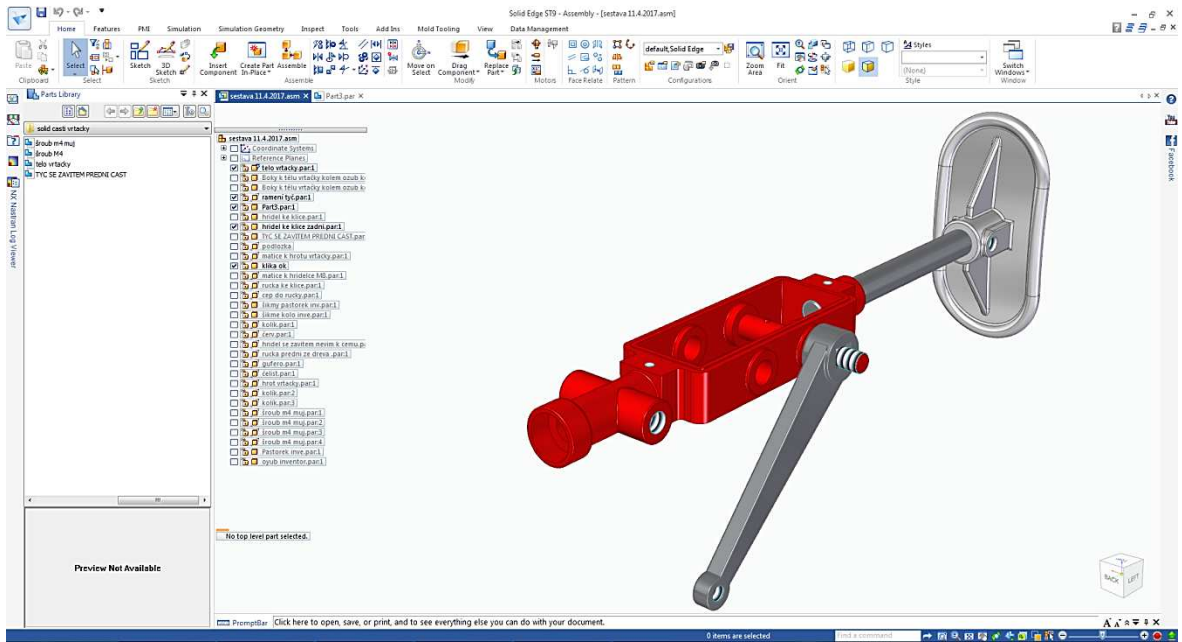
9.1 Postup tvorby v Solid Edge



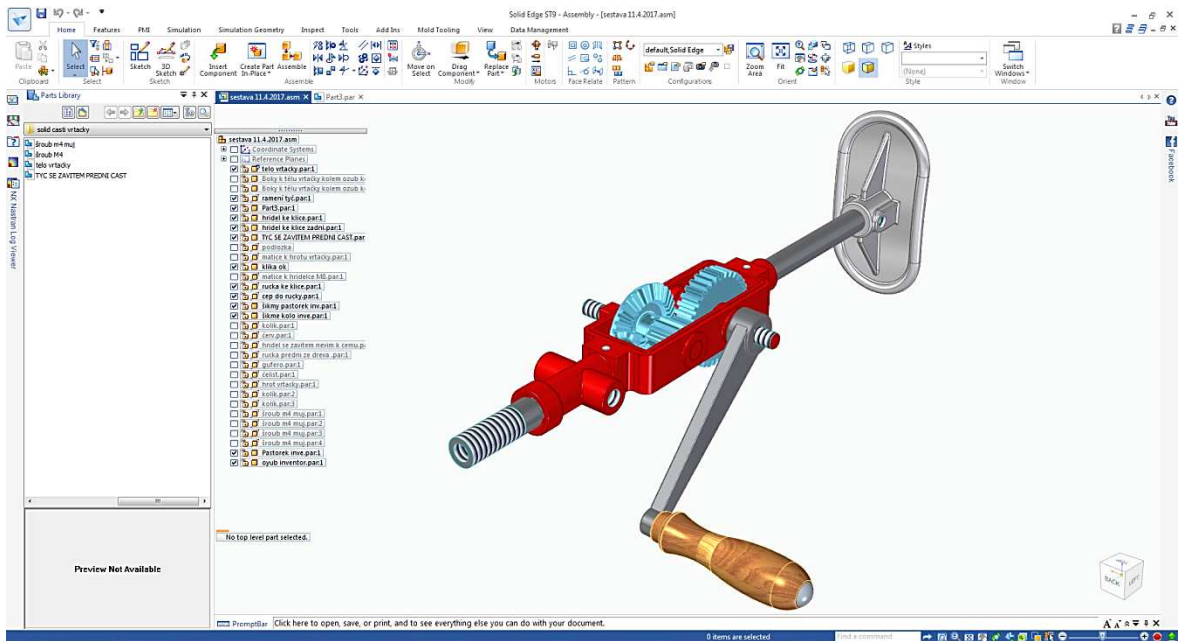
Obr. 61 Prvotní vytažení ramenní opěrky Solid Edge



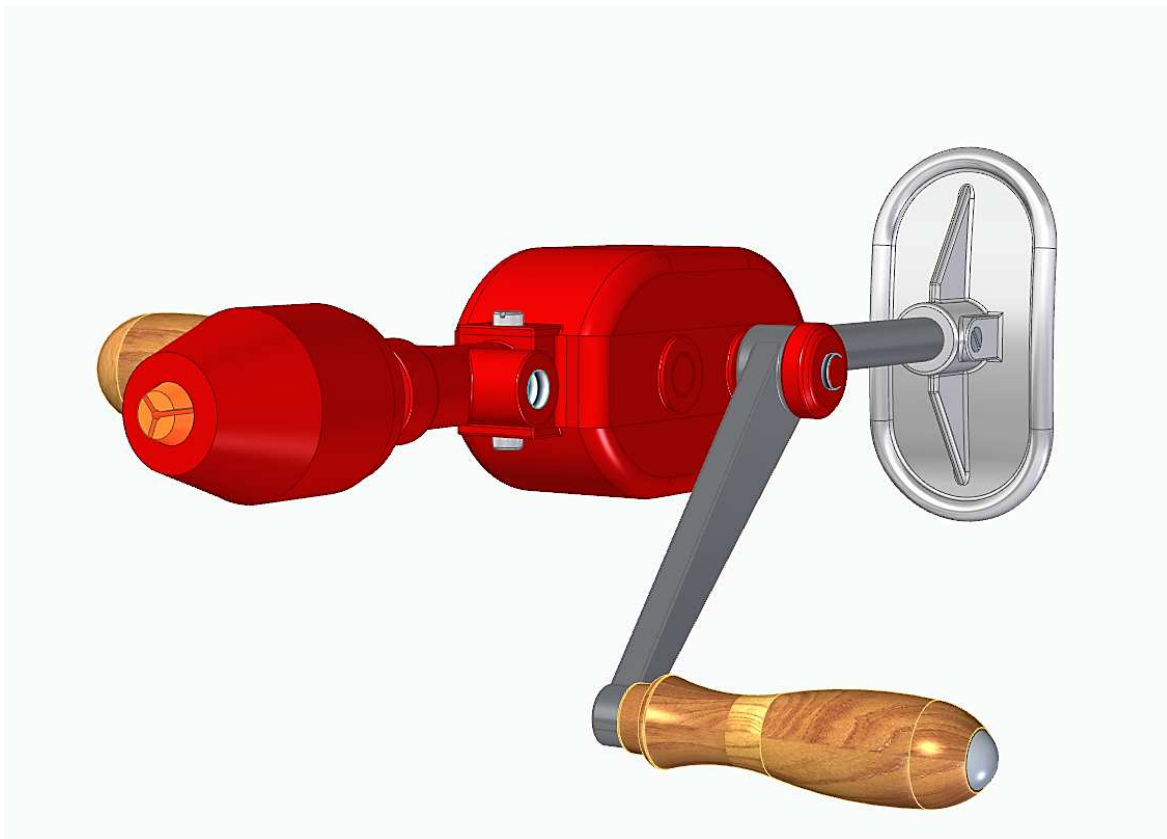
Obr. 62 Výsledný tvar ramenní opěrky Solid Edge



