

Příprava elektronických podkladů pro výuku programu Solid Edge ST2

Nikola Knol

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nikola KNOL**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Příprava elektronických podkladů pro výuku programu Solid Edge**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na dané téma
2. Připravte elektronické podklady pro studium a výuku softwaru Solid Edge. Tyto materiály budou obsahovat stručného průvodce základním rozhraním programu Solid Edge a průvodce tvorbou profilů a dílů.
3. Tyto materiály budou umístěny na internetových stránkách Ústavu výrobního inženýrství volně ke stažení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. David Sámek, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. června 2010

Ve Zlíně dne 21. ledna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

Příjmení a jméno: KNOL NIKOLA

Obor: TZ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 11.6.2010

Nicol Knol

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

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

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

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

²¹ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

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

²¹ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

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

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

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na tvorbu elektronických podkladů pro výuku programu Solid Edge. Práce obsahuje stručného průvodce základním rozhraním programu Solid Edge a průvodce tvorbou dílů. Jedná se v podstatě o popis a vysvětlení jednotlivých příkazů, nástrojů a postupů, který by měl pomoci studentům urychlit a usnadnit pochopení programu a zefektivnit tak výuku programu Solid Edge v předmětu CAD. Tyto materiály jsou umístěny na internetových stránkách ÚVI volně ke stažení.

Klíčová slova: CAD, 3D modelování, Solid Edge, parametrické modelování

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on a creation of electronic materials for Solid Edge teaching. The thesis contains brief guide to elementary interface of programme Solid Edge and guide to parts creation. It treats of elementary description and explanation of particular commands, tools and methods, which should help to accelerate and simplify understanding the programme by students and so make the Solid Edge teaching in the CAD subject more effective. These materials are published on the ÚVI website for free download.

Keywords: CAD, 3D modelling, Solid Edge, parametric modelling

Poděkování

Děkuji panu Ing. Davidu Sámkovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení při vypracování této bakalářské práce a za pomoc při umístění elektronických podkladů na internetové stránky Ústavu výrobního inženýrství.

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

OBSAH

| | |
|--|------------|
| ÚVOD | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 1 VYSVĚTLENÍ ZKRATEK V OBLASTI CA TECHNOLOGIÍ | 11 |
| 2 HISTORIE CAD | 14 |
| 3 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ CAD PODLE OBLASTI VYUŽITÍ | 34 |
| 4 SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIE - SIEMENS PLM SOFTWARE | 36 |
| 4.1 PRŮKOPNICKÉ ŘEŠENÍ VE 3D MODELOVÁNÍ | 36 |
| 4.2 HISTORICKY PRVNÍ MODELOVÁNÍ POMOCÍ PRVKŮ NEZÁVISLÉ NA HISTORII | 37 |
| 4.3 MODELOVÁNÍ POMOCÍ SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIE | 39 |
| 4.4 MULTICADOVÝ SVĚT | 39 |
| 5 SOLID EDGE SE SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIÍ | 40 |
| 5.1 MODELOVÁNÍ BEZ HISTORIE..... | 40 |
| 5.2 NOVÝ VZHLED SOLID EDGE ST | 41 |
| 5.3 NOVÉ SKICOVÁNÍ | 42 |
| 5.4 OVLÁDACÍ PRVEK..... | 42 |
| 5.5 PMI KÓTY | 43 |
| 5.6 AKTIVNÍ PRAVIDLA | 43 |
| 5.7 VAZBY | 44 |
| 5.8 PROCEDURÁLNÍ PRVKY | 44 |
| 5.9 SYNCHRONNÍ ÚPRAVY ZE SESTAVY | 44 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 46 |
| 6 START S PROGRAMEM SOLID EDGE ST2 | 47 |
| 6.1 SPUŠTĚNÍ SOLID EDGE ST | 47 |
| 6.2 PROSTŘEDÍ TRADIČNÍ SOUČÁSTI ISO | 49 |
| 7 SKICA | 53 |
| 7.1 TVORBA SKICI | 53 |
| 7.2 KRESLENÍ | 54 |
| 7.3 MANIPULACE S 2D PRVKY | 71 |
| 7.4 ÚCHOPOVÉ BODY | 75 |
| 7.5 VAZBY | 75 |
| 7.6 KÓTY | 78 |
| 8 MODUL OBJEMOVÁ SOUČÁST | 83 |
| ZÁVĚR | 110 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 111 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 112 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 113 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 117 |

ÚVOD

V dnešní době se dá říct, že výroba podporovaná počítačovou technikou je zcela běžná a samozřejmá záležitost. Ovšem před pár desetiletími tomu bylo zcela jinak. Veškeré tvůrčí technické, konstruktérské i designérské práce a projekty, které jsme dnes schopni produkovat velmi rychle, flexibilně a precizně pomocí počítačové techniky vznikaly s velkým rozmyslem, plánováním a časovými nároky ručními pracemi a výpočty. Každá chyba znamenala celou práci předělat znovu a znamenala zpoždění a prodražení projektu.

Dnes je možné velmi rychle a účinně modifikovat již předchozí úlohy, což šetří mnoho práce a času s tím spojené, neboli i financí potřebných k realizaci daného projektu.

V této oblasti lidstvo zaznamenalo veliký rozmach, který je nejcitelnější především v posledních dvaceti letech. I když první naprosto nejjednodušší číslicově řízené programy CAD vznikly již koncem padesátých let, rozvoj těchto technologií byl velmi pozvolný, protože technologie a technika, které umožňovaly rozvoj CADu, byly objevovány současně s ním a dalo by se říct, že tak byl v podstatě brzděn jeho vývoj a současně i jeho rozvoj napomáhal rychlejšímu a sofistikovanějšímu vývoji hardwaru a veškerých používaných hardwarových periférií. Největší rozkvět v tomto odvětví je v posledních dvaceti letech, kdy se veškerá výroba velmi zautomatizovala. Technika, kterou využíváme, se zdokonalila natolik, že dnes není problém na běžném domácím PC provádět úkony, aniž by o tom počítač vůbec „věděl“, o kterých se lidem na počátku počítačového světa ani nesnilo.

V teoretické části bakalářské práce se zabývám historickým vývojem CAD a technologií s ním spojených a produkty od společnosti Siemens PLM software v podobě popisu nové synchronní technologie a její aplikace v softwarech Solid Edge ST a NX.

V praktické části bakalářské práce je obsažen průvodce základním rozhraním programu Solid Edge a seznámení s jeho funkcemi s názornými ukázkami.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYSVĚTLENÍ ZKRATEK V OBLASTI CA TECHNOLOGIÍ

U CA technologií se lze nejčastěji setkat s následujícími pojmy:

- **CAD** – Počítačová podpora konstrukce (Computer Aided Design)

Pojem CAD - computer-aided design, česky počítačem podporované projektování, nebo míněno na obecný CAD systém jako computer-aided drafting - počítačem podporované kreslení. Jde o velkou oblast IT, která zastřešuje širokou činnost navrhování. Jednoduše lze říct, že se jedná o používání pokročilých grafických programů pro projektování, místo rýsovacího prkna.

CAD aplikace vždy obsahují grafické, geometrické, matematické a inženýrské nástroje pro kreslení plošných výkresů a modelování objektů a dějů reálného světa. Pokročilejší řeší výpočty, analýzy a řízení systémů (výroby, zařízení).

Blízkým příbuzným je také oblast počítačových vizualizací, protože virtuální 3D návrhy jsou často klientům prezentovány ve formě fotorealistických vizualizací.[1]

- **CAM** – Přímě řízení výroby počítačem (Computer Aided Manufacturing)

Vstupem pro řízení výroby počítačem je obvykle 3D model vytvořený v CAD programu. V CAM programu je vypočítána cesta nástroje (Toolpath). Data jsou předána postprocesoru, který je převede do NC (Numeric Control) kódu. Historie CAM sahá až do roku 1961, kdy firma Boeing zavedla do výroby první číslicově řízený stroj (NC). Děrné pásky, nebo štítky pro archivaci dat, se používaly téměř bez výjimky. Občas se v útrokách řídicí jednotky stroje ukrývala feritová paměť. Zavedení počítačem řízených obráběcích strojů (CNC) do výroby znamenalo zvýšení jejich flexibility a zkrácení doby využití na seřízení stroje. Přínosem takového stroje je minimální zmetkovitost při podstatně vyšší produktivitě práce. Hlavní uplatnění takovýchto strojů nalezneme v malosériové až kusové výrobě. Ve velkosériové výrobě se z ekonomických důvodů stále používají a pravděpodobně budou používat vačkové automaty (např. výroba šroubů). Zajímavé je, že se program až do poměrně nedávné doby, nahrával do stroje děrnou páskou. Důvodem proč se nepoužívaly diskety nebo harddisky byla špatná spolehlivost těchto médií ve výrobních podmínkách. Dnes jsou stroje stále více závislé na podnikové síti, z čehož vyplývá, že se data fyzicky vyskytují odděleně od stroje.

Mezi CAM programy patří například EdgeCAM, SurfVAM, GibbsCAM, SolidCAM (plně integrovaný do systému SolidWorks) a mnoho jiných. Další programy jako například Pro/ENGINEER, CATIA V5 a Solid Edge ST2 mají pouze speciální moduly pro CAM.

- **CAE** – Počítačová podpora inženýrských činností

Jedná se o nástroj pro vývoj produktů. Tyto nástroje pokrývají oblasti pevnostních analýz (zejména prostředky Finite Element Analysis), kinematiku, simulace jako virtuální větrné tunely, crash testy v automobilovém průmyslu a další. Do této oblasti patří i nástroje pro návrh skladování a dopravy vyrobeného zboží. FEA (Finite Element Analysis): Jde o aplikace založené na FEM (Finite Element Method), neboli MKP (Metoda Konečných Prvků), kdy jde o přibližné řešení parciálních diferenciálních rovnic a to tak, že jsou buď zcela eliminovány, nebo převedeny na běžné diferenciální rovnice. Použití FEM pro analýzu fyzikálních systémů je pak označováno jako FEA. Byly také vyvinuty metody pro integrální rovnice, například pro prostup tepla. Metody nástroje FEM/FEA jsou základním nástrojem pro vytváření virtuálních prototypů.

- **CAQ** – Počítačem podporovaná kontrola kvality (Computer Aided Quality)

Počítačová podpora jakosti musí být navržena jako integrovaný systém určený pro podporu managementu jakosti. Jedná se tedy o informačně řídicí systém, který je nutno rozdělit do jednotlivých oblastí, programů a modulů, jež pokrývají celou šíři požadavků mezinárodních norem pro management jakosti.

- **PDM** – Správa dat o produktu

PDM, popřípadě EDM (Electronic Document Management) či PLM (Product Lifecycle Management) systémy řeší správu, vyhledávání, ochranu a vytváření verzí elektronických dokumentů a dat spojených výroby. V oblasti CAD se požadavky na tyto systémy rozšiřují o možnosti integrace s 2D a 3D CAD aplikacemi, vazbu dokumentů (výpočty, technické zprávy) a náhledy CAD dat. PDM systémy byly první fází vývoje (konec 80. a začátek 90. let 20. století) orientovány především na podporu předvýrobních etap vývoje nových výrobků. Druhou polovinu devadesátých let lze následně charakterizovat jako období implementace jednotlivých IT systémů charakterizovaných jako informační ostrůvky automatizace. Většina firem úspěšně nasadila různé informační systémy zaměřené zvláště na řízení a plánování

výroby. Konec 20 století přináší do problematiky PDM systémů rozšiřitelnost (modulárnost) těchto systémů. Jedná se nejen o správu konstrukčních dat, ale o pokrytí komplexních technických dat v průběhu celého životního cyklu výrobku.

- **CIM** – Výroba integrovaná počítačem (Computer Integrated Manufacturing)

CIM je technologie, která zajišťuje vzájemné propojení mezi jednotlivými skupinami výroby.

Cílem koncepce CIM je optimalizace vývojových, konstrukčních, výrobních a administrativních funkcí podniku jako uceleného celku. Znamená to především integraci požadavků na informační proces s technickými a řídicími funkcemi průmyslového podniku. Hlavním principem integrace je nezávislost organizačních a technických funkcí procesu. Oba efekty, integrace dat a integrace procesů, jsou předpokladem pro vznik většího racionalizačního účinku CIM. Architektura CIM je jednotícím prostředkem, poskytujícím konzistentní metody, techniky a nástroje, pomocí nichž mohou být vyvíjeny aplikační systémy CIM. Sdílená data a informace mohou být doplňovány novými funkcemi a jsou schopné se vyrovnat rychlému vývoji technických prostředků bez nutnosti změn samotných aplikací.[2]

2 HISTORIE CAD

Tato kapitola pojednává o historii a postupném vývoji CAD systémů od svého počátku až po současnost. Jsou zde uvedeny zejména nejvýznamnější okamžiky z hlediska vývoje tohoto systému a nejdůležitější produkty společností, které se tenkrát snažily proniknout do odvětví zatím nepoznaného, protože si to čím dál, tím víc rozvíjející se průmysl žádal a pár společností dokázalo tyto potřeby tenkrát alespoň částečně naplnit. Některé společnosti vytrvaly víceméně dodnes, ale většina jich byla koupena jinými většími společnostmi, které jejich produkty rozvíjely dál pod svým vedením.

1957

Dr. Patrick J. Hanratty (považovaný za otce CAD, CAM) vyvinul **PRONTO**, což byl první komerční číslicově řízený CAM programovací systém.

1959

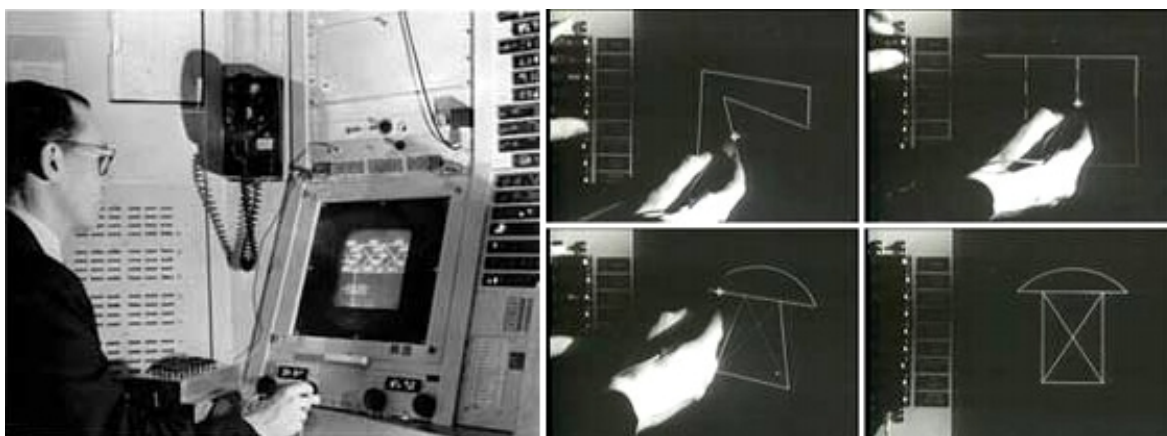
Stromberk Carlson vyvinul systém pro zápis grafiky na pásku umožňující její načtení na obrazovku nebo vykreslení na speciální papír.

1960

John McCarthy vymyslel programovací jazyk **LISP** (V AutoCADu dodnes používaný).

1963

Ivan Sutherland (MIT's Lincoln Laboratory) vytvořil na počítači TX-2 program **SKETCHPAD** demonstrující základní principy realizovatelnosti počítačového technického kreslení. Tento produkt je považován za první krok směřující k tvorbě CADu. Nejednalo se však ještě o komerční produkt.

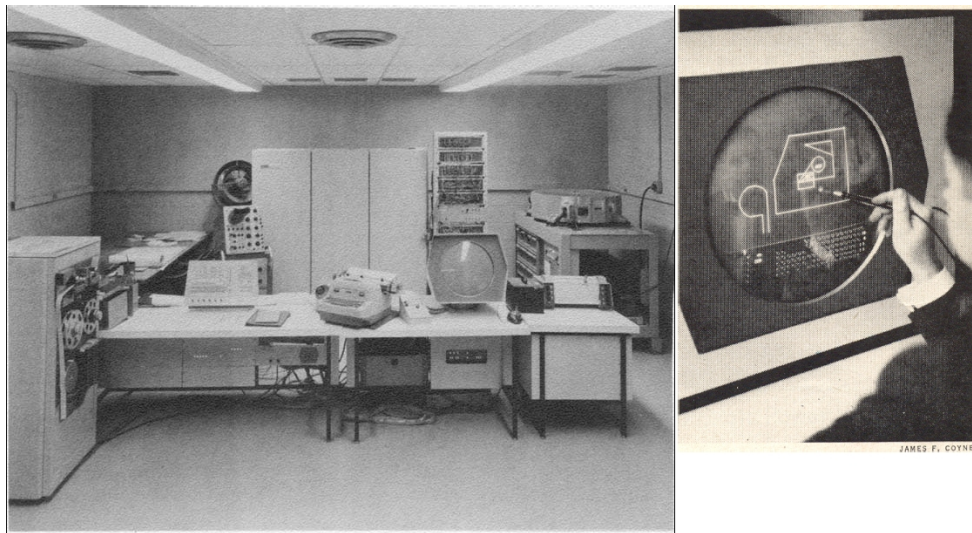


Obrázek 1. Program SKETCHPAD, světelné pero, počítač TX-2 [3]

Počítač TX-2 obsahoval 320kB RAM, 8MB magnetickou pásku a 7“ 1024x1024 monitor. Program byl napsán v Macro assembleru na papírové děrné pásce, ze které se načítal do počítače. Kreslilo se světelným perem přímo na monitor počítače.

V tomto roce Georg Nemetschek založil svou konstrukční společnost, která o 20 let později začala produkovat známý AEC systém Allplan.

1964



Obrázek 2. The electronic drafting machine na počítači PDP-1 [3]

Společnost ITEK vyvinula systém nazvaný The Electronic Drafting Machine používající počítač PDP-1.



Obrázek 3. DAC – Design automated by komputer – první CAD/CAM systém [3]

Vstupní příkazy se zadávaly světelným perem a velká disková kapacita se využívala zejména na refresh obrazovky.

Následně Digigraphics division of Control Data Corporation uvolnila první komerčně dostupný CAD systém – který byl následníkem CAD software od ITEK. Stál kolem 500.000,- USD (prodalo se ho jen pár kusů).



Obrázek 4. Systém CADAM od firmy Lockheed [3]

Dr. Hanratty spolunavrhl v General Motors Research Laboratories CAD systém pojmenovaný názvem **DAC** (Design Automated by Computer). Jednalo se o první CAD/CAM systém používající interaktivní grafiku (umožňoval zadávat popis automobilu, rotaci a pohled pod různými úhly). I když se jednalo o (na tu dobu) neuvěřitelně užitečný systém, General Motors tento projekt zastavil pro upgrade jejich hardware.

1965

Společnost Lockheed představila svůj CAD/CAM systém, a FEM systém nazvaný **CADAM** (Computer Augmented Drafting and Manufacturing).

1966



Obrázek 5. CADD od společnosti McAuto na počítači IBM [3]

McDonnell Douglas Automation Company (**McAuto**) představila svůj patentovaný CAD program **CADD** řešící různé geometrické problémy. Program běžel na velmi drahých sálových počítačích IBM.

1967

Společnost Ford vydala svůj CAD nazvaný PDGS.

1968

Společnost Georg Nemetschek začala vyvíjet software pro domácí použití.

1969

Koncem 60. let už vydalo své první komerční CADy více společností, ze kterých je dobré zmínit alespoň Applicon, Auto-trol, Computervision (prodal svou první komerční verzi CADu společnosti Xerox), Evans & Sutherland, MAGI (uvolnila komerční 3D CAD Syntha Vision), McAuto, SDRC a United Computing (dnes známá jako UGS).

1970

Je založena společnost M&S Computing (dnes známá jako **Intergraph**). Z počátku to byla konzultační společnost pracující pro vládu v oblasti digitálních technologií.

1972

Společností **SynthaVision** z MAGI (Mathematics Application Group, Inc.) byl vydán první objemový 3D modelovací program. Nebyl to sice CAD software – ale program pro vykonávání analýz nukleárního radiačního záření. 3D modely v něm byly objemové modely podobné modelům v budoucích 3D CAD systémech.

Společnost **MCS** uvolnila svůj první CAD nazvaný **ADAM** (Automated Drafting and Machining). Fungoval na 16 bitových počítačích. Jeho rozhraní již bylo řízené prostřednictvím menu.

1973

United Computing představila systém **UNI-GRAPHICS**. Software disponoval základními 2D možnostmi.

Hillman Trust koupil společnost Auto-trol a vydal první CAD „na klíč“ pod názvem Auto-Draft.

1975

Francouzská letecká společnost **Avions Marcel Dassault** (AMD) zakoupila zdrojový kód systému **CADAM** od společnosti Lockheed a o tři roky později začala vyvíjet systém **CATIA** (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application).



Obrázek 6. UNI-GRAPHICS od společnosti United Computing [3]

1976

Společnost **MCS** představila systém **AD-2000**. CAD/CAM systém pro první 32 bitové počítače. Tento CAD byl přímým následníkem systému ADAM.

McDonnell Douglas (**McAuto**) koupil společnost United Computing s jejich produktem **UNI-GRAPHICS**.

1977

Nemetschekova společnost začíná prodávat svůj „Program System Statik 97/77”

Avions Marcel Dassault začala vyvíjet předchůdce systému CATIA nazvanou **CATI**. Hlavní výhodou oproti systému **CADAM** byl skutečný vstup do 3D modelování.

1978

Herb Voelcker vyvinul objemový modelář nazvaný **PADL** (Part and Assembly Description Language), který se následně využíval v některých komerčních 3D objemových modelovacích programech.

McAuto vydává **Unigraphic R1** (kde R znamená Restructured).

T&W Systems vydává CAD pojmenován jako **T-Square**.

1979

Boeing, General Electric a NIST začali vyvíjet neutrální souborový formát **IGES** (Initial Graphic Exchange Standard).



Obrázek 7. CATI, předchůdce dnešní CATIA [3]

Anglická společnost Cymap začala vyvíjet HVAC. Jejich hlavním produktem bude produkt nazvaný **CADLink**.

M&S Computing (dnes známá jako **Intergraph**) vydala svůj CAD nazván **IGDS** (Interactive Graphics Design Software).



Obrázek 8. IGDS od Intergraphu [3]

Koncem 70. let typickým počítačem pro CAD byl 16 bitový minipočítač s maximální 512 kB RAM a 20 - 300 MB diskem. Tato dekáda byla obdobím, kdy se tvořili základní vlastnosti CADů – zejména geometrické algoritmy. Počítač stál kolem 125.000,- USD a formovali se i první komerční prodejci CAD systémů.

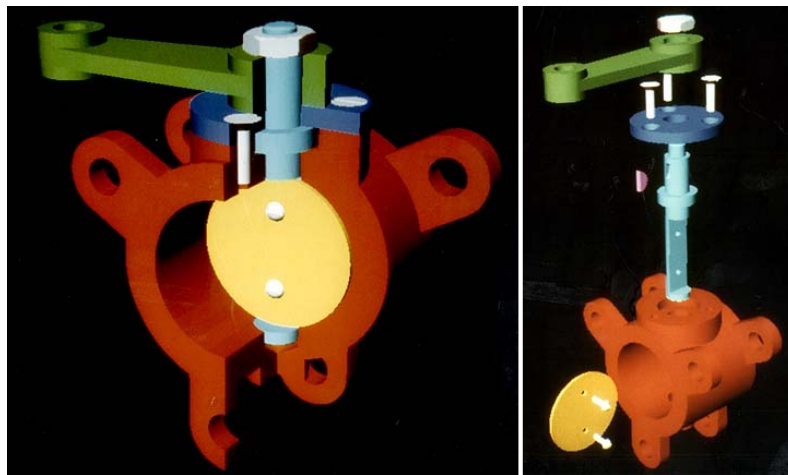
1980

T&W Systems uvolnila **Versa CAD**.

M&S Computing se přejmenoval na **Intergraph**.

1981

Unigraphics představil objemový modelovací systém **UniSolid**. Byl založen na objemovém jádru **PADL-2**.



Obrázek 9. UniSolid od Unigraphics [3]

Společnost **EDS** (část GM) koupil **McDonnell Douglas Systems Integration Co.**

Avions Marcel Dassault (AMD) vytvořil sesterskou společnost **Dassault Systemes** a ohlásil systém **CATIA verze 1** – produkt pro 3D návrh, plošné modelování a NC programování. Založena společnost **Nemetschek Programmsystem GmbH**.



Obrázek 10. CATIA verze 1 [3]

1982

Společnost **P-CAD** uvolnila CAD program nazván **CADplan**. Později tento produkt zakoupila společnost CalComp a přejmenovala ho na **CADVANCE**.

T&W Systems přeprogramoval svůj software nazvaný T-Square pro Apple a nazval ho **CADapple**.

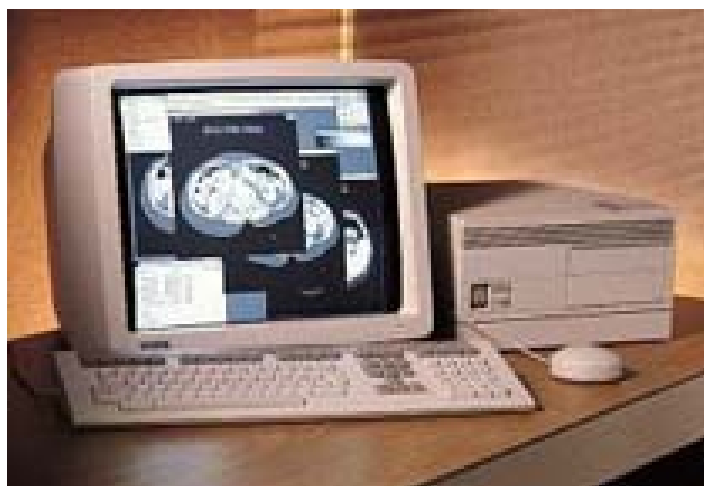
Byl uvolněn první **I-DEAS** (společností **SDRC**).

John Walker spolu s patnácti lidmi založil **Autodesk** (z počátku nazvanou Marin Software Partners). Jejich hlavní myšlenka byla vytvořit CAD program s cenou 1000 USD, použitelný na PC. Jedním z cílů bylo vytvořit CAD systém tak otevřený, jak jen to půjde. První verze **AutoCADu** byla založena na CAD programu Mike Riddla z roku 1981 nazvaného **MicroCAD**. Na výstavě COMDEX byl pak představen program **AutoCAD-80** (resp. **AutoCAD 1** – určen již pro PC).

Současně byly definované formáty **DWG** a **DXF**.

1983

Software Unigrahpic byl stále v podstatě původním softwarem MCS **ADAM**, i když podstatně změněn softwarem od **United Computing** a částečně i od **McAuto**. Po kompletním přepracování nový produkt pojmenovali **Unigraphics II** verze 1 a původní software se odted' jmenoval **Unigraphics I**.

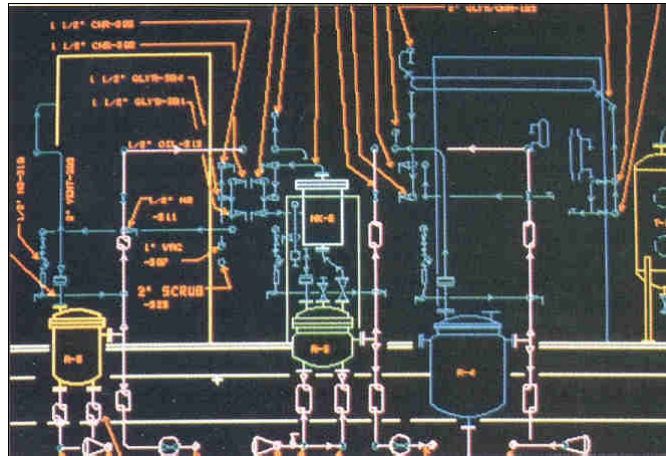


Obrázek 11. Unigraphics II verze 1 [3]

Založena společnost **Adra Systems** a následně začala prodávat svůj **CADRA 2D CAD**.

Založena CAD společnost **Premise**. Jejich prvním produktem byl **DesignView** – jednoduchý parametrický 2D nástroj.

V **T&W Systems** si všimli, že jejich SW **CADapple** je lepší než **AutoCAD**, a tak ho předělali na platformu PC a nazvali **VersaCAD**.



Obrázek 12. VersaCAD od T&W Systems. [3]

Začalo se pracovat na formátu **STEP**. Ten byl však oficiálně uvolněn až v roce 1991 společností **EDS Unigraphics**.

1984

Uvolněna **CATIA - verze 2**, která se stala lídrem v navrhování pro letecký průmysl.

Vydaný **Radar CH** – předchůdce **ArchiCADu** pro Apple.

1985

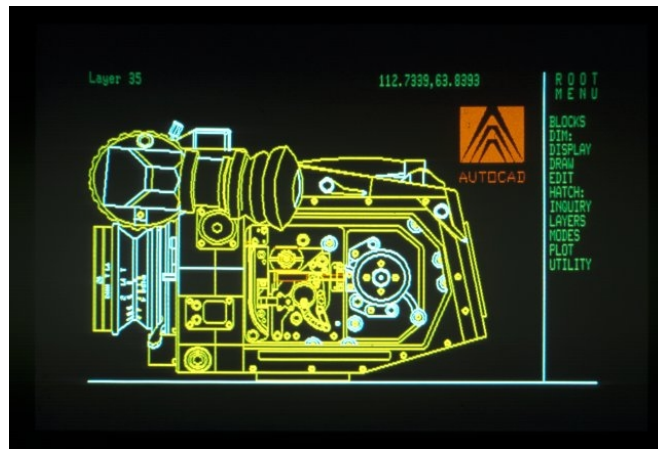
Společnost **Matra Datavision** (založena roku 1980) vydala svůj objemový modelovací systém **Euclid-IS**, používající unikátní hybridní modely.



Obrázek 13. PseudoStation [3]

Dr. Samuel P. Geisberg založil společnost **Parametric Technology Corporation** (známá jako **PTC**), která byla z počátku prodejcem 3D CAD systémů. Dr. Samuel P. Geisberg předtím pracoval pro **Computervision** i pro **Applicon**.

Založena společnost **Diehl Graphsoft** a vydaný **MiniCAD**, který se rychle stal nejprodávanejším CAD software pro MAC.



Obrázek 14. AutoCAD verze 2.1 [3]

Keith Bentley založil společnost **Bentley Systems** a byla uvolněna první verze systému **Microstation**. Z počátku byl Microstation klonem jiného CAD systému nazvaného **PseudoStation**. Původní souborový formát IGDS se přejmenoval na **DGN**, to následovalo po koupi 50% akcií Bentley Systems společností Intergraph v roce 1987.

V tomto roce byl vydán i **AutoCAD** verze 2.1 s prvními 3D možnostmi, a také první verze programu **AutoSketch**.

1986

Malá americká společnost vydala **DesignCAD**.



Obrázek 15. AutoCAD verze 2.5 [3]

Společnost **T&W Systems** se přejmenovala na **Versacad Corporation**.

MCS představila systém ANVIL-5000 – 3D strojírenský CADD/CAM/CAE systém, který byl v této dekádě nejvýkonnějším plně integrovaným CADD/CAM/CAE systémem použitelným pro všechny druhy počítačů.

Vydáný **ArchiCAD 2.0** pro Apple.

Autodesk vydal **AutoCAD** verzi 2.5.

1987

ISICAD koupil **CADVANCE** a později inovoval na první CAD systém postavený pro operační systém Windows.

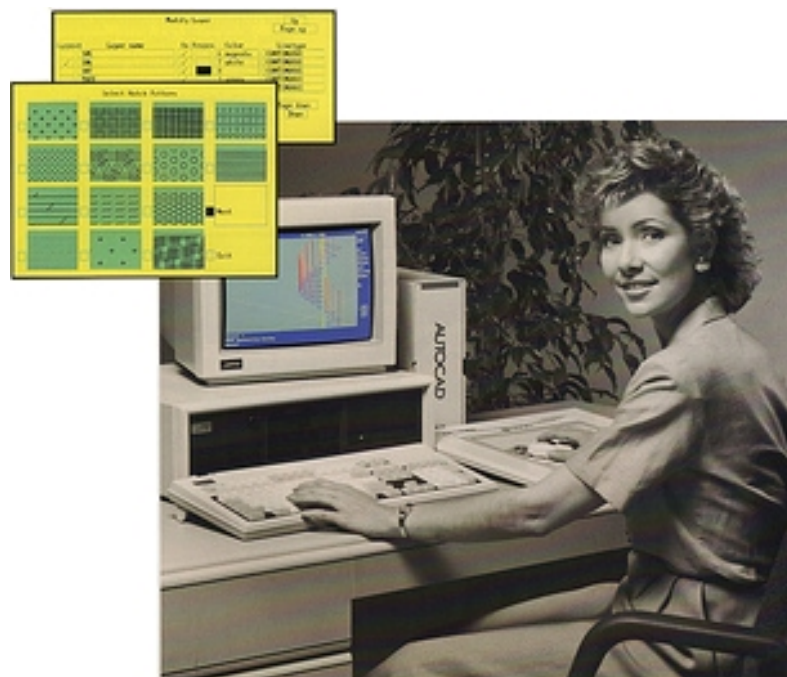
Vydáný **ArchiCAD 3.0** pro Apple.

Intergraph kupuje 50% vlastnictví **Bentley Systems**.

Prime kupuje **Versacad**.

Vydáný **AutoCAD R9** (jen pro DOS) - první verze AutoCADu využívající 80x87 matematický procesor v počítačích založených na procesorech Intel 8086.

Vydání **AutoCADu R9** bylo překvapivé. Autodesk vychází z předchozích verzí AutoCADu, které ovšem nikdo nikdy nespátřil, byly to jen vývojové přechodné verze. Předchozích verzí tedy bylo 8, a proto Autodesk nechtěl označovat novou verzi jako pokračovatele ve verzi 2.5, tedy 3.0, ale jako generativně vyspělejší systém **AutoCAD R9**.



Obrázek 16. AutoCAD R9 [3]

1988

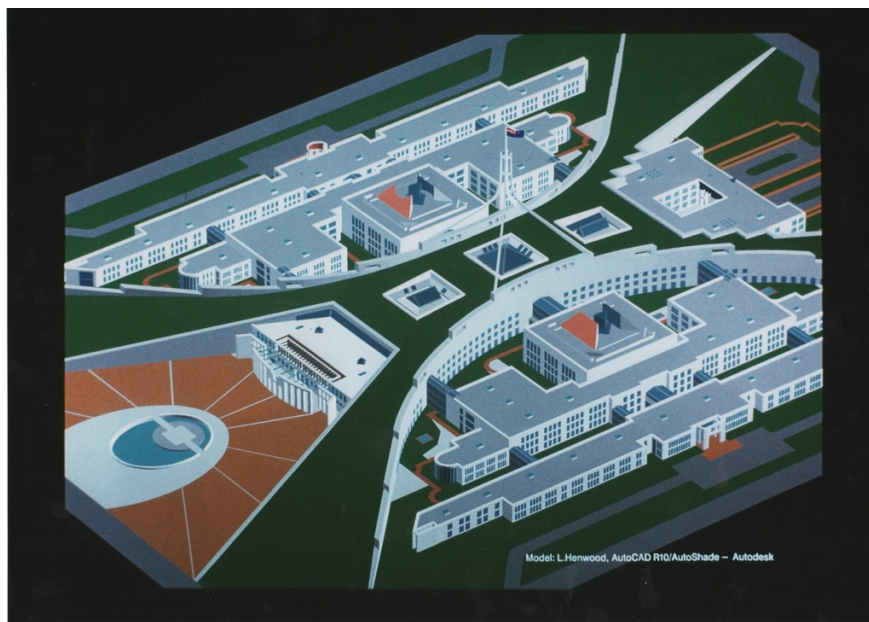
Uvolněna **CATIA** - verze 3, stala se lídrem v navrhování pro automobilový průmysl. Tato verze již měla funkce i pro AEC.

