

učebnice

AutoCAD **2010**

Petr Fořt
Jaroslav Kletečka



**Naučte se rychle a efektivně
používat nejrozšířenější
CAD systém na světě!**

 **C PRESS**

Petr Fořt, Jaroslav Kletečka

AutoCAD 2010

Učebnice

Computer Press, a.s.
Brno
2011

AutoCAD 2010

Učebnice

Petr Fořt, Jaroslav Kletečka

Computer Press, a.s., 2011. Dotisk prvního vydání.

Redaktor: Jan Homola

Jazyková korektura: Petra Láníčková

Sazba: Vladimír Ludva

Rejstřík: Daniel Štreit

Obálka: Martin Sodomka

Komentář na zadní straně obálky: Martin Domes

Technická spolupráce: Jiří Matoušek,

Zuzana Šindlerová, Dagmar Hajdajová

Odpovědný redaktor: Jan Homola

Technický redaktor: Jiří Matoušek

Produkce: Petr Baláš

Computer Press, a.s.,

Holandská 3, 639 00 Brno

Objednávky knih:

<http://knihy.cpress.cz>

distribuce@cpress.cz

tel.: 800 555 513

ISBN 978-80-251-2181-8

Prodejní kód: KU0064

Vydalo nakladatelství Computer Press, a.s., jako svou 3365. publikaci.

© Computer Press, a.s. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného souhlasu vydavatele.

Obsah

Předmluva	9
Komu je tato kniha určena	11
Kapitola 1	11
Úvod do studia	11
Co byste měli předem znát	13
CAD technologie	13
Product Lifecycle Management	14
AutoCAD není jenom CAD, je to vývojová platforma	16
CAD technologie v průmyslové praxi	17
Produktivita a návratnost	17
Metodika nasazení CAD aplikací	18
Kde hledat další informace pro výuku CAD/PLM technologií?	19
Otázky a cvičení	20
Kapitola 2	21
Úvod do obsluhy AutoCADu	21
Obsluha AutoCADu	22
Příkazová řádka pro definici příkazů a proměnných	23
Jak pracujeme s příkazovou řádkou v naší učebnici?	24
Přepínání pracovních prostorů	25
Pás karet příkazů	25
Obrazkové menu	26
Roletové nabídky	26
Panely nástrojů	27
Modifikace panelů nástrojů a karet příkazů	27
Dialogové panely	29
Ukotvitelná okna	30
Fixace polohy a průhlednost ovládacích prvků	30
Dynamické kreslení pomocí průběžných kót	31
Použití systémových proměnných	31
Orientace v souřadném systému	32
Použití jednotek	38



Modelový a výkresový prostor	38
Vázané výřezy	39
Volné výřezy	40
Výkresová šablona	42
Použití šablony	42
Práce se soubory	43
Kapitola 3	49
Základy kreslení	49
Použití čar ve cvičeních	49
Pomůcky pro přesné kreslení	79
Uchopovací módy	81
Jednorázové uchopovací módy	82
Práce v hladinách	90
Módy tvorby objektu	91
Správa hladin	96
Pomůcky pro správu hladin	96
Nastavení aktuální hladiny podle objektu	97
Odstranění nepoužitých objektů	98
Funkce pro řízení obrazovky	98
Řízení velikosti zobrazení	98
ZOOM Standardní	98
ZOOM Sokolí oko	102
Rychlý Posun a ZOOM	103
Nástroje pro dynamické řízení pohledu	104
Pracujeme s parametrickou geometrií	105
Kapitola 4	113
Úpravy objektů	113
Editační uzly	113
Úpravy objektů pomocí editačních uzlů	114
Výběr a skupiny objektů	117
Skupiny objektů	118
Editační příkazy	120
Konstrukční příkazy	138
Změna vlastností objektů	144
Informace o objektech ve výkresu	146
Kapitola 5	153
Šrafování	153
Nastavení šrafovacího vzoru	153
Nastavení gradientové výplně	155



Výběr hranic šrafování a vykreslení šraf	156
Pokročilá nastavení šrafování objektů	158
Editace šraf	158
Kapitola 6	163
Práce s textem	163
Nastavení stylu textu	163
Psaní řádkového textu	164
Nestandardní symboly	166
Změny řádkového textu	167
Psaní odstavcového textu	169
Import textových souborů	175
Použití externích textových souborů	176
Kontrola pravopisu	177
Texty v tabulkách	178
Umístění tabulky	179
Kapitola 7	183
Kótování	183
Kótovací styl	183
Nastavení kótovacích čar a šipek	185
Nastavení kótovacího textu	191
Automatické umísťování kótovacího textu a šipek	194
Nastavení základních jednotek kót	196
Nastavení alternativních jednotek kót	198
Přidání tolerancí ke kótám	199
Asociativní kóty	202
Použití kótovacího stylu na existující kóty	203
Kótování pro jednotlivé druhy profesí	204
Nástroje pro kreslení kót	204
Možnosti kreslení kót	205
Zápis a úprava kótovacího textu	205
Staniční kóta	217
Editace kót	221
Úpravy vlastností kót	223
Kapitola 8	229
Bloky, externí reference	229
Vytvoření bloku	229
Definice atributů	234
Dynamické bloky	241



Externí reference	249
Správa externích referencí	250
Funkce AutoCAD DesignCenter	258
Zobrazení obsahu výkresu	258
Použití oblasti obsahu	259
Otevření výkresů	260
Přidání obsahu do výkresu	261
Často používané položky	261

Kapitola 9 **263**

Základy prostorového modelování	263
Než začnete modelovat	265
Jak se zobrazují prostorové objekty	265
Dynamická vizualizace	267
Nastavení grafického ovladače	267
Úpravy pohledu	268
Prostorové úpravy souřadného systému	272
Klasické prostorové modelování	278
Metody tvorby těles a ploch	279
Základy tvorby těles	280
Editace těles	298
Základy tvorby ploch	303
Tvarování a plátování ploch	311
Metody volného modelování v AutoCADu	312
Desatero modelování	317

Kapitola 10 **319**

Základy vizualizace	319
Výpočetní metody	319
Render	320
Přiřazování materiálů	321
Nastavení osvětlení scény	325
Atmosférické efekty	327

Kapitola 11 **329**

Vykreslování a výměna dat	329
Tiskárna	329
Plotr	330
Postup při vykreslování výkresu	330
Správce nastavení stránky	331
Definování oblasti vykreslení	332
Nastavení měřítka a počátku vykreslení	333
Náhled výkresu	333
Jak rychle vykreslovat?	334



Výměna dat z AutoCADu	335
Export a Import dat	335
Několik tipů pro import a export dat	336
Publikujeme dokumentaci na Internetu	337
Formát PDF (Portable Document Format)	338
Formát DWF (Design Web Format)	338
Content Warehouse – knihovny nakupovaných dílů	339
Kapitola 12	341
Souhrnná cvičení	341
Rejstřík	373

Předmluva

Výpočetní technika v současnosti již není oborem určeným pouze pro specialisty, ale ovlivňuje styly a přístupy práce prakticky ve všech průmyslových oblastech. Její správné nasazení a využití znamená nejen zjednodušení rutinních činností, ale navíc výrazné navýšení produktivity a přesnosti. Spojení výpočetní techniky do rozsáhlých informačních sítí, jakou je Internet, pak poskytuje jeden z nejoperativnějších nástrojů podporujících rozsah působnosti celých týmů prakticky na celý svět.

Vývojový tým Autodesku velmi detailně naslouchá těmto novinkám a přáním zákazníků. Praktické zkušenosti milionů uživatelů z celého světa dokázala tato firma postupně brilantně zakomponovat do produktu AutoCAD, který se stal nepsaným standardem v oblasti 2D konstrukčních systémů a je základem mnoha dalších oborově orientovaných aplikací.

AutoCAD je v současné době stále více přizpůsobován novým postupům v oblasti technického navrhování a tvorby digitálních prototypů. Je nejen univerzálním nástrojem využitelným jak pro 2D, tak pro 3D navrhování v řadě technických oborů, ale tvoří i základ celé řady optimalizovaných vertikálních produktů. AutoCAD je v neposlední řadě optimalizován v duchu nejnovějších trendů obsluhy aplikací v prostředí Microsoft Windows.

Tato učebnice vás provede obsluhou AutoCADu, který je dostupný všem školám prostřednictvím akcí pořádaných firmou Autodesk v rámci projektu Autodesk Academia. Jedná se o mezinárodní projekt směřovaný na podporu škol v oblasti CAX technologií s komplexním programem od materiálního zabezpečení výuky až po metodická školení lektorů a vyučujících.

Metodika a postup studia vychází z titulů věnovaných starším verzím AutoCADu, které podle ohlasu vytvořily určitou referenci výuky CAD na našich školách. Obsah učebnice navazuje na tuto tradici. Z tohoto důvodu jsme se snažili zachovat celkovou koncepci učebnice, aby práce s ní byla snadná jak pro vyučující, tak pro studenty.

Detailní pozornost jsme věnovali zkušenostem získaným ve spolupráci s našimi i zahraničními firmami a metodice výuky produktů firmy Autodesk na VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou. V popředí zájmu učebnice nestojí pouze znalost produktu jako takového, ale především pochopení tvůrčí práce konstruktéra spojené s využitím výkonného nástroje – výpočetní techniky. Každý z vás, kdo přistoupí k učebnici jako k pomůcce při tvořivé práci, může pochopit vysokou kreativitu a možnosti nasazení CAX technologií v praxi.

Učebnice slouží jak studentům, tak přednášejícímu k dodržení určitého směru ve výuce nového produktu. Obsahuje důležitá upozornění na složité fáze výuky. Cílem této knihy je tedy dát vám, studentům a vyučujícímu pomůcku pro správný postup při probírání nové látky, včetně zásoby informací pro samostudium a opakování probrané látky.

Řadu informací, které najdete v této knize můžete dokreslit samostudiem našeho autorského portálu www.designtech.cz, který se zabývá problematikou výuky CAX/PLM technologií z pohledu školy i praxe.

Závěrem bychom chtěli poděkovat společnosti Siemens VAI za výbornou podporu výukových projektů zaměřených na výuku CAX technologií a panu Pavlovi Štylovi a jeho synovi za připomínky, náměty a dlouholetou pomoc při integraci zkušeností a metodiky z praxe.

Autoři

Úvod do studia

1

S rostoucími možnostmi grafických systémů vzrůstají požadavky na kvalifikované odborníky, kteří musí být schopni využít aplikace pro podporu tvořivé práce. Náročnost ovládání programů bývá často velmi vysoká a řada uživatelů je zpočátku zrazena řadou roletových nabídek a příkazů.

Výuka jakékoliv aplikace výpočetní techniky má svá specifika. Jedná se o vysoce kreativní činnost s použitím nejmodernější techniky. Řada uživatelů má určitou představu o možnostech svého počítače ať už v zaměstnání, nebo doma, ale studium manuálů bez pomoci odborníka je velice obtížné. Bez přípravy a vhodných podkladů není myslitelná žádná dobře odučená vyučovací hodina či školení. Příprava učitele i studentů vychází z plánu náplně výuky.

Komu je tato kniha určena

Kniha je určena všem, kteří chtějí proniknout do tajů počítačové konstrukce, všem, kteří uvažují o nasazení CAD systémů ve své firmě a neví jak začít. Sestavili jsme ji podle několikaletých zkušeností a jejím základem je metodika, podle které vyučujeme produkty Autodesku na VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou.

Jednotlivé fáze studia a metodická část učebnice vychází z titulu AutoCAD 2006 pro střední školy. Cílem je ukázat začínajícím, ale také pokročilým uživatelům, cestu k snadnému zvládnutí obsluhy AutoCADu 2009/2010. Knihu lze ale koncepčně využít i pro výuku starších verzí programu.

