

Elektronické podklady pro výuku programu Autodesk Inventor

Electronic materials for learning of
Autodesk Inventor

Martin Hudcovič

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Vložené oficiální zadání bakalářské práce

Poděkování

Děkuji panu ing. Davidu Sámkovi za cenné rady a odborné vedení při psaní této bakalářské práce a za pomoc při umístění elektronických podkladů na internetové stránky Ústavu výrobního inženýrství.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 05. 06. 2005

.....

podpis

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Tato bakalářská práce se zabývá tvorbou elektronických podkladů pro výuku programu Autodesk Inventor. Práce obsahuje stručného průvodce základním rozhraním programu Inventor a průvodce tvorbou dílů. Jedná se o základní popis a vysvětlení jednotlivých příkazů a nástrojů, podle kterého si mohou studenti tento program lépe osvojit. Tyto materiály jsou umístěny na internetové stránce ÚVI volně ke stažení.

Abstrakt ve světovém jazyce

This bachelor thesis is engaged in a creation of electronic materials for learning of Autodesk Inventor. Thesis contains brief guide to elementary interface of program Inventor and guide to creation of parts. It treats of elementary description and explanation of particular commands and tools which helps to students to learn this program better. This materials are published on the web page of ÚVI for free download.

OBSAH

ÚVOD	6
1 POČÍTAČOVÁ PODPORA VÝROBNÍHO PROCESU	7
1.1 CAD systémy	9
1.1.1 Rozdělení CAD systémů	10
1.1.2 Požadavky při výběru vhodného modeleru (modelovacího programu).....	11
2 CHARAKTERISTIKA INVENTORU	12
2.1 Historie	13
2.2 Systémové požadavky	14
3 ZÁKLADNÍ OVLÁDÁNÍ INVENTORU	15
3.1 Startovací okno	15
3.2 Uživatelské rozhraní.....	18
3.3 Standard Bar.....	19
3.4 Další nástroje a funkce	21
4 2D SKETCH PANEL (PANEL 2D NÁČRTU)	23
4.1 Line, Circle, Arc, Ellipse, Rectangle, Fillet, Chamfer, Point, Polygon	24
4.2 Mirror, Rectangular and Circular Pattern, Offset.....	26
4.3 General Dimension, Auto Dimension.....	29
4.4 Extend, Trim, Move, Rotate	30
4.5 Constraints, Show Constraints, Project Geometry.....	31
4.6 Parameters, Insert AutoCAD file	33
4.7 Create Text, Insert Image, Edit Coordinate System	33
5 PART FEATURES (PRVKY SOUČÁSTI)	35
5.1 Extrude, Revolve, Hole, Shell, Rib, Loft, Sweep, Coil.....	37
5.2 Thread, Fillet, Chamfer, Face Draft, Split	44
5.3 Delete Face, Stitch Surface, Replace Face, Thicken/Offset.....	48
5.4 Emboss, Decal, Rectangular Pattern, Circular Pattern	49
5.5 Mirror Feature, Work Plane, Work Axis, Work Point.....	52
5.6 Ostatní nástroje.....	54
ZÁVĚR.....	56
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
SEZNAM OBRÁZKŮ	58
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

Teoretická část bakalářské práce uvádí do problematiky výrobní činnosti v podniku a s ní související počítačové podpory výrobního procesu CIM (Computer Integrated Manufacturing), která zajišťuje vzájemné propojení mezi jednotlivými skupinami výroby.

Částí tohoto konceptu jsou i CAD systémy (Computer Aided Design), počítačová podpora konstruování, které obecně vedou k odstranění zbytečných rutinních prací konstruktérů a tím i dalších chyb, což přispívá k celkovému zrychlení a zkvalitnění navrhování výrobků. Vývoj se ubírá směrem většího usnadnění modelování a zaměření se na “čisté konstruování” výrobku.

Mezi takové CAD systémy patří i 3D modelovací program Autodesk Inventor 6, o kterém bude pojednávat tato bakalářská práce. Seznamuje s charakteristikou tohoto programu, jeho možnostmi, náročností, postavením na trhu a základním uživatelským rozhraním.

V praktické části bylo mým úkolem vytvořit přehledné elektronické podklady pro výuku tohoto modelovacího programu. Jsou probrány dva základní oddíly při modelování dílů – 2D Sketch Panel (Panel 2D náčrtu) a Part Features (Prvky součásti). V části 2D Sketch Panel jsou popsány nástroje pro tvorbu náčrtu, ze kterého vychází prvotní koncepce navrhované součásti. V části Part Features jsou pak vysvětleny jednotlivé příkazy pro samotné 3D modelování. Práce se opírá o množství názorných obrázků, na kterých jsou jednotlivé příkazy zobrazeny a vysvětleny. U základních příkazů v Part Features jsou přiložena odvozená cvičení, na kterých si studenti mohou vyzkoušet danou tvorbu modelování, přesně tak, jak jsou jednotlivé příkazy popsány. K lepšímu osvojení práce s programem Inventor slouží praktická cvičení jak pro část 2D Sketch Panel, tak pro část Part Features. Závěrem práce je ukázka mých vlastních výsledků v modelování, ve kterých se mohou studenti seznámit se složitějšími modely a tak více proniknout do oblasti 3D modelování v programu Autodesk Inventor.

Pro snadný přístup těchto materiálů všem studentům je bakalářská práce umístěna na stránkách Ústavu výrobního inženýrství – <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/>. Vzhledem k obsáhlosti této práce je tištěná verze zkrácena z důvodu vystavení práce na internetu a snadnějšího přístupu k jednotlivým cvičením a popisovaným příkladům, které by bez podporovaných počítačových programů postrádaly smysl.

1 POČÍTAČOVÁ PODPORA VÝROBNÍHO PROCESU

Hlavním cílem každého podniku je dosahovat vysokých zisků při minimálních nákladech výrobního procesu. S rostoucí celosvětovou konkurencí jsou zvyšovány nároky na efektivitu výroby, její rychlost od počátečního návrhu, přes kontrolu a optimalizaci, až po konečný výrobek. Konkurenceschopnost je dnes možná pouze s počítačovou podporou výrobního procesu, tj. s rozvojem a aplikacemi tzv. C technologií (někdy též CA technologie – Computer Aided – počítačová podpora).

Počítačová podpora výrobního procesu se stala jednou z dominantních progresivních technologií. Zavedení informačních technologií, které vyloučí nekompetentnost lidského činitele při zadávání výroby, při rozhodování a řízení materiálového toku s návazností na ekonomické nástroje řízení v reálném čase, je jednou z nejdůležitějších činností ve výrobním procesu. Počítačová podpora znamená efektivní a maximální nasazení prostředků výpočetní techniky (technického a programového vybavení), podporující tak aktivní, tvůrčí přístup uživatele (konstruktéra, výpočtáře, technologa, ...) při řešení úloh souvisejících s výrobním procesem od návrhu přes analýzu, kontrolu a optimalizaci až po ověření technologických procesů a vyrobitelnosti. Aplikovat počítačovou podporu je možno téměř na každou činnost v podniku. Postupně vzniklo mnoho specializovaných odvětví jednotlivých oblastí počítačové podpory. Problematika se začínala dělit a rozpadla se na úzce zaměřené oblasti. Protože většina těchto návrhových, výrobních a dalších procesů je provázána, ukázalo se výhodné jednotlivé moduly integrovat nejen v jednotlivých oblastech vzniku výrobku, ale i mezi nimi. Docházelo tak k návrhu a postupnému zavádění technologie CIM, tj. integrovanému nasazení prostředků výpočetní techniky a programového vybavení pro řízení výroby.

Cílem koncepce CIM je optimalizace vývojových, konstrukčních, výrobních a administrativních funkcí podniku jako uceleného celku. Znamená to především integraci požadavků na informační proces s technickými a řídicími funkcemi průmyslového podniku. Hlavním principem integrace je nezávislost organizačních a technických funkcí procesu. Oba efekty, integrace dat a integrace procesů, jsou předpokladem pro vznik většího racionalizačního účinku CIM. Architektura CIM je jednotícím prostředkem, poskytujícím konzistentní metody, techniky a nástroje, pomocí nichž mohou být vyvíjeny aplikační systémy CIM. Sdílená data a informace mohou být doplňovány novými funkcemi

a jsou schopné se vyrovnat rychlému vývoji technických prostředků bez nutnosti změn samotných aplikací.

V koncepci CIM lze stanovit pět hlavních komponent. Různý stupeň technického řešení jednotlivých složek, podpora organizačních a komunikačních vazeb a stupeň integrace umožňuje a dává předpoklady pro vznik rozdílných platform těchto systémů. Přesto lze zobecnit a stanovit u všech koncepcí tyto komponenty (1):

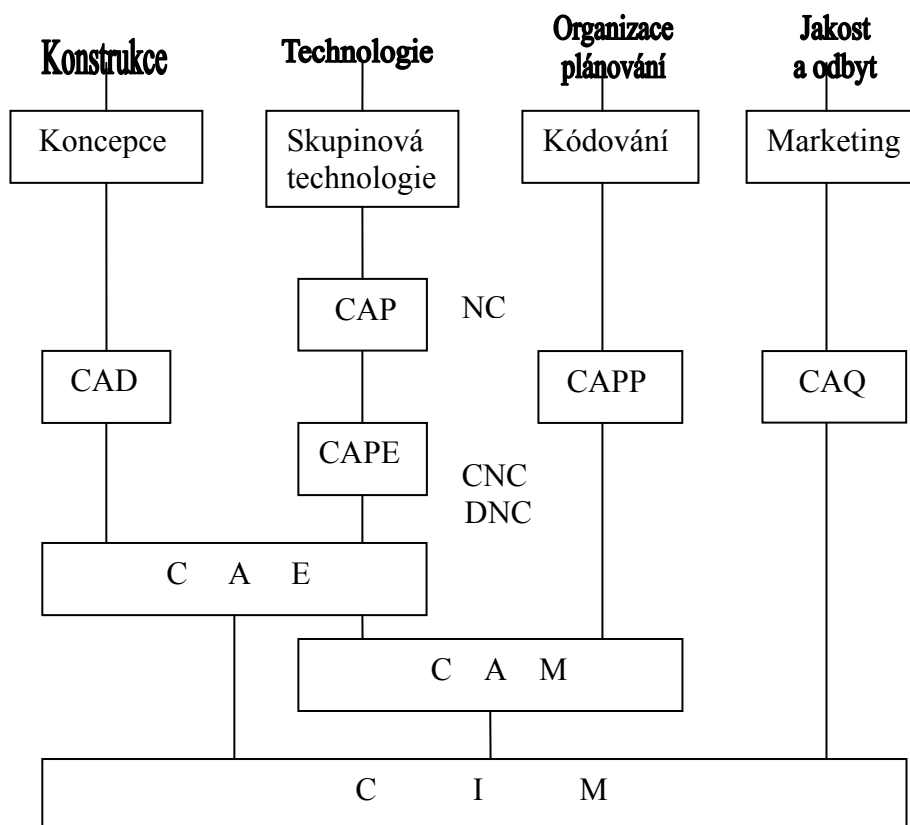
- **CAE** – Computer Aided Engineering – počítačová podpora inženýrských činností zahrnuje obvykle CAD, tj. počítačovou podporu konstrukčního procesu, CAPE – Computer Aided Production Engineering – systém pro tvorbu a údržbu informací v technologické přípravě výroby zahrnující technologičnost výroby a podsystém CAP – Computer Aided Programming, který slouží ke zpracování řídicího programu pro NC – Numerical Control - stroje, dále CAE obsahuje pevnostní výpočty konstrukcí metodou konečných prvků FEM – Finite Element Method, NC programování, nástroje pro plánování a řízení kvality (CAQ – Computer Aided Quality). Dalším vývojovým stupněm je integrace CAD a CAM systémů (často označeno jako CAD/CAM), které zahrnují – CAMP – Computer Aided Management Production (počítačovou podporu managementu) a CAPP – Computer Aided Process Planning (počítačem podporované rozvržení výroby, včetně grafické simulace řízení robotů).

- **Operační řízení** – vztahuje se na všechny komponenty CIM. Především je realizováno modulem PPC (Production Planning and Control) pro plánování a řízení výroby.

- **CAM-CAT** – Computer Aided Manufacturing – Computer Aided Testing – počítačová podpora výroby a její kontrola, testování materiálu a všech výrobních operací je důležitou složkou koncepce CIM.

- **CAM-CAA** – Computer Aided Manufacturing – Computer Aided Assembly – nedílnou součástí výrobního procesu je také uplatnění prostředků výpočetní techniky nejen při výrobě, ale také při montáži, kontrole a expedici výrobků.

- **Inteligentní databáze** – mezi nejdůležitější složku, která nachází uplatnění ve všech modulech systému CIM, patří systémy řízení bází dat, které můžeme rozdělit do čtyř hlavních kategorií: data o výrobku, výrobní data, operační data a zdrojová data.



Obr. 1. Schéma CIM ve výrobním podniku (1)

1.1 CAD systémy

Nasazení počítačů v oblasti konstrukce a projektování může podstatně zvýšit produktivitu práce. V současné době existuje řada systémů, které zastupují konstruktéra při množství rutinních prací, a tím mu rozšiřují prostor pro vlastní tvůrčí činnost. Tyto systémy se souhrnně označují, jak již bylo uvedeno, zkratkou CAD a jedná se tedy o počítačovou podporu konstruování – nástroj k vytvoření a optimalizaci konstrukčního návrhu pomocí počítače. CAD zahrnuje počítačovou grafiku, uživatelský interface, analýzu a geometrické modelování. (4) Obecně jsou CAD systémy tvořeny technickými (hardware – HW) a programovými prostředky (software – SW).

Hardware obvykle rozhoduje o rychlosti systému, technické kvalitě zobrazení a výsledné dokumentace. Zahrnuje počítačové jednotky, obrazovkové terminály, vstupní/výstupní zařízení a řadu grafických periférií od tabletu až po laserovou tiskárnu, časté je začlenění do lokální i rozlehlé sítě, což umožňuje současnou práci mnoha konstruktérů na stejném návrhu. Až do konce 80. let byly ve vyspělých zemích provozovány systémy CAD obvykle na tzv. grafických stanicích (workstation), které byly

poměrně drahé. S vývojem technologie HW jsou už v polovině 90. let konfigurace PC natolik výkonné, že rozdíly mezi specializovanými stanicemi a PC zanikají a otevírají se široké možnosti pro provozování vyspělých systémů CAD na počítačích PC kompatibilních..

CAD software jsou programy uchovávající grafická data, na jejichž základě se získává představa o konstruovaném celku. Tato představa může existovat ve formě 2D nebo 3D zobrazení, statických i animovaných či fotorealistických představách. CAD software určuje celkovou koncepci a nápaditost systému, stupeň automatizace práce a je určujícím prvkem úspěšnosti systému.

1.1.1 Rozdělení CAD systémů

I. generace, malý CAD – program, který nejde za hranice dvou rozměrů. Jedná se často o jednoduché programy pro tvorbu náčrtů a ne o programy určené pro konstruktérskou práci. I v této kategorii ovšem najdeme několik výjimek s opravdu výkonnou podporou 2D konstrukčních prací. Za vrchol můžeme považovat AutoCAD LT, který je v podstatě menší odnoží velkého AutoCADu bez otevřené architektury.

II. generace, střední CAD – klasické a doposud nejpoužívanější systémy na počítačích PC. Zde především musíme zařadit AutoCAD a MicroStation, které se vyznačují jistým prostorovým modelářem a určitou otevřenou architekturou (možností programování aplikací a spolupráce s jinými programy). Programy se v této oblasti intenzivně vyvíjí díky nástupu výkonných osobních počítačů, mají široké nasazení v řadě podniků.