Surfware Inc., uvolnila první verzi systému **SurfCAM** - CAD/CAM programu.

Společnost PTC spustila komerční prodej parametrického systému **Pro/ENGINEER**. Koncepti parametrického modelování rychle přebírají další produkty, jako např. SolidEdge, SolidWorks, Unigraphics, atd.

Na systém MDM&E/**Unigraphics** tvrdě útočil Pro/ENGINEER, a tak **Unigraphics** získal **Shape Data** (jejich produktem byl objemový modelář nazván **Romulus**), který vyřadil PADL-2 postavený na **UniSolids** a v následujícím roce 1989 představil objemový modelovací software nazván **UG/Solids** postaven na **Parasolidu**.

Autodesk uvolnil **AutoSolid** a **AutoCAD R10** (DOS & MAC), který již disponoval plnými 3D možnostmi.



Obrázek 17. AutoCAD R10 [3]

1989

Spatial Technology uvolnil první verzi **ACIS** objemového modelovacího jádra. Ron Davidson vydal první verzi **Parasolidu** jako standardního objemového modelovacího jádra. V USA se začalo prodávat objemové modelovací jádro **DesignBase** (vydané roku 1987 společností Ricoh)

Tímto začala „válka objemových modelovacích kernelů“ mezi **ACIS**, **DesignBase** a **Parasolid**, která pokračovala celou následující dekádu.

V USA se začal prodávat **ArchiCAD**.

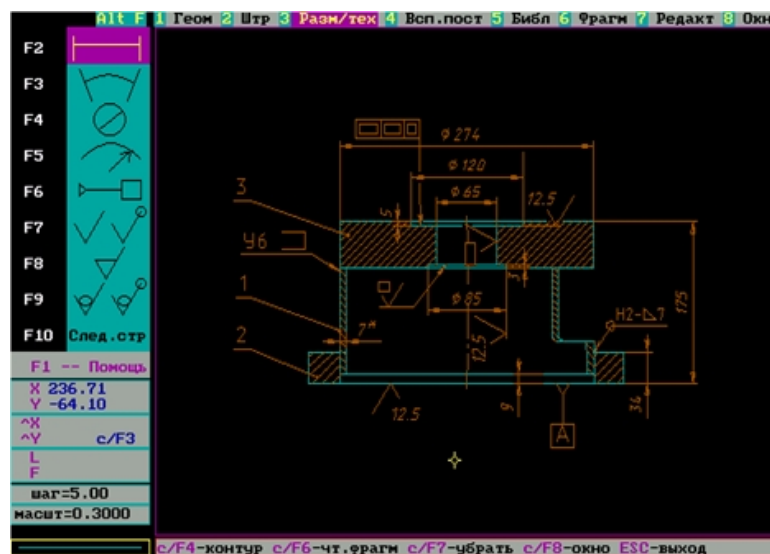
IBM koupila **CADAM** od společnosti **Lockheed**.

Autodesk koupil společnost **Generic Software** a její program **Generic CADD**.

Byla vydána první verze systému **KOMPAS-Graphic**.

Společnost **CSC** uvolnila **MicroCADAM**, - CAD/CAM který se stal nejprodávanějším CAD systémem v Japonsku.

V **Československu** vznikl a spustil se projekt **AIP 2000**, což znamenalo 2000 CAD pracovišť (Počítač + **AutoCAD**) pro československé podniky. Výsledkem bylo reálné „nastartování“ práce s CAD systémy v ČR a SR.



Obrázek 18. Kompas 1 [3]

Na druhé straně vznikla nepřírozená převaha AutoCADu nad ostatními CAD systémy, která přetrvává svým způsobem dodnes.

Na konci této dekády byly hlavními CAD systémy následující systémy:

CATIA (Dassault Systemes), **Pro/Engineer** (Parametric Technology), **I-DEAS** (SDRC) a **MDC** (Unigraphics).

1990

Založena společnost **Visio** (původně nazvaná Axon Corporation, v roce 1992 přejmenována na ShapeWare a nakonec roku 1995 přejmenována na **Visio Corporation**).

Autodesk vydal první verzi **3D Studio** a **AutoCAD R11** (DOS & MAC & Unix), kterému přibyly různé funkce – zejména však výkresový prostor a 3D modul AME.

1991

Dassault získal software **CADAM** od IBM (IBM koupila CADAM od společnosti Lockheed roku 1989).

Společnost **Delta** (vývojeř produktu DUCT) se přejmenovala na **Delcam International**.

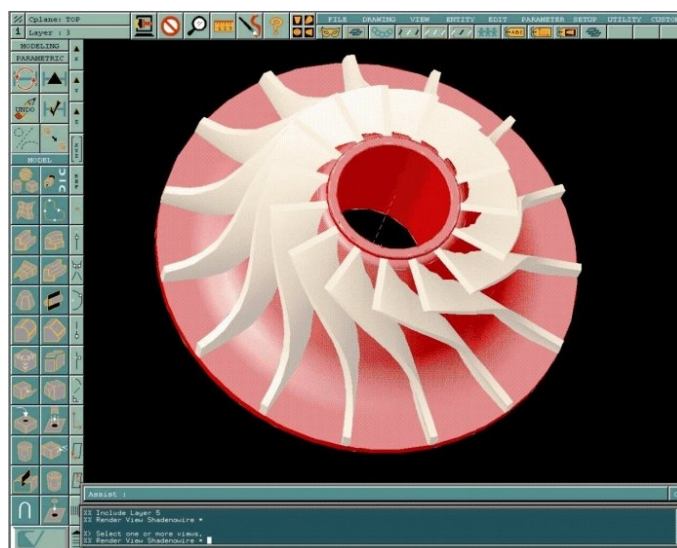
EDS získala **UGS** od **McDonnell Douglas**.

Vartimex Corporation vydala první verzi svého CAD/CAM produktu **Vartimetrix**.



Obrázek 19. MicroCADAM [3]

Computervision koupil společnost **Premise**, které produkt **DesignView** sloužil jako základ systému **CADDS 5**, který byl vydán ve stejném roce.



Obrázek 20. Systém CADDS 5 [3]

1992

Autodesk vydává **AutoCAD R12** (DOS & MAC) - velice populární verze s 3D modulem AME a AVE pro vizualizace a současně vychází 3D Studio 2.

Vydána první verze **Visio Technical**.

Jedna programovací společnost vydala software nazván **Phoenix** (dnes známý jako **IntelliCAD**). Hlavním produktem společnosti byl **ADE** (AutoCAD Data Extension), který od ní koupil **Autodesk** a předpokládá se, že je částí software **Autodesk MAP** a **IntelliCADu**.

1993

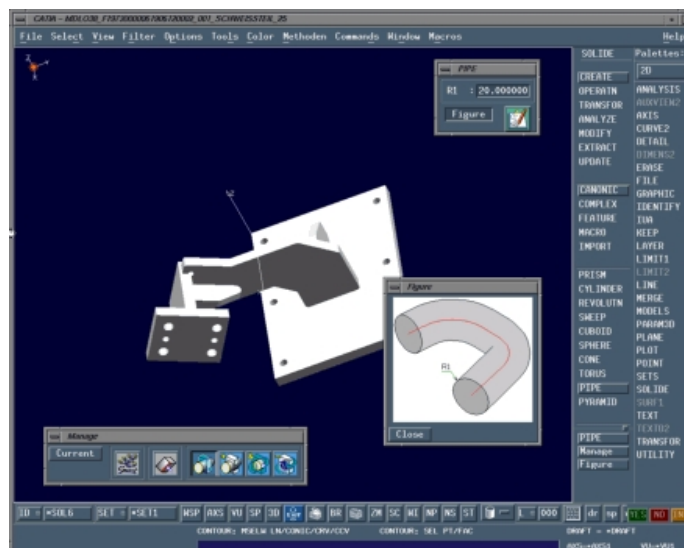
PTC začal prodávat **Pro/ENGINEER** pro Windows NT.

Vychází **ArchiCAD 4.16** – první Archicad pro Windows 3.1 (do té doby byl pouze pro Apple).

Autodesk vydal první **AutoCAD LT 1.0** pro Windows 3.1 a **3D Studio 3**. Původně Autodesk plánoval zahrnout do AutoCADu LT i AutoLISP, ale před vydáním se rozhodl jinak.

Současně vychází **AutoCAD R13** pro DOS i Windows. Disponoval již **ACIS 3D** modelářem a jako první verze AutoCADu umožňoval export do DWF formátu.

SDRC uvlonila **I-DEAS** Master Series.



Obrázek 21. Systém CATIA 4 [3]

John Hirschtick z **Computervision** založil novou CAD společnost nazvanou **SolidWorks, Inc.**

Byla vydána **CINEMA 4D** verze 1 pro Amigu.

Dassault vydal novou verzi CATIE - **CATIA 4**.

Od tohoto roku se postupně mění dominantní CAD platforma založena na systémech UNIX. Stále více CAD systémů pracuje pod OS Windows NT, který je schopen do jisté míry zabezpečit určitou stabilitu.

Trh s CAD systémy se rozrostl až do té míry, že se o něho začal zajímat i **Bill Gates** zakladatel Microsoft.

1994

Autodesk koupil **Micro Engineering Solution** a jejich produkt **Solution 3000** přejmenoval na **AutoSurf v.1**. Současně vydal **3D Studio 4** a **AutoCAD R13** pro DOS i Windows 3.1. Disponoval již **ACIS 3D** modelářem a jako první verze AutoCADu umožňovala export do DWF formátu.

Vychází **DesignCAD 3D** pro MS-DOS

Klíčovým obdobím pro **SolidWorks, Inc**, byl příchod Michaela Payna, který byl vice prezidentem vývoje společnosti **PTC**. V tomto roce byl vydán první prototyp software nazvaného **SolidWorks**.

Vycházejí verze **Microstation v.5**, **CINEMA 4D** verze 2 pro Amigu a **MiniCAD v.5**.

Softdesk koupil **Phoenix (IntelliCAD)**.

Softdesk spolu se společností **Cyco Software** byli v tom čase největší vývojáři aplikací pro **AutoCAD**. **Cyco Software** byl však „odkopnut“ **Autodeskem** za to, že jeden jeho produkt (**AutoManager**) konkuroval produktu **Autodesku (WorkCenter)**, a to bez ohledu na to, že **AutoManager** byl na trhu první. **Softdesk** se zalekl, že může dopadnout podobně a vytvořil tajný tým pro tajný projekt **IntelliCAD**, na kterém se podílelo několik desítek programátorů pracujících pro jistotu na opačném konci krajiny.

1995

Bentley začíná prodávat **MicroStation 95** nezávislý na **Intergraphu**.

Autodesk vydává první verzi **Mechanical Desktop** a další verzi **AutoCAD LT 95** **Autodesk** vydává i **3D Studio MAX**, což je v podstatě **3D Studio** pro Win NT.

Společnost **FIT, Inc.** koupila **ISICAD** a jejich produkt **CADVANCE**.

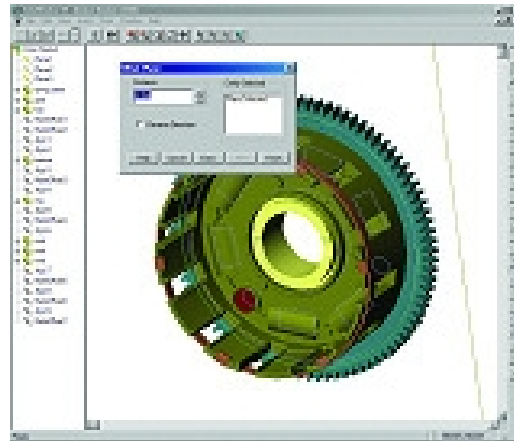
Parametric Technology uvolnila **Pro/E v.15** a zredukovanou verzi **Pro/Junior**

Dassault Systems uvolňuje **ProCADAM**, - menší verzi CATIA pro použití na Win NT.

Computervision vydává strojírenský high-end CAD – **MEDUSA**.

Vycházejí: **CADKEY v7**, **CINEMA 4D v3** pro Amigu, a nové verze dalších CAD systémů.

Vychází **SolidWorks 95**.



Obrázek 22. SolidWorks 95 [3]

1996

Intergraph představuje **Solid Edge**.

IMSI uvolňuje **TurboCAD 2D/3D v.3** pro DOS & Win a MAC. 3D vlastnosti jsou dostupné pouze pod platformou MAC.

Nově založená společnost **DATACAD LLC** kupuje práva pro produkt **DataCAD** od společnosti **Micro Control Systems, Inc**.

Autodesk kupuje **Softdesk**, který kromě toho že vytvářel nadstavby pro AutoCAD (Auto-Architect, CAD Overlay atd., pracoval i tajně na klonu AutoCADu - Strong IntelliCAD (ještě stále nazvaném **Phoenix**).

Vycházejí: **ArchiCAD 5.0**, **Pro/E v17**, **CINEMA 4D v4**, **MiniCAD 6** pro Win, **Micro Station Modeler v.4** a nové verze dalších CAD systémů.

1997

Společnost **PTC** získala **Computer Intergraph**.

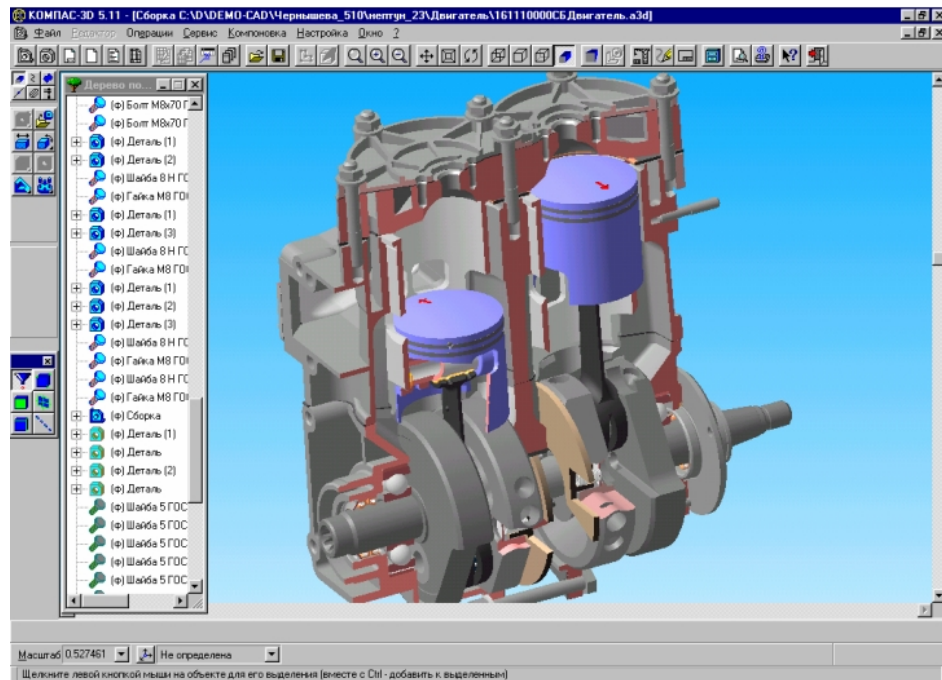
SDRC vydává **IDEAS Artisan Series** plně kompatibilní s IDEAS Master Series.

Revit Technology Corporation vydává produkt **Revit**, který přináší revoluci do AEC.

Nemetschek Programmsystem GmbH se transformuje na **Nemetschek AG** a v Evropě začíná hrát vážnou roli v oblasti AEC.

Společnost **Dassault** získala **SolidWorks** a vydává **SolidWorks 97**.

Vychází první verze **KOMPAS-3D** určená pro Windows.



Obrázek 23. Kompas 3D pro Windows [3]

Vycházejí: **AutoCAD R14**, **LT97**, **Mechanical Desktop 2**, **3D Studio MAX R2**, **Pro/E v18**, **TurboCAD Professional v4**, **CINEMA 4D v5**, **Unigraphics v12**, a nové verze dalších CAD systémů.

Autodesk ruší **3D Studio VIZ**.

Je založena společnost **Alibre, Inc.**, Původně se společnost jmenovala **Entity Systems**, ale své jméno změnila ještě před vydáním svého software. Alibre přebrala několik zaměstnanců od společnosti **SolidWorks**.

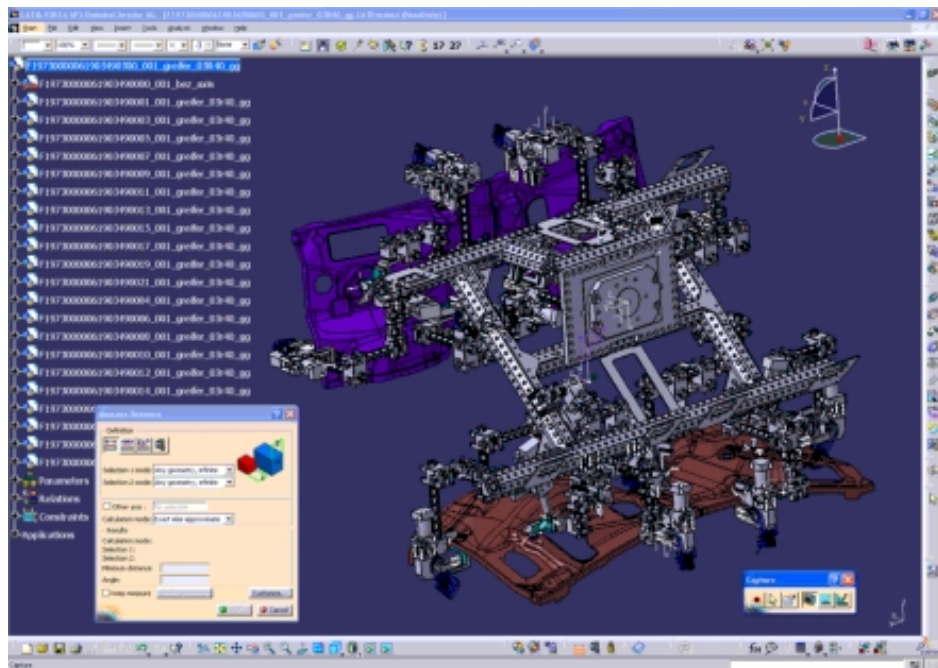
Parametric Technology uvolňuje **PT/Modeller**.

Federální obchodní komise kvůli údajnému **monopolu AutoCADu** nařídila Autodesku vzdát se **IntelliCADu** (který získala koupením společnosti Softdesk), nekupovat společnosti které se věnují IntelliCADu, a nezasahovat do zaměstnanců, kteří opouštějí Autodesk a začínají pracovat s IntelliCADem. Vzniká společnost **Boomerang Technology** věnující se **IntelliCADu**. Ve stejném roce společnost **Visio** (původně nazvaná ShapeWare) kupuje společnost Boomerang Technology a jejich IntelliCAD.

1998

Společnost **Visio** začíná prodávat **IntelliCAD 98** – klon AutoCAD R14. Za první tři měsíce se prodalo 12.000 licencí IntelliCADu. Současně pokračuje úspěšný prodej produktu **Visio Technical** (na jeho podnět Autodesk později vydá konkurenční **Actrix Technical**).

Formuje se aliance **Open DWG**.



Obrázek 24. Systém CATIA 5 [3]

Vychází **AutoCAD Architectural Desktop** pro Windows – první AEC aplikace Autodesku

Dassault vydává systém **CATIA 5**.

Intergraph vydává **Solid Edge v.3** a následně **UGS** kupuje **Solid Edge** od Intergraphu.

PTC získává **CADDS 5**.

Vychází **ArchiCAD 6.0** pro Windows & MAC a nové verze dalších CAD systémů.

1999

SolidWorks představuje **eDrawings** bezplatně poskytuje nástroje na jejich tvorbu a prohlížení.

Společnost Real Architects objevila způsob, jakým se dají s použitím jazyka **DIESEL** (bývalým jazykem systému **GenericCADD**) vytvářet nadstavby nad AutoCAD LT.

PTC získává práva na **VersaCAD** od společnosti Archway Systems.

Na **CAD trh** se téměř dostal Microsoft koupením společnosti **Visio**. Společnost Visio se stala divizí Microsoftu. Kvůli potencionálnímu riziku anti-trustových justičních problémů, Microsoft oddělil **IntelliCAD** od vlastních služeb do veřejné služby www.intellicad.org, účelem které bylo poskytovat IntelliCAD zdarma. Vzniká **ITC** (IntelliCAD Technology Consortium). Microsoft si byl vědom toho, že tím nahnává **Autodesk** (v tom čase šestou největší softwarovou společností), který mu začal tehdy konkurovat v oblasti multimediálního software.

2000 - současnost (přehled hlavních událostí)

Vycházejí nové verze všech starých i nově vznikajících CAD produktů, kterých je již tolik, že se jejich množství stává nepřehledným.

V roce 2000 vychází klon AutoCADu – **IntelliCAD**.

Autodesk ohlašuje **Inventor** a vydává **Actrix Technical** (jako odpověď na **Visio Technical**).

Alibre, Inc. v roce 2000 oznamuje dostupnost jejich systému **Alibre Design 1.0**.

Společnost **Unigraphics Solutions** v roce 2001 změnila jméno na **UGS** a získala společnost **SDRC**.

Autodesk koupil v roce 2002 společnost **Revit Inc.**, která byla „anti-AutoCADovým rebellem“ s absolutně jedinečným přístupem k parametrickému 3D AEC modelování s umělou inteligencí. Následně Autodesk vydává **Autodesk Revit** – první verzi.

SensAble Technologies způsobí malou revoluci (v roce 2000) vydáním **FreeForm v.2**.

Bentley v roce 2000 získává stavební software od **Intergraphu** a v roce 2003 kupuje společnost **Infrasoft**, vyvíjející moduly pro AutoCAD i Archicad - pro návrh cest (MXROAD) a jiné. Předpokládá se, že hlavním důvodem Bentley pro koupi Infrasoftu bylo odstavit Autodesk z tzv. „civil designu“

Nemetschek v roce 2000 představuje svůj produkt **VectorWorks ARCHITECT**, a kupuje Diehl Graphsoft a v roce 2007 se stává 100% vlastníkem **Graphisoft SE**.

Dassault kupuje **Spatial Technology**, **PTC** kupuje **CoCreate**, **Siemens AG** kupuje **UGS**, **Autodesk** kupuje **Alias**.

Ostatní velké CAD společnosti skupují menší, čím získávají cenné know-how na vylepšování svých produktů nebo na „zničení možné konkurence“

3 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ CAD PODLE OBLASTI VYUŽITÍ

CAD software je dnes využíván ve velmi širokém spektru variant softwarových produktů se zaměřením na mnoho oborů a technologií.

Hlavní odvětví, kde se využívá CAD software:

- **Strojírenství**

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

- **Elektroprůmysl**

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

- **Chemický průmysl**

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

- **Architektura**

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

- **Stavebnictví**

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

- **Design, vizualizace, animace**

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

4 SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIE - SIEMENS PLM SOFTWARE

Tato kapitola shrnuje hlavní výsady a přednosti synchronní technologie od společnosti Siemens PLM software a umožní tak lepší pochopení a přehled v této technologii.

4.1 Průkopnické řešení ve 3D modelování

Poprvé v historii je možné díky této technologii modelovat nezávisle na předchozí historii, což umožňuje uživateli až 100krát rychlejší způsob konstrukce.

Tato, společností Siemens PLM Software, nově patentovaná technologie byla uvedena na trh na strojírenském veletrhu Hannover Messe 2008 a zároveň pomocí internetové konference. Kombinuje to nejlepší z parametrického způsobu modelování s přímým modelováním a je integrována do nových verzí systémů NX a Solid Edge ST.

„Společnost Siemens rozpoznala obrovský potenciál synchronní technologie při převzetí společnosti UGS“, řekl ředitel divize Siemens Automatizované systémy, Anton Huber. „Přesvědčení, že digitální model je srdcem naší vize sjednocení výroby s jeho životním cyklem, pracovali jsme společně na co nejrychlejší zavedení této průlomové technologie do CADu.

Digitální model ovlivňuje každou z fází PLM procesu a je klíčem k rychlejšímu zavádění inovací. Tato nová technologie od základu změní vývoj výrobku a umožní výrobcům urychlení procesů inovací a tím zároveň nárůst jejich příjmů.“

„Tato nová synchronní technologie je skutečným průlomem,“ řekl PLM manažer společnosti Liebert, Jack Beeckman, „milníkem, značícím novou éru v modelování, umožňující inženýrovi svobodu být inženýrem. Možnost okamžitých výsledků zcela jistě změní pohled lidí na použití CAD technologií. Důležitější je však změna pohledu na CAD, který jim umožní přemýšlet nad tím „co“ chtějí modelovat, nikoliv „jak“ mají modelovat.“

4.2 Historicky první modelování pomocí prvků nezávislé na historii

Synchronní technologie je prvním CAD řešením, které zároveň synchronizuje geometrii a pravidla prostřednictvím nového systému pro podporu rozhodování. Tím urychluje inovace ve čtyřech klíčových oblastech:

- **Rychlé zachycení myšlenky**

Synchronní technologie umožňuje zachytit myšlenky tak rychle, jak vznikají a umožňuje až 100 krát rychlejší návrh výrobku. Konstrukteři mohou daleko více času věnovat inovacím, což jim umožňuje nové nástroje podporující modelování řízené rozměry oproštěné o pracné přemýšlení o budoucích možných závislostech. Technologie definuje kóty, parametry a pravidla návrhu při jeho tvorbě nebo při úpravách bez nutnosti znalosti historie modelu.

- **Rychlé konstrukční změny**

Synchronní technologie automatizuje realizaci plánovaných nebo neplánovaných změn na modelu v sekundách namísto v hodinách při nesrovnatelně jednodušším postupu úpravy bez ohledu na původ prvku, ať již vytvořeného s historií, nebo bez historie.

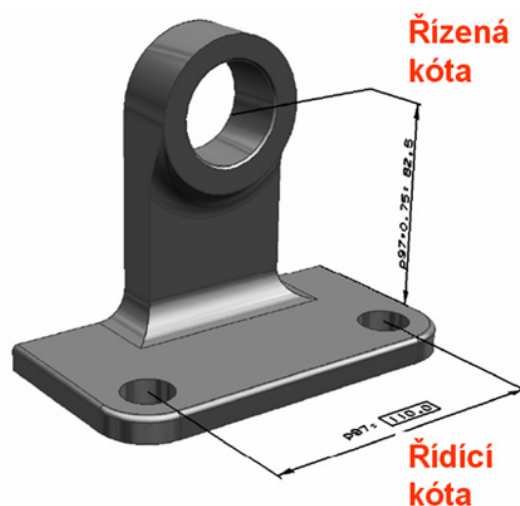
- **Zlepšení využitelnosti dat nezávislých na CAD systému**

Synchronní technologie umožňuje uživatelům využívat CAD data ostatních systémů bez nutnosti jejich opětovného přemodelování. Uživatelé toho s výhodou využijí v prostředí s mnoha CAD systémy a různými typy dat. Budou využívat rychlý a pružný systém, který jim umožní upravovat data cizích systémů rychleji, než by toho byli schopni v původním CAD systému, bez ohledu na metodu vzniku modelu. Funkce nazvaná „předpokládaný výběr“ automaticky předvídá funkce různých prvků bez nutnosti definice vazeb nebo detailu prvku. Tak se zvyšuje možnost opětovného využití původních návrhů a efektivnost subdodavatelů.

- **Nové možnosti uživatelů**

Synchronní technologie poskytuje uživatelům nové možnosti, které zjednodušují složitost 3D návrhu na úroveň 2D. Vzájemná provázanost spojuje historicky oddělené 2D a 3D prostředí a poskytuje vyzrálý robustní 3D modelář s jednoduchostí

obsluhy jako je ve 2D prostředí. Nová technologie automaticky odvozuje běžné vazby a provádí standardní operace už podle polohy kurzoru. To je to, co dělá konstrukční nástroje jednoduchými pro obsluhu příležitostným uživatelům a rozšiřuje základnu uživatelů až po přípravu výroby a provoz.



Obrázek 25. Úprava součásti se synchronní technologií – 1 [5]

„V průběhu let jsme zaznamenávali důležité pokroky v technologiích 3D konstruování, avšak technici doposud nebyli schopni vytvořit stálé prvky modelu bez nutnosti složitého zahrnutí konstrukční historie,“ řekl řídicí viceprezident produktů společnosti Siemens PLM Software, Chuck Grindstaff.

Při tradičním parametrickém modelování se sekvenčně aplikují pravidla geometrie modelu. Tato pravidla napomáhají plánovaným změnám a úpravám, ale v případě neplánovaných a neočekávaných změn na modelu zcela podlehnou.

Modelování nezávislé na historii se zaměřuje pouze na pouhou geometrii modelu, a to zcela nezávisle na všem ostatním. Je to sice na úkor jeho paměti a záměru, ale přímé úpravy minimalizují potřebu porozumět složité historii modelu a netvoří závislé prvky.

Nová synchronní technologie v sobě zahrnuje výběr toho nejlepšího z parametrického modelování a modelování přímého, a proto se dá říct, že se stává velice silným a účinným nástrojem pro provedení požadovaných změn.

Oproti tradičně používaným metodám umožňuje použití synchronní technologie rozměrově řízenému modelování dosáhnout jeho plných možností a tím i vysokou produktivitu práce s velmi rychlou odezvou na jakoukoliv změnu nebo potřebu. [5]

4.3 Modelování pomocí synchronní technologie

Je to nový průlom v modelování. Základem Synchronní technologie je využití toho nejlepšího z dosud známých způsobů modelování.

Z modelování pomocí primitiv je v Synchronní technologii obsažena pružná editace modelu, která mění to, co potřebuji, bez ohledu na podmínky vzniku. Poskytuje dobrý výkon u složitých součástí, nabízí přímou interakci s konstruktérem. Z parametrického modelování používá řídicí kóty pro úpravu rozměrů, systém tvorby pomocí prvků a automatizovanost. Význam pojmu Synchronní technologie se skrývá v synchronizaci pravidel, logiky a geometrie modelu. Synchronní Technologie díky změnám v přístupu ke geometrii, její tvorbě a úpravě, umožňuje změny na modelech nativních, ale i importovaných. [6]

Dr. Ken Versprille, ředitel PLM výzkumu společnosti CPDA, řekl: „*Synchronní technologie představuje průlom překážky spojené se způsobem modelování, založeném na historii modelu. Její schopnost rozeznat aktuální geometrii a lokalizovat závislosti v reálném čase, umožňují synchronní technologii vyřešit změny na modelu bez typického přehrávání historie modelu od bodu změny. Uživatel pocítí dramatické zrychlení v závislosti na složitosti modelu a na tom, jak daleko v historii se změna realizovala. Uváděné 100násobné zrychlení je pouhým opatrným odhadem.*“ [6]

4.4 MultiCADový svět

Význam modelování bez historie vzrůstá v momentě, kdy je třeba upravovat modely importované z jiných CAD systémů. V dnešní době, kdy existuje několik desítek různých modelovacích softwarů, ať už parametrických nebo neparametrických, a globalizace nejen ekonomická ale i technická, kdy je třeba vyměňovat si 3D modely s dodavateli nebo zákazníky, jsou funkce pro editaci modelů bez historie naprosto nezbytné. Solid Edge ST a ST2 jsou právě těmito funkcemi vybaveny. V předchozích verzích Solid Edge se uživatelé mohli seznámit s funkcemi nazvanými jako Direct Editing (Přímá editace), které byly prvními náznaky, kudy se bude vývoj v budoucnu ubírat. V nových verzích Solid Edge jsou tyto funkce rozvinuty a posíleny natolik, že se staly principem práce v těchto nových verzích. [6]

5 SOLID EDGE SE SYNCHRONNÍ TECHNOLOGIÍ

Přibližně v roce 1978 vznikl první 3D CAD, který pracoval na principu sčítání a odečítání základních primitiv. Tehdy to byla první revoluce ve 3D modelování.

V roce 1988 proběhla druhá revoluce v 3D modelování, vzniká pojem parametrické modelování založené na prvcích a historii.

V roce 1996 byl další mezník, tím bylo přesedlání parametrického 3D modelování z velkých UNIXových stanic na platformu Windows.

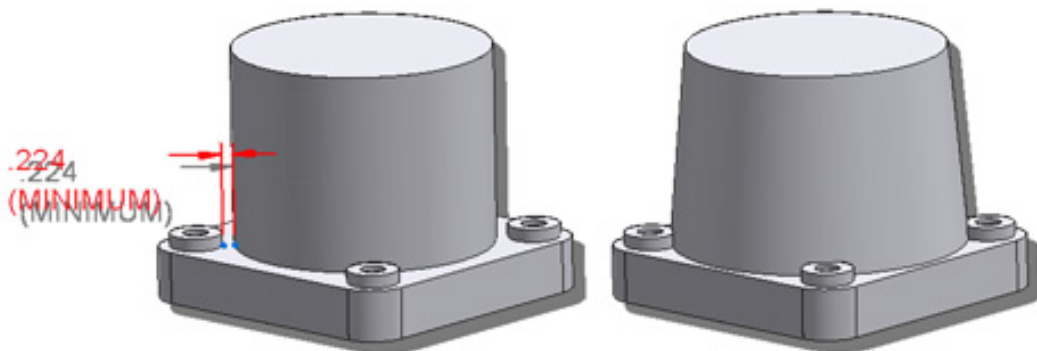
Rok 2008 by se dal považovat za třetí revoluční období, protože SIEMENS PLM Software přichází se Synchronní Technologií. Zjednodušeně lze znázornit evoluci:

2D → 3D → 3D s parametry → 4D = Synchronní Technologie.

Nová verze CAD systému Solid Edge není pokračovatelem v tradičním označování Solid Edge, ale je označena novým názvem Solid Edge se Synchronní technologií, zkráceně Solid Edge ST. Tato další verze CAD systému Solid Edge od společnosti SIEMENS PLM Software byla vydána v létě 2008 a na podzim 2009 pak novější verze Solid Edge ST2.

5.1 Modelování bez historie

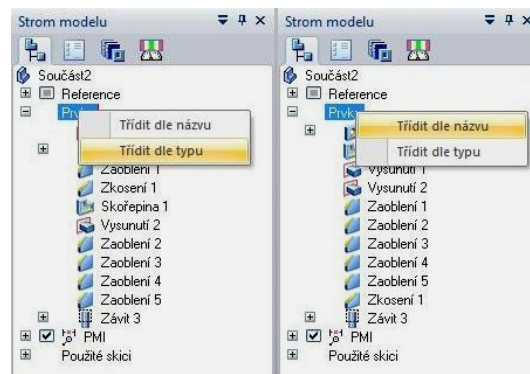
Zásadní změnou je princip tvorby modelu. Historie modelu se nevytváří! V Synchronní technologii není důležité, jak daný tvar, který chceme upravovat, vznikl, ale jak vypadá před požadovanou změnou a jak má vypadat po změně, čili co a jak chceme změnit.



