

Příprava elektronických podkladů pro výuku tvorby výkresové dokumentace v programu Autodesk Inventor 11

Tomáš Skála

Bakalářská práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš SKÁLA**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Příprava elektronických podkladů pro výuku tvorby
výkresové dokumentace v programu Inventor**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na dané téma.
2. Vypracujte elektronické podklady pro studium a výuku softwaru Autodesk Inventor. Tyto materiály budou obsahovat průvodce tvorbou výkresů.
3. Umístěte tyto materiály ve vhodné formě na webové stránky ÚVI.
4. Provedte závěrečné zhodnocení výhod a nevýhod programu Autodesk Inventor.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. FOŘT, P., KLETEČKA, J. Autodesk Inventor 6. Brno: Computer Press, 2004. ISBN: 80-7226-911-9
2. BANACH, D., JONES, T., KALAMEJA, A. Autodesk Inventor: Getting Started. Autodesk Inc., 2002
3. BEČKA, J. Úvod do CAD. Praha: ČVUT, 1994. ISBN 80-01-01125-9

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Sámek, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **13. února 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2007**

Ve Zlíně dne 17. ledna 2007


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá přípravou elektronických podkladů pro výuku tvorby výkresové dokumentace v programu Autodesk Inventor 11. Práce obsahuje stručného průvodce tvorbou výkresové dokumentace. Jedná se o základní popis a vysvětlení jednotlivých příkazů a nástrojů pro vytvoření výkresové dokumentace. Tyto podklady by měly sloužit jako učební pomůcka pro studenty. Materiály jsou umístěny na internetových stránkách Ústavu výrobního inženýrství, Fakulty Technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Klíčová slova: CAD, Inventor, výkresová dokumentace

ABSTRACT

This bachelor thesis is engaged in the preparation of the learning electronic materials. These materials are focused on the creation of the technical drawing in Autodesk Inventor 11. The thesis contains a brief to elementary guide for the technical drawing documentation. It treats of an elementary description and explanation of the particular commands and tools for the drawing documentation creation. These data are supposed to help students as a learning aid. These materials are published on the web page of Department of Production Engineering, Faculty of Technology, Tomas Bata University in Zlín.

Keywords: CAD, Inventor, technical drawing

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Davidu Sámkovi za vstřícnost a rady, které mi věnoval, trpělivost a odborné vedení při psaní této bakalářské práce. Dále chci poděkovat své přítelkyni Ing. Radce Gajdošikové za oporu při psaní a rodičům za trpělivost při mém studiu.

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

Ve Zlíně,

.....

podpis

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 HISTORIE VZNIKU TECHNICKÉ DOKUMENTACE	10
2 TECHNICKÁ DOKUMENTACE	14
2.1 ČLENĚNÍ TECHNICKÉ DOKUMENTACE	14
2.1.1 Rozdělení konstrukční dokumentace	15
2.2 NORMALIZACE	16
2.3 PŘEHLED OZNAČOVÁNÍ UŽÍVANÝCH NOREM.....	16
3 POČÍTAČOVÁ PODPORA (CA - SYSTÉMY)	18
3.1 VYSVĚTLENÍ CA SYSTÉMŮ.....	18
3.2 ROZDĚLENÍ CAD - SYSTÉMŮ.....	19
3.3 SOFTWARE	20
3.3.1 CAD software.....	20
3.3.2 CAE software	21
3.3.3 CAM programy	22
3.4 CA ŘEŠENÍ	23
4 AUTODESK INVENTOR	26
4.1 HISTORIE INVENTORU	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
5 OVLÁDÁNÍ INVENTORU 11	28
5.1 STARTOVACÍ OKNO	28
5.2 VÝKRESY V INVENTORU 11	29
5.3 ÚPRAVA FORMÁTU VÝKRESU	31
6 TVORBA POHLEDŮ	32
6.1 DRAWING VIEWS PANEL	32
6.2 BASE VIEW A PROJECTED VIEW	33
6.3 AUXILIARY VIEW, SECTION VIEW, DETAIL VIEW , BROKEN VIEW , BREAK OUT VIEW, OVERLAY VIEW, NAILBOARD VIEW	34
6.4 NEW SHEET, DRAFT VIEW	42
7 KÓTY, SYMBOLY A ZNAČKY	45
7.1 KÓTOVÁNÍ VÝKRESŮ	46
7.1.1 General Dimension, Baseline Dimension, Ordinate Dimension.....	47
7.1.2 Hole/Thread Notes, Chamfer Note	52

7.2	OSY VE VÝKRESOVÝCH POHLEDECH.....	53
7.3	SURFACE TEXTURE SYMBOL, WELDING SYMBOL, END FILL, CATERPILLAR.....	55
7.4	GEOMETRICKÉ TOLERANCE	57
7.5	POZICE A KUSOVNÍK	59
7.6	OSTATNÍ FUNKCE	63
8	ROZDÍLY MEZI AUTOCAD 2006 A AUTODESK INVENTOR 11.....	67
	ZÁVĚR.....	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK.....	76
	SEZNAM PŘÍLOH.....	77

ÚVOD

V dnešní moderní výrobě je nemyslitelné pracovat bez důsledné automatizace předvýrobních etap jako například konstrukce výrobku, technologického postupu výroby, její příprava a plánování. Využívají se všechny možnosti výpočetní techniky, která se pomalu stává nepostradatelnou součástí našeho života. Nasazení počítačů v oblasti konstrukce a projektování pomáhá podstatně zvýšit produktivitu práce a následně se vyhnout případným chybám.

V současné době existuje řada systémů, které zastupují konstruktéra při množství rutinních prací, a tím mu rozšiřují prostor pro vlastní tvůrčí práci. Tyto systémy jsou označovány souhrnně zkratkou CAD (Computer Aided Design). Mezi CAD systémy patří i Autodesk Inventor 11, modelovací 3D program.

O podrobnější charakteristice CAD systémů, jejich rozdělení a informace o programu Autodesk Inventor 11 pojednává teoretická část této bakalářské práce. Jsou zde také informace o tvorbě a rozdělení technické dokumentace potřebné k tvorbě technických výkresů.

V praktické části bakalářské práce bylo mým úkolem vytvořit elektronické podklady pro výuku tvorby výkresové dokumentace v programu Autodesk Inventor 11. Jsou zde vysvětleny základní operace k vytvoření technického výkresu od vložení součásti, úpravu výkresového pole, nastavení parametrů výkresu až po zakótování rozměrů součásti. Dále jsou uvedeny a vysvětleny základní příkazy pro tvorbu výkresové dokumentace. Na závěr je uvedeno několik příkladů technických výkresů, které si student bude moci vytvořit.

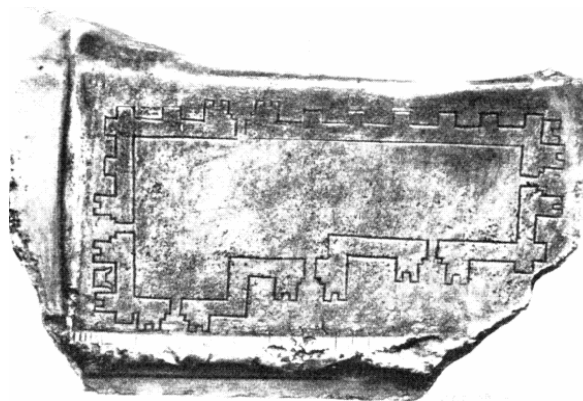
Tyto podklady jsou umístěny na internetových stránkách Ústavu výrobního inženýrství, Fakulty Technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně - <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/>.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE VZNIKU TECHNICKÉ DOKUMENTACE

Základním dorozumívacím prostředkem techniků je grafická komunikace. Grafickou komunikaci je možné u techniků nazvat technické kreslení. Termín technické kreslení je souhrnným názvem pro všechny druhy kreslení, které jsou používány v různých oborech techniky. Nejstarší náčrty a výkresy vznikaly ve stavitelství a zeměměřičství. [7]

Vývoj technického kreslení je spojen se vznikem vědy, která se jako červená nit táhne celými dějinami lidského myšlení, tedy geometrie. Počátky geometrie nacházíme u starých Egyptanů, kteří potřebovali vyměřovat pozemky po úrodných nilských záplavách, a své měřické znalosti uplatňovali i ve stavitelství. Orientální stavitelé pracovali obdivuhodně přesně pomocí kružidla, měřického prutu a egyptského provazce s uzly, který byl vlastně empirickou aplikací Pythagorovy věty a sloužil k sestrojení pravého úhlu. Za nejstarší známý technický výkres je pokládán půdorys pevnosti ze starověké Mezopotámie (obr. 1). Vznikl kolem roku 2150 př. n. l. a je údajně v měřítku (1 : 360). [7]

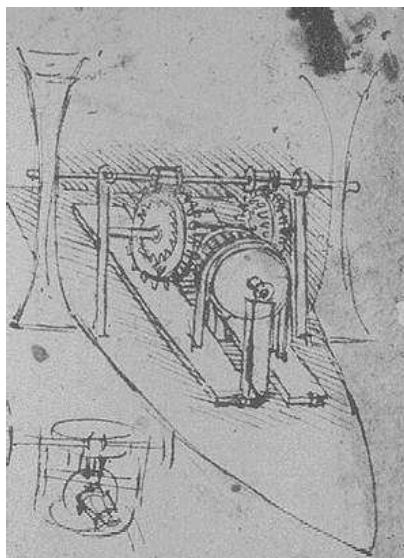


Obr. 1 Půdorys pevnosti

Civilizací, která geometrii učinila vědou, dala jí název a přivedla ji k vrcholu, byli antičtí Řekové. První z velkých geometrů, Thálés z Milétu se učil u egyptských kněží a znalosti dále rozvíjel. Ještě větší vliv na formování geometrie měl jeho žák Pythagoras ze Samu. Dobu vrcholného rozkvětu řecké geometrie zahájil Platón. Kolem roku 300 př. n. l. Eukleides shromáždil geometrické vědomosti svých předchůdců a doplnil je vlastními. Jeho následovník Apollonios z Pergé podal výklad kuželoseček a Apolloniův starší současník Archimédes, největší matematik antiky, dokázal vyšetřovat vlastnosti křivek, povrchy a objemy těles a používal principy integrálního počtu. Mimo Středomoří přispěli k rozvoji geometrie zejména Arabové, kteří přejali vědomosti Řeků tím, že překládali spisy řeckých geometrů. Jejich prostřednictvím se antická vzdělanost přenesla na západ. [7]

Celkový úpadek kultury v období raného středověku odsoudil k zapomenutí i uvedené znalosti. Stavitelské umění začaly oživovat až mnišské řády zakládající stavební korporace, které stavěly kostely, kláštery, špitály a sirotčince. Vrchol stavitelského umění středověku představuje gotický stavební sloh. Kromě kamenické práce zde také byla pěstována znalost rýsování a geometrie, ovšem ve velmi omezeném rozsahu. [7]

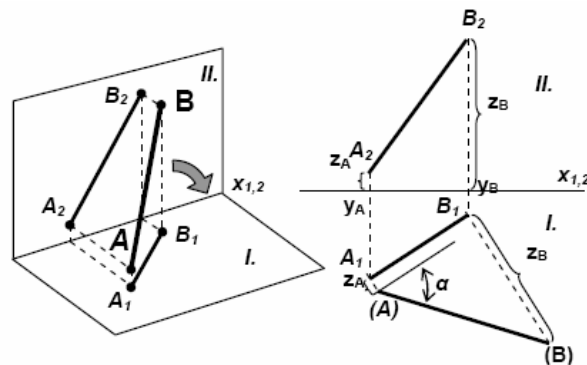
Renesanční touha po poznání přivedla učence a umělce k perspektivě, zobrazovací metodě známé již v antice. Mezi nejvýznamnější renesanční průkopníky perspektivy patří např. architekti Filippo Brunelleschi, Leone Battista Alberti a malíř a grafik Albrecht Dürer. Vrchol technického zobrazování této doby představují studie Leonarda da Vinciho. Poprvé mají technický charakter, jsou použitelné jako výrobní výkres (obr. 2). Poprvé vyjadřují inženýrský přístup k řešení problémů.



Obr. 2 Da Vinciho návrh lodě

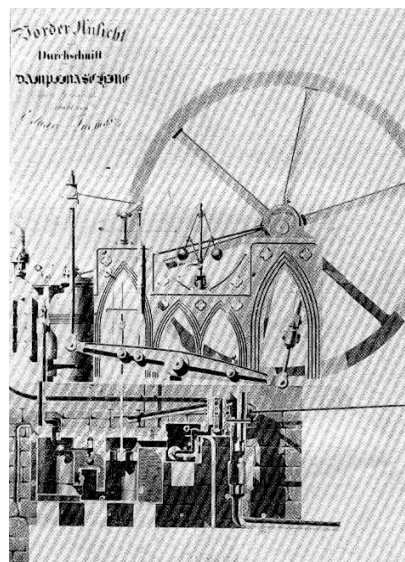
Stěžejním mezníkem ve vývoji technického kreslení je vznik deskriptivní geometrie. Autorem je Gaspard Monge, francouzský vojenský inženýr a zakladatel první pařížské moderní technické vysoké školy. Monge koncem 18. stol. sjednotil dříve neuspořádané způsoby zobrazování a vytvořil vědeckou, univerzálně použitelnou metodu. Princip Mongeovy projekce, která je páteří deskriptivní geometrie, ukazuje obrázek 6. Na obrázku je náčrt důlní šachty. Základnice $x_{1,2}$ odděluje oba průměty – půdorys i nárys (první a druhý průmět). Chceme-li zjistit skutečný sklon šachty a její délku, sklopíme např. rovinu, v níž leží šachta a její první průmět (půdorys), do první průmětny. Touto metodou je daný geometrický

objekt zcela popsán. Takto je možné řešit všechny problémy týkající se velikosti, tvaru nebo polohy. [7]



Obr. 3 Důlní šachta

Deskriptivní geometrie a technické kreslení nabyly ve výuce na školách významu nejen informativního, ale též formativního, tedy jako prostředku pěstování preciznosti, představivosti a manuální zručnosti. Vznik strojnického kreslení je spjat se vznikem a rozvojem strojové výroby. Na vzhledu prvních strojů na technickém výkrese je vidět, že jsou odvozeny od stavitelství, protože první strojnické školy byly odnoží stavitelských (obr. 4).

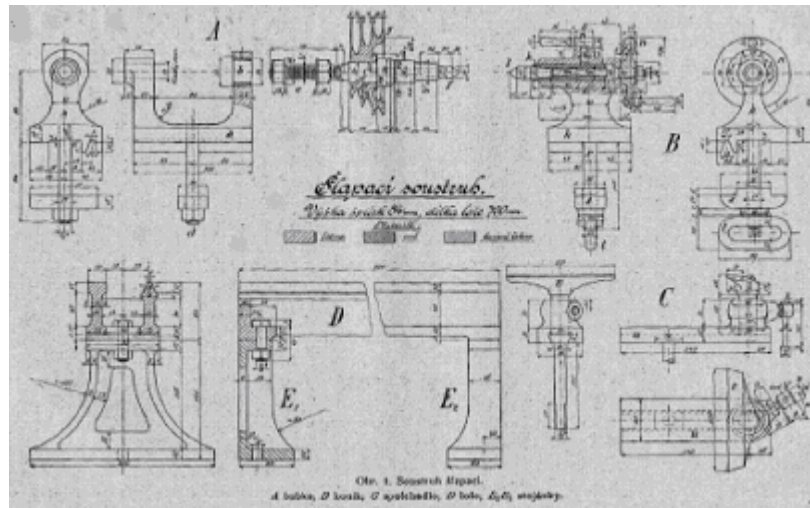


Obr. 4 Dvojčinný parní stroj (z r.1838)

Na starých strojnických výkresech jsou patrné téměř antické sloupy, trámové překlady, římsy, či pro změnu gotické lomené oblouky. Pod vlivem stavitelského kreslení sice vstou-

vstoupilo promítání na kolmé průmětny i do kreslení strojnického, ale zásady byly autory výkresu interpretovány volně. Velká pozornost byla věnována estetice, výkresy jsou plně nepodstatných detailu, barev a stínování.

V průběhu 19. století došlo k osamostatnění strojnického kreslení, mizí stavitelský vliv a tvary strojních součástí i celých strojů získávají na účelovosti (obr 5).



Obr. 5 Obrázek šlapacího soustruhu

Až do nástupu sériové výroby měly výkresy ráz kótovaných sestav, jednotlivé součásti se samostatně nerozkreslovaly. Přesnost rozměru se na výkresech neuváděla. Skutečné rozměry dosažené při výrobě se někdy zapisovaly do zvláštních knih. Sériová výroba, v počátcích především v oboru výroby zbraní, si vynutila kreslení výkresu součástí. Na výkres se dostávají informace o tolerancích, materiálech, jakosti povrchu. Dalším důsledkem zavádění sériové výroby byla racionalizace a z ní plynoucí potřeba standardizace. ANSI (American National Standards Institute) začal pracovat v roce 1926 na standardech – normách pro technické kreslení. Československá normalizační společnost, založená v r. 1922, vydala v roce 1928 normu ČSN.

Charakteristickým rysem technického kreslení 2. poloviny 20. století je zapojení výpočetní techniky. Od počátku 70. let jsou vyvíjeny interaktivní počítačové grafické systémy a od počátku let 80. se grafiky zmocňují i osobní počítače. V širší známost vstupuje pojem CAD a postupem času se vyvíjí jiné kreslicí programy.

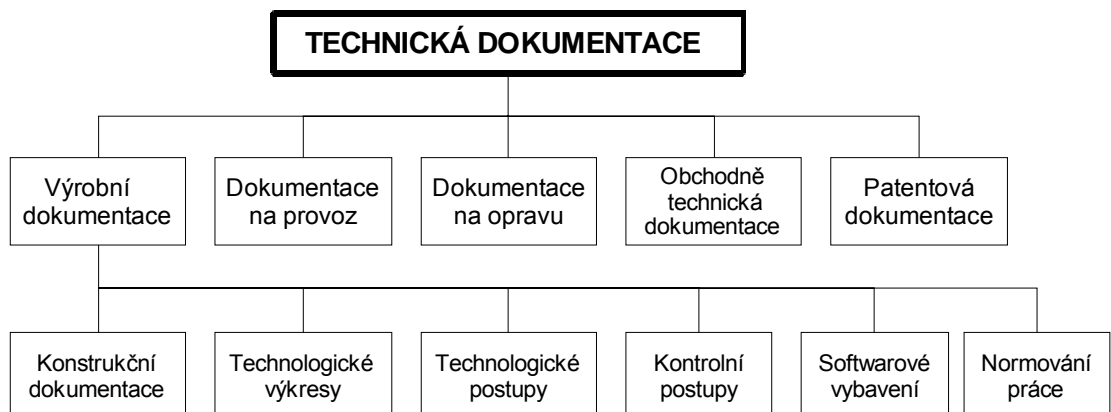
2 TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Základní požadavky na kreslení, popis a úpravu všech druhů technické dokumentace jsou zpracovány v technických normách. Tyto podklady musí být podrobné, přesné a realizovatelné.

Technická dokumentace je soubor podkladů, které jsou nutné pro realizaci technické myšlenky v praxi. Rozsah technické dokumentace závisí na funkci, složitosti a spolehlivosti výrobku a její provedení se vyvíjí souběžně s rozvojem výroby a výrobního zařízení (automatizované linky, robotizace pracoviště...) i její přípravy a zpracování. [1]

2.1 Členění technické dokumentace

Podle účelu lze technickou dokumentaci dělit na několik skupin. (obr. 6)



Obr. 6 Členění technické dokumentace

Základní složkou technické dokumentace je dokumentace výrobní. Je výsledkem vývojového procesu a tvoří základní soubor technické dokumentace, který má přímou vazbu na výrobu. Toto spojení je tvořeno technickými a technologickými výkresy, výrobními a kontrolními výstupy. Konstrukční část výrobní dokumentace zpracovává konstrukční oddělení a technologickou část dokumentace zpracovává výrobní oddělení. Proto je dobrá znalost základů technického kreslení nutná i pro technologa. [1]

2.1.1 Rozdělení konstrukční dokumentace

A. GRAFICKÉ

1. Výrobní výkresy

- a) **Výkresy součástí** – Obsahují všechny informace potřebné k vlastní výrobě a kontrole výrobku (rozměry, tolerance, drsnost povrchu...)
- b) **Výkresy sestavení** – Obsahují zobrazení montážní jednotky, které dodávají představu o vzájemné poloze částí. K výkresu se dodává kusovník, obsahující seznam součástí.
- c) **Montážní výkresy** – Obsahují zjednodušené zobrazení výrobku vnějším obrysem.