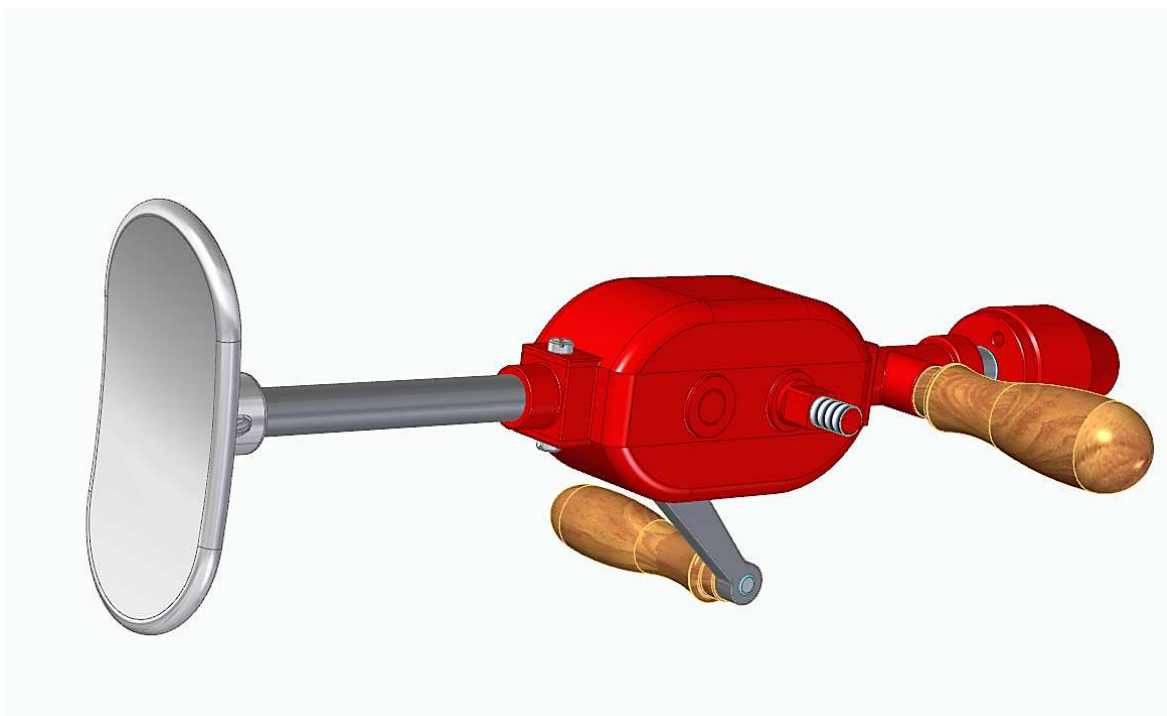
Obr. 63 Sestava vrtačky 1 Solid Edge



Obr. 64 Sestava vrtačky 2 Solid Edge

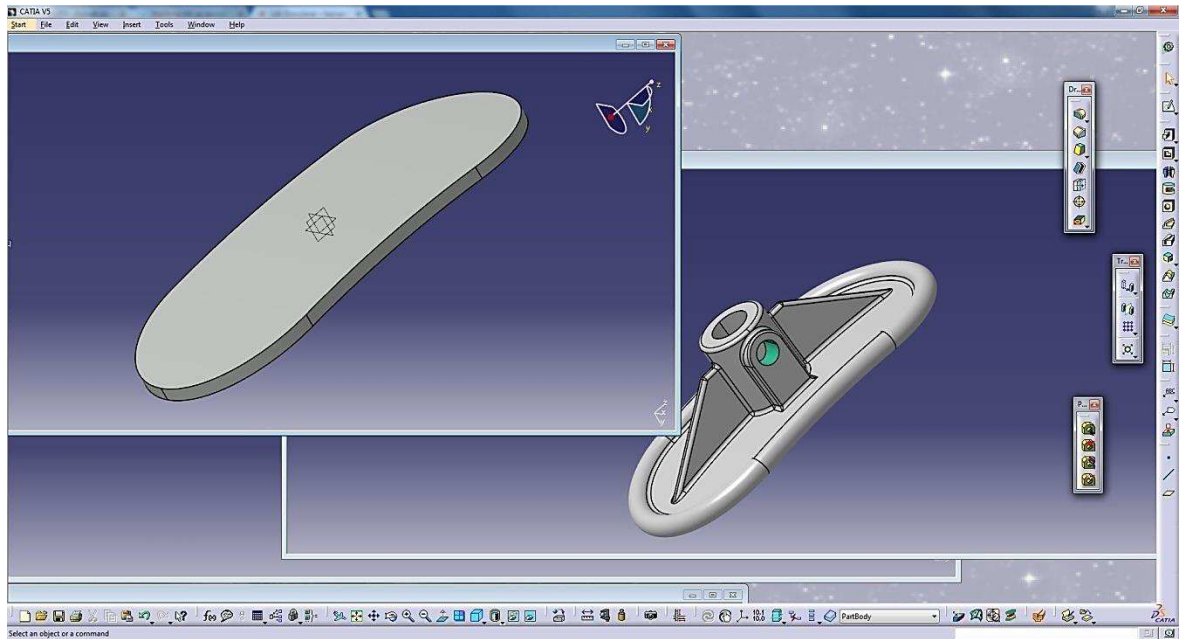


Obr. 67 Vrtačka finální podoba (přední pohled) Solid Edge

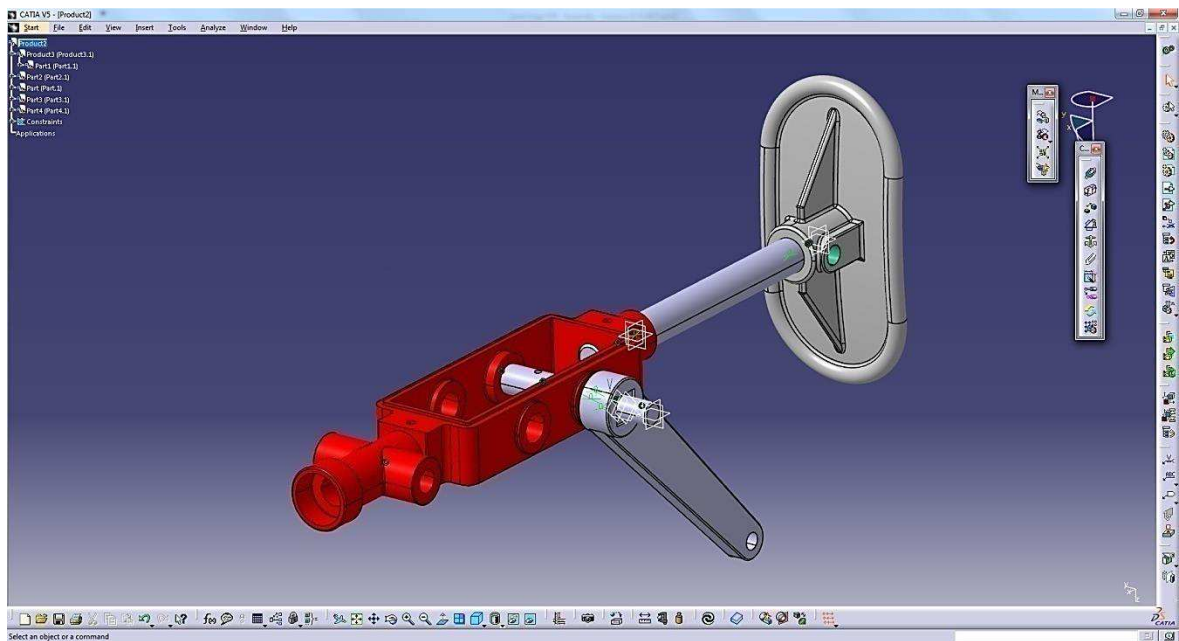


Obr. 68 Vrtačka finální podoba (zadní pohled) Solid Edge

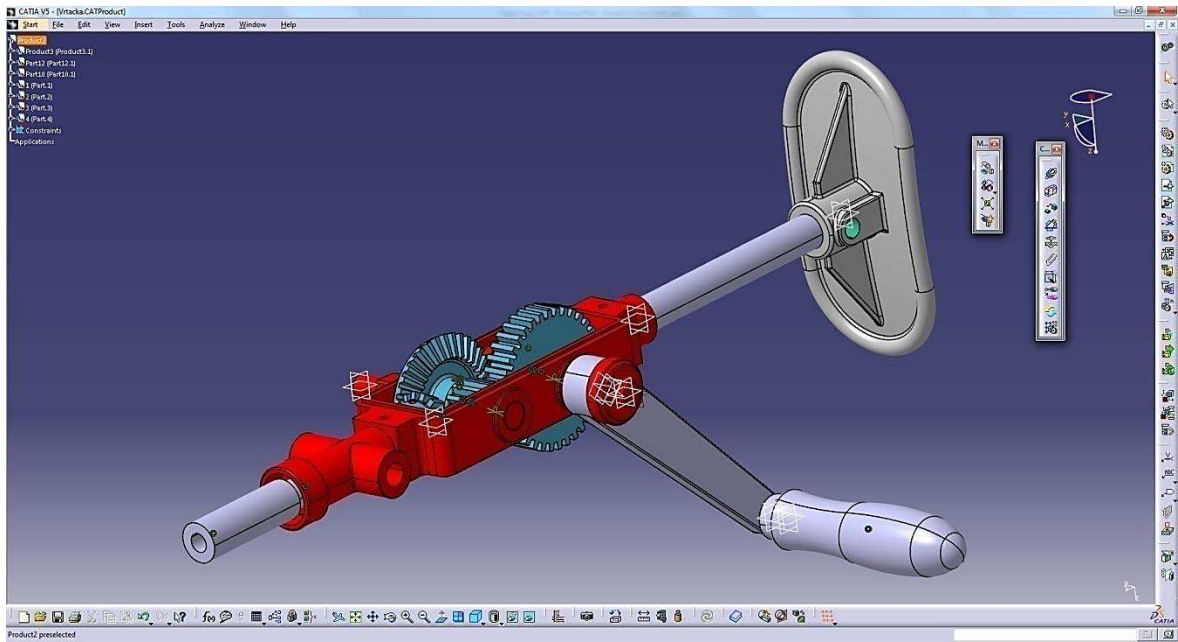
9.2 Postup tvorby v CATIA



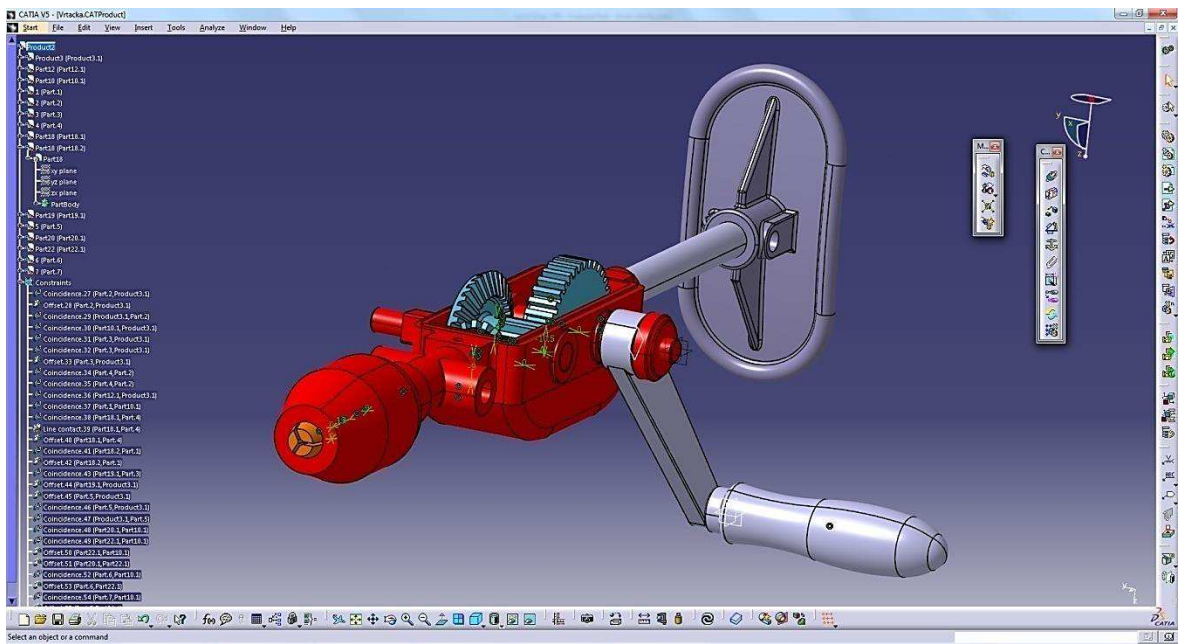
Obr. 69 Tvorba ramenní opěrky CATIA



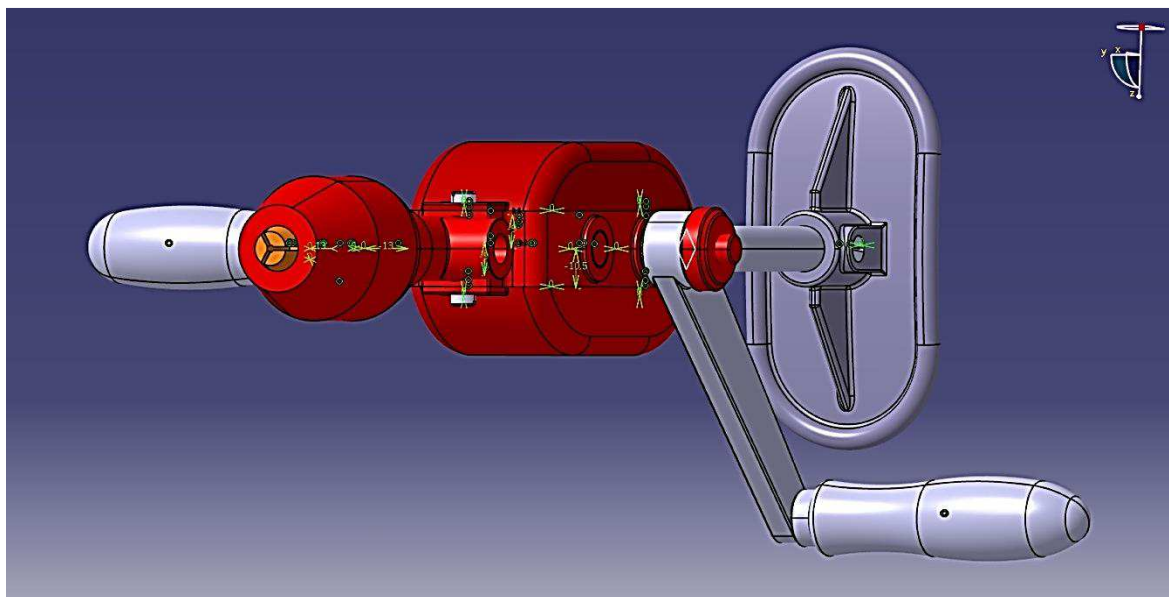
Obr. 70 Sestava vrtačky 1 CATIA



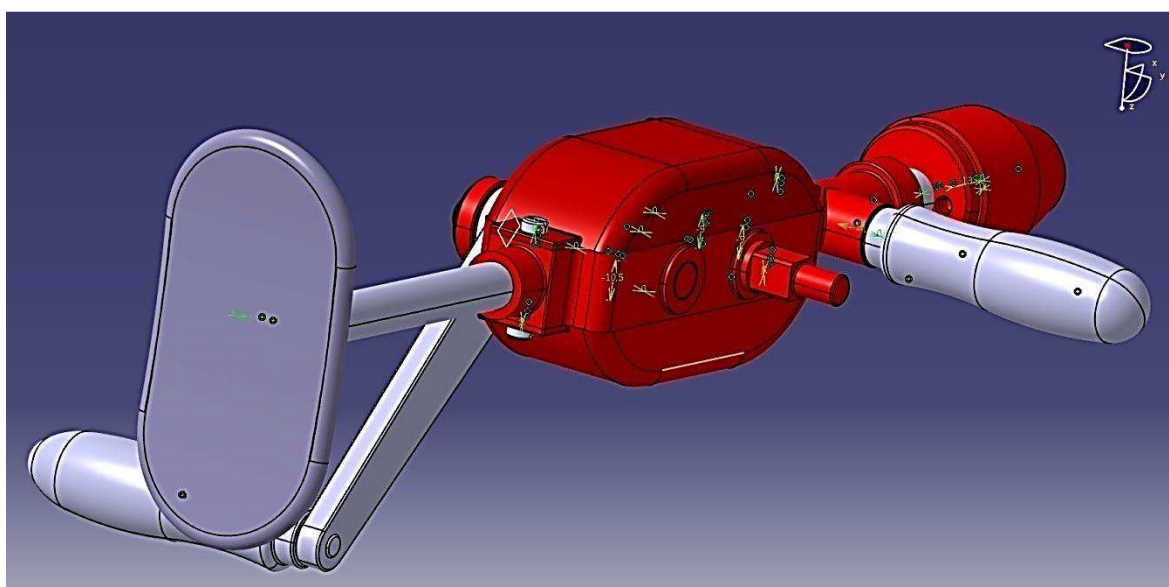
Obr. 71 Sestava vrtačky 2 CATIA



Obr. 72 Sestava vrtačky 3 CATIA

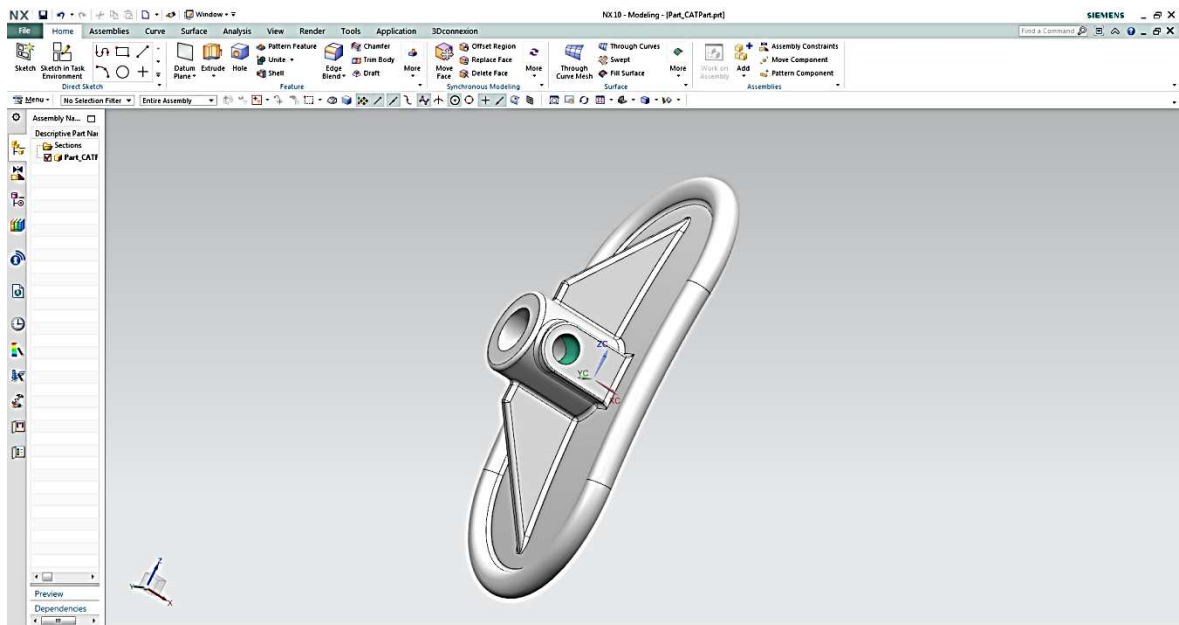


Obr. 73 Vrtačka finální podoba (přední pohled) CATIA

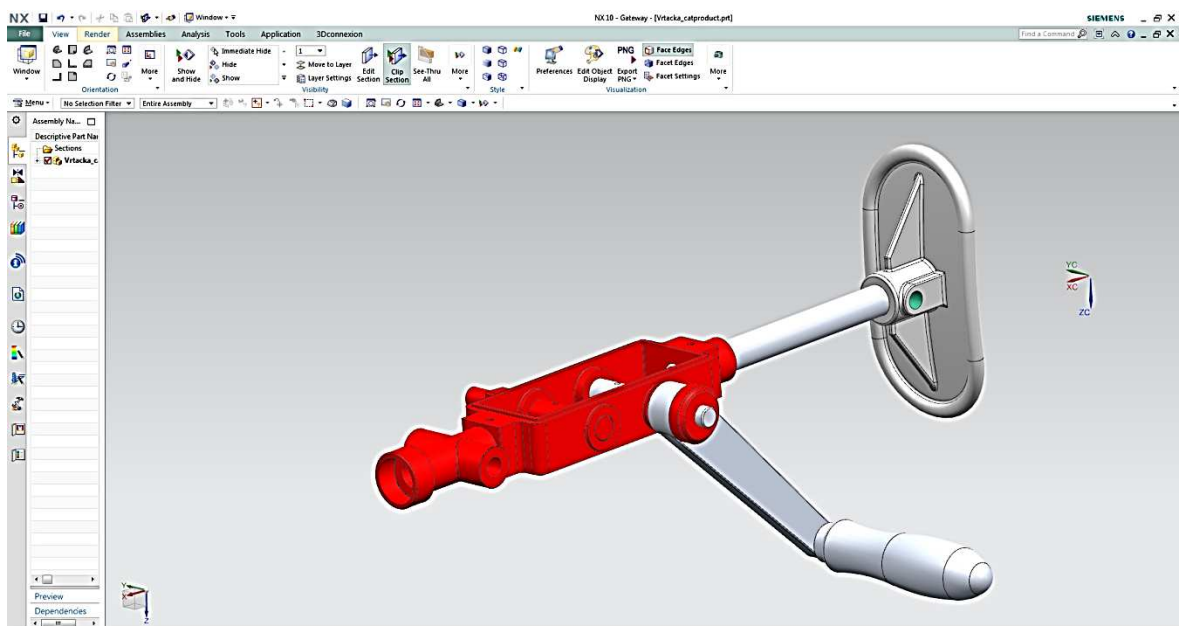


Obr. 74 Vrtačka finální podoba (zadní pohled) CATIA

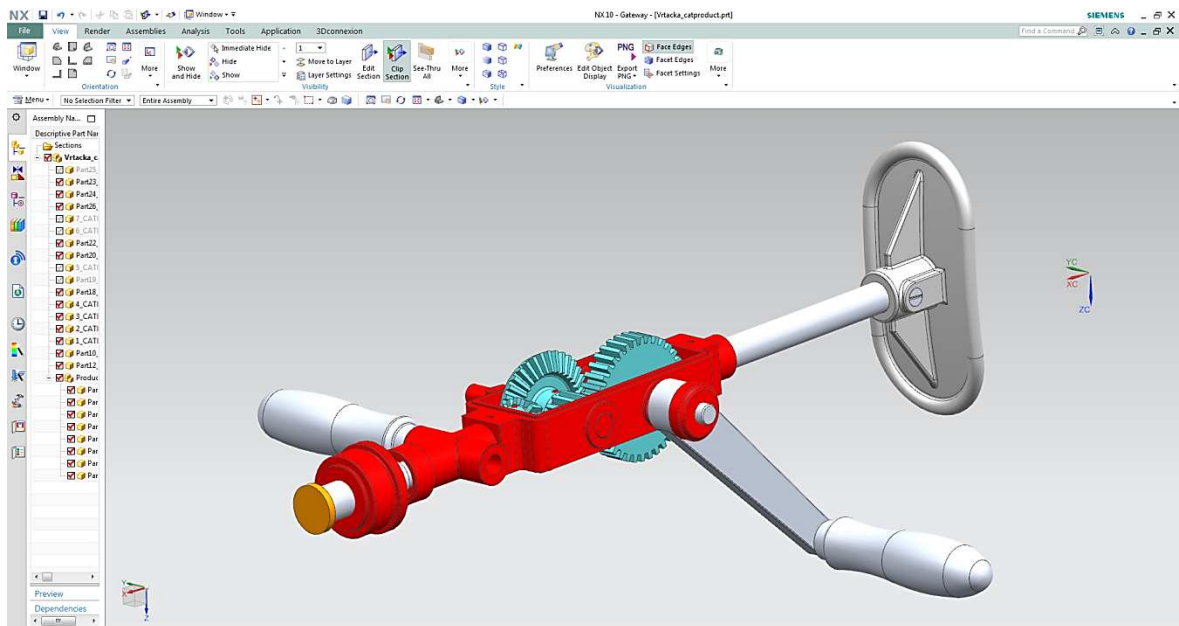
9.3 Postup tvorby v NX



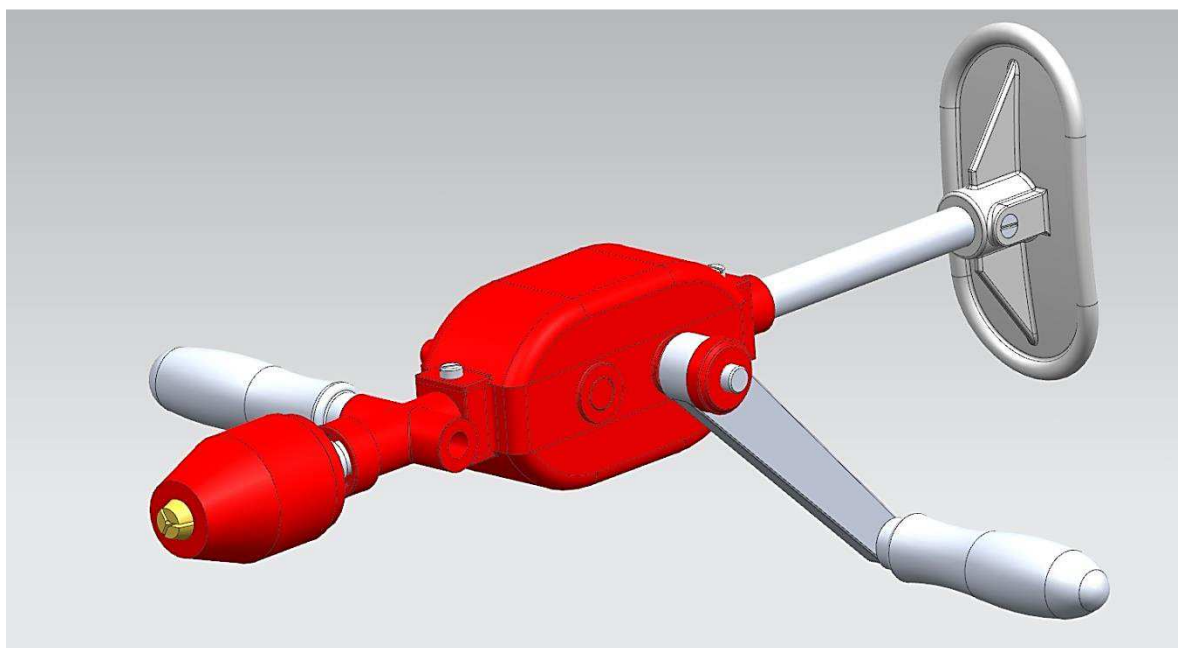
Obr. 75 Ramenní opěrka NX



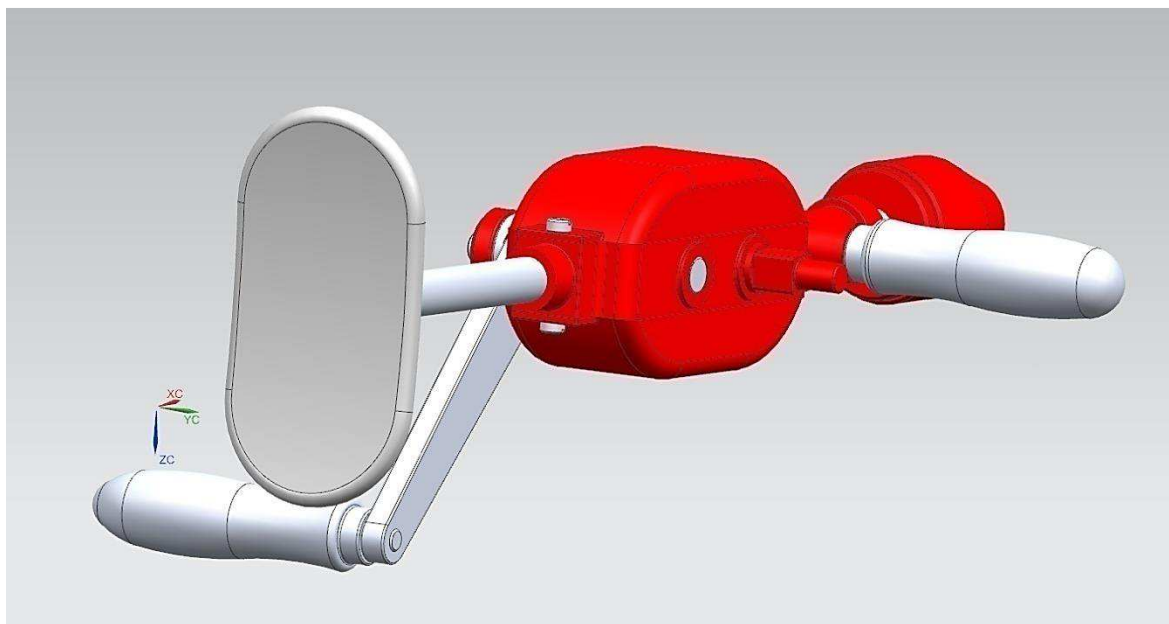
Obr. 76 Sestava vrtačky 1 NX



Obr. 77 Sestava vrtačky 2 NX



Obr. 78 Vrtačka finální podoba (přední pohled) NX



Obr. 79 Vrtačka finální podoba (zadní pohled) NX

ZÁVĚR