III. generace, velký CAD – výkonné systémy pracující vesměs na platformě operačního systému Unix a Windows 2000 nebo XP za pomoci výkonného hardware, pracovních stanic typu Hewlett-Packard, Silicon Graphics, SUN, IBM, NEC atd. U těchto systémů je ovšem jejich výkonnost vyvážena také vysokou cenou, která ještě asi dlouho zůstane vzdálená běžným uživatelům. Tomu už nepřekáží hardwarová náročnost, protože tyto programy běží i na normálních PC. Tyto systémy pracují způsobem model – výkres, tedy vše je nejprve vymodelováno jako parametrický model. Mezi nejznámější systémy, o kterých můžeme hovořit jako o „velkém CADu“, patří na našem trhu Autodesk Inventor kalifornské firmy Autodesk Inc., Pro/Engineer firmy Parametric Technology Corp. z USA, dále produkt francouzské firmy Dassault Systemes CATIA, pak další americké produkty SolidWorks od SolidWorks Corp., SolidEdge a Unigraphics od UGS. Na trhu jsou dnes přibližně tři desítky těchto systémů. (2)

1.1.2 Požadavky při výběru vhodného modeleru (modelovacího programu)

Mezi nejdůležitější požadavky patří (1):

- **flexibilita** – objemový modeler musí umět tvořit všechny tvary. Flexibilitu modeleru zvyšuje počet technik, tj. metod modelování.
- **realizovatelnost** – modeler by měl tvořit konzistentní a platná tělesa. Neměl by dovolit uživateli, aby chybným postupem vytvořil nerealizovatelné těleso.
- **jednoduchost** – uživatelský interface je velmi důležitý. Dnešní uživatelé nebudou používat modeler, který je nepřehledný, složitě ovladatelný a nepředvídatelný. Současné modelery nabízejí skupiny ikonových příkazů a mají spoustu přídavných modulů, které modelování podstatně zjednodušují.
- **zobrazení** – díky kvalitním grafickým adaptérům, které patří k základní výbavě hardwaru spravující určitý modeler, dnes není zobrazení takovým problémem, jakým bývalo dříve.
- **ekonomičnost** – na objemové modelování se stále nahlíží jako na finančně nákladnou investici hlavně do software, už ne tak do hardware, u kterého postupným vývojem došlo ke snížení cen.

2 CHARAKTERISTIKA INVENTORU

Autodesk Inventor je 3D strojírenský modelovací systém založený na kombinaci parametrického a adaptivního modelování.

Parametrické modely jsou modely, které jsou matematicky popsány pomocí parametrů. Podstata parametrického modelování spočívá v definování základního náčrtu, ve kterém se vztahy mezi jednotlivými prvky určí pomocí geometrických parametrů – vazeb (např. kolmost, tečnost, rovnoběžnost, ...) a rozměrových parametrů - kót, pak se z náčrtu vytvoří model součásti pomocí 3D modelovacích nástrojů, dále můžeme tento model různě upravovat a následně vytvořit výkresovou dokumentaci. K modelu je možné se kdykoliv vrátit a provést s ním jakoukoliv úpravu. (3)

Adaptivní modelování umožňuje vzájemnou provázanost geometrií jednotlivých dílů sestavy pomocí adaptivních vazeb. Znamená to, že pokud například zavedeme adaptivní vazbu mezi délkou pera a délkou drážky v hřídeli, změnou jedné délky se provede automaticky také modifikace té druhé. Díly se prostě navzájem přizpůsobí, adaptují. Odpadá tak zbytečná rutinní práce úpravy dílů a konstruktér se může zcela věnovat modelování.

Program Autodesk Inventor má integrovány nástroje pro 3D modelování, správu informací, spolupráci a technickou podporu. Pracuje na základě modelovacího výpočetního jádra Autodesk ShapeManager, které vychází ze staršího jádra Acis a je uzpůsobeno pro řešení tzv. hybridního modelování, to znamená, že dokáže současně řešit jak objemová tělesa, tak plošné modely. Autodesk Inventor je celkem snadno použitelný a osvojitelný systém, který nabízí konstruktérům intuitivní pracovní postup, tj. umožní konstruktérům navrhovat tak, jak přemýšlejí. Poskytuje jednoduché uživatelské rozhraní, rozsáhlý systém nápovědy a podpory, též důležitou kompatibilitu s formátem DWG, která umožňuje otevírat 2D návrhy z AutoCADu a převádět je do 3D. Vytvořené modely neslouží jen ke generování výkresové dokumentace, ale také nabízí zákazníkovi úplnou představu o výrobku a jeho funkčnosti ještě dříve, než je zahájena vlastní výroba, tedy odpadá potřeba vyrábět fyzický model. Modely umožňují též vytvoření návodů k obsluze, instruktážních videosekvencí pro servis a podporují prezentaci firmy. Pomocí editace parametrů již existujících dílů se urychlí konstrukce nových zařízení, zejména se tato vlastnost využije při tvorbě unifikovaných výrobků, které se nekonstruují jako jednotlivé kusy, ale většinou jako ucelené typové řady v různých variantách a vyhotoveních (čerpadla, elektromotory a

další). Nezbytná je i možnost přenosu dat v rámci CIM. Sdílením společných informací nabízí Inventor týmovou spolupráci v síťovém prostředí.

2.1 Historie

Autodesk Inventor je produkt kalifornské firmy Autodesk, která na trhu působí od roku 1982. Autodesk je vedoucí světový dodavatel softwaru pro navrhování a tvorbu digitálního obsahu, asi každý konstruktér zná jeho systém AutoCAD. Historie Inventoru však začíná až na podzim roku 1999, kdy byla představena první verze Inventor R1, který však byl dostupný pouze pro americké zákazníky, a do Evropy se dostal jen vybraným firmám na testování. Začátkem května roku 2000 byla uvedena nová verze Inventor R2 i v Evropě. Postupným vývojem a s dalšími vylepšeními přichází na svět i Autodesk Inventor 6 v říjnu 2002. Verze R6 je začleněna do produktu Autodesk Inventor Series 6. Tento produkt je součástí celkového výrobního řešení Autodesku a obsahuje Mechanical Desktop, AutoCAD Mechanical, AutoCAD a Autodesk Inventor 6.

V současnosti je na trhu aktuální verze Inventor 10, která se vyskytuje ve dvou platformách. A to Autodesk Inventor Series 10, který je součástí celkového výrobního řešení Autodesk, a Autodesk Inventor Professional 10, který vedle plné funkčnosti Autodesk Inventor Series 10 rozšiřuje možnosti Inventoru o konstrukci specifických strojírenských prvků, potrubních systémů a sestav s vedením pevných i ohebných trubek, elektromechanických zařízení a dalších.

Podle firmy AAC Solutions s.r.o. (5) bylo ve světě za 4 roky instalováno přes 258.000 licencí Inventoru. Autodesk Inventor je tak světově nejprodávanější 3D MCAD aplikací. Analytická společnost Cambashi (www.cambashi.com) zveřejnila odhad aktivně používaných (a průběžně upgradovaných) komerčních licencí 3D MCAD aplikací ve světě. Počet takovýchto licencí je odhadován na téměř 1.2 milionu (jiné studie uvádějí až 5 milionů všech prodaných 3D MCAD licencí, včetně školních). Pořadí produktů je:

- Autodesk Inventor & Mechanical Desktop
- CATIA
- Pro/E
- SolidWorks
- SolidEdge

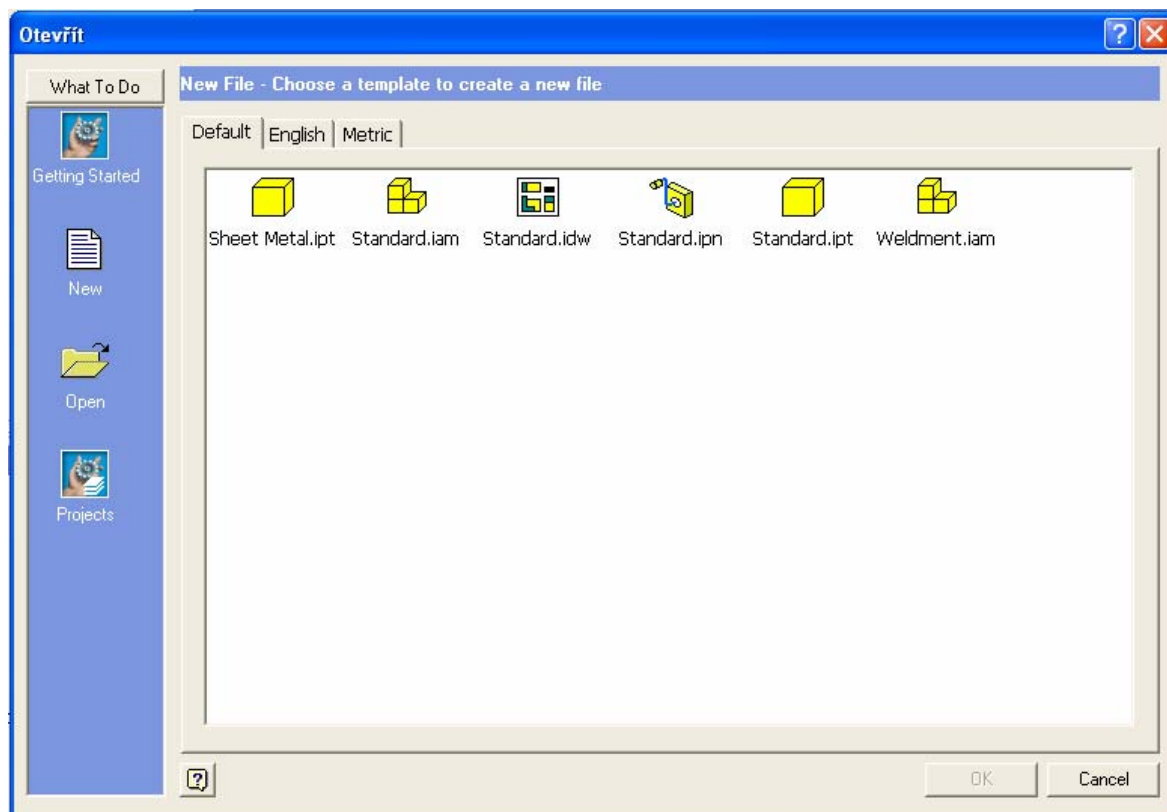
2.2 Systémové požadavky

Tato konfigurace je doporučována pro návrh součástí a sestav do 1 000 dílů (6):

- procesor Intel® Pentium® III, Pentium 4, Xeon®, nebo AMD Athlon™ o frekvenci 1 GHz nebo vyšší
- operační systém Microsoft® Windows® XP (Professional nebo Home Edition s aktualizací SP1) nebo Windows 2000 Professional (s aktualizací SP2 nebo vyšší)
- nejméně 512 MB paměti RAM
- 2 GB volného místa na disku pro produktové a obsahové knihovny
- grafická karta s kapacitou 64 MB kompatibilní s rozhraním OpenGL®

3 ZÁKLADNÍ OVLÁDÁNÍ INVENTORU

3.1 Startovací okno



Obr. 2. Startovací okno

Při každém spuštění Inventoru se otevře Startovací okno, které nabízí tyto cesty:

- Getting Started – Začínáme:** Nabízí odkazy na informace, které pomohou začít s Inventorem: novinky této verze, seznámení s vazbami, pomoc při přechodu z AutoCADu na Inventor, jak modelovat rychleji, seznámení se s projekty, taktéž sdílení dat pomocí Autodesk Streamline a spojení s internetovými informacemi přes Autodesk Point A.

- New – Nový:** V Autodesk Inventoru jsou nabízeny šablony šesti typů souborů, které lze použít. Typ souboru lze určit podle ikony a přípony (viz obr.2).

*Záložka Default:	Sheet Metal.ipt	Výchozí součást plechového dílu
	Standard.iam	Výchozí sestava
	Standard.idw	Výchozí výkres
	Standard.ipn	Výchozí prezentace
	Standard.ipt	Výchozí součást

Weldment.iam	Výchozí svařovaná sestava
- jednotky a výkresové normy v záložce Default jsou určeny při instalaci Inventoru.	
<i>*Záložka English:</i> ANSI (in).idw	Výkres používající americkou normu ANSI (viz Seznam použitých symbolů a zkratk) s jednotkami v palcích
Catalog (in).ipt	Katalog součástí s jednotkami v palcích
Sheet Metal (in).ipt	Součást plechového dílu s jednotkami v palcích
Standard (in).iam	Sestava s jednotkami v palcích
Standard (in).ipt	Součást s jednotkami v palcích
Standard.ipn	Prezentace s jednotkami v palcích
Weldment (ANSI).iam	Svařovaná sestava používající normu ANSI
<i>*Záložka Metric:</i> ANSI (mm).idw	Výkres používající normu ANSI a metrickou soustavu
BSI.idw	Výkres používající britskou normu BSI
Catalog (mm).ipt	Katalog součástí používající metrickou soustavu
DIN.idw	Výkres používající německou normu DIN
GB.idw	Výkres používající čínskou normu GB
ISO.idw	Výkres používající mezinárodní normu ISO
JIS.idw	Výkres používající japonskou normu JIS
Sheet Metal (mm).ipt	Součást plechového dílu používající metrickou soustavu

Standard (mm).iam	Sestava používající metrickou soustavu
Standard (mm).ipt	Součást používající metrickou soustavu
Standard.ipn	Prezentace používající metrickou soustavu
Weldment (ANSI-mm).iam	Svařovaná sestava používající normu ANSI a metrickou soustavu
Weldment (BSI).iam	Svařovaná sestava používající normu BSI
Weldment (DIN).iam	Svařovaná sestava používající normu DIN
Weldment (GB).iam	Svařovaná sestava používající normu GB
Weldment (ISO).iam	Svařovaná sestava používající normu ISO
Weldment (JIS).iam	Svařovaná sestava používající normu JIS

•**Open – Otevřít:** Pomocí jednoduchého prohlížeče s náhledy můžeme otevírat soubory.

•**Projects – Projekty:** Prostřednictvím projektů jsou v Inventoru spravovány soubory. Jestliže jsou soubory organizovány v projektech, program dokáže najít tyto soubory a další odkazované soubory, které lze potom sdílet s více konstruktéry. Je dobré začínat vždy projektem, nedochází pak k tomu, že je v souborech nepořádek. Pomocí projektů je možné sdílet standardní a uživatelské knihovny, sdílet soubory s pracovní skupinou a pracovat současně na různých částech stejné sestavy.

Při vytvoření nového projektu se definuje:

♦ Zda se jedná o nový projekt nebo o soukromé pracovní prostředí pro existující skupinový projekt.

♦ Jestli nový projekt bude používat již existující soubory, nebo soubory, které ještě nebyly vytvořeny.