2. Pomocné výkresy

- a) **Obrysové výkresy** – Jsou zjednodušená zobrazení výrobku vnějšími obrysy tak, aby byla zřejmá poloha pohyblivých částí. Obrysový výkres neobsahuje údaje k montáži a výrobě součástí.
- b) **Výkresy polotovarů** – Zobrazují polotovary, z nichž se budou vyrábět jednotlivé součásti.
- c) **Schémata** – Slouží k vysvětlení základních principů funkce výrobního zařízení.
- d) **Diagramy** – Zobrazují funkční závislost dvou nebo více proměnných veličin.

B. PODLE ZPŮSOBU ZHOTOVENÍ

- 1. **Náčrty** – Jsou jednoduchá zobrazení součástí nakreslená od ruky tužkou nebo perem na jakémkoliv papíře bez zřetele na měřítko.
- 2. **Originály** – Jsou základní výkresy nakreslené za použití kreslicích pomůcek nebo přístrojů na normalizovaný formát papíru. Dříve byly kresleny na kreslicích prknech za použití tuže na průsvitný kreslicí papír. Dnes se pro zvýšení produktivity výkresy kreslí pomocí výpočetní techniky prostřednictvím specializovaných programů.

3. Kopie – Výkresy získané duplikací originálu, které mohou mít rozdílná měřítká. [1]

2.2 Normalizace

Tvorbou celosvětově platných mezinárodních norem se zabývá Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO – International Organization for Standardization). V současné době ISO sdružuje národní normalizační společnosti států téměř celého světa a její činnost se týká všech oblastí technické normalizace. [2]

Technická normalizace je tvůrčí činnost, která pro opakující se technické a výrobní úkoly stanovuje a uplatňuje nejvýhodnější řešení, zejména z hlediska nejvyšší produktivity hospodárnosti, jakosti, bezpečnosti a životnosti. Technická normalizace je spojovacím článkem mezi výrobou a nejpokrokovějšími výsledky vědecké a výzkumné práce. Jejím cílem je snížení náročnosti při tvůrčí a fyzické činnosti.

Výsledkem normalizační činnosti je Technická norma, tj. souhrn ustanovení, zpracovaných předepsanou formou, projednaných, oponovaných, schválených a vyhlášených uzákoněným postupem. Technická norma stanoví základní vlastnosti, provedení, tvar, uspořádání, postup výroby atd. [1]

2.3 Přehled označování užívaných norem

Mezinárodní normy se do soustavy ČSN mohou přejímat:

- Překladem ISO, EN normy.
- Převzetím originálu (normy pro úzké obory).
- Vydání originálu s národní obálkou (tento způsob je nákladný a proto se od něj upouští).

Příklad označování technických norem naleznete v následující tabulce.

Tab. 1 Přehled označování TN (Technická norma)

Druh normy	Systém označování (příklad)
Mezinárodní norma	ISO 286:1985
Evropská norma	EN 997-1:1995
Česká technická norma	ČSN 01 3130
Česká technická norma s převzatou mezinárodní normou	ČSN ISO 20286:1996 (01 4201)
Česká technická norma s převzatou evropskou normou	ČSN EN 20286:1996 (01 4201)

Další typem označování podle TN jsou například měřítka, formáty výkresů atd. (Tab.2) a (Tab.3). Měřítka je poměr délky úsečky na výkrese k délce téže úsečky ve skutečnosti. [2]

Tab. 2 Měřítka výkresů

Měřítka zvětšení	(2:1), (5:1), (10:1), (20:1), (50:1)
Skutečná velikost	(1:1)
Měřítka zmenšení	(1:2), (1:5), (1:10), (1:20), (1:50)

Tab. 3 Formáty výkresů

Označení	Formát výkresu	Formát výkresu	Kreslicí list
A0	841 x 1189	851 x 1199	880 x 1230
A1	594 x 841	604 x 851	625 x 880
A2	420 x 594	430 x 604	450 x 880
A3	297 x 420	307 x 430	330 x 450
A4	210 x 297	220 x 307	240 x 330
A5	148 x 210	158 x 220	165 x 240

3 POČÍTAČOVÁ PODPORA (CA - SYSTÉMY)

V podstatě již od doby prvních stolních počítačů existuje snaha pro jejich využití v oblasti konstrukce. S postupným rozvojem hardware a software však dochází k přechodu do oblasti osobních počítačů kompatibilních IBM PC.

Vzhledem k technickým možnostem tehdejších počítačů se jednalo samozřejmě o 2D systémy. Například vývoj programového balíku AutoCAD probíhal od verze 1.0 z roku 1982 až po verzi AutoCAD Release 10. S ohledem na zvětšující se počet uživatelů a technický vývoj počítačů přibývaly nové rysy a prvky. Nejdříve roletová menu, pak dialogové panely ve své jednoduché formě, AutoLISP, drátový 3D prostor a mnohé další.[3]

Hlavní rysy průmyslového navrhování jsou v posledních letech postaveny na zcela nových metodách s úzkou návazností na technologické řešení výroby a její automatizaci. Jedná se o komplexní nasazení aplikovaných informačních technologií. Obecně tyto aplikace nazýváme CA technologie. Výpočetní technika se tak stává nepostradatelným nástrojem pro tvořivou práci konstruktérů, projektantů a návrhářů. Tyto technologie s sebou přináší zásadní změnu myšlení a vyjadřovacích prostředků konstruktérů. Klasický postup "představ si těleso a pak vytvoř výkres, aby si z něj mohl těleso vyrobit" je nahrazen technologií, která řeší tuto předvýrobní fázi pomocí virtuálního prototypu. Model se stává nejen zdrojem informací pro odvození výkresové dokumentace ale i počátečním podkladem pro jeho další konstrukční a technologické zpracování.

3.1 Vysvětlení CA systémů

CAD – Computer Aided Design - počítačem podporovaný návrh – nástroj pro tvorbu geometrie výrobků a jejich následné snadné editace pomocí počítače. Poskytuje moderní tvorbu výkresové dokumentace a také možnost tvorby prostorových objektů. Může být rozšířen o další moduly pro konkrétní účely (architekturu, textilní průmysl, automobilový průmysl a další).

CAM – Computer Aided Manufacturing - počítačem podporovaná výroba - zkratka označující software (nebo obor) pro řízení či automatizaci výroby např. obráběcích strojů, robotů.

CAE – Computer Aided Engineering - počítačem podporované konstruování - zkratka označující software nebo obor pro technické výpočty a navrhování. Zahrnuje obvykle CAD, NC programování, nástroje pro plánování a řízení kvality.

CAPP – Computer Aided Proces Planing - počítačem podporovaná technologická příprava výroby.

PDM – Product Data Management - elektronická správa dat o výrobku. Tyto dokumenty obsahují veškerá data týkající se výrobku. [3]

3.2 Rozdělení CAD - systémů

CAD systémy dělíme do několika kategorií.

- Klasická konstrukce neboli, v dnešní době již málo používané, kreslení technických výkresů za použití kreslicího prkna a kreslicích pomůcek.

- **I.generace** - 2D konstrukce

- **II generace** - 2D a 3D konstrukce s parametrizací

- **III.generace** - 3D parametrická konstrukce a návaznost na CAM a CAE

I.generace

Neboli malý CAD je program, který nepřekročí hranici dvou rozměrů. Jsou to často jednodušší programy pro tvorbu náčrtků a nejsou vhodné pro konstruktérskou práci. Narozdíl od programu AutoCAD LT, který je sice "menší" než klasický AutoCAD, ale dostatečný pro domácí užití nebo jednoduché výkresy.

II.generace

Klasické a doposud nejpoužívanější systémy pro osobní počítače. Řadí se zde zejména AutoCAD a MicroStation, které mají jistý prostorový modelář a určitou otevřenou architekturou (možnost programování aplikací a spolupráce s jinými programy). Programy se v této oblasti intenzivně vyvíjí díky nástupu výkonných osobních počítačů a mají široké nasazení v řadě podniků.

III. generace

Pod označením velký CAD se skrývají výkonné systémy pracující většinou na platformách Unixu a Windows NT, které se však neobejdou bez výkonného hardwaru. Běžným uživatelům zůstane zřejmě tato třetí generace ještě chvíli nedostupná, neboť ceny za ní dosahují až nehezkých výšek. Jsou to programy jako např. Pro/Engineer, Catia, Inventor atd. [4]

3.3 Software

V současné době existuje na trhu poměrně velké množství softwarových produktů určených pro řešení inženýrských problémů. Nákup programu znamená zvýšení nákladů. Investované náklady se však vrátí zamezením výroby zmetků a ušetřením na případných opravách. Je potřeba si uvědomit, že cena výroby součásti je srovnatelná s cenou programu. Ten se samozřejmě dá použít opakovaně.

3.3.1 CAD software

Na výběr CAD softwarů je celá škála produktů různých kvalit a použitelnosti. Musíme se umět dobře rozhodnout, jaké funkce od programu budeme požadovat. Významným ukazatelem je otevřenost programu. Měl by umožňovat dobré rozšíření, měl by disponovat aplikacemi které použijeme, měl by mít 2D a 3D modelář a nakonec by měl obsahovat převod dat do standardních formátů.

Několik vlastností CAD systému:

- modelování součástí a sestav
- modelování objemové i plošné
- parametrizace modelu
- kontrola sestavení a kolizí součástí
- generování výkresové dokumentace
- tvorba prezentací

- další rozšíření (např. tvorba plechových dílů, tvorba forem)
- import a export datových standardů
- podpora týmové spolupráce
- konektivita do podnikového informačního systému, skladové hospodářství

3.3.2 CAE software

Je třeba se rozhodnout, jaký software použít na výpočty, kontroly, simulace. Otázkou je, potřebujeme-li vůbec tento systém a pokud ano, co chceme počítat? Nemá smysl kupovat drahý software, když budeme počítat jednoduché součásti (menší sestavy, základní výpočty). Koupit CAE systém lze jako samostatný program nebo jako nadstavbu pro daný CAD, který je buď přímo implementován do podporovaného CADu nebo jako samostatný software obsahující interface (softwarové rozhraní umožňující načítání dat daných formátů) pro načítání datového formátu podporovaného CAD systému.

Několik vlastností a možností CAE programů:

- výpočty jednotlivých součástí
- výpočty sestav
- základní výpočty při statickém zatížení (napětí, deformace)
- dynamická analýza
- výpočty únavy
- možnost optimalizace hmotnosti a tvaru součástí
- možnost dalšího rozšíření (výpočty elektromagnetických polí, šíření zvuku, apod.)
- přímá provázanost a zpětná vazba do CAD systému
- kvalitní vizualizace a prezentace výsledků

3.3.3 CAM programy

CAM programů je k dispozici celá škála na různé druhy úkolů. V současnosti jsou softwarově podporovány nejvíce oblast NC obrábění potom méně kování a lití. Je zde možnost komunikace se systémy (CAE/CAM). Nejdůležitějším faktorem je univerzálnost a podpora výrobních zařízení. Programy by měly umět spolupracovat (načítat a poskytovat data).

Několik vlastností a možností CAM programů:

- ***simulace obrábění***
 - revize dráhy nástroje
 - generování dráhy nástroje
 - dokončovací operace, hrubování
 - navrtání, zapichování, řezání závitu
 - frézování, víceosé obrábění, soustružení

- ***lití***
 - gravitačního i tlakového lití
 - řešení tuhnutí během lití
 - vyhodnocování kompletního teplotního pole
 - odhalení míst s podtlakem
 - odhalení vzniku bublin
 - výpočet tuhnutí odlitku
 - analýza velikosti a umístění staženin
 - ověření návrhu vtokové soustavy

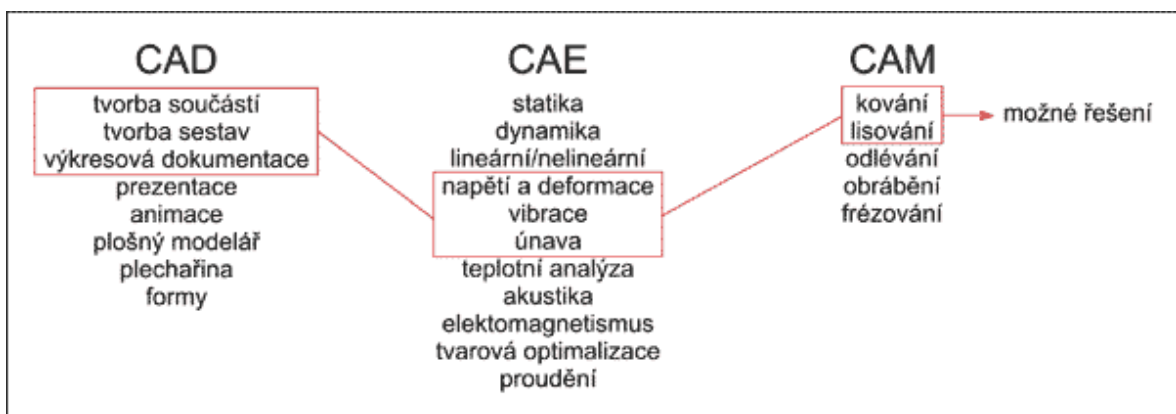
- ***kování***
 - předpovědi teplotních, rychlostních a napěťových polí
 - předpověď vzniku přeložek a jiných vad při tečení
 - předpověď vzniku vnitřních vad ve tvářeném materiálu
 - předpověď možnosti vzniku nebezpečných napětí (lomů) v nástroji
 - předpověď opotřebení nástroje
 - určení zbytkových pnutí
 - volba různého pořadí tvářecích operací
 - možnosti místního zjemňování síťování a četnosti přesíťování

- tvorba vstřikovacích forem
- lisování a simulace hlubokého tažení plechů
- databáze materiálů, nástrojů a řezných podmínek

3.4 CA řešení

Zvolit nejlepší softwarové řešení a produkty které použijeme, záleží na několika faktorech (obr. 7).

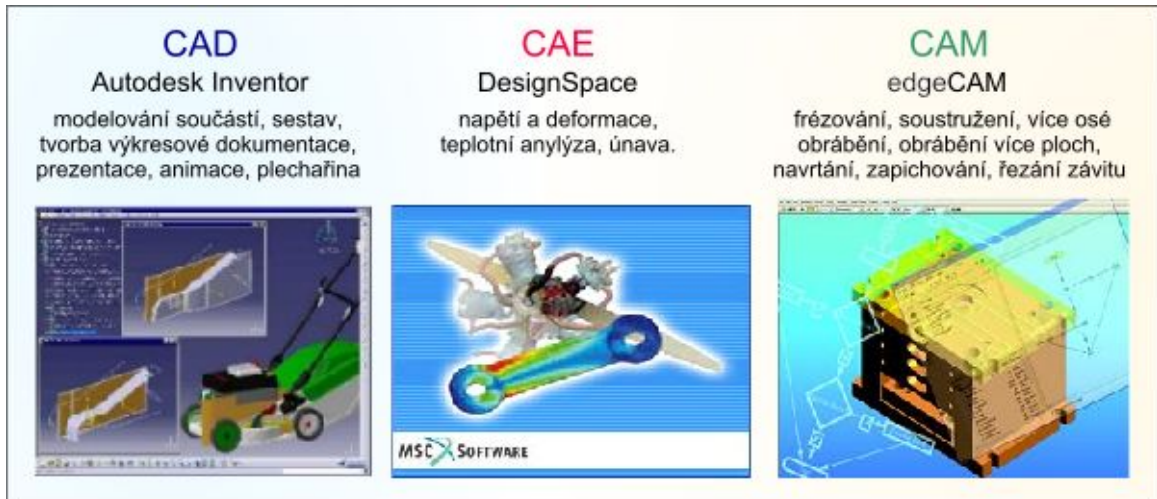
- Co se konkrétně bude vyrábět.
- Budou se vyrábět již vyráběné součásti a jde pouze o přechod z 2D do 3D, nebo se bude vyvíjet nový výrobek.
- Bude se jednat o jednoduchou součást nebo o sestavy řádově desítek, stovek nebo tisíců součástí.
- Předpoklad vlastního vývoje nadstaveb a aplikací.



Obr. 7 Příklad řešení CA – systémů

Lze použít prostředky od různých výrobců (obr. 8). Vybrat univerzální nástroj, většinou CAD, který splní potřeby firmy a posléze dokoupit potřebné nadstavby a další programy pro inženýrské analýzy a simulaci výroby. Pak je možné si postupem času upřesnit a sestavit optimální řešení pro danou výrobu či vývoj. Úskalím však může být špatná nebo

nedokonalá vazba na CAE/CAM programy a omezené využití všech výhod integrovaného řešení. Tyto programy nepracují s jedním typem dat a musí se používat překladače.



Obr. 8 Příklad řešení od různých výrobců

Další možností je vybrat CA řešení od jednoho výrobce (obr. 9). Výrobci větších CAD systémů (často CAD/CAE/CAM) nabízí různé softwarové konfigurace a možnosti sestavení. Příkladem může být firma Dassault Systemes. Řešení CATIA jsou nabízena jako samostatné produkty (moduly) ale rovněž jako zkompletovaná logická seskupení produktů (konfigurace). Konfigurace jsou balíky programů, specificky upravené pro profese, které se ve vývoji a přípravě výroby běžně vyskytují. V případě potřeby dalších funkcí a nástrojů je možné přidat jeden nebo více samostatných produktů. Jednotlivé moduly spolu plně spolupracují a pracují s jedním typem dat. To umožňuje zachovat vnitřní vazby a provázanost.

<p>Mechanical Design Solution 3D objemové modelování (Part Design), modelování ploch, práce s plechy, práce se sestavami a tvorba výkresů.</p> <p>CATIA Drafting 1 technické výkresy, rozhraní s nejčastěji používanými průmyslovými standardy</p> <p>CATIA Mechanical Engineering 1 konstrukce 3D součástí a sestav, generování výrobních výkresů, testování namáhání pro prvotní ověřování, renderování v reálném čase</p>	<p>Analysis Solution jednoduché analýzy metodou konečných prvků, určené pro konstruktéry, analýza napětí a vibrace.</p> <p>CATIA Structural Analysis 2 pro projektanty a specialisty, strukturální analýza včetně komplexní konfigurace</p> <p>CATIA Tolerance Analysis of Deformable Assembly 3 (TA3) předpověď tolerancí plechových montážních celků s využitím deformační analýzy i analýzy montážního celku.</p>	<p>NC Manufacturing nástroje pro simulaci výroby, revize, nástrojů, lití, lisování, obrábění</p> <p>CATIA Machinist Review 1 zajištění revizních nástrojů pro správce výrobních procesů, revize dráhy nástroje příprava NC výroby</p> <p>CATIA Core & Cavity Design 2 lisování, rozhraní IGES - IG1, Healing Assistant 1 základní funkce pro drátový model a povrchy CATIA Mold and Die Machinist 2 lisování a lití pod tlakem</p>
--	--	---

Obr. 9 Řešení od jednoho dodavatele (Dassault Systemes)

Další zkratky CA technologií, které se používají, jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4 Zkratky CA - technologií

zkratka	popis	zkratka	popis
CA	Computer Aided	CAMP	Computer Aided Management Production
CAA	Computer Aided Assembly	CAO	Computer Aided Organisation
CAD	Computer Aided Design	CAP	Computer Aided Programming
CADD	Computer Aided Design and Drafting	CAP	Computer Aided Planning
CAEA	Computer Aided Engineering Analysis	CAPE	Computer Aided Production Engineering
CAI	Computer Aided Inovation	CAPP	Computer Aided Process Planning
CAI	Computer Aided Inspection	CAQ	Computer Aided Quality
CAIS	Computer Aided Information System	CA-R	Computer Automatic-Robots
CAL	Computer Aided Logistic	CASE	Computer Aided Software Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing	CAT	Computer Aided Testing
		CIM	Computer Integrated Manufacturing

4 AUTODESK INVENTOR

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. Poté se z náčrtu vytvoří model součásti pomocí 3D modelovacích nástrojů, který je možno dále různě upravovat a následně vytvořit výkresovou dokumentaci. K modelu je možné se kdykoliv vrátit a provést s ním jakoukoliv úpravu.