Na rozdíl od dřívějších titulů o AutoCADu se v učebnici soustředíme již pouze na vlastní problematiku CAD technologií, nikoliv na základní znalosti, které historicky vycházely z požadavků na uživatele výpočetní techniky. Předpokládanou vstupní znalostí je základní kurs obsluhy počítače zahrnující práci s myší, klávesnicí a základy práce se složkami a soubory. Vítanou znalostí je navíc obsluha některého z na trhu dostupných textových editorů.

Kniha je sestavena tak, aby se řešení konkrétního problému neskrývalo ve spoustě odborných výrazů a uživatel nebyl hned na začátku zrazen spoustou technických termínů. Měla by být nejen pomůckou pro studenty, ale také pro učitele, a proto obsahuje i určité prvky z jiných oblastí, než je výpočetní technika.

Dalším stupněm výuky může být nejen studium aplikací spolupracujících s programem AutoCAD, ale také produktů jiných firem působících na poli CAD/CAM/CAE/PLM. Řadu znalostí z výuky AutoCADu lze proto považovat za obecné. Učebnici doporučujeme také jako východisko pro výuku parametrického modelování s využitím 3D systémů.



Co se naučíte v učebnici AutoCADu?

	Úvod do studia	Základní seznámení s problematikou počítačového navrhování a konstrukce. Definice stěžejních pojmů a jejich význam v průmyslové praxi, PLM systémy.
	Obsluha AutoCADu	Seznámení s pracovním prostředím AutoCADu. Využití příkazové řádky, roletových nabídek a panelů nástrojů pro zadávání příkazů. Souřadné systémy.
	Základy kreslení	Základy konstrukce 2D objektů. Pomůcky pro přesné kreslení, jejich nastavení. Jednorázové a trvalé uchopovací módy. Typy čar, práce v hladinách.
	Úpravy objektů	Úpravy objektů pomocí uzlů. Příkazy pro editaci objektů. Konstrukční příkazy pro efektivní tvorbu odvozených objektů. Vlastnosti objektů.
	Šrafování	Nástroje pro tvorbu šraf. Šrafovací vzory definované pomocí knihovny a uživatelsky. Editace již vyšrafovaných objektů.
	Práce s textem	Nastavení stylu textu. Psaní řádkového a odstavcového textu pro tvorbu poznámek na výkrese. Úpravy textu. Značky a symboly.
	Kótování	Vytvoření kótovacích stylů pro jednotlivé technické oblasti. Nástroje pro tvorbu kót. Úpravy kót, doplnění značek a symbolů.
	Bloky, externí reference	Pravidla pro tvorbu bloků. Zásady pro definici atributů a jejich editaci. Extrahování atributů v podobě jednoduchých rozpisek. Externí reference.
	Základy modelování	Prostorové souřadné systémy. Nástroje pro tvorbu objemových těles a ploch. Množinové operace. Základy práce s prostorovými daty.
	Vizualizace	Pravidla pro vizualizaci modelů v AutoCADu. Základní principy pro tvorbu scény pomocí integrovaných nástrojů. Práce s materiály a jejich modifikace.
	Výměna dat a tisk	Nastavení a tisk výkresu. Postupy pro zajištění přenosu a výměny informací pomocí publikačních nástrojů. Sdílení digitálního obsahu.
	Opakovací cvičení	Příklady a cvičení pro tvorbu výkresové dokumentace a modelů v AutoCADu. Ukázky použití aplikace v jednotlivých technických oborech.

Obrázek 1.1: Osnova výuky AutoCADu



Co byste měli předem znát

Aplikace na moderních počítačích dnes tvoří určité grafické rozhraní, ve kterém uživatel pracuje a nemusí vědět nic o programování a psaní aplikací. Přesto existují určité základy obsluhy počítače a především práce s operačním systémem, které by měl uživatel znát.

Předpokládejme, že je vám jasný pojem klávesnice, myš, monitor a že umíte spustit počítač. Po startu každého počítače se ohlásí základní software a tím je operační systém. Tento operační systém tvoří základní prostředí, ve kterém se musíme umět pohybovat.

Existuje celá řada metod, kterými se lze obsluhu určitého programu naučit: experimentování, detailní čtení manuálů, studium odborných knih atd. Tato učebnice využívá zásad, jež byly stanoveny při několikaleté výuce CAD aplikací. Východiskem pro řešení problému je sestavení postupu, který je základem správného řešení prostřednictvím cvičení.

CAD technologie

S rozvojem průmyslové výroby rostla složitost a komplikovanost navrhovaných výrobků. Zde již nebylo možné improvizovat. Vznikaly první CAD aplikace umožňující náhradu rutinní práce konstruktérů. Je nutné si uvědomit, že cílem těchto aplikací byla především náhrada klasického kreslení na rýsovací desce efektivnější metodou, umožňující jednoduchou tvorbu a úpravy výkresové dokumentace.

CAD (Computer Aided Design) je jednou z oblastí pro široké nasazení výpočetní techniky v praxi. Tyto programy umožňují podstatně rozšířit možnosti konstruktéra nejen o produktivní tvorbu výkresové dokumentace, ale konstruktér získává možnost vytvoření geometrie objektů přibližujících se skutečnosti. Na definovaných modelech je možné provést nejen řadu úprav, ale také odvodit jejich základní technické parametry.

Samostatné řešení problematiky konstruování nových výrobků ovšem znamená pouze část celkové koncepce aplikace informačních technologií v návrhu nového výrobku. Sebelepší konstrukce, tvary a funkčnosti navržených výrobků, které není možné vyrobit, je nutné považovat za zbytečné.

- CAD** - Computer Aided Design
(Počítačová podpora konstruování)
- CAM** - Computer Aided Manufacturing
(Přímé řízení výroby počítačem)
- CAE** - Computer Aided Engineering
(Počítačová podpora inženýrských prací, která využívá počítače pro výpočty v průběhu návrhu)
- PLM** - Product Lifecycle Management
(Správa informací o životě produktu)
- CAQ** - Computer Aided Quality
(Počítačem podporovaná kontrola kvality)
- FEM** - Finite Element Method
(Výpočty založené na metodě konečných prvků)



Obrázek 1.2: Výběr zkratk z oboru CAX technologií ve vazbě na PLM systémy



Výhodou počítačového návrhu je jeho těsná návaznost na následné technologické činnosti, analýzy a výpočty. Z tohoto důvodu vzniká potřeba řešit řadu provázaných problémů a vzniká pojem **PLM technologie**, který v sobě integruje jednotlivé strategické etapy návrhu nového výrobku.

Příkladem mohou být komplikované tvary současných výrobků automobilového a plastikářského průmyslu. Jejich výroba není možná bez komplikovaných nástrojů vytvořených právě s pomocí řídicích systémů obráběcích strojů úzce provázaných s konstrukčním systémem. Jsou tak vytvořeny podmínky přímého řízení výroby počítačem, což je všeobecně označováno jako **CAM (Computer Aided Manufacturing)**.

Kvalitu výrobků a její zpětnou vazbu na předvýrobní etapy zajišťují systémy sledování a podpory kvality **CAQ (Computer Aided Quality)**.

Výsledek práce konstruktéra však může být stejně dobře použit pro kontrolu mechanických vlastností budoucího výrobku. Lze takto snížit na minimum vznik problémů vznikajících při testování a provozu hotových výrobků a zařízení.

Nástroje pro profesní výpočty jsou dnes přímo implementovány do CAD/CAM/CAE aplikací. Nejznámějším reprezentantem této aplikační oblasti je metoda konečných prvků, označovaná mezinárodně jako **FEM (Finite Element Method)**.

Ve všech fázích návrhu virtuálního prototypu vznikají velké objemy dat. Jejich přehledné uspořádání, sdílení uživateli a snadné použití se stávají hlavním cílem při řešení současné problematiky nasazení informačních technologií ve výrobě. I přes vysoký výkon současné výpočetní techniky je její samostatné nasazení pro řešení rozsáhlých sestav bez síťového propojení prakticky nemožné.

Počítače se postupně spojují do firemních a podnikových lokálních sítí LAN (Local Area Network), které mohou zajistit rychlou výměnu dat o výrobcích a komunikaci s celým světem díky napojení na světové síť WAN (Wide Area Network). Systémy zajišťující přehled o celém „životě“ výrobku a efektivní správu informací o jeho jednotlivých fázích, označujeme jako **PLM (Product Lifecycle Management)**.

Takto rozpracované komplexní systémy **CAE (Computer Aided Engineering)** využívá celosvětově řada podniků a firem zabývajících se výrobou s určitým stupněm sériovosti výroby. Odstraňuje se těžkopádná papírová agenda a rozhoduje **rychlost, cena, kvalita a inovace**.

Product Lifecycle Management

PLM systémy jsou v posledních letech ve stále větším úhlu pohledu integrace informačních technologií do všech činností vedoucích k „ovládnutí životního cyklu výrobku“. Cílem výrobců softwaru je vytvoření co možná nejefektivnějšího modelu popisujícího reálný produkční proces.

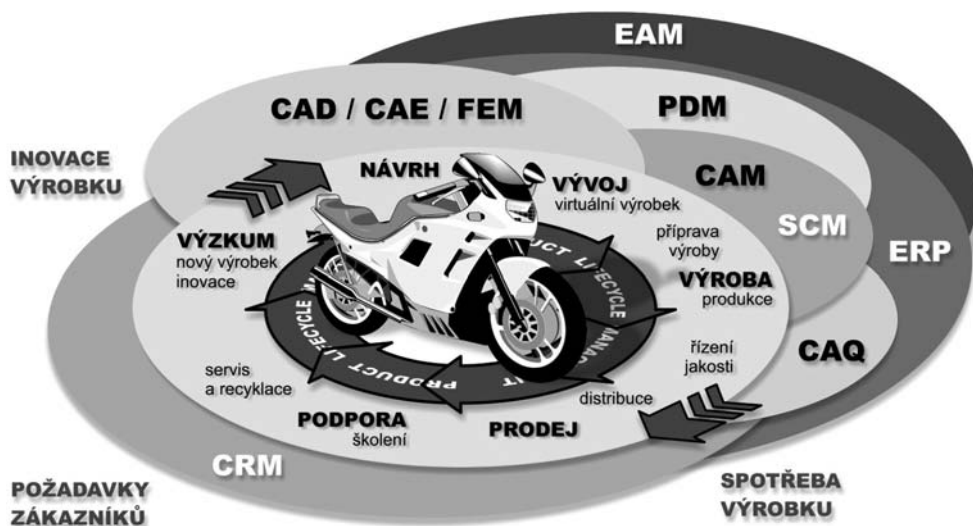
Product Lifecycle Management je obecně určen pro řízení životního cyklu výrobku, projektu, investičního zařízení, nebo rozsáhlé dokumentace.

Řízení životního cyklu probíhá ve všech jeho fázích, od prvotní představy, přes jeho definici, vlastní likvidaci, včetně řízení změn a inovací. PLM je komplexním přechodem ze systémů **PDM / EDM (Product Data Management / Engineering Data Management)**, u kterých se jedná převážně o kompletní správu dokumentace.



Jedná se o nástroje pro týmovou spolupráci pracovníků ve firmách s celoživotní správou dat o výrobku. Zajišťují spolupráci mezi jednotlivými odděleními, pobočkami, dodavateli, včetně řízení projektů s uvažováním vnitřních i vnějších zdrojů.