Obrázek 26. Tvorba modelu [6]

Historie uživatele mnohdy při modelování svazuje a musí se složitě řešit při změnách návaznosti jednotlivých prvků. Navíc, čím složitější model, tím náročnější opravy neplatných prvků či špatně vazbených k předchozí geometrii. Synchronní technologie tyto problémy již nezná. V Solid Edge ST lze nalézt obdobu stromu historie, jsou to ale pouze pojmeno-

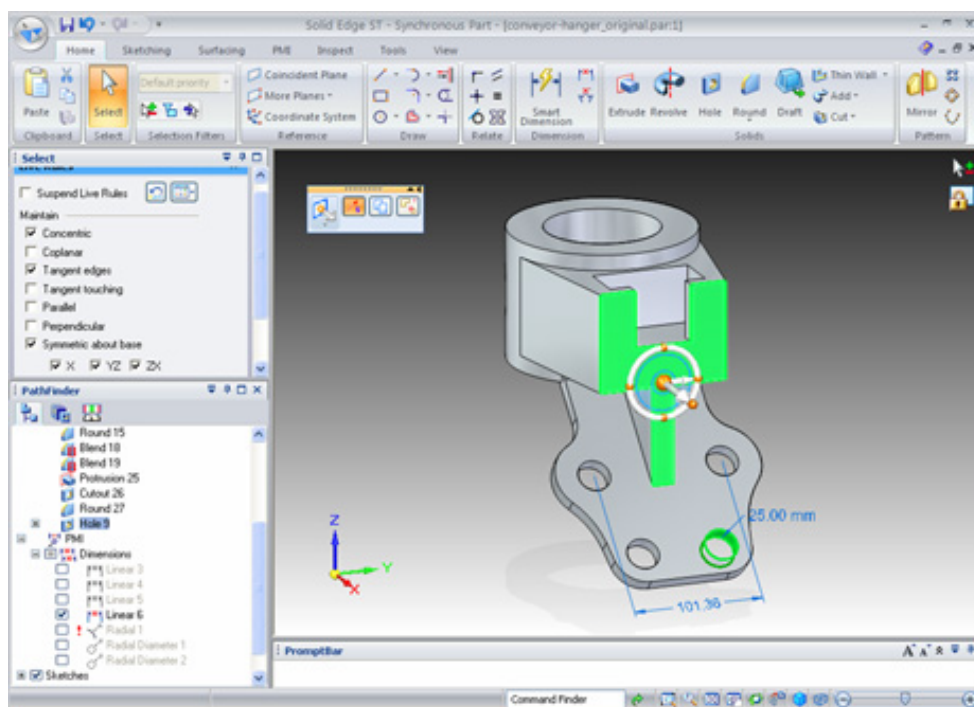
vané kolekce či množiny ploch (stěn), dle způsobu jakým vznikly. Tyto kolekce lze třídit dle názvu nebo typu vzniku, aniž by to jakýmkoliv způsobem ovlivnilo model samotný.



Obrázek 27. Strom operací bez historické souslednosti

5.2 Nový vzhled Solid Edge ST

Vylepšení, kterého si každý stávající uživatel ihned povšimne, je nový vzhled ve stylu Microsoft Office 2007.



Obrázek 28. Prostředí Solid Edge ST [6]

Důvodem pro změnu základního vzhledu není jen sjednocení prostředí s Microsoft produkty, aby se noví začínající uživatelé lépe orientovali v ovládnání, ale i ergonomii ovládnání s důrazem na minimalizaci počtu stisknutí tlačítek myši nebo klávesnice.

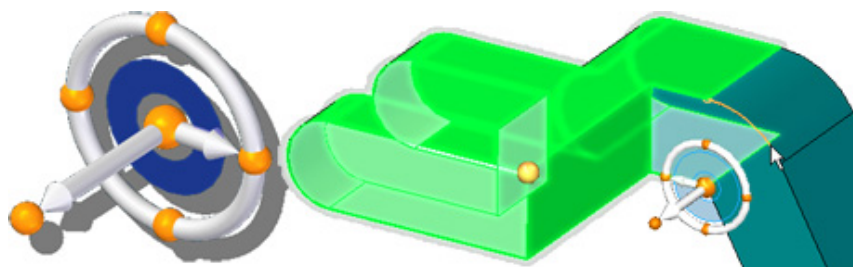
V Solid Edge ST jsou přeskupeny nástroje do nových nástrojových panelů, dle typu a četnosti použití jednotlivých příkazů, strom prvků je nyní minoritní oblastí na obrazovce a

daleko větší prostor je dán jednotlivým možnostem, díky novému příkazovému panelu. V dolní části obrazovky uživatelé najdou nápovědný řádek, který je konfigurovatelný tak, aby si jej mohli uživatelé přizpůsobit co nejvíce svým potřebám. V dolní liště jsou ještě umístěny příkazy pro zoomování, orientaci modelu a nastavení jeho zobrazení.

5.3 Nové skicování

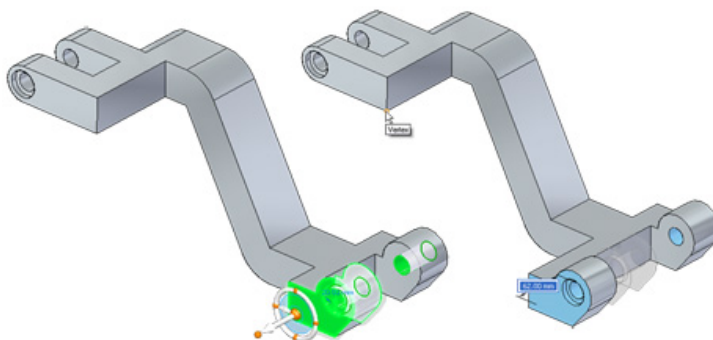
Nová technologie, tedy systém práce, si vyžaduje i nový způsob skicování. Skicování již není postaveno na 2D základu, ale na plném 3D skicování v prostoru. Samozřejmě je možné se odkazovat na existující stěny modelu, vazbit k nim. Specifikem nového skicování je, že slouží pouze k vytvoření objemového modelu, nikoli však k jeho editaci. V okamžiku, kdy je skica použita pro vytvoření nějakého 3D tvaru (pojem prvek již neexistuje), se stává nepotřebnou a lze ji smazat, aniž by se tím model poznamenal. Otázky, které se nabízí, zní: “Proč ve skice kótovat, když skica model neřídí? Jak upravím rozměr 3D tvaru, když skica model neřídí?”. Odpověď je v nové funkčnosti. Při vytvoření 3D tvaru ze skici se automaticky všechny kóty skici převedou na 3D kóty, tedy na PMI kóty.

5.4 Ovládací prvek



Obrázek 29. Ovládací prvek [6]

Pro snadnou editaci tvaru modelu uživatelé najdou v Solid Edge ST speciální objekt nazvaný „Ovládací prvek“.

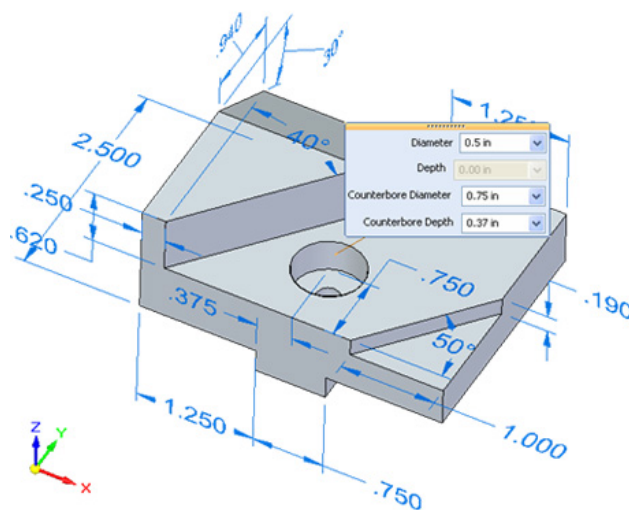


Obrázek 30. Editace pomocí ovládacího prvku [6]

Pomocí Ovládacího prvku se v Solid Edge ST provádí většina geometrických úprav. Pomocí tažení za jednotlivé šipky se vybrané stěny posouvají ve zvolených směrech, a to dynamicky. Tažením za vnější kružnici nebo spíše anuloid se dosáhne rotace vybraných ploch. Umístění počátku Ovládacího prvku a jeho orientace (směr šipek) mají přitom vliv na chování těchto úprav, to znamená, že si uživatel může tento Ovládací prvek lehce přesouvat a přeorientovávat po celém modelu.

5.5 PMI kóty

Dalším důležitým editačním nástrojem jsou 3D kóty, které se nazývají PMI kóty. Jedná se o běžné kóty, ale umístěné ve 3D prostoru.



Obrázek 31. PMI kóty [6]

PMI kóty znají uživatelé Solid Edge již ze starších verzí. Nově však PMI kóty neslouží jen k tvorbě 3D výkresu, nýbrž i k editaci rozměrů 3D modelu. Kóty mohou být převzaty ze skici nebo si je může uživatel vytvořit dodatečně a takové, které jsou pro něj důležité. PMI kóta upravuje přímo 3D geometrii, takže ji lze používat i na importované neparametrické geometrii. Hodnotu PMI kóty lze editovat a tím upravit požadovaný rozměr. Navíc tyto změny lze provádět dynamicky, takže uživatel vidí v reálném čase důsledky požadované změny.

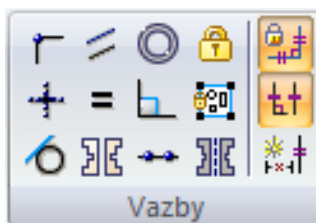
5.6 Aktivní pravidla

Jedná se o zcela novou funkčnost či chování Solid Edge ST během geometrických úprav pomocí Ovládacího prvku nebo PMI kót. Solid Edge ST provádí během editace rekognoskaci celého modelu a aplikuje geometrické vazby, jako jsou Soustřednost, Tečnost, Ko-

planarita, Rovnoběžnost, Kolmost a další, na ostatní plochy modelu a v rámci těchto pravidel edituje i tyto stěny. Například, uživatel vybere jednu stěnu modelu a začne ji posouvat v kolmém směru. Solid Edge ST automaticky pro tuto operaci dovybere další koplanární (ležící ve stejné rovině) stěny a operaci posouvání automaticky provádí i s těmito plochami. Obdobný příklad může být při posouvání rádiusem, kde jsou automaticky pro posun vybrány i všechny soustředné válcové plochy. Uživatel nemusí složitě vybírat plochy, kterých se bude operace týkat. Pochopitelně má možnost tyto pravidla řídit během práce, například aplikaci pravidla pro některou plochu vypnout, nebo i použití těchto pravidel.

5.7 Vazby

Solid Edge ST nově zavádí pojem vazby nejen pro sestavy a skici, ale i pro 3D modely. V podstatě jde o nastavení geometrických vztahů mezi plochami. Vazby mohou být typu kolmost, rovnoběžnost, soustřednost a podobně. Pomocí vazeb lze plochy vzájemně „uzamknout“ nebo pomocí nich upravit model do požadovaného tvaru.



Obrázek 32. Vazby

5.8 Procedurální prvky

Procedurální prvky jsou speciální operace na modelu pro vytváření děr, polí, zaoblení a další obdobné operace. Tvary, respektive stěny, které vznikly za použití procedurálních prvků, jsou vybaveny informacemi (parametry), které slouží pro snadnější editaci těchto tvarů. Například díra si nese informaci o typu, průměru, hloubce, závitu apod. Díky těmto údajům lze snadno změnit například typ díry z jednoduché na zahloubenou, změnit velikost a typ závitů. Samozřejmě lze použít pro editaci i PMI kóty nebo Ovládací prvek. Tyto editační přístupy se vůbec nevyklučují.

5.9 Synchronní úpravy ze sestavy

Celé řešení Synchronní technologie je koncipováno pro pohodlnou práci v sestavě systémem „shora – dolů“. Veškeré výše uvedené úpravy geometrie lze provádět i nad sestavou, a to pro několik součástí najednou. Tím je zabezpečena rozměrová návaznost součástí,

rychlost a jednoduchost změn. Navíc Synchronní technologie nevyžaduje jakékoliv provázání dílů v sestavě pro provádění takovýchto úprav. Lze tedy snadno upravit celou importovanou neparаметrickou sestavu, kde žádná provázanost není.

Závěrem lze konstatovat, že celkové zrychlení modelování a hlavně následných úprav, ať modelů ze Solid Edge nebo jiných CAD systémů, dosahuje stonásobku oproti běžným postupům při modelování prostřednictvím prvků a parametrů. Do budoucna lze tedy očekávat další rozvoj Synchronní technologie a nové modelovací funkčnosti a posun k automatizované konstrukci. Solid Edge se Synchronní technologií je tedy jasným důkazem toho, že společnost SIEMENS PLM Software určuje nové trendy nejen ve správě konstrukčních dat, ale i v 3D konstrukci. [6]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

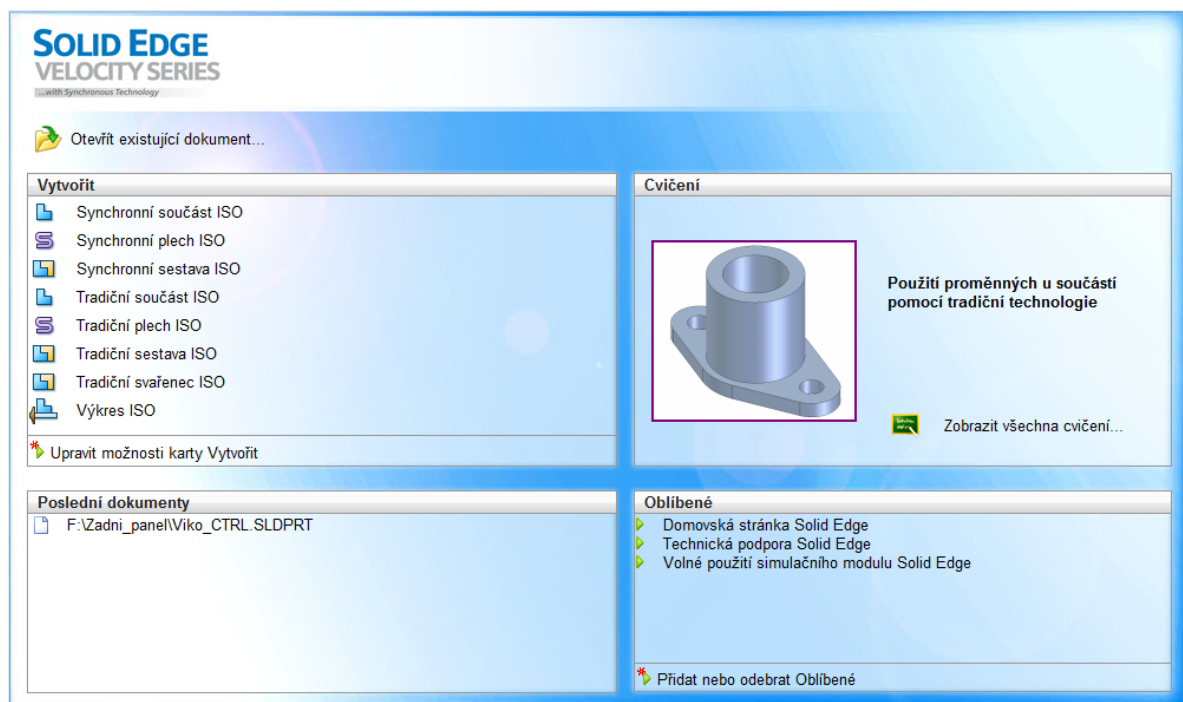
6 START S PROGRAMEM SOLID EDGE ST2

Tato kapitola provede uživatele programu Solid Edge ST2 (dále jen SE) spuštěním programu a výběrem požadovaného prostředí – pracovního modulu.

V souladu se zadáním je praktická část této bakalářské práce zaměřena na parametrické tradiční modelování.


6.1 Spuštění Solid Edge ST

Po spuštění SE se zobrazí následující okno v programu:




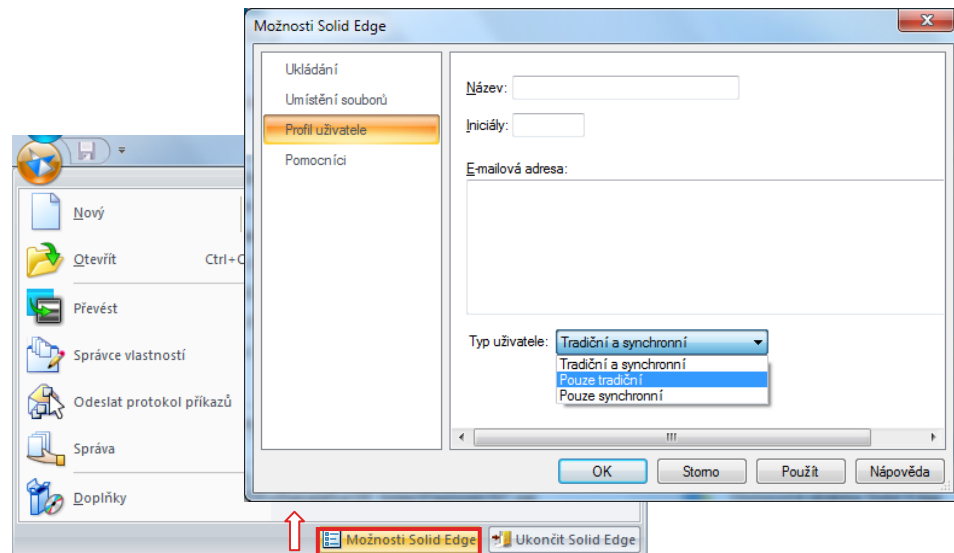
Obrázek 33. Úvodní okno při startu Solid Edge ST2

Zde uživatel může zvolit možnost otevření již existujícího dokumentu z nabídky v horní


části okna  Otevřít existující dokument... nebo vybere v kartách:

„**Vytvořit**“ – tuto kartu uživatel použije v případě, že chce vytvořit nový dokument. Je zde seznam dostupných modulů programu SE, neboli tzv. **výchozích šablon**. Uživatel si vybere šablonu, která nejvíce odpovídá druhu jeho práce. Tento seznam je modifikovatelný dle potřeb uživatele, takže když bude dlouhodobě používat pouze šablony synchronní technologie, zvolí zobrazení pouze těchto šablon a při příštím spuštění programu bude mít rychlejší orientaci v seznamu.

Seznam lze editovat pomocí **tlačítka aplikace** v levém horním rohu  v odkazu **možnosti Solid Edge**, dále na záložce **profil uživatele**, kde je možnost volby typu uživatele. Zde uživatel může zvolit 3 typy výběru zobrazených šablon na kartě.




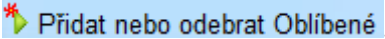
Obrázek 34. Volba typu uživatele

Dále uživatel může zvolit normu, kterou daná výchozí šablona bude používat. Toto nastavení provede v odkazu  **Upravit možnosti karty Vytvořit**, kde může procházet další normy výchozích šablon. Jsou zde šablony dle normy DIN, ANSI, ISO a další. Tyto volby se mohou lišit podle instalace programu SE.

V kartě **vytvořit** lze zvolit šablonu z 8 výchozích **šablon** k vytvoření nového dokumentu různých typů, v ukázkovém případě používajících normu ISO, Synchronní součást ISO, Synchronní plech ISO, Synchronní sestava ISO, Tradiční součást ISO, Tradiční plech ISO, Tradiční sestava ISO, Tradiční svařenec ISO, Výkres ISO.

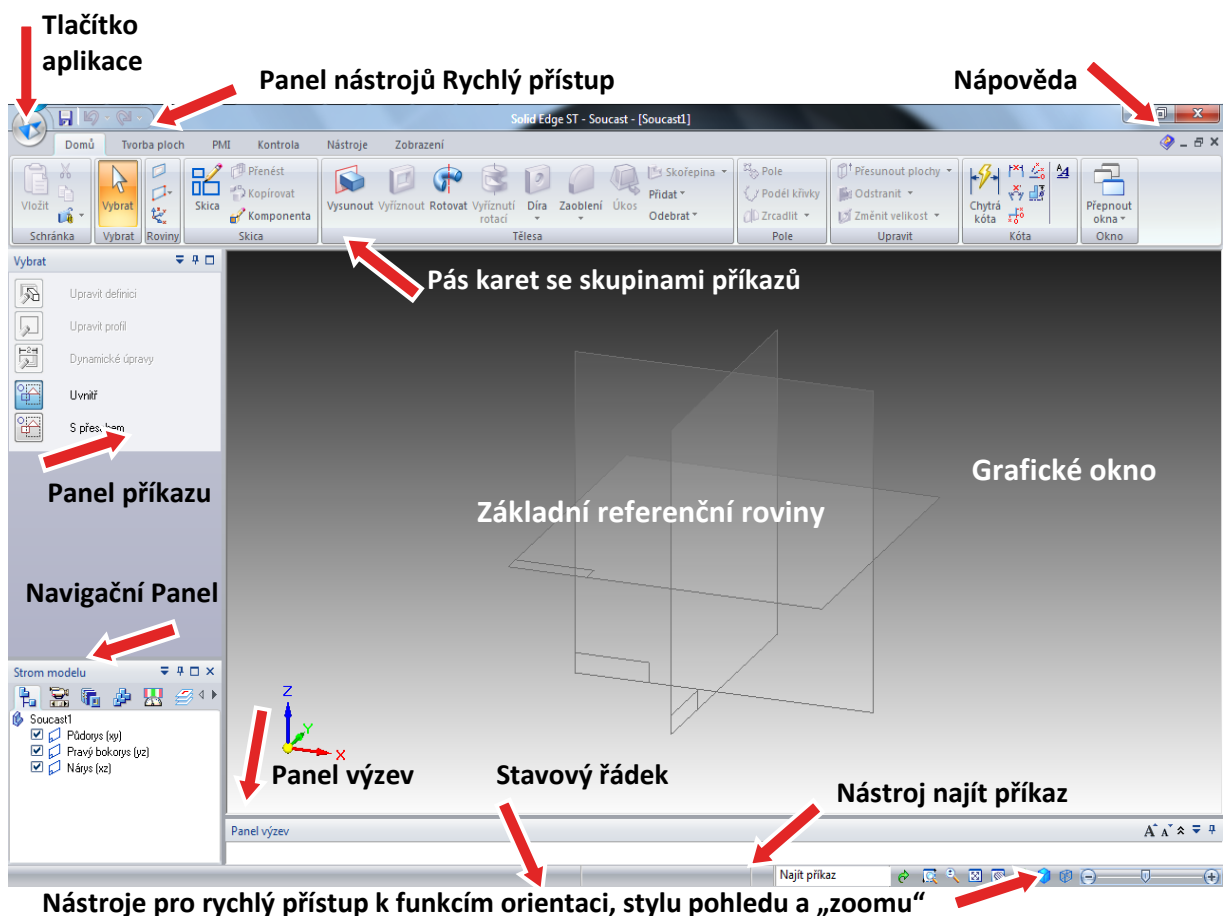
„Poslední dokumenty“ – V této kartě je zobrazený seznam naposledy otevřených dokumentů. Slouží k urychlení práce v případě, že se pracuje vícekrát na jednom či více dokumentech.

„Cvičení“ – V této kartě jsou cvičení na všechny základní funkce SE. Po otevření odkazu  **Zobrazit všechna cvičení...** se zobrazí seznam všech dostupných cvičení. Kliknutím myši na požadované cvičení si program automaticky otevře mód cvičení a změní patřičně rozvržení oken pro práci při cvičení.


„*Oblíbené*“ – V této kartě jsou nativně odkazy na stránky Solid Edge a jeho technickou podporu. Seznam odkazů webových stránek (například, ze kterých je čerpáno při práci), které si uživatel přeje zobrazit v této kartě lze editovat pomocí příkazu .

6.2 Prostředí Tradiční součásti ISO



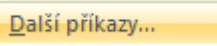
Po spuštění výchozí šablony **Tradiční součást** z karty **Vytvořit** se otevře prostředí pro tvorbu 3D součásti. Základní názvosloví je znázorněno, viz Obrázek 35.




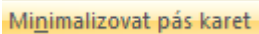
Obrázek 35. Prostředí SE pro tvorbu součásti

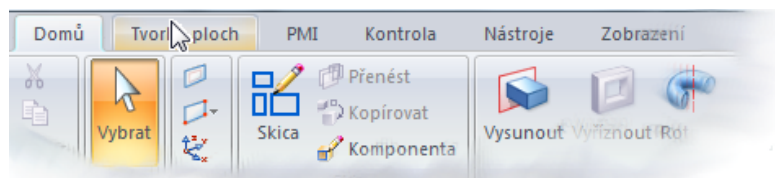
Tlačítko aplikace  – Kliknutím na tlačítko aplikace se zobrazí vše, co lze provádět s daným dokumentem, jako je třeba uložit, otevřít, nový dokument, vlastnosti, tisk aj.

To znamená, že se v různých modulech (šablonách) a podmodulech (např. SKICA) obsah zobrazený pod aplikačním tlačítkem mění.

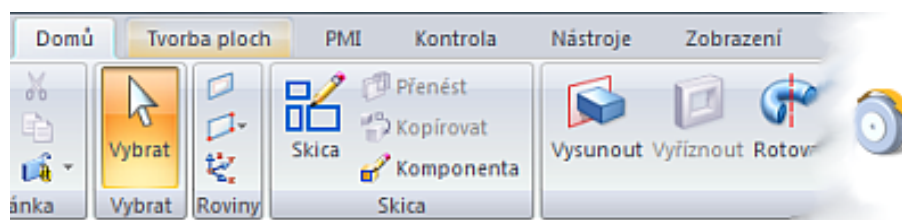
Panel nástrojů Rychlý přístup  – Tento panel je známý z Microsoft Office 2007, kde je též standardně zabudován. Slouží k urychlení práce s běžnými i méně běžnými úkony, které se jinak musí hledat v menu či na pásu karet. Nejběžněji zde je rychlá volba uložení dokumentu, krok zpět a vpřed a náhled. Panel Rychlý přístup je nastavitelný pomocí  příkazu přizpůsobit panel Rychlý přístup, kde se zobrazí nabízené příkazy, případně méně obvyklé příkazy lze umístit na panel pomocí příkazu .

Nápověda  – Po kliknutí se zobrazí nápověda k Solid Edge s odkazy na jednotlivá témata, která se otevírají ve vlastním okně a jsou výstižně a přehledně zpracována.

Pás karet se skupinami příkazů – Pás karet (opět známý z Microsoft Office 2007) se v každém modulu mění podle aktuální dostupnosti příslušných příkazů. Jeho funkce ovšem zůstává zachována. Panel Pás karet se strukturně dělí na jednotlivé karty – skupiny příkazů, které obsahují patřičné příkazy. Mezi kartami lze přecházet buď přímým kliknutím na požadovanou kartu (viz Obrázek 36) nebo lze najet kurzorem myši kamkoliv do oblasti pásu karet a kolečkem myši procházet jednotlivé karty (viz Obrázek 37). Celý pás karet lze minimalizovat pomocí PTM (pravého tlačítka myši) na pásu karet, volba .



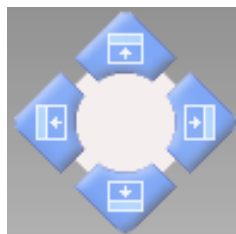
Obrázek 36. Pohyb v kartách pomocí kliknutí myši



Obrázek 37. Pohyb v kartách pomocí kolečka myši


Panel příkazu – Panel, který zobrazuje možnosti spuštěného příkazu a ovládací prvky příkazu. Panel příkazu se mění pro každý spuštěný příkaz. Ke každému příkazu jsou třeba zadávat jiné parametry a dovoluje jiné volby. Panel lze libovolně dle potřeby přesouvat po pracovní ploše. Přesunutí panelu se provede chycením panelu myši za horní okraj

Vybrat a přesunutím na požadované místo. Při manipulaci s panelem se zobrazí navigační pole, viz Obrázek 38. Najetím kurzoru myši na dané políčko se panel sám srovná do určené polohy a zarovná se s ostatními panely.



Obrázek 38. Navigační pole

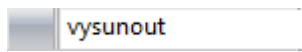
Navigační panel – Navigační panel obsahuje sadu karet, které seskupují funkce daného dokumentu, ve kterém se pracuje. Je dělen podobně, jako jsou karty v pásu karet, ale s tím rozdílem, že zde nejsou karty s příkazy, ale funkcemi. Navigační panel, neboli také podokno se sadami karet tedy poskytuje pro dokumenty rozdílného typu rozdílné funkce. Hlavní jeho vlastnost je, že zobrazuje obsah aktivního dokumentu, třídí ho podle názvu nebo typu a řídí jeho viditelnost, respektive prvků, které obsahuje. Manipulace s panelem je naprosto stejná, jako u panelu příkazu.


V šabloně **Tradiční součást** je vždy jako výchozí karta zobrazena karta Strom modelu , která obsahuje ve stromě skici, referenční roviny, PMI, prvky a uživatelsky definované sady ploch.

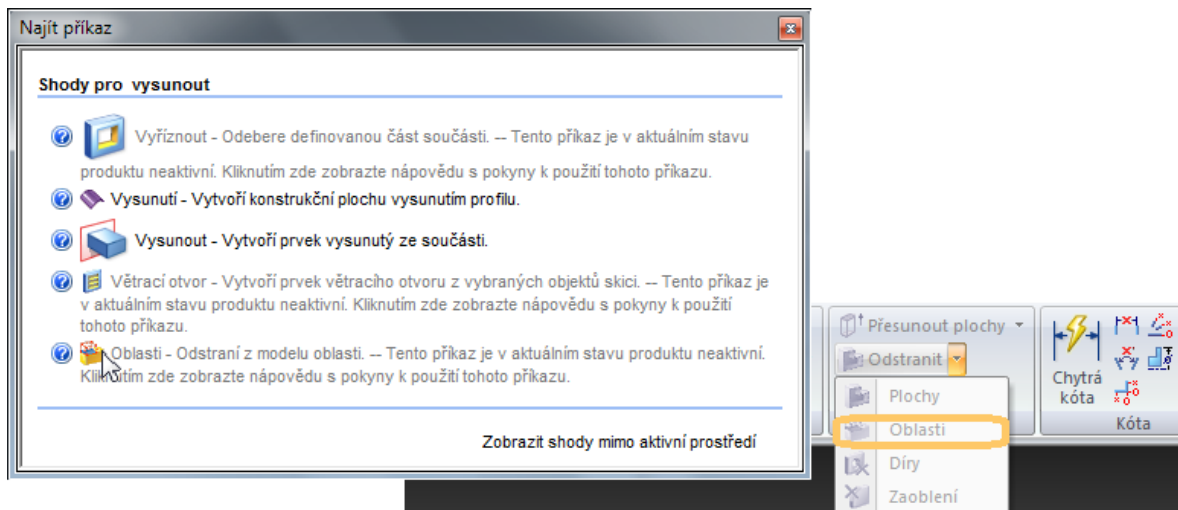
Panel výzev – Slouží jako informativní a naváděcí panel. Než se vybere nějaký příkaz, vždy zobrazí zprávy o tomto příkazu. Když je příkaz vybrán, zobrazuje nápovědu, jak postupovat pro správné zadání všech parametrů příkazu. Manipulace s panelem je stejná u panelu příkazu a navigačního panelu.

Stavový řádek – Stavový řádek zobrazuje informace a zprávy k aplikaci samotné. Dále se na něm nachází nástroj najít příkaz a nabízí rychlý přístup k zobrazovacím funkcím. Obsah stavového řádku lze upravit pomocí PTM ze stavového řádku v nabídce.

Nástroj najít příkaz – Slouží pro hledání příkazu v uživatelském rozhraní.

Po napsání názvu nebo alespoň přibližného názvu hledaného příkazu do pole Najít příkaz na stavovém řádku  a potvrzení enterem se zobrazí okno s odpovídajícími výsledky hledání (viz Obrázek 39) a při přiblížení kurzoru myši


k vybranému příkazu v okně se daný příkaz rozbliká na své výchozí pozici. Program si sám rozvine kartu s příkazy, kde se hledaný příkaz nachází, případně i podnabídku, když je příkaz v nabídce jiného příkazu. U každého příkazu v okně Najít příkaz je ikonka nápovědy . Kliknutím na ikonu Nápověda se otevře nápověda k danému příkazu v dalším okně.



Obrázek 39. Nástroj pro hledání příkazu v uživatelském prostředí

Nástroje pro rychlý přístup k zobrazovacím funkcím – Tento panel je součástí stavového řádku. Jsou zde funkce přibližování a oddalování, posun pohledu, otáčení, styly pohledu, uložené pohledy, orientace pohledu krok vpřed a zoom na vše. Funkce do rychlého přístupu lze přidat a ubrat pomocí PTM na stavovém řádku v nabídce.

TIP: Při použití některých funkcí (např. posun pohledu, otočit) lze funkce ukončit ESC (klávesa Escape) nebo PTM.

Základní referenční roviny – Základní referenční rovina je rovná plocha, která slouží pro kreslení 2D profilů ve 3D prostoru. Tyto roviny mohou být použity libovolným prvkem a definují počátky v souřadném systému x, y, z. Jednotlivé roviny zastupují Půdorys (xy), Pravý bokorys (yz) a Nárýs (xz). Lze je zobrazit nebo skrýt v navigačním panelu ve stromě modelu pomocí LTM (levého tlačítka myši) na ikonce u daného objektu  Půdorys [xy].

Grafické okno – Zobrazuje grafiku asociovanou s 3D modelem dokumentu nebo 2D výkresem. Vše co se tvoří, je zobrazeno v této oblasti. Ve 3D modelování zde jsou jako výchozí zobrazeny **referenční roviny**.

7 SKICA

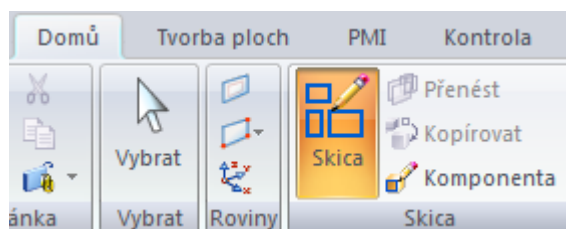


Skica slouží k tvorbě 2D geometrie ve 3D prostoru. Tvoří se v ní profily pro 3D model, ale nemusí být pouze pro jeho tvorbu, nýbrž i pro jeho editaci, jako například vytvoření díry, drážky a podobné operace nebo změna tvaru.

7.1 Tvorba skici

Skicu lze začít tvořit dvěma způsoby. Je dobré vědět předem, k čemu bude skica sloužit. Zda pouze k vytvoření aktuálního tělesa nebo zda bude využívána i nadále jinými příkazy a pro jiné účely (např. pro tvorbu dalšího tělesa).

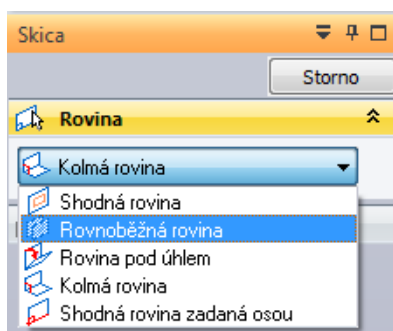
V případě, že se skica ponechá pro další úkony, vytvoří se přímo pomocí příkazu **Skica** na kartě **Domů**, viz Obrázek 40. V opačném případě se dočasně vytvoří v rámci příkazu pro 3D tvorbu. Takto vytvořená skica nebude zahrnuta ve stromě modelu a dostupná pro jiné příkazy tvorby 3D.