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. [4]

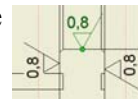
4.1 Historie Inventoru

Autodesk Inventor je produkt kalifornské firmy Autodesk, která na trhu působí od roku 1982. 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 11, která se vyskytuje ve dvou platformách. A to Autodesk Inventor Series 11, který je součástí celkového výrobního řešení Autodesk, a Autodesk Inventor Professional 11, který vedle plné funkčnosti Autodesk Inventor Series 11 rozšiřuje možnosti Inventoru o konstrukci specifických strojírenských prvků, potrubních systémů a sestav s vedením pevných i ohebných trubek, elektromechanických zařízení a dalších. [4]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 OVLÁDÁNÍ INVENTORU 11

Základní ovládání je pomocí počítačové myši, levé tlačítko myši (dále jen LTM) slouží k potvrzení vyvolaných nástrojů, umístování kót atd. Pravé tlačítko myši (dále jen PTM) slouží k zavolání kontextových menu, které souvisí s aktuálním procesem. Rolovací kolečko pak zejména usnadňuje zoomování, kdy rolování směrem nahoru oddaluje výkres a směrem dolů výkres přibližuje. Držením kolečka myši se vyvolá funkce *Pan*, která umožní posouvat výkres v rovině. Výběr prvků lze provést tak, že se kurzorem myši a stisknutím LTM vybere daný objekt. Vybere se pouze



jeden objekt.

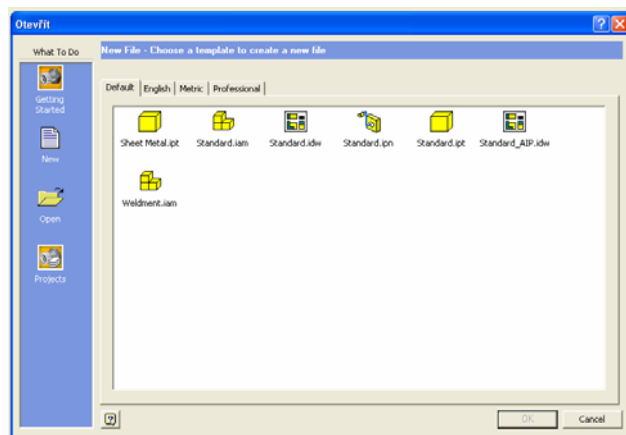
Pro výběr více objektů se stiskne klávesa SHIFT a kurzorem myši a stisknutím LTM se vyberou potřebné objekty. Vybraný objekt nebo objekty mají zelenou barvu.



Pro snadnější komunikaci s programem jsou k dispozici klávesové zkratky, které jsou uvedeny u jednotlivých příkazů např. D aktivuje kótovací příkaz, ESC zruší zadaný příkaz a klávesa F2 je posunutí.

5.1 Startovací okno

Při spuštění programu standardně nabíhá startovací okno (obr. 10). V levé části startovacího okna si lze pomocí ikonky vybrat v jaké části programu se bude pracovat.



Obr. 10 Startovací okno

Getting started (začínáme) – Toto je možnost spuštění výukových lekcí, které program nabízí. Dále nabízí novinky této verze Inventoru oproti minulým verzím nebo přímé připojení na webový portál Autodesk.

New (nový) – Tato složka umožňuje otevřít několik typů souborů se kterými Inventor pracuje. Soubor se určuje podle přípony.

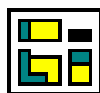
Open (otevřít) – Zde se otvírají všechny soubory.

Projects (projekty) – Tím se rozumí skupina všech souborů a adresářů, které je třeba využít k danému výrobku. Může to být skupina sestav, výkresů nebo dílů. V konečném důsledku název projektu umožní přístup ke všem souborům a adresářům. Pod názvem projektu jsou uloženy všechny cesty na adresáře a soubory, které se po jeho vybrání automaticky nastaví, takže se při ukládání nebo otevírání souboru či adresáře tyto cesty zobrazí. Tímto odpadá složité hledání souborů nebo adresářů, které jsou potřeba použít. Pomocí projektů je možné sdílet standardní a uživatelské knihovny, sdílet soubory s pracovní skupinou a pracovat současně na různých částech stejné sestavy.

5.2 Výkresy v Inventoru 11

Výkresovou dokumentaci lze vytvořit jak z modelu součásti, tak z celé sestavy. Každý tento výkres je tvořen různými pohledy a řezy atd., které si konstruktér volí libovolně. V Inventoru platí asociativní vztah tzn. pokud se něco změní na modelu, projeví se to automaticky i na výkrese. Například když je v modelu změněn rozměr, na výkrese se změní kóta. Tento postup je možný i naopak.

Výkresy jsou uloženy v souborech s příponou ***.idw** (Inventor Drawing). Založení nového výkresu se provede výběrem ikony (obr. 11) ve startovacím okně.

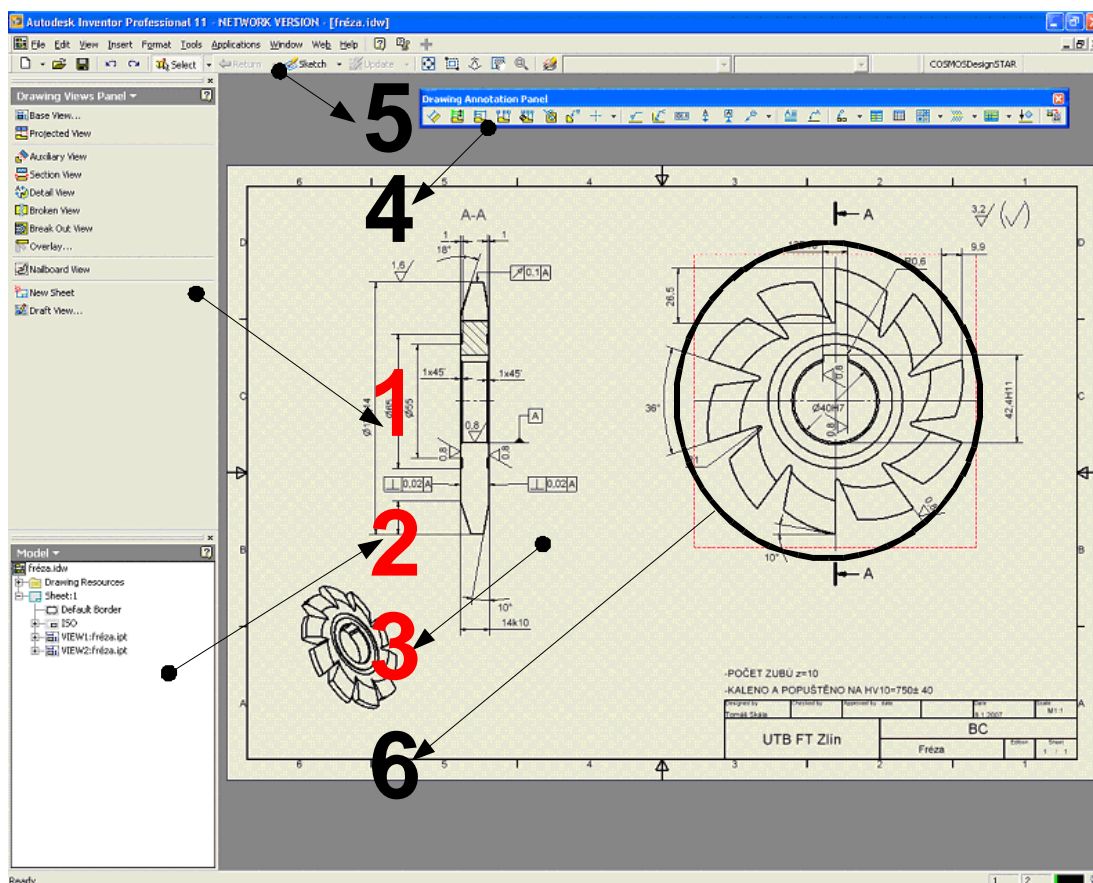


Standard.idw

Obr. 11 Ikona výkresu

Výkresové okno Inventoru se už na první pohled liší od okna, kde se modeluje součást. Výkresový list určitého formátu s rámečkem a razítkem se načte ze šablony a standardně obsahuje tři položky: *Model* (Model), *Drawing Views Panel* (Správa výkresů) a *List*.

Položka *Model* obsahuje zdroje formátů listu, rámečku, rohového razítka atd. Tyto zdroje jsou předdefinované a uživatel si může vybrat ty, které bude ve výkresech potřebovat. Je však možné definovat a vytvořit vlastní zdroje výkresu. *Drawing Views Panel* obsahuje ikony na tvorbu základních pohledů, řezů detailů apod. *List* je samostatná kreslicí čtvrtka, ve které se vytváří celkový technický výkres (obr. 12).




Obr. 12 Výkresové okno

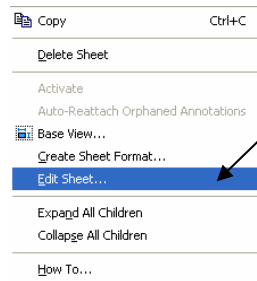
1. **Drawing Views Panel** (Správa výkresů)
2. **Model** (Model)
3. **List** (Technický výkres)
4. **Drawing Annotation Panel** (Kótovací panel)

5. Standart Bar (Panel standardních nástrojů)

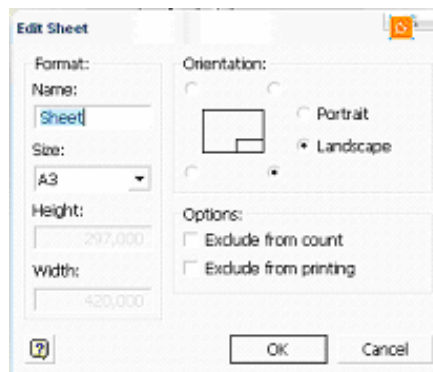
6. Part (Součást)

5.3 Úprava formátu výkresu

Formát výkresu lze opravit, pokud se na list nevejde pohled výrobku nebo je málo místa na pomocné pohledy a řezy. Je možné to provést najetím počítačovou myší do části *Model* na položku *Sheet*. LTM se položka aktivuje, tato položka zmoudrá  **Sheet:1** a PTM se zobrazí kontextové menu. V tomto menu se vybere položka *Edit Sheet*.



Dialog, který se objeví (obr. 13) po zavolání funkce, má tři sekce. *Format* (Formát) kde se definuje název listu, formát listu (A1, A2, A3, ...) a dále výška a délka listu. Sekce *Orientations* (Orientace) určuje polohu rohového razítka např. vlevo nahoře, vlevo dole nebo vpravo dole. Poslední sekce *Options* (Volby) umožňuje dvě volby: vyřadit z tisku tento list a nepočítat do pořadí.

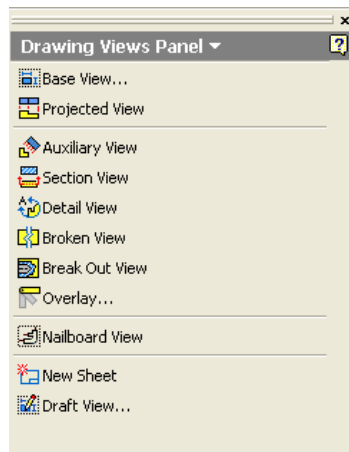


Obr. 13 Edit Sheet


6 TVORBA POHLEDŮ


6.1 Drawing Views Panel


Panel výkresových pohledů (obr. 14) má několik druhů příkazů pro tvorbu pohledů a úpravu výkresových listů.



Obr. 14 Drawing Views Panel


 **Base View** – Základní pohled


 **Projected View** – Promítnutý pohled


 **Auxiliary View** – Pomocný pohled


 **Section View** – Řez

 **Detail View** – Detail


 **Broken View** – Přerušovaný pohled

 **Break Out View** – Částečně přerušovaný pohled

 **Overlay View** – Repräsentace poloh


 **Nailboard View** – Zjednodušené pohledy pro kabelové svazky

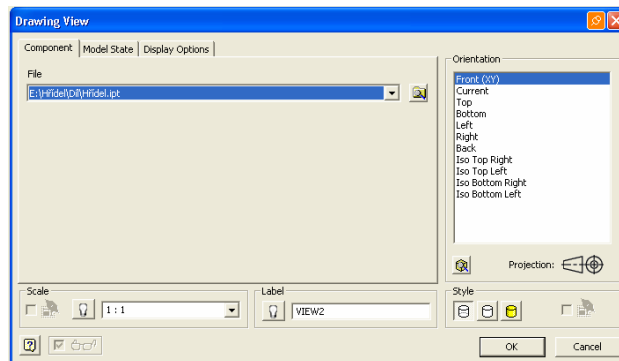
 **New Sheet** – Nový list

 **Draft View** – Načrtnutý pohled







6.2 Base View a Projected View

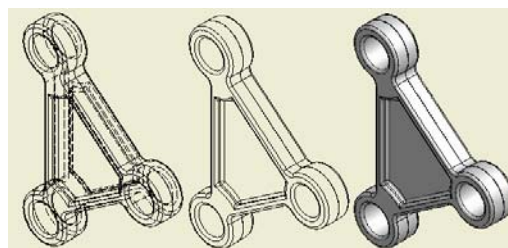
Base View

Po vyvolání příkazu *Base View*  (obr. 15) pomocí LTM se objeví dialog, který obsahuje tři záložky: *Component*, *Model State* a *Display Options*. V části *Component* je zobrazena cesta k souboru. Části *Model State* a *Display Options* nastavují vlastnosti pohledu.




Obr. 15 Base View

V části *File* je zobrazena cesta k souboru, kde je uložen díl. Pokud cesta není navolena, lze ji nastavit pomocí roletky nebo ikonou . Jakmile je cesta k souboru vybrána, lze v položce *Orientation* vybrat pohled, jak se díl zobrazí. Pokud předdefinované pohledy nevyhovují, je možné pomocí volby  vstoupit do prostředí s funkcemi pro manipulaci s pohledem. Tam lze nastavit požadované zobrazení pohledu a tlačítkem  se nastavení pohledu potvrdí. Nastavení měřítka pohledu ke skutečné velikosti se zadává v části *Scale*. Zadané číslo znamená první hodnotu ku jedné. U pohledu lze zobrazit měřítko kliknutím LTM na žárovičku , která se rozsvítí . Část *Style*  specifikuje jak bude výkresový pohled prokreslen (plně včetně skrytých hran, bez skrytých hran nebo ve stínové podobě).




Obr. 16 Styl zobrazování

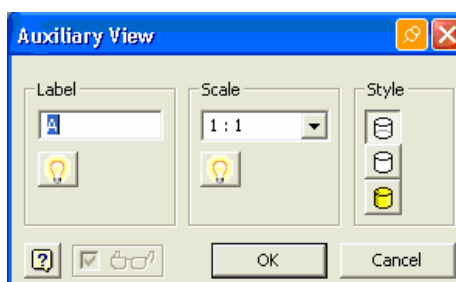
Projekted View

Pro použití příkazu *Projected View*  je nutné, aby ve výkrese byl vygenerován alespoň jeden výkresový pohled tzv. výchozí. Pro vybrání této funkce se vybere LTM výchozí pohled, od kterého se bude odvozovat promítnutý pohled. Při táhnutí počítačovou myší do stran, nahoru, dolů nebo šikmo se u kurzoru myši začne prokreslovat promítnutý pohled a LTM se určí požadované místo. Po použití PTM a volbou *Create* (vytvořit) se vytvoří daný pohled.

6.3 Auxiliary View, Section View, Detail View, Broken View, Break Out View, Overlay View, Nailboard View


Auxiliary View

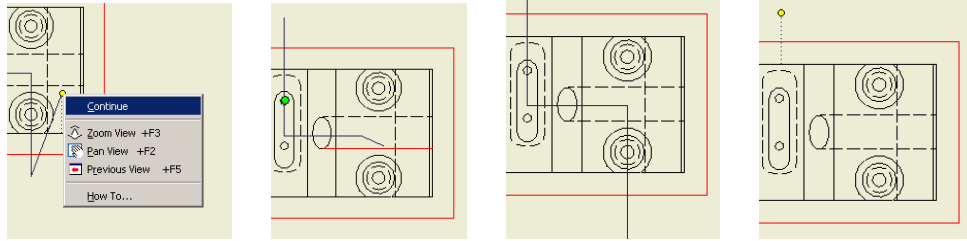
Pro použití příkazu *Auxiliary View*  je požadován *Base View*. Po aktivaci příkazu se LTM vybere *Base View* a následně se vyplní dialog s vlastnostmi pohledu (obr. 17) (*Label*, *Scale* a *Style*). Dále se určí hrana, od které se kolmo promítne pohled.



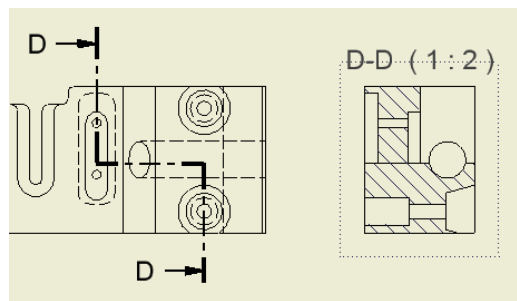
Obr. 17 Vlastnosti Auxiliary View

Section View

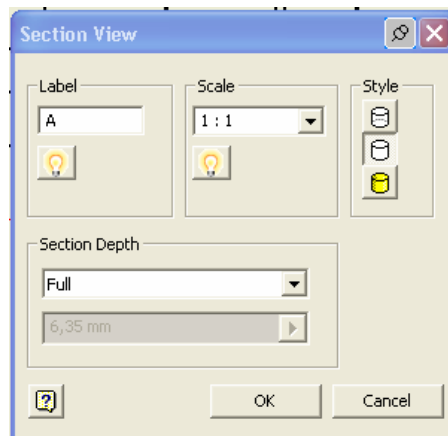
Pro *Section View*  (Obr. 18) je vyžadována existence minimálně jednoho výkresového pohledu, ze kterého se vytvoří poloviční řez, úplný řez nebo řez pod úhlem. Po aktivaci funkce následuje výběr pohledu a kreslení směru čáry řezu. Čára řezu se vytvoří jakýmkoliv směrem. Po každém stisknutí LTM se vytvoří bod a čára. Čára řezu může mít libovolný počet segmentů.