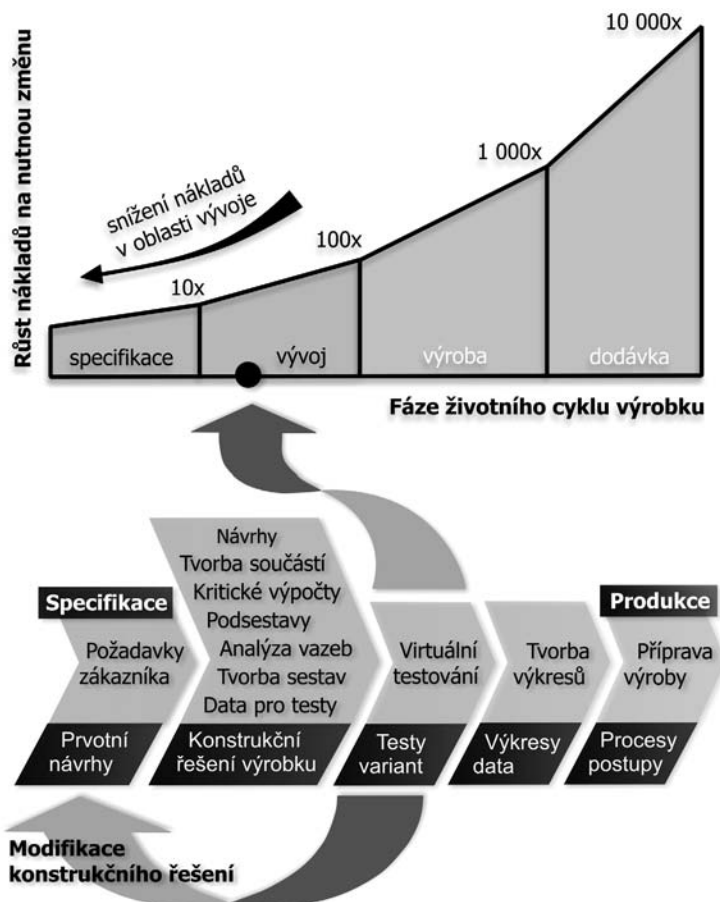
Své nezastupitelné místo mají v oblasti PLM nejen nástroje pro vlastní návrh, tvorbu nového výrobku a bezpečnou výměnu dat, ale také nástroje pro detailní mapování a analýzu zákaznických požadavků. Tyto produkty patří do oblasti **CRM (Customer Relationship Management)** a slouží firmám především pro zákaznický monitoring a zpracování inovačních podkladů.



Obrázek 1.3: Schematické znázornění životního cyklu výrobku

- ♦ V popředí všech činností stojí stále více zákazník, který by měl mít možnost ovlivnit inovační proces. Cílem je jeho spokojenost a maximální zhodnocení informací o možnostech vylepšení. Samozřejmostí je také posílení a dostupnost zákaznické podpory a efektivní servis.
- ♦ Informační technologie poskytují stále větší možnosti pracovat s výrobkem jako s virtuálním prototypem. Prakticky jej lze navrhnout, zkonstruovat, ověřit a technologicky připravit bez nutnosti jeho reálné výroby.
- ♦ Na vývoji výrobku spolupracují vývojové týmy, které mohou být rozloženy ve firmách kdekoli na světě. Výrobek pak vzniká jako pomyslná stavebnice jednotlivých částí.
- ♦ Komunikace probíhá nejčastěji v digitální podobě pomocí Internetu. Cílem PLM systémů je posílit tuto oblast o databázová prostředí s vysokým stupněm zabezpečení jak vlastního přenosu dat, tak jejich zpracování a archivace.
- ♦ Do řešení se integrují mezinárodní standardy a normy pro řízení jakosti.

Důvodem pro co možná největší integraci PLM systémů je především odstranění řady činností, které jsou ve finále důvodem zdržení, nepřehlednosti a ztrát. Jedná se například o různé přepísování, hledání, kontroly a porovnávání variant apod.



Obrázek 1.4: Pozitivní vliv nasazení digitálních technologií v produkci výrobků

Pokrýt celou tuto oblast není v praxi snadné. Znamená prakticky totální integraci zpracování veškerých informací v organizacích, firmách a celých koncernech za pomoci zabezpečené komunikace a informačních systémů. Takové řešení musí být „ušita na míru“ konkrétním podmínkám a nelze je realizovat jednoduchým jednorázovým přechodem. Implementace řešení vyžaduje dlouhodobý vývoj a je realizováno často v dílčích krocích.

Cest ke komplexnímu PLM řešení vede několik. Ať již jako zákazníci zvolíte jakoukoliv cestu, musíte vidět konečnou vizi celého řešení a tou je prostředí týmové spolupráce s celoživotní správou údajů o výrobku. Zvolená cesta pak vychází ze stávající situace společnosti.

AutoCAD není jenom CAD, je to vývojová platforma

Na AutoCAD lze hledět jako na CAD program anebo také jako na platformu pro vývoj uživatelských CAD aplikací. Od samotného počátku je AutoCAD otevřen pro vývoj rozšiřujících



nadstavieb. Nejprve pomocí tzv. AutoLISP, později v jazycích C, objektových C++, VBA a nyní v jakýchkoliv jazycích platformy .NET. Programování je zejména dnes, díky moderním programovacím nástrojům, dostupné i běžným uživatelům. To vše přispělo ke vzniku tisíců nadstavbových aplikací, od jednoduchých utilit až po rozsáhlé CAD systémy, kde je AutoCAD jen téměř neviditelným jádrem.

Přímo Autodeskem jsou vyvíjeny profesně (vertikálně) orientované produkty:

- ◆ **AutoCAD** – základní aplikace a vývojové prostředí.
- ◆ **AutoCAD Mechanical** – aplikace pro strojírenské 2D navrhování.
- ◆ **AutoCAD Mechanical Desktop** – aplikace pro strojírenské 3D navrhování pomocí parametrického modelování.
- ◆ **AutoCAD Architecture (dříve Architectural Desktop)** – aplikace pro architekturu a stavebnictví.
- ◆ **AutoCAD Civil 3D** – aplikace pro územní plánování.
- ◆ **AutoCAD Map 3D** – aplikace pro GIS (geografické informační systémy).
- ◆ **AutoCAD Raster Design** – aplikace pro práci s rastrovými daty.

Autodesk nabízí pro tyto účely AutoCAD v „OEM verzi“, bez vlastního uživatelského rozhraní. Navíc je podobným způsobem nabízeno i samotné jádro ObjectDBX – knihovna pro čtení a zápis výkresového formátu AutoCAD – DWG. AutoCAD je dále integrovanou součástí softwarového řešení Autodesk Inventor Series (strojírenství) a Autodesk Revit Series (architektura a stavebnictví).

Právě v otevřené architektuře se výrazně odlišuje AutoCAD LT, výkonný 2D konstrukční systém pro uživatele, kteří vyžadují pouze 2D konstrukční řešení s jednoduchými rozšiřujícími aplikacemi.

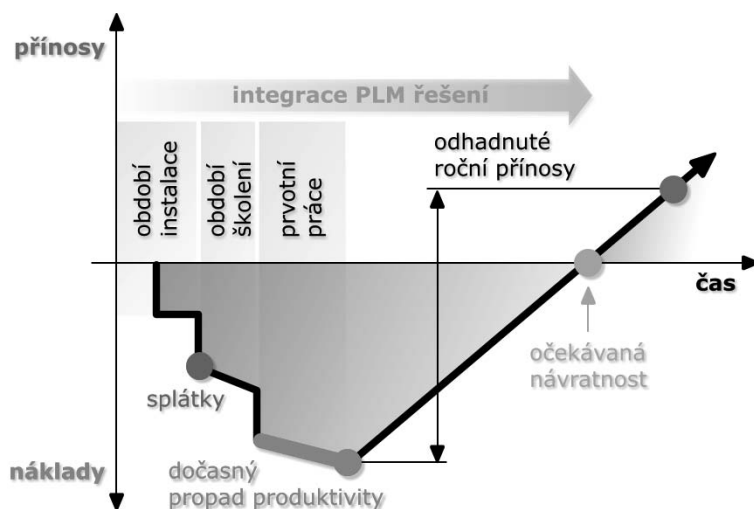
CAD technologie v průmyslové praxi

Nasazení CAD aplikací v průmyslové praxi bezesporu vyžaduje radikální změnu metodiky konstruování. Vlastní CAD systém je vždy nutné považovat pouze za nástroj, který je schopen řešit pokyny svého uživatele.

Existuje samozřejmě řada teorií, jak tento moderní nástroj integrovat do prostředí nových, ale častěji již existujících konstrukcí a vývojových kanceláří. Nejlepší ukázkou pro pochopení významu současných CAD technologií v průmyslové praxi jsou bezesporu samostatné vývojové kanceláře a konstrukce v podnicích. Právě zde byla řešena řada problémů, které je nutné zvládnout pro zdárnou integraci CAD.

Produktivita a návratnost

Problematika návratnosti investic do jakéhokoli softwarového produktu je spojena s celou řadou aspektů, které jsou díky výrazné specifičnosti problematiky děleny do několika základních oblastí.



Obrázek 1.5: Ztrátové období při nasazení CAD konstrukce

Na jejich pružném zvládnutí záleží doba ztrátového období:

- ◆ Příprava technického zázemí pro práci s CAD aplikacemi.
- ◆ Nákup a integrace softwarových licencí do informačního systému.
- ◆ Zaškolení vývojového týmu.
- ◆ Volba metodiky zpracování digitálního obsahu.
- ◆ Sjednání standardů se spolupracujícími firmami a se zákazníky.
- ◆ Využití opakujících se a tvarově podobných dílů, efektivní postupy, dodavatelé.
- ◆ Integrace praktických zkušeností.

Samozřejmě lze najít celou řadu dalších aspektů, ale zřejmě nejvýznamnější pozici v úvodní etapě nasazení CAD produktu mají především znalosti vlastní metodiky navrhování pomocí dané CAD aplikace. Později pak především jednotné přístupy a metodika práce v týmu. Orientační křivku znázorňující ztrátové období můžete vidět na následujícím obrázku.

Metodika nasazení CAD aplikací

Metodika nasazení a postupné integrace CAD technologií je poměrně náročnou fází v zavádění aplikovaných informačních technologií. Je zřejmé, že existuje několik oblastí, na které se musí soustředit jak začínající uživatelé, tak firmy a podniky řešící systematický přechod na pokrokové metody konstruování.

- ◆ Význam CAD technologií pro konstrukci spočívá především v možnosti efektivní tvorby a správy výkresové dokumentace. Tato dokumentace může být přímo distribuována pro další zpracování prostřednictvím Internetu. Konstrukce tak může být řešena formou kooperace firem a podniků, což je u rozsáhlých investičních celků možné považovat do budoucna za standard. Předvýrobní etapy a výroba jsou z centra pouze koordinovány.



- ◆ Požadavky kladené na jednotlivé uživatele a vývojové týmy v průběhu zavádění CAD systému jsou jedním z nejcitlivějších míst. Je nutné si uvědomit, že i sebelepší počítač vyžaduje kreativní přístup a odborné znalosti svého uživatele. Jedná se o pouhý nástroj, který musí zaručit efektivitu, přesnost a kvalitu řešení. Právě tento bod je nutné si uvědomit při studiu CAD problematiky a nepodceňovat význam profesních znalostí, jejichž základy získají studenti na škole a jsou dále rozvíjeny v praxi.
- ◆ Výrazným krokem v úspěšném zavedení CAD systému do praxe je propracovaná metodika jeho použití. Za metodiku považujeme především to, jak a podle jakých pravidel bude software využíván pro kreativní práci. Existují desítky možností, jak tuto otázku řešit. Společným jmenovatelem v současné době je jednoznačně dodržování mezinárodních norem, pravidel a předpisů. Je jasné, že si to vyžaduje stále výraznější specializace výrobců dodávajících mnohdy celé části výrobku jako prakticky černé schránky, od kterých konstruktér vyžaduje určitou funkčnost.
- ◆ Dalším aspektem je nutnost výrazně eliminovat chyby již v průběhu vlastní konstrukce. Jak jsme již uvedli, ta může být zcela oddělena od výroby, která probíhá po celém světě. Je tedy více než žádoucí vytvořit již v průběhu předvýrobních etap taková pravidla, která zaručí eliminaci chyb v konstrukční přípravě v technologické fázi. Toho může být dosaženo pouze systematickým rozbořem řešené problematiky s ohledem na možnosti využívaného vybavení firmy.