Obrázek 40. Příkaz skica v kartě Domů

Skica se vytvoří vždy do roviny, kterou je nutné zadat. Zde se nabízí několik variant.

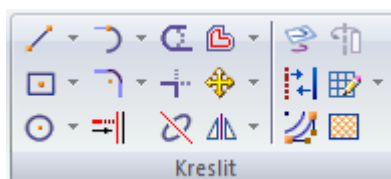
Na **panelu příkazu** se zobrazí záložka **Rovina**, kde se vybere ze seznamu příslušná možnost, která nejvíce vyhovuje požadované tvorbě.



Obrázek 41. Možnosti rovin v panelu příkazu

7.2 Kreslení


Následující kapitola se zabývá popisem a ukázkami příkazů z karty **Domů**, sekce **Kreslit**.



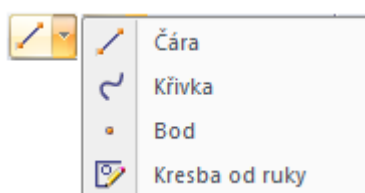
Obrázek 42. Příkazy Kreslit ve skice



SKUPINA PŘÍKAZŮ ČÁRA

U příkazu čára, stejně tak u mnoha jiných příkazů, je na pravé straně ikony šipka , která představuje možnost rozbalení příkazu. Většinou jsou v této nabídce funkce velmi úzce spjaté s příkazem, pod kterým se nachází.

Je možné kreslit čáry, křivky, body a kreslit od ruky, viz Obrázek 43.

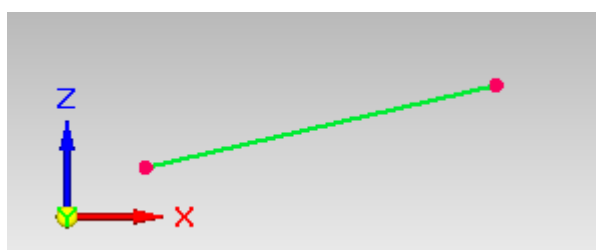


Obrázek 43. Funkce kreslení čáry



Čára

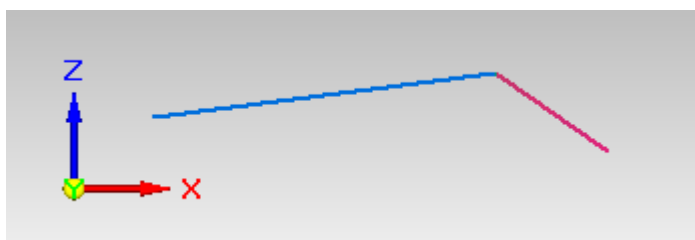
Vytvoří čáru definovanou koncovými body. To znamená, že se vybere jeden existující nebo pomyslný bod (kliknutím do prostoru na požadované místo) jako začátek čáry a jeden existující nebo pomyslný bod jako konec čáry. Mezi těmito body se vytvoří úsečka, ohraničená vybranými (vytvořenými) body, viz Obrázek 44.



Obrázek 44. Čára tvořena koncovými body

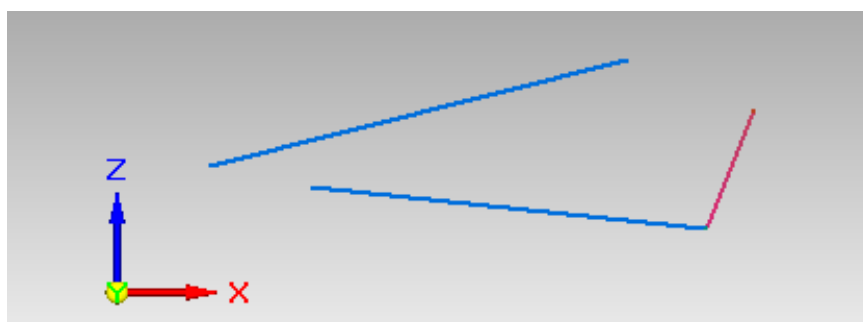
Když je takto vytvořená čára, příkaz **Čára** zůstane stále aktivní a z koncového bodu právě vytvořené čáry opět začíná **nová čára**, pro kterou stačí zadat pouze **koncový bod** pro její

plnou definici. Tato funkce je dobrá, pakliže bude pokračovat tvorba čáry, která **navazuje** na předchozí čaru, viz Obrázek 45.



Obrázek 45. Pokračování příkazu Čára

Je-li potřeba příkaz ukončit, ale tvorba další čáry bude ještě pokračovat na jiném místě, není nutné naprosto **ukončovat** příkaz **Čára** a znovu ho spouštět, ale stačí **pozastavit** jeho funkci (příkaz zůstane aktivní, ale čeká na zadání nových koncových bodů). To se provede kliknutím PTM po vytvoření první čáry. Nyní lze tvořit novou čáru, aniž by bylo zapotřebí znovu spouštět příkaz Čára, pouhým zadáním nových koncových bodů pro další čáru, viz Obrázek 46.



Obrázek 46. Přerušování tvorby čáry – nová čára

Ukončení příkazu se provede tlačítkem ESC. Tím se ukončí právě prováděná neukončená operace spolu s příkazem.


Další možnost jak ukončit příkaz je spustit příkaz jiný (pouze kliknout na jiný příkaz). To je dobré použít tehdy, když je potřeba okamžitě začít tvořit jiný geometrický prvek, tedy jiným příkazem.

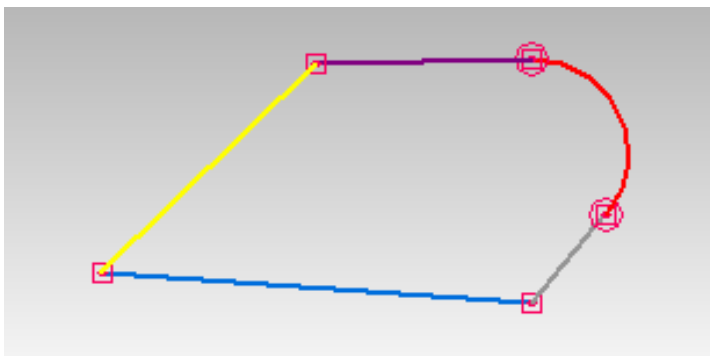
Parametry čáry



Barva čáry

Při tvorbě čáry a dalších geometrických prvků při skicování lze ještě v průběhu práce nebo i dodatečně (označením vytvořeného prvku) měnit barvu prvků.


Při spuštění příkazu nebo při výběru již existujícího prvku se v **panelu příkazu** zobrazí ikona  **Barva čáry**, kde lze vybrat barvu, případně je zde možnost tvorby vlastní v podnabídce Barva čáry a čára se příslušně přebarví. Této funkce je dobré využít při složitější skice, kde by se jinak snižovala orientace.



Obrázek 47. Barvy čáry

Typ Čáry


Jako lze měnit barvu čáry, stejným postupem lze měnit i typ čáry, ať už se jedná o úsečku, kružnici či jakýkoliv jiný geometrický prvek.

Při kliknutí na ikonu  **Typ Čáry** v **panelu příkazu** se rozbalí nabídka s dostupnými typy čar.



Ve spodní části je tlačítko **Další** , kde si uživatel může nastavit typy čar, které potřebuje nebo případně editovat již existující.



Tloušťka čáry


Další parametr, který je možné editovat opět u právě tvořeného geometrického prvku nebo již vytvořeného a pouze označeného je tloušťka čáry.


Po kliknutí na ikonu  **Tloušťka čáry** v **panelu příkazu** se rozbalí nabídka dostupných šířek čáry. Zde je možnost vybrat z předvolených možností šířek nebo ve spodní části nabídky v řádku **Šířka** je možnost zadat požadovanou šířku čáry manuálně.



Příkazy **Čára**  a **Oblouk** , které se nachází na **panelu příkazu**, slouží k přepínání tvorby čáry mezi rovnou čarou a obloukem.

Při kreslení klasické rovné čáry lze jednoduše vytvořit oblouk, který navazuje ke konci předchozí čáry nebo oblouku buď tečně nebo radiálně. Přepnutím příkazem **Oblouk**  se změní tvořená čára na oblouk a na konci předchozí čáry se zobrazí malá kružnice  se čtyřmi kvadranty, které určují ve kterém směru se bude oblouk tvořit.

Oblouk se vytvoří směrem, podle kvadrantu, ve kterém se kurzorem myši opustí prostot malé kružnice .

Pro opětovné tvoření rovné čáry je nutné kliknout na příkaz **Čára** . Z koncového bodu předchozí čáry nebo oblouku se začne tvořit rovná čára.



TIP: Přepínání mezi kreslením **oblouku** a **čáry** lze provádět při kreslení čáry i pomocí klávesnice. Stisknutím klávesy **A** zapínáme kreslení oblouku. Stisknutím klávesy **L** zapínáme kreslení čáry. Po nakreslení oblouku se systém opět sám přepne zpět na kreslení čáry. [7]

Tyto funkce velmi zkracují čas při práci s geometrickými prvky jako je čára a oblouk (zakulacené rohy aj.).

Délka a Úhel čáry

| | | |
|--------|----------|---|
| Délka: | 50,40 mm | ▼ |
| Úhel: | 24,30 ° | ▼ |

Další možnost jak vytvořit čáru je definovat její délku a úhel.

Kliknutím LTM do prostoru se definuje počátek úsečky, následně je třeba z **panelu příkazu** zadat z klávesnice **délku úsečky** . Šipka dolů  skrývá již v minulosti zadávané délky, slouží tak k urychlení práce v případě, že se zadávají stejné délky opakovaně.

Tvořená úsečka nyní má definovanou délku. Jediné co jí chybí je koncový bod neboli natočení úsečky. **Úhel natočení** lze zadat pouhým kliknutím LTM do prostoru při požadovaném natočení úsečky. Tím si úsečka vytvoří koncový bod a vytvoří se.

Další možnost jak zadat požadované natočení je zadat z klávesnice její úhel natočení do pole Úhel . Tím se úsečka vytvoří, protože je plně definována.


Podobný případ je při tvorbě úsečky, která bude mít definovaný **úhel natočení**, ale délku zatím neznámou.

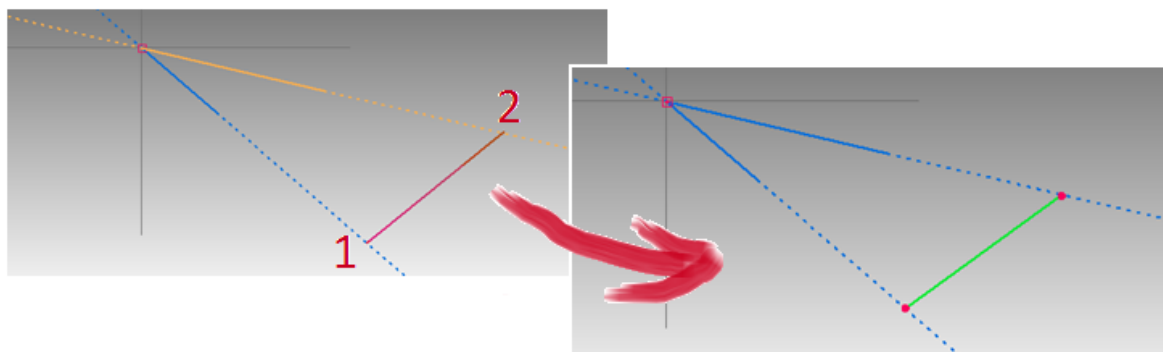
Opět kliknutím LTM do prostoru se zadá počáteční bod úsečky a v **panelu příkazu** z klávesnice **úhel natočení** . V tuto chvíli se úsečka již neotáčí, ale pouze se mění podle pozice myši její **délka**. Ta se definuje kliknutím LTM na požadované místo. U takto tvořené úsečky lze myší zadávat její délku na dvě strany (plus a mínus).



Pomocná čára

Pomocná nebo také projekční čára slouží k pomyslnému prodloužení vytvořené úsečky na obě strany do nekonečna. Tyto prodloužené čáry je možné využít k vytvoření nové geometrie přichytáváním potřebných geometrických vazeb (viz kapitola **7.5 Vazby**). Jakékoliv vytvořené geometrické vazby k projekčním čárám zůstanou aktivní i po vypnutí projekčních čar.

Jejich zapnutí a vypnutí se provádí příkazem **Pomocná čára** ikonou  na panelu příkazu jako vlastnosti tvořené nebo vytvořené čáry.



Obrázek 48. Pomocné čáry pro tvorbu vzdálené čáry

Na Obrázku 48. lze vidět, jak se přichytává tvořená čára mimo dvě čáry k jejich pomocným čárám. Je tak možné vytvořit vzdálenou čáru mezi nositelkami jiných čar, aniž by se dotýkali.

Díky projekčním čarám je možné vytvořit například natočený pohled z boku na součástku, která je narýsována v nárýsu, a to v přesném měřítku.

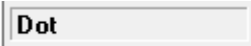
K pomocným čarám lze umisťovat i kóty a poznámky.



Typ pomocné čáry

Stejně jako lze nastavit typ klasické čáry, je zde možnost nastavit typ zobrazení pomocné čáry. Opět je na výběr několik možností v nabídce pod ikonou **Typ pomocné čáry** na **panelu příkazu**. Po kliknutí na odkaz **Další** Další... ve spodní části se zobrazí okno pro uživatelské nastavení dalších typů čáry.

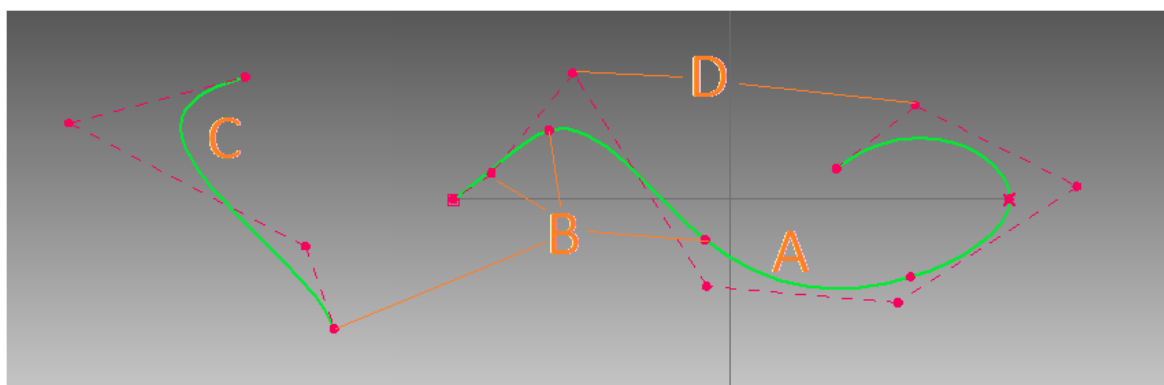
Ve spodním řádku je zobrazen název aktuálně vybraného typu čáry



Křivka

Příkaz křivka kreslí hladkou křivku (A) pomocí jednotlivých bodů (B), které se zadávají pomocí LTM, viz Obrázek 49. [7] Minimální počet bodů pro vytvoření křivky jsou 3 body a maximální počet není omezen. Příkaz se zcela ukončí stejně jako u čáry klávesou ESC nebo pouze přeruší PTM.

Druhá možnost jak kreslit křivku, je pomocí táhnutí myši po prostoru grafického okna. [7] Tím se vytvoří křivka (C), která není tvořena body jako křivka A, ale je souvislá. Má pouze koncové body, viz Obrázek 49.



Obrázek 49. Křivky A a C tvořené body a tažením

Další body, které jsou označené písmenem D, jsou body sloužící k úpravě tvaru křivky. Nazývají se vrcholy křivky a jejich přesunutím se změní tvar křivky.

Stejně tak fungují koncové body a body na křivce (B).

Panel Příkazu pro Křivku

Nastavení barvy čáry, tloušťky a typu je naprosto stejné jako u příkazu čáry.



Přidat/Odstranit body (*Alt+levé tl. myši*)

Tento příkaz slouží k přidání nebo odstranění bodů na křivce. Kliknutím LTM nebo kombinací Alt + LTM na požadované místo na již vytvořené křivce se vytvoří v daném místě nový bod, pomocí kterého je možné upravovat křivku. Nebo kliknutím LTM či kombinací Alt + LTM na již existující bod na křivce se tento bod odstraní a křivka se tvarově přizpůsobí ostatním zbývajícím bodům.




Zobrazit polygon


Funkce polygon zobrazí nebo skryje polygon spojující vrcholy křivky.



Úprava tvaru a **Místní úprava** – (*Shift + přetažení přepíná*)

Tyto dvě funkce jsou navzájem provázány, protože jedna pracuje na úkor druhé. Podle toho, který příkaz je aktivní na panelu příkazu se klávesou Shift + kliknutím LTM přepíná

na druhou funkci. Takže když je jako výchozí zapnuta **místní úprava** , kombinací

Shift + kliknutí LTM se uživatel přepne na funkci **úprava tvaru** .

Úprava tvaru pracuje (pohybuje) s celou křivkou, zatímco **místní úprava** pracuje pouze s jedním bodem a okolím na křivce jemu blízkém.



Vlastnosti křivky

Tento odkaz zobrazí dialog vlastností křivek. Zde lze nastavit, zda se bude moci křivka deformovat od definovaného tvaru nebo zda bude pevná, neměnná. Dále je možnost nastavit stupeň, který řídí citlivost křivky na deformaci tím, že zvyšuje počet vrcholů křivky.



Bod

Bod je příkaz, který do zvoleného místa kliknutím LTM vloží prvek typu bod. Výhoda tohoto prvku je, že lze později použít pro tvorbu dalších konstrukčních prvků.

Při spuštění příkazu **Bod** je možné také tvořit body pomocí souřadnic zadávaných pomocí

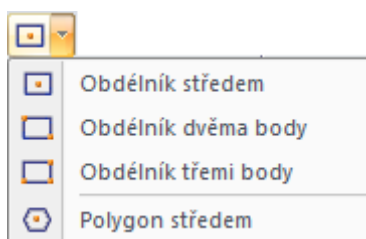
X: 122,92 mm
Y: 62,58 mm

klávesnice do pole souřadnic na panelu příkazu



SKUPINA PŘÍKAZŮ OBDÉLNÍK

Obdélník můžeme nakreslit třemi způsoby, které najdeme v jeho rozbalovacím menu. Společně s obdélníky zde je i možnost kreslit polygon.



Obrázek 50. Rozbalovací menu obdélník



Obdélník středem

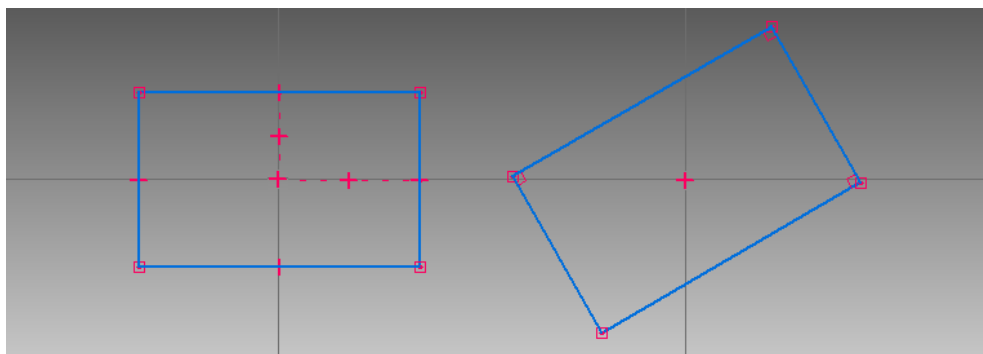
Tento příkaz slouží k vytvoření obdélníku zadáním jeho středu (průsečíku jeho úhlopříček) a bodu ležícího v jednom z rohů.

Také je možné vytvořit obdélník postupem, že se na panelu příkazu navolí jeho rozměry,

jako jsou šířka a výška ,

dále pak úhel natočení celého obdélníku. Tím se vytvoří obdélník, který odpovídá zadaným rozměrům a čeká pouze na zadání středu obdélníku.

Takto vytvořené obdélníky lze vidět na Obrázku 72, kde nalevo je vytvořen zadáním středu a bodu, napravo pak definován parametry přes panel příkazu a zadán jeho střed.



Obrázek 51. Obdélník tvořený zadáním jeho středu



Obdélník dvěma body

Tímto příkazem se vytváří obdélník, který je zadáván dvěma body, které z pravidla leží naproti sobě v rozích obdélníku.

Také je možné zadat přes panel příkazu parametry z klávesnice a obdélník se pak tvoří jedním až dvěma body, ale již v požadovaném rozměru.



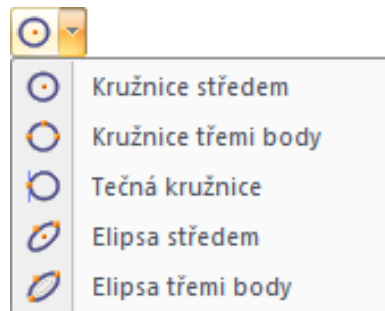
Obdélník třemi body

Příkaz obdélník třemi body je vhodný především k tvorbě obdélníků, které jsou nějakým způsobem nakloněné, nebo když je potřeba vytvořit obdélník přesně mezi nějaké jiné prvky, se kterými se pouze dotýká svými rohy. Rozměry obdélníku je opět možné zadat z klávesnice.



SKUPINA PŘÍKAZŮ KRUŽNICE

Kružnice lze nakreslit třemi různými způsoby. Spolu s kružnicemi jsou v rozbalovacím menu kružnice i dva způsoby kreslení elips.



Obrázek 52. Rozbalovací menu kružnice



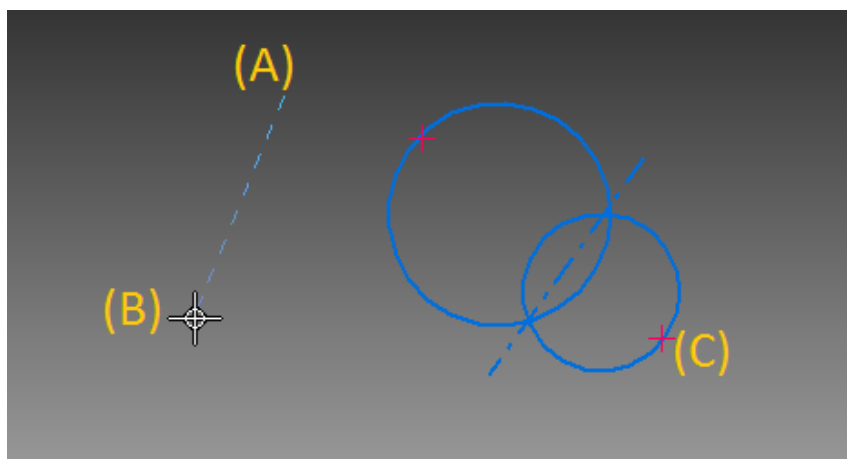
Kružnice středem

Příkaz kreslí kružnici zadáním jejího středu a bodu ležícího na kružnici, podobně jako tomu je u obdélníku středem. Na panelu příkazu přitom lze zadávat z klávesnice rádius

Poloměr: nebo průměr kružnice.[7]

Kružnice třemi body

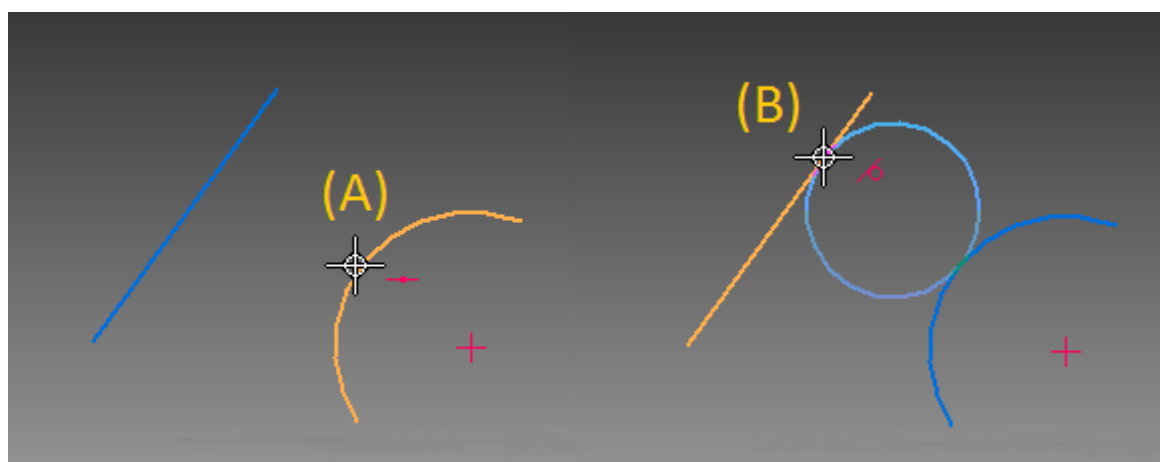
Příkaz kreslí kružnici pomocí tří bodů, které definují její polohu a tvar (průměr).[7] Na panelu příkazu lze zadat z klávesnice poloměr nebo průměr kružnice, poté stačí kružnici pro vytvoření zadat pouze dva body a stranu, na kterou se má vytvořit.



Obrázek 53. Tvorba kružnice třemi body A,B a C

Tečná kružnice

Tímto příkazem se kreslí tečná kružnice k jednomu nebo dvěma prvkům.[7] Na panelu příkazu lze zadat z klávesnice průměr nebo poloměr kružnice.

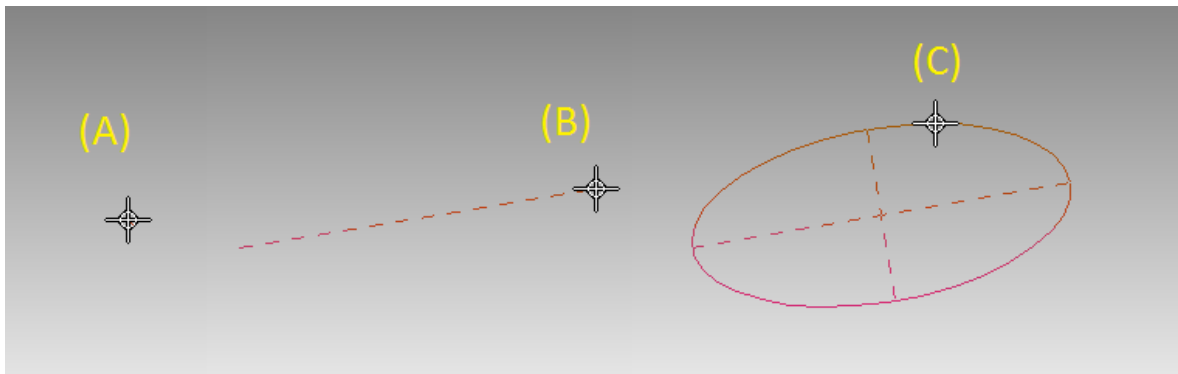


Obrázek 54. Tečná kružnice ke dvěma prvkům

Elipsa středem

Tento příkaz kreslí elipsu zadáním středu a dvou bodů na elipse. První bod určuje střed elipsy a následující bod určuje polovinu délky primární osy elipsy a její úhel natočení. Poslední bod určuje velikost sekundární osy. Na panelu příkazu je možné zadávat parametry

elipsy jako je délka hlavní osy, vedlejší osy a úhel natočení hlavní osy elipsy. Postup tvorby elipsy, viz Obrázek 55.



Obrázek 55. Elipsa zadávána středem

Elipsa třemi body

Tímto příkazem provádíme kreslení elipsy pomocí definování třech bodů. První dva body definují délku a natočení primární osy a poslední bod určuje sekundární osu.[7]

SKUPINA PŘÍKAZŮ OBLOUK

Tento příkaz obsahuje ve svém rozbalovacím menu tři možnosti jak vytvořit oblouk. Jako výchozí volba je tečný oblouk, protože je používán nejčastěji.



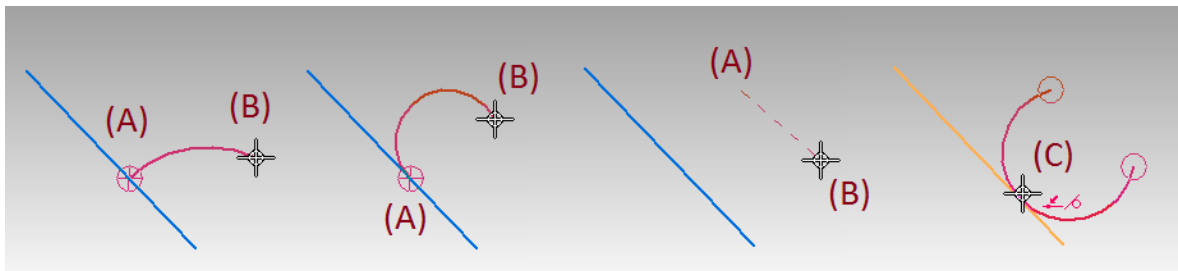
Obrázek 56. Rozbalovací menu příkazu oblouk

Tečný oblouk

Příkaz slouží k vytvoření oblouku tečně k jednomu nebo dvěma prvkům. První bod definuje počátek oblouku. Jestliže se počátek oblouku umístí na klíčový bod některého prvku, systém v tomto bodě kreslí buď tečný nebo kolmý oblouk k tomuto prvku.[7] Na

panelu příkazu lze zadávat poloměr a úhel otevření oblouku.

Při tvorbě prvního bodu oblouku volně do prostoru se tvoří oblouk stejně jako tvořený třemi body, viz Obrázek 57.



Obrázek 57. Tečný oblouk, kolmý oblouk



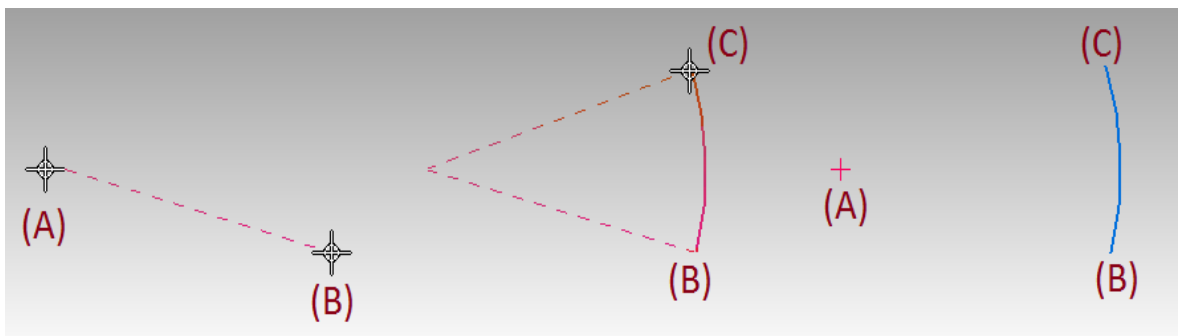
Oblouk třemi body

Příkaz kreslí oblouk procházející třemi zadanými body. První definovaný bod je počáteční bod oblouku. Poté je možnost definovat bod na oblouku a koncový bod oblouku jako poslední nebo zadat koncový bod jako druhý a poslední zadat bod na oblouku. Koncové body nejsou tečné ani kolmé k jiným prvkům, zatímco oblouk může být tečný k jiným prvkům, viz Obrázek 57. Na panelu příkazu je možnost zadání poloměru.[7]



Oblouk středem

Je to jiný typ oblouku tvořeného třemi body. První bod v tomto případě definuje střed oblouku a následující dva body definují počátek a konec oblouku, viz Obrázek 58. Na panelu příkazu přitom lze zadat z klávesnice rádius a úhel oblouku.[7]



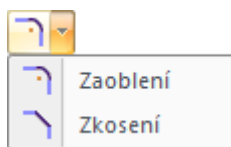
Obrázek 58. Oblouk středem

Se všemi oblouky lze individuálně hýbat pomocí jejich bodů, které se zobrazí po jeho označení, pakliže nejsou uchyceny k jiným prvkům.



SKUPINA PŘÍKAZŮ ZAOBLENÍ A ZKOSENÍ

Tento příkaz obsahuje v rozbalovacím menu dva příkazy. Jedná se o zaoblení a sražení hran.



Obrázek 59. Rozbalovací menu zaoblení

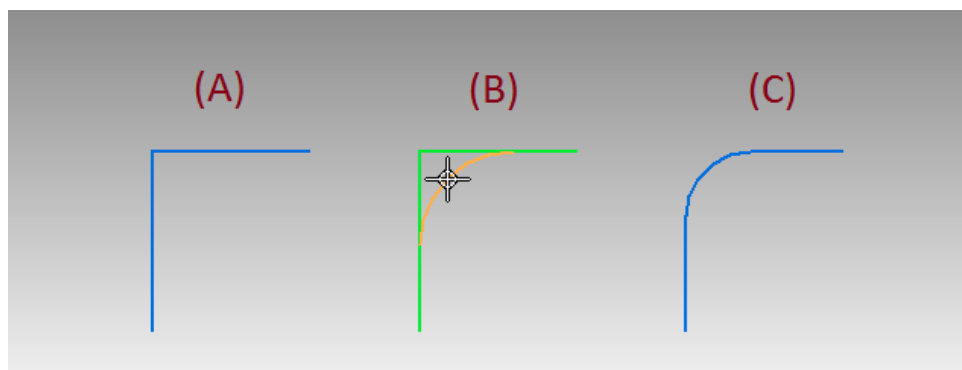


Zaoblení

Příkaz provede zaoblení hrany mezi dvěma prvky. Prvky mohou být oblouky, čáry, kružnice, elips nebo křivky. Po spuštění příkazu systém požaduje zadání prvního prvku k zaoblení a poté druhého. Prvky se vybírají pomocí LTM.[7] Na panelu příkazu je možnost zadání

poloměru zaoblení a volby, jestli se zaoblené prvky oříznou nebo

ne pomocí ikony  **Neoříznout**.



Obrázek 60. Zaoblení hran prvků

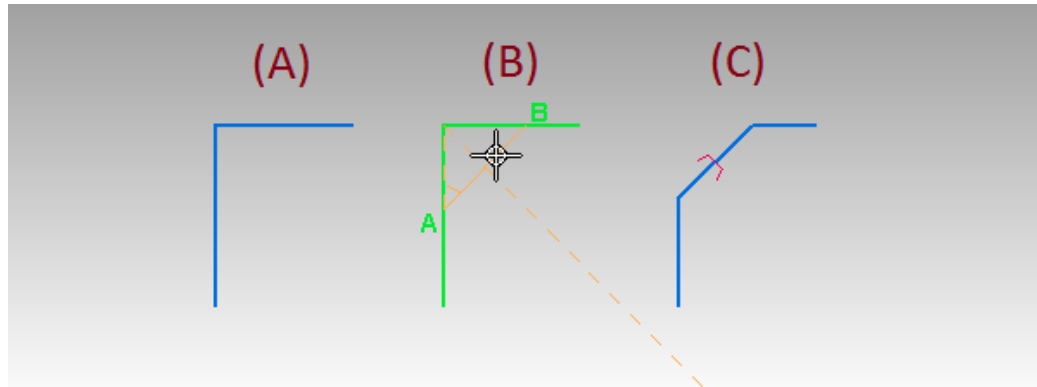
TIP: Zaoblení přibližným poloměrem lze také provést pouhým „škrtnutím“ kurzorem myši přes dva různoběžné prvky.