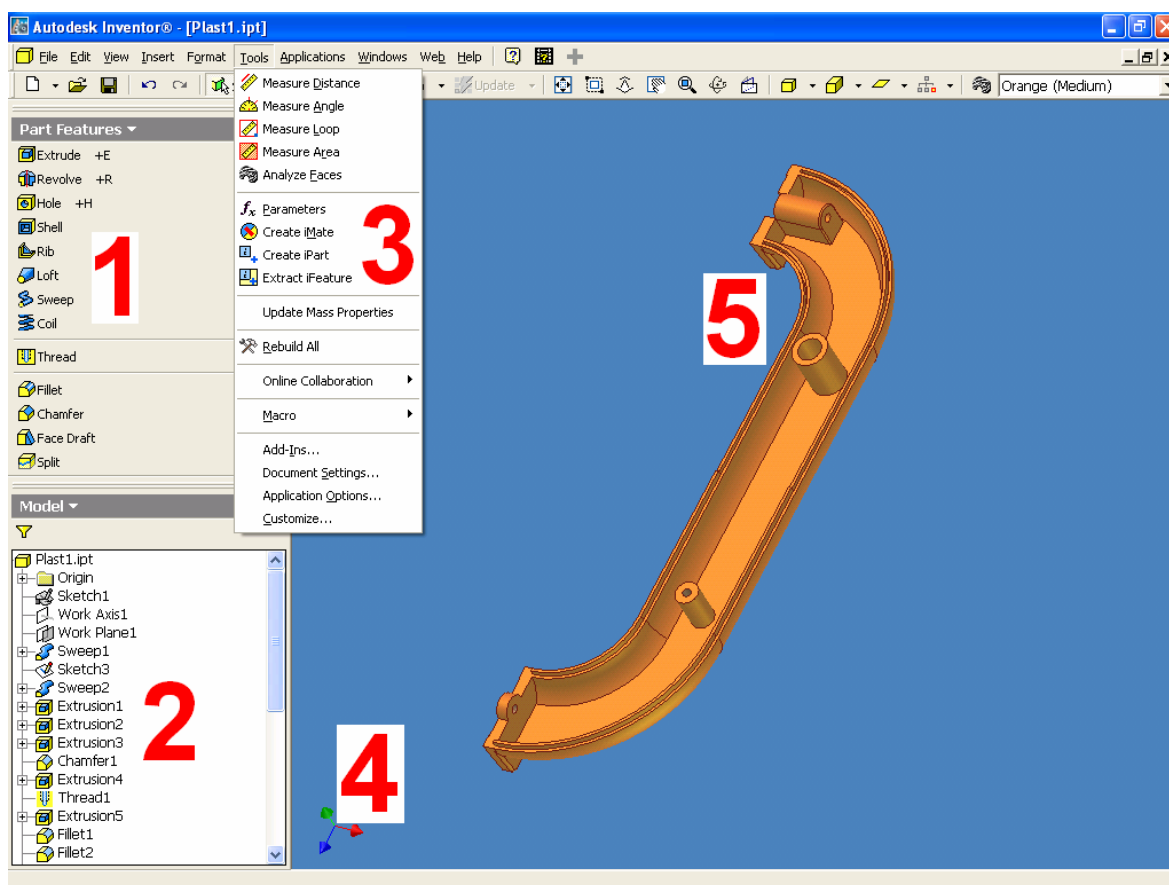
♦ Název projektu, umístění domovské složky projektu, název projektového souboru (ipj.), který určuje cesty ke složkám obsahující všechny soubory připojené k projektu. Umístění existujících souborů skupinového projektu, pokud se jedná o tento projekt.

♦ Standardní a uživatelské knihovny

V horní části projektového okna je seznam existujících projektů, ze kterých můžete vybírat. Pokud nechcete pracovat v žádném projektu, musí být označen *Default*.

V dolní části jsou zobrazeny informace o vybraném projektu. Můžete zde vybrat typ vyhledávací cesty, změnit cesty, přidat cesty nové nebo odstranit stávající.

3.2 Uživatelské rozhraní



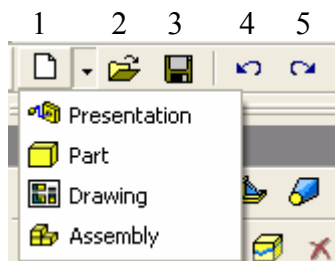
Obr. 3. Uživatelské rozhraní

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 | panel nástrojů v režimu 3D modelování |
| 2 | panel prohlížeče součástí |
| 3 | roletové menu standardních nástrojů |
| 4 | osový kříž souřadného systému |
| 5 | modelovaný díl |

3.3 Standard Bar

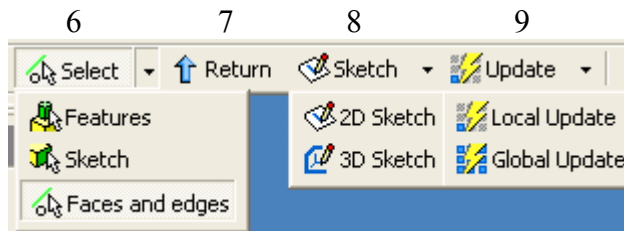


Obr. 4. Standard Bar



Obr. 5. Nástroje pro práci se soubory

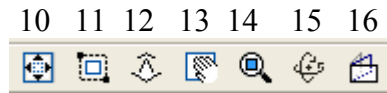
- (1) **New (CTRL+N)** – po rozbalení nabízí rychlou volbu čtyř přednastavených šablon. Pozor na zapnutý project.
- (2) **Open (CTRL+O)** – ikona pro otevírání existujících souborů
- (3) **Save (CTRL+S)** – uložení souboru
- (4) **Undo (CTRL+Z)** – tlačítko zpět
- (5) **Redo (CTRL+Y)** – tlačítko vpřed



Obr. 6. Nástroje volby

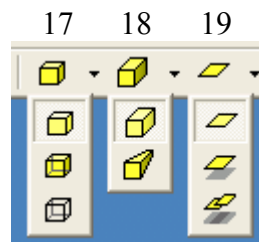
- (6) **Select** – *Features* – nastaví prioritu výběru jednotlivých konstrukčních prvků
 – *Sketch* – priorita náčrtu
 – *Faces and edges* – priorita křivek a hran
- (7) **Return** – tlačítko aktivované pouze ve sketchi, umožní vrátit se z náčrtu k modelování dílu
- (8) **Sketch** – *2D Sketch (+S)* – pracovní část rovinného náčrtu používaného z 95%
 – *3D Sketch* – pracovní část prostorového náčrtu, který je však méně využíván než rovinný náčrt. Nástroje jsou velmi podobné nástrojům *2D Sketche*.
- (9) **Update** – *Local Update* – aktualizuje díl po provedení nějaké úpravy (např. změny náčrtu)

- *Global Update* – aktualizuje sestavu dílů po provedení změny jednotlivých dílů



Obr. 7. Nástroje zoom

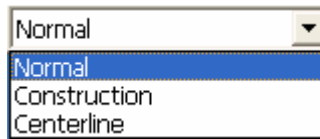
- (10) **Zoom All** – vystředí obraz
- (11) **Zoom Window** – přiblíží výběr v oknu
- (12) **Zoom (F3)** – přiblíží/oddálí prostředí
- (13) **Pan (F2)** – umožňuje posun prostředí
- (14) **Zoom Selected** – přiblíží/oddálí vybranou křivku, hranu nebo povrch dílu
- (15) **Rotate (F4)** – s tímto příkazem můžeme libovolně otáčet daným prostředím, umožňuje rotaci kolem tří os – jednotlivě nebo společně
- (16) **Look at** – kolmý pohled na zvolený rovinný útvar



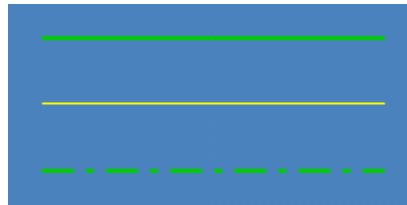
Obr. 8. Nástroje kamera

- (17) **Display – Shaded** – vystínovaný model
 - *Hidden edges* – kombinace vystínovaného a drátového modelu
 - *WireFrame* – drátový model
- (18) **Camera – Orthographic** – ortografická kamera, nedochází ke zkreslení
 - *Perspective* – perspektivní kamera, vlivem vzdálenosti dochází ke zkreslení
- (19) **Shadow – No Ground** – díly nevrhají stín
 - *Ground* – díly vrhají stín
 - *X-Ray Ground* – “rentgenové stíny“
- (20) **Styl entity** – aktivní pouze ve sketchi
 - *Normal* – základní nepoužívanější styl pro konstrukci
 - *Construction* – pomocný styl, který není při samotném modelování dílu využit

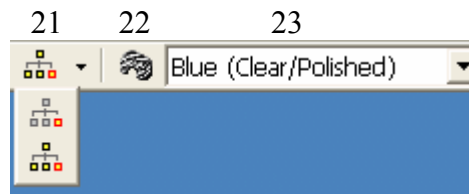
– *Centerline* – styl osa pro přímé definování osy vhodné pro některé následující operace modelování – např. *Revolve*, *Coil* a další.



Obr. 9. Styl entity



Obr. 10. Styl entity – příklad



Obr. 11. Nástroje vlastností

- (21) **Component Opacity** – neprůhlednost komponentů využijeme při práci v sestavě, kdy můžeme určit průhlednost či neprůhlednost ostatních dílů na pozadí, jestliže momentálně pracujeme jenom na jednom dílu dané sestavy
- (22) **Analyze Faces** – hodnotí kvalitu povrchu, zobrazuje souvislost mezi jednotlivými povrchy dílu
- (23) **Colors** – roletové menu nabízející rychlou změnu materiálu dílu, je aktivní pouze v režimu 3D modelování

3.4 Další nástroje a funkce

- **Help Topics**  (F1) – klasická nápověda, která provází celým programem Autodesk Inventor, nabízí rejstřík jmen, vyhledávání, popis jednotlivých nástrojů aj.
- **Visual Syllabus**  – velmi dobře propracovaný soubor animací, které popisují jednotlivé nástroje modelování
- **Recover**  – nabízí pomoc a návrh řešení při vzniku nějakého problému

Pro rychlejší práci s programem jsou pak určeny klávesové zkratky, které jsou uvedeny výše u jednotlivých nástrojů (např. fce Zpět – CTRL+Z, pro vyvolání sketchu klávesa S nebo pro Posun klávesa F2). S výhodou se dá využít i klávesa F5, která se vrátí k předchozímu pohledu. Nelze ani zapomenout na klávesové zkratky u nástrojů sketchu – nástroj Line (přímka) vyvolá klávesa L nebo Dimension (kótování) klávesa D, dále u modelovacích nástrojů, jako například pro Extrude E, pro Hole H atd. Klávesy ale nejsou použity pro všechny nástroje.

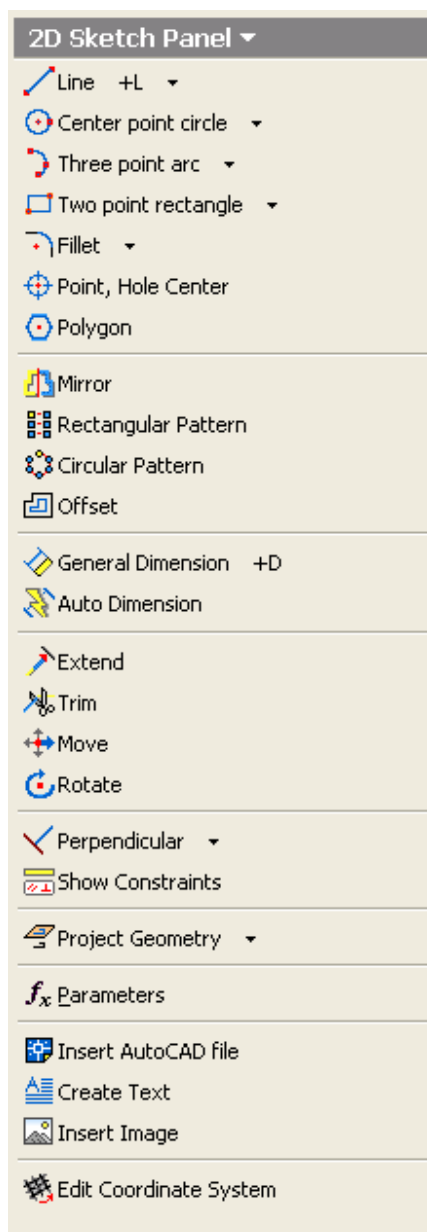
Základním dorozumívacím nástrojem s programem Inventor je počítačová myš. Levé tlačítko myši (dále jen LTM) slouží k vyvolávání nástrojů a jejich potvrzování, určování geometrie, atd. Pravé tlačítko myši (dále jen PTM) slouží k zavolání kontextových menu, které souvisí s aktuálním procesem. Rolovací kolečko pak hlavně usnadňuje zoomování, kdy rolování směrem nahoru oddaluje díl, směrem dolů díl přibližuje. Držením kolečka pak vyvoláme fci *Pan*, tedy můžeme posouvat dílem nebo skicou v promítací rovině.

Výběr prvků je možný několika způsoby. Buď je kurzorem myši vybereme jednotlivě (pokud chceme odstranit zvolený výběr, stačí při opakovaném výběru držet klávesu CTRL) anebo je možné použít výběru pomocí taženého okna. Pokud výběrové okno potáhneme zleva doprava, vyberou se jenom ty prvky, které jsou v okně obsaženy celé. Pokud potáhneme výběrové okno zprava doleva, do výběru budou zahrnuty i prvky, které jsou v okně obsaženy jen částečně.

Ikona výběru  slouží k přesnému výběru určitého prvku. Pokud máme vymodelovaný složitější díl a potřebujeme vybrat ze spleti křivek např. jenom jeden bod, stačí na daném místě podržet kurzor myši a objeví se *ikona výběru*. Šipkou vlevo nebo vpravo listujeme nabídkou objektů (nabízeny jsou jen ty objekty, které leží pod kurzorem myši), prostředním tlačítkem potvrzujeme výběr.

4 2D SKETCH PANEL (PANEL 2D NÁČRTU)

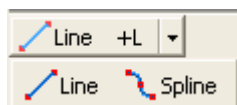
Sketch (náčrt) je prvotní část Inventoru, ve které začínáme daný díl modelovat. Nejprve se načrtne hrubá skica, pak geometrickými a rozměrovými vazbami upravíme náčrt do požadované podoby. Držíme se pravidla, že náčrt má být co nejjednodušší. Základy parametrického modelování jsou uvedeny v kapitole 2. Pokud chceme vytvářet objemové díly, načrtnutá kontura sketche musí být uzavřená. Pokud uzavřená nebude, pomocí modelovacích nástrojů budeme vytvářet plochy. Důležité je vhodné umístění počátku souřadného systému ve sketchi, které nám usnadní další práci s konstrukčními prvky díky rychlému přístupu k souřadným rovinám v adresáři *Origin* v panelu *Prohlížeč (Browser Bar)*.



Obr. 12. 2D Sketch Panel

4.1 Line, Circle, Arc, Ellipse, Rectangle, Fillet, Chamfer, Point, Polygon

Line +L:



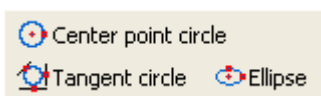
Příkaz k tvorbě přímky a vyhlazené křivky (*Spline*). LTM zadáváme body, PTM přes kontextové menu můžeme vybrat střed přímky nebo jejich průsečík, pokud chceme kreslit novou přímku – kontextové menu - *restart*. Ukončení příkazu klávesou *Esc* nebo přes PTM – *Done*. S výhodou můžeme použít zobrazovaných geometrických vazeb, které, pokud jsou zobrazeny při potvrzení dalšího bodu, se automaticky uloží pod vazbu dané přímky (přímek). Geometrické vazby budou popsány níže.

Spline je určena pro tvorbu spojitých křivek. LTM zadáváme body, ukončení příkazu dvojklikem LTM nebo ESc. Velkou paletu úprav nabízí kontextové menu (přidání bodu, uzavřená křivka a další).

Line stejně jako *Spline* můžeme modifikovat posunem celých křivek nebo jednotlivých bodů pomocí LTM.

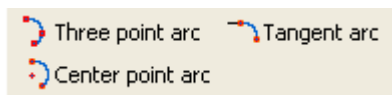
V příkazu *Line* je též nadefinována jednoduchá tvorba oblouků. Pokud budeme s kurzorem myši v nějakém koncovém bodě přímky a podržíme LTM s následným tažením od tohoto koncového bodu, dojde k narýsování oblouku tak, jak dále určíme. Pokud chceme opačně orientovaný oblouk, stačí se vrátit zpět do koncového bodu, program nabídne druhou možnost.

Circle, Ellipse:



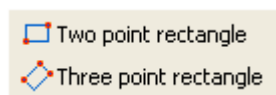
Příkaz pro kružnici a elipsu. Zadáváme střed a jeden bod kružnice. V případě *Tangent circle* zadáváme tři tečny kružnice. U elipsy zadáváme střed, její hlavní osu a bod elipsy. Chycením za střed můžeme kružnici či elipsu libovolně posouvat, rozměry pak měníme posunem kteréhokoliv bodu křivky.

Arc:



Oblouk třemi body (*Three point arc*), které postupně určíme. Tečný oblouk (*Tangent arc*), který je definován tečnou a vlastním bodem. Oblouk určený středem a výsečí (*Center point arc*), zadáváme střed, počáteční a koncový bod oblouku.

Rectangle:



Obdélník určený dvěma diagonálními body – *Two point rectangle*. Obdélník určený třemi ortogonálními body – *Three point rectangle*, nejprve určíme jednu stranu obdélníka a pak jeho libovolný bod.