Rozhodující slovo při realizaci projektu hraje samozřejmě čas, za který je možné vytvořit dokumentaci a předat ji výrobě. Celkový trend je zkracování doby potřebné pro návrh a vývoj výrobku.

Kde hledat další informace pro výuku CAD/PLM technologií?

Využití aplikované informatiky v našem školství si díky projektu **Státní informační politiky ve vzdělávání (SIPVZ)** získal výraznou pozornost médií a komerční oblasti. Oboustrannou spolupráci lze považovat již dnes za velmi pozitivní a za jednu ze stěžejních součástí rozvoje vazby škola – praxe nejen v oblasti aplikované informatiky.

Z důvodu dalšího rozvoje tohoto záměru byl vytvořen portál **www.designtech.cz**. Informační portál je již od počátku řešen jako zcela otevřený, určený pro publikaci všech zajímavých článků a zkušeností z oborové výuky a praxe.

Publikované články, informace a spoty jsou směřovány do několika oblastí:

- ◆ zkušenosti a informace z oboru počítačové grafiky a její technické podpory,
- ◆ obecné informace z jednotlivých oblastí CAD technologií, zkušenosti z výuky a praxe,
- ◆ metodické informace, osnovy, studijní materiály pro výuku CAD technologií,
- ◆ nabídky školení, vzdělávacích aktivit a informace o odborných publikacích,
- ◆ integrace studia CAD technologií se zkušenostmi z naší a zahraniční průmyslové praxe,
- ◆ případové studie využití CAD technologií v průmyslové praxi, získávání autorských práv pro jejich publikaci,
- ◆ systematická podpora výuky CAD technologií z hlediska licenční politiky jednotlivých firem, které chtějí nabízet školám svá softwarová řešení,



- ♦ nabídka literatury a reverzní integrace zkušeností z výuky modulu do nově vznikajících učebnic a projektů,
- ♦ propojení informačního portálu modulu s předními oborovými informačními portály.

Projekt portálu vznikl s ohledem na školy a jejich potřeby. Najdete zde nejen odborné a metodické informace, ale také informace od garanta modulu P-CAD projektu SIPVZ, praktické rady k podávání grantových projektů a získávání nemalých finančních prostředků potřebných pro realizaci výuku CAD/PLM technologií.

Internet dnes navíc poskytuje svým uživatelům řadu služeb, které byly v dřívějších dobách prakticky nedostupné, nebo znamenaly pro své uživatele nákladnou investici. Jeho výhodou je bezesporu dynamika poskytování informací čtenářům všech věkových skupin.

Hlavní strategií portálu je posílit informovanost pedagogů a studentů o špičkové úrovni jednoho z nejsledovanějších oborů aplikované informatiky a popularizovat pohled na tuto problematiku ve spolupráci s průmyslovou praxí.

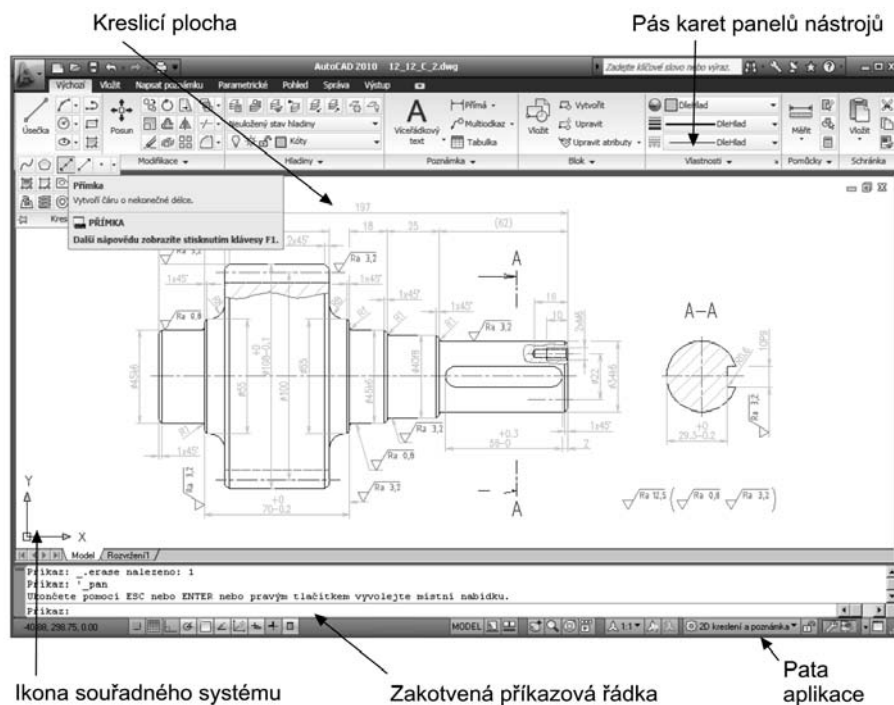
Otázky a cvičení

1. Vysvětlete význam CAD technologií pro vývoj nových výrobků a uveďte nejdůležitější pravidla při jejich využití.
2. Jak chápete využití PLM technologií v praxi.

Úvod do obsluhy AutoCADu

2

Moderní programy využívají všech výhod grafického uživatelského rozhraní (GUI – Graphical User Interface) operačních systémů a jsou výrazně integrovány s jejich funkcemi. Obsluha programu vychází z obecných zásad pro všechny aplikace pracující pod operačním systémem s GUI. Je podporována také celá řada nadstandardních funkcí včetně různých typů myši a vykreslovacích zařízení. Nejnovější podoba interface AutoCADu od verze 2009 vychází z moderního vzhledu kancelářského balíku Microsoft Office 2007. Veškeré ilustrace a postupy popisované v této učebnici jsou platné pro aktuální AutoCAD 2010.

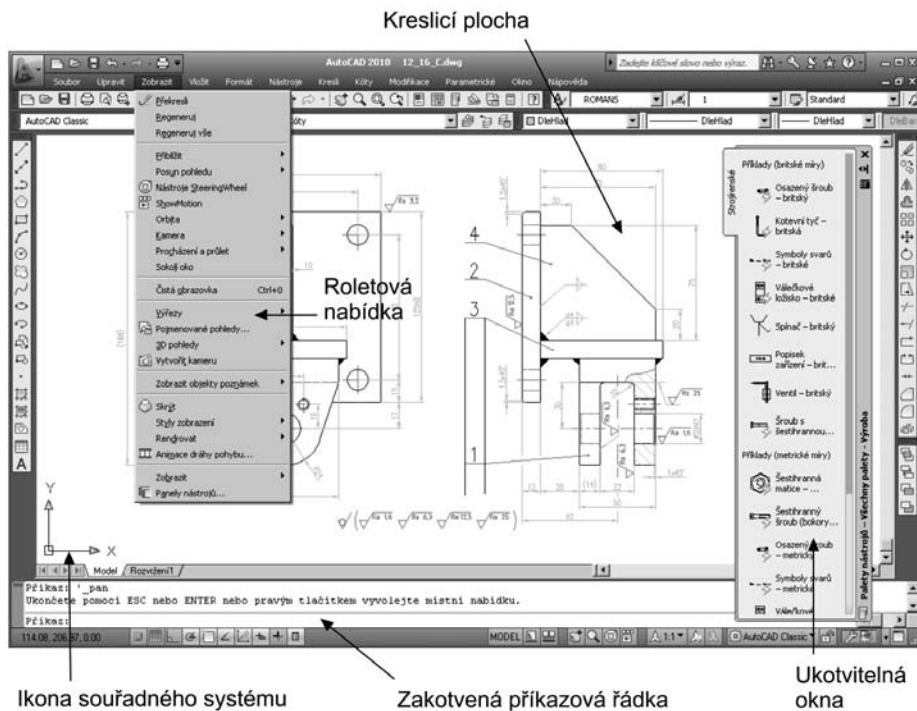


Obrázek 2.1: Vzhled pracovní plochy programu AutoCAD 2010 s pásem karet příkazů



Autodesk se ve svých aplikacích navíc velmi detailně zabývá optimalizací pracovního prostředí z hlediska metodiky obsluhy a AutoCAD není výjimkou. Všechny nástroje používané při práci jsou jednoduše a přehledně uspořádány do samostatných skupin a jsou navíc doplněny přehlednou bublinovou nápovědou. Nespornou výhodou je zachování koncepce obsluhy AutoCADu, která vychází z předchozích verzí AutoCADu a AutoCADu LT. Uživatelé se tak nemusí obávat zbytečných ztrátových časů při hledání požadovaných příkazů a funkcí. AutoCAD ve svých nejnovějších verzích přináší uživatelům hned několik možností obsluhy, které vychází z metod tradičních i zcela nových. Pomocí pracovních prostředí je obsluha velmi flexibilní a měla by vyhovovat prakticky všem uživatelům produktů Autodesku.

Tip: Velikost pracovní plochy je dána úhlopříčkou monitoru a nastaveným rozlišením. Vzhledem k množství panelů nástrojů doporučujeme jako minimum pro práci 19" monitor s rozlišením 1 280 × 1 024 bodů. Ideální volbou je LCD displej 19" a větší, pracující výhradně v nativním (fyzickém rozlišení). Pokud využijete jiné než nativního rozlišení, budou čáry, veškerá grafika a texty rozmazány vlivem interpolace rozlišení.



Obrázek 2.2: Vzhled pracovní plochy programu AutoCAD 2010 s tradiční nabídkou příkazů

Obsluha AutoCADu

Do obsluhy AutoCADu zahrnujeme veškeré možnosti pro definici příkazů a jejich parametrů. Vhodná kombinace jednotlivých metod může výrazně urychlit tvorbu výkresové dokumentace či modelu. V praxi jsou samozřejmě preferovány grafické obslužné prvky. Veškerá nastavení a aktuální pozice lze v AutoCADu uložit jako **Pracovní prostory**.

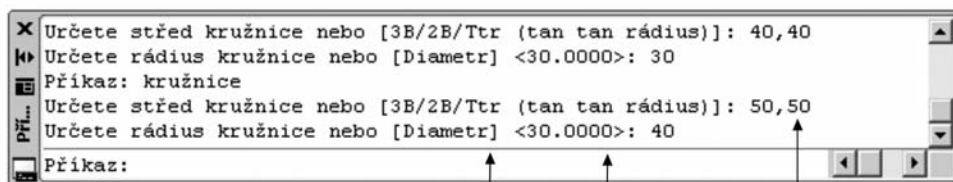


Způsob definice příkazu	Použití a doporučení
Příkazová řádka	Zadávání všech příkazů a jejich parametrů
Pás karet	Obslužný prvek vycházející ze standardů Microsoft Office
Obrazovkové menu	Zastaralá nabídka příkazů, která je standardně vypnuta
Roletová nabídka	Výběr nejčastěji používaných příkazů
Panely nástrojů	Velmi rychlý způsob volby příkazů ve Windows
Dialogové panely	Pro názorné nastavení parametrů u složitých příkazů
Ukotvitelná okna	Dialogový panel s možností ukotvení polohy a schovávání
Dynamické kreslení	Definice rozměrů objektů pomocí průběžných kót

Příkazová řádka pro definici příkazů a proměnných

Při definici příkazů na řádce AutoCADu postupujeme podle určitých zásad. Tyto zásady jsou velmi podobné ve všech verzích programu. Příkazová řádka je ve své podstatě nejuniverzálnější metoda definice příkazů.