Využití 3D software pro zkvalitnění výuky je tématem této bakalářské práce, proto bylo cílem vysvětlit studentům základní pojmy v oblasti 3D softwaru (CAD/CAM) a následně uživatelům přiblížit tři softwarové produkty, a to Solid Edge, CATIA a NX tak, aby byli seznámeni se všemi základními schopnostmi těchto programů a měli usnadněnou možnost volby softwaru pro vyhotovování zadaných úkolů do výuky.

Programy byly hodnoceny z modulového a systémového hlediska, kdy v případě modulového byly porovnávány vlastnosti primárně využívaných částí systému (Part, Assembly, Draft) a v druhém případě se kontrolovaly systémové možnosti instalační požadavky systémů. Následně byly ze získaných poznatků vyhodnoceny výhody a nevýhody.

Posledním bodem práce byla tvorba sestavy - v tomto případě mechanická ruční vrtačka ve všech třech softwarech.

Tyto softwary nebyly zvoleny jen z důvodu, že se s nimi setkáváme při výuce na Univerzitě Tomáše Bati, ale také proto, že se jedná o softwary, na které s velkou pravděpodobností studenti a uživatelé mohou narazit v budoucím zaměstnání.

Na základě tohoto porovnání a hodnocení bylo zjištěno, že základní požadavky na CAD systém splňují všechny tři posuzované systémy. Každý ze systémů měl své nesporné výhody a samozřejmě nevýhody, avšak po důkladném porovnání a rozhodování bylo usouzeno, že pro studenta VŠ, u kterého má dojít k prvotnímu kontaktu s 3D softwarem je zcela nejvýhodnější systém Solid Edge, který má velmi přívětivé prostředí a je patrné, že se jedná o systém, který je určen pro cílovou