Ukončení kreslení čáry se provede pomocí PTM a volbou *Continue*. Řez se zobrazí u kurzoru myši a kolmo k čáře se pomocí LTM vybere poloha řezu. V dialogovém okně (Obr. 19) se vybere název řezu, měřítko řezu a styl prokreslování. Čára řezu se zruší najetím kurzoru na čáru a PTM se vyvolá nabídka. Následně se LTM odškrtně volba

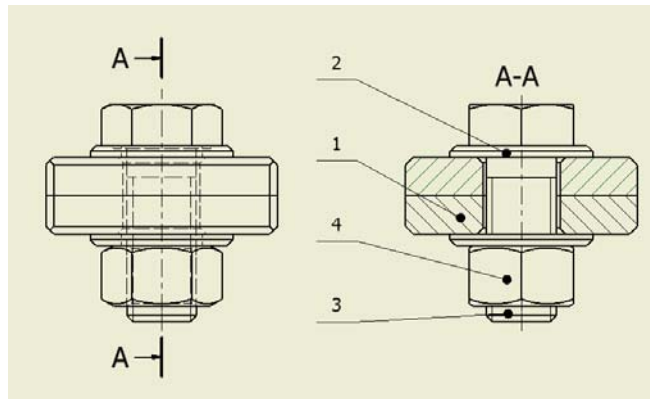


Obr. 18 Řez



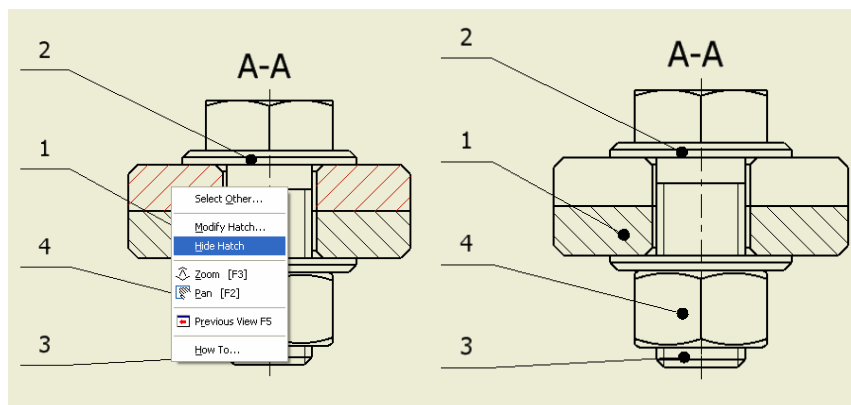
Obr. 19 Dialogové okno Section View

Vytvoření řezu (obr. 20) u výkresů sestav se provede stejně jako u předchozího příkazu. Pokud jsou v sestavě vloženy normalizované součásti z knihovny Inventoru (šroub, čep, podložka atd.), v řezu se neprokreslí.





Obr. 20 Řez v sestavě

Pokud součást (šroub, čep, podložka atd.) není vložena z knihovny Inventoru a je vymodelovaná konstruktérem, musí se šraf ručně schovat. Kurzorem se ukáže na šraf, PTM se vyvolá nabídka a volbou *Hide Hatch* se šraf schová (obr. 21).

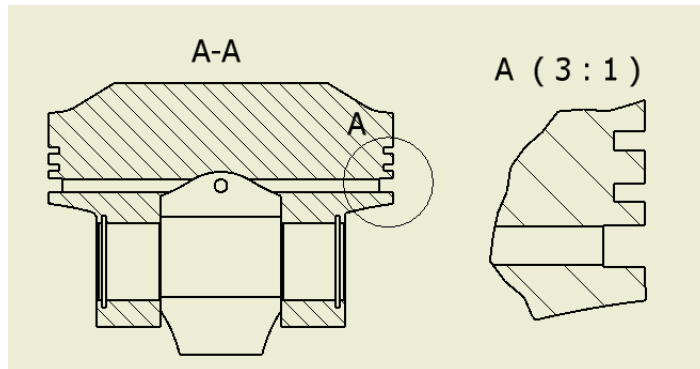


Obr. 21 Schování šrafovaní

Detail View


Funkce *Detail View*  vytvoří detail daného pohledu a vyžaduje existenci minimálně jednoho výkresového pohledu. Vybráním pohledu se zobrazí okno s nastavením parametrů detailu (měřítko, označení a typ ohraničení detailu **Fence Shape** ). Klepnutím LTM do pohledu se určí střed pohledu a následně se vybere posunem myši část, která se

má zobrazit. LTM se příkaz ukončí. Vytvořený pohled lze na výkrese umístit na libovolné místo (obr. 22).





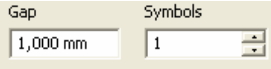
Obr. 22 Detail pohledu

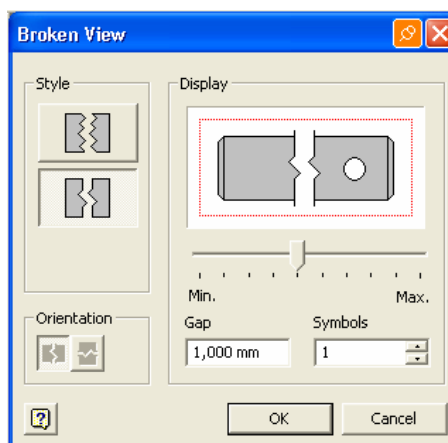
Broken View

Příkazem *Broken View*  se zkrátí libovolný vytvořený pohled. Nejvíce se zkrácení využívá u dlouhých součástí. U jednoho pohledu lze vytvořit i více přerušení.

Po aktivaci příkazu se vybere libovolný pohled. Zobrazí se dialogové okno (obr. 23), kde

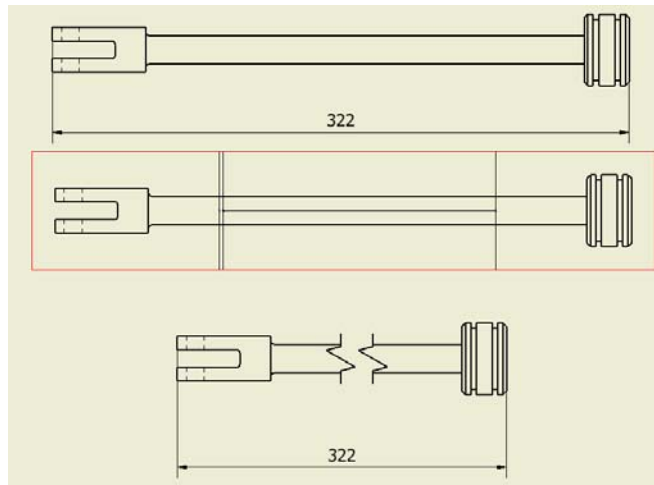
se vybere styl zobrazení , orientace , mezera a počet značek přerušení pohledu

 .




Obr. 23 Dialogové okno Broken View

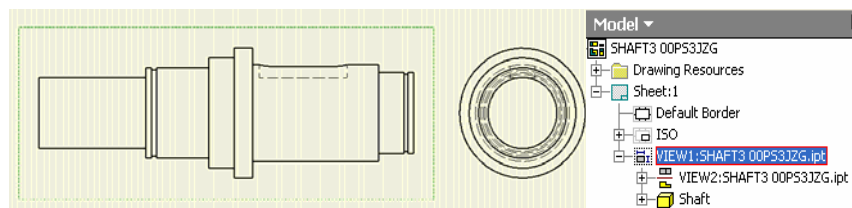
Klepnutím LTM do pohledu se umístí první čára, přetažením a dalším klepnutím LTM se umístí další čára a vznikne přerušovaný pohled (obr. 24).




Obr. 24 Přerušovaný pohled

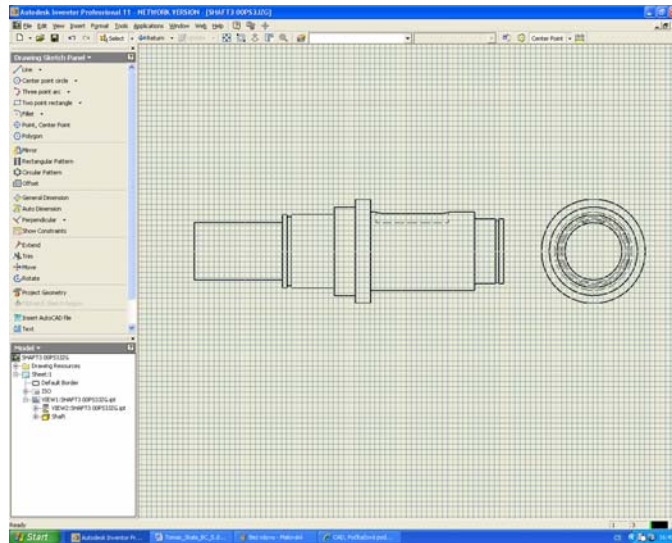
Break Out View

Break Out View  zobrazuje v řezu určitý prvek součásti, který by jinak nebyl v pohledu patrný. Nejdříve se musí definovat hranice částečného řezu pomocí funkce *Sketch*. LTM se na výkresové ploše aktivuje pohled. Vybraný pohled bude v rámečku. Daný pohled lze vybrat ve stromovém adresáři v části *Model*, kde pomocí LTM pohled promodráme (obr. 25).




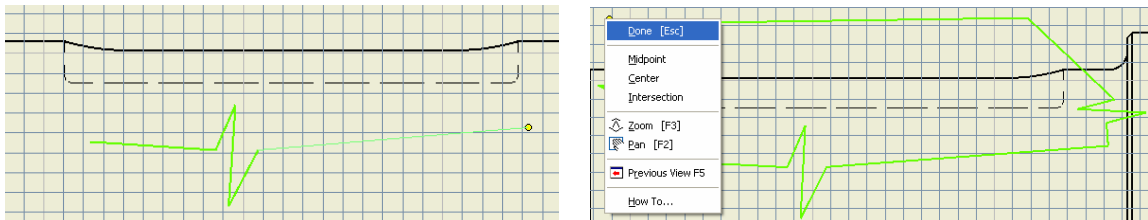
Obr. 25 Break Out View - výběr pohledu

Pokud je pohled vybraný, klikne se na funkci *Sketch* , která je na standardním panelu nástrojů, a zobrazí se skicář se stejnými funkcemi jako skicář, ve kterém se modeluje 2D – model. (obr. 26)

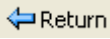


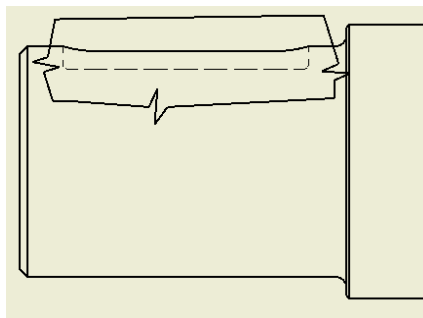
Obr. 26 Sketch okno

Pomocí příkazu *Line*  se začne kreslit hraniční čára. LTM se klikne na místo, kde má být začátek čáry. Tahem myši a kliknutím LTM se určí další bod hraniční čáry. Za myši vzniká zelená čára. Pokračuje se dále až se hraniční čára uzavře ve výchozím bodě a PTM a potvrzením volby na *Done* se příkaz ukončí (obr. 27).




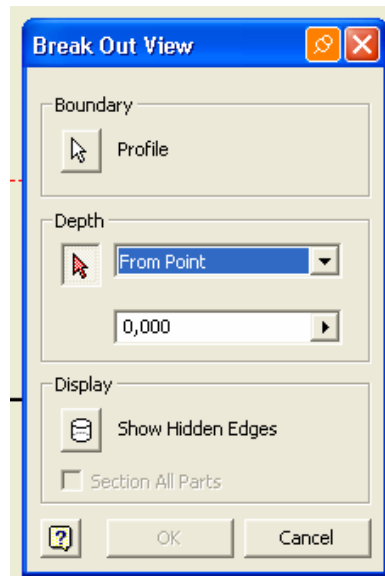
Obr. 27 Sketch – Line

Po ukončení příkazu vznikne uzavřená hraniční čára. Příkaz *Return*  vrací zpět do výkresového listu (obr. 28)



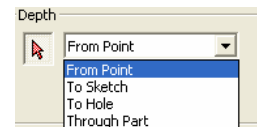
Obr. 28 Sketch – ukončení

Dále se LTM klikne na příkaz *Break Out View*  a vybere se pohled, kde je nakreslená hraniční čára. Zobrazí se okno s nastavením parametrů příkazu (obr. 28).

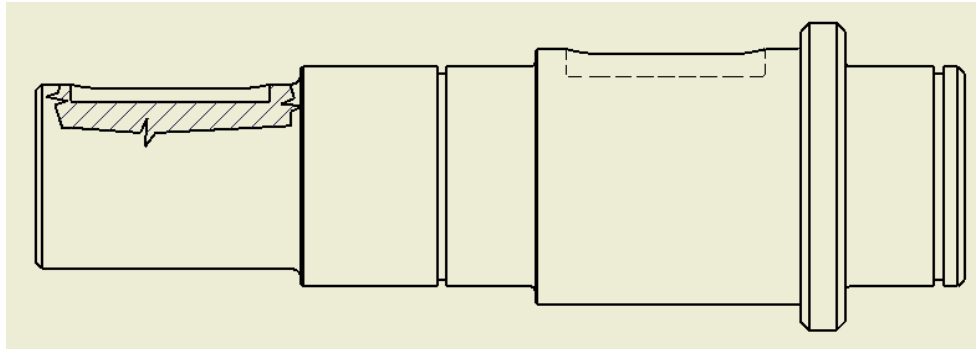


Obr. 29 Dialogové okno - *Break Out View*

V části *Boundary* se zvolí daný typ hraniční čáry řezu. Pokud je jedna, automaticky se vybere. V části *Depth* se vybere metoda definice řezu. V této části je na výběr několik možností, které lze zobrazit pomocí roletky a vybrat tu, která je potřeba.




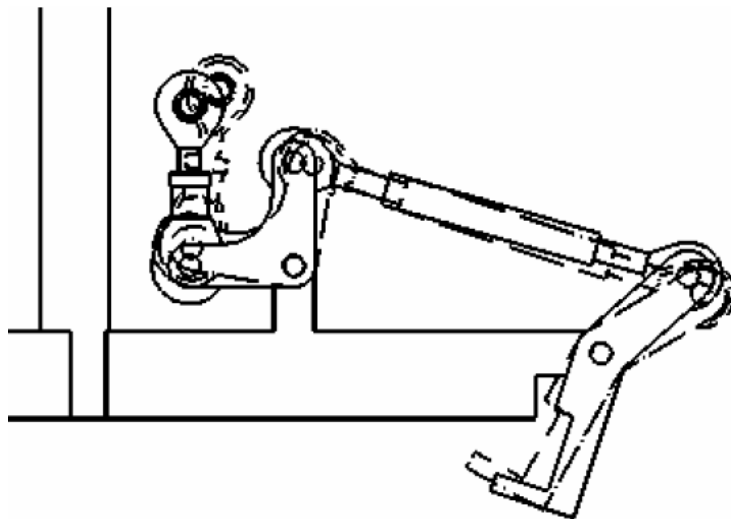
U volby *From point* se zadává pomocí LTM bod na pohledu a číselná hodnota hloubky částečného řezu. U volby *To Sketch* lze použít načrtnutou geometrii přidruženou k jinému pohledu pro definování hloubky. Pro definování hloubky děr se používá volba *To Hole* a nakonec u volby *Through Part* se zadá tloušťka součásti. V části *Display* se volí zobrazování neviditelných hran. Po nastavení příslušné definice hloubky řezu se příkaz potvrdí volbou *OK* (obr. 30).



Obr. 30 Break Out View


Overlay View

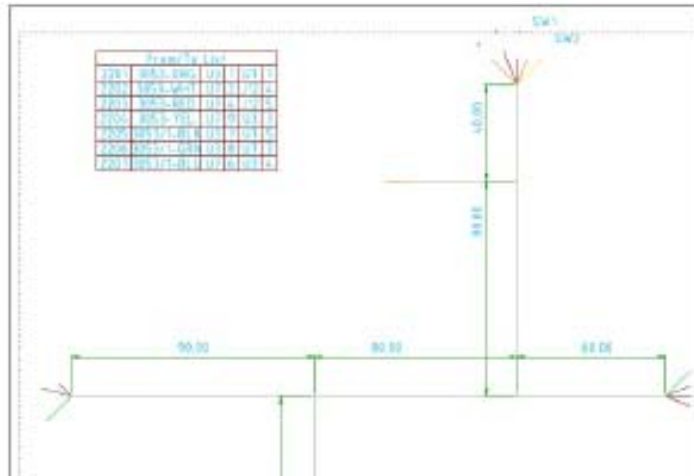
Příkaz *Overlay View*  dokáže vložit do výkresů pozice dílu a ukázat, jak se v sestavě pohybuje (obr. 31). Tyto pohledy je třeba nastavit v sestavě.



Obr. 31 Overlay View

Nailboard View


Příkazem *Nailboard View*  se do výkresu vloží zjednodušené zobrazení kabelů, kde se zakótuje délka a typy kabelů (obr. 32).

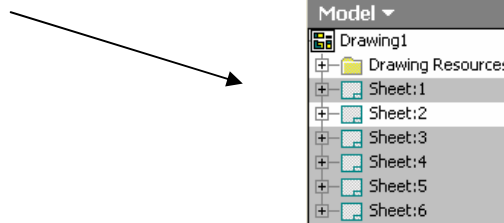


Obr. 32 Nailboard View


6.4 New Sheet, Draft View

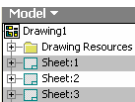
New Sheet

Nový výkres či šablona obsahuje vždy jeden výkresový list. Příkazem *New Sheet*  je možné přidat jeden či více listů do aktuálního výkresu. Tyto listy se zobrazí ve stromovém adresáři.



Nový list se může vložit několika způsoby. Pomocí příkazu *New Sheet* na *Drawing Views Panel* nebo kliknutím PTM na výkresový list a z nabídky se vybere volba nový

list . Mezi jednotlivými listy se lze přepínat pomocí dvojkliku LTM

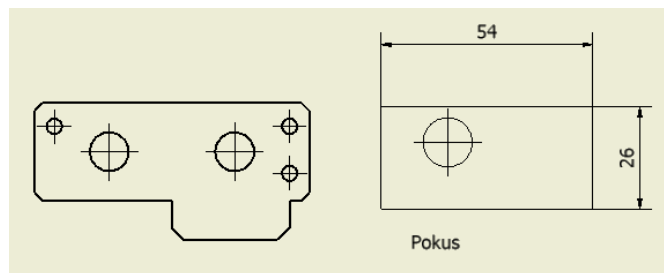
v části *Model* ve stromovém adresáři; aktivní list se prosvítí bíle. 

Tento příkaz se používá pokud je součást tak složitá, že vyžaduje mnoho pohledů, a na jeden list výkresu by se nevešly. Tento příkaz lze použít při tvorbě výkresů dílů sestav. Výhoda je, že všechny výkresy včetně výkresu sestavy jsou v jednom souboru. Naopak nevýhodou je to, že pokud se něco změní v rohovém razítku (např. název, datum nebo ná-

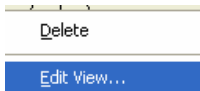
zev organizace) tak se změna projeví na všech výkresech. Tento příkaz lze využít jen pokud nevadí jedno stejné razítko u všech výkresů. Většinou ale každý výkres sestavy má svůj název a proto se musí pro každý výkres vytvořit nový soubor.

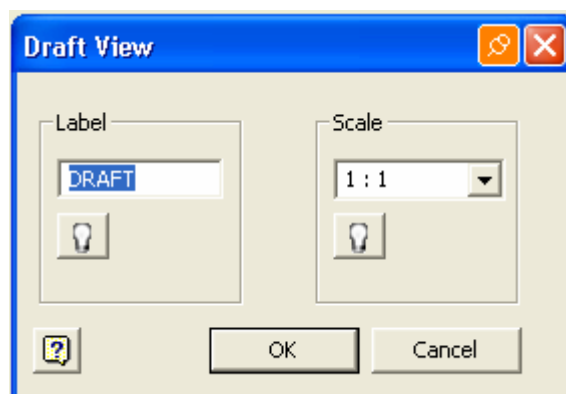
Draft View

Tímto příkazem lze vložit do výkresového listu novou načrtnutou geometrii, text, kóty a také vložit data AutoCadu (obr. 33).




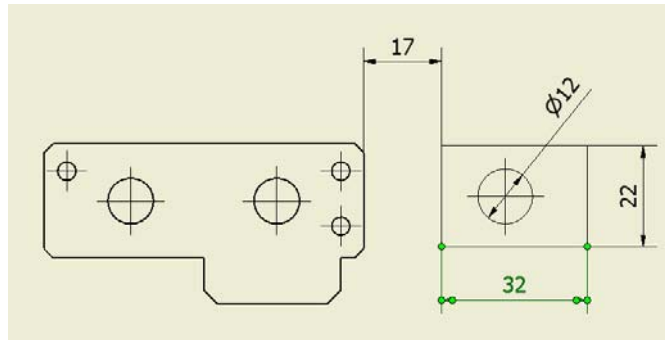
Obr. 33 Draft View

Po zadání příkazu se v zobrazeném dialogu (obr. 34) vyplní název pohledu a měřítko. Pomocí žárovek si lze navolit, jestli se název a měřítko zobrazí na výkrese. Zobrazí se *Sketch*, kde se pomocí nástrojů pro kreslení, kótování nebo psaní vytvoří 2D náčrt. Upravit název nebo měřítko lze dvojklikem LTM na pohled nebo je možné najet na pohled a PTM vyvolat nabídku, kde se potvrdí volba *Edit View*.  Opět se zobrazí dialogové okno (obr. 34).