- ◆ Příkazy definujeme buď originálním příkazem s podtržítkem (**_line**), nebo lokalizovanou verzí (**úsečka**).
- ◆ Zadaný příkaz potvrdíme klávesou **Enter** nebo pravým tlačítkem myši.
- ◆ Před zadáním příkazu musí být na příkazové řádce stav **Příkaz:**.



Parametry příkazů definujeme na příkazové řádce. Pro jejich rychlou volbu lze využít **místní nabídky** voleb aktivované pravým tlačítkem myši v průběhu definice příkazu.

Volby
příkazu

Nabízené
hodnoty

Vkládané
hodnoty

Obrázek 2.3: Definice příkazu na příkazové řádce programu

Postup:

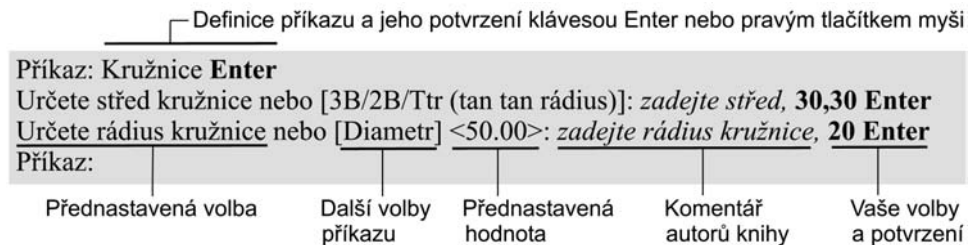
- ◆ Zkontrolujte stav příkazové řádky. Pokud zde není stav **Příkaz:**, stiskněte **ESC**.
- ◆ Zapište příkaz **Kružnice** (**_circle**) a potvrďte jej stiskem pravého tlačítka myši nebo **Enter**.
- ◆ Zvolte nabízenou volbu, například **3B**. Stačí psát pouze velká písmena jako zkratky voleb v závorkách [**3B/2B/Ttr...**]. Můžete také přímo použít nabízené hodnoty a zadat střed kružnice **40,40**. Zadanou hodnotu potvrdíte klávesou **Enter**.
- ◆ Při opakování příkazu jsou nabídnuty již použité hodnoty v závorkách **<40,40>**.



- ◆ Při kreslení kružnice samozřejmě nedefinujeme pouze její polohu, ale také její velikost, program nás tedy žádá o vložení poloměru požadované kružnice.
- ◆ Zadejte hodnotu **80**. Zadanou hodnotu potvrďte **Enter**.
- ◆ Pokud chcete zopakovat příkaz pro kreslení kružnice, nemusíte jej vyvolávat z menu, ale stačí pouze stisknout pravé tlačítko myši nebo **Enter**.
- ◆ Volby příkazů můžeme alternativně zadat v AutoCADu pomocí místní nabídky aktivované stiskem pravého tlačítka myši v průběhu příkazu.

Jak pracujeme s příkazovou řádkou v naší učebnici?

Program AutoCAD je možné ovládat řadou obslužných prvků. Všechny možnosti budou rozebrány v jednotlivých kapitolách učebnice. Pro orientaci ve způsobu zápisu na příkazové řádce a zobrazovaných hlášeních uvádíme příklad příkazu a hlášení zobrazovaných na příkazové řádce.



Obrázek 2.4: Definice příkazu pomocí příkazové řádky

Název příkazu – definuje vlastní příkaz, který můžeme zadat přímo na příkazové řádce, nebo jej vyvolat pomocí různých typů menu a panelů nástrojů. Při zadání pomocí příkazové řádky musíme příkaz potvrdit klávesou **Enter**, případně pravým tlačítkem myši.

Volby příkazu – příkaz může mít řadu vstupních parametrů. Všechny volby je možné definovat klávesovými zkratkami (např. **Střed = S**). Zkratky jsou zvýrazněny velkými písmeny. Nejčastěji používaná volba je přednastavená (implicitní) a je uvedena v lomených závorkách, <Střed>. Nemusíme ji definovat, stačí pouze odsouhlasit klávesou **Enter**.

Komentář příkazu – nezobrazuje AutoCAD v příkazové řádce. Tento popis jsme zvolili pro doplnění obtížnějších fází definice voleb příkazů a upřesňujících informací. Komentář je určitou nápoovědou při studiu příkladů. Vždy jej velmi pozorně prostudujte.

Vložené parametry – proměnné a souřadnice vkládané uživatelem programu.

Definice příkazů na příkazové řádce je ve Windows nahrazena volbami v menu a panelech nástrojů. Každá definice příkazu je popsána v učebnici pomocí textového řetězce a šipek.



Přepínání pracovních prostorů

AutoCAD přizpůsobuje své rozhraní současným trendům v obsluze aplikací pod operačním systémem Windows. Vychází samozřejmě také vstříc uživatelům, kteří jsou zvyklí na konzervativnější přístupy.

V našem přehledu z důvodu univerzálnosti uvádíme proto možnosti všechny. Standardní instalace AutoCADu obsahuje tři základní konfigurace pracovních prostorů. To znamená nastavení vzhledu a rozložení pracovní plochy:

- ◆ **2D kreslení a poznámka** – pracovní prostor s pásy karet příkazů pro 2D navrhování.
- ◆ **3D modelování** – pracovní prostor s pásy karet pro 3D modelování.
- ◆ **AutoCAD Classic** – pracovní prostor s roletovými nabídkami dodržující standard obsluhy starších verzí AutoCADu.

Vlastní přepínání jednotlivých pracovních prostorů můžete vidět na následujícím obrázku. Přepnutí pracovního prostoru je čistě uživatelskou záležitostí, která nijak neovlivňuje vlastní obsluhu aktivované funkce.



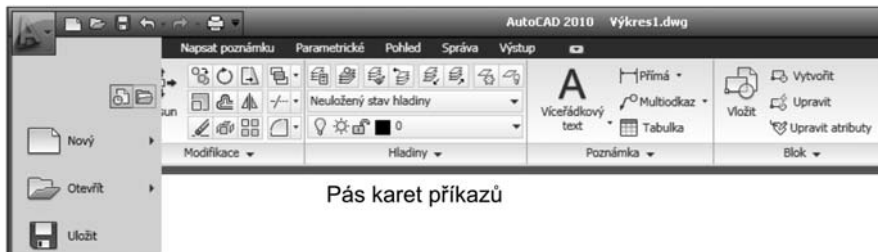
Obrázek 2.5: Přepínání pracovních prostorů

Pás karet příkazů

Pás příkazových karet je v AutoCADu od verze 2009 novinkou převzatou z moderních kancelářských aplikací. Obslužné prvky jsou tvořeny pásem karet s ikonami funkcí, které lze libovolně umísťovat v pracovní ploše. Nabídkové pruhy jsou ve své podstatě určitou kombinací roletových nabídek a panelů ikon nástrojů. Kombinují nabídku nejčastěji používaných příkazů s jednoduchou dostupností.

Využití jednotlivých typů pracovních prostorů je více věcí osobního přístupu a zvyklostí. Pás karet příkazů jistě nadchne uživatele nejnovějších kancelářských aplikací od Microsoftu, pro zbláhle uživatele AutoCADu, zvyklé na tradiční panely nástrojů, bude znamenat spíš zpomalení práce z důvodu zbytečných přepínání záložek na kartách a složitější dohledávání méně používaných příkazů.

Výkon jednotlivých řešení jistě ukáže dlouhodobé používání obou pracovních prostředí v praxi. Pod logem AutoCADu se ukrývá další sada méně používaných příkazů v modifikované roletové nabídce.



Obrázek 2.6: Pás karet příkazů

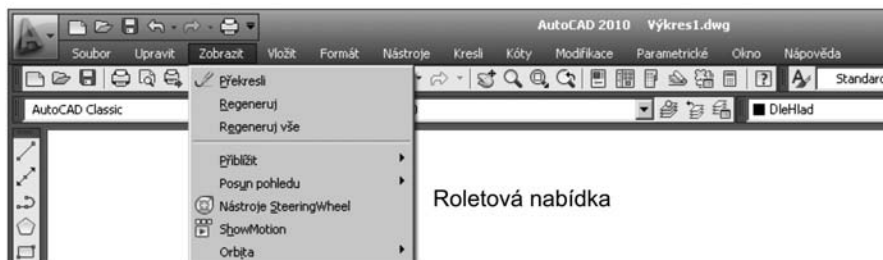
Obrazkové menu

Obrazkové menu patří mezi klasické metody obsluhy AutoCADu. Lze ho použít pro zadání příkazu nebo jako doplněk při definici parametrů příkazu. Ve Windows je toto menu standardně vypnuto, ale lze jej zapnout v panelu **Možnosti** na kartě **Zobrazení**.

AutoCAD v prostředí Windows toto menu nahrazuje modernějšími grafickými obslužnými prvky, a proto se mu již nebudeme dále věnovat.

Roletové nabídky

Nabídky obsahují často používané funkce a lze je aktivovat jak pomocí levého tlačítka myši, tak kombinací **ALT + podtržené písmeno**. Obdobným způsobem lze aktivovat i jednotlivé příkazy v nabídce. Pro zobrazení roletových nabídek je nutné přepnout pracovní prostředí.



Obrázek 2.7: Roletová nabídka

Postup:

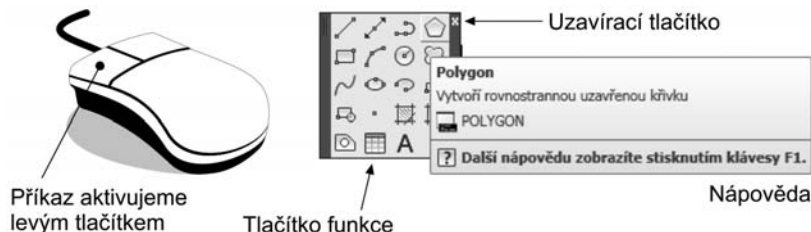
- ♦ Kurzor myši nastavte na příslušný název nabídky, stiskněte levé tlačítko.
- ♦ Po otevření nabídky vyberte kurzorem žádanou funkci a stiskněte opět levé tlačítko.
- ♦ Alternativně podržte stisknutou levou klávesu **ALT** a stiskněte klávesu odpovídající podtrženému písmenu v názvu nabídky, např. **K**. Kurzorovými šipkami zvolte příslušnou položku v nabídce a potvrďte **Enter**.



Panely nástrojů

Jsou moderní metodou zadávání příkazů. Každá funkce je prezentována tlačítkem (ikonou) příslušné funkce. Tlačítka jsou navíc doplněna nápovědou. Panely nástrojů lze libovolně tvarovat, posouvat po pracovní ploše nebo zakotvit na okraj kreslicí plochy.

V AutoCADu se navíc setkáváme s multifunkční ikonou. Poznáme ji podle malé šipky v pravém dolním rohu. Pokud na této ikoně přidržíme stisknuté levé tlačítko a posuneme kurzor, máme možnost zaktivovat další ikony funkcí.