Fillet, Chamfer:

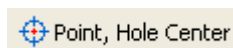


Fillet zaoblí roh. Určíme radius a vybereme roh, který chceme zaoblit (nebo vybereme nejprve jednu přímku a potom druhou). Zaoblení je pak přiřazena kóta, dvojklikem na tuto kótu můžeme poloměr zaoblení kdykoliv změnit.

Chamfer provede zkosení rohu. Můžeme provést stejnoměrné zkosení , nestejnoměrné  a nebo zkosení na určité délce pod zadaným úhlem . První hranou vybíráme vzdálenost dva (*Distance 2*), druhou hranou vzdálenost 1 (*Distance 1*). Po provedení operace je zkosení opět přiřazena kóta, kterou později můžeme upravovat.

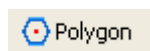
Fillet i *Chamfer* doporučuju využívat až při tvorbě dílů, ve sketchi tak stačí určit jen základní geometrii bez těchto zkosení a zaoblení, je to mnohem výhodnější z důvodu snadnější úpravy dílu.

Point, Hole center:



Příkaz *Bod* slouží k umístění bodu v náčrtu. Hodí se pro specifikaci některých dalších operací. Speciální funkci má tento bod jako střed díry, urychlí tak definování díry pomocí nástroje *Hole* v *Part Features*. LTM jednoduše určíme polohu bodu, s výhodou můžeme využít naznačených geometrických vazeb (uchop střed, středový bod přímky...).

Polygon:



Vytvoří polygon s definovaným počtem stran. Určujeme střed, počet hran a uchopení polygonu buď za jeho roh  nebo střed strany .

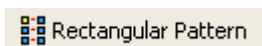
4.2 Mirror, Rectangular and Circular Pattern, Offset

Mirror

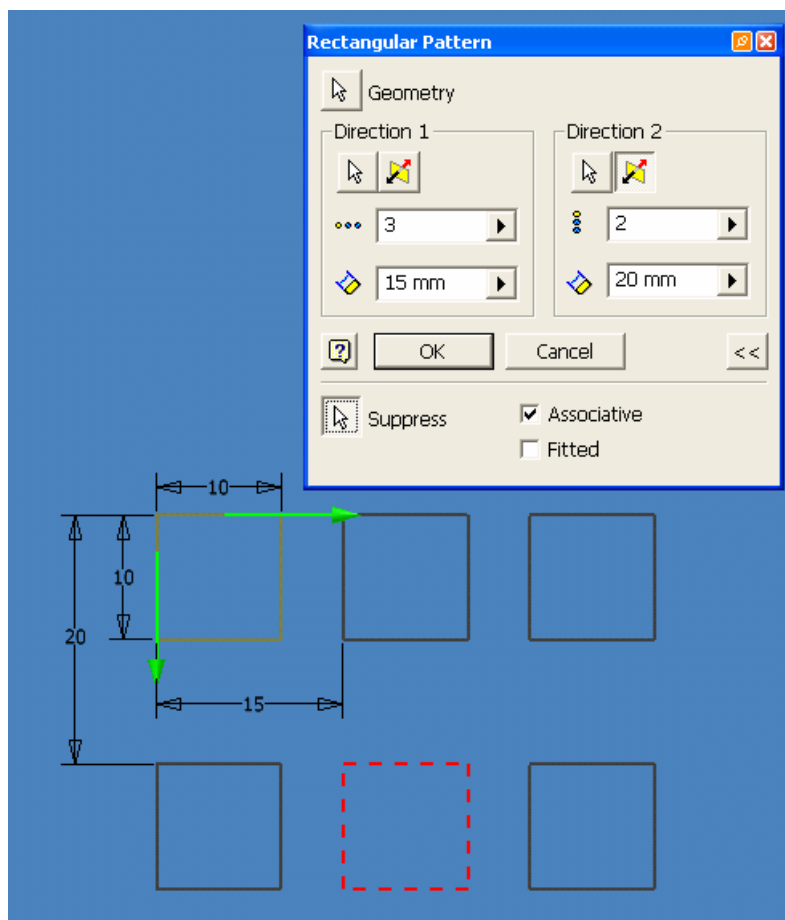


Mirror slouží k zrcadlení náčrtových objektů. Pod tlačítkem *Select*  vybíráme objekty k zrcadlení, při aktivním *Mirror line*  určíme osu zrcadlení. Tlačítkem  provedeme příkaz.

Rectangular Pattern:



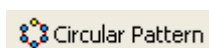
Obdélníkové pole slouží k rozmnožení náčrtových objektů do určitého počtu řad a sloupců. Ušlechtní nám tak mnoho práce při tvorbě stejných, pravidelně rozmístěných útvarů.



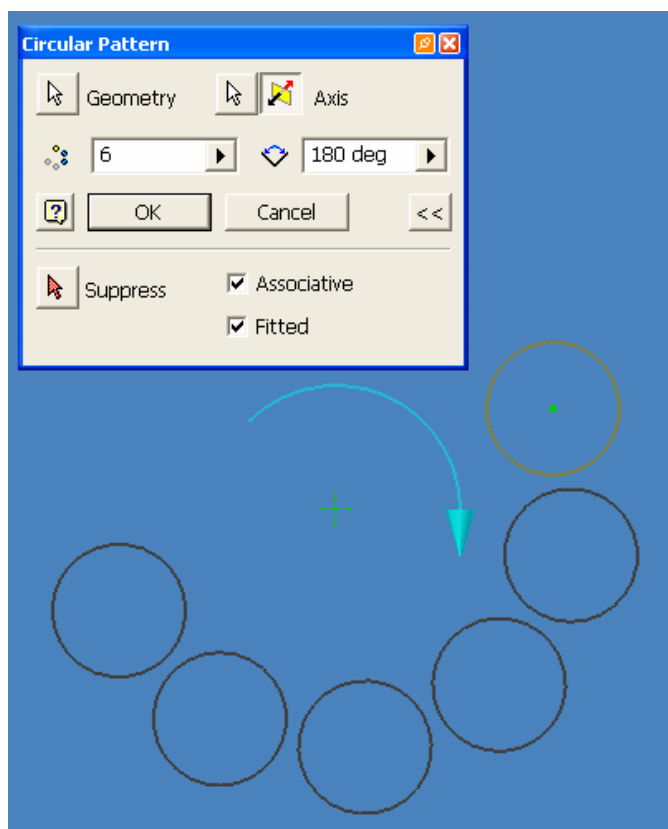
Obr. 13. Rectangular Pattern

Nejprve vybereme přes ikonu  **Geometry** objekt k rozmnožení (čtverec 10x10). V poli **Direction 1** vybereme první směr (horní vodorovná hrana čtverce). Ikonou  měníme orientaci směru. Zadáme požadovaný počet objektů (3) a jejich jednotlivou vzdálenost (15 mm). Pokud chceme přidat i řady, provedeme stejný postup i ve druhém směru. Zvolíme druhý směr (levá svislá strana čtverce), počet řad (2) a vzdálenost (20 mm). V rozšířené nabídce pod ikonou  můžeme potlačit (*Suppress*) určitou kopii, se kterou nechceme pracovat. Pokud označíme políčko *Fitted*, poslední objekt v prvním směru bude začínat na dané vzdálenosti.

Circular Pattern:



Kruhové pole, stejně jako pole obdélníkové, slouží k rozmnožení náčrtových objektů, v tomto případě ale do určitého kruhu nebo oblouku.



Obr. 14. Circular Pattern

Máme daný objektový náčrt, který chceme rozmnožit pomocí kruhového pole (kružnice).

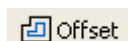
Přes ikonu  **Geometry** vybereme objekt (kružnice) a určíme osu kruhového pole (bod).

Ikonou  opět můžeme měnit orientaci směru. Zadáváme počet objektů (6) a úhel kruhového oblouku (180°). Na oblouk 180° se tedy rozdělí 6 kružnic.

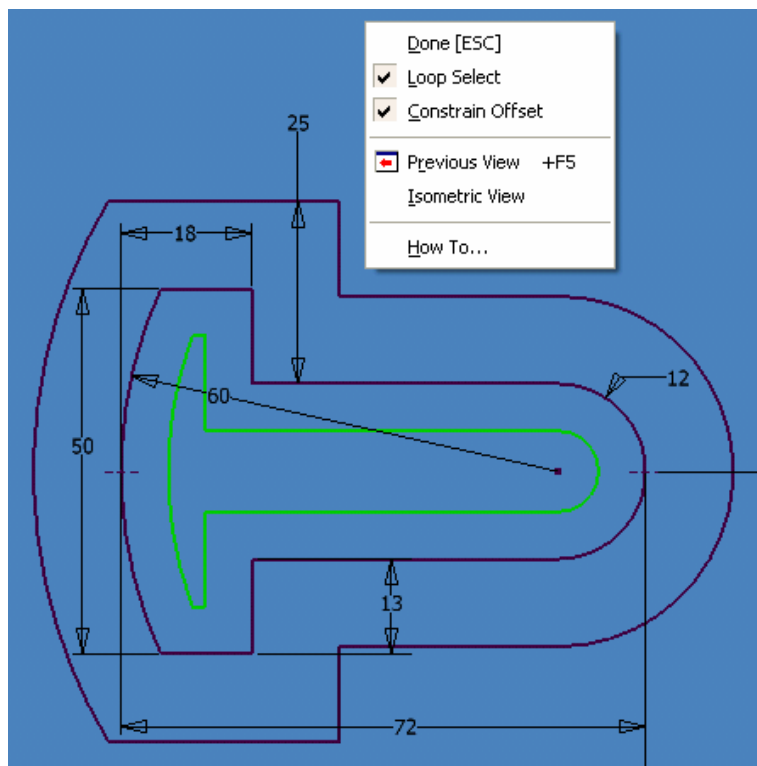
Pokud máme v rozšířené nabídce  odtrženo políčko *Fitted*, úhel bude mít význam kroku. Rozmnožíme-li tedy například 4 objekty v kroku po 60° , odpovídá to 4 objektům na 180° se zatrženou fcí *Fitted*. Opět můžeme přes ikonu  **Suppress** potlačit libovolný objekt.

Jak pole obdélníkové tak kruhové doporučuji používat až při samotném modelování dílů (*Part Features*), usnadní to rychlejší úpravu dílu.

Offset:



Ekvidistanta vytvoří zmenšenou nebo zvětšenou kopii objektu. Při plně zavazbeném náčrtu (objekt je černý) a při zapnuté vazbené ekvidistantě (*Constrain Offset*) nám vznikne vazbená kopie podle původního originálu, stačí zadat pouze vzdálenost od originálu (větší kopie, kóta 25). Stejně tak musí být aktivní výběr uzavřené křivky (*Loop Select*). K oběma těmto funkcím se dostaneme přes PTM vyvoláním kontextového menu.



Obr. 15. Offset

Pokud je funkce *Loop Select* vypnuta, program vybírá pouze jednotlivé křivky. Vybereme jednotlivé křivky a přes kontextové menu (PTM) pokračujeme příkazem *Continue*, nebo rovnou potvrdíme *Enter*.

Pokud je vypnuta funkce *Constrain Offset*, vzniklá kopie není vazebně závislá na původní, její geometrii můžeme měnit vloženými vazbami.

4.3 General Dimension, Auto Dimension

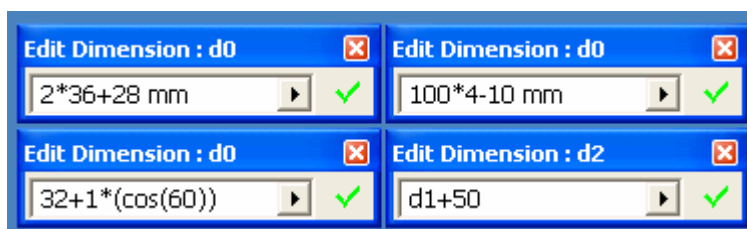
General Dimension +D:



Obecné kótování nám přesně určuje geometrii náčrtu. Jedná se o rozměrové vazby. Zvolíme danou geometrii, kterou chceme kótovat, po odkliknutí naskočí dialogové okno, kde jednoduše upravíme daný rozměr.

Kótování je velmi jednoduché, v orientaci nám napomáhají informativní kurzory myši (vzdálenost, úhel...). Při kótování oblouků nebo kružnic si můžeme přes kontextové menu vybrat kótu poloměru (*Radius*) nebo průměru (*Diameter*). Přes kontextové menu můžeme také volit kótu horizontální, vertikální nebo podélnou.

Do dialogového okna nemusíme vepisovat jenom přímé hodnoty kót, ale můžeme zde též psát matematické výrazy nebo odkazy na další kóty.

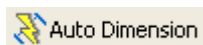


Obr. 16. General Dimension

Pro přesnou a hlavně bezchybnou práci s programem Autodesk Inventor doporučuji 100 % zavazbit celou geometrii. Pokud má tedy geometrie nulový stupeň parametrizace, náčrt zčerná.

K tomu, abychom vytvořili plně parametrický náčrt, musíme také jasně určit polohu k počátku souřadného systému geometrickou nebo rozměrovou vazbou. A pokud chceme s tímto bodem pracovat, musíme si jej nejdříve promítnout, více viz *project geometry*.

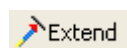
Auto Dimension:



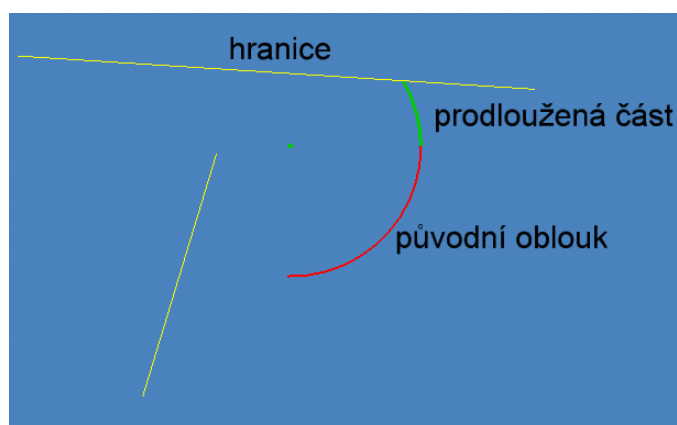
Automatické kótování není v Autodesk Inventoru 6 dostatečně vyladěno, proto jej nedoporučuji moc používat. Pokud ale potřebujeme zakótovat složitější náčrt a nevíme, kolik kót nám ještě zbývá k úplnému zavazbení (stupeň parametrizace náčrtu), můžeme to jednoduše zjistit z požadovaného počtu kót (*Dimensions Required*) v dialogovém oknu.

4.4 Extend, Trim, Move, Rotate

Extend:



Příkaz *prodloužení*. Výběrem přímky či oblouku nám program sám nabídne možná řešení prodloužení k nějaké křivce.

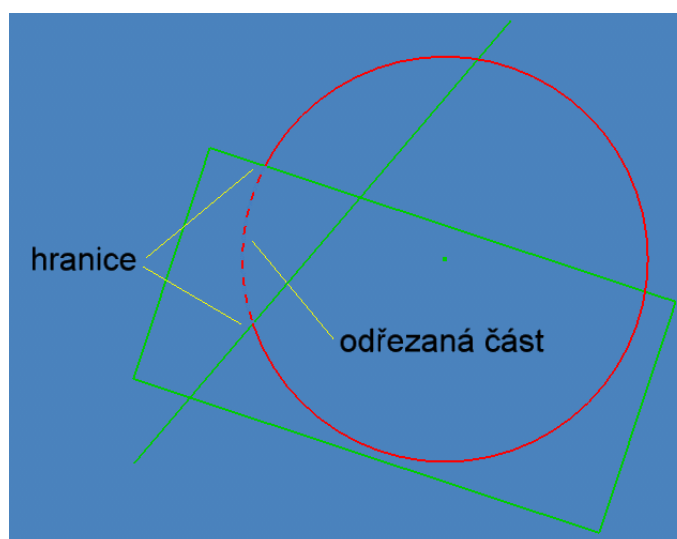


Obr. 17. Extend

Trim:



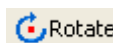
Tento nástroj slouží k ořezání křivky pomocí definované hranice. Program opět ukáže možná řešení odřezání.