Obr. 34 Dialogové okno Draft View

Takto vytvořené náčrtý jsou přidružené pouze s výkresovým listem a nedají se zakótovat s vytvořeným pohledem například *BaseView*, *Projected View*, *Section View* apod. Pokud je třeba vytvořit náčrt přidružený k pohledu a zakótovat jej k němu, vybere se pohled a příkazem *Sketch*  ve standardním panelu nástrojů se vyvolá *Sketch* prostředí, kde se pomocí nástrojů pro kreslení načrtne daný tvar. Pro návrat do výkresového listu se používá příkaz *Return*, ve standardním příkazovém panelu, nebo pomocí PTM a výběru *Finis Sketch*. Vytvořený náčrt lze zakótovat k pohledu (obr. 35).



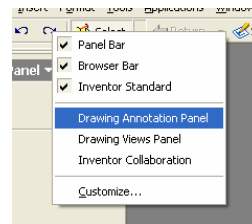
Obr. 35 Kótování k pohledu

7 KÓTY, SYMBOLY A ZNAČKY



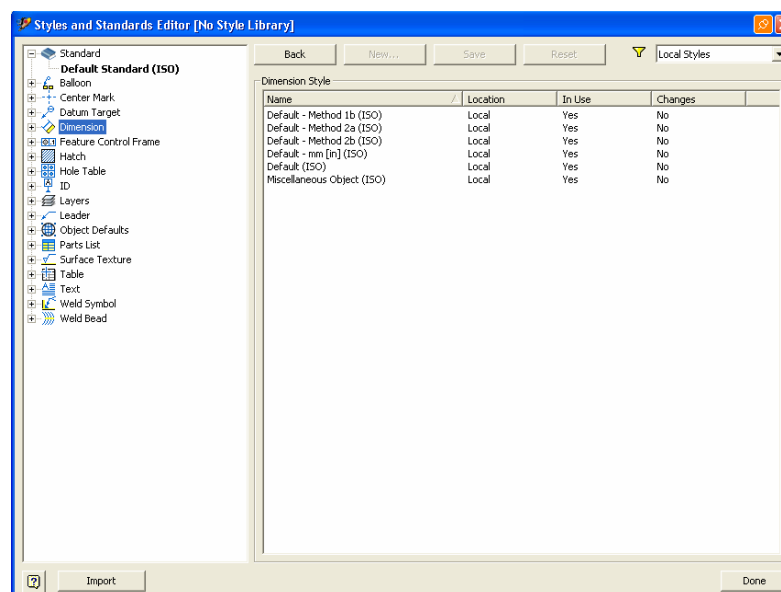
Obr. 36 Drawing Annotation Panel

Další práci na technickém výkrese po vytvoření pohledů a řezů jsou kóty, technické značky, symboly nebo vložení kusovníku. Tyto příkazy lze najít v *Drawing Annotation Panel* (obr. 36). Panel se zobrazí tak, že se najede myší na horní část obrazovky, PTM se vyvolá nabídka a LTM se potvrdí volba zobrazení panelu.



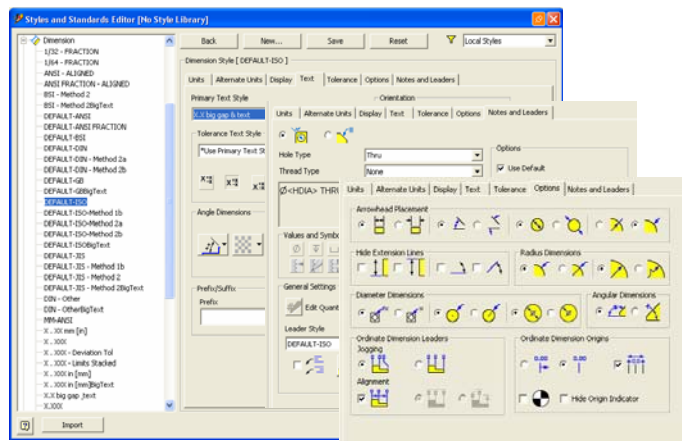
Všechny kóty a další funkce v kótovacím panelu odpovídají normám a tyto normy se mění podle různých profesí. Změnu normy lze nastavit v nabídce *Format* ve standardním panelu nástrojů, kde se LTM klikne na nabídku *Style Editor*.

Zobrazí se hlavní okno (obr. 37), kde je nabídka všech norem k příkazům v *Drawing Annotation Panel*.



Obr. 37 Styles Editor

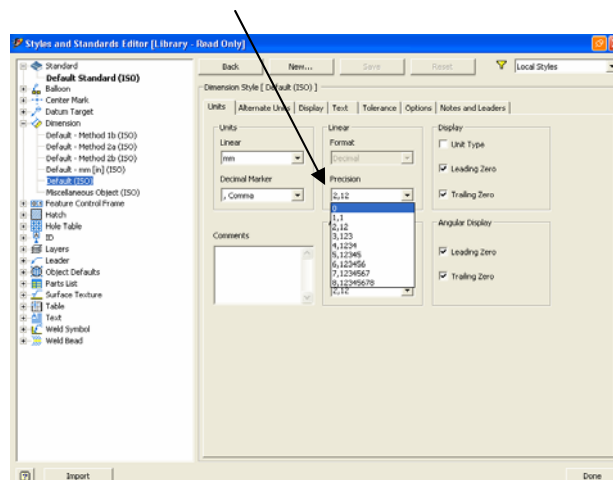
V zobrazeném okně lze LTM kliknout na daný příkaz (např. kóty) a v pravé části okna je možnost vybrat danou normu. Editor dále umožňuje vytvořit vlastní styly zobrazování drsností, kót, os apod. Například u příkazu *Dimension* (kóty) se dvojklikem LTM na normu zobrazí výběr několika záložek, kde lze měnit parametry zobrazování, velikosti šipky, odsazení vynášecí čáry atd. (obr. 38).



Obr. 38 Úpravy kót

7.1 Kótování výkresů

Inventor vytváří všechny kóty s několika desetinnými místy, proto se nejdříve musí nastavit zobrazování jednoho desetinného místa. Nastavení se provádí ve *Style Editoru*. Po otevření Editoru se LTM vybere položka *Dimension* a dvojklikem LTM vybere se norma, která se bude editovat (např. *Default (ISO)*). Zobrazí se dialogové okno (obr. 39), kde se v části *Precision* nastaví počet desetinných míst.

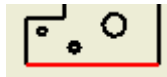


Obr. 39 Nastavení počtu desetinných míst

7.1.1 General Dimension, Baseline Dimension, Ordinate Dimension

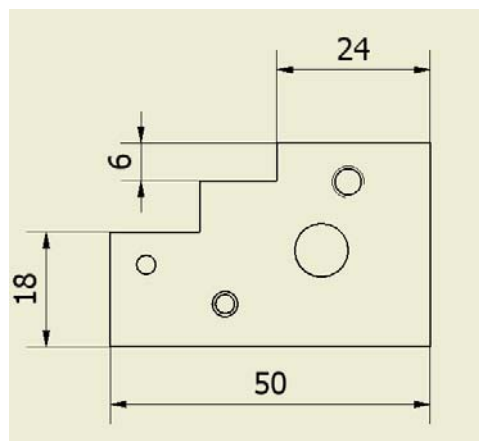
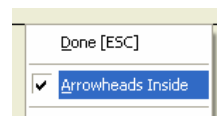
General Dimension

General dimension je nejpoužívanější příkaz na kreslení kót. Lze s ním kótovat rádius, poloměr, horizontální čáry, vertikální čáry, průměr atd. Pro kótování horizontálních nebo vertikálních čar se aktivuje tento příkaz a LTM se vybere čára, kterou je potřeba okótovat, nebo se LTM vybere počáteční a koncový bod přímky. Vybraná čára zčervená



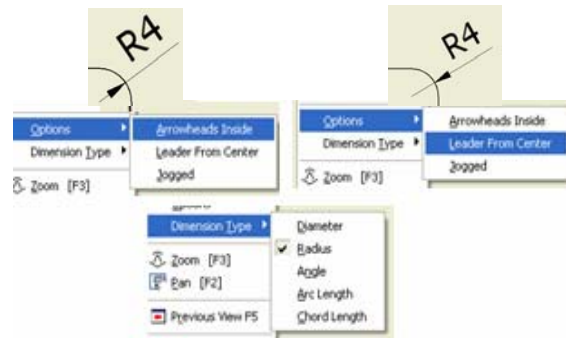
a LTM se příkaz potvrdí. Pod kurzorem myši se vytvoří kóta, kterou lze LTM umístit kam je potřeba (obr 40). Pokud je nutné zobrazit šipky kót jinak, tak se před umís-

těním kóty PTM vyvolá nabídka a potvrdí se volba

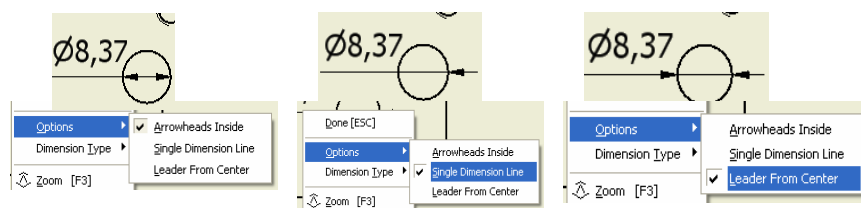


Obr. 40 Horizontální a vertikální kóty


Kótování zaoblení, průměrů a poloměrů se provádí stejně jako u rovinných čar. PTM lze kliknout před umístěním kóty (např. u zaoblení) a vybrat si z nabídky *Options* nebo *Dimension Type* pro zobrazení kóty (obr. 41). Podobné nabídky jsou i u průměru (obr. 42).

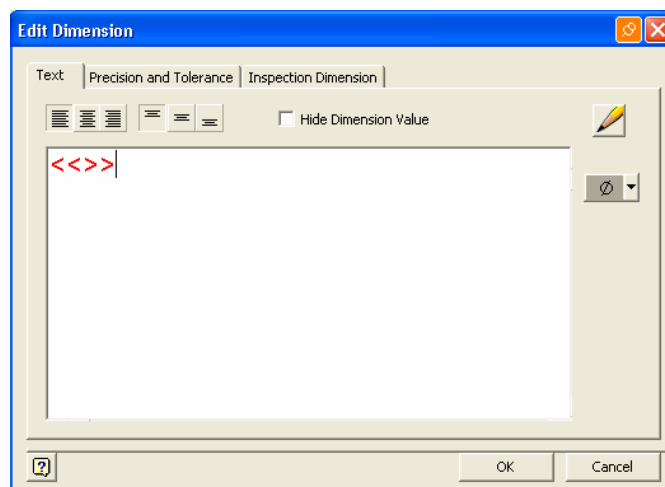


Obr. 41 Kóty zaoblení



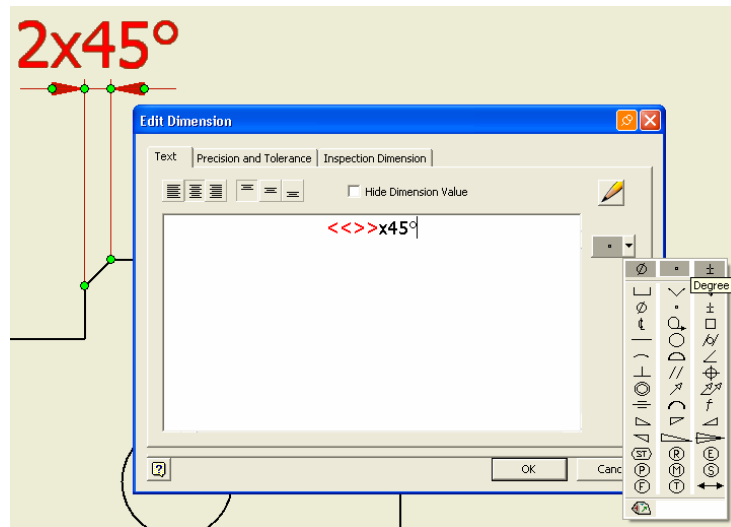
Obr. 42 Kóty průměru

Vytvořenou kótu lze editovat pomocí dvojkliku LTM na kótu nebo se kóta označí LTM a PTM se vyvolá okno, kde se vybere položka *Edit* . Po zvolení této položky se otevře okno *Edit Dimension* (obr. 43) se třemi záložkami: *Text*, *Precision and Tolerance* a *Inspection Dimension*.



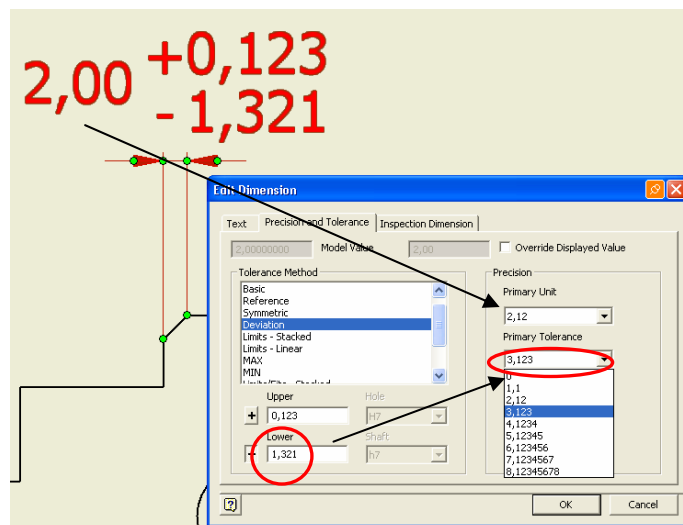
Obr. 43 Edit Dimension

V záložce *Text* není možné editovat text kóty. Hodnotu kóty zobrazuje pouze červená značka $\langle \langle \rangle \rangle$. Lze však přidat značku průměru, stupně nebo připsat např. úhel sražení tím, že se klikne LTM před nebo za hodnotu kóty, kde se zobrazí kurzor. Myší se najede na značku průměru, která se nachází v pravé části obrazovky, a pomocí roletky se rozbalí nabídka znaků. LTM se potvrdí znak, který je potřeba zobrazit (obr. 44).

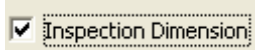


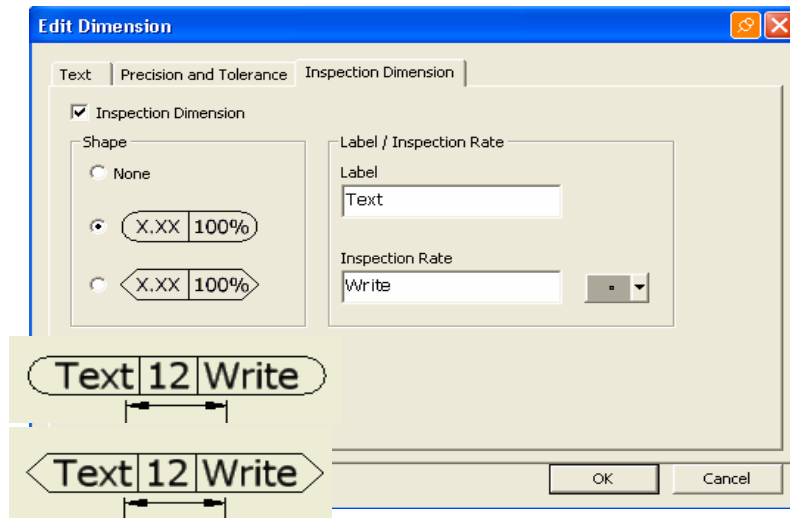
Obr. 44 Editace textu kóty

Záložka *Precision and Tolerance* umožňuje přepisovat hodnotu kóty nebo v části *Precision* změnit počet zobrazovaných desetinných míst (obr. 45). Část *Tolerance Method* dovolu je nastavení tolerance tak, že myší klikneme na příkaz *Deviation* a ve spodní části okna se aktivují hodnoty tolerancí. U tolerancí také můžeme měnit počet desetinných míst.



Obr. 45 Editace tolerancí

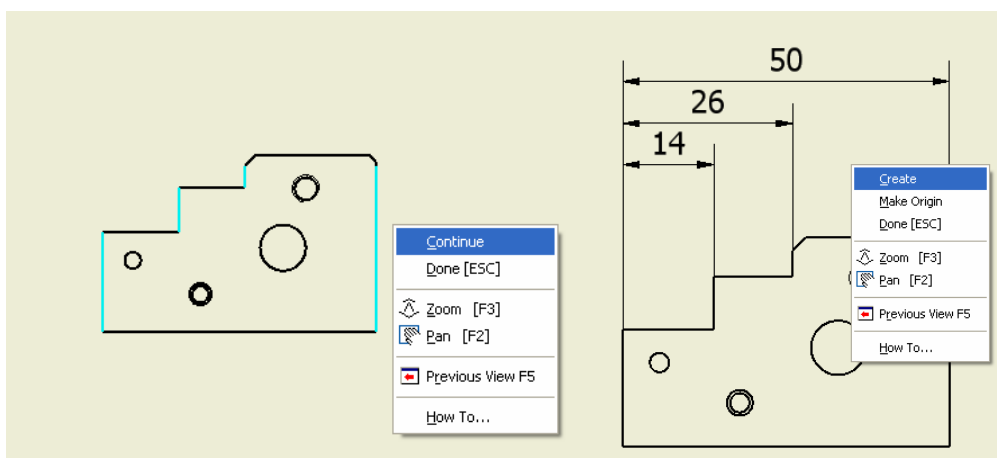
Část *Inspection Dimension* umožňuje po zatržení  měnit tvar zobrazení kóty (obr. 46).



Obr. 46 Edit Dimension – Inspection Dimension

Baseline Dimension


Příkazem *Baseline Dimension* lze po výběru hran součásti najednou vytvořit všechny kóty vztažené k jedné základně. Po aktivování příkazu LTM se vyberou hrany, které se mají zakótovat, PTM se vyvolá nabídka a LTM se potvrdí příkaz *Continue*. Po potvrzení příkazu se pod kurzorem objeví kóty, jejichž poloha se určí pohybem a kliknutím LTM. Příkaz se potvrdí klávesou *Enter* a ukončí se klávesou *Esc* nebo lze použít PTM a volbou *Create* se vytvoří kóty (obr. 47).

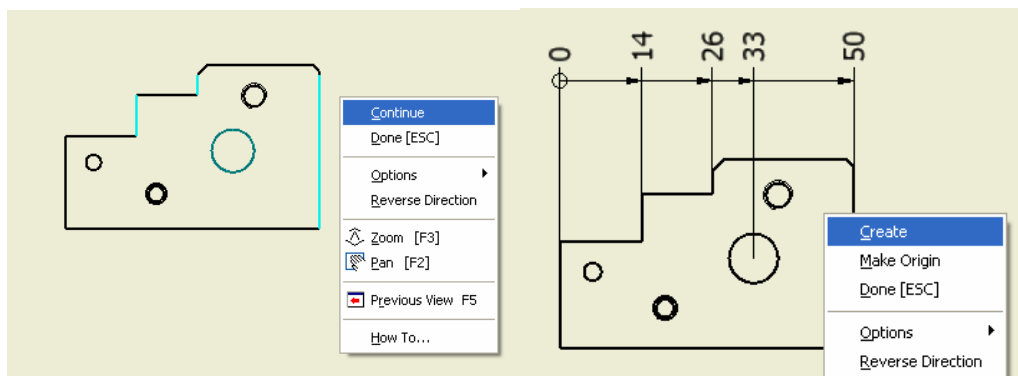


Obr. 47 Baseline Dimension


Ordinate Dimension

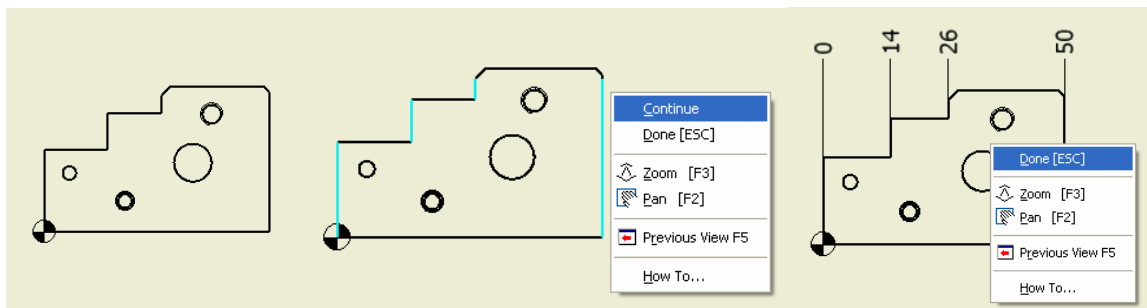
Do výkresu lze přidat dva typy Ordinate Dimension a to *Ordinate Dimension Set* a *Ordinate Dimension*.