Zkosení

Podobně jako **Zaoblení** funguje příkaz **Zkosení**. Provádí zkosení mezi dvěma úsečkami. Opět systém požaduje po spuštění příkazu zadání prvního a druhého prvku pro zkosení. Výchozí úhel pro zkosení je 45°. Jiný úhel lze zadat na panelu příkazu v políčkách

Úhel: 45,00° zkosení a hodnotu zkosení A Odstup A: 9,00 mm, případně zkosení B Odstup B: 9,00 mm.

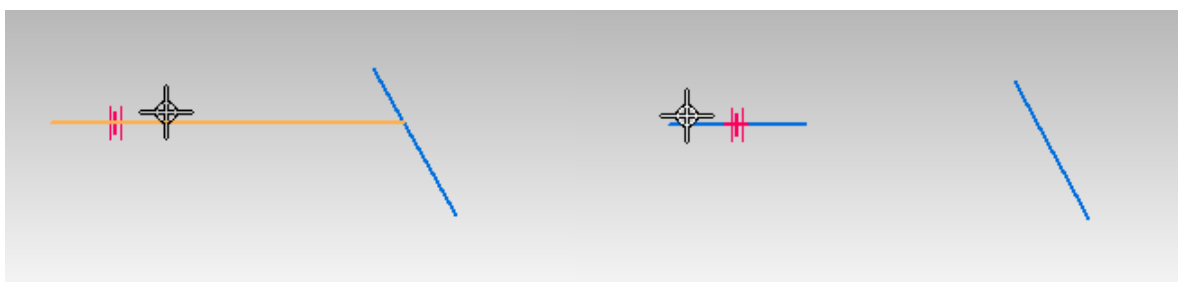


Obrázek 61. Sražení hran úseček

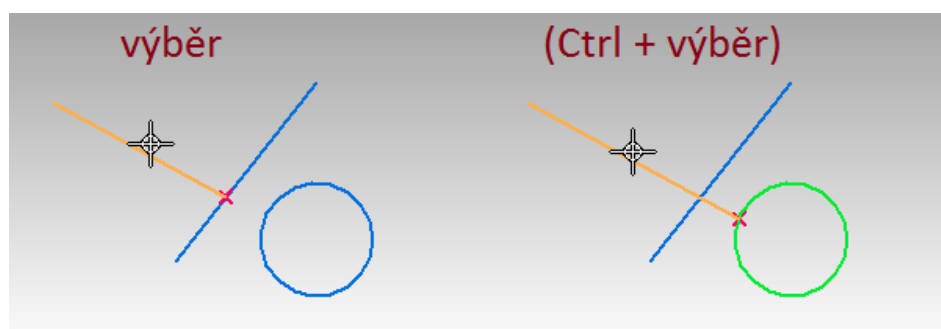


K dalšímu

Příkaz pro prodloužení prvku k dalšímu, se kterým má zdánlivý průsečík. Po aktivaci příkazu je nutno ukázat na konec prvku, který bude prodloužen. Existuje-li průsečík s jiným prvkem v daném směru, systém při ukázání kurzorem na prodlužovaný prvek naznačí, jak by ho prodloužil. Pokud jsou možnosti na dvě strany, prodlužuje na tu stranu, kde je kurzor myši dál za středem daného prvku.[7]



Obrázek 62. Protažení prvku k dalšímu

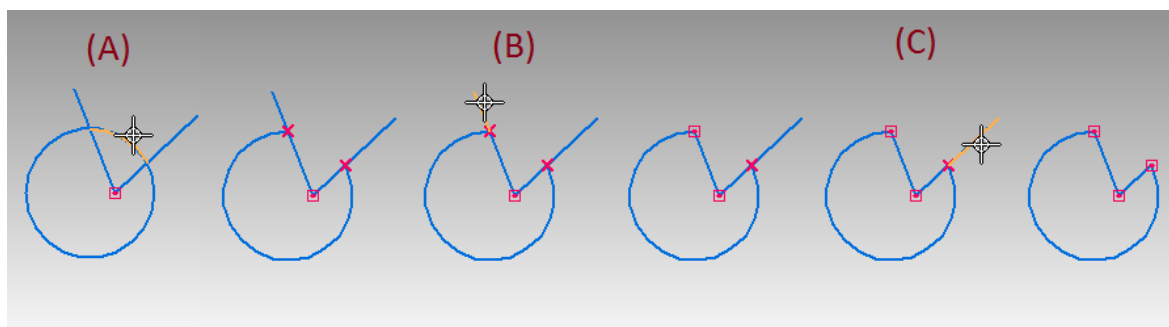


Obrázek 63. K dalšímu s použitím Ctrl + výběr

Příkaz **K dalšímu** sice nemá žádné možnosti na panelu příkazu, ale má funkci, která doplňuje jeho využitelnost. Kombinací Ctrl + LTM lze vybrat prvek, ke kterému se daný prvek prodlouží. Tato funkce změní původní nastavení příkazu z funkce prodloužit k nejbližšímu prvku na funkci prodloužit k vybranému prvku, viz Obrázek 63.

Oříznout

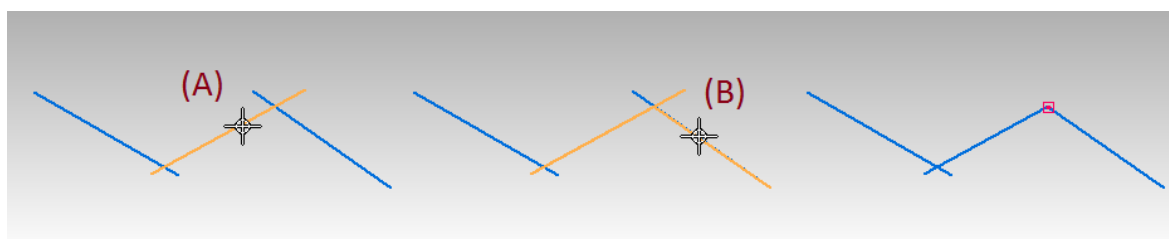
Příkaz ořezává otevřené i uzavřené 2D prvky k nejbližšímu průsečíku v obou směrech. Příkaz Oříznout lze provést poukázáním na část prvku, která se má oříznout a kliknout LTM.[7] Další možnost jak oříznout prvky je přes ně s aktivním příkazem přejít „škrtnout je“. Pomocí výběru s kombinací klávesy Ctrl lze vybrat jeden nebo více prvků, které budou použity jako ořezávající.



Obrázek 64. Oříznutí více prvků příkazem oříznout

Oříznout na roh

Tento příkaz ořízne vždy dva protínající se prvky na roh. Ořízne vždy druhou stranu, než která je označena. Vybírá se jeden prvek k oříznutí, poté druhý a systém již sám ořízne označené prvky.

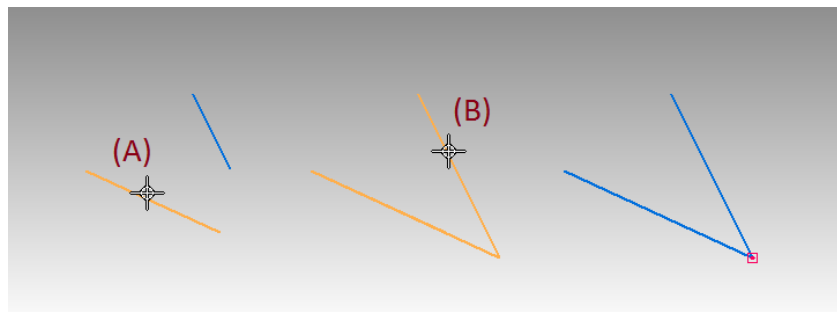


Obrázek 65. Oříznutí dvou prvků příkazem oříznout na roh

Tento příkaz umí dobře provádět prodloužení.

Když jsou dva prvky, které se navzájem neprotínají, ale mají zdánlivý průsečík, příkazem **Oříznout na roh** lze tyto prvky **prodloužit** a spojit v rohu, který je v jejich průsečíku, viz

Obrázek 66. Naprosto stejný úkon lze provést tzv. „škrtnutím“ přes daný roh, která se má zachovat.

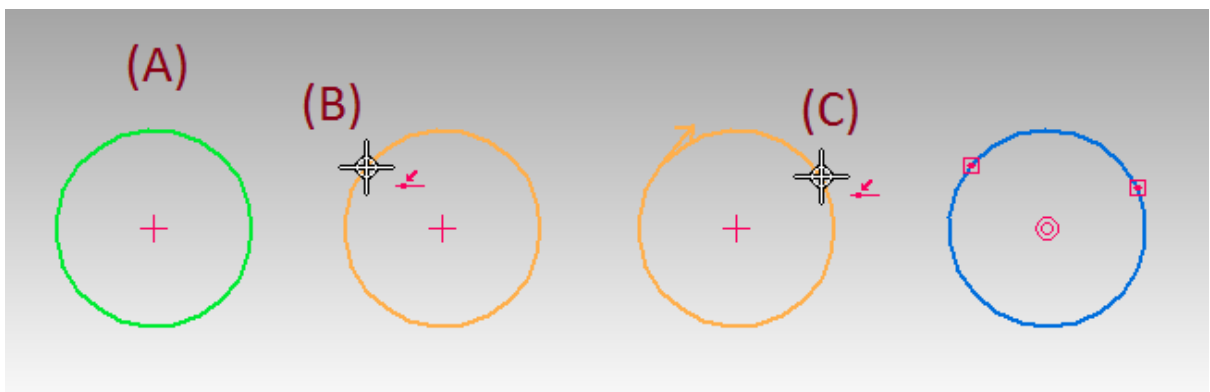


Obrázek 66. Příkaz oříznout na roh umožňuje i protažení dvou prvků



Rozdělit

Na požadovaném místě rozdělí otevřené i uzavřené 2D prvky na dva oddělené prvky. [7] Nejprve je třeba vybrat objekt, který se má rozdělit, a poté se zadají dva body, které daný objekt rozdělí na dva prvky.[7]

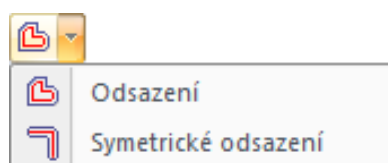


Obrázek 67. Rozdělení objektu na dva prvky



SKUPINA PŘÍKAZŮ ODSAZENÍ



Příkazy pro odsazení jsou dostupně z rozbalovacího menu příkazu Odsazení.

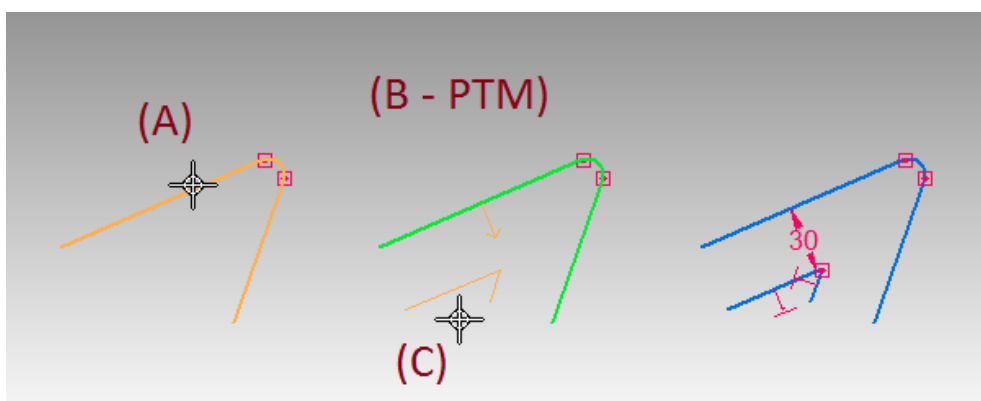


Obrázek 68. Rozbalovací menu Odsazení

Odsazení

Tímto příkazem se provádí rovnoměrné odsazení jednoho prvku nebo spojené skupiny prvků. Při odsazování se může stát, že systém některé prvky vypustí. Například se to může stát při odsazování prvků se zaoblením směrem dovnitř. [7] V tom případě se může stát, že zaoblení přejde do ostré hrany, viz Obrázek 69. Postup tvorby odsazení je takový, že se vybere objekt k odsazení a potvrdí se výběr pomocí PTM. Poté je třeba zadat pozicí myši, kam se má dané odsazení vytvořit. Hodnota odsazení se zadává na panelu příkazu z klávesnice. Kliknutím LTM na stranu kam se má odsazení vytvořit se vytvoří. Odsazený prvek je vytvořen spolu s kótou, kterou lze později měnit odsazení.

Jako další funkce odsazování objektů je možnost výběru prvků. Při použití výchozího nastavení Řetězec , pak při výběru spojitých prvků stačí vybrat jeden prvek a vyberou se všechny spojené, viz Obrázek 69. Při použití druhé možnosti  se vybere pouze prvek, který je skutečně vybrán samostatně.

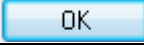


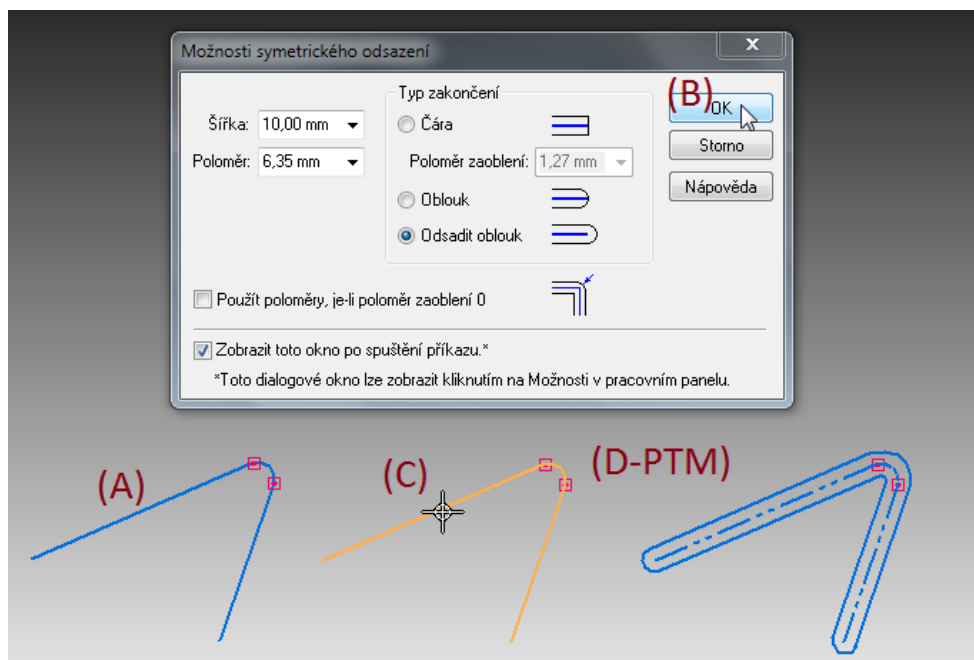
Obrázek 69. Odsazení s vypuštěním jednoho prvku

Symetrické odsazení

Příkaz **Symetrické odsazení** vytvoří symetrickou řadu 2D prvků s daným odsazením od nakresleného osového tvaru.[7]

Při spuštění příkazu se spustí okno s nastavením tvorby symetrického odsazení, viz Obrázek 70. V něm je možné nastavit kritéria pro tvorbu symetrického odsazení. Jsou zde nastavení šířky – vzdálenost mezi původním a nově vytvořeným objektem, poloměr – definuje rádius konkávních rohů při odsazení, volba zakončení v případě, že koncem je čára spolu s definováním jeho poloměru, v případě nulové hodnoty zaoblení je možné použít přednastavená zaoblení.

Pokud je vše vybráno podle potřeby, okno se potvrdí tlačítkem . Následuje výběr objektu, který se bude odsazovat. Výběr se potvrdí PTM, tím je odsazení hotové.



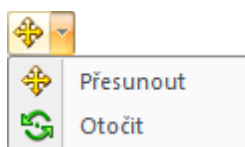
Obrázek 70. Nastavení a tvorba symetrického odsazení

7.3 Manipulace s 2D prvky



SKUPINA PŘÍKAZŮ PŘESUNOUT

Příkaz přesunout obsahuje dvě možnosti jak pohybovat s 2D prvky. Přesunout a otočit.




Obrázek 71. Rozbalovací menu příkazu přesunout

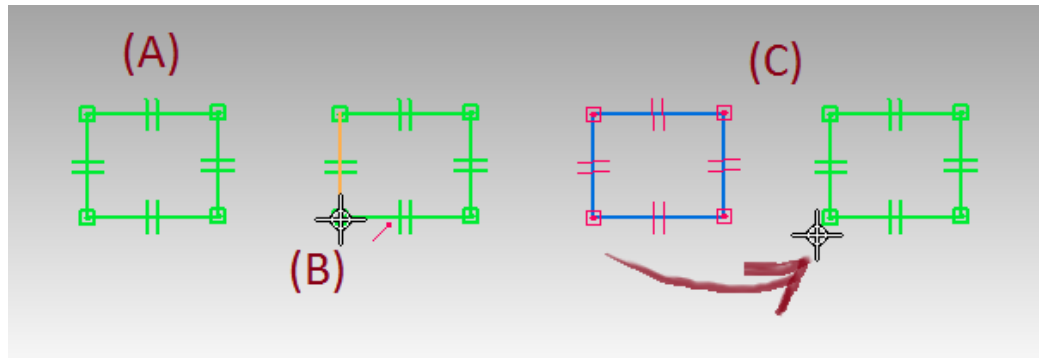


Přesunout

Tento příkaz slouží k manipulaci s 2D prvky. Buď se dají prvky přesouvat, nebo se dají přesouvat a zároveň kopírovat, neboli přesouvat se zachováním originálu na původní pozici.

Tato volba se zapíná/vypíná tlačítkem **Kopírovat**  na panelu příkazu. Další možnosti, které nabízí panel příkazu, jsou volba kroku, po jakém kroku se bude přesouvaný prvek


pohybovat po prostoru Krok: 50,00 mm, a dále souřadnice x
 X: 100,00 mm a y Y: 50,00 mm.

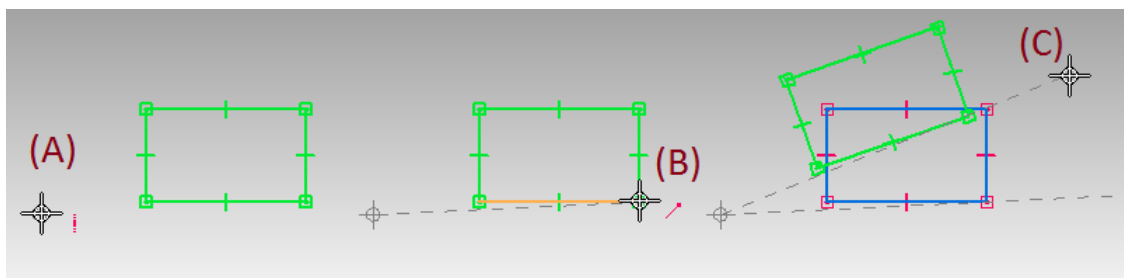


Obrázek 72. Přesunutí 2D prvku s kopírováním



Otočit

Příkaz slouží k otáčení objektů bez kopírování (rotační přesunutí) nebo s použitím možnosti kopírování . Nejprve je třeba vybrat objekty k otáčení. Dále pak zadat bod středu rotace při otáčení a další bod, který slouží jako výchozí bod rotace (od tohoto bodu se počítá úhel natočení), od kterého bude objekt pootáčen. Jako poslední bod se zadává bod, který definuje konec rotace (k tomuto bodu se počítá úhel natočení), objekt je k němu pootáčen.

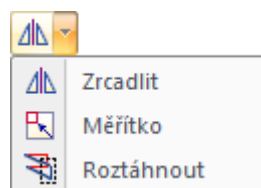


Obrázek 73. Otočit – zadání bodů pro rotaci



SKUPINA PŘÍKAZŮ ZRCADLIT


V rozbalovacím menu pod příkazem Zrcadlit jsou příkazy Měřitko a Roztáhnout.

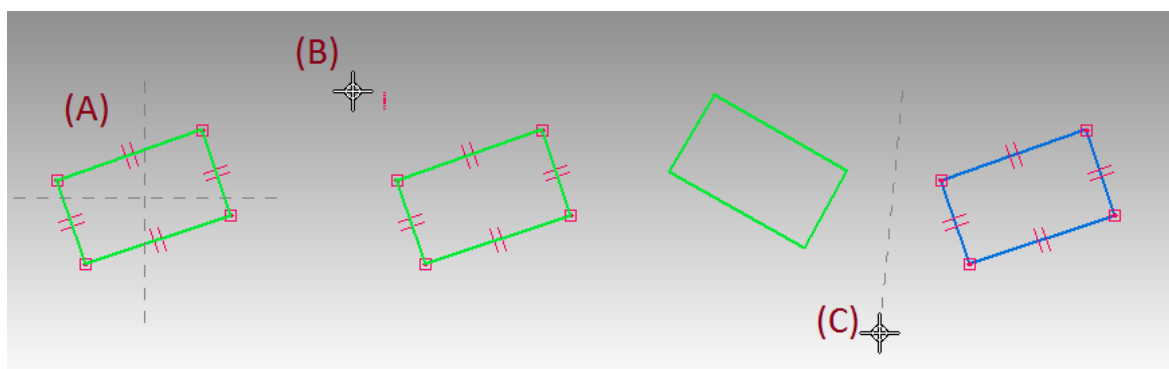


Obrázek 74. Rozbalovací menu příkazu Zrcadlit

 **Zrcadlit**

Příkaz pro zrcadlové přetočení prvků s možností kopírování pomocí zapnutí/vypnutí tlačítka


kopírování  na panelu příkazu. Uživatel musí vybrat nejprve prvky, které chce zrcadlit, to se provede výběrem přetažením myši LTM, nebo postupné označení Shift + LTM. Dále je třeba zadat osa zrcadlení. Tou může být již vytvořená čára, osa nebo hrana jiného prvku a ihned po najetí kurzorem myši na daný prvek systém poskytne náhled zrcadleného prvku. V případě, že není předdefinovaná osa k dispozici, je zde možnost osu zadat dvěma body, viz Obrázek 75. Zde je možnost zadat z klávesnice úhel natočení , který lze nalézt na panelu příkazu. V tom případě stačí zadat první bod osy rotace a prvek se přenesse nebo se úhel nastaví pomocí druhého bodu osy rotace, čímž je plně definován.



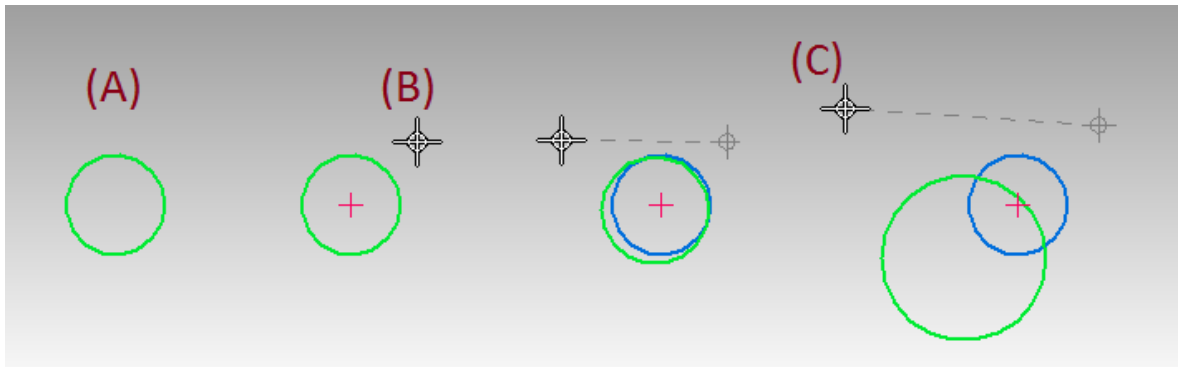
Obrázek 75. Zrcadlení se zadáním bodů pro osu zrcadlení

 **Měřítko**

Příkaz pro zvětšení nebo zmenšení velikosti nakresleného profilu nebo prvku. Po spuštění je nutné označit prvky pro změnu měřítka neboli velikosti objektu. Zvolit zda se bude

prvek kopírovat nebo pouze editovat příkazem **kopírování**  na panelu příkazu. Další možnost na panelu příkazu je zadání hodnoty kroku , o jakou bude kurzor myši přeskakovat při posunu po obrazovce, tím se skokově mění velikost měřítka. Také lze zadat měřítko přímo hodnotou. Hodnota měřítka představuje násobitele původní velikosti daného prvku. Přímo na panelu příkazu se z klávesnice zadává hodnota měřítka. Poslední volba na panelu příkazu je volba hodnoty reference

Reference: 25,00 mm, což určuje vzdálenost, o kterou je třeba pohnout myši od referenčního bodu, aby se měřítko změnilo.



Obrázek 76. Měřítko, změna velikosti příkazem měřítko



Roztáhnout

Prvky vybrané oknem protáhne tažením myši nebo o zadanou vzdálenost. Při výběru prvků oknem záleží na tom, zda budou celé v okně výběru nebo jen částečně. Ty, které budou celé, se přesunou, které budou jen částečně, ty se natáhnou, zdeformují.



Konstrukční

Tento příkaz nemá žádné mimořádné funkce, takže jeho panel příkazu je zcela prázdný. Jeho funkcí je pouhé přepínání geometrie na konstrukční a naopak z konstrukční na geometrii profilu. Další možnosti nastavení prvku jsou shodné s nastavením čáry. Geometrie profilu



se převede na konstrukční geometrii



Tato funkce je velmi užitečná, když je potřeba při kreslení profilu prvku využít pomocnou geometrii, která nemůže být součástí profilu.

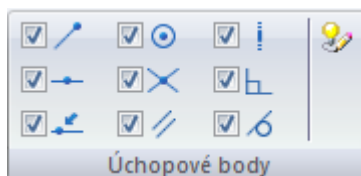


Osa rotace

Příkaz, který definuje osu rotace při vytváření rotačních prvků – modelů. V samotné skice není dostupný, aktivuje se pouze při tvorbě skici přes příkaz rotovat z prostředí 3D tvorby. Jako osu rotace lze vybrat nakreslený prvek, hranu modelu nebo hranu referenční roviny.

7.4 Úchopové body

Na pásu karet v kartě **Domů** se nachází sekce **Úchopové body**. Slouží k uchopování prvků k bodům a jiným prvkům při kreslení.



Obrázek 77. Úchopové body

Jedná se o funkci inteligentního kurzoru, který automaticky rozeznává tyto důležité body na prvcích. Při kreslení systém automaticky tyto body nabízí sám. Není nutno stisknout tlačítko myši nebo nějakou klávesovou zkratku. **Úchopové body** se aktivují, jakmile začne uživatel kreslit. Které body chce uživatel využívat a které ne si může navolit jednoduchým zaškrťovacím systémem na pásu karet v sekci **Úchopové body**, viz Obrázek 77.

Podrobnější výběr aktivace různých typů úchopových bodů se zobrazí spuštěním ikonky

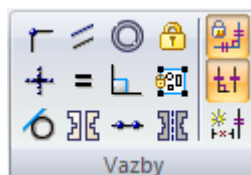


Možnosti úchopových bodů.


Zde v záložce **Vazby** lze nalézt podrobný výběr všech typů úchopových bodů. V záložce **Kurzor** pak je možnost nastavení velikosti **aktivní oblasti** kurzoru a oblasti u oblouku. To znamená velikost vzdálenosti kurzoru od úchopového bodu, třeba i zdánlivého průsečíku dvou prvků, na jakou se úchopové body automaticky nabízí uživateli.

7.5 Vazby


Sekce **Vazby** se nachází na pásu karet v kartě **Domů** v prostředí skici.

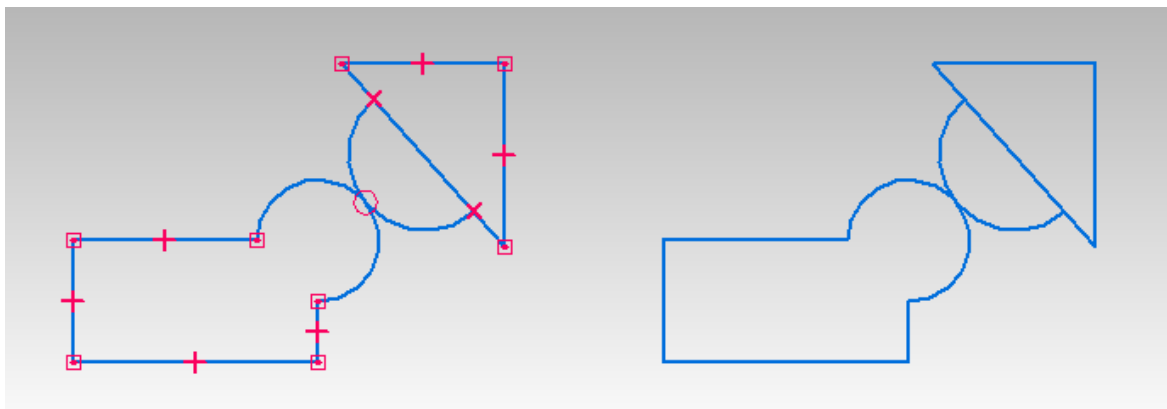


Obrázek 78. Vazby

Během kresby se do 2D profilů přidávají vztahy, které ukazují jednotlivé vazby mezi prvky. V případě zapnuté možnosti **Zobrazit vazby**  se při kreslení tyto vazby zobrazují, při vypnutém zobrazení se nezobrazují, ale zůstávají zachované, pouze nejsou dočasně viditelné, viz Obrázek 79. Tím se v některých případech kreslený profil stává přehledněj-


ším a čitelnějším. Vazby, pokud jsou při kreslení automaticky nabídnuty systémem, se do kresby automaticky přidávají.


Poznámka: Pro uchování vazeb během kreslení a pozdější manuální přidávání vazeb je nutné, aby byla před tvorbou kresby zapnuta volba **Udržovat vazby** , která se nachází v pravé části sekce **Vazby** na pásu karet.





Obrázek 79. Zobrazování/schování vazeb na prvcích geometrie


PŘEHLED HLAVNÍCH ZOBRAZENÝCH VAZEB:


 **Připojit** – Připojí objekt k objektu nebo k více objektům. Když se označí například koncové body dvou čar, které se nedotýkají, čáry se spojí svými koncovými body.


 **Vodorovně/svisle** – Přesune čáru nebo dva body vodorovně nebo svisle. Například, označí-li se čára, která je šikmá, změní se v čáru ve svislém nebo vodorovném směru, podle toho, k jaké poloze má blíže ve své původní pozici.


 **Tečně** – Přesune dva nebo více objektů tak, aby byly tečně. Je-li například čára a kružnice, které se nedotýkají, jejich označením se spojí tečným způsobem.


 **Rovnoběžně** – Vytvoří z čar rovnoběžky. Například dvě mimoběžné čáry se po označení přemění na rovnoběžné v nejbližší pozici, ve které se nacházely před změnou. Změní se pouze ta, která se označí jako první.


 **Shodně** – Změní dva objekty nebo kóty tak, aby byly shodné. Označený prvek přemění na prvek stejných rozměrů, jako druhý označený. Neplatí to například pro změnu z oblouku na čáru. Změny mohou probíhat pouze se stejným typem prvku.


 **Symetricky** – Změní dva objekty tak, aby byly symetrické. Podle zadané osy symetrie se označený prvek přemění na symetrický, ovšem stejného typu, jako je na druhé straně osy symetrie.


 **Soustředně** – Změní dva oblouky nebo kružnice tak, aby byly soustředné. Například, když leží v rovině dvě kružnice, první označená se přesune se zachováním svého průměru do středu druhé označené kružnice. Jsou tedy soustředné.

 **Kolmo** – Přesune objekt kolmo k jinému objektu nebo k více objektům.



 **Kolineárně** – Změní dvě čáry tak, aby byly kolineární. To znamená, že například ze dvou různoběžných čar udělá nejen rovnoběžky, ale budou navíc ležet na jedné nositelce.


 **Uzamknout** – Uzamkne objekt nebo kótu před úpravami. Koncové body prvku, má-li nějaké, se změni z červených bodů při označení prvku na červené kružnice, které indikují to, že prvek je zamčený. S takovýmto prvkem nelze provést žádné geometrické změny, například barva změnit lze. Uzamčení prvek nechrání před smazáním.

 **Pevný blok** – Změní objekty na pevné tím, že z nich vytvoří blok, jehož geometrie se chová jako jediná jednotka. Prvky sváže dohromady, takže bude-li se například jeden z prvků přesouvat nebo otáčet, ostatní se přesunou nebo otočí s ním a zachovají tak výchozí tvar objektu.

 **Osa symetrie** – Zobrazí a nastaví osu symetrie pro vazbu symetricky.

 **Správce vazeb**

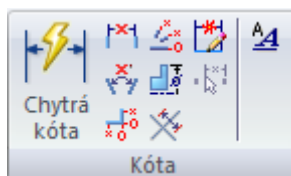
Jako většina prvků, které se při kreslení tvoří a vkládají, potřebují i vazby nastavení, jak se budou chovat, respektive, co všechno budou poskytovat. Tyto možnosti lze nastavovat ve **správci vazeb**, který se spustí příkazem **správce vazeb**  přímo na pásu karet. Na **panelu příkazu** se nabídne ikonka **Možnosti** , kterou se otevře dialogové okno **správce vazeb**. Zde lze definovat, jaké geometrické vazby a jaké typy kót se budou vkládat.

Na panelu příkazu správce vazeb je dále možnost zjistit, jak jsou nějaké objekty nebo prvky uchyceny v prostoru (prostoru roviny skici). Při jeho označení a kliknutí na příkaz  **Zobrazit stupně volnosti** se zobrazí počet, který udává počet vazeb potřebných k **plnému zavazbení**, neboli aby se uvedl objekt nebo prvek do stavu, kdy s ním nebude možno hnout, aniž by bylo použito vazby Uzamknout. S plně zavazbeným objektem je totiž stále možné pracovat na rozdíl od objektu uzamčeného.

7.6 Kóty

Kótování všeobecně má velký význam pro jakékoliv kreslení, rýsování, modelování či jiné tvoření 2D či 3D grafických prvků.

Kótování je v podstatě systém určování a zobrazování rozměrů daných kótovaných prvků a objektů. Z technických výkresů všichni jistě znají kóty, které slouží především jako informativní prostředek, protože sdělují rozměrové hodnoty narýsovaných objektů. V CAD systému mají však ještě mnohem více funkcí a jednou z nich je především řízení velikosti jednotlivých prvků a objektů, které se tvoří ve skice ve 2D a v prostoru pak existuje možnost používat i tzv. 3D kóty.



Obrázek 80. Kótování

System SE nabízí několik možností jak kótovat. Jsou zde předdefinované kóty na již předem určené typy kót nebo také chytrá kóta, která slouží na všechny typy kótování.

Příkazy ke kótování se nacházejí na kartě **Domů** v sekci **Kóta**.

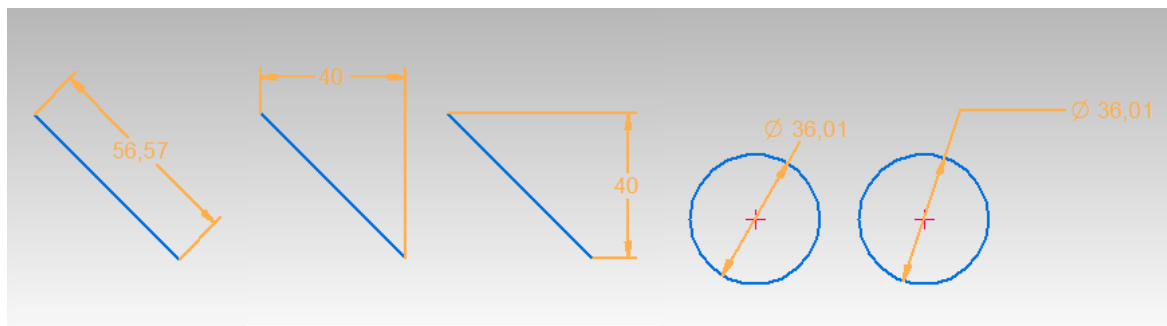


Chytrá kóta

Největší a také jistě nejpoužívanější příkaz ze všech příkazů pro kótování je **Chytrá kóta**.