Obr. 18. Trim

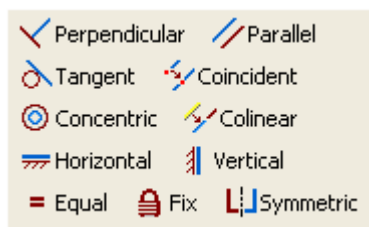
Move:

Nástroj pro posun objektů v náčrtu. Vybereme objekty, které chceme přesunout (popř. zkopírovat při označeném políčku *Copy*) a označíme počáteční  a koncový  bod posunu.

Rotate:

Příkaz *Rotate* slouží k otočení vybraného objektu o určitý úhel kolem bodu rotace. Pokud budeme mít označeno políčko *Copy*, vznikne otočením objektu jeho kopie. Vybereme otáčený objekt (objekty), určíme bod rotace  **Center Point** a zadáme úhel otočení – kladný úhel znamená otočení v kladném směru, tedy proti směru otáčení hodinových ručiček.

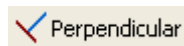
4.5 Constraints, Show Constraints, Project Geometry

Constraints:

Obr. 19. Constraints

Geometrické vazby slouží k zavazbení náčrtu pomocí definovaných vazeb, které jsou buď nabízeny při vlastním rýsování anebo jimi můžeme geometrii upravit později.

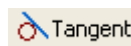
Rozlišujeme následující vazby:



Kolmost



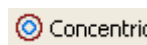
Rovnoběžnost



Tečnost



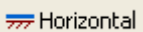
Totožnost

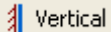


Soustřednost



Kolineárnost

 Horizontal Horizontálně

 Vertical Vertikálně

 Equal Stejná délka

 Fix Pevný bod

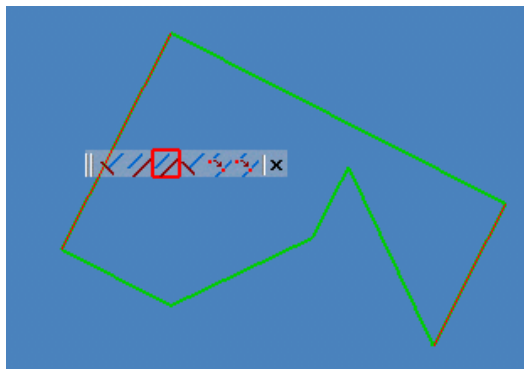
 Symmetric Symetrie

Show Constraints:

 Show Constraints

Tento příkaz nám zobrazí vazby na požadovaném objektu. Můžeme tak získat přehled o geometrickém zavazbení a jednotlivé vazby popřípadě smazat.

Pokud chceme zobrazit vazby všech objektů, jednoduše přes PTM vyvoláme kontextové menu a zvolíme *Show All Constraints*. Pro skrytí všech vazeb zase použijeme *Hide All Constraints*.



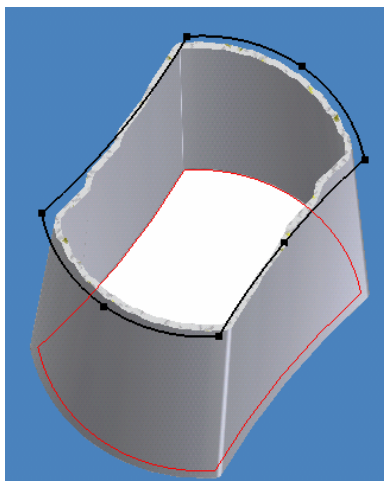
Obr. 20. Show Constraints

Posunem kurzoru myši po jednotlivých vazbách v nabídce se nám zobrazí konkrétní objekty daného zavazbení.

Project Geometry:

 Project Geometry
 Project Cut Edges
 Project Flat Pattern

Project geometry nám do daného sketche promítne požadovanou geometrii tělesa (promítnutí je kolmé na sketch).



Obr. 21. Project Geometry

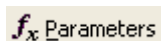
Je možné také do sketchu promítnout roviny, osy a počáteční bod souřadného systému, což je důležité nejen pro úplnou parametrizaci náčrtu, ale umožňuje i rychlejší modelování. Stačí z panelu Prohlížeč (*Browser Bar*) vybrat v adresáři *Origin* požadovanou geometrii souřadného systému.

Project Cut Edges nám zobrazí všechny říznuté hrany tělesa aktivní sketchí.

Project Flat Pattern je aktivní pouze v souborech Sheet Metal.ipt.

4.6 Parameters, Insert AutoCAD file

Parameters:



Příkaz vyvolá tabulku, ve které můžeme definovat rozměrové parametry. Tlačítkem

Add

můžeme přidat vlastní rozměrový parametr, který později určíme ve sketchi.

Pokud chceme do součásti načíst nějaké externí parametry, lze to provést tlačítkem

Link

, které vloží nadefinované parametry ze souboru *.xls.

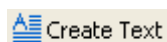
Insert AutoCAD file:



Vloží výkres z AutoCADu, přes vkládací menu nastavíme požadované vlastnosti vloženého výkresu. Zobrazený výkres můžeme využít k tvorbě geometrie náčrtu.

4.7 Create Text, Insert Image, Edit Coordinate System

Create Text:



Příkaz pro vytvoření textu v náčrtu. Text můžeme jednoduše definovat v pracovním okně, prostředí je podobné Microsoft Word. Pozdější úpravu textu provádíme přes kontextové menu – *Edit Text*. Pokud chceme natočit text v nějakém směru, použijeme k tomu příkaz *Edit Coordinate System*.

Insert Image:



Nástroj pro vložení libovolného obrázku, kterým může být také nějaká fotografie nebo naskenované črty designéra. Obrázek pak slouží k definování budoucí geometrie nebo jako základ pro nástroj *Decal* (obtisk).

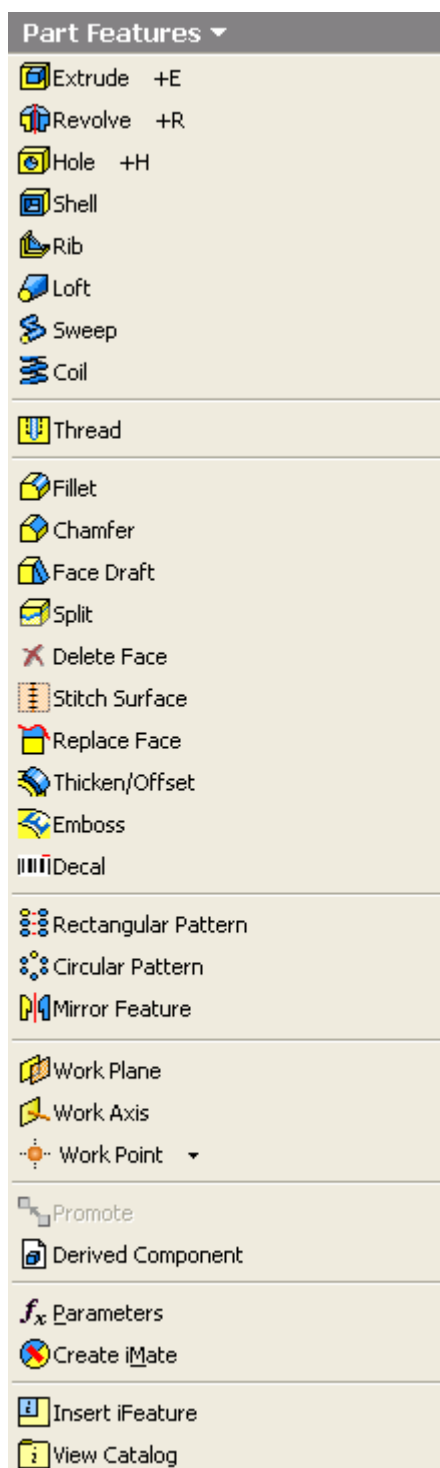
Edit Coordinate System:



Slouží ke změně souřadného systému. Autodesk Inventor využívá levotočivý souřadný systém. Nejčastěji tento příkaz použijeme, pokud chceme změnit natočení textu.

Zvolíme osu nebo nulový bod souřadného systému, potom ukážeme hranu, osu nebo bod, podle kterých budeme tento souřadný systém editovat. Ukončení příkazu přes kontextové menu – *Done*.

5 PART FEATURES (PRVKY SOUČÁSTI)

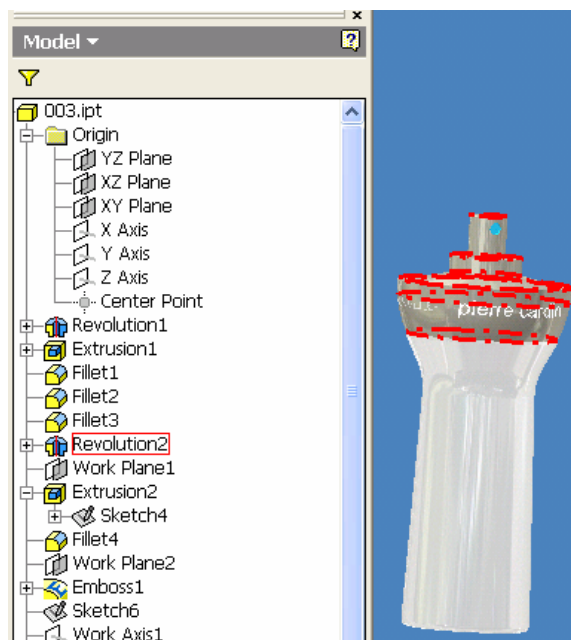


Obr. 22. Part Features

Prvky součásti (*Part Features*) nabízí nástroje pro samotné modelování dílu z již definovaných náčrtů. Pohyb v modelovacím prostředí je stejný jako v prostředí náčrtu (*Sketch*). Ovšem panel Prohlížeč (*Browser Bar*) zde teprve nabývá velkého významu, rovněž je dobré znát nabídku kontextového menu v pracovním prostředí.

Browser Bar

V panelu Prohlížeč se postupným modelováním konstrukčních prvků vytváří adresářový strom, ve kterém jsou všechny tyto provedené konstrukční prvky zobrazeny.



Obr. 23. Browser Bar

Pohybem myši ve stromovém adresáři se na modelovaném dílu náznakem zobrazuje zvolená operace (viz obr. 23). S výhodou můžeme též hojně používat adresář *Origin*, ve kterém jsou uloženy základní geometrické prvky souřadného systému. V mnoha případech usnadní zbytečnou tvorbu pomocných rovin za předpokladu vhodně zvoleného počátku souřadného systému při rýsování prvního náčrtu.

Konstrukční prvky lze v adresářovém stromu přesouvat jednoduchým uchycením LTM a tažením požadovaným směrem. Přesunutí prvku je samozřejmě omezeno některými vzájemně propojenými operacemi (zaoblení hrany nemůžeme přesunout před samotné vysunutí prvku tvořícího tuto hranu). Také můžeme přesunout konec adresářového stromu (*End of Part*) a vrátit se tak v modelování o několik kroků zpět.

Kontextová menu

Jednotlivé konstrukční prvky ve stromovém adresáři můžeme editovat přes PTM pomocí kontextového menu.

Můžeme tak zobrazit kóty, editovat náčrt, samotný prvek, potlačit prvek příkazem *Suppress Features* nebo upravit vlastnosti konstrukčního prvku příkazem *Properties*.

V pracovním prostředí *3D modelování* tvoří kontextové menu rozdílné příkazy – za zmínku stojí izometrický pohled a rychlý přístup k náčrtům.

Kontextové menu v pracovním prostředí *2D Sketche* nabízí především rychlý přístup k tvorbě vazby (*Create Constraint*) a konstrukčního prvku (*Create Feature*). Příkaz *Slice Graphics* pak nabízí řez dílu pomocí aktuálního sketche.

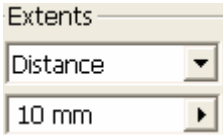
5.1 Extrude, Revolve, Hole, Shell, Rib, Loft, Sweep, Coil

Extrude +E:



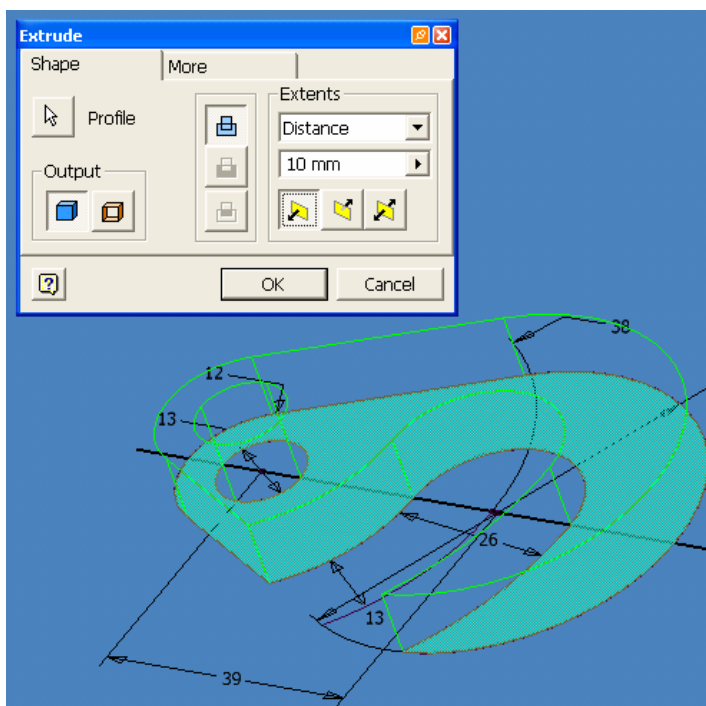
Příkaz *Vysunout* nám ze sketche vytvoří vysunutý prvek. Přes výběr  **Profile** vybereme

profil náčrtu, přes výstup  pak určujeme, zda-li vytvořený objekt bude

“hmotný” díl nebo plocha. Zbývá určit rozměr součásti podle vymezení .

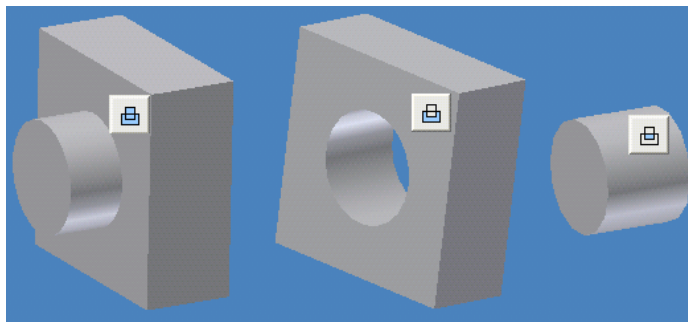
Na výběr máme možnost *Distance* – vzdálenost, *To next* – k určenému objektu, *To* – k určené ploše, *From to* – od zvolené plochy k další zvolené, *All* – všechno. Nejčastěji je

však využít *Distance*. Pomocí tlačítek  volíme směr vysunutí.



Obr. 24. Extrude

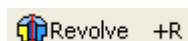
Nejen u příkazu *Extrude* hojně využijeme množinové operace *Připojení* , *Odřezání*  a *Průnik* , které určují základní myšlenku prováděné operace. Na příkladu je znázorněno různé vysunutí kruhového profilu do kvádrů.