Ordinate Dimension Set se aktivuje příkazem  a poté se LTM vyberou hrany nebo kružnice. Po stisknutí PTM se z nabídky vybere volba *Continue*. Zobrazí se kóty a posunem a následným kliknutím LTM se kóty umístí (obr. 48). Příkaz je možné editovat. PTM se klepne na kótu a z nabídky se vybere příslušná volba. Při opravě *Ordinate Dimension Set* se vždy editují všechny kóty současně.



Obr. 48 Tvorba Ordinate Dimension Set

Po aktivaci příkazu *Ordinate Dimension*  se vybere pohled a umístí se nulový bod, ke kterému se budou vztahovat kóty. Vybere se geometrie, kterou je potřeba okótovat, a PTM se zobrazí nabídka a potvrdí se volba *Continue*. LTM se umístí kóty a klávesou *Esc* nebo PTM a příkazem *Done* se ukončí příkaz (obr. 49). Při editaci se mění jednotlivé kóty.

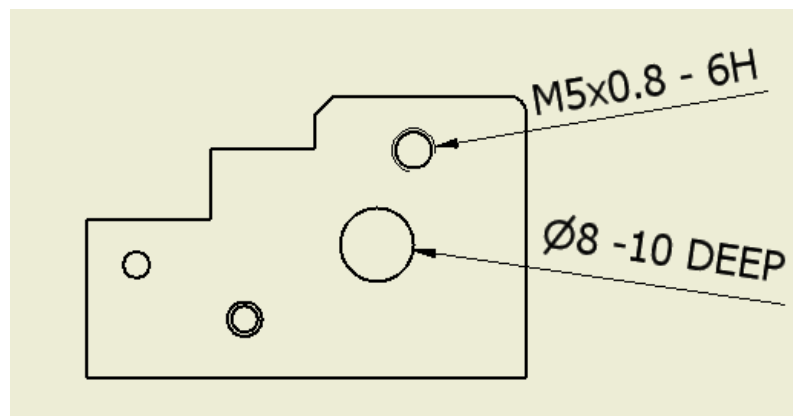


Obr. 49 Tvorba Ordinate Dimension

7.1.2 Hole/Thread Notes, Chamfer Note

Hole/Thread Notes

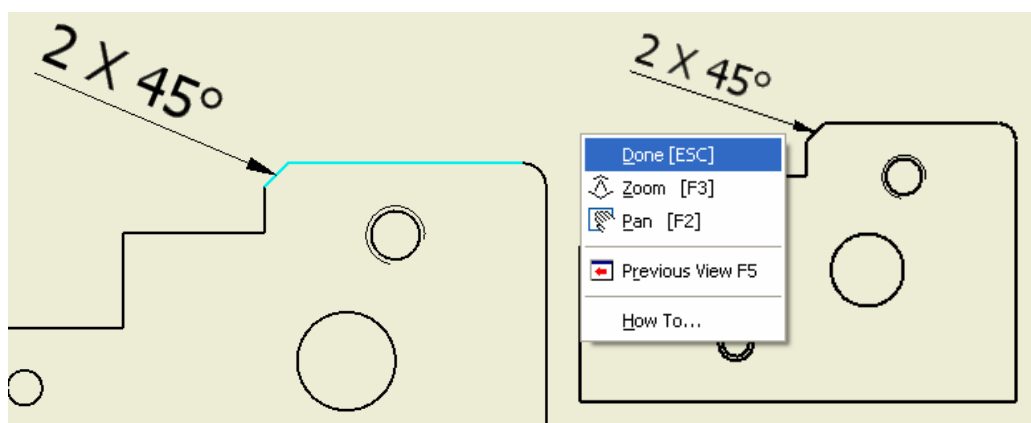
Pomocí příkazu *Hole/Thread Notes* (obr. 50) lze přidat popis díry nebo závitu na odkazové čáře. Příkaz se aktivuje klepnutím LTM a vybere se díra nebo závit. Kurzor se přesune a následným kliknutím LTM se popis umístí. Příkaz se ukončí klávesou *Esc* nebo pomocí PTM výběrem volby *Done*.



Obr. 50 Tvorba Hole/Thread Notes

Chamfer Note

Příkaz *Chamfer Note* (obr. 51) je podobný jako předchozí příkaz ale přidává popis sražení hrany. Po aktivování *Chamfer Note* se LTM vybere sražení a dále se LTM vybere hrana, ke které má sražení úhel. Posunutím kurzoru a kliknutím LTM se popis umístí. Pomocí PTM a potvrzením *Done* se příkaz ukončí.



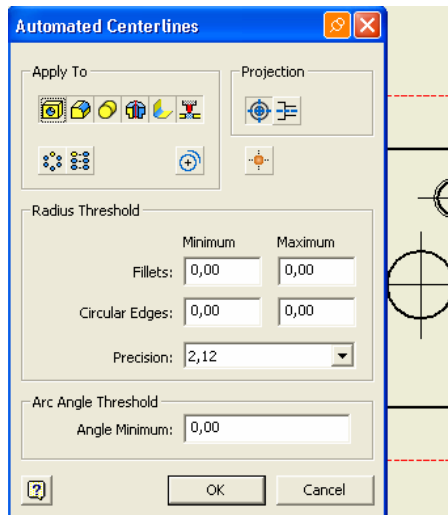
Obr. 51 Tvorba Chamfer Note

7.2 Osy ve výkresových pohledech

Osy do výkresů lze přidat automaticky nebo jednotlivě. Přidat lze několik typů os




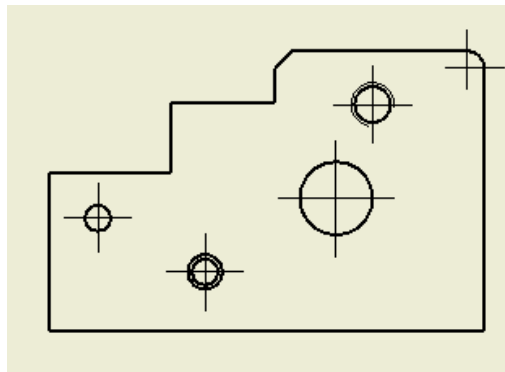
Pro zobrazení automatických os se PTM klikne na pohled a z nabídky se vybere volba **Automated Centerlines...**. Zobrazí se dialog (obr. 52). V dialogovém okně se nastaví příslušné atributy a potvrdí se volbou *OK*. Na pohledu se zobrazí osy.




Obr. 52 Automatické osy

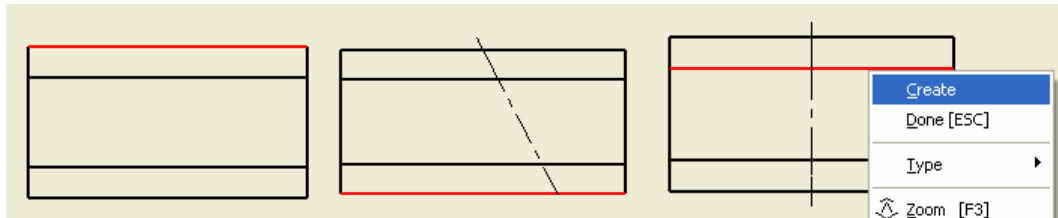
Jednotlivé typy os jsou v *Drawing Annotation Panel*. Je zde na výběr několik os: *Center Mark*, *Centerline*, *Centerline Bisector* a *Centered Pattern*.

Center Mark  slouží k vytvoření osy v kružnici nebo zaoblení. LTM se klikne na vybranou geometrii. Po zobrazení osy se příkaz ukončí klávesou *Esc* nebo přes PTM a volbu *Done* (obr. 53).




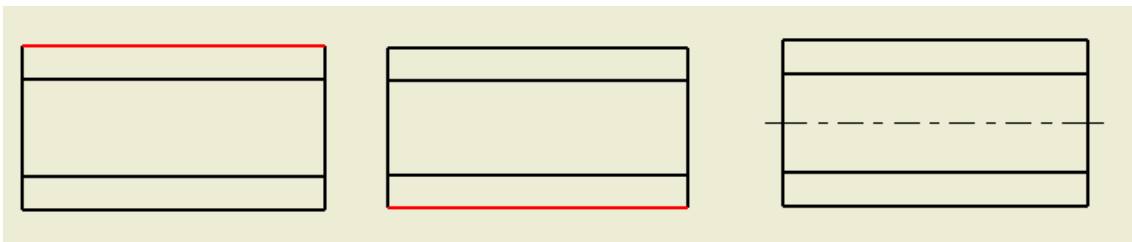
Obr. 53 Center Mark

Centerline  propojí dva body nebo dvě úsečky osou. Vybere se první úsečka, LTM se potvrdí, kurzorem se najede na další úsečku a opět LTM se potvrdí. Nakonec se PTM a výběrem položky *Create* osa vytvoří (obr. 54).




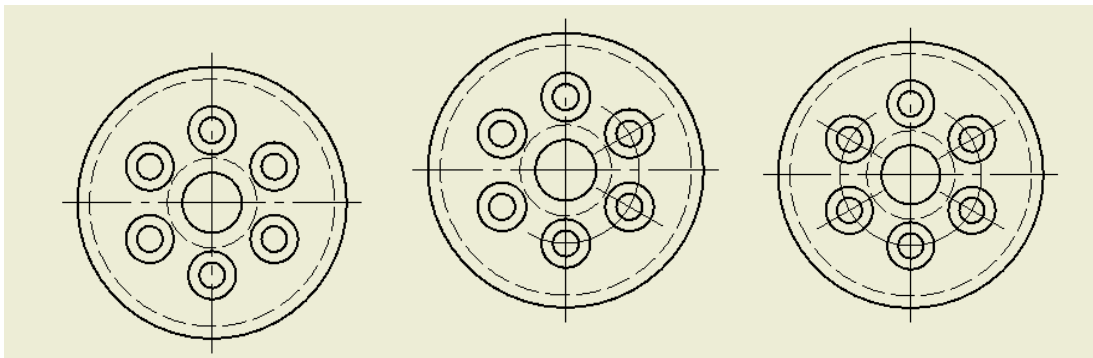
Obr. 54 Centerline

Centerline Bisector  umístí osu mezi dva body nebo dvě úsečky. LTM se vybere první úsečka, kurzorem se najede na druhou úsečku a LTM se potvrdí. Po zobrazení osy se klávesou *Esc* příkaz ukončí (obr. 55).






Obr. 55 Centerline Bisector

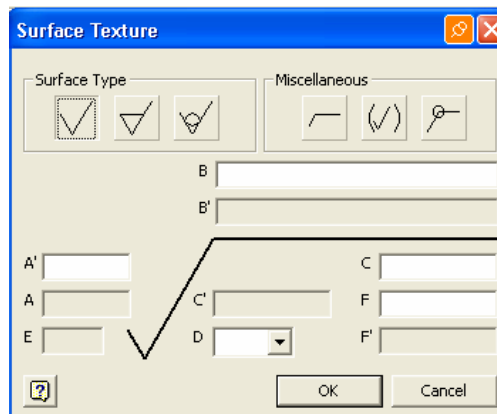
Centered Pattern  vytvoří osy u konstrukčních prvků, které tvoří pole. Nejdříve se LTM klikne na základní prvek, poté se LTM označí jednotlivé prvky, čímž se vytvoří osy (obr. 56). Na závěr se klikne PTM a z nabídky se potvrdí volba *Create*.



Obr. 56 Centered Pattern

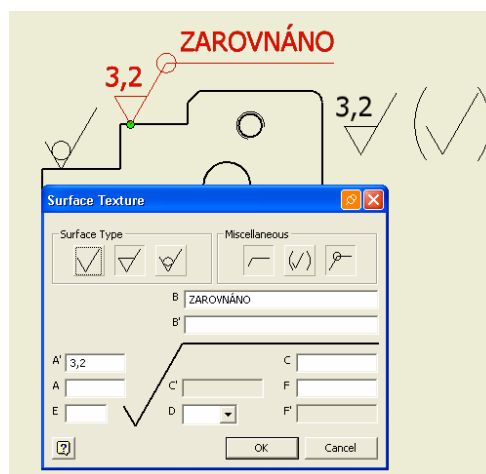
7.3 Surface Texture Symbol, Welding Symbol, End Fill, Caterpillar

Surface Texture Symbol  je příkaz pro tvorbu drsnosti povrchu. Drsnost povrchu lze vytvořit přímo na povrchu geometrie nebo ji umístit na odkazovou čáru připojenou ke geometrii. Příkaz se aktivuje a LTM se klikne na geometrii. Posunutím kurzoru se vytvoří odkazová čára drsnosti a LTM se vytvoří vrchol odkazové čáry . Stisknutím PTM se vyvolá nabídka a po zvolení *Continue* se zobrazí dialog na nastavení drsnosti. Druhá možnost je, že se LTM klikne na geometrii a PTM se zobrazí nabídka, kde se potvrdí možnost *Continue*. Tím se vytvoří drsnost přímo na povrchu geometrie bez odkazové čáry  (obr. 57).




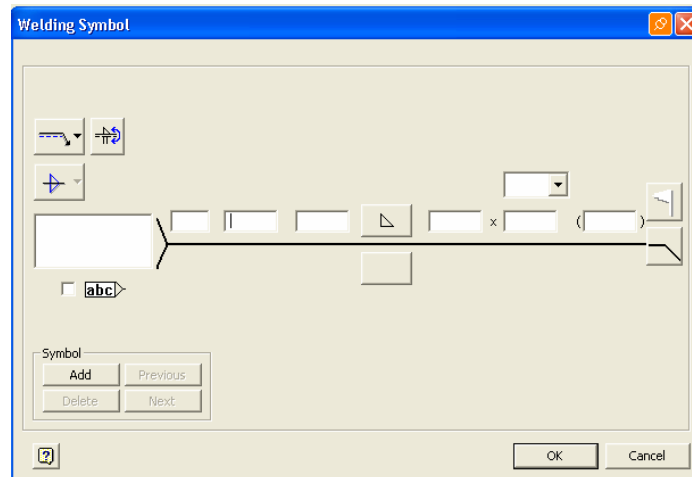
Obr. 57 Surface Texture

V tomto dialogu se nastavuje *Surface Type*, *Miscellaneous* a hodnota drsnosti (obr. 58).



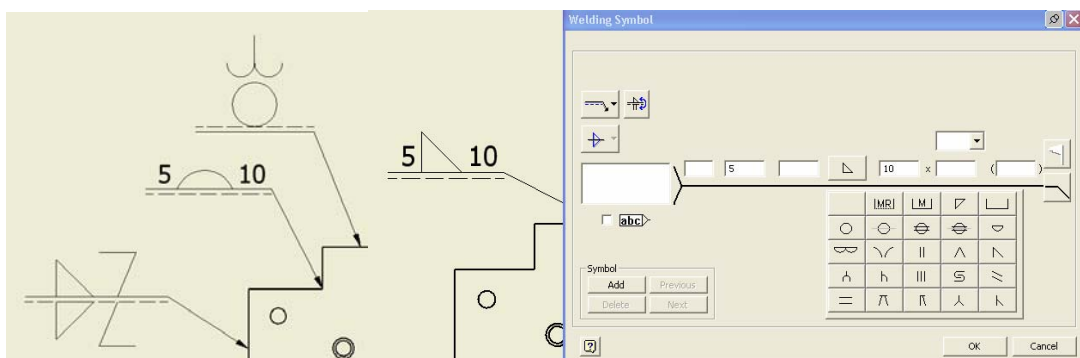
Obr. 58 Typy a nastavení drsnosti

Welding Symbol  je příkaz, který popisuje druhy svarů. LTM se klepne na místo, kde se má umístit začátek odkazové čáry. Tahem myši se přesune kurzor a LTM se umístí další bod odkazové čáry. Pomocí PTM se vybere položka *Continue* a zobrazí se dialog (obr. 59).




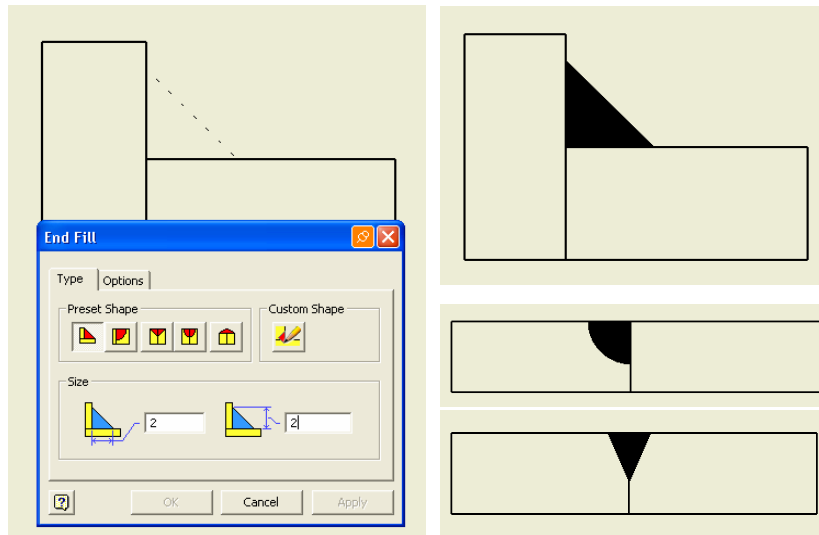
Obr. 59 *Welding Symbol*

V dialogu lze nastavit rozměry a označení typu svarů (obr. 60).




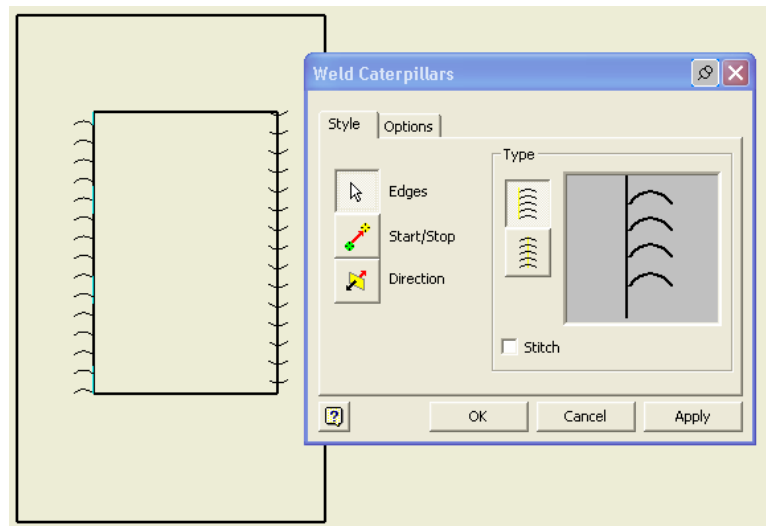
Obr. 60 *Značky typů svarů*

Pro zvýšení názornosti lze přidat i grafické znázornění svarů. Existují dva typy *End Fill* a *Caterpillar*. *End Fill*  graficky znázorňuje svar. Po aktivaci příkazu LTM se zobrazí dialog, ve kterém se určí tvar svaru. LTM se umístí počáteční bod, posunem kurzoru se udá směr svaru a nakonec se doplní rozměry (obr. 61).