Obrázek 2.8: Panel nástrojů

Postup:

- ◆ Nastavte kurzorovou šipku na libovolnou ikonu funkce, po chvíli se objeví nápověda.
- ◆ Stiskněte na libovolné ikoně pravé tlačítko myši, zaktivuje se dialogový panel.
- ◆ Zapněte příslušný panel nástrojů.
- ◆ Pokud jsou všechny ikony vypnuty, zadejte příkaz **_toolbar** a objeví se stejný panel.
- ◆ Stiskněte levé tlačítko na požadované ikoně a zaktivujte příslušnou funkci, sledujte příkazovou řádku.

Modifikace panelů nástrojů a karet příkazů

AutoCAD obsahuje celou řadu panelů nástrojů, které mají definováno rozložení příslušných ikon příkazů. Samozřejmě, že toto rozložení není konečné a lze jej modifikovat. Uživatel má možnost libovolně upravovat jednotlivé panely nástrojů.

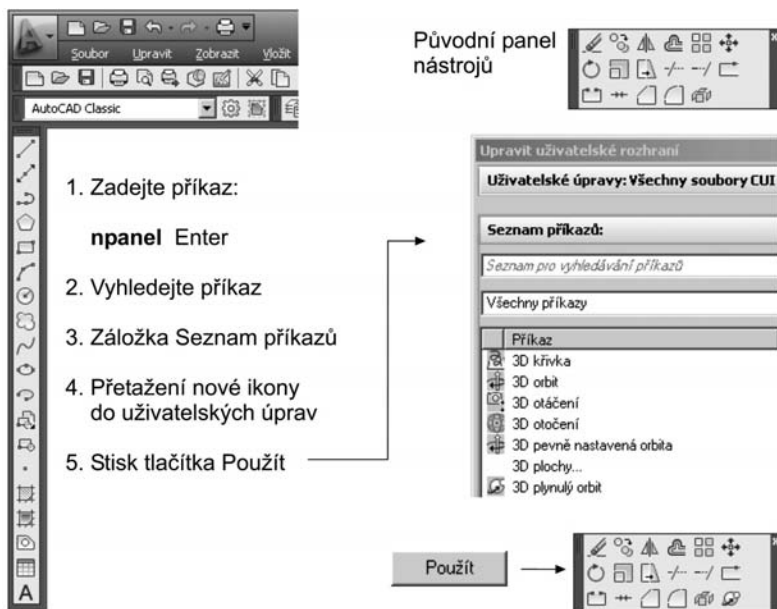
Nová verze AutoCADu je schopna všechna tato nastavení uchovávat pomocí nástroje **Pracovní prostory**. Je tak možné upravit prakticky libovolnou sadu funkcí a příkazů a uchovat ji pro další použití v souboru s příponou ***.cui**.

Vytvořením vlastních nástrojových panelů můžeme například ušetřit volné místo na pracovní ploše pro kreslení. S vyšší verzí AutoCADu ovšem složitost této modifikace vzrůstá, a proto ji v žádném případě nedoporučujeme začínajícím uživatelům. Proto se pokuste vždy vystačit se standardní sadou panelů nástrojů. Na obrázku uvádíme pouze jednu z triviálních možností modifikace s novou inicializací pomocí tlačítka **Použít**.



Příklad:

Rozšířte nabídku příkazů pro panely nástrojů a pro pás karet.



Obrázek 2.9: Modifikace panelu nástrojů přetažením ikony funkce

AutoCAD obsahuje velmi rozsáhlou nabídku panelů nástrojů pro své jednotlivé funkce. V případě pásu karet příkazů je nabídka chudší a budete ji muset modifikovat častěji. Modifikace pásu karet je prakticky totožná s panely nástrojů. Provádí se výhradně na úrovni dialogového správce úprav uživatelského rozhraní. Postup modifikace je zobrazen na následujícím obrázku. Nedoporučujeme jej ovšem začínajícím uživatelům.



Obrázek 2.10: Modifikace pásu karet

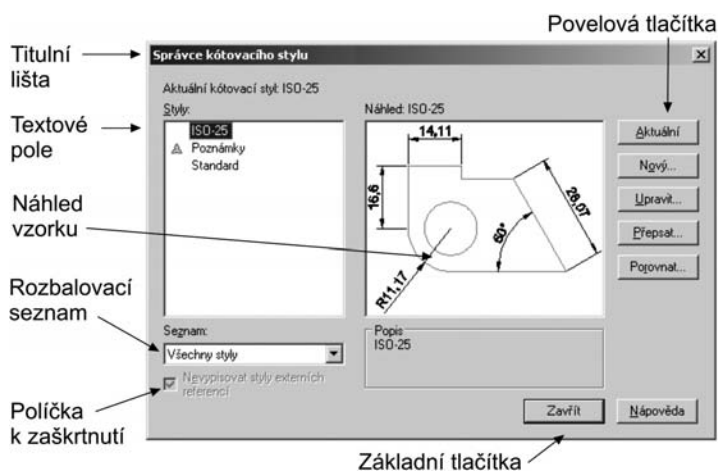


Základem modifikace je vytvoření nové záložky (**Karty pásu**). Pás můžeme pojmenovat libovolně, nedoporučujeme ovšem příliš dlouhé názvy. Do tohoto pásu můžeme pomocí pravého tlačítka vkopírovat libovolnou stávající, případně novou položku z **Panelů pásu karet**. Pokud chceme přidat zcela nové nástroje, je nutné předem vytvořit a naplnit ikonami příkazů příslušný panel a ten poté zkopírovat do karet pásu. Při této operaci lze libovolně vkládat řádky ikon. V případě použití dílčích panelů je možné modifikovat také velikost zobrazovaných ikon

Dialogové panely

Řada příkazů má množství definovatelných parametrů, které můžeme upravit pomocí dialogových panelů. Jejich použití zjednodušuje nastavení velkého množství parametrů.

Vidíme, že existuje celá řada možností, jak zadat programu příslušnou funkci. Je pouze na samotném uživateli, která možnost či kombinace pro něj bude nejvhodnější. Jednotlivé příkazy jsou navzájem propojeny. Vyvoláme-li příslušnou funkci z roletové nabídky nebo pomocí ikony, je okamžitě vypsána se všemi parametry na příkazové řádce. Pro začínajícího uživatele je vhodná především kombinace panelů nástrojů a příkazové řádky.



Obrázek 2.11: Dialogový panel (příkaz Kótystyl)

Postup:

- ◆ Zaktivujte dialogový panel příkazem Kótystyl.
- ◆ Pomocí výběrových tlačítek volíme příslušné položky, např. upravujeme styl kót.
- ◆ Políčka k zaškrtnutí (přepínače) vypínají nebo aktivují příslušnou volbu.
- ◆ U některých panelů je pro názornost využito náhledu.
- ◆ Veškeré nastavené hodnoty potvrdíme stiskem aktivačních tlačítek.
- ◆ Povelová tlačítka slouží k aktivaci funkcí a upřesňujících dialogových panelů.

Musíme mít na paměti, že menu programu má zcela otevřenou architekturu. Lze jej tedy libovolně upravovat a přizpůsobit požadavkům uživatelů nebo aplikaci pracující pod programem

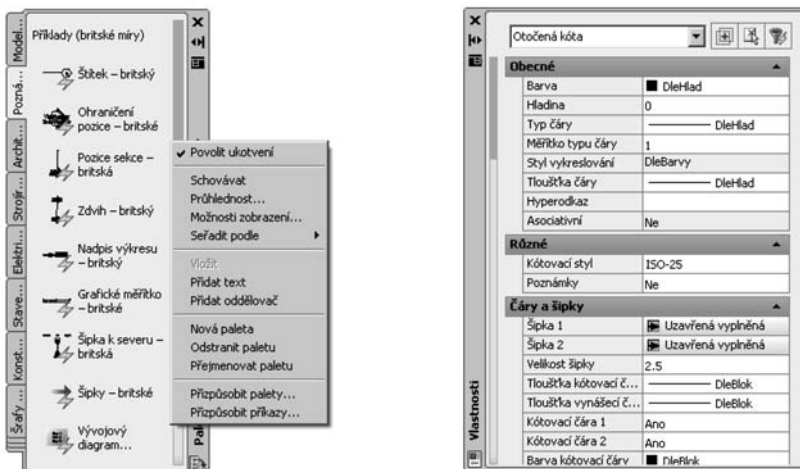


AutoCAD. Existují dokonce klávesové zkratky příkazů, ale ty mohou znamenat pro začínajícího uživatele zbytečnou komplikaci.

Ukotvitelná okna

Ukotvitelná okna jsou okna, která lze ukotvit do kreslicí plochy, nebo toto ukotvení zrušit pomocí zámečku v pravém dolním rohu okna AutoCADu (viz další odstavec). Mají oproti klasickým dialogovým panelům optimalizovaný vzhled s možností snadné modifikace. Tato okna mohou být také automaticky schovávána do lišty v případě jejich nevyužití.

Ukotvitelná okna mohou obsahovat navíc velké množství grafických symbolů a jsou tedy ideálním nástrojem například pro šrafování přetažením grafického symbolu, vkládání bloků apod.



Obrázek 2.12: Ukotvitelné okno a nastavení jeho schovávání

Fixace polohy a průhlednost ovládacích prvků

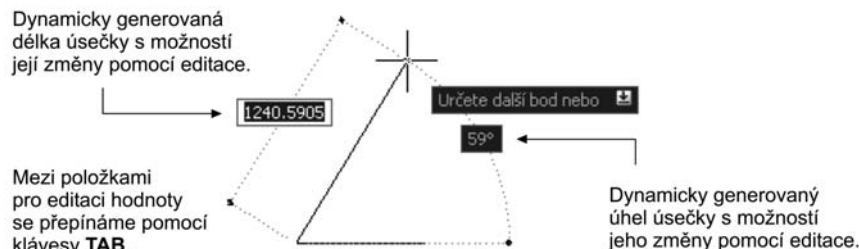
Ukotvení ovládacích prvků je jednou z příjemných vlastností nových verzí AutoCADu. Především u zobrazovacích jednotek s vyšším rozlišením, kde je dostatek pracovního prostoru, můžete fixovat polohu vybraných ovládacích prvků pomocí ikony zámečku v pravém dolním rohu pracovního okna AutoCADu. Výběr fixace volíte pomocí pravého tlačítka myši a lze ji aplikovat na **Panely nástrojů** a **Ukotvitelná okna**.

U některých, často využívaných ovládacích prvků, například u neukotvené příkazové řádky, lze upravit jejich **Průhlednost**. Ta je řízena uživatelsky definovanou hodnotou pomocí příkazu aktivovaného při klepnutí pravým tlačítkem myši na zvoleném ovládacím prvku. Veškeré objekty na výkrese, které jsou ukryty pod ovládacím prvkem, pak částečně prosvitají.



Dynamické kreslení pomocí průběžných kót

Dynamické kreslení pomocí průběžných kót je ergonomicky zajímavou novinkou nejnovějších verzí AutoCADu, jež umožňuje intuitivní definici rozměrů konstruovaných objektů. Z velké části tak můžete nahradit především při vlastní tvorbě objektů příkazovou řádku. Výhodou této definice je to, že ji máte „přímo před očima“. Nemusíte se tedy především na zobrazovacích jednotkách s vysokým rozlišením soustředit na jinou oblast, než ve které zrovna kreslíte.



Obrázek 2.13: Dynamické kreslení pomocí průběžných kót

Použití systémových proměnných

Mnoho příkazů AutoCADu nastavuje různé módy, různé velikosti a hranice, které zůstávají v platnosti, dokud je nezměníme. AutoCAD uchovává tyto hodnoty a umožňuje tyto proměnné prohlížet, nebo je i přímo měnit.