skupinu, u které se předpokládá neznalost CAD produktů. Veškeré hodnocení je vhodné pro začátečníky v CAD/CAM prostředí, kteří nejsou schopni docenit vyšší moduly systémů CATIA a NX. Právě softwary CATIA a NX jsou vhodné pro uživatele, kteří již mají nějaké zkušenosti a dovednosti v 3D programech.

Závěrem bych chtěl podotknout, že cílem práce není uživateli doporučit jeden software, ale spíše přiblížit výhodnost systémů pro jednotlivé práce, úkoly a poskytnout aktuální informace o porovnávání 3D programech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Definice PLM. *Plm.konstrukter* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
<http://plm.konstrukter.cz/definice-plm/>
- [2] *Počítačová podpora procesu obrábění* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
[http://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/
Pocitacova_podpora_procesu%20_obraben.pdf](http://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Pocitacova_podpora_procesu%20_obraben.pdf)
- [3] TICKOO, Sham. *CATIA kompletní průvodce*. Brno : Computer press, 2012. strana19.
97880-251-3527-3.
- [4] TICKOO, Sham. *CATIA kompletní průvodce*. Brno : Computer press, 2012. strana24-
25. 97880-251-3527-3.
- [5] Platformy CATIA | 3D modelovani a 3D CAD software | CATIA V5. 3D modelovani a
3D CAD software | CATIA [online]. 2015 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z