Obr. 61 Editace a typy svarů

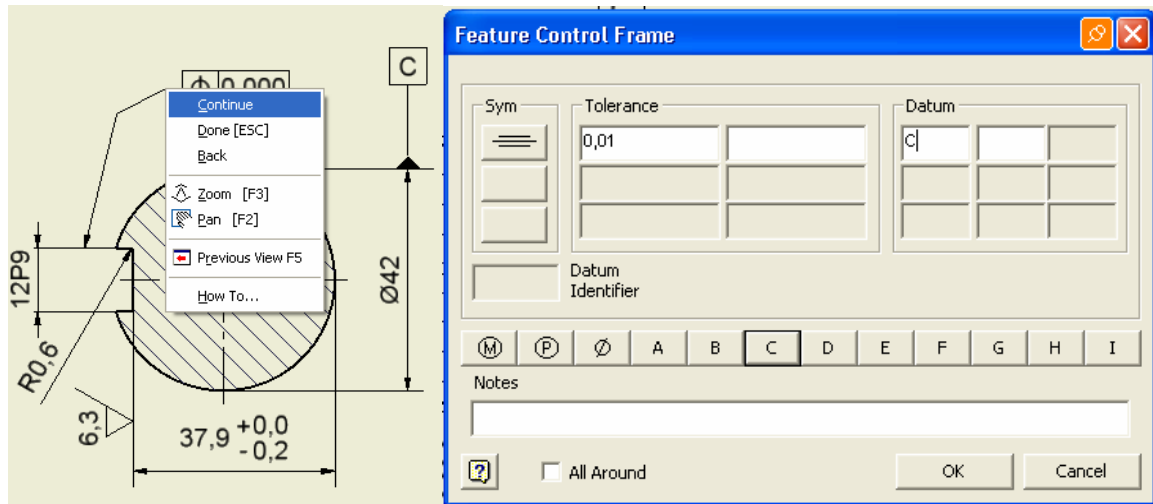
Caterpillar  zobrazuje svarové housenky. V dialogu se nastavuje typ a připojení housenky (obr. 62).



Obr. 62 Typ a tvar svarové housenky

7.4 Geometrické tolerance

Geometrické tolerance se předepisují v pravoúhlých rámečcích rozdělených na několik částí a tvoří se pomocí příkazu *Feature Control Frame* . Toleranci lze vytvořit s odkazovou čarou nebo jako samostatnou značku. Tolerance s odkazovou čarou se vytvoří tím, že se LTM klepne na místo, kde má být začátek. Pokud se klikne na čáru nebo bod, odkazová čára se připojí. Kurzor se přesune a LTM se umístí vrchol odkazové čáry. Použitím PTM a položky *Continue* se zobrazí dialog *Feature Control Frame* (obr. 63).





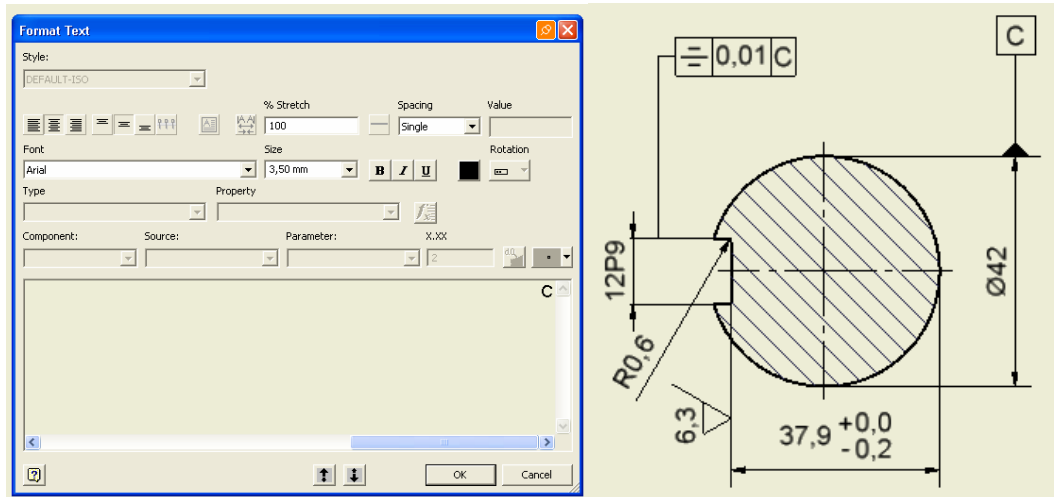
Obr. 63 Feature Control Frame

Tento dialog má několik částí. V části *Sym* se charakterizuje typ tolerance. Po stisknutí LTM se zobrazí několik možností (obr. 64). Část *Tolerance* udává hodnotu tolerance a část *Datum* označuje základnu, ke které tolerance náleží.



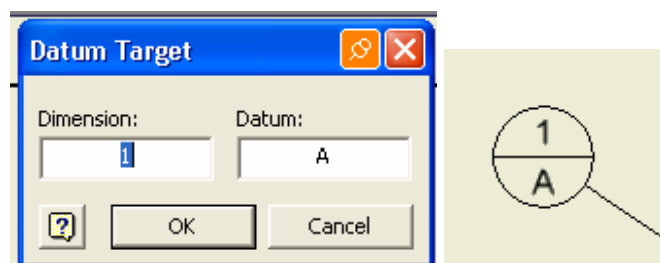
Obr. 64 Typy tolerancí

Přidání základny se provede pomocí příkazu *Datum Identifier Symbol* . Základna  se tvoří stejně jako geometrická tolerance pouze s tím rozdílem, že má jiné okno, kde je možné editovat text, velikost textu, barva atd. (obr 65).



Obr. 65 Dialog-Format text

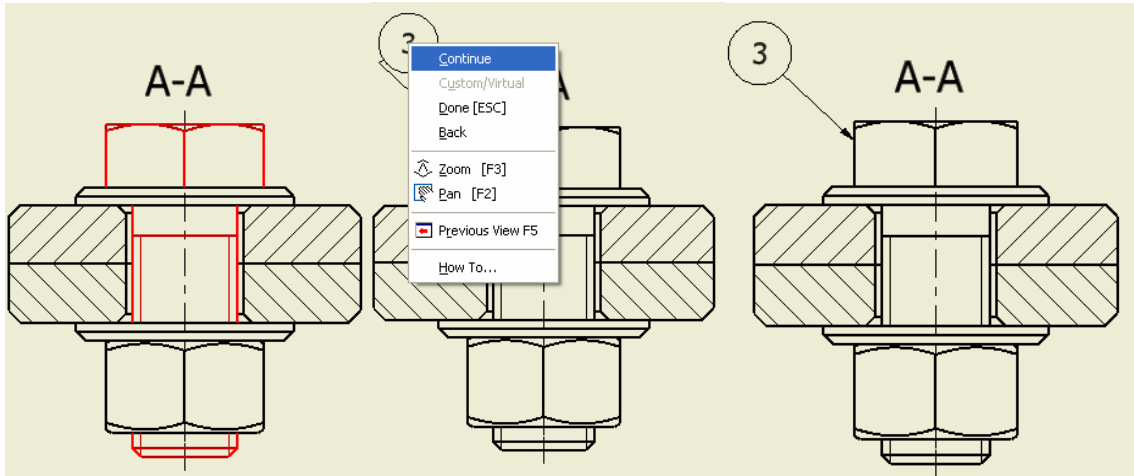
Pro označení dílčí základny je k dispozici pět možností *Datum Target*: *Leader*, *Circle*, *Line*, *Point* a *Rectangle*. Údaje v kruhových rámečcích lze editovat v dialogu zobrazeném na obr. 66.



Obr. 66 Dialog Datum Target

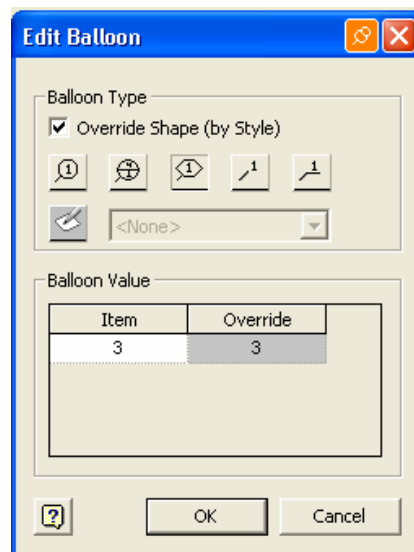
7.5 Pozice a kusovník

Pro přidání pozic do výkresu slouží příkazy *Balloon* a *Auto Balloon*. Příkazem *Balloon* lze vkládat pozice jednotlivě. Příkaz se aktivuje LTM a kurzorem se vybere díl (zčervená) a LTM potvrdíme. Kurzor se přesune pryč a LTM se vytvoří vrchol pozice. Pomocí PTM a volby *Continue* se vytvoří značka pozice (obr. 67). Lze pokračovat další pozicí nebo ukončením příkazu.



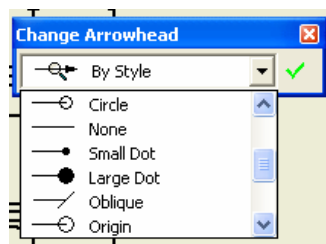
Obr. 67 Tvorba pozic

Vytvořenou značku pozice lze editovat. Dvakrát se poklepe LTM na značku pozice nebo se ukáže na značku a PTM se vyvolá nabídka *Edit balloon*. V zobrazeném dialogu (obr. 68) je po zatržení *Override Shape (by Style)* možné měnit tvar značky a hodnota.

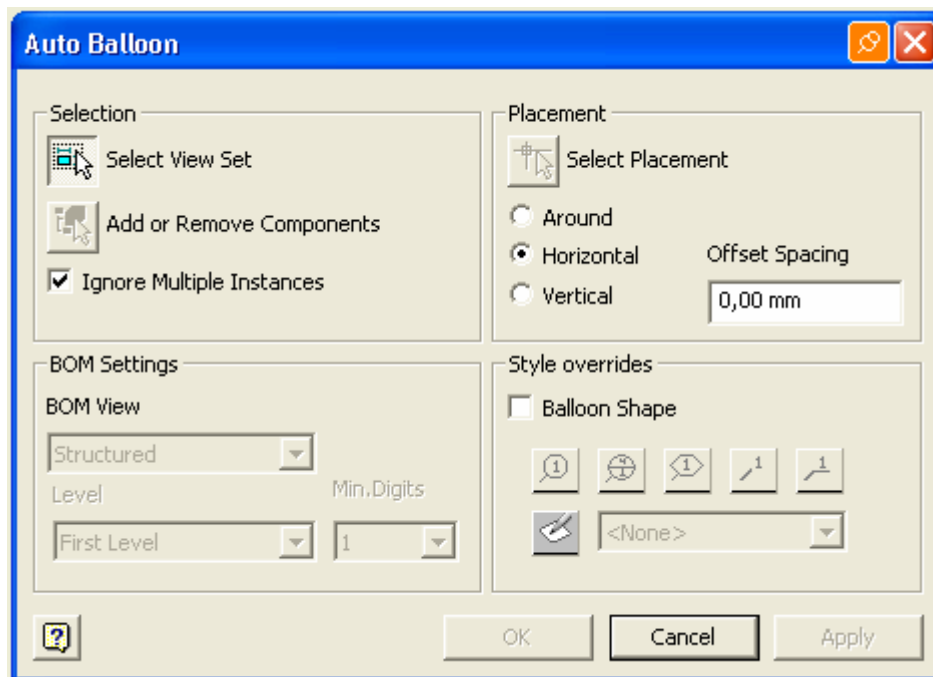


Obr. 68 Edit Balloon

Editovat lze i šipku značky tak, že se klikne PTM na značku a volbou *Edit Arrowhead* se zobrazí nabídka šipek.

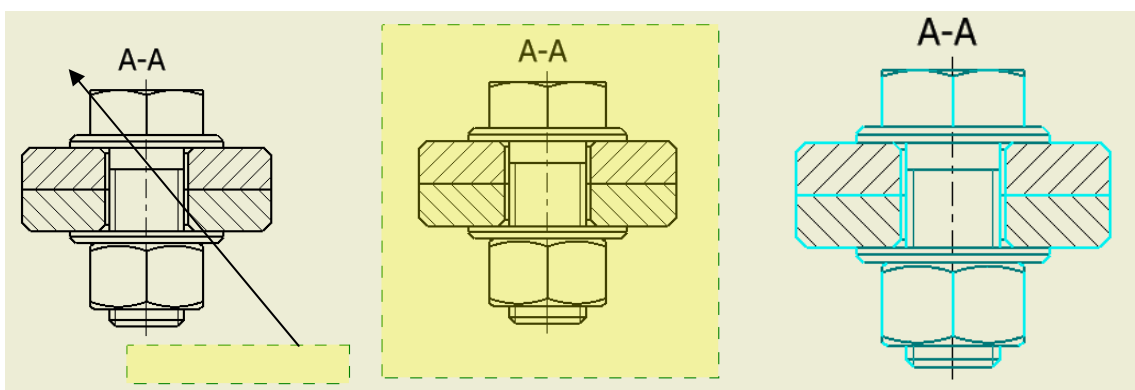


Příkaz *Auto Balloon* vytvoří pozice u všech dílů najednou. Po klepnutí na příkaz se zobrazí dialogové okno (obr. 69), které má několik částí.



Obr. 69 Dialog Auto Balloon

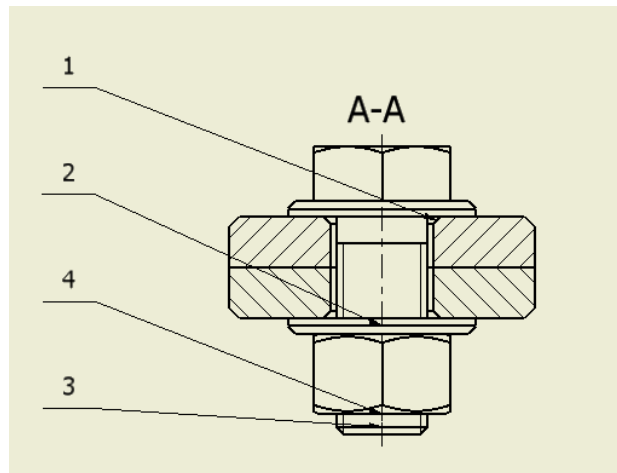
Nejdříve je třeba vybrat pohled na výkrese pomocí LTM, potom se vyberou LTM jednotlivé díly (díly zmodrají). Pokud je na výkrese více dílů, lze je označit všechny najednou. Kurzorem se najede mimo pohled a stiskem LTM a táhnutím zprava doleva se vytvoří okno, které vybere všechny díly (obr. 70).




Obr. 70 Označení dílů pomocí okna

Po výběru dílů se určí v části *Placement* rozmístění pozic. Mohou být horizontálně, vertikálně nebo okolo sestavy. Dále lze nastavit mezeru mezi pozicemi, která se zadává v na-

bídce *Offset Spacing* . Na závěr se nastaví v části *Style Overrides* tvar pozice. Najede se mimo dialogové okno a PTM a volbou *Continue* se ukončí editace. Pomocí LTM se umístí pozice a v dialogovém okně se příkaz potvrdí (obr. 71).



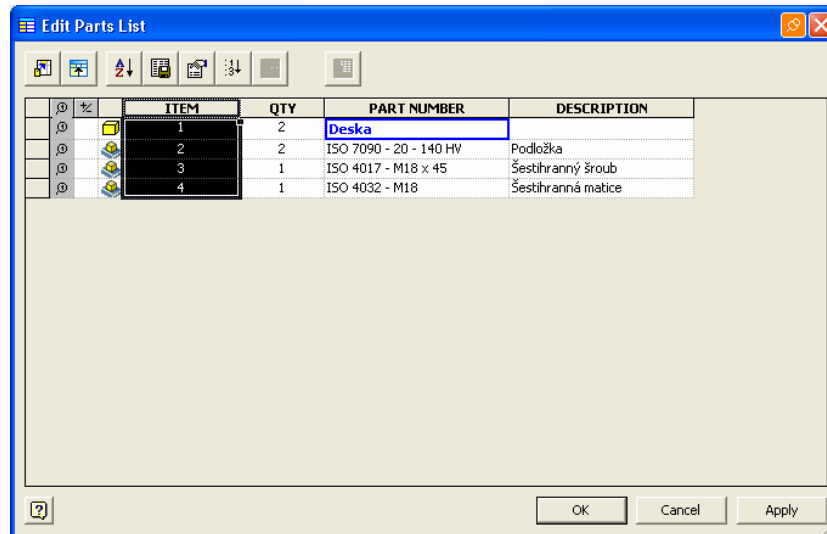
Obr. 71 Auto Balloon

Part list  je příkaz určený k vytvoření kusovníku sestavy. Po kliknutí LTM na příkaz se zobrazí dialogové okno, ve kterém lze vybrat cestu k souboru, kde je uložena sestava. Nebo lze pro výběr sestavy kliknout LTM na její pohled a tlačítkem *Ok* na dialogovém okně příkaz ukončit. Pod kurzorem se objeví kusovník, který se LTM umístí na výkres (obr. 72).



Parts List			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	Deska	
2	2	ISO 7090 - 20 - 140 HV	Podložka
3	1	ISO 4017 - M18 x 45	Šestihranný šroub
4	1	ISO 4032 - M18	Šestihranná matice

Obr. 72 Part List

Kusovník je možné libovolně upravovat. Dvojklik LTM na kusovník zobrazí dialog na jeho editaci (obr. 73). Hodnoty a text se mění tím, že se najede na buňku a pomocí LTM se ohraničí, což umožní přepsat text nebo číslo.



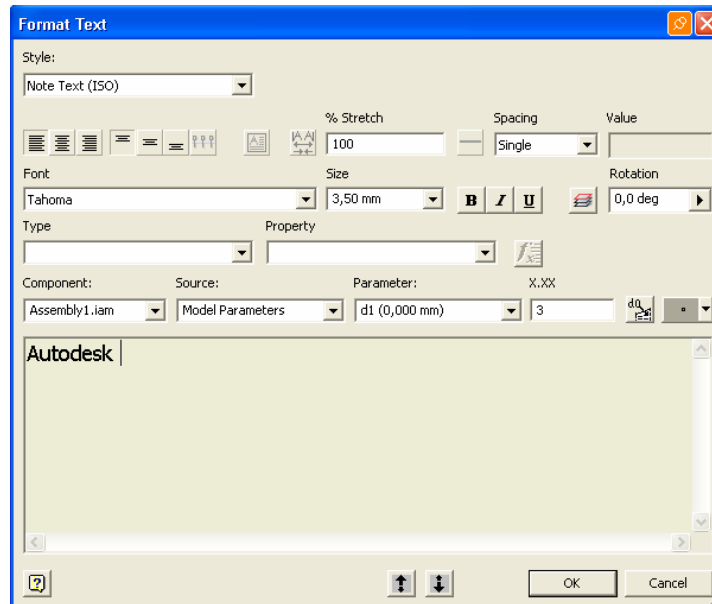
Obr. 73 Edit Part List

Také ikony v horní části dialogového okna upravují kusovník. Například ikona *Column Chooser*  definuje sloupce kusovníku. Pomocí této ikony lze do kusovníku přidat například sloupec autor. Ikona *Table Layout*  otevře dialogové okno, kde je možné definovat umístění hlavičky rozpisu a jméno kusovníku. Dále lze definovat uspořádání kusovníku atd.