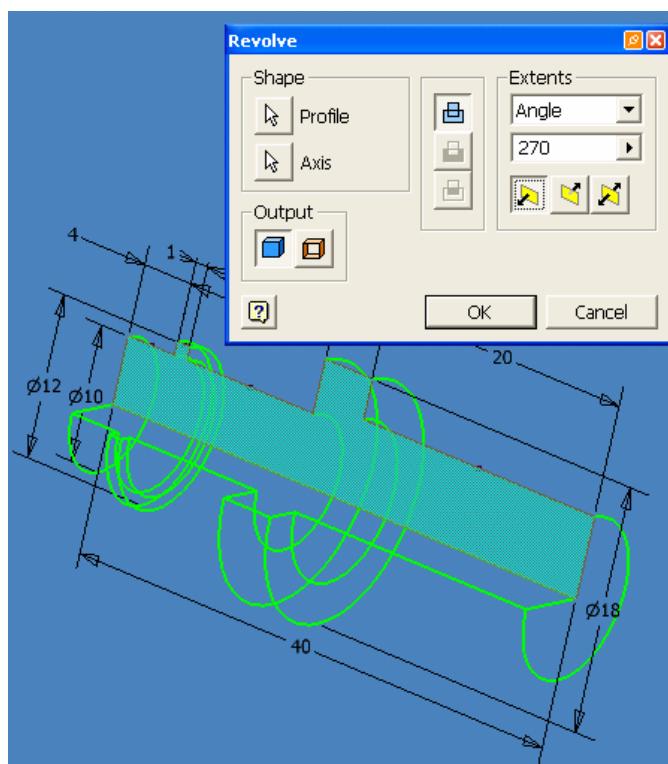
Obr. 25. Extrude – množinové operace

V záložce *More* je vhodné využívat nabídku šikmého vysunutí pod určitým úhlem - *Taper*. Kladná hodnota znamená rozšíření a záporná hodnota zúžení dílu při vysunutí, jak to naznačuje ilustrativní bílá šipka.

Revolve +R:



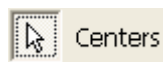
Příkaz *Otočit* vytvoří rotační součást. Vybereme profil  *Profile* a určíme osu rotace  *Axis* (pokud je osa rotace určena v náčrtu entitou *centerline*, program ji sám vybere). Meze *Extents* nám nabízejí dvě možnosti – plnou rotaci *Full* nebo rotaci danou úhlem *Angle*. V druhém případě zadáme úhel rotace a popř. určíme její směr   . Při více objektech je opět možno využít množinových operací *Připojení* , *Odřezání*  a *Průnik* . Na příkladu je znázorněna rotace profilu hřídele pod úhlem 270°.



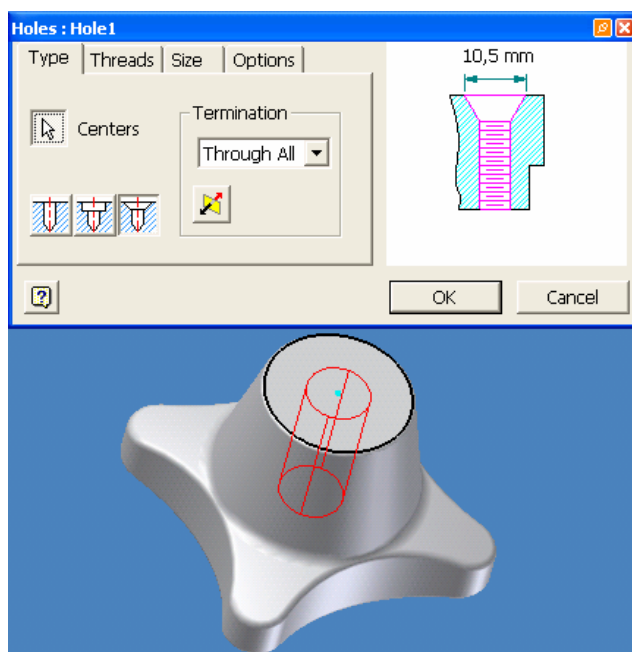
Obr. 26. Revolve

Hole +H:

Příkaz *Díra* je určen pro tvorbu různých typů dír bez závitu i se závitem. Přes ikonu



vybereme středy děr, pokud jsou ve sketchi definované *Hole Centres*, program sám do těchto bodů umístí díry. V záložce *Type* určíme typ a velikost díry, hodnoty přepisujeme přímo v náhledovém obrázku.



Obr. 27. Hole

Záložka *Threads* nabízí tvorbu závitů, určujeme typ závitu, jestli je pravotočivý nebo levotočivý a hloubku závitu.

V záložce *Size* definujeme přesnou velikost závitu.

A v záložce *Options* můžeme určit vrcholový úhel díry, popř. úhel zahloubení u díry typu *Countersink*.

Shell:



Příkaz *Skořepina* vytvoří dutinu ve zvoleném dílu. Tlačítkem **Remove Faces** vybereme plochu, kterou chceme odstranit, určíme tloušťku stěny a hranice stěn budoucí skořepiny – *Inside* odsadí stěnu skořepiny dovnitř dílu, *Outside* odsadí stěnu vně dílu, *Both* odsadí stěny na obě strany jak vně, tak dovnitř. Pokud nebude vybrána ani jedna plocha dílu, vznikne uzavřená dutina uvnitř dílu.



Obr. 28. Shell

V rozšířené nabídce je možno určit různé tloušťky stěn jednotlivým výběrem ploch dílu.

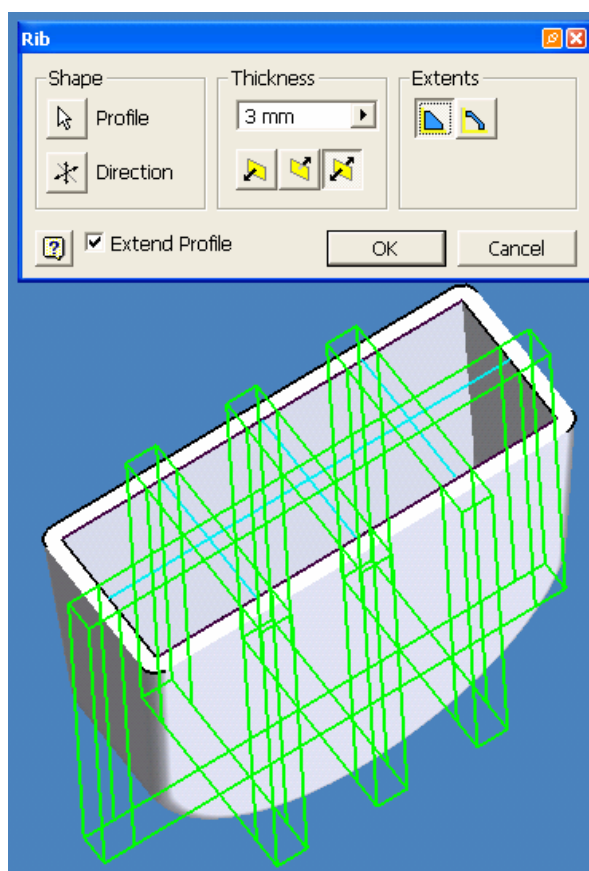
Rib:



Příkaz *Žebro* je výborným pomocníkem v konstrukci jakýchkoliv žebířů za použití jednoduchých sketchů. Náčrtem budoucích žebířů jsou základní otevřené křivky. Opět přes

ikonu **Profile** vybereme profil žebířů, určíme směr žebířování **Direction**, zvolíme tloušťku žebířů a směr odsazení . Zbývá určit, jestli žebířování bude úplné .

nebo jen do určité hloubky . Zatřené ikona ☒ **Extend Profile** určuje prodloužení profilu o tloušťku žeber.

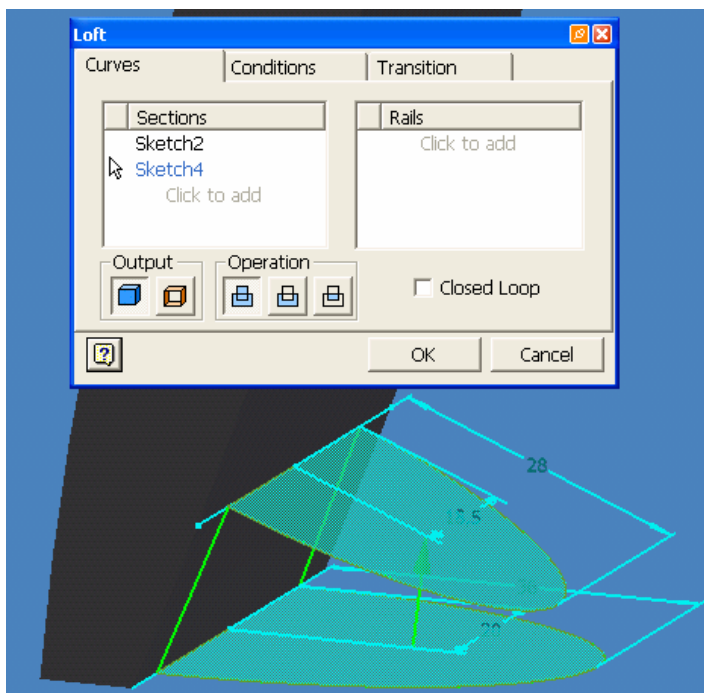


Obr. 29. Rib

Loft:



Příkaz *Šablonování* slouží k vytvoření dílu propojením více profilů definovaných jednotlivými náčrty, popřípadě přesněji určeném dalšími trajektoriemi. V záložce *Curves* vybereme definované sketche, program sám nabídne určený tvar. Tento tvar lze popřípadě upřesnit přes trajektorie *Rails*, které vedou bodem každého profilu. Opět můžeme s výhodou použít množinové operace *Operation*. Pokud označíme ☒ **Closed Loop**, za vhodných podmínek bude z trajektorie šablonování vytvořena uzavřená smyčka.

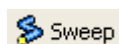


Obr. 30. Loft

V záložce *Conditions* určujeme podmínky koncových profilů, které určují okrajové tvary dílu.

V záložce *Transition* je možno upravovat body mapování, musíme ale zrušit funkci automatického mapování ☒ **Automatic Mapping**, která je vždy aktivní, neurčí-li uživatel jinak. Z velké většiny případů ale není potřeba provádět toto vlastní mapování.

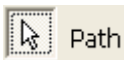
Sweep:



Příkaz *Tažení* vytváří díl tažením definovaného profilu po určené trajektorii. Vybereme



Profile

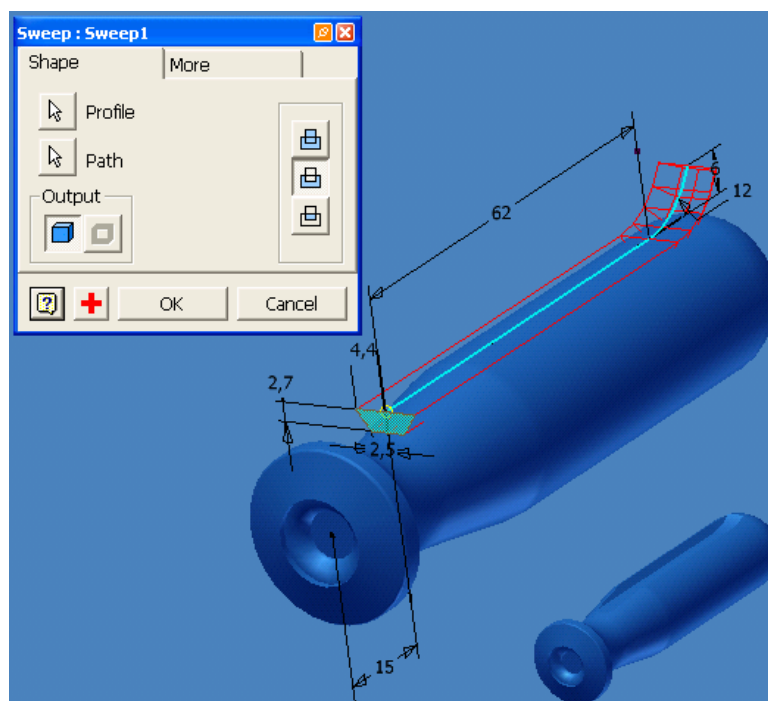


Path

profil a trajektorii, po které se bude daný profil táhnout. Na zvoleném příkladě k tvorbě drážky v rukojeti šroubováku využijeme množinové operace *Odřezání*



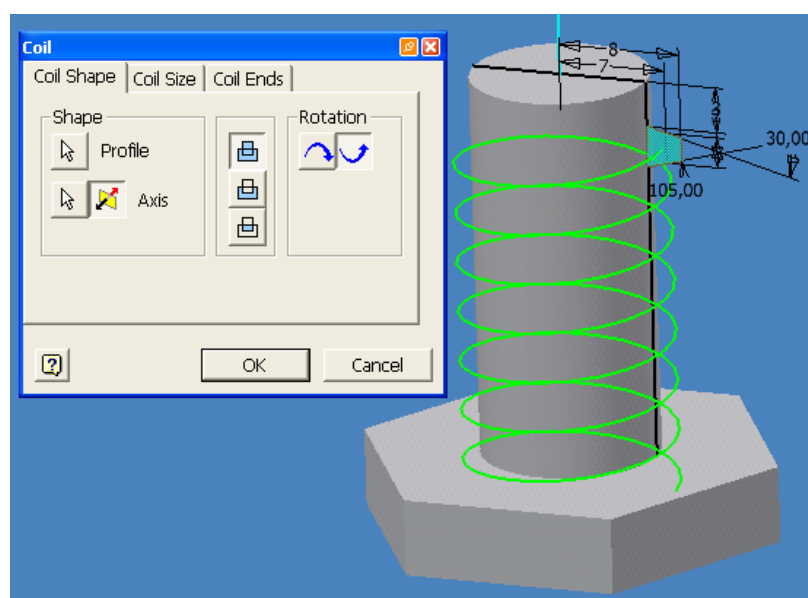
. V záložce *More* pak můžeme zadat zúžení taženého profilu.



Obr. 31. Sweep

Coil:

Příkaz *Spirála* slouží k tvorbě různých spirál, pružin, závitů atd. Vybereme definovaný profil  **Profile** a určíme pracovní osu a směr vinutí  **Axis**. Pomocí ikon  určíme smysl vinutí. Opět můžeme využít množinových operací.



Obr. 32. Coil

V záložce *Coil Size* definujeme typ zadávaných parametrů spirály:

- *Pitch and Revolution – Rozteč a Počet závitů*

- *Revolution and Height* – Počet závitů a Výška
- *Pitch and Height* – Rozteč a Výška
- *Spiral* – Spirála

Nabídka *Taper* provede zúžení spirály pod zadaným úhlem.

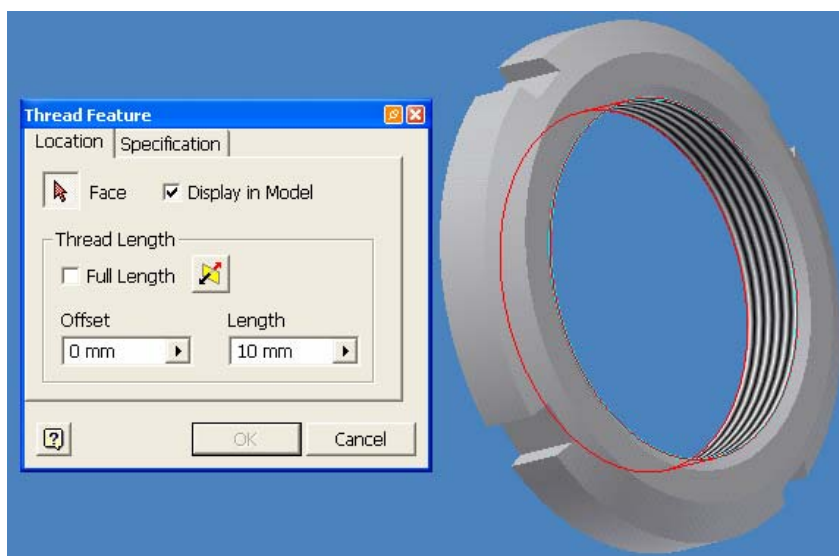
V záložce *Coil Ends* pak můžeme měnit konce spirály.

5.2 Thread, Fillet, Chamfer, Face Draft, Split

Thread:



Příkaz *Závít* slouží k tvorbě vnitřních i vnějších závitů na válcových plochách. Vybereme válcovou plochu přes ikonu **Face**, pokud nechceme plnou délku závitu, určíme další parametry – odsazení *Offset* a délku *Length* závitu.



Obr. 33. Thread

V záložce *Specification* upřesníme typ závitu.