<http://www.technodat.cz/catia-v5>
- [6] *CATIA DESIGN* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné
z:[http://www.catiadesign.org/_doc/v5r14/catpdfmt dug_C2/
mt dug.pdf105.pdf](http://www.catiadesign.org/_doc/v5r14/catpdfmt dug_C2/mt dug.pdf105.pdf)[http://thanassis.se/Hem/Catia_V5/
Phone_Holder_Conversion.html](http://thanassis.se/Hem/Catia_V5/Phone_Holder_Conversion.html)
- [7] *PLM software* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/plm
- [8] CATIA PLM Express. *CATIA PLM* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
<http://www.technodat.cz/catia-plm-express>
- [9] CATIA pro studenty. *CATIA FORUM* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=49
- [10] CATIA V6. *TECHNODAT* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
<http://www.technodat.cz/catia-v6>
- [11] CATIA V6. *TECHNODAT* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
<http://www.technodat.cz/catia-v5-6>
- [12] Definice Solid Edge. *STRUCTURES* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://structures.aero/software/solid-edge/>
- [13] *Ing. Miroslav RUSIŇÁK*. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK, 2007. ISBN 978-80-239-
9382-0.

- [14] Solid Edge. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/solid-edge/2.2.1
- [15] Solid Edge New Product. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/solid-edge/st9/index.shtml
- [16] Ing. Miroslav RUSIŇÁK. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK, 2007. ISBN 978-80-239-9382-0.
- [17] Seznámení s prostředím. *Konstruktér* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.konstrukter.cz/2016/03/01/solid-edge-seznameni-s-prostredim-1/>
- [18] Přehled balíků Solid Edge. *Industrial Technology Systém* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: SE_porovnani_sw_baliku_201.pdf
- [19] Ceník licencí. *CAD systémy* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://cadsystem.cz/solid-edge-12.html>
- [20] Studentské licence. *CAD* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/component/content/article/2921.html>
- [21] Systémové požadavky. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/solid-edge/design/system_requirements.shtml
- [22] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 1. ISBN 978-80-239-9382-0.
- [23] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 5. ISBN 978-80-239-9382-0.
- [24] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 2;98. ISBN 978-80-239-9382-0.
- [25] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 2;248. ISBN 978-80-239-9382-0.
- [26] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 2;282. ISBN 978-80-239-9382-0.
- [27] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 370. ISBN 978-80-239-9382-0.