Systémové proměnné jsou nastavení, která řídí práci určitých příkazů. Mohou zapínat a vypínat režimy (např. **Krok**, **Rastr** a **Orto**), nastavit požadované hodnoty a obsahovat informace o aktuálním výkresu či konfiguraci AutoCADu.

Někdy se systémové proměnné používají pro změnu nastavení, jindy pro zobrazení aktuálního stavu. Při seznámení s programem AutoCAD budeme převážně využívat standardních nastavení systémových proměnných. Seznam všech systémových proměnných je možné vypsát pomocí příkazu **Syspar**.

Příklad:

Zobrazte seznam všech systémových proměnných v programu AutoCAD.

Příkaz: Syspar **Enter**

Zadejte jméno proměnné nebo [?] <GRIDMODE>: *výpis všech proměnných, ? Enter*

Zadejte proměnné pro vypsání <*>: *potvrdíme výběr všech proměnných, Enter*

Příkaz:

Pokud chceme změnit hodnoty systémových proměnných, využijeme názvu proměnné, kterou lze změnit a není pouze pro čtení. Příkladem může být systémová proměnná **Gridmode**, která zapíná a vypíná zobrazení tečkovaného rastru.

Naopak proměnná **Date** je systémová proměnná pouze ke čtení, která ukládá aktuální datum. Tuto hodnotu můžete zobrazit, ale nemůžete ji měnit. Nastavení proměnných můžete vyzkoušet nebo změnit transparentně, to znamená při použití jiného příkazu. Nové hodnoty se však neprojeví, dokud přerušený příkaz neskončí.



Příklad:

Změňte nastavení systémové proměnné pro zobrazování tečkového rastru.

Příkaz: Gridmode **Enter**

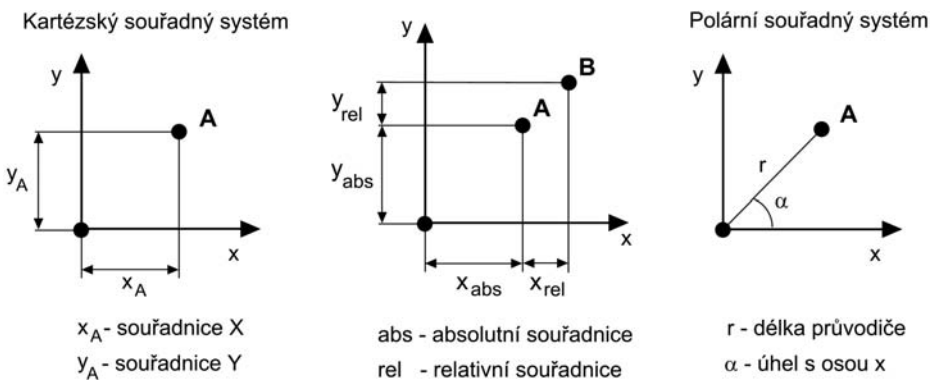
Zadejte novou hodnotu pro GRIDMODE <0>: *stavající hodnotu změníme, 1* **Enter**

Příkaz:

V kreslicí ploše se zobrazí tečkový rastr. Vrácením původní hodnoty proměnné tento rastr zrušíme.

Orientace v souřadném systému

Nejen v CAD aplikacích se setkáváme s řadou typů souřadných systémů. Na souřadné systémy jsou vázány polohy všech objektů. Není tajemstvím, že vhodná volba souřadného systému může znamenat zrychlení tvorby návrhu a výkresové dokumentace.



Obrázek 2.14: Druhy 2D souřadných systémů

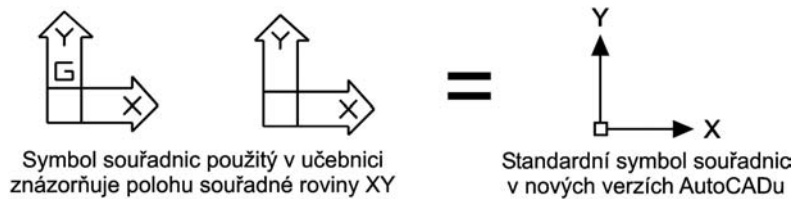
Typ souřadného systému	Absolutní zápis	Relativní zápis
Kartézský	x,y	@x,y
Polární	r< α	@r< α

AutoCAD využívá implicitně souřadného systému, který má pevně definovanou polohu počátku a orientaci os pomocí globálního souřadného systému (**GSS**). Tento výchozí souřadný systém může být při vlastní tvorbě výkresu upraven podle potřeb obsluhy. Se systémem os lze libovolně manipulovat pomocí příkazů. Nejčastějším typem úpravy je posun počátku a rotace kolem jedné z os. Libovolnou úpravou GSS vznikne uživatelský souřadný systém (**USS**).

Pokud je globální souřadný systém upraven na uživatelský, je tato situace detekována přímo programem pomocí ikony souřadnic v levém dolním rohu pracovní plochy. Zvláštní situace nastává v případě, kdy je rovina xy položena tak, že je směr pohledu pozorovatele rovnoběžný s touto rovinou. Další novinkou, popsanou v kapitole prostorového modelování, je funkce



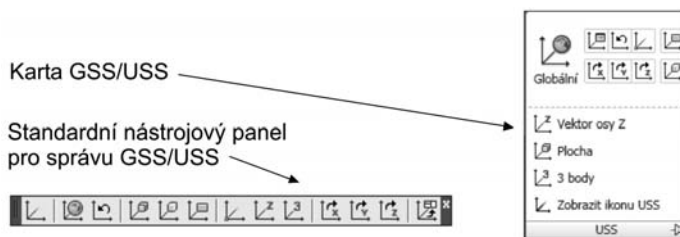
3D Orbit, která je ideální pro prohlížení prostorových modelů. Ikona GSS/USS je zde plynule stínována.



Obrázek 2.15: Symboly a ikony souřadného systému používané v AutoCADu

Pro úpravy a manipulaci se systémem os je v AutoCADu celá řada příkazů. Tyto lze zadávat přímo formou výpisu na příkazové řádce, vyvoláním z nabídky nebo pomocí panelů nástrojů.

Jednotlivé způsoby definice příkazů budou detailně popsány v následující kapitole, proto uveďme nyní pouze ukázkou příkazu pro manipulaci s USS pomocí příkazové řádky a efektivní způsob definice příkazu pomocí ikon, které jsou uspořádány do panelů nástrojů.



Obrázek 2.16: Nástroje pro správu souřadného systému

Již z jednotlivých ikon na panelu nástrojů můžeme vytušit, o jakou úpravu souřadnic se jedná. Obecně můžeme mluvit o jeho třech základních modifikacích.

- ◆ posun počátku souřadnic,
- ◆ rotace kolem jedné z os,
- ◆ zarovnání souřadné roviny (xy) s určitou geometrií (body, pohled),
- ◆ uložení a obnovení vzniklých souřadnic.

Tip: V počátku výuky se nesnažte manipulovat se souřadným systémem, protože jeho úpravou dojde k předefinování souřadnic objektů. Manipulaci se souřadným systémem a především jeho ukládání do seznamu vždy provádějte s maximální přehledností a vytvořte si určité zásady v pojmenování jednotlivých položek.



Úpravy souřadného systému

Příkaz pro manipulaci a úpravu souřadného systému



Panel nástrojů: Standardní panel → USS

Panel pásu karet: Souřadnice → USS

Příkaz: Uss (_Ucs)

Popis:

- ◆ Příkaz obsahující řadu voleb pro manipulaci se souřadným systémem. Lze jej využít jak pro 2D kreslení, tak pro 3D modelování. Jednotlivé funkce jsou rozděleny podle jejich použití v kapitolách věnovaných úpravám USS ve 2D a 3D.

Předchozí USS

Příkaz pro návrat k předchozímu nastavení souřadného systému



Panel nástrojů: Standardní panel → Předchozí USS

Panel pásu karet: Pouze v uživatelském nastavení

Nabídka: Nástroje → Nový USS → Předchozí USS

Příkaz: Uss (_Ucs)

Popis:

- ◆ Příkaz umožňující návrat k předchozímu nastavení souřadného systému.

Definice počátku USS (posun USS)

Nastavuje počátek nového souřadného systému s možností pojmenování (viz Dialog USS).



Panel nástrojů: USS → Počátek

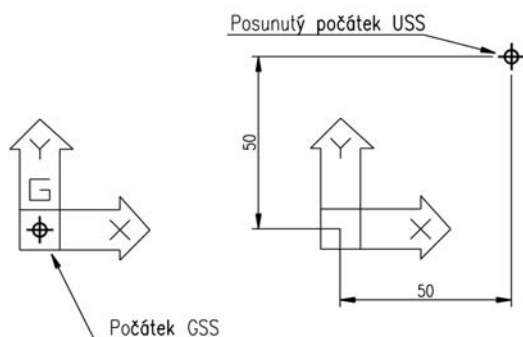
Panel pásu karet: Souřadnice → Počátek

Nabídka: Nástroje → Nový USS → Počátek

Příkaz: Uss (_Ucs) volba Nový

Příklad:

Posuňte počátek souřadného systému z výchozí (globální polohy) do bodu 50,50 (uživatelský souřadný systém).



Obrázek 2.17: Posun počátku souřadného systému



Příkaz: Uss **Enter**

Určete počátek USS nebo [Plocha/poJmenovaný/obJekt/Předchozí/poHled/Globální/X/Y/Z/ZOsa]

<Globální>: zvolíme *přepínač pro posun počátku souřadnic*, (**N**) **Enter**

Určete počátek nového USS nebo [ZOsa/3body/obJekt/Plocha/poHled/X/Y/Z] <0,0,0>: **50,50,0 Enter**

Příkaz:

Popis:

- ◆ Ikona nastavení souřadného systému je implicitně při přesunu umístěna v levém dolním rohu kreslicí plochy. Toto nastavení lze změnit pomocí systémové proměnné **Ucsicon**.
- ◆ Hodnota **0** vypíná zobrazování ikony souřadnic. Hodnota **1** zapíná zobrazení ikony v levém dolním rohu kreslicí plochy a hodnota **3** upravuje polohu ikony vzhledem k aktuálnímu počátku USS.

Nastavení globálních souřadnic

Vrací upravený souřadný systém ke globálnímu (hlavnímu) stavu. Při prostorovém modelování má často význam při dezorientaci v upravovaných souřadnicích.



Panel nástrojů: USS → Globální

Panel pásu karet: Souřadnice → Globální

Nabídka: Nástroje → Nový USS → Globální

Příkaz: Uss (_Ucs) volba Glob

Rotace souřadné roviny XY

Otočení souřadného systému kolem vektoru osy z.



Panel nástrojů: USS → Vektor osy Z

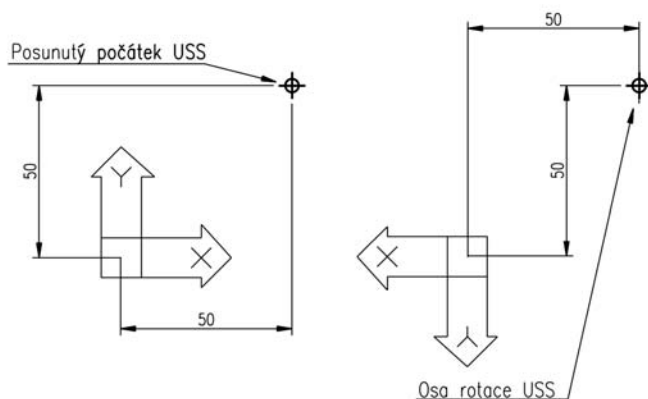
Panel pásu karet: Souřadnice → Vektor osy Z

Nabídka: Nástroje → Nový USS → Vektor osy Z

Příkaz: Uss (_Ucs) volba Z

Příklad:

Přetočte kladnou osu x souřadného systému z předchozího příkladu o 180° v rovině xy.