7.6 Ostatní funkce


Text

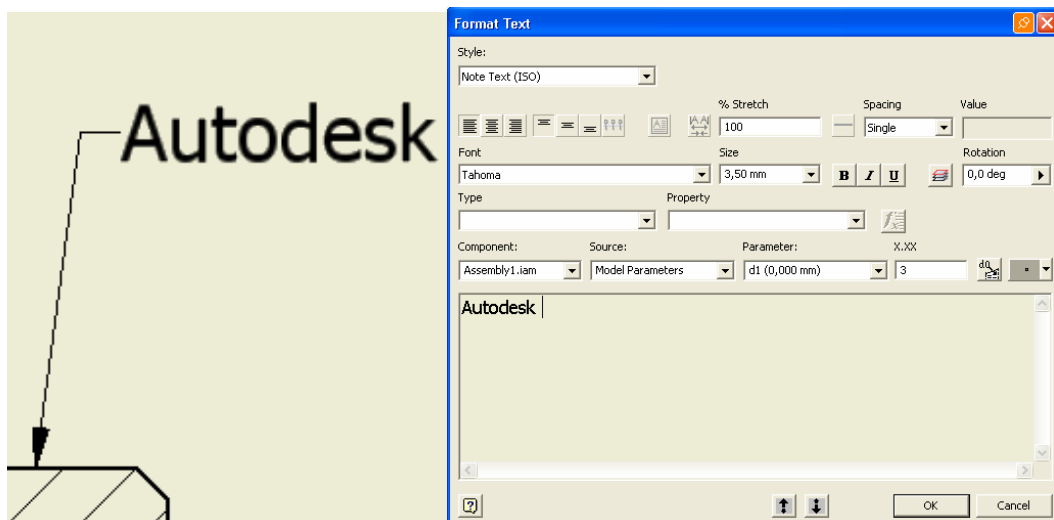
Pomocí příkazu *Text* lze do výkresu přidat obecný popis a poznámky. Tyto texty nejsou připojeny k pohledu, značce ani jinému objektu ve výkrese. Příkaz se aktivuje a LTM se klikne na plochu výkresu. Objeví se dialogové okno (obr. 74), do kterého lze psát nebo různým způsobem upravovat text. Tlačítkem *OK* se potvrdí příkaz a pomocí klávesy *Esc* se příkaz ukončí.



Obr. 74 Format Text




Leader Text

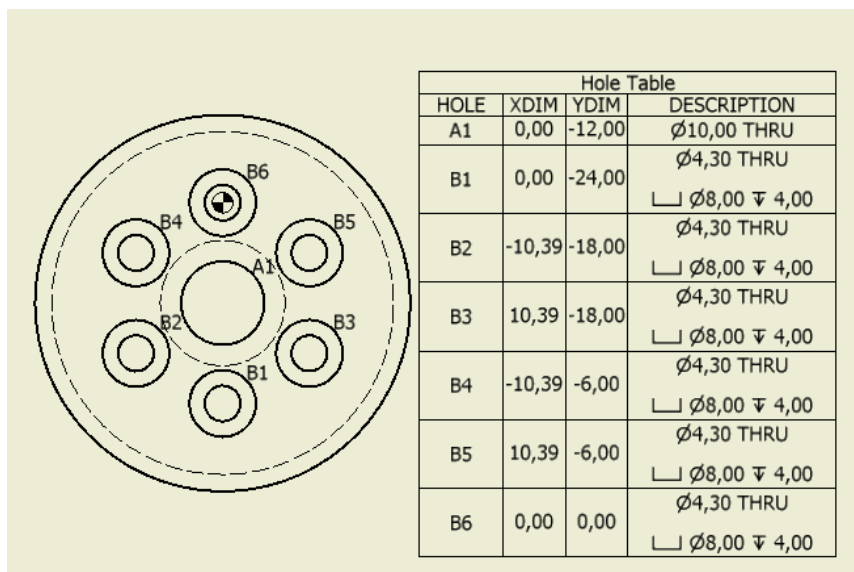
Leader Text  vytvoří odkazovou šipku s textem, kterou lze připojit k pohledu. Po aktivaci funkce se LTM umístí začátek šipky. Kurzor se posune a LTM se umístí druhý bod odkazové šipky. Pomocí PTM se vyvolá nabídka a volbou *Continue* se otevře dialogové okno, kde se text upraví. Příkaz se ukončí klávesou *OK* (obr. 75).



Obr. 75 Edit Leader Text



Hole Table 

Tímto příkazem lze vložit tabulku, ve které jsou popsány vlastnosti díry jako průměr, hloubka aj. Má tři typy: *Hole table – Selection* , *View*  a *Selected Featured* . Zde je uveden příklad pro *Hole Table View* (obr. 76). Po aktivaci příkazu se LTM vybere pohled. Pod kurzorem se zobrazí tabulka, která se LTM umístí na výkres. V tabulce jsou popsány všechny díry, které jsou na součásti.



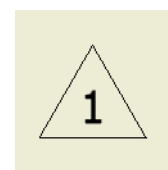
Obr. 76 Hole Table View

Revision Table , **Revision Tag** 

Revision Table  je příkaz pro vložení tabulky revizí (obr. 77a), zatímco příkaz *Revision Tag*  vloží praporek s označením revize (obr. 77b). Dvojklikem LTM na vytvořenou tabulku nebo značku revize se otevře dialog pro editaci.

REVISION HISTORY				
ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1	1	Value	19.5.2007	student


a

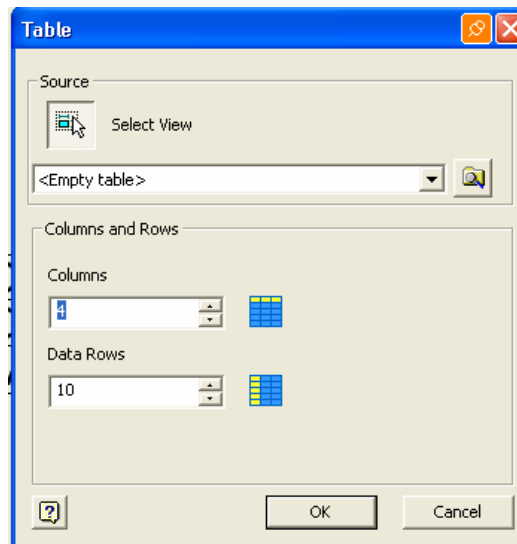


b

Obr. 77 Revision Table a Revision Tag

Table 

Příkazem *Table*  lze do výkresu vložit tabulku. Kliknutím LTM na příkaz se otevře dialogové okno, kde se navolí počet řádků a sloupců (obr. 78) a dialog se potvrdí. Tabulka se umístí kliknutím LTM na výkres a upravit ji lze dvojklikem LTM.



Obr. 78 Table

8 ROZDÍLY MEZI AUTOCAD 2006 A AUTODESK INVENTOR 11

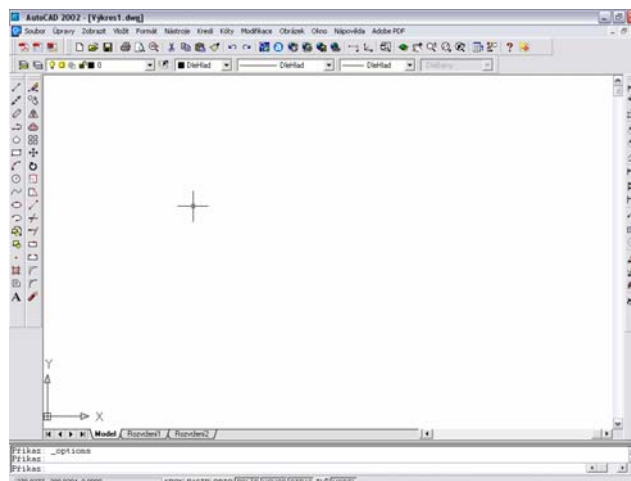
Na závěr je zde stručný souhrn několika rozdílů tvorby technických výkresů v programu AutoCADu 2006 a Autodesk Inventor 11.

V AutoCADU se vytvoří geometrie a následně se tato geometrie kótuje, čímž získáme již čistý výkres. Na rozdíl od Inventoru, kde se nejdříve vytvoří skica dílu a poté se zadáním kót určí přesná velikost a tvar. Po okótování je z této skici vytvořen 3D model a z toho teprve následně 2D výkres.

AutoCAD pracuje s hladinami, proto musí být nastaveny typy a tloušťky čar. Inventor automaticky přiřazuje na daný výkres typy a druhy čar (nepoužívá hladiny).

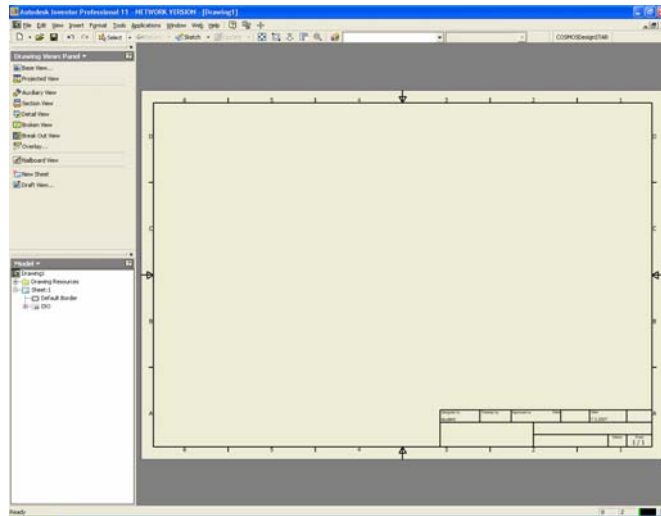
V AutoCADU neexistuje provázanost mezi jednotlivými výkresy a sestavou, zatímco v Inventoru tato provázanost mezi jednotlivými součástmi (díly, sestavy, výkresy...) je. Pokud je něco změněno na součásti, tato změna se promítne i na výkrese.

Rozdíl v těchto dvou programech je i v pracovním prostředí. V pracovní ploše AutoCADU (obr. 79) se provádí všechny operace od nakreslení obrysů výrobku po jeho zakótování a přikreslení drsností, tolerancí a dalších charakteristik výrobku. Tímto způsobem se vytvoří celý technický výkres v jednom okně.



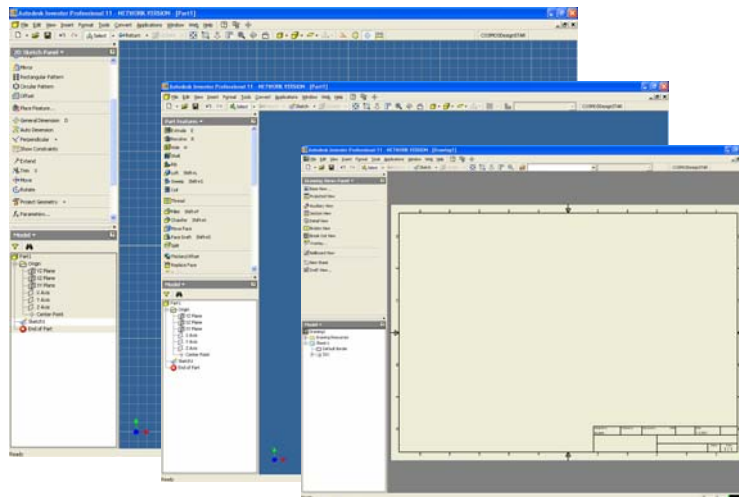
Obr. 79 Pracovní plocha ATOCADU 2006

V Inventoru 11 pracovní plocha (obr. 80) odlišná od AutoCADu. Zobrazuje pouze plochu, na které se výkres tvoří.



Obr. 80 Pracovní plocha Inventoru 11

Tvorba výkresů v Inventoru 11 je realizována jiným způsobem. Nejdříve se součást nakreslí ve skicáři, kde se jí přiřadí rozměr pomocí kót. Dále se vymodeluje ve 3D modeláři, kde dostane prostorový objem. Takto konstruktér získá prostorový objekt a přesnou představu, jak bude součást vypadat. Na závěr se objekt vloží do výkresového okna, kde se zhotoví celý výkres se všemi náležitostmi (obr. 81).



Obr. 81 Tvorba výkresu v Inventoru 11

ZÁVĚR

V této bakalářské práci bylo mým úkolem vytvořit podklady na tvorbu výkresové dokumentace v programu Autodesk Inventor 11.

Teoretická část práce uvádí stručnou charakteristiku technického kreslení, rozdělení technické dokumentace, popis a historii uvedeného programu Autodesk Inventor.

Praktická část je zaměřena na vlastní tvorbu výkresové dokumentace v tomto programu. Je zde vytvořen průvodce doplněný obrázky, popisem a příloženými cvičeními. Tato část by měla sloužit studentům jako manuál, ve kterém naleznou nápovědu a pomoc při práci s daným programem. Pro snazší přístup k těmto materiálům je elektronická podoba tohoto manuálu umístěna na internetových stránkách Ústavu výrobního inženýrství, Fakulty Technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně (<http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/>), spolu s praktickými příklady, na kterých si studenti mohou nastudované znalosti ověřit.

Na závěr je zde stručný souhrn rozdílů mezi tvorbou výkresové dokumentace v programu AutoCAD 2006 a Autodesk Inventor 11, které lze nalézt v kapitole 8. Při posuzování rozdílů v těchto dvou programech jsem vycházel z doposud získaných znalostí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LUKOVICS, Imrich. Technické kreslení. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1981. 191 s.
- [2] DRASTÍK, František. Technické kreslení 1: Pravidla tvorby výkresů ve strojírenství. 2. vyd. Ostrava: Montanex, a.s. Ostrava
- [3] DĚDÁK , Pavel. *Tvorba elektronických podkladů pro výuku programu CATIA*. Fakulta Technologická Univerzity Tomáše Bati Zlín, 2007. 73 s. Bakalářská práce.
- [4] HUDCOVIČ, Martin. *Elektronické podklady pro výuku programu Autodesk Inventor*. Fakulta Technologická Univerzity Tomáše Bati Zlín, 2005. 61 s. Bakalářská práce.
- [5] FOŘT, Petr., KLETEČKA, Jaroslav. Autodesk Inventor, adaptivní modelování v průmyslové praxi. 1. vyd. Brno: Computer press Brno, 2004. ISBN 80-251-0389-7.
- [6] FOŘT, Petr., KLETEČKA, Jaroslav. Technické kreslení. 1. vyd. Brno: CP Books a.s. Brno, 2005. 252 s. ISBN 80-251-0498-2.
- [7] *Historie technického kreslení I* [online]. [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW: http://www.spstrplz.cz/osobnistranky/josef_gruber/clanky/tek01.pdf
- [8] *Historie technického kreslení II* [online]. [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW: http://www.spstrplz.cz/osobnistranky/josef_gruber/clanky/tek02.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CA	Computer Aided
CAA	Computer Aided Assembly
CAD	Computer Aided Design
CADD	Computer Aided Design and Drafting
CAEA	Computer Aided Engineering Analysis
CAI	Computer Aided Inovation
CAI	Computer Aided Inspection
CAIS	Computer Aided Information System
CAL	Computer Aided Logistic
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAMP	Computer Aided Management Production
CAO	Computer Aided Organisation
CAP	Computer Aided Programming
CAP	Computer Aided Planning
CAPE	Computer Aided Production Engineering
CAPP	Computer Aided Process Planning
CAQ	Computer Aided Quality
CA-R	Computer Automatic-Robots
CASE	Computer Aided Software Engineering
CAT	Computer Aided Testing
CIM	Computer Integrated Manufacturing
ISO	International Organization for Standardization
TN	Technická Norma
EN	Evropská Norma

ČSN	Česká Technická Norma
LTM	Levé Tlačítko Myši
PTM	Pravé Tlačítko Myši

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Půdorys pevnosti.....	10
Obr. 2 Da Vinciho návrh lodě.....	11
Obr. 3 Důlní šachta	12
Obr. 4 Dvojčinný parní stroj (z r.1838)	12
Obr. 5 Obrázek šlapacího soustruhu	13
Obr. 6 Členění technické dokumentace	14
Obr. 7 Příklad řešení CA – systémů	23
Obr. 8 Příklad řešení od různých výrobců	24
Obr. 9 Řešení od jednoho dodavatele (Dassault Systemes)	24
Obr. 10 Startovací okno	28
Obr. 11 Ikona výkresu	29
Obr. 12 Výkresové okno	30
Obr. 13 Edit Sheet.....	31
Obr. 14 Drawing Views Panel	32
Obr. 15 Base View.....	33
Obr. 16 Styl zobrazování	33
Obr. 17 Vlastnosti Auxiliary View	34
Obr. 18 Řez.....	35
Obr. 19 Dialogové okno Section View	35
Obr. 20 Řez v sestavě	36
Obr. 21 Schování šrafování	36
Obr. 22 Detail pohledu.....	37
Obr. 23 Dialogové okno Broken View	37
Obr. 24 Přerušovaný pohled	38
Obr. 25 Break Out View - výběr pohledu.....	38
Obr. 26 Sketch okno	39
Obr. 27 Sketch – Line	39
Obr. 28 Sketch – ukončení.....	39
Obr. 29 Dialogové okno - Break Out View	40
Obr. 30 Break Out View	41
Obr. 31 Overlay View.....	41

Obr. 32 Nailboard View.....	42
Obr. 33 Draft View	43
Obr. 34 Dialogové okno Draft View	44
Obr. 35 Kótování k pohledu	44
Obr. 36 Drawing Annotation Panel	45
Obr. 37 Styles Editor	45
Obr. 38 Úpravy kót	46
Obr. 39 Nastavení počtu desetinných míst	46
Obr. 40 Horizontální a vertikální kóty.....	47
Obr. 41 Kóty zaoblení.....	48
Obr. 42 Kóty průměru.....	48
Obr. 43 Edit Dimension	48
Obr. 44 Editace textu kóty	49
Obr. 45 Editace tolerancí	49
Obr. 46 Edit Dimension – Inspection Dimension.....	50
Obr. 47 Baseline Dimension.....	50
Obr. 48 Tvorba Ordinate Dimension Set.....	51
Obr. 49 Tvorba Ordinate Dimension	51
Obr. 50 Tvorba Hole/Thread Notes	52
Obr. 51 Tvorba Chamfer Note.....	52
Obr. 52 Automatické osy	53
Obr. 53 Center Mark.....	53
Obr. 54 Centerline.....	54
Obr. 55 Centerline Bisector	54
Obr. 56 Centered Pattern	54
Obr. 57 Surface Texture.....	55
Obr. 58 Typy a nastavení drsnosti	55
Obr. 59 Welding Symbol	56
Obr. 60 Značky typů svarů	56
Obr. 61 Editace a typy svarů.....	57
Obr. 62 Typ a tvar svarové housenky	57
Obr. 63 Feature Control Frame.....	58
Obr. 64 Typy tolerancí.....	58

Obr. 65 Dialog-Format text	59
Obr. 66 Dialog Datum Target	59
Obr. 67 Tvorba pozic	60
Obr. 68 Edit Balloon	60
Obr. 69 Dialog Auto Balloon	61
Obr. 70 Označení dílů pomocí okna	61
Obr. 71 Auto Balloon	62
Obr. 72 Part List	62
Obr. 73 Edit Part List	63
Obr. 74 Format Text	64
Obr. 75 Edit Leader Text	64
Obr. 76 Hole Table View	65
Obr. 77 Revision Table a Revision Tag	65
Obr. 78 Table	66
Obr. 79 Pracovní plocha ATOCADU 2006	67
Obr. 80 Pracovní plocha Inventoru 11	68
Obr. 81 Tvorba výkresu v Inventoru 11	68

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Přehled označování TN (Technická norma).....	17
Tab. 2 Měřítko výkresů.....	17
Tab. 3 Formáty výkresů.....	17
Tab. 4 Zkratky CA - technologií.....	25

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 : CD obsahující: Elektronickou verzi bakalářské práce ve formátu doc a pdf, modelované příklady a díly spolu s výkresy ke cvičení.
- P 2 : Webové stránky na adrese <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/> , které obsahují elektronického průvodce tvorbou výkresové dokumentace včetně cvičení a příkladů v programu Autodesk Inventor 11.
- P 3 : Volně vložené výkresy ke cvičením.
- Hřídel
 - Výpustní šterbina
 - Čep
 - Fréza
 - Řemenice
 - Víčko
 - Závěsné těleso
 - Cvičení 1
 - Sestava 1: BC Sestava 1 + výkresy dílů
 - Sestava 2 : BC Kohout + výkresy dílů