- [28] ISBN 978-80-239-9382-0. RUSIŇÁK, Miroslav. *UGS Solid Edge V20*. 2007. Praha: Ing. Miroslav RUSIŇÁK s.r.o, 2007, s. 3. ISBN ISBN 978-80-239-9382-0.
- [29] Kompaktnost Solid Edge. *Engineering* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.engineering.com/DesignSoftware/DesignSoftwareArticles/ArticleID/12202/Siemens-Releases-Solid-Edge-ST9.aspx>
- [30] Kompatibilita Solid Edge. *CAD Softwareinsider* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://cad.softwareinsider.com/compare/12-20-21/CATIA-vs-NX-vs-Solid-Edge-ST9>
- [31] NX Software. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/index.shtml?stc=czii a400018&s_kwcid=AL!463!3!81945041555!b!!g!!siemens%20nx&ef_id=WE76 gAAAAU1B8xLt:20170107125905:s#lightview-close
- [32] KOH, Jaecheol. *SIEMENS NX 9 DESIGN FUNDAMENTALS*. 1. GERMENY, 2014. ISBN 1500739146.
- [33] NX PLM. *Konstrukter* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.konstrukter.cz/2015/03/20/nx-8-5-pro-ty-kdo-potrebuji-skutecne-vykonny-cax-system/>
- [34] Produktový design. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/product-design/index.shtml
- [35] 3D CAD Modelování. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/product-design/modeling.shtml
- [36] 3D CAD Assembly. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/product-design/assembly.shtml
- [37] 3D CAD Sheet Metal. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/product-design/sheet-metal.shtml
- [38] 3D CAD Template based. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/product-design/template-based.shtml

- [39] 3D CAD Industrial Design. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26].
Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/industrial-design/index.shtml
- [40] 3D CAD Drafting documentation. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/drafting-documentation/index.shtml
- [41] 3D CAD Navrhování a 2D designe. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/drafting-documentation/2d-design.shtml
- [42] 3D CAD Product and Manufacturing Information. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/drafting-documentation/product-manufacturing-information.shtml
- [43] 3D CAD Electromechanical. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26].
Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/electromechanical/index.shtml
- [44] 3D CAD Electrical Wiring and Harness Design. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/electromechanical/harness-design.shtml
- [45] 3D CAD Mechanical Electrical. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/electromechanical/mechanical-electrical.shtml
- [46] 3D CAD Mechatronics Design. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/mechatronics-design/index.shtml
- [47] 3D CAD Knihovna opakovaného použití. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/mechatronics-design/index.shtml

ps://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/knowledge-re-use/index.shtml

[48]3D CAD Visual Analytics. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26].

Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/visual-analytics/index.shtml

[49] 3D CAD Visual Reporting. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26].

Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/visual-analytics/reporting.shtml

[50]3D CAD Design and Requirements Validation. *PLM Automation SIEMENS* [online].

[cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/visual-analytics/design-requirements-validation.shtml

[51]3D CAD Molded Part Validation and Injection Molding Simulation. *PLM Automation*

SIEMENS [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/for-design/visual-analytics/injection-molding-simulation.shtml

[52]3D CAD Aplikace pro specifické procesy. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/process-specific/index.shtml

2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/process-specific/index.shtml

2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/for-design/process-specific/index.shtml

[53]3D CAD Academic Partnership Program. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/academic/partners/index.shtml

2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/academic/partners/index.shtml

2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/academic/partners/index.shtml

[54]3D CAD Academic Projects and Competitions. *PLM Automation SIEMENS* [online].

[cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/academic/projects-competitions/index.shtml

2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/academic/projects-competitions/index.shtml

2017-04-26]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/academic/projects-competitions/index.shtml

[55]Nabídka studentské verze NX. *Academic superstore* [online]. [cit. 2017-04-26]. Do-

stupné z: <http://www.academicssuperstore.com/products/Siemens/NX+/1575552>

[56]NX TECHNICAL PARAMETERS. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-

04-26]. Dostupné z: https://docs.plm.automation.siemens.com/docs/nx/10.0.1/en_US/release_notes.pdf

2017-04-26]. Dostupné z: https://docs.plm.automation.siemens.com/docs/nx/10.0.1/en_US/release_notes.pdf

[57]NX 11 Revolution. *PLM Automation SIEMENS* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/11/index.shtml

[58]Mechanická ruční vrtačka. *U Rotta* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.urotta.cz/historie-vrtacka-rucni-dvourychlostni/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	Dvoudimenzionální, Dvourozměrný
3D	Trojdimenzionální, Trojrozměrný
ANSI	American National Standards Institute
Atd.	A tak dále
BMW	Bayerische Motoren Werke
CA	Computer Aided
CAA	Computer Aided and Assembly
CAD	Computer Aided Designe
CAE	Comuter Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAMA	Computer Aided Maintenance
CAPE	Computer Aided Production Engineering
CAPP	Computer Aided Process Planning
CAQ	Computer Aided Quality
CARS	Computer Aided Robot Control
CAT	Computer Aided Transation
CATS	Computer Aided Transports ans Store
CD	Compact Disk
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CNC	Computer Numeric Control
CRM	Customer Relationship Managment
CSN	České Technické Normy
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DPH	Daň z Přidané Hodnoty
ECAD	Electrotechnical Computer Aided Designe
ERP	Effective Radiated Power
FEA	Finite Element Analysis
FEM	Finite Element Method
GB	Guobiao Standards
ISO	International Organization for Standardization
ISBN	International Standard Book Number
JIS	Japanse Industrial Standards
Např.	Například
NC	Numeric Control
PC	Personal Computer
PLM	Product Lifecycle Managment
PPS	Production Planning Sstems
Pozn.	Poznámka
UTB	Univerzita Tomáše Bati
Vč.	Včetně
VŠ	Vysoká škola