Je to příkaz pro velmi rychlé kótování prvku. Jedním stisknutím LTM se prvek vybere, při druhém stisknutí se umístí kóta na požadované místo.

TIP: Při kótování tímto příkazem je dobré si všimnout, že při kótování se stlačenou klávesou **Shift** se u šikmých čar přepíná mezi pootočenou a horizontální či vertikální kótou. Při kótování prvku typu průměr nabízí odsazení hodnoty kóty, viz Obrázek 81.



Obrázek 81. Kótování s klávesou **Shift**



Další výhodou je okamžitá možnost editace kóty na panelu příkazu přepsáním hodnoty kóty hned po kroku umístění kóty. Výhoda je, že políčko na přepsání hodnoty kóty je vždy aktivní , takže se ihned po umístění kóty může přepsat hodnota, aniž by se musela kurzorem myši nebo jiným způsobem označovat.

Příkazem **Chytrá kóta** lze rychle kótovat tyto prvky:

- délku nebo úhel čáry
- průměr nebo poloměr kružnice
- délku, úhel, průměr nebo rádius oblouku
- rádius elipsy nebo křivky


Panel příkazu kótování

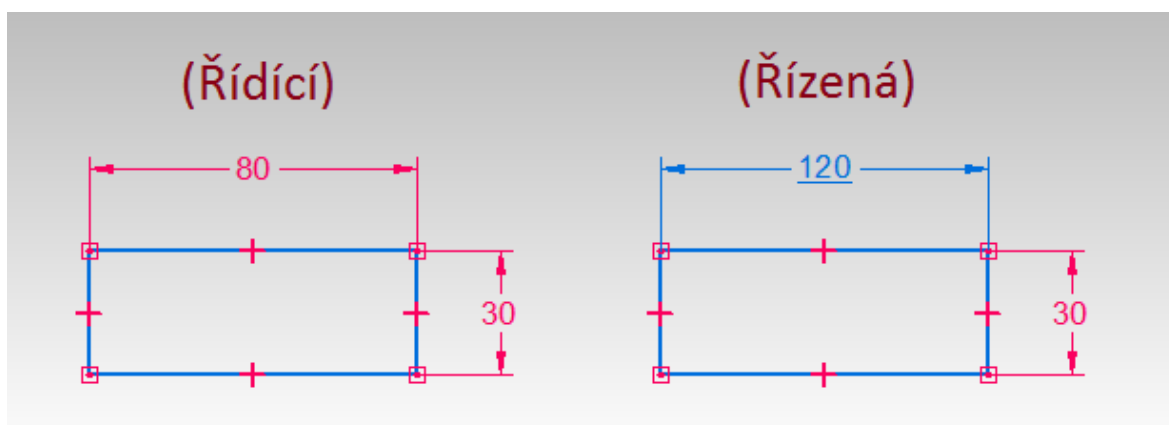
Při spuštění všech kótovacích příkazů se na panelu příkazu zobrazí volby nastavení kótování a jejich další funkce.

Jako první je na panelu příkazu možnost vybrat normu , kterou bude kóta používat. Ikonou  **Přiřazení kótovacích stylů** se použije nastavení kótovacího stylu pro jednotlivé prvky. Nastavení je možné provést ikonou  z karty na pásu karet, kde se nachází seznam dostupných stylů vycházejících z nainstalovaných norem.

Oddíl na panelu příkazu *Hodnota*

Zde se zadává v případě potřeby rozměrová hodnota kótovaného prvku , a to buď hned po umístění kóty nebo i dodatečně při kliknutí LMT nebo PTM na vytvořenou kótu. Hned pod tímto políčkem se nachází volba přesnosti kóty, kolik bude zobrazovat čísel neboli **zaokrouhlení** .

Vedle políčka zaokrouhlit se nachází ikonka  **Upravit definici – Řídící**. Ta má funkci změny kóty z řídicí na řízenou a naopak. **Řídící kóta** je ta, která svoji změnou vyvolá změnu geometrickou. Tedy edituje prvek, ze kterého vychází. **Řízená kóta** plní pouze informativní funkci. Zobrazuje hodnotu prvku, ale v případě její změny se prvek nezmění. Kóta se v takovém případě změní na podtrženou, aby bylo vidět, že se jedná o kótu tzv. fiktivní, viz Obrázek 82. Řízená kóta je systémem dopočítávána v případě změny prvku.





Obrázek 82. Řídící a řízená kóta


Systém v případě překótování prvku tuto problematiku rozpozná a veškeré kóty navíc vytvoří jako kóty řízené.


Oddíl na panelu příkazu *Tolerance*


V tomto oddílu lze nastavovat a definovat vlastnosti tolerancí kót. Podle aktuální situace se aktivují různá tlačítka pro doplňující nastavení nebo informace kóty. Pro příhodné prvky se aktivují jednotlivá políčka, takže například pro díru je možné zadat toleranci v políčku díra.


 **Vzdálenost mezi** - Okótuje vzdálenost mezi objekty. Využije se především při kótování vzdálenosti mezi prvky v případě, že chytrá kóta nabízí jiné možnosti kótování.


 **Úhel mezi** - Okótuje úhel mezi objekty. Ve stejném případě jako u vzdálenosti mezi se s výhodou použije tato kóta pro zakótování úhlu mezi objekty.

 **Staniční kóta** – Vloží staniční kótu. Vloží kótu, která měří vzdálenost od společného počátku k jednomu nebo více klíčovým bodům nebo objektům. Staniční kóty je vhodné používat při kótování objektů vzhledem ke společnému počátku nebo nulovému bodu. Staniční kóty lze vložit v libovolném pořadí a na libovolnou stranu od počátku.


 **Úhlová staniční kóta** - Okótuje úhly od společné osy. Vloží kótu, která měří úhel mezi středem, osou a požadovaným bodem. Vypočtená hodnota je úhel mezi osou a čarou od požadovaného bodu do středu. Všechny kóty ve skupině používají stejný střed a osu.

 **Kóta průměru** – Okótuje vzdálenost mezi dvěma body a znázorní hodnotu jako dvojnásobek skutečné vzdálenosti.

 **Osa kótování** – Nastaví úhel pro kóty. Nastavuje osu kótování pro výkres nebo pro přidání PMI objektů ve 3D modelu. Osa kótování umožňuje vkládat text kóty a kóty, které jsou kolmé nebo rovnoběžné s objektem.

 **Automatické kótování** – Zapne nebo vypne automatické kótování pro nově kreslenou geometrii.

 **Připojit kótu** – Připojí odpojenou kótu nebo předefinuje kótu.

 **Styly** – Použije, vytvoří, odstraní nebo upraví styly. Pomocí funkce Organizátor v okně lze také kopírovat styly mezi dokumenty.

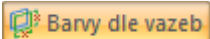
Je zde možné tvořit nové styly nebo editovat existující styly. Dají se vytvářet či editovat styly pro nové kótování, výplně, šrafování a čáry.

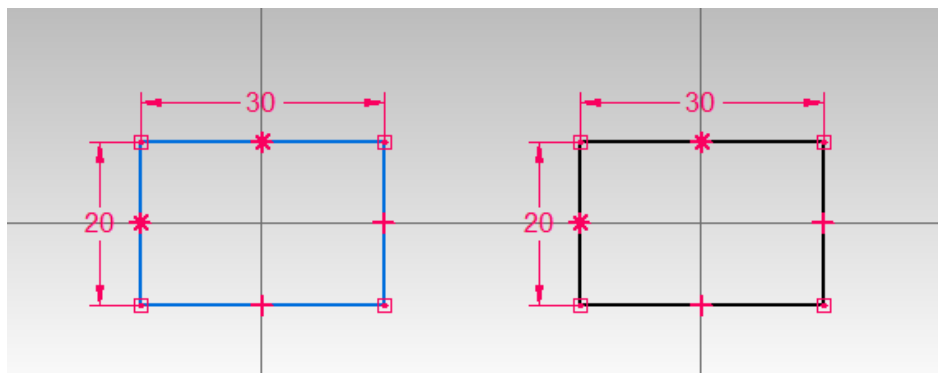
Zbarvení objektů dle zavazbení:

Funkce, kterou SE umožňuje, je **zbarvení** 2D prvků dle **zavazbení**.

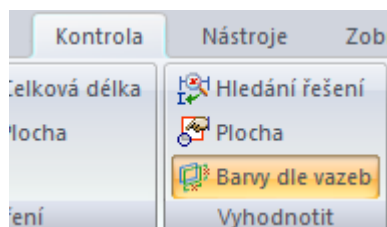
Pakliže je prvek zavazben tak, aby nebylo možné s ním kamkoli pohnout, při zapnutém

tlačítku  **Barvy dle vazeb** celý prvek či objekt zčerná, viz Obrázek 83.

Tlačítko  se nachází na pásu karet na kartě **Kontrola** v sekci **vyhodnotit**, viz Obrázek 84. Zapnutím nebo vypnutím této volby systém bude nebo nebude zbarvovat objekty či prvky při jejich plném zavazbení.

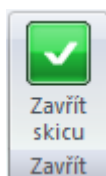


Obrázek 83. Zbarvení prvku dle vazeb, napravo při zapnutém zbarvení



Obrázek 84. Tlačítko Barvy dle vazeb na kartě Kontrola

UKONČENÍ PROSTŘEDÍ SKICI



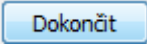
Zavřít skicu

Tlačítkem **zavřít skicu** systém opustí prostor skici a přepne do prostředí tvorby součásti.



Toto tlačítko umístěné v levém horním rohu grafického okna má stejnou funkci jako velké tlačítko na pásu karet. Slouží jako rychlá volba ukončení skici.

Po ukončení skici ještě zůstane v již přepnutém prostředí aktivní panel příkazu s možností změny názvu skici. Název skici je velmi dobré nazvat jinak, než jak učiní systém z důvodu přehlednosti, pracuje-li se více skicami.

Nyní je třeba stisknout buď tlačítko **Dokončit**  nebo na klávesnici klávesu ENTER a potvrdit tak změněný název skici nebo stisknout klávesu ECS a jednoduše dokončit skicu s automatickým názvem Skica 1, 2,

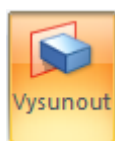
8 MODUL OBJEMOVÁ SOUČÁST

Modul **Objemová součást** uživatel používá pro vytvoření dílu, který lze v realitě přirovnat k součásti tvořené jedním kusem materiálu.

Tato kapitola by měla pomoci pochopit budoucímu uživateli SE jak modelovat 3D model, přidávat a odebírat materiál pomocí profilů nakreslených použitím základních příkazů modulu **Objemová součást**.

Objemové modely v SE se modelují pomocí 2D řezů, které se nazývají profily. Z profilu se těleso vytvoří pomocí základních prvků. Každý z těchto prvků vyžaduje nakreslení 2D profilu, který je následně vytažen nebo rotován. Rozhodnutí, který z těchto základních prvků použít, je na uživateli. Později lze jakýkoliv profil libovolně změnit a celý model se automaticky aktualizuje podle této změny.

Všechny 3D modely jsou tvořeny 2D profilem, tedy skicou.



Vysunout

Tento příkaz pro tvorbu 3D modelu se nachází na pásu karet na kartě **Domů** v sekci **Tělesa**.

Model vzniká vytažením nebo promítnutím profilu po pomyslné přímce. Jak vyplývá už z obrázku na ikoně příkazu, příkaz vytáhne 2D profil do třetího směru, vznikne tedy 3D objekt.

Při spuštění příkazu se na panelu příkazu zobrazí hned několik oddílů s různými funkcemi a volbami.

Jako první je Skica. Pakliže již existuje vytvořená skica, která svými parametry odpovídá pro vytažení modelu, systém automaticky v nabídce Skica vybere možnost



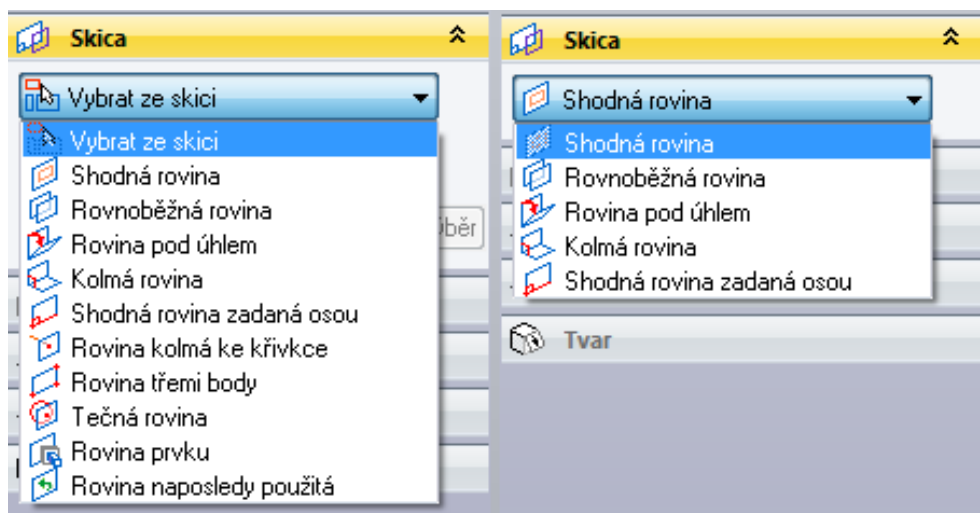
. Pro vytvoření modelu již stačí pouze LTM označit 2D profil skici, kterou vytažení použije.

Jako další možnost se nabízí vytvořit skicu novou. V případě, neexistuje-li žádná skica, výběr v oddílu **skica** se velmi zúží, viz Obrázek 85.

Zde je možnost vybrat spoustu možností jakým způsobem se bude tvořit nový profil pro model, respektive novou skicu ve vybrané nebo nově vytvořené referenční rovině. To záleží na individuální potřebě daného uživatele a daného modelu.

V případě použití existujícího profilu se jeho vybráním probarví tlačítko **Potvrdit**

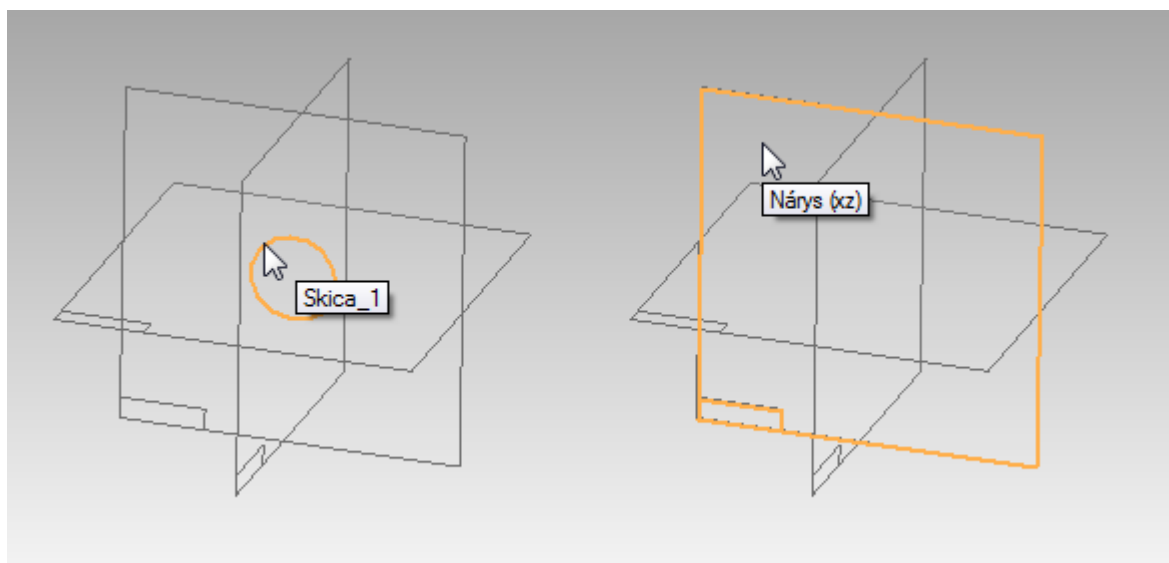
 v oddílu **Skica** nebo kliknout na PTM.



Obrázek 85. Oddíl Skica nalevo když existuje skica, napravo když neexistuje

V opačném případě, tedy neexistuje-li žádný profil, je nutné ho vytvořit. To se provede pouhým výběrem požadované referenční roviny, tím se systém přepne do prostředí **Skica**, kde se již klasickým způsobem vytvoří nový profil, ze kterého bude vycházet model.

Po ukončení skici probíhá pokračování tvorby modelu naprosto stejným způsobem.



Obrázek 86. Výběr profilu a volba referenční roviny pro nový profil

Obrázek 86 znázorňuje výběr existujícího profilu vytvořeného zvlášť ve skice a výběr referenční roviny pro tvorbu nového profilu pro objemovou součást.

V oddílu **Rozsah**, na panelu příkazu, se nabízí několik funkcí:



Nesymetricky – Protáhne prvek v obou kolmých směrech od roviny profilu nesymetricky.



Symetricky – Protáhne prvek v obou směrech symetricky.



Od/do – Určuje rozsah prvku pomocí počáteční a koncové plochy.

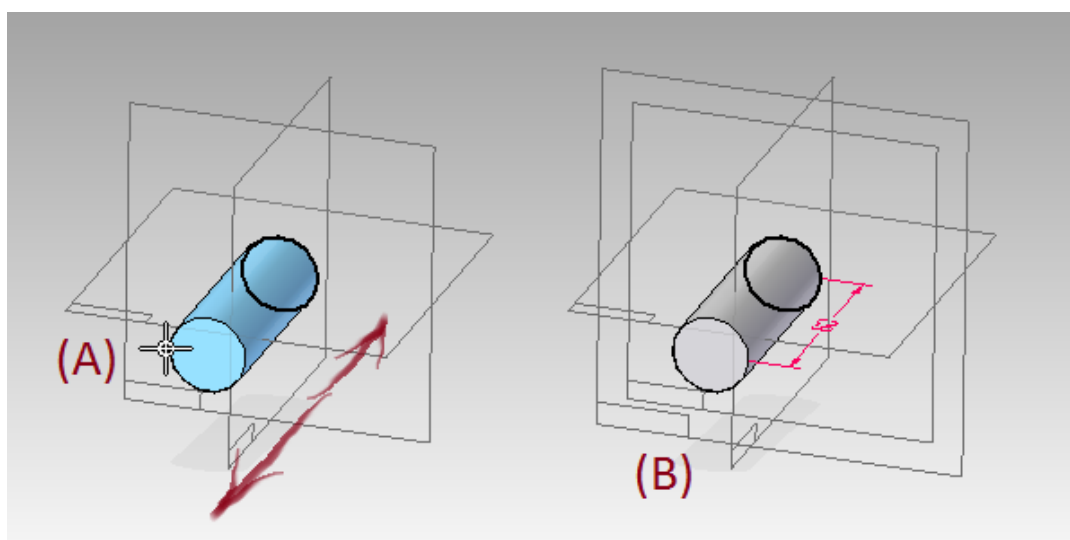


Hodnotou – Roztáhne prvek o zadanou délku.



Klíčové body – Určuje typy klíčových bodů vybraných během operace.

Při tvorbě modelu se automaticky aktivuje políčko **Vzdál.:** pro zadávání vzdálenosti. Tato vzdálenost představuje v podstatě délku vytažení profilu neboli objemového modelu. Stačí tedy pouze zadat hodnotu z klávesnice nebo nastavit hodnotu posouváním kurzoru myši po prostoru, čímž se mění délka modelu, který je již znázorněn v budoucí podobě, viz Obrázek 87. Pro tento pohyb myši lze nastavit hodnotu kroku pohybu tažení **Krok:** .





Obrázek 87. Tažení profilu pohybem myši a jeho vytvoření

Nyní, je-li model v pořádku, je možné ho pojmenovat na panelu příkazu v políčku **Název** a dokončit tlačítkem **Dokončit** nebo kliknutím PTM. Klávesou ESC se tvorba zruší.

Objemová součást příkazem **Vysunout** je vytvořena a systém se automaticky připraví na nové vysunutí.

Editace modelu

Vytvořený model lze i nadále editovat.

Ve stromě modelu přibude prvek **Vysunutí**   **Vysunutí 1** či jiný, podle prvku, o který se jedná. Kliknutím LTM přímo na model nebo na tento prvek ve stromě modelu se na panelu příkazu zobrazí následující funkce.



Upravit definici – Aktivuje panel příkazu označeného objemového prvku, kde je možné znovu specifikovat jeho rozměry vytažení, rotování apod.



Upravit profil – Touto ikonou se uživatel přepne zpět do skici, ze které označený 3D prvek vychází. Zde je možné jej dodatečně geometricky editovat.





Dynamické úpravy – Označený objemový prvek se přímo v prostoru dočasně okótuje pro dynamické úpravy. Pomocí změny kót se prvek v prostoru geometricky modifikuje. Tyto volby se však nevztahují na profil, pouze na 3D operace.






Uvnitř – Výběr prvků v prostoru. Vybere pouze ty, které jsou uvnitř výběrového obdélníku vzniklého tažením myši.



S přesahem – Výběr se týká i prvků, kterých se pouze dotýká nebo jimi prochází výběrový obdélník.

Kliknutím PTM na prvek ve stromě modelu   **Vysunutí 1** se zobrazí nabídka s dostupnými možnostmi editace a operací s modelem.

Nachází se zde možnost model **Odstranit**, **Přejmenovat**, **Vymout**, **Kopírovat** případně **Vložit**, je-li ve schránce pro kopírování nějaký objekt.

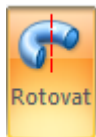
Seskupit  **Seskupit** dovoluje seskupit objekty do jedné skupiny. Ve stromě modelu se pak zobrazují pod jedním prvkem  **Skupina prvků 1** s možností rozvinutí na jednotlivé prvky. Skupina se zruší kliknutím v nabídce na možnost  **Zrušit skupinu** **Zrušit skupinu**.

Vypnout – vypne prvek fyzicky, ale nesmaže jej.

Přepočítat – aktualizuje model a jeho vlastnosti.


Skrýt – stejná funkce jako políčko na ve stromě modelu u každého prvku . Skryje model, ale nesmaže jej.

Zobrazit pouze – skryje vše ostatní, ponechá zobrazený jen daný model.




Rotovat


Další výchozí příkaz pro tvorbu 3D modelu je příkaz **Rotovat**.

Znovu je zde možnost výběru z již existující skici, která však musí obsahovat osu rotace, nebo přímé tvorby profilu v nové skice. Znázornění postupu, viz Obrázek 88, ukazuje, jak je tvorba rotačního modelu jednoduchá. Vybere se existující profil nebo se vytvoří nová skica s profilem, skica se ukončí. Ve skice je nyní možnost označit čáru nebo rovinu z bočního pohledu jako osu rotace pomocí příkazu  **Osa rotace**.

Nyní se na **panelu příkazu** v oddílu **Rozsah** nabídne podobná nabídka jako u příkazu **Vysunout**. Ale protože se jedná o rotační součást, jsou zde funkce pro zadání rozsahu s úhlovým nastavením rotace místo určení vzdálenosti „od/do“.

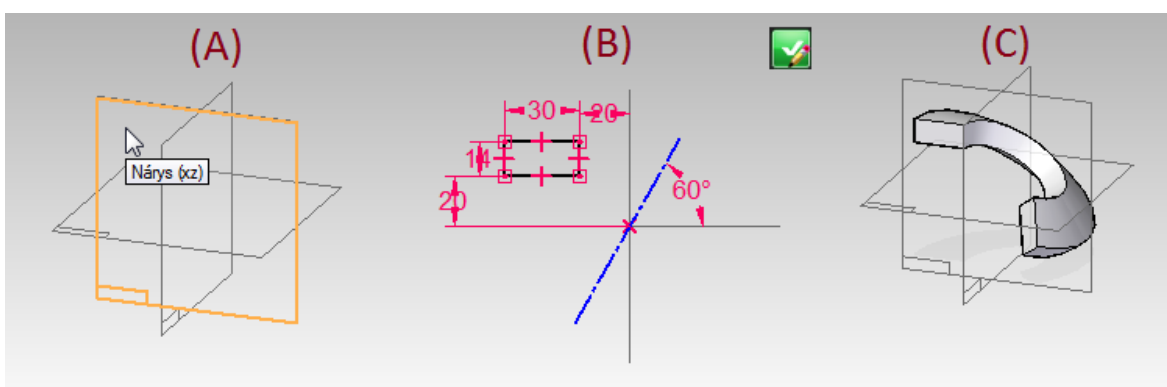
Znovu se zde nachází funkce pro Symetrické  a nesymetrické  rotování profilu,  klíčové body a funkci hodnotou.

 **Hodnotou** – Tato funkce otouje prvek o zadanou hodnotu. Hodnotou je v tomto případě úhel rotace.

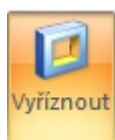
 **Otočit o 360°** - Otočí prvek o 360°. Automaticky tato funkce otouje profil dokola a vytvoří tak plně rotační součást.

Hodnoty rotace se zadávají z klávesnice do políčka úhel s možností volby již známého kroku .

Po zadání všech potřebných nastavení rotace je třeba kliknout LTM do prostoru nebo potvrdit klávesou Enter. Na panelu příkazu se aktivuje tlačítko **Dokončit** , kterým se tvorba modelu dokončí. Na tlačítko Dokončit lze kliknout myší nebo jednoduše stisknout klávesu Enter.



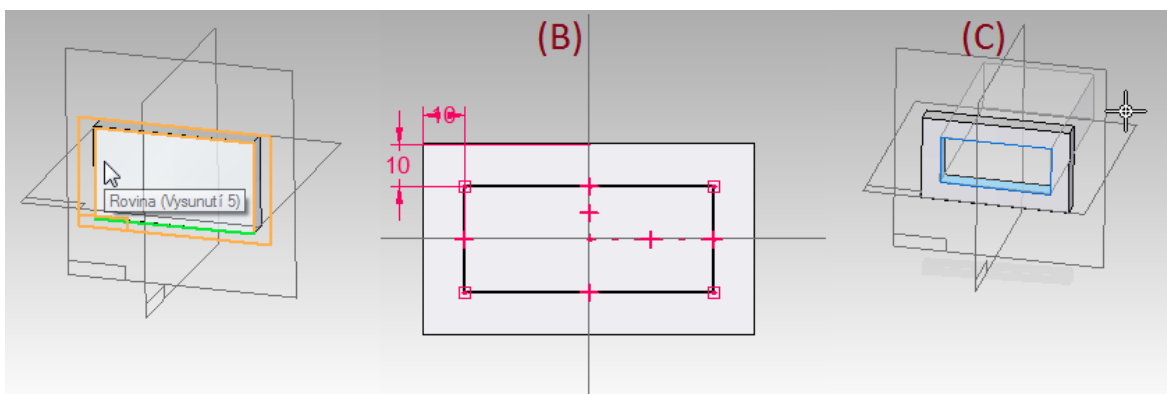
Obrázek 88. Postup tvorby rotačního objemového modelu



Vyříznout

Příkaz slouží pro odebrání materiálu po pomyslné přímce a je podobný příkazu **Vysunout**. Při tažení profilu ale materiál nepřidává, ale ubírá.

Je vhodný například pro tvoření kapes v součástce nebo profilové díře skrz těleso.




Obrázek 89. Postup odebrání materiálu vyříznutím

Po spuštění příkazu **Vyříznout** je třeba vybrat objekt, od kterého bude materiál odebrán. Tím se zároveň vytvoří nová skica, kde se nakreslí požadovaný profil pro odebrání materiálu. Stejně tak lze použít již existující skicu.


Po výběru či vytvoření skici se zadá stejně jako u příkazu **Vysunout** vzdálenost neboli rozsah vysunutí, respektive vyříznutí.

Před dokončením vyříznutí je ještě třeba zadat stranu, na kterou se má vyříznutí provést. Systém automaticky pozná, zda se jedná o stranu, kde není žádný materiál a u kurzoru my-

ši zobrazí výstražný trojúhelník  jako výstrahu, že se jedná o špatnou volbu strany.

Tím je vyříznutí hotové.

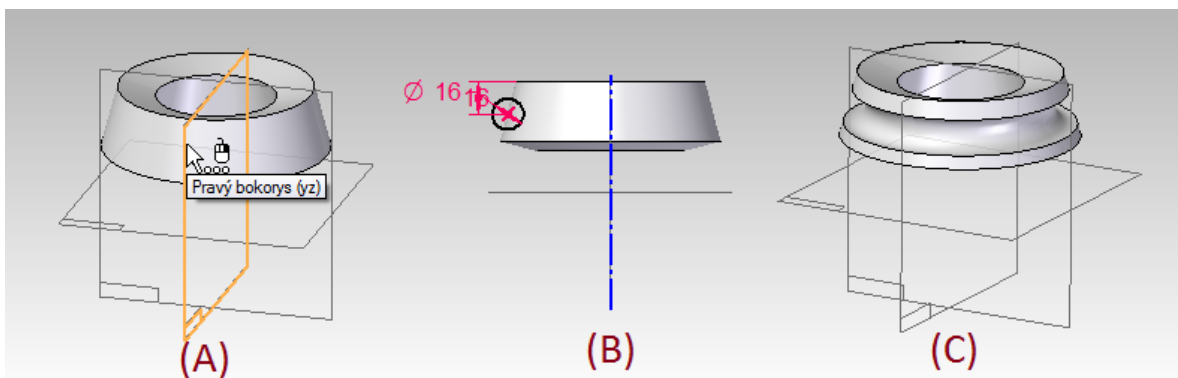
Editace

Lze stejně jako u jiných objektů dodatečně měnit jeho parametry i profil pomocí editačních tlačítek, které se nacházejí na panelu příkazu nebo podrobněji v nabídce vyvolané ze stromě modelu pomocí PTM na prvek  **Vyříznutí 2**.



Vyříznutí rotací

Příkaz slouží pro úběr materiálu kolem osy rotace. Postup při zadávání příkazu a panel příkazu je totožný s příkazem **Rotovat**.



Obrázek 90. Odběr materiálu rotací



SKUPINA PŘÍKAZŮ ZAOBLENÍ/ZKOSENÍ

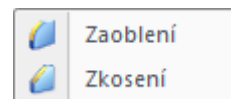
Příkaz **Zaoblení** nabízí dvě varianty geometrické úpravy 3D modelu. Jedná se o **zaoblení**



a **zkosení**



hrany objektu. Při rozbalení příkazu **Zaoblení**



lze

zvolit jednu z možností, které příkaz nabízí.

Příkaz funguje tak, že zaoblí či zkosí (podle druhu příkazu) hrany modelu, které se pomocí LTM vyberou k úpravě.



Zaoblení

Po výběru hrany příkazem **zaoblení** se ihned zaoblení na součástce provede a příkaz čeká na zadání nových hran a současně na panelu příkazu na zadání hodnoty poloměru

zaoblení hran . Pro potvrzení vytvoření zaoblení je nutné stisknout

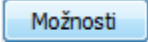
tláčítko **Potvrdit** **Potvrdit** nebo stisknout klávesu Enter. Tím se aktivuje tlačítko **Náhled**

, které zprostředkuje skutečný náhled zaoblení na součástce a vytvoří jej. Je-li zaoblení v pořádku, lze zadat další hrana nebo příkaz ukončit tlačítkem **Dokončit**



na panelu příkazu. Neznamena to ale, že se tento postup musí dodržovat při výběru každé hrany zvlášť. Hrany lze označovat hned za sebou bez mezioperací.

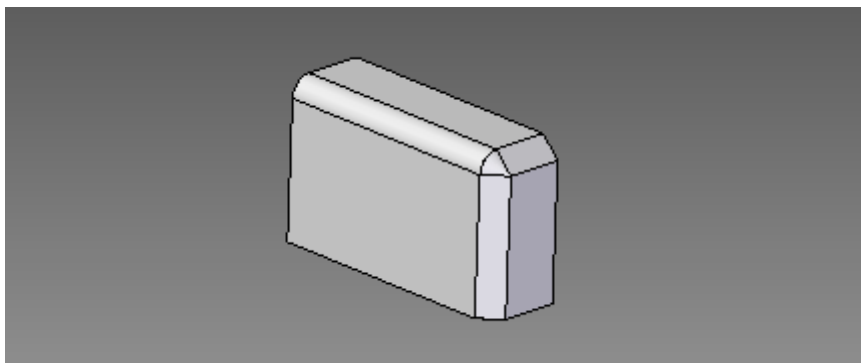
Kliknutím na oddíl na **panelu příkazu** se otevře okno s **parametry zaoblení**.

Lze zde nastavovat **posouvání zaoblení podél tečných hran**, které udává, zda zaoblené přeběhne i přes hrana nebo bude hrana useknuto. Možnosti **zakončit ostré hrany** a **posouvat podél ostrých hran** definuje, zda se do zaoblení promítne přechod ostré hrany nebo bude zaoblení hladké po celém svém obvodu. **Posun podél přechodových hran** má stejnou funkci jako posouvat podél ostré hrany, ale aplikuje se na přechodové hrany. Volby **Zkosit v rohu** nebo **Posouvat kolem rohů** určuje, jak bude zaoblení přecházet přes hrany. Volba posouvat kolem rohů vytvoří zaoblení i přes roh.

Tlačítko  na panelu příkazu skrývá další možnosti zaoblení. Lze zde nalézt čtyři možnosti chování zaoblení hran. Zaoblení může udržovat konstantní průměr nebo proměnný. Zaoblovat stěny a zaoblení stěn ploch.

Zkosení


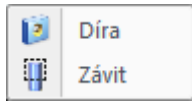

Při tvorbě **zkosení**  je postup s výběrem hran naprosto totožný s příkazem zaoblení. Zde se ale místo poloměru zaoblené zadává tzv. odstup , který znamená velikost sražení hrany na obou stranách sražení s výsledným úhlem sražení 45°. V oddílu Vybrat hranu, je možnost nastavení prvku, na který se má zkosení aplikovat.



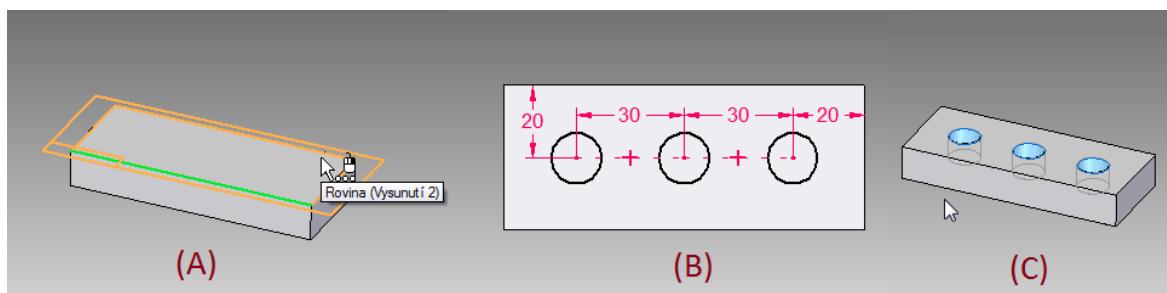
Obrázek 91. Aplikace zaoblení a zkosení hran modelu



SKUPINA PŘÍKAZŮ DÍRA/ZÁVIT

Příkaz **Díra**  zahrnuje ve své nabídce  ještě příkaz **Závít** , který úzce souvisí s příkazem díra.