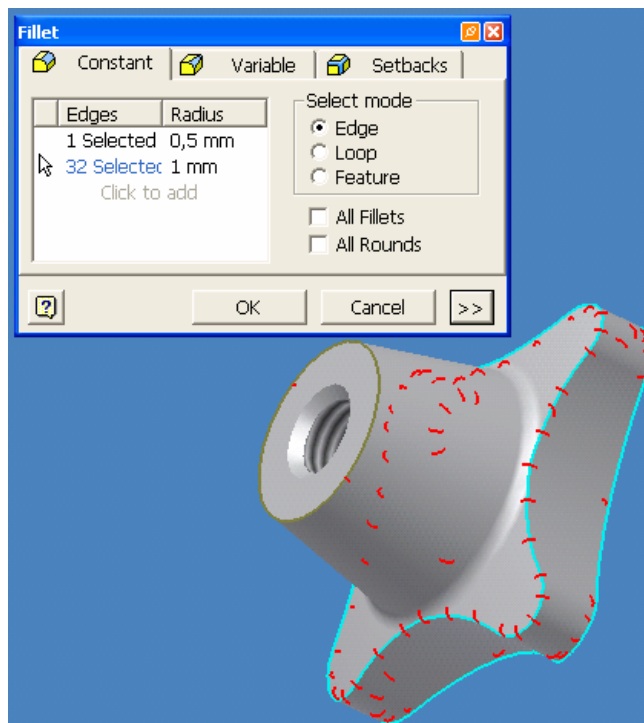
Fillet:



Příkaz *Zaoblení* slouží k zaoblení hran dílů, můžeme vytvářet konstantní nebo proměnné zaoblení.

V záložce **Constant** definujeme konstantní rádius. Kliknutím LTM na položku *Selected* vybíráme hrany k zaoblení, dále určíme rádius. Pokud chceme zaoblit další hrany o jiném poloměru, stačí přes položku *Click to add* opakovat uvedený postup znovu. Ve výběru hran

Select mode můžeme nastavit prioritu výběru: *Edge* – hrana, *Loop* – smyčka, *Feature* – konstrukční prvek. Rychlé zaoblení všech vnitřních nebo vnějších hran můžeme provést zatržením ☒ **All Fillets** nebo ☒ **All Rounds**.



Obr. 34. Fillet

Záložka  **Variable** slouží k definování proměnného zaoblení. Vybereme hranu k zaoblení a přes položku *Point* vybíráme na hraně body, kterým přiřazujeme jednotlivé hodnoty poloměrů a pozic. Pozice přiřazuje danému úseku (kružnici, úsečce) délku jedné jednotky. Lze tak přepočítat ostatní polohy bodů. Ikona ☒ **Smooth radius transition** značí plynulý přechod poloměru.

Záložka  **Setbacks** upravuje napojení zaoblení ve společných rozích. Pro každou hranu rohu je možné určit jiné napojení zaoblení.

V rozšířené nabídce  můžeme upravit další speciální vlastnosti zaoblení.

Chamfer:

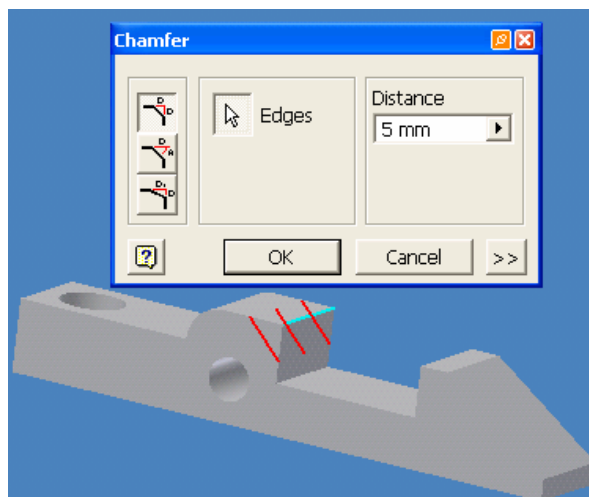


Příkaz *Zkosení* srazí hranu dílu definovaným způsobem.



Vzdálenost – určíme délku sražení a vybereme hranu přes ikonu

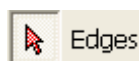




Obr. 35. Chamfer



Vzdálenost a úhel – nejprve určíme orientační plochu  a poté hranu



. Zadáme délku a úhel sražení.



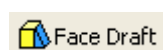
Dvě vzdálenosti – vybereme hranu  a zadáme jednotlivé vzdálenosti sražení.

Při přehozené posloupnosti vzdáleností snadno upravíme orientaci

sražení ikonou .

Rozšířená nabídka  definuje možný výběr tečně připojených hran a napojení rohového zkosení.

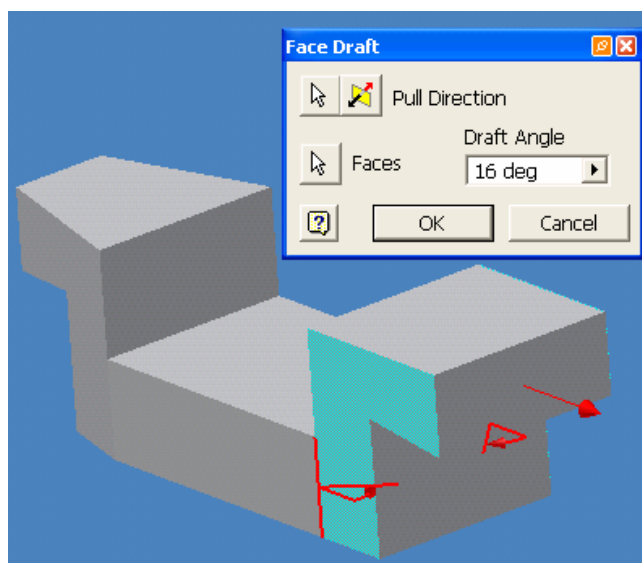
Face Draft:



Příkaz *Zešikmení plochy* vytvoří úkos na vybraných plochách. Nejdříve vybereme  plochu, která nám určí směrový vektor na ni kolmý a upřesníme orientaci tohoto vektoru



. Směrový vektor udává směr úkosu. Dále vybíráme plochy k zešikmení, dbáme přitom na informační ikonu , která nám napovídá směr zešikmení, většinou existuje více možností, je proto potřeba zvolit tu správnou. Po dokončení výběru ploch zadáme úhel zešikmení.



Obr. 36. Face Draft

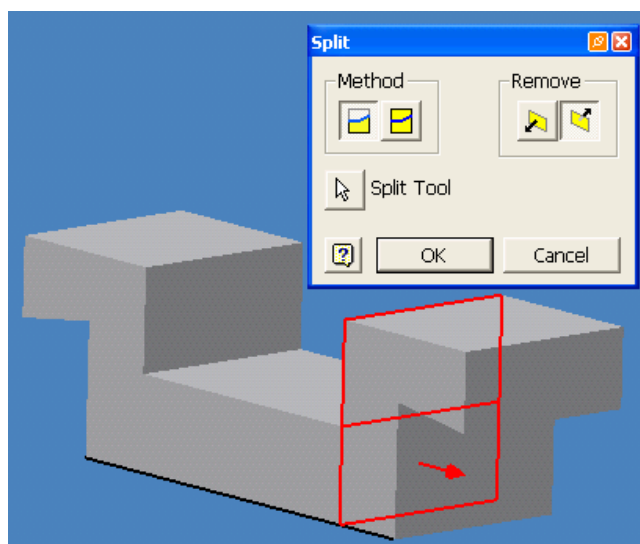
Split:

Příkaz *Rozdělit* je určen k rozdělení plochy nebo dílu podle definované hranice, kterou může být přímka nebo rovina.



Rozdělení dílu – vybereme dělicí hranici  Split Tool a určíme směr oddělení části

dílu pomocí příslušných ikon .



Obr. 37. Split



Rozdělení plochy – vybereme dělicí hranici  Split Tool a způsob dělení ploch, buď celkové  nebo částečné .

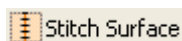
5.3 Delete Face, Stitch Surface, Replace Face, Thicken/Offset

Delete Face:



Příkaz *Odstranit plochu* slouží k vymazání plochy konstrukčního dílu a tento díl je poté celý převeden na plochy. Vybereme plochy k odstranění **Faces**, vybírat je můžeme jednotlivě nebo všechny dohromady . Ikona ☒ **Heal** pak slouží k léčení některých mezer mezi plochami.

Stitch Surface:

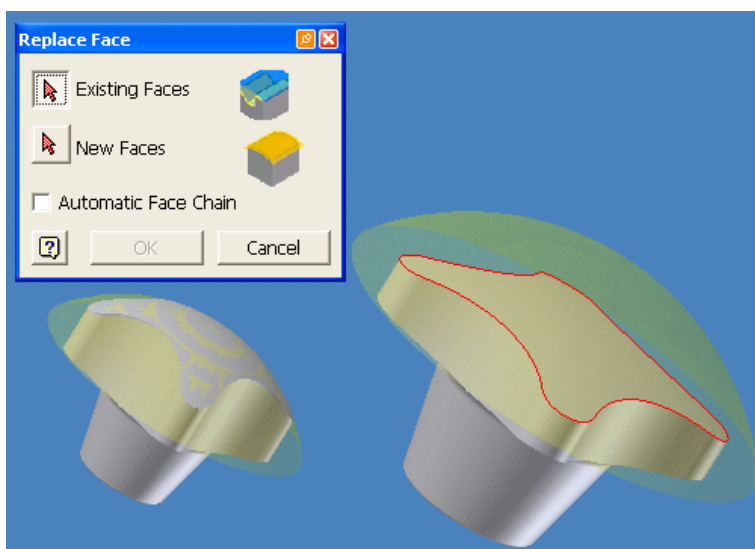


Příkaz *Sešít plochu* slouží ke spojení samostatných ploch. Vybereme plochy **Surfaces** k sešití a potvrdíme **OK**. Následně bude možno v panelu Prohlížeč (*Browser bar*) pod ikonou **Stitch Surface** vybrat původně samostatné plochy jako plochu jednotnou.

Replace Face:



Příkaz *Nahradit plochu* provede záměnu plochy dílu za jinou plochu. Vybereme plochu, kterou chceme nahradit, přes **Existing Faces** a plochu novou pomocí **New Faces**. Ikona ☒ **Automatic Face Chain** umožní vybrat okolní navazující plochy.

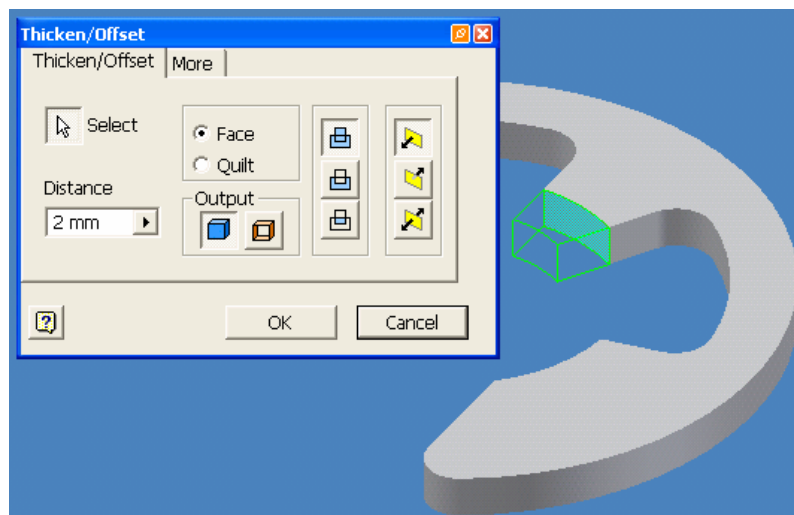


Obr. 38. Replace Face

Thicken/Offset:



Příkaz *Zesílení/Odsazení* nabízí přidání nebo odebrání materiálu dílu , popř. vytvoření odsazené plochy . Vybereme  **Select** plochu jednotlivou  **Face** nebo plochu sešitou  **Quilt**, určíme vzdálenost, zvolíme správnou množinovou operaci a určíme směr zesílení/odsazení. V záložce *More* můžeme upřesnit některé funkce.



Obr. 39. Thicken/Offset

5.4 Emboss, Decal, Rectangular Pattern, Circular Pattern

Emboss:



Příkaz *Reliéf* je určen k modelování reliéfu vysunutím nebo gravírováním profilu.

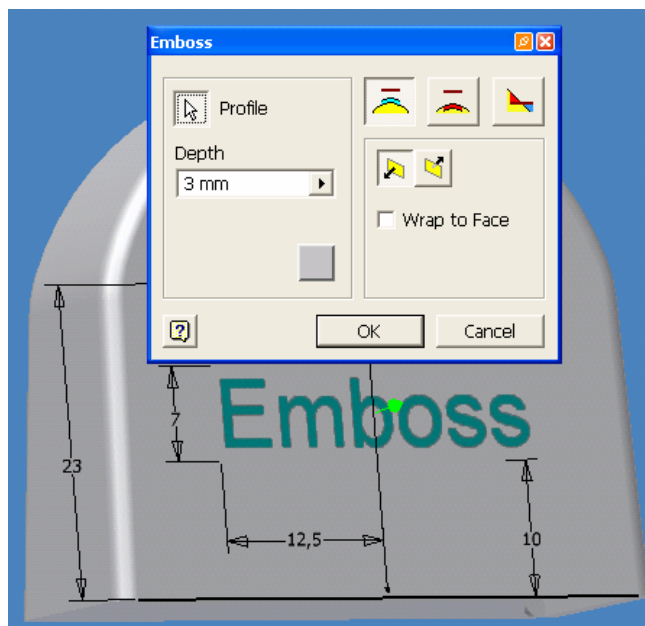
Vybereme profil  **Profile**, kterým může být uzavřená geometrie nebo text. Dále zvolíme způsob tvorby reliéfu:

Zvedaný profil  – vysune profil z plochy, zadáme výšku vysunutí, můžeme upřesnit orientaci vysunutí. Ikona  **Wrap to Face** obalí profil k určené ploše.

Vyrytý profil  – vyryje profil do plochy, zadáme hloubku vyrytí a popř. upřesníme orientaci. Ikona  **Wrap to Face** opět obalí profil k určené ploše.

Reliéf/Gravitování z roviny  – vysunutí profilu z předem připravené roviny na určenou plochu, můžeme zvolit zúžení *Taper* pod určitým úhlem.

U každé volby můžeme též nastavit barvu základní plochy reliéfu – ikona .



Obr. 40. Emboss

Decal:

Příkaz *Obtisk* vytvoří z obrázku v náčrtu obtisk, který může představovat např. firemní značku nebo štítek výrobku. Vybereme příslušný obrázek  **Image** a určíme plochu k obtisknutí  **Face**. Dále můžeme nastavit obalení k ploše ☒ **Wrap to Face** nebo upravit automaticky nastavené řetězení ploch ☒ **Chain Faces**, které zajistí napojení ostatních tečných ploch k ploše vybrané.



Obr. 41. Decal

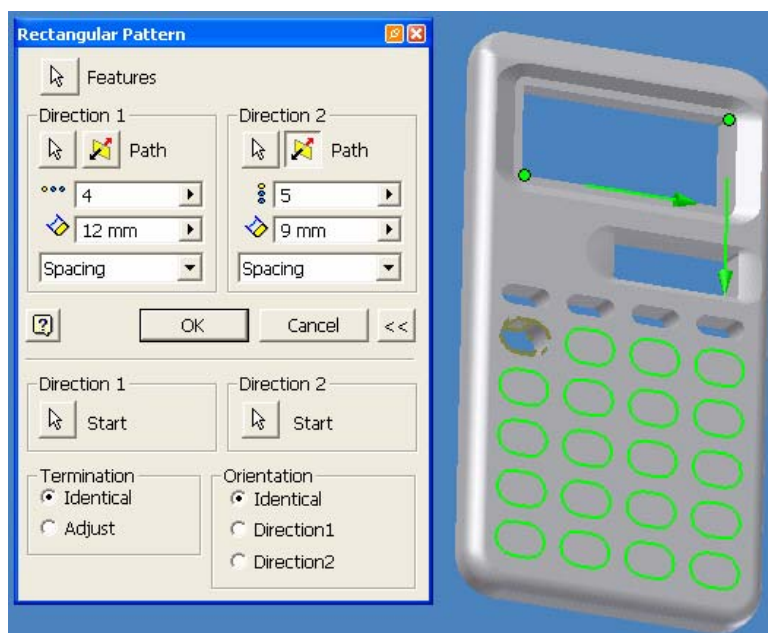
Rectangular Pattern:

Příkaz *Obdélníkové pole* je určen k namnožení konstrukčních prvků v určených řadách nebo sloupcích. Vybereme konstrukční prvek (prvky)  **Features**, zvolíme první a popř.

druhý směr kopírování podle některé hrany, dále můžeme opravit orientaci kopírování



. Potom zadáme celkový počet konstrukčních prvků a jejich vzdálenost v daném směru. Máme na výběr tři způsoby určení vzdálenosti: *Spacing (Rozteč)* – určuje vzdálenost mezi prvky, *Distance (Vzdálenost)* – určuje celkovou vzdálenost mezi prvním a posledním prvkem a *Curve Length (Délka křivky)* – udává rovnoměrné rozdělení prvků v závislosti na délce zvolené křivky.