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Product Lifecycle Managment [1]</i>	16
<i>Obr. 2 Schéma uspořádání dílčích CA systémů v komplexu CIM [2]</i>	17
<i>Obr. 3 Strom pracovních prostředí CATIA</i>	25
<i>Obr. 4 Pracovní prostředí Part s modelovaným tělesem</i>	26
<i>Obr. 5 Konfigurační možnosti systému CATIA [8]</i>	29
<i>Obr. 6 Úvodní okno systému Solid Edge</i>	34
<i>Obr. 7 Volba pracovních prostředí Solid Edge</i>	35
<i>Obr. 8 Pracovní prostředí modulu ISO Part s tělesem</i>	36
<i>Obr. 9 Obsahové vybavení jednotlivých balíčků Solid Edge [18]</i>	40
<i>Obr. 10 Volba pracovního prostředí NX 9</i>	45
<i>Obr. 11 Pracovní prostředí Model s cvičným tělesem</i>	46
<i>Obr. 12 Loga aplikací CATIA, Solid Edge a NX</i>	57
<i>Obr. 13 Vstupní prostředí systému Solid Edge</i>	59
<i>Obr. 14 Modulová nabídka systému Solid Edge</i>	59
<i>Obr. 15 Vstupní prostředí a modulová nabídka systému CATIA</i>	60
<i>Obr. 16 Vstupní prostředí systému NX</i>	61
<i>Obr. 17 Modulová nabídka systému NX</i>	62
<i>Obr. 18 Pracovní prostředí Solid Edge ISOPart</i>	65
<i>Obr. 19 Tvorba 2D návrhu v modulu Solid Edge ISO Part</i>	65
<i>Obr. 20 Tvorba 3D tělesa v modulu Solid Edge ISO Part</i>	66
<i>Obr. 21 3D těleso v modulu Solid Edge ISO Part</i>	66
<i>Obr. 22 Pracovní prostředí CATIA Part</i>	67
<i>Obr. 23 Tvorba 2D návrhu v modulu CATIA Part</i>	68
<i>Obr. 24 Tvorba 3D tělesa v modulu CATIA Part</i>	68
<i>Obr. 25 3D těleso v modulu CATIA Part</i>	69
<i>Obr. 26 Pracovní prostředí NX Model</i>	70
<i>Obr. 27 Tvorba 2D návrhu v modulu NX Model</i>	70
<i>Obr. 28 Tvorba 3D tělesa v modulu NX Model</i>	71
<i>Obr. 29 3D těleso v modulu NX Model</i>	71
<i>Obr. 30 Prostedí modulu Solid Edge ISO Assembly</i>	74
<i>Obr. 31 Umístění součástí do modulu ISO Assembly</i>	74
<i>Obr. 32 Tvorba sestavy v modulu ISO Assembly</i>	75

<i>Obr. 33 Úprava součásti sestavy Solid Edge</i>	75
<i>Obr. 34 Prostředí modulu se součástmi CATIA Assembly</i>	76
<i>Obr. 35 Tvorba sestavy v modulu CATIA Assembly</i>	77
<i>Obr. 36 Upravená sestava CATIA Assembly</i>	77
<i>Obr. 37 Pracovní prostředí se součástmi NX Assembly</i>	78
<i>Obr. 38 Absence minimalizovaných oken v systému NX</i>	78
<i>Obr. 39 Tvorba sestavy v modulu NX Assembly</i>	79
<i>Obr. 40 Upravená sestava v modulu NX Assembly</i>	79
<i>Obr. 41 Pracovní prostředí Solid Edge Draft</i>	81
<i>Obr. 42 Definování formátu výkresu Solid Edge</i>	82
<i>Obr. 43 Úprava razítka výkresu Solid Edge</i>	82
<i>Obr. 44 Vkládání součásti/sestavy do prostředí Draft</i>	83
<i>Obr. 45 Volba pohledů před vložením do plochy výkresu</i>	83
<i>Obr. 46 Výkresová dokumentace Solid Edge Draft</i>	84
<i>Obr. 47 Definování formátu výkresu modulu Drawing</i>	85
<i>Obr. 48 Nadefinovaná výkresová plocha CATIA</i>	85
<i>Obr. 49 Vkládání rámečku a razítka do výkresové plochy</i>	86
<i>Obr. 50 Volba primárního pohledu dokumentované součásti</i>	87
<i>Obr. 51 Výkresová dokumentace CATIA Drawing</i>	87
<i>Obr. 52 Definování formátu výkresu v modulu NX Drawing</i>	88
<i>Obr. 53 Volba pohledů pro vykreslení do výkresové plochy</i>	89
<i>Obr. 54 Výkresová dokumentace NX Drawing</i>	89
<i>Obr. 55 Možnosti ukládání dokumentů ve formátech [30]</i>	94
<i>Obr. 56 Možnosti otevírání dokumentů ve formátech [30]</i>	95
<i>Obr. 57 Operační systémy, v nichž je možné softwary zprovoznit [30]</i>	96
<i>Obr. 58 Jazykové nabídky pro instalaci softwaru [30]</i>	97
<i>Obr. 59 Možnosti využití systému v technologických odvětvích [30]</i>	98
<i>Obr. 60 Ruční mechanická vrtačka [58]</i>	101
<i>Obr. 61 Prvotní vytažení ramenní opěrky Solid Edge</i>	102
<i>Obr. 62 Výsledný tvar ramenní opěrky Solid Edge</i>	102
<i>Obr. 63 Sestava vrtačky 1 Solid Edge</i>	103
<i>Obr. 64 Sestava vrtačky 2 Solid Edge</i>	103
<i>Obr. 65 Sestava vrtačky 3 Solid Edge</i>	104

<i>Obr. 66 Sestava vrtačky 4 Solid Edge</i>	104
<i>Obr. 67 Vrtačka finální podoba (přední pohled) Solid Edge</i>	105
<i>Obr. 68 Vrtačka finální podoba (zadní pohled) Solid Edge</i>	105
<i>Obr. 69 Tvorba ramenní opěrky CATIA</i>	106
<i>Obr. 70 Sestava vrtačky 1 CATIA</i>	106
<i>Obr. 71 Sestava vrtačky 2 CATIA</i>	107
<i>Obr. 72 Sestava vrtačky 3 CATIA</i>	107
<i>Obr. 73 Vrtačka finální podoba (přední pohled) CATIA</i>	108
<i>Obr. 74 Vrtačka finální podoba (zadní pohled) CATIA</i>	108
<i>Obr. 75 Ramenní opěrka NX</i>	109
<i>Obr. 76 Sestava vrtačky 1 NX</i>	109
<i>Obr. 77 Sestava vrtačky 2 NX</i>	110
<i>Obr. 78 Vrtačka finální podoba (přední pohled) NX</i>	110
<i>Obr. 79 Vrtačka finální podoba (zadní pohled) NX</i>	111

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Celkové vyhodnocení všech modulů</i>	93
--	----

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf. 1. Vyhodnocení splněných a nesplněných porovnávaných kritérií</i>	99
<i>Graf. 2. Pořizovací náklady softwaru (ceny vč. DPH)</i>	99
<i>Graf. 3. Pořizovací náklady softwaru pro studenty (ceny vč. DPH)</i>	100

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Výkresová dokumentace- ZAKLADNA 100-4-2017/A3 ve formátu PDF.

Příloha 2. Výkresová dokumentace- RAMENÍ OPERKA 100-10-2017/A3 ve formátu PDF.

Příloha 3. Výkresová dokumentace-HLAVNI HRÍDEL 100-07-2017/A4 ve formátu PDF.

Příloha 4. Výkresová dokumentace-BOCNI KRYT 100-08-2017/A3 ve formátu PDF.

Příloha 5. Výkresová dokumentace-OPERNA TYC 100-09-2017/A4 ve formátu PDF.

Příloha 6. Výkresová dokumentace-KLIKOVA HRIDEL PREDNI 100-22-2017/A4 ve formátu PDF.

Příloha 7. Výkresová dokumentace- KLIKOVA HRIDEL ZADNI 100-14-2017/A4 ve formátu PDF.

Příloha 8. Výkresová dokumentace- VRTACKA100-00-2017/A3 ve formátu PDF.

Příloha 9. Výkresová dokumentace- KUSOVNIK 100-00-2017/A3 ve formátu PDF.