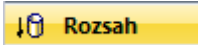
Díra



Obrázek 92. Postup tvorby díry do součásti

Díru lze vytvořit pouze do již existujícího tělesa, takže je nutné mít přichystaný model, do kterého se budou díry tvořit.

K vytvoření díry nebo soustavy děr je třeba označit plochu pro skicu, ve které se budou zadávat pozice díry, viz Obrázek 92. Ve skice zadat jejich pozice a následně při návratu do 3D prostoru zadat další parametry děr.

Na **panelu příkazu** se automaticky rozbalí oddíl , kde je možnost určit následující parametry tvorby díry.



Přes vše – Vytvoří díru, která povede skrz přes všechny stěny součásti.



K dalšímu – Vytvoří díru, která vede pouze k další ploše součásti.

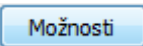


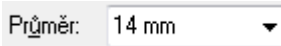



Od/do – Díra je tvořena počáteční a koncovou plochou.

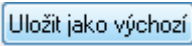


Hodnotou – Díra je protažena o zadanou hodnotu.

Po zadání těchto parametrů je třeba zvolit ještě další parametry díry, jako je například její průměr.

Na **panelu příkazu** je tlačítko , kterým se otevře dialogové okno s možnostmi díry. Zde je možnost zadat **typ díry** , **jednotky** ve kterých se bude zadávat , dostupné jsou mm a palce, **průměr díry** , a další volby jako je **hloubka díry** a **vrcholový úhel** dna díry.

Vrcholový úhel **Vrcholový úhel:** lze numericky libovolně zadat a určit, zda se bude hloubka díry odměřovat k vrcholu dna nebo ke konci válcové části díry . Tato volba je ovšem dostupná pouze v případě tvorby díry, která je kratší než výška tělesa, do kterého je tvořena.


Takto nastavené parametry si uživatel může uložit pro další opětovné použití tlačítkem **Uložit**, nebo může nastavení díry nastavit i jako výchozí pro každou tvorbu díry tlačítkem **Uložit jako výchozí** .


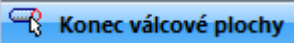
Nyní je třeba zadat, na kterou stranu od roviny skici se má díra vytvořit. Protože tvorba díry je operace podobná příkazu **Vyříznout**, tedy odebírá materiál ze součásti, je jasné, že strana, na kterou se bude díra tvořit, bude ta, kde je materiál.

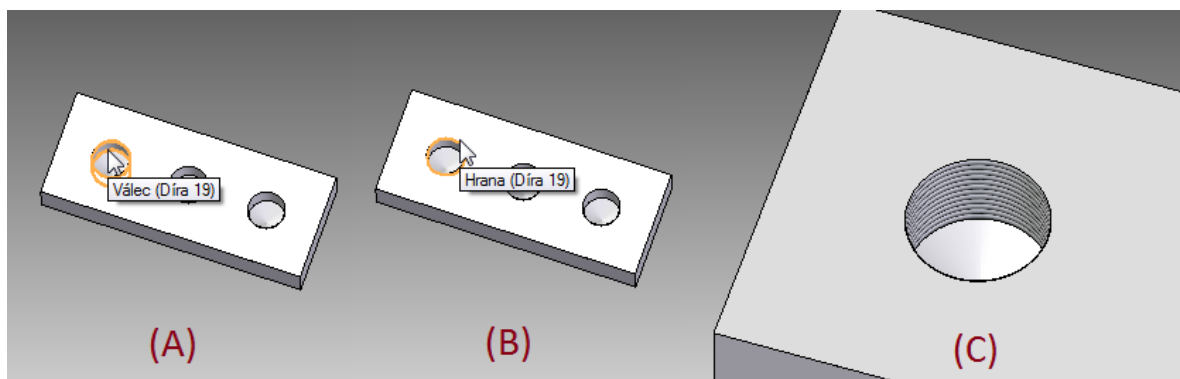
Tvorba díry se již tradičně dokončí tlačítkem .



Závít

Příkaz **Závít**  vytvoří do již připravené díry v součástce závit. Hned po spuštění příkazu se zobrazí okno s výběrem, zda se bude tvořit závit válcový nebo kuželový.

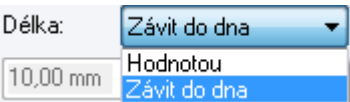
Pro vytvoření závitu v díře nebo na válcové či kuželové součástce je třeba označit válcovou plochu, na které se bude závit tvořit, viz Obrázek 93. Na **panelu příkazu** je tato volba zahrnuta v oddílu . Jako počátek závitu nebo odměřování závitu se zadává konec válcové plochy, oddíl . Od tohoto konce se buď vytvoří závit, nebo v případě jeho odsazení se od této hrany bude počítat jeho odsazení.



Obrázek 93. Postup tvorby závitu ve válcové díře

Po zadání těchto parametrů se na panelu příkazu aktivují další nastavení závitu v oddílu

. Lze zde zadat hodnota **odsazení** , **délka** závitu

udaná  buď hodnotou, nebo určením, že závit bude až do dna díry, případně skrz, je-li díra průchozí.

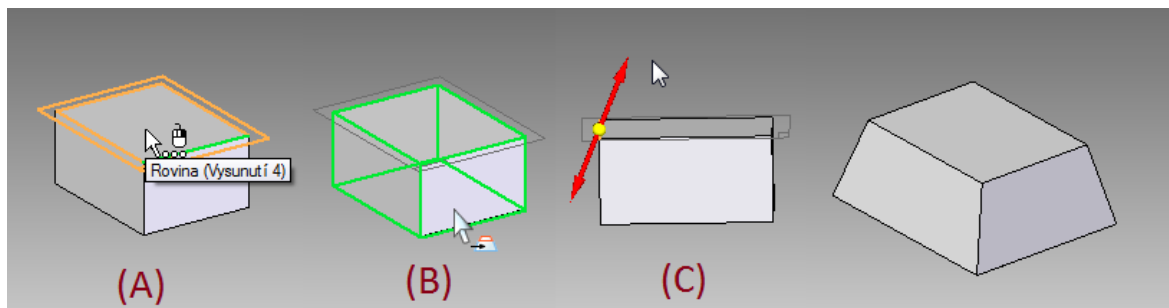
Dále je v oddílu parametrů možnost volby typu závitu a v jakých jednotkách bude definován .



Úkos

Příkaz vytvoří úkosy na součástce. Jako první je nutné zadat rovinu **Výchozí rovina úkosu**, od které se bude úkos odměřovat. Lze zvolit buď referenční rovina, libovolná jiná rovina nebo plocha přímo na součástce. Plochy, které budou naklápěny, nemusí být kolmo k vybrané rovině, ale jejich úhel se k ní bude odměřovat.

Další se musí vybrat plochy **Vybrat plochu**, které se budou naklápět. Zde jsou možnosti jak vybrat plochy: **Plocha** – vybere jednotlivě plochy, **Řetězec** – sled navazujících ploch, **Smyčka** – vybere protilehlé strany a možnost **Všechny kolmé plochy** – vybere všechny kolmé plochy k výchozí rovině úkosu. V oddílu **Vybrat plochu** se ihned po výběru plochy určené k naklonění aktivuje pole pro zadání úhlu úkosu . Tlačítkem **Potvrdit** se operace potvrdí a tlačítkem **Další** lze zadávat směr úkosu pomocí šipek, které se překlápí na strany podle pozice kurzoru myši v prostoru, viz Obrázek 94.

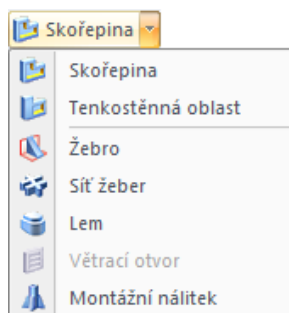


Obrázek 94. Úkos na součástce



SKUPINA PŘÍKAZŮ SKOŘEPINA

Příkaz Skořepina nabízí ve svém rozbalovacím menu několik dalších příkazů.

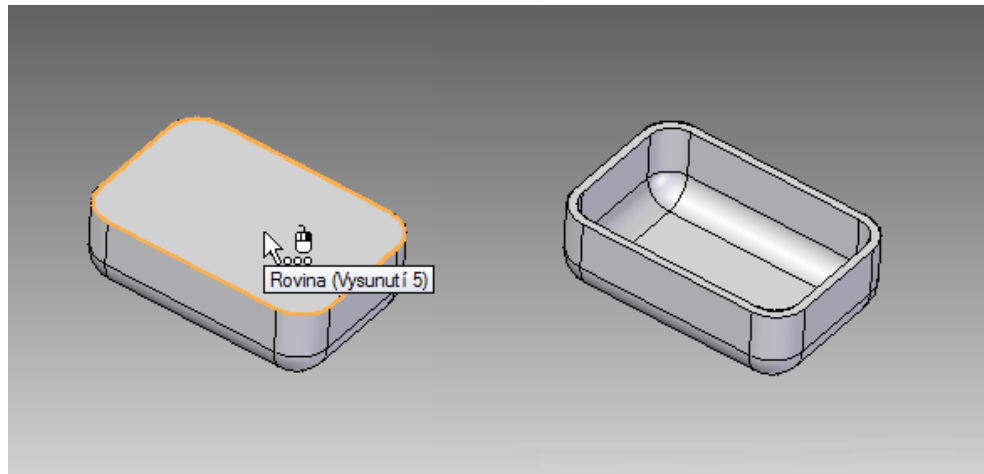


Obrázek 95. Rozbalovací menu příkazu Skořepina



Skořepina

Tímto příkazem lze provést jednoduché převedení plně objemové součásti na **skořepinu** nebo také **tenkostěnné nádoby**.



Obrázek 96. Tvorba skořepiny

První se na panelu příkazu rozvine oddíl **Společná tloušťka**, kde je nutné zadat tloušťku stěny skořepiny a dále zde je možnost zvolit, jak se skořepina vytvoří:



Odsadit ven – Odsadí plochu součásti o zadanou tloušťku stěny směrem ven.



Odsadit dovnitř - Odsadí plochu součásti o zadanou tloušťku stěny směrem dovnitř.



Symetricky – Vystředí zadanou tloušťku stěny na ploše součásti.


Zadáním se systém přepne do oddílu otevřené plochy **Otevřené plochy**, kde se určí

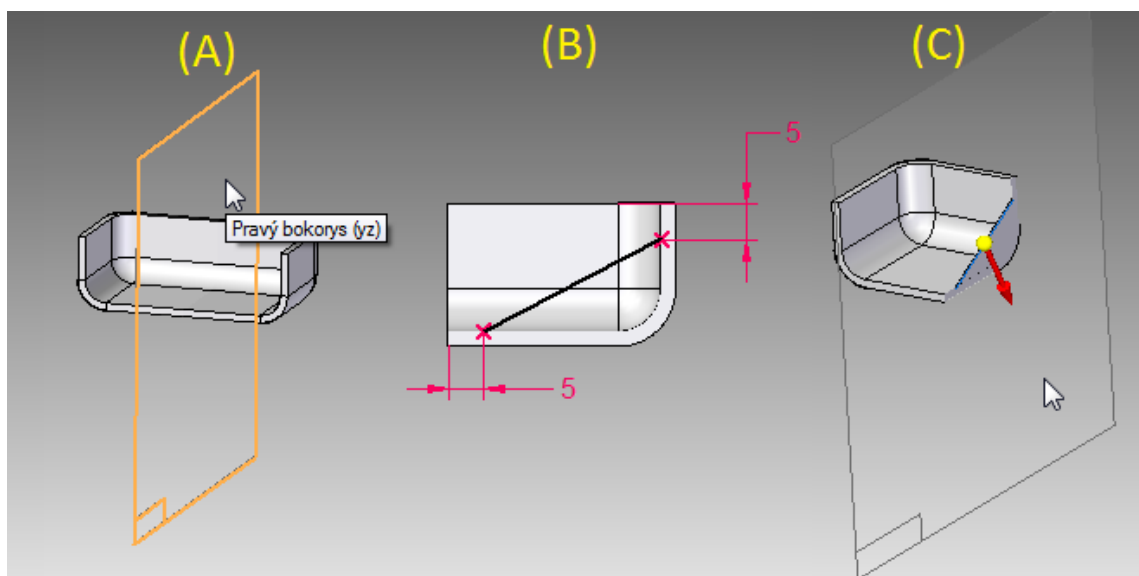


plochy, případně řetězec ploch, kde bude nádoba otevřená

Další oddílu jedinečná tloušťka **Jedinečná tloušťka** umožňuje zadat plochu, která se svojí tloušťkou bude lišit od jiných. Například silnější dno nádoby.



Žebro

Příkaz **Žebro**  slouží k tvorbě **žebra** v součásti. K jeho zadání je třeba vybrat nebo vytvořit rovinu, ve které se nakreslí výchozí prvek žebra. Žebro je v podstatě zhmotnělý 2D prvek, který je vytažený do prostoru.





Obrázek 97. Postup tvorby žebra

Po vytvoření skici je třeba vybrat směr, kam se má žebro vytvořit. K tomu slouží červená šipka, která mění svůj směr podle pozice kurzoru myši v prostoru grafického okna.


Na **panelu příkazu** se po ukončení skici aktivuje oddíl **Směr**  **Směr**, kde je možné určit parametry tvořeného žebra.

Nachází se zde čtyři příkazy a možnost zadání tloušťky žebra .

 **Protáhnout** – Protáhne geometrii v rovině profilu protne geometrii součásti.

 **Bez protažení** – Neprotáhne geometrii profilu do průřezu geometrie součásti.

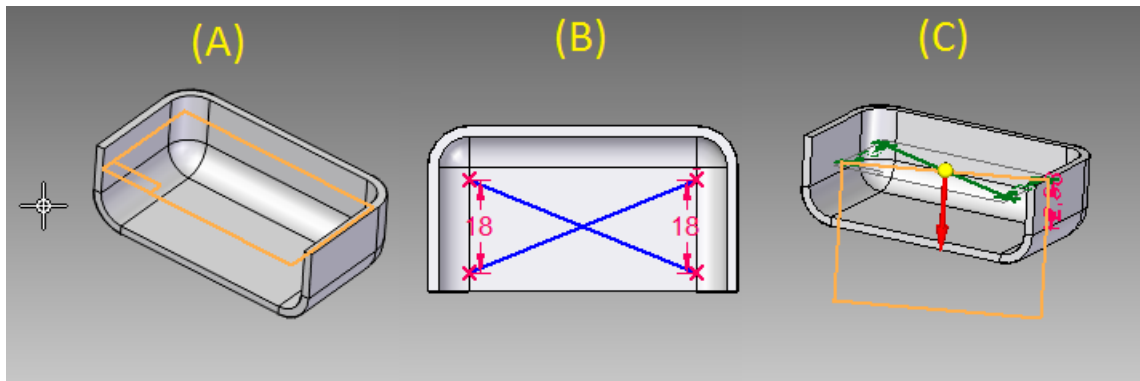
 **K dalšímu** – Protáhne prvek žebra k další ploše součásti.

 **Hodnotou** – Protáhne prvek žebra o zadanou hodnotu .

TIP: Při tvorbě profilu žebra je dobré dát pozor, aby nepřesahovala mimo geometrii součásti. V tom případě by se žebro nevytvořilo a došlo by k chybě.

Síť žeber

Příkaz slouží k vytvoření sítě žeber. Profil tedy nebude tvořen jedním prvkem, ale hned několika.




Obrázek 98. Postup tvorby sítě žeber

Postup je naprosto stejný jako u příkazu **Žebro** . Vybere se rovina pro skicu, do které se vytvoří prvky určující tvar a pozici žeber.


Znovu je třeba zadat směr žeber, kam se mají vytvořit. Po tomto kroku se aktivuje oddíl


 **Zakončení**, kde je možné nastavit následující parametry žeber.

Pro definování úhlu úkosu slouží políčko pro zadání úhlu .

 **Možnosti zakončení** – Nastaví, zda se dotazovat na možnosti zakončení či nikoliv.

 **Přímý** – Odstraní úkosový nebo soudkovitý tvar ze žeber a ponechá žebra rovná.


 **Úkos** – Přidá úkos k vysunutí žeber.



 **Obrátit** – Obrátí úhel úkosu žeber.

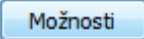
Větrací otvor

Příkaz větrací otvor slouží k vytvoření větracího otvoru do součásti vybráním patřičných objektů ze skici.

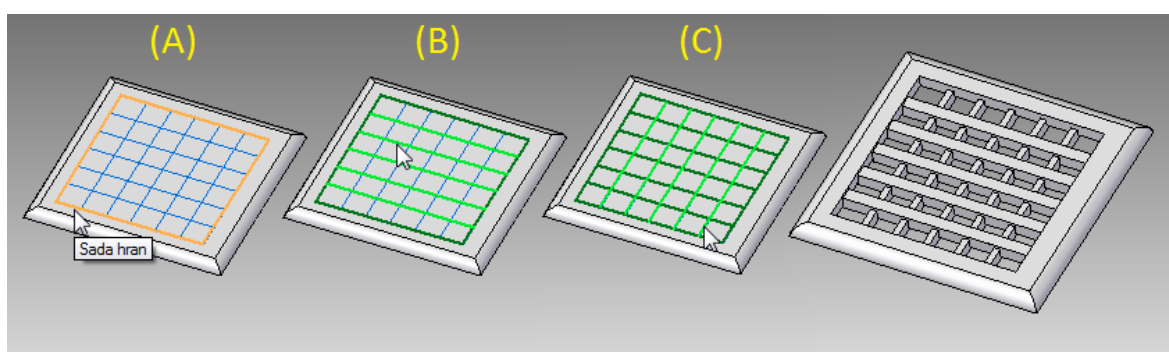
Důležité je nakreslit skicu větracího otvoru na součástku ještě před začátkem práce s větracím otvorem. Skica musí obsahovat ohraničení větrací oblasti, žebra a vzpěry. Žebra nebo vzpěry se nemusí tvořit pokaždé, a proto je lze při tvorbě větracího otvoru přeskočit.

Výběr prvků začíná  **Vybrat hranici** výběrem hranice ze skici. Hranice musí tvořit uzavřený objekt, jinak nelze vytvořit.

Následuje zadání geometrie žebër  **Vybrat žebra** a vzpěr  **Vybrat vzpěry**.

Kliknutím na tlačítko Možnosti  v horní části panelu příkazu se zobrazí okno s podrobným nastavením žebër a vzpěr.

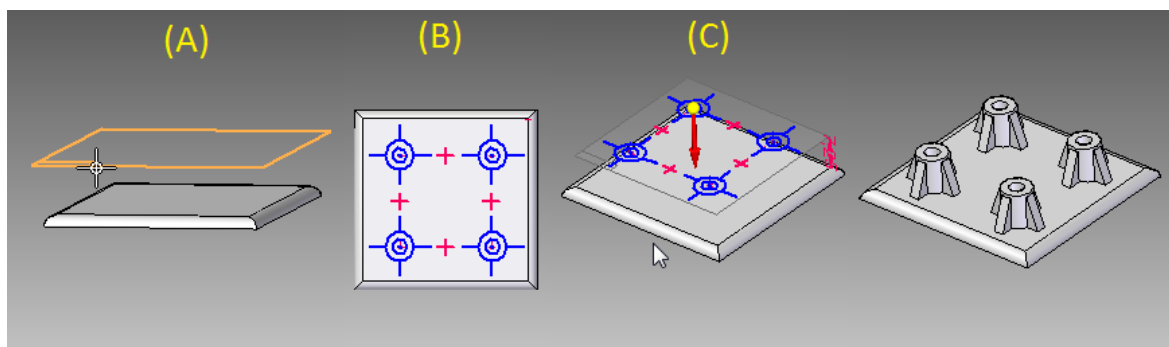
Před vytvořením větracího otvoru do součásti je ještě třeba zadat směr, který určí, na jakou stranu se větrací otvor vytvoří.



Obrázek 99. Tvorba větracího otvoru



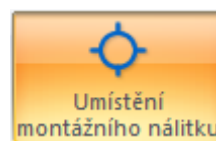
Montážní nálitek



Obrázek 100. Tvorba montážního nálitku


Příkaz montážní nálitek vytvoří prvek montážní nálitek. Je nutné zadat nebo vytvořit rovinu, která bude definovat jeho výšku a ve které se vytvoří skica se zadáním umístění mon-

tážního nálitku. Ve skice se na pásu karet aktivuje tlačítko



Umístění
montážního nálitku

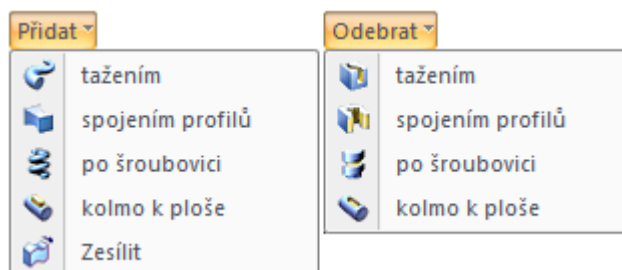
lze určit v profilu umístění montážního nálitku.

Zároveň lze tlačítkem  Možnosti montážního nálitku, které je umístěno ve skice na panelu příkazu, definovat přesný tvar a rozměry nálitku. Otevře okno, kde je toto nastavení podrobně znázorněno.

Plocha, na kterou se montážní náledek tvoří, musí být pevná (nelze vytvořit například na větrací otvor). V opačném případě nastane systému chyba booleovské operace.

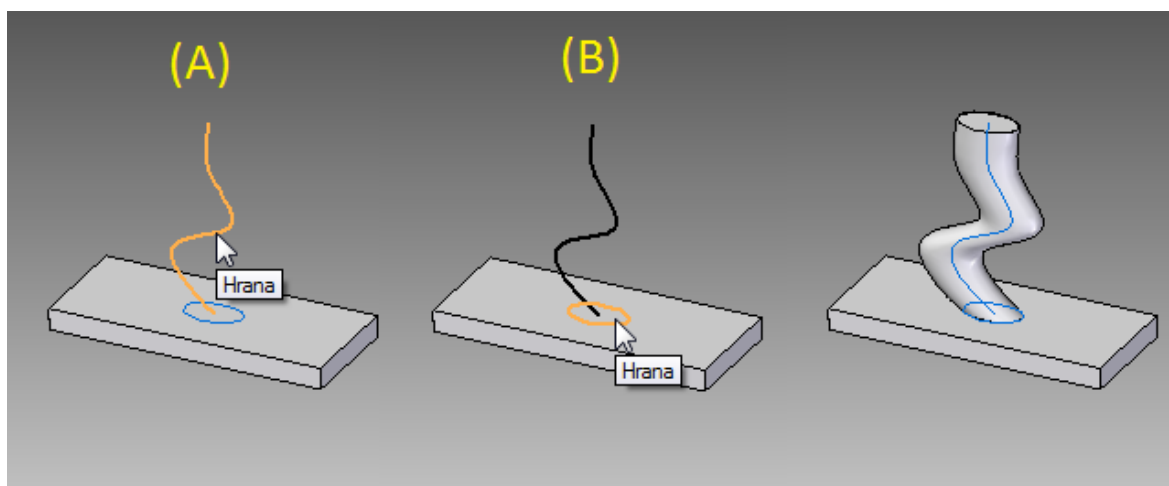
a SKUPINA PŘÍKAZŮ PŘIDAT A ODEBRAT

Pod tlačítkem **Přidat** se skrývá pět příkazů, které slouží pro přidání materiálu k součástem různými způsoby a pod tlačítkem **Odebrat** čtyři naprosto stejné příkazy jako pod tlačítkem přidat, pomocí kterých lze materiál pro ze součásti odebrat.



Obrázek 101. Příkazy pod sekci přidat a odebrat

Přidat tažením a Odebrat tažením



Obrázek 102. Přidání tažením

Příkazy vytvoří vysunutí tažením jednoho nebo více průřezů pomocí až tří trajektorií. Trajektorie udává dráhu tažení profilu.

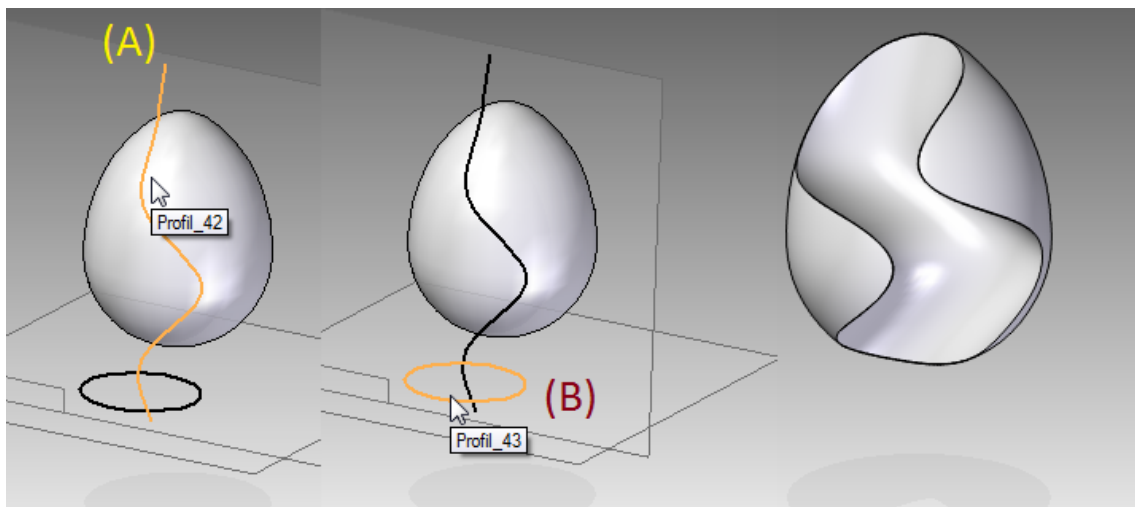
Hned při spuštění příkazu **přidat tažením** nebo **odebrat tažením** se zobrazí okno s nastavením tažení profilu.

Po nastavení možností v okně se aktivuje oddíl **Trajektorie**, kde se vybere buď již existující skica s trajektorií, nebo lze vytvořit novou.

Další prvek, který je třeba vybrat je profil, který bude tažen po trajektorii. Oddíl **Průřez** slouží k vybrání nebo vytvoření průřezu, profilu.

Přidání tažením viz Obrázek 102.

Odebrat tažením viz Obrázek 103.



Obrázek 103. Odebrat tažením



Přidat spojením profilů a



Odebrat spojením profilů

Příkazy vytvoří vysunutí propojením více průřezů. Průřezy jsou v jednotlivých skicách, které mohou být připraveny předem, nebo je lze tvořit přímo při jejich zadávání.

V oddílu **Řez** se přidávají a tvoří jednotlivé průřezy.



Skica – Umožňuje výběr ze skici nebo výběr roviny skici profilu.



Kreslit profil – Zpřístupní příkazy pro nakreslení profilu.




Definovat počátek – Určuje bod na průřezu odpovídající počátkům sousedním průřezů.




Pořadí řezů – Určuje pořadí průchodu prvků řezu.



Upravit Vybrat profil – Vybere profil v prvku pro úpravu.

Oddíl  **Vodící křivka** má naprosto stejné příkazy, ale s rozdílem, že se zde zadává a tvoří vodící křivka pro tažení průřezů.

Nakonec když jsou definovány průřezy a vodící křivka, je možnost v oddílu  **Rozsah** nastavit další parametry spojení profilů.



Přirazení vrcholů – Pomocí přiřazení bodů v řezech určuje tvar spojení profilů.



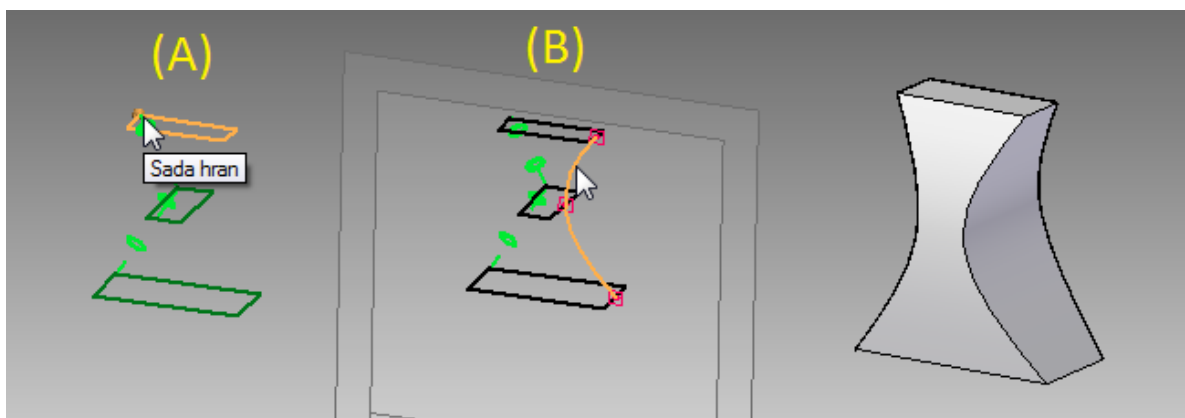
Hodnotou – Vytvoří spojení profilů od prvního k poslednímu průřezu.



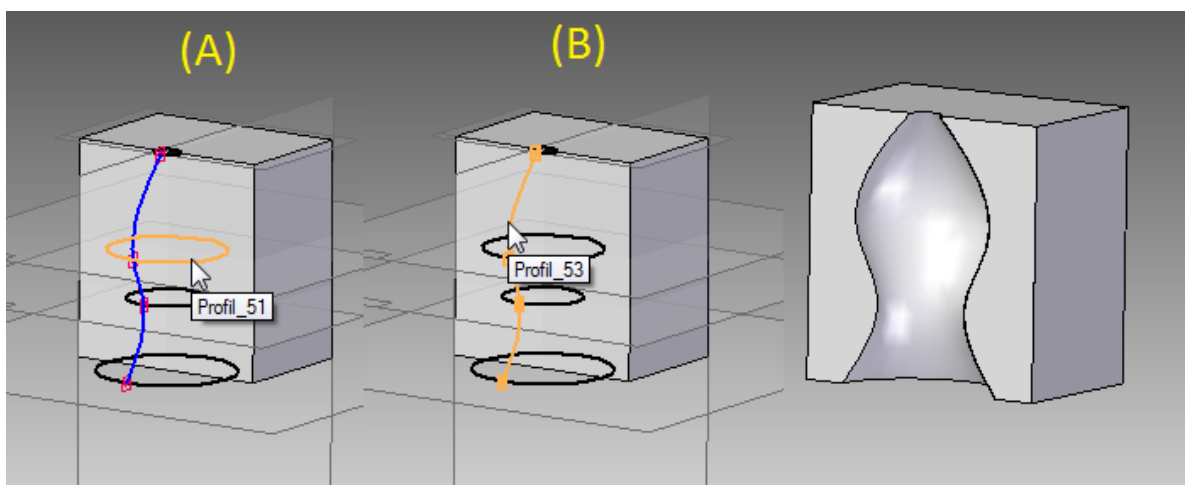
Uzavřený – Uzavře spojení profilů připojením posledního průřezu.

Další dvě políčka slouží pro nastavení podmínky spojení konců profilů

Kon. 1: a Kon. 2:




Obrázek 104. Vysunutí spojením profilů

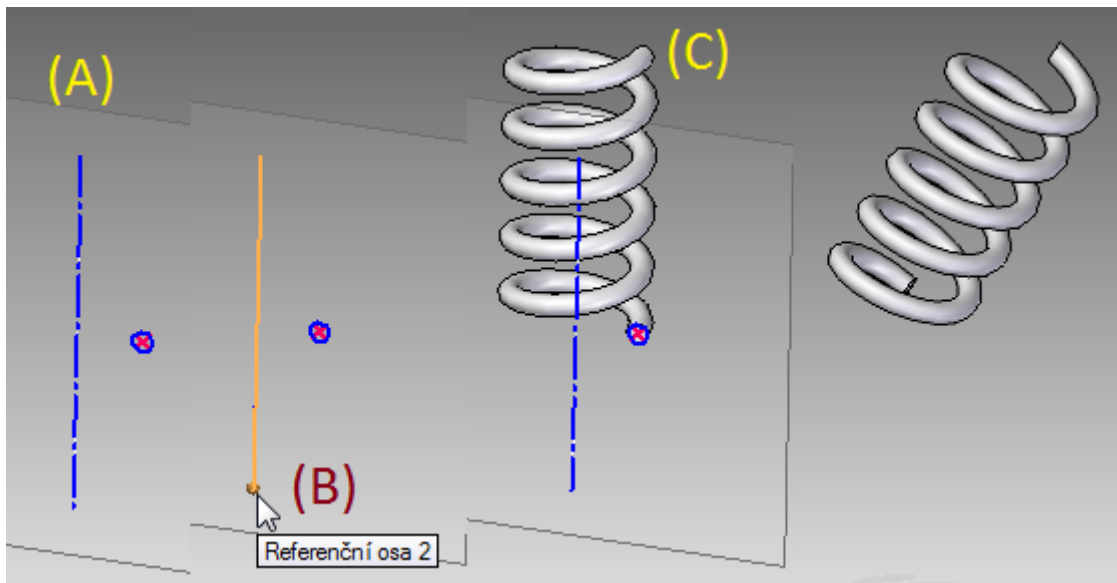


Obrázek 105. Odebrání spojením profilů

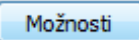
Přidání po šroubovici a Odebrat po šroubovici


Příkazy vytvoří vysunutí profilu po šroubovici přidáním pro přidání materiálu a odebráním pro odebrání materiálu po šroubovici.


 **Osa a řez** Nejprve je třeba vytvořit nebo zadat osu šroubovice a profil. Osa udává střed rotace rotovaného profilu.

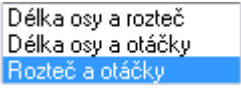



Obrázek 106. Tvorba šroubovice

Současně zde je aktivní tlačítko , které otevře okno s výběrem, jestli se bude šroubovice tvořit rovnoběžně nebo kolmo.


 **Počátek** Další bod pro tvorbu šroubovice je zadání počátku šroubovice, podle počátku si systém zvolí, na jakou stranu se šroubovice vytvoří.

 **Parametry** V parametrech šroubovice lze zvolit, jakým způsobem se budou parametry


šroubovice zadávat. Na výběr je ze tří možností .

Kliknutím na tlačítko  se zobrazí okno s podrobným nastavením šroubovice.