Obr. 42. Rectangular Pattern

V rozšířené nabídce  můžeme dále definovat způsob ukončení a orientaci prvků v obdélníkovém poli.

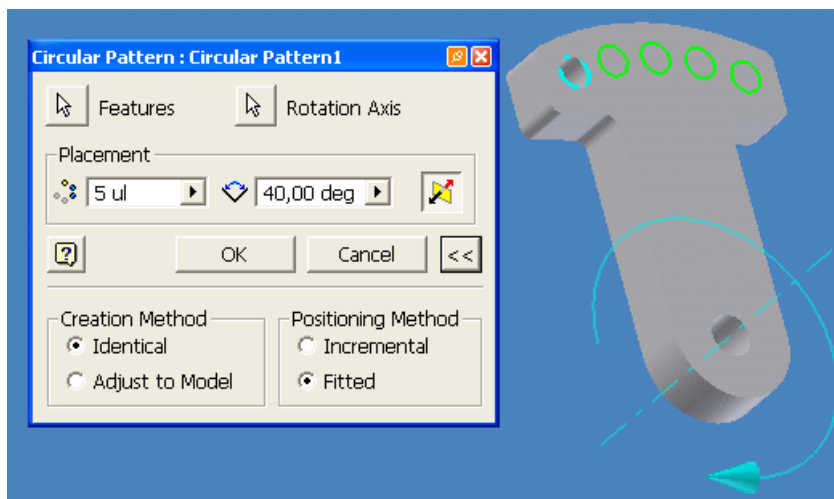
Pokud v některé řadě či sloupci namnožený prvek nechceme, stačí jej vyhledat v panelu Prohlížeč (*Browser bar*) pod příslušným obdélníkovým polem a potlačit jej (*Suppres*) přes kontextové menu.

Circular Pattern:



Příkaz *Kruhové pole* slouží ke kopírování konstrukčních prvků v určitém oblouku.

Vybereme konstrukční prvek (prvky)  **Features**, určíme osu rotace  **Rotation Axis** (hrana, bod, osa díry) a definujeme rozmístění prvků – jejich počet a úhel vyplnění kruhového pole, můžeme též upravit směr tvorby prvků .



Obr. 43. Circular Pattern

V rozšířené nabídce  lze upřesnit vytváření a umístění prvků.

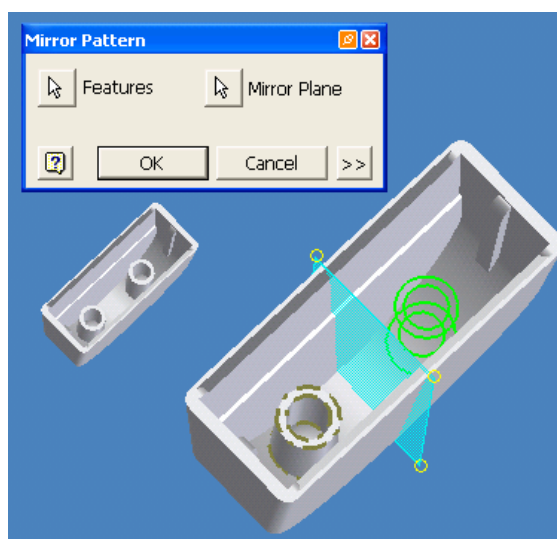
Namnožené prvky je možné potlačit funkcí *Suppress* (více viz *Rectangular Pattern*).

5.5 Mirror Feature, Work Plane, Work Axis, Work Point

Mirror Feature:



Příkaz *Zrcadlit prvek* je určen ke kopírování objektů pomocí vhodné roviny zrcadlení. Vybereme prvky  a určíme rovinu zrcadlení . Tuto rovinu máme buď předem nachystanou nebo můžeme výhodně použít základní roviny souřadného systému v panelu Prohlížeč (*Browser Bar*) pod adresářem *Origin*. Opět to ukazuje na to, jak důležité je zvolení počátku souřadného systému už v samotném náčrtu.

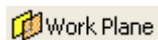


Obr. 44. Mirror Feature

V rozšířené nabídce  je možno doladit metodu tvorby kopírovaného prvku.

Zrcadlené prvky také můžeme potlačit funkcí *Suppress* (více viz *Rectangular Pattern*).

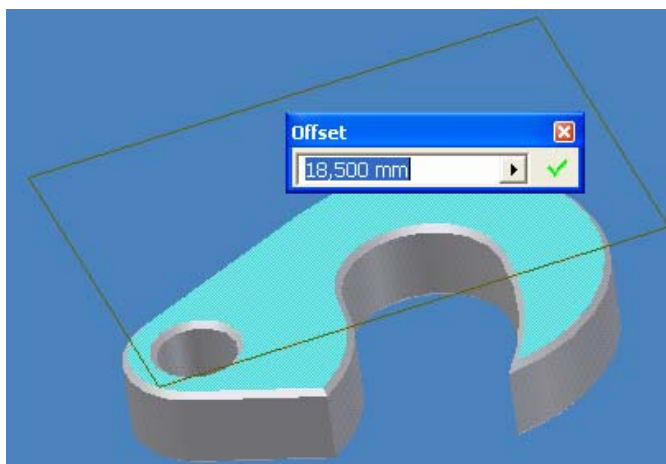
Work Plane:



Příkaz *Pracovní rovina* slouží k vytvoření pomocné roviny pro další operace. Je mnoho způsobů, jak můžeme rovinu definovat – třemi body, dvěma přímkami, tečnou plochou a její hranou, rovinnou plochou a sevřeným úhlem, rovinnou plochou a vzdáleností atp. Rovinu určíme buď přímo pomocí programem nabídnutých ilustrací nebo nejdříve přes PTM a kontextové menu nadefinujeme pracovní bod *Create Point* či pracovní osu *Create Axis*.

Pracovní rovina definovaná:

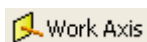
- *Rovinnou plochou a vzdáleností:* Pomocí LTM určíme rovinnou plochu kliknutím a následným tažením. Naskočí dialogové okno odsazení *Offset*, ve kterém určíme kolmou vzdálenost pracovní roviny od rovinné plochy. Záporná hodnota přesune rovinu do druhého poloprostoru.



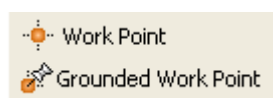
Obr. 45. Work Plane – Offset

- *Rovinnou plochou a sevřeným úhlem:* Určíme rovinnou plochu a hranu pro pracovní osu. Zadáváme úhel mezi rovinami.
- *Válcovou plochou a rovinou:* Určíme válcovou plochu a rovnoběžnou rovinu. Touto rovinou může být základní rovina souřadného systému, kterou vybereme v panelu Prohlížeč (*Browser Bar*) v adresáři *Origin*.
- *Válcovou plochou a pracovní osou:* Vybereme válcovou plochu a hranu této plochy, vytvoříme tak tečnou rovinu k válcové ploše.
- *Pracovní osou a bodem:* Vybereme hranu a bod.

- *Třemi body*: Určíme tři pracovní body roviny.

Work Axis:

Příkaz *Pracovní osa* slouží k vytvoření osy z označené hrany nebo vytvořením dvou pracovních bodů. Tato pracovní osa slouží k definování pracovní roviny, jejíž tvorba je popsána výše.

Work Point:

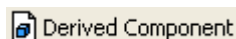
Příkaz *Pracovní bod* vytváří pomocné body, které slouží k definování pracovní roviny, středu kruhového pole, 3D cest, souřadného systému a upřesnění některých pozic při vytváření a umísťování nových konstrukčních prvků.

Příkaz *Pevný pracovní bod* slouží k definování bodu, který je pevně uchycen v prostoru. Pokud vytvoříte v modelu *pevný pracovní bod*, aktivujete nástroj *3D Move/Rotate*, takže můžete určovat operace posunu či rotace vztahující se k tomuto *pevnému pracovnímu bodu*.

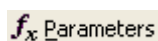
5.6 Ostatní nástroje

Promote:

Příkaz *Zvýšit úroveň* je určen k úpravě povrchů modelů převedených do programu Inventor z jiného CAD systému. Upraví povrch modelu tak, aby mohl být používán v prostředí konstrukčních prvků (*Part Features*).

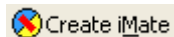
Derived Component:

Příkaz *Odvozená součást* vytváří novou součást pomocí již vytvořené součásti nebo sestavy. Nové součásti můžeme upravit měřítko, případně součást zrcadlit přes některé vybrané roviny. Pomocí vložené součásti můžeme také upravit konstrukční prvky nezávislé součásti.

Parameters:

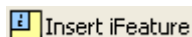
Příkaz *Parametry* zobrazí tabulku parametrických kót, které jsou v modelovaném dílu použity. Můžeme je různými způsoby editovat či přidávat.

Create iMate:



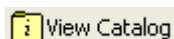
Příkaz *Vytvořit iVazbu* umožňuje předdefinování vazebných dvojic určitého dílu (*Part Features*), které určují pomocné napojení dílu při jeho vložení do sestavy. Symboly v dialogovém okně názorně ukazují typy vazeb.

Insert iFeature:



Příkaz *Vložit iPrvek* je určen ke vkládání existujících uživatelských konstrukčních prvků. *iPrvek* slouží k přenosu geometrie z jedné součásti na druhou přes knihovnu *iPrvků*. Umožňuje také u prvků měnit jejich pozici a rozměry.

View Catalog:



Příkaz *Zobrazit katalog* načte katalog uživatelských *iPrvků*, ve kterém se můžeme o jednotlivých nadefinovaných *iPrvcích* dozvědět více.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci je stručně objasněna podstata a struktura počítačové podpory výrobního procesu CIM, v návaznosti také její podskupina počítačová podpora konstruování CAD, ke které patří i výše popisovaný program Autodesk Inventor 6. Teoretická část provází historií a základní charakteristikou Inventoru, v praktické části bakalářské práce bylo mým úkolem vytvořit elektronické podklady pro výuku tohoto modelovacího programu a umístit je na internetové stránky Ústavu výrobního inženýrství – <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/>. Tedy jasně a srozumitelně popsat základní rozhraní Inventoru, průvodce tvorbou profilů a tvorbou dílů jednak slovním popisem, názornými obrázky ale i přiloženými cvičeními tak, aby si studenti dokázali snadno osvojit práci s Autodesk Inventorem. Pevně doufám, že se jim to s mými vytvořenými podklady podaří.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) Vávra, P. Strojírenská příručka, 2. svazek. Praha : SCIENTIA, 1993. ISBN 80-85827-00-X.
- (2) Fořt, P., Kletečka, J. AutoCAD Release 14 – Učebnice pro střední školy. Praha : Computer Press, 1998. ISBN 80-7226-078-2.
- (3) Fořt, P., Kletečka, J. Autodesk Inventor – Adaptivní modelování v průmyslové praxi. Brno : Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0389-7.
- (4) Macur, J., Novotná, H., Trnková, H. AutoCAD I. Brno : PC-DIR spol. s r.o., 1995. ISBN 80-214-0682-8.
- (5) AAC Solutions s.r.o. [online]. c2005. [cit. 24.1.2005]. Dostupné na World Wide Web : <<http://www.aac-solutions.cz>>.
- (6) Autodesk s.r.o. [online]. c2005. [cit. 26.1.2005]. Dostupné na World Wide Web : <<http://www.autodesk.cz>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schéma CIM ve výrobním podniku (1).....	9
Obr. 2. Startovací okno	15
Obr. 3. Uživatelské rozhraní	18
Obr. 4. Standard Bar	19
Obr. 5. Nástroje pro práci se soubory	19
Obr. 6. Nástroje volby.....	19
Obr. 7. Nástroje zoom.....	20
Obr. 8. Nástroje kamera.....	20
Obr. 9. Styl entity.....	21
Obr. 10. Styl entity – příklad	21
Obr. 11. Nástroje vlastností	21
Obr. 12. 2D Sketch Panel.....	23
Obr. 13. Rectangular Pattern.....	26
Obr. 14. Circular Pattern.....	27
Obr. 15. Offset	28
Obr. 16. General Dimension	29
Obr. 17. Extend.....	30
Obr. 18. Trim	30
Obr. 19. Constraints	31
Obr. 20. Show Constraints.....	32
Obr. 21. Project Geometry	33
Obr. 22. Part Features	35
Obr. 23. Browser Bar	36
Obr. 24. Extrude.....	37
Obr. 25. Extrude – množinové operace	38
Obr. 26. Revolve.....	39
Obr. 27. Hole	39
Obr. 28. Shell	40
Obr. 29. Rib	41
Obr. 30. Loft	42
Obr. 31. Sweep.....	43
Obr. 32. Coil	43
Obr. 33. Thread.....	44
Obr. 34. Fillet.....	45
Obr. 35. Chamfer	46
Obr. 36. Face Draft	47
Obr. 37. Split.....	47
Obr. 38. Replace Face.....	48
Obr. 39. Thicken/Offset.....	49
Obr. 40. Emboss.....	50
Obr. 41. Decal	50
Obr. 42. Rectangular Pattern.....	51
Obr. 43. Circular Pattern.....	52
Obr. 44. Mirror Feature.....	52
Obr. 45. Work Plane – Offset	53

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANSI	American National Standards Institute
BSI	British Standards Institution
CA	Computer Aided
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM-CAA	Computer Aided Manufacturing – Computer Aided Assembly
CAM-CAT	Computer Aided Manufacturing – Computer Aided Testing
CAMP	Computer Aided Management Production
CAP	Computer Aided Programming
CAPE	Computer Aided Production Engineering
CAPP	Computer Aided Process Planning
CAQ	Computer Aided Quality
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CNC	Computer Numerical Control
DIN	Deutsches Institut für Normung
DNC	Direct Numerical Control
DWG	DraWinG - binární formát souborů výkresů AutoCADu
FEM	Finite Element Method
GB	Guojia Biaozhun – Chinese national standard
HW	Hardware
IAM	Inventor AsseMbly
IDW	Inventor DraWing
IPN	Inventor PreseNtation
IPT	Inventor ParT

ISO	International Organization for Standardization
JIS	Japanese Industrial Standards
LTM	Levé Tlačítko Myši
MCAD	Mechanical CAD
NC	Numerical Control
PPC	Production Planning and Control
PTM	Pravé Tlačítko Myši
SW	Software

SEZNAM PŘÍLOH

Součástí této bakalářské práce jsou také internetové stránky obsahující elektronického průvodce základním rozhraním Inventoru, tvorbou sketchu a dílů včetně příkladů a cvičení v nativním formátu Autodesk Inventor 6. Tyto stránky jsou přístupné z domovské stránky Ústavu výrobního inženýrství – <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/>.

Na vloženém CD –ROM jsou pak obsaženy tyto přílohy:

- P 1 : Elektronická verze bakalářské práce ve formátu doc a pdf
- P 2 : Rozšířená elektronická verze bakalářské práce ve formátu doc a pdf
- P 3 : Modelované příklady a díly spolu s výkresy ke cvičení
- P 4 : Odkaz na internetové stránky ve formátu htm