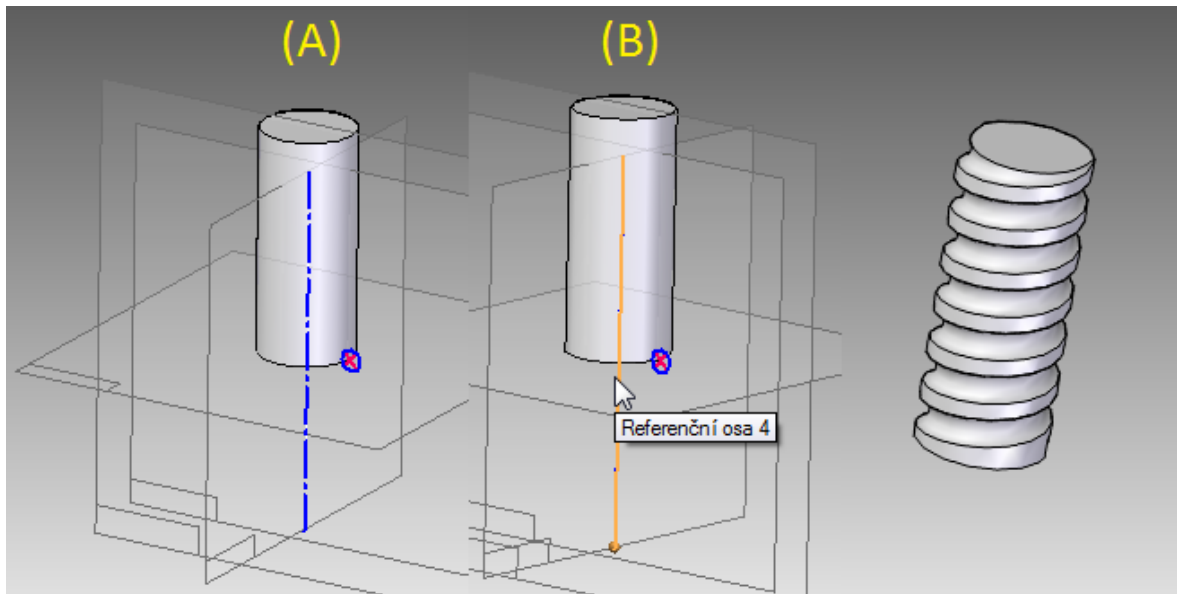
 **Rozsah** Další možnost, jak zadat tvar a velikost šroubovice, je určit její rozsah:

 **Přes vše** – Protáhne prvek skrz celou součást.

 **K dalšímu** – Protáhne prvek v součásti.

 **Od/do** – Určuje rozsah prvku pomocí počáteční a koncové plochy.

 **Hodnotou** – Roztáhne prvek o zadanou délku.




Obrázek 107. Odebrání po šroubovici


 **Přidání kolmo k ploše** a  **Odebrat kolmo k ploše**


Příkazy vytvoří přidáním vysunutí a odebráním vyříznutí kolmé k plochám součásti pomocí zadané křivky.

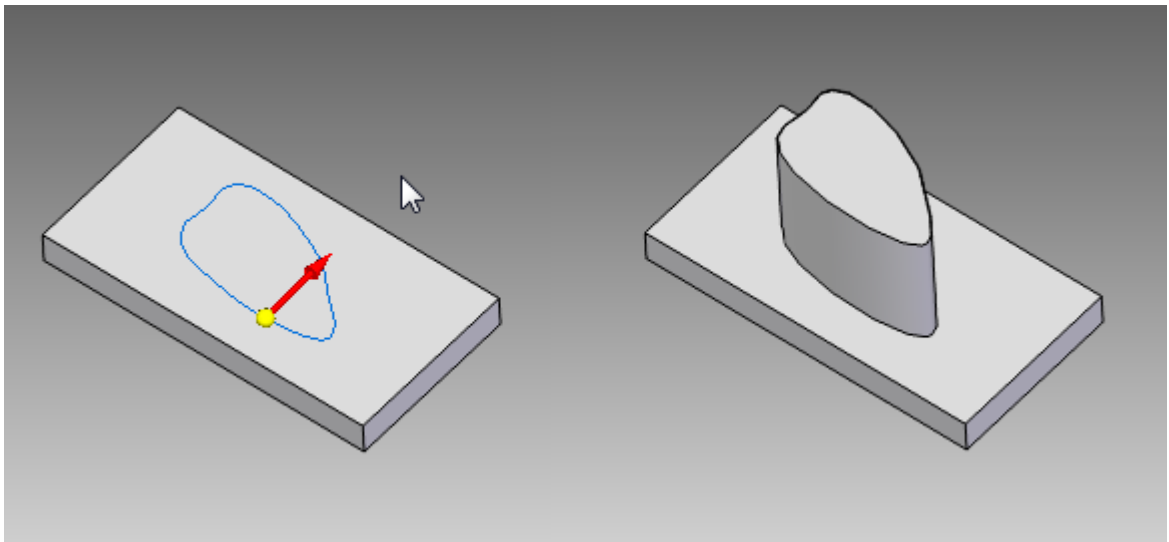
Aby bylo možné tvořit kolmo k ploše, musí již existovat nějaká plocha, ke které se bude přidávat nebo, ze které se bude odebírat.

Existuje li plocha, je třeba na ni vytvořit křivku odpovídající vytaženému nebo vyříznutému tvaru kolmo k ploše. V oddílu  **Vybrat křivku** se vybere křivka na ploše

 **Plochy dotýkající se křivek** – Upraví pouze plochy dotýkající se křivky.

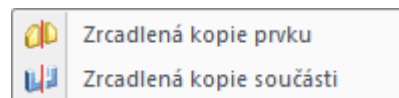
 **Všechny plochy** – Upraví všechny plochy uvnitř křivky. Tato možnost v případě vnějšího vytahování vytáhne všechny plochy tělesa.

Když je křivka udávající tvar zadaná, určuje se strana  **Strana**, jak se má model vytvořit. V případě přidání se určí, zda se bude přidávat uvnitř křivky nebo na vnějšku křivky, viz Obrázek 108. V případě odebrání se určí, zda se odebere prostor v křivce nebo zda se odebere okolní materiál a materiál v křivce zůstane nezměněn. Také se zde zadává výška vytažení profilu nebo ploch .



Obrázek 108. Přidání kolmo k ploše uvnitř křivky


SKUPINA PŘÍKAZŮ ZRCADLIT





Příkaz zrcadlit obsahuje dva typy příkazů zrcadlení

Zrcadlená kopie prvku

Vytvoří zrcadlenou kopii vybraných prvků. Tento typ zrcadlení provádí zrcadlení především prvků na tělese, které součástku upravují a doplňují. Například vytvořená zaoblení hran, díry se závitem, drážka pro pero aj.

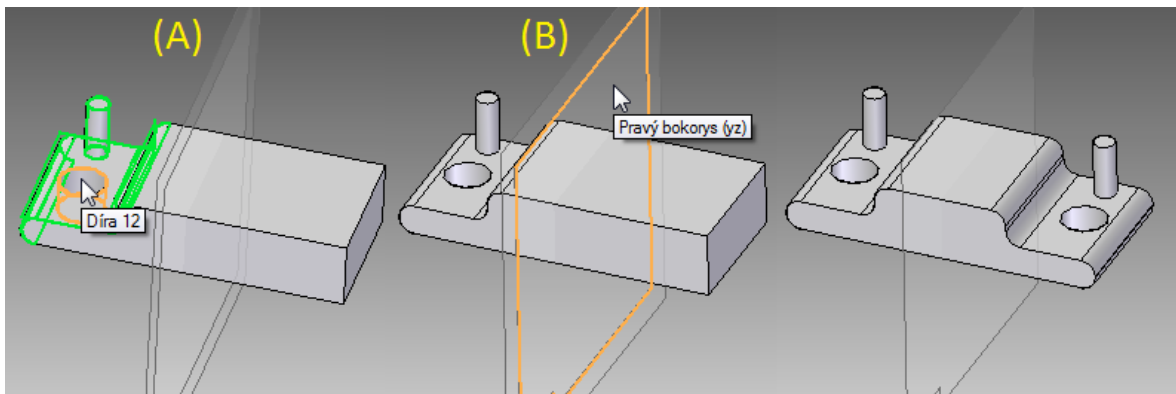
 **Vybrat prvky** Nejprve je třeba vybrat prvky, které se mají zrcadlit.

 **Vybrat rovinu** V dalším kroku se zadává rovina, která představuje osu zrcadlené. Lze zadat existující nebo vytvořit novou.

 **Inteligentní pole** – Vytvoří výskyty, které se přizpůsobí geometrii součásti podle zadání nadřazeného prvku.



Rychle - Vytvoří výskyty, které se přizpůsobí geometrii součásti.



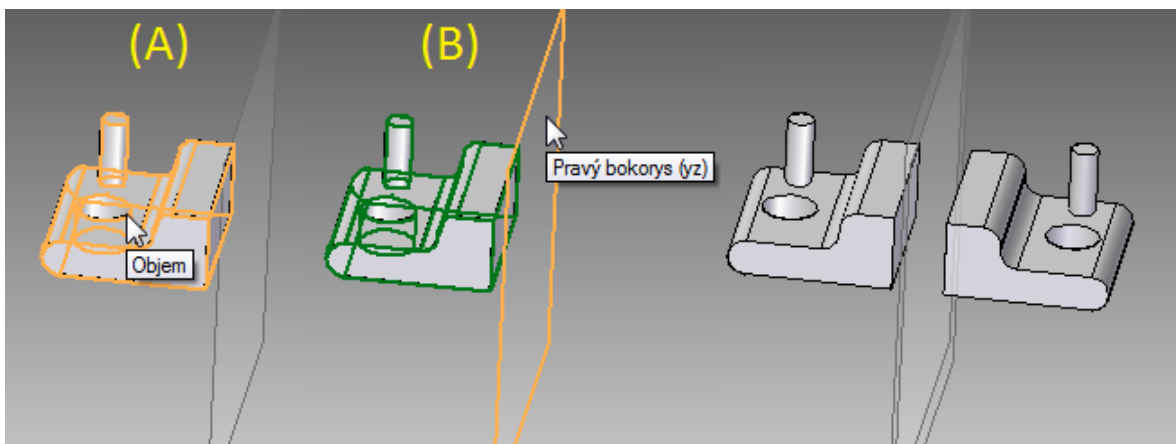
Obrázek 109. Zrcadlení prvků na součásti



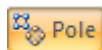
Zrcadlená kopie součásti

Zrcadlí tělesa, hrany, skici, plochy. Tento typ zrcadlení je vhodný pro zrcadlení například celé součástky, 2D prvků nebo skic.

Vybrat Stejně jako v případě zrcadlené kopie prvku se zde vybírají objekty ke kopírování a poté **Vybrat rovinu** rovina sloužící jako osa zrcadlení.



Obrázek 110. Zrcadlení součásti

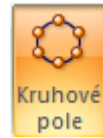


KRUHOVÉ A OBDÉLNÍKOVÉ POLE

Příkazem se vytvoří **kruhové** nebo **obdélníkové** pole. Pole slouží pro kopírování součástí nebo prvků na součástech ve velkém množství najednou v symetrických tvarech.

Pro tvorbu pole se nejprve zadává prvek v oddílu na panelu příkazu **Vybrat** nebo součást, která se bude kopírovat.

Jako další se vytvoří skica s **kruhovým** nebo **obdélníkovým** polem. Jaké se bude tvořit, se



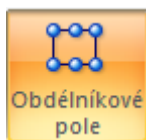
určí zapnutím na pásu karet tlačítka

a . Nyní lze tvořit skicu, která

udává tvar pole pro zkopírované prvky. Zadává se vnější rámec oblasti pole, ve kterém lze

na panelu příkazu zadat četnost zkopírovaných prvků v ose X a ose Y

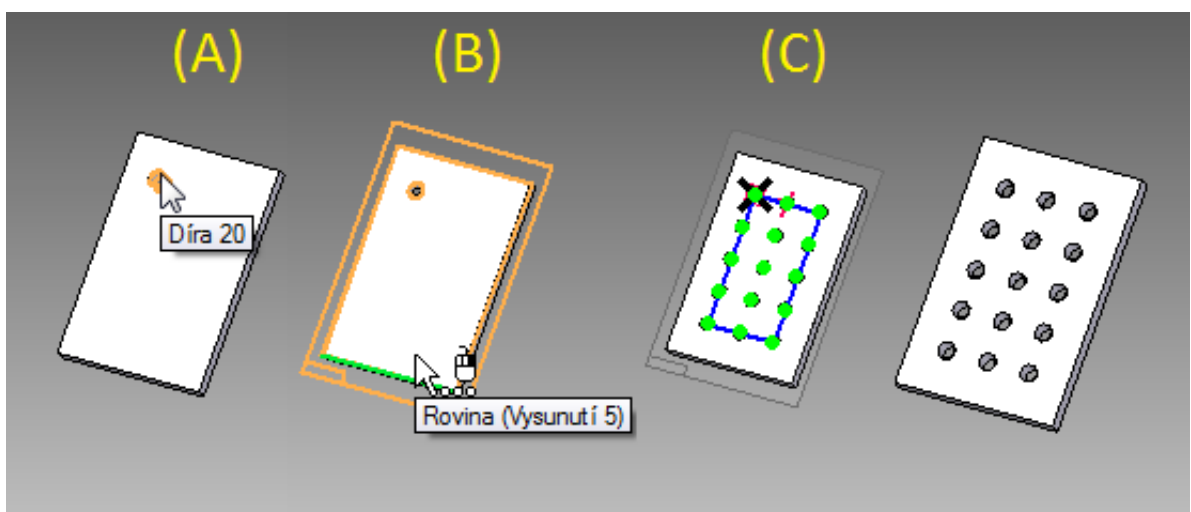
pro obdélníkové pole a počet prvků na kružnici s úhlovou roztečí pro kruhové pole.



Obdélníkové pole

U **obdélníkového pole** lze dále definovat jeho šířku a výšku

a pomocí tlačítek na panelu příkazu výskyty v poli.



Obrázek 111. Obdélníkové pole



Referenční bod – Definiuje referenční bod pole.



Vypnout výskyty – Vybere výskyty pole, které budou vypnuty.



Vypnout oblasti – Určuje, že se mají ve vybraných oblastech vypnout výskyty pole.



Možnosti stupňování – Zobrazí dialogové okno možností stupňování prvků v poli.



Kruhové pole

Podobně jako u obdélníkového pole lze u kruhového nastavovat výskyty kopírovaných prvků v poli a jejich rozmístění a četnost. Na panelu příkazu lze nalézt tlačítka:





Referenční bod - Definuje referenční bod pole.

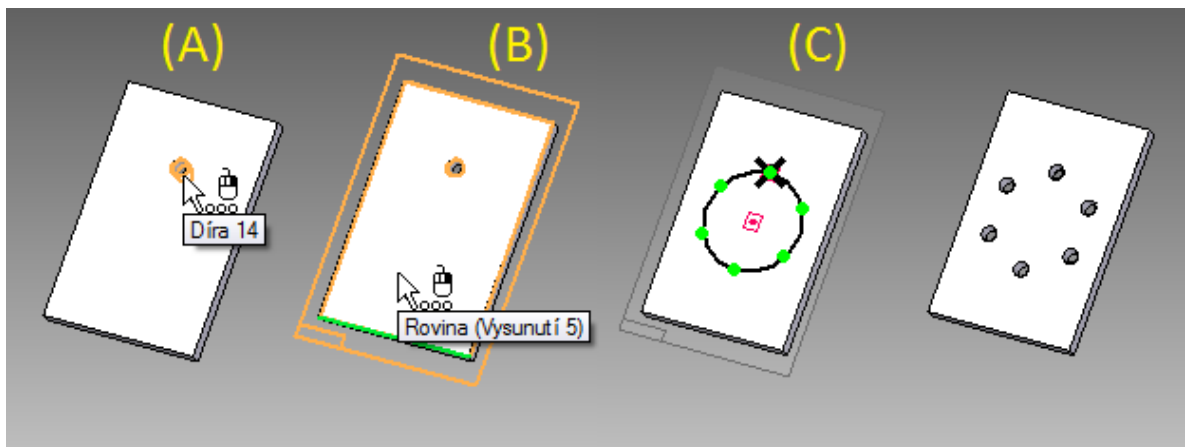


Vypnout výskyt - Vybere výskyty pole, které budou vypnuty.



Vypnout oblast - Určuje, že se mají ve vybraných oblastech vypnout výskyty pole.

Tlačítka   je možné určit, zda se bude tvořit pole kruhové nebo obloukové. Na panelu příkazu lze dále zadat poloměr pole , úhel v případě obloukového pole , počet prvků vyskytujících se na kružnici nebo oblouku a rozteč mezi kopírovanými prvky.



Obrázek 112. Kruhové pole



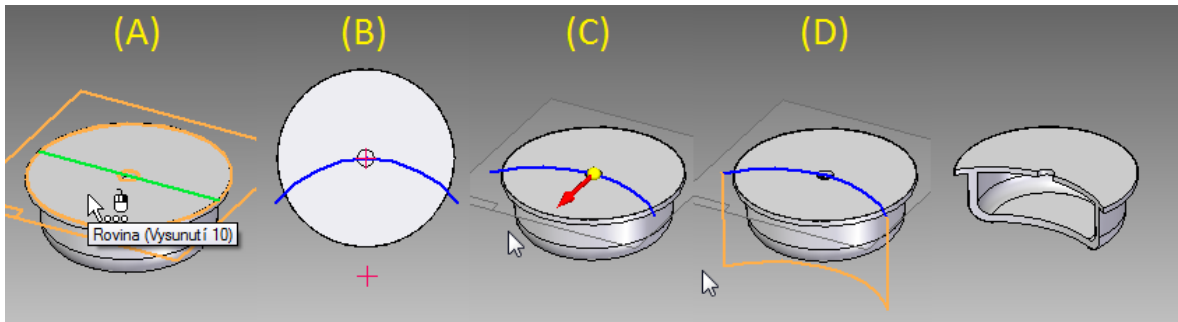
Řez

Na pásu karet v kartě nazvané **PMI** se nachází sekce **POHLEDY MODELU**. Tato sekce obsahuje dva příkazy, je to **řez** a **pohled**.


Příkaz **řez** slouží pro vytvoření řezu modelem. Tento řez slouží pro zobrazení a měření 3D modelu.

Jako první se zadává rovina na modelu nebo mimo něj, do které se vytvoří ve skice profil roviny řezu.

Dále se určí směr a velikost této roviny a na panelu příkazu lze nastavit, jestli se řez bude vztahovat na všechny součásti nebo jen vybrané či nevybrané.



Obrázek 113. Řez modelem

Ve stromě modelu se vytvoří odkaz **Řez** , na kterém se kliknutím PTM zobrazí nabídka dostupných možností vytvořeného řezu. Lze zde měnit definice a profil řezu, ale také hlavně použití řezu **Použít řez**, které řez zapíná a vypíná a možnosti zobrazení řezu **Možnosti zobrazení řezu...**, kde lze nastavit, jak se bude řez zobrazovat. Je na výběr z možností zobrazení pouze řezu, řezu tělesem, průřezu a původního tělesa nebo pouze původního tělesa.

Ve vlastnostech **Vlastnosti** řezu lze nastavit především barva a norma kótovacího stylu, název řezu a neprůhlednost řezu.

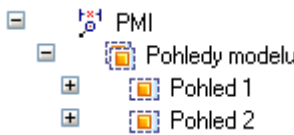


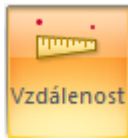
Pohled

Vytvoří pohled modelu pomocí aktuálního zobrazení.

Hned po spuštění příkazu se otevře dialogové okno možnosti pohledu modelu.

Ve stromě modelu se vytvoří odkaz **PMI**, kde se nachází vytvořené pohledy modelu.

Zde je lze aktivovat a deaktivovat,  upravit definici, nastavení pohledu a další pomocí nabídky vyvolané kliknutím PTM na pohled.



3D měření – Kontrola modelu


Na pásu karet na kartě KONTROLA se nachází sekce 3D měření obsahující příkazy pro 3D kontrolu a měření objektů.

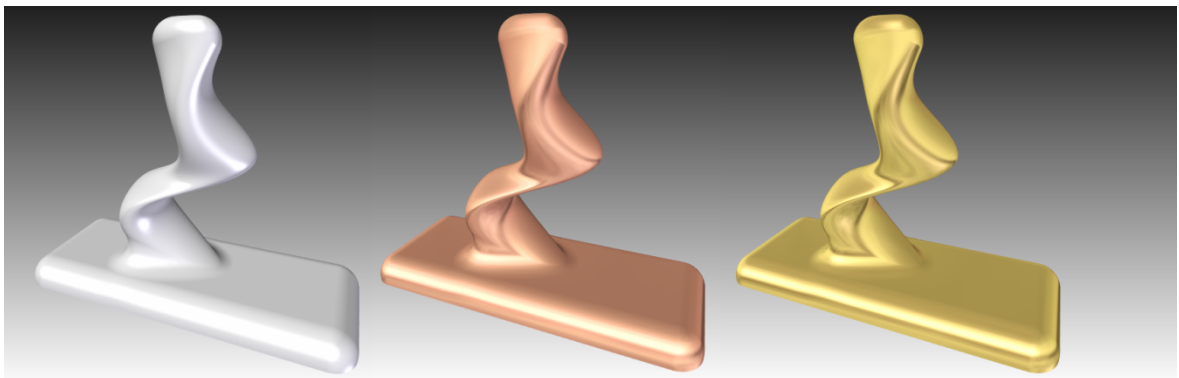


Fyzikální vlastnosti

Příkaz **Fyzikální vlastnosti** se nachází na kartě **KONTROLA**.

Slouží pro definování fyzikálních vlastností daného modelu nebo sestavy. Otevře okno s fyzikálními vlastnostmi a veličinami.

Stisknutím tlačítka  se otevře další okno, kde je možnost výběru z mnoha materiálů a jsou zde zobrazeny veškeré základní fyzikální informace o daném materiálu.



Obrázek 114. Změna materiálu modelu

Společně se změnou materiálu modelu se příslušně změní jeho zbarvení a povrch daného materiálu, viz Obrázek 114.

ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce jsou popsány a vysvětleny pojmy z CA technologií, se kterými je možnost se nejčastěji setkat. Jednotlivé pojmy a zkratky jsou celkem podrobně popsány, takže by měly čtenáři poskytnout dostatečný podnět k získání vlastní představy o všech pojmech, co znamenají a představují.

Významnou kapitolou je kapitola s názvem Historie CAD. Velmi podrobně zde je uvedena většina produktů různých firem, které od počátku vzniku CAD figurovaly více či méně na trhu. Některé produkty byly natolik známé, že nepřešly v zapomnění dodnes, jiné naopak ani nespátřily světlo světa. V této kapitole lze vidět, jak dominantnější firmy skupovali menší, čímž mohly vznikat nové produkty s jinou ideologií, ale na druhou stranu jistě některé byly z důvodu konkurence utopeny a uvrženy v zapomnění. Zajímavé je, jaké ohromné finanční částky byly firmy, především pak zákazníci nuceni a ochotni zaplatit za tehdejší CAD systémy, které jsou z dnešního hlediska naprosto primitivní.

Další kapitoly pojednávají především o systému Solid Edge ST, který využívá synchronní technologii, která je v teoretické části také popsána a vysvětlena. Tato technologie by se dala považovat za svým způsobem revoluční, protože pracuje velmi odlišným způsobem než doposud dostupné CAD systémy s parametrickým modelováním. Tato technologie přinesla nové možnosti modelování a hlavně velkým skokem urychlila a usnadnila práci při modelování.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na popis a ukázkou jednotlivých více či méně používaných příkazů a funkcí programu Solid Edge ST2, pro tvorbu profilů a následně modelů a jeho prostředí. Manuál je doplněn přehlednými obrázky, které by měly pomoci správnému pochopení vysvětlovaných funkcí a příkazů.

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření elektronických dokumentů pro podporu výuky programu Solid Edge s umístěním těchto dokumentů na internetových stránkách Ústavu výrobního inženýrství, kde jsou volně ke stažení. Dále pak přílohy cvičení a praktických příkladů, na kterých by si studenti mohli osvojit práci s programem a ověřit své znalosti získané v tomto manuálu.

Na závěr bych zhodnotil program Solid Edge ST2. Pracoval jsem již s Autodesk Inventorem Professional 2008 a systémem CATIA R19 a Solid Edge ST2 bych označil jako nejrychlejší a nejintuitivnější systém. Každý má ale své nej a záleží na oblasti použití.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Computer aided design. In *Wikipedia : etevřená encyklopedie* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2001- , strana naposledy editovaná 2010-06-03 [cit. 2010-06-06]. Česká verze. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Computer_aided_design>.
- [2] ŠIŠKA, Lubomír. *Elektronické podklady pro výuku tvorby sestav v Inventoru*. Zlín, 2006. 60 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <<http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/czech/staff/samek/cad/siska/bp.pdf>>.
- [3] FREE CAD - Historie CADu: Historie CADu [online]. 2008 [cit. 2010-05-06]. FREE.tCAD.cz. Dostupné z www: <http://free.tcad.cz/cad_historie.html>.
- [4] Specializované CAD systémy : Přednášky IS22 Systémy CAD a GIS [online]. [cit. 2010-05-06]. Katedra inženýrské informatiky. Dostupné z www: <<http://kix.fsv.cvut.cz/~vanicek/is/cad.htm#14>>.
- [5] Siemens PLM. Siemens uvádí na trh synchronní technologii : Strojírenství [online]. 2008 [cit. 2010-05-06]. CAD.cz. Dostupné z www: <<http://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/1414-siemens-uvadi-na-trh-synchronni-technologie.html>>.
- [6] BLAHNÍK, Václav. Solid Edge se Synchronní technologií : Strojírenství [online]. 2008 [cit. 2010-05-06]. CAD.cz. Dostupné z www: <<http://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/1415-solid-edge-se-synchronni-technologie.html>>.
- [7] RUSIŇÁK, Miroslav. *Solid Edge - verze 18. 1. vyd.* Praha : M. Rusiňák, c2006, 2006. 588 s. ISBN 80-239-7142-5.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|------|--|
| CA | Computer Aided |
| CAD | Computer Aided Design |
| CAE | Computer Aided Engineering |
| CAM | Computer Aided Manufacturing |
| CAQ | Computer Aided Quality |
| CIM | Computer Integrated Manufacturing |
| CNC | Computer Numerical Control |
| DWG | Drawing – binární formát souborů výkresů programu AutoCAD. |
| EDM | Electronic Documents Management |
| ESC | Escape |
| FEA | Finite Element Analysis |
| FEM | Finite Element Method |
| IT | Information Technology |
| LTM | Levé tlačítko myši |
| MKP | Moteda konečných prvků |
| NC | Numeric Control |
| PDM | Product Data Management |
| PLM | Product Lifecycle Management |
| PTM | Pravé tlačítko myši |
| SE | Solid Edge ST 2 |
| STEP | Standard Template for Electronic Publishing |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1. Program SKETCHPAD, světelné pero, počítač TX-2 [3] | 14 |
| Obrázek 2. The electronic rafting machine na počítači PDP-1 [3]..... | 15 |
| Obrázek 3. DAC – Design automated by komputer – první CAD/CAM systém [3] | 15 |
| Obrázek 4. Systém CADAM od firmy Lockheed [3]..... | 16 |
| Obrázek 5. CADD od společnosti McAuto na počítači IBM [3]..... | 16 |
| Obrázek 6. UNI-GRAPHICS od společnosti United Computing [3]..... | 18 |
| Obrázek 7. CATI, předchůdce dnešní CATIA [3]..... | 19 |
| Obrázek 8. IGDS od Intergraphu [3] | 19 |
| Obrázek 9. UniSolid od Unigraphics [3] | 20 |
| Obrázek 10. CATIA verze 1 [3] | 20 |
| Obrázek 11. Unigraphics II verze 1 [3] | 21 |
| Obrázek 12. VersaCAD od T&W Systems. [3]..... | 22 |
| Obrázek 13. PseudoStation [3] | 22 |
| Obrázek 14. AutoCAD verze 2.1 [3] | 23 |
| Obrázek 15. AutoCAD verze 2.5 [3] | 23 |
| Obrázek 16. AutoCAD R9 [3] | 24 |
| Obrázek 17. AutoCAD R10 [3] | 25 |
| Obrázek 18. Kompas 1 [3]..... | 26 |
| Obrázek 19. MicroCADAM [3]..... | 27 |
| Obrázek 20. Systém CADDS 5 [3]..... | 27 |
| Obrázek 21. Systém CATIA 4 [3] | 28 |
| Obrázek 22. SolidWorks 95 [3] | 30 |
| Obrázek 23. Kompas 3D pro Windows [3] | 31 |
| Obrázek 24. Systém CATIA 5 [3] | 32 |
| Obrázek 25. Úprava součásti se synchronní technologií – 1 [5] | 38 |
| Obrázek 26. Tvorba modelu [6]..... | 40 |
| Obrázek 27. Strom operací bez historické souslednosti | 41 |
| Obrázek 28. Prostředí Solid Edge ST [6] | 41 |
| Obrázek 29. Ovládací prvek [6]..... | 42 |
| Obrázek 30. Editace pomocí ovládacího prvku [6] | 42 |
| Obrázek 31. PMI kóty [6] | 43 |
| Obrázek 32. Vazby | 44 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 33. Úvodní okno při startu Solid Edge ST2 | 47 |
| Obrázek 34. Volba typu uživatele..... | 48 |
| Obrázek 35. Prostředí SE pro tvorbu součástí | 49 |
| Obrázek 36. Pohyb v kartách pomocí kliknutí myši..... | 50 |
| Obrázek 37. Pohyb v kartách pomocí kolečka myši..... | 50 |
| Obrázek 38. Navigační pole..... | 51 |
| Obrázek 39. Nástroj pro hledání příkazu v uživatelském prostředí..... | 52 |
| Obrázek 40. Příkaz skica v kartě Domů | 53 |
| Obrázek 41. Možnosti rovin v panelu příkazu..... | 53 |
| Obrázek 42. Příkazy Kreslit ve skice..... | 54 |
| Obrázek 43. Funkce kreslení čáry..... | 54 |
| Obrázek 44. Čára tvořena koncovými body | 54 |
| Obrázek 45. Pokračování příkazu Čára | 55 |
| Obrázek 46. Přerušování tvorby čáry – nová čára | 55 |
| Obrázek 47. Barvy čáry | 56 |
| Obrázek 48. Pomocné čáry pro tvorbu vzdálené čáry | 58 |
| Obrázek 49. Křivky A a C tvořené body a tažením..... | 59 |
| Obrázek 50. Rozbalovací menu obdélník | 61 |
| Obrázek 51. Obdélník tvořený zadáním jeho středu..... | 61 |
| Obrázek 52. Rozbalovací menu kružnice | 62 |
| Obrázek 53. Tvorba kružnice třemi body A,B a C | 63 |
| Obrázek 54. Tečná kružnice ke dvěma prvkům | 63 |
| Obrázek 55. Elipsa zadávána středem | 64 |
| Obrázek 56. Rozbalovací menu příkazu oblouk..... | 64 |
| Obrázek 57. Tečný oblouk, kolmý oblouk | 65 |
| Obrázek 58. Oblouk středem | 65 |
| Obrázek 59. Rozbalovací menu zaoblení | 66 |
| Obrázek 60. Zaoblení hran prvků | 66 |
| Obrázek 61. Sražení hran úseček..... | 67 |
| Obrázek 62. Protážení prvku k dalšímu..... | 67 |
| Obrázek 63. K dalšímu s použitím Ctrl + výběr | 67 |
| Obrázek 64. Oříznutí více prvků příkazem oříznout | 68 |
| Obrázek 65. Oříznutí dvou prvků příkazem oříznout na roh..... | 68 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 66. Příkaz oříznout na roh umožňuje i protažení dvou prvků | 69 |
| Obrázek 67. Rozdělení objektu na dva prvky | 69 |
| Obrázek 68. Rozbalovací menu Odsazení | 69 |
| Obrázek 69. Odsazení s vypuštěním jednoho prvku..... | 70 |
| Obrázek 70. Nastavení a tvorba symetrického odsazení | 71 |
| Obrázek 71. Rozbalovací menu příkazu přesunout | 71 |
| Obrázek 72. Přesunutí 2D prvku s kopírováním..... | 72 |
| Obrázek 73. Otočit – zadání bodů pro rotaci | 72 |
| Obrázek 74. Rozbalovací menu příkazu Zrcadlit | 72 |
| Obrázek 75. Zrcadlení se zadáním bodů pro osu zrcadlení | 73 |
| Obrázek 76. Měřítka, změna velikosti příkazem měřítko | 74 |
| Obrázek 77. Úchopové body | 75 |
| Obrázek 78. Vazby | 75 |
| Obrázek 79. Zobrazení/schování vazeb na prvcích geometrie | 76 |
| Obrázek 80. Kótování | 78 |
| Obrázek 81. Kótování s klávesou <i>Shift</i> | 79 |
| Obrázek 82. Řídící a řízená kóta..... | 80 |
| Obrázek 83. Zbarvení prvku dle vazeb, napravo při zapnutém zbarvení | 82 |
| Obrázek 84. Tlačítko Barvy dle vazeb na kartě Kontrola..... | 82 |
| Obrázek 85. Oddíl Skica nalevo když existuje skica, napravo když neexistuje..... | 84 |
| Obrázek 86. Výběr profilu a volba referenční roviny pro nový profil | 84 |
| Obrázek 87. Tažení profilu pohybem myši a jeho vytvoření | 85 |
| Obrázek 88. Postup tvorby rotačního objemového modelu..... | 88 |
| Obrázek 89. Postup odebírání materiálu vyříznutím | 88 |
| Obrázek 90. Odběr materiálu rotací..... | 89 |
| Obrázek 91. Aplikace zaoblení a zkosení hran modelu | 91 |
| Obrázek 92. Postup tvorby díry do součásti | 91 |
| Obrázek 93. Postup tvorby závitů ve válcové dřevě | 93 |
| Obrázek 94. Úkos na součástce | 94 |
| Obrázek 95. Rozbalovací menu příkazu Skořepina..... | 94 |
| Obrázek 96. Tvorba skořepiny..... | 95 |
| Obrázek 97. Postup tvorby žebra..... | 96 |
| Obrázek 98. Postup tvorby sítě žebříků | 97 |

| | |
|---|-----|
| Obrázek 99. Tvorba větracího otvoru | 98 |
| Obrázek 100. Tvorba montážního nálitku | 98 |
| Obrázek 101. Příkazy pod sekci přidat a odebrat | 99 |
| Obrázek 102. Přidání tažením..... | 99 |
| Obrázek 103. Odebrat tažením | 100 |
| Obrázek 104. Vysunutí spojením profilů..... | 101 |
| Obrázek 105. Odebrání spojením profilů | 101 |
| Obrázek 106. Tvorba šroubovice..... | 102 |
| Obrázek 107. Odebrání po šroubovici | 103 |
| Obrázek 108. Přidání kolmo k ploše uvnitř křivky..... | 104 |
| Obrázek 109. Zrcadlení prvků na součásti..... | 105 |
| Obrázek 110. Zrcadlení součásti..... | 105 |
| Obrázek 111. Obdélníkové pole | 106 |
| Obrázek 112. Kruhové pole | 107 |
| Obrázek 113. Řez modelem..... | 108 |
| Obrázek 114. Změna materiálu modelu..... | 109 |

SEZNAM PŘÍLOH

Součástí této bakalářské práce jsou internetové stránky obsahující elektronického průvodce základním rozhraním programu Solid Edge ST2, tvorbou skici a dílů včetně příkladů a cvičení v nativním formátu Solid Edge ST2. Tyto stránky jsou přístupné z domovské stránky Ústavu výrobního inženýrství: <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/>.

Vložené CD ROM obsahuje tyto přílohy:

- P1: Elektronická verze bakalářské práce ve formátu pdf.
- P2: Rozšířená elektronická verze bakalářské práce ve formátu pdf.
- P3: Vymodelované příklady a díly spolu s výkresy k cvičením.
- P4: Odkaz na internetové stránky ve formátu htm.