Obrázek 2.18: Rotace souřadného systému



Příkaz: **Uss Enter**

Určete počátek USS nebo [PLocha/poJMenovaný/obJekt/Předchozí/poHled/Globální/X/Y/Z/ZOsa]

<Globální>: zvolíme *přepínač pro otočení roviny xy kolem osy z*, **Z Enter**

Určete úhel otočení kolem osy Z <90>: **180 Enter**

Příkaz:

Popis:

- ♦ Rotaci souřadného systému provádíme v rovině xy kolem osy z. Pokud provedeme rotaci kolem osy x nebo y, dojde vždy k prostorovému natočení souřadného systému a zobrazené jednotky na osách již nejsou totožné se skutečnými.

Zarovnání souřadnic podle objektu

Umožňuje srovnat souřadnou rovinu XY s libovolným objektem ve scéně.



Panel nástrojů: USS → Objekt

Panel pásu karet: Souřadnice → Objekt

Nabídka: Nástroje → Nový USS → Objekt

Příkaz: Uss (_Ucs) volba objekt

Příklad:

Pomocí funkce pro zarovnání USS na objekt upravte polohu souřadného systému podle obrázku.

Příkaz: **Uss Enter**

Určete počátek USS nebo

[PLocha/poJMenovaný/obJekt/Předchozí/poHled/Globální/X/Y/Z/ZOsa] <Globální>: zvolíme *zarovnání na objekt*, **objekt Enter**

Vyberte objekt, podle něhož vytvoříte USS: *myší vybereme objekt pro zarovnání, jeho bližší konec určuje kladný směr osy x*

Příkaz:



Obrázek 2.19: Zarovnání souřadného systému

- ♦ Při výběru objektu pro zarovnání souřadného systému je podstatné jak bude orientována kladná osa x. Je vykreslena vždy ve směru bližšího konce objektu.
- ♦ Změna polohy souřadného systému je provedena ihned po výběru objektu.
- ♦ Pokud chcete vybrat jiný objekt a stávající nevyhovuje, zvolte předchozí USS.
- ♦ Polohu souřadného systému lze uložit.



Archivace souřadných systémů a dialogový panel správy USS

AutoCAD obsahuje přehledný dialogový panel pro správu souřadných systémů, který navíc obsahuje několik nastavení pro řízení zobrazování USS.



Panel nástrojů: USS → Pojmenovaný

Panel pásu karet: Souřadnice → Pojmenovaný

Nabídka: Nástroje → Pojmenovaný

Příkaz: Uss (_Ucs) volba Ulož, Vymaž a oNov

Ize použít také příkaz Diauss pro vyvolání dialogu správy USS

Příklad:

Proveďte uložení USS z předchozího příkladu pod názvem „otočený“.

Příkaz: Uss **Enter**

Určete počátek USS nebo

[P]locha/[po]Jmenovaný/ob[ek]t/Předchozí/poHled/Globální/X/Y/Z/Zosa] <Globální>: *Zvolíme přepínač pro uložení aktuálního nastavení os, **U Enter***

Zadejte název ukládaného USS nebo [?]: **Otočený Enter**

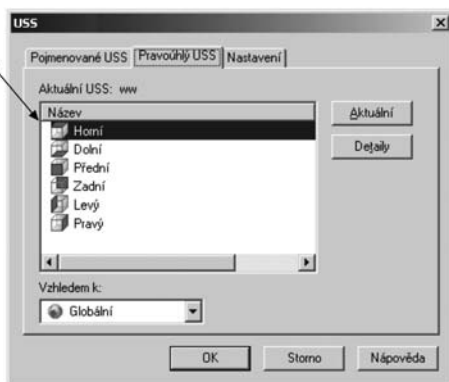
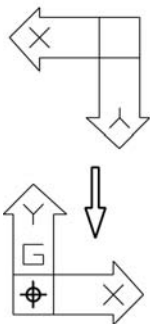
Příkaz:

Příklad:

Obnovte hlavní souřadný systém (GSS). Pro jeho obnovu využijte dialogového panelu správy USS a panelu nástrojů pro rychlé přepínání USS II.

Příkaz: Diauss **Enter**

Obnovení globálních souřadnic pomocí panelu nástrojů



Obrázek 2.20: Obnovení globálních souřadnic

Popis:

- ◆ Uložené uživatelské souřadné systémy je možné vyvolat volbou **oNov** a poté zápisem konkrétního názvu, nebo pomocí dialogu správy USS.
- ◆ Pro archivaci a správu uživatelských souřadných systémů je výhodnější využívat dialogový panel správy USS. Pro uložení upraveného USS je nutné v tomto panelu přejmenovat položku **Bez názvu**. Ta je vytvořena při úpravě souřadného systému.



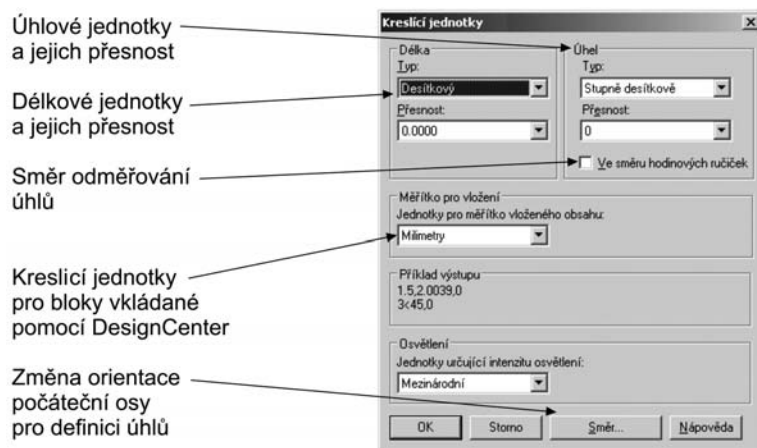
Použití jednotek

Stejně jako využíváme v jednotlivých oblastech konstrukční práce různých pravidel a norem, používáme i různých typů vztažných jednotek. Připomeňme např. délkové míry a formu jejich zápisu v příslušném souřadném systému. Použití vhodného typu jednotek společně se souřadným systémem patří k základním podmínkám správné konstrukce.

Příklad:

V AutoCADu je použit desítkový zápis jednotek, použijte pro tvorbu nového výkresu jednotek palcových, jednotky úhlů grady a orientace počáteční osy pro odpočet úhlů na sever. Kladný směr úhlů nastavte ve směru hodinových ručiček.

Příkaz: Jednotky **Enter**



Obrázek 2.21: Dialogový panel pro nastavení jednotek

Nastavení jednotek v AutoCADu lze provádět libovolně. Je však nutné vždy pamatovat na příslušné normy pro danou konstrukční oblast.

Modelový a výkresový prostor

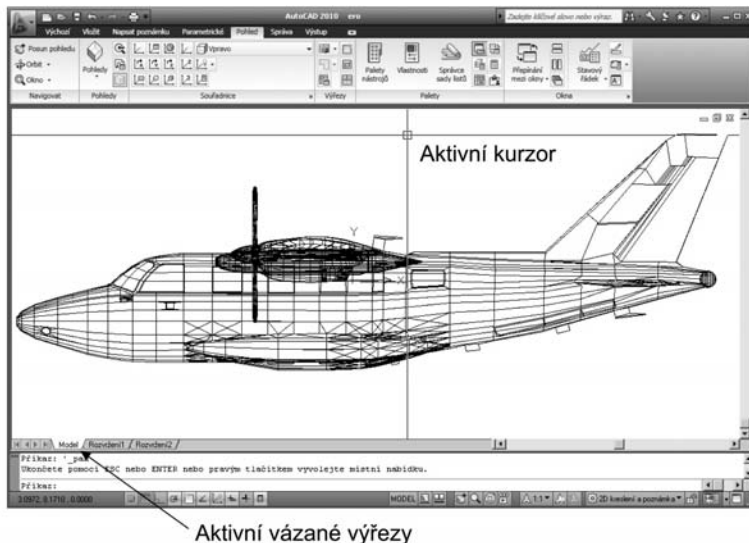
AutoCAD využívá pro zobrazení objektů zvláštního virtuálního modelového prostoru, který umožňuje jak snadnou manipulaci, tak úpravy objektů. Modelový prostor se v podstatě podobá našemu reálnému světu, kdy si například prohlížíme těleso, kterým otáčíme v ruce.

Zobrazení a práce v **modelovém prostoru** je nejběžnějším prostředím v AutoCADu při tvorbě dokumentace. Je identifikována ikonou GSS nebo USS. Představme si, že na obrázku není pouze objekt vytvořený ve 2D, ale například prostorový model lokomotivy.



Vázané výřezy

Pokud budeme chtít tento model upravit, jistě nás bude zajímat nejen pohled zepředu (nárys), ale také pohled shora (půdorys), případně jiný pohled. AutoCAD umožňuje navzájem provázané pohledy zobrazit v pracovní ploše pomocí tzv. **vázaných výřezů**.



Obrázek 2.22: Vázaný výřez (modelový prostor)

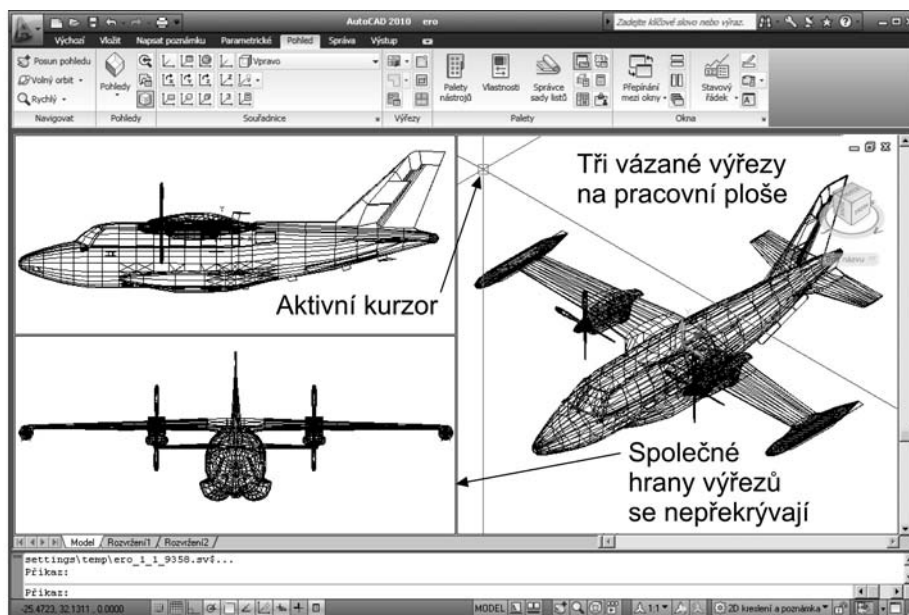
Příklad:

Rozdělte pracovní plochu AutoCADu na tři vázané výřezy.

Příkaz: Výřezy **Enter**

Postup:

- ♦ V dialogovém panelu zvolíme položku **Tři: vpravo** pro rozdělení pracovní plochy na vázané výřezy podle požadavku zadání. Pokud se chceme vrátit k jedinému výřezu přes celou plochu zvolíme ve výběru položku **Jeden**. Ikona souřadného systému se nemění.
- ♦ Vázané výřezy je možné definovat libovolně rozložené, ale **vždy** mají společné hrany, nikdy se nepřekrývají. Základní nevýhodou tohoto zobrazení je možnost vykreslení pouze jednoho aktivního výřezu na výstupním zařízení.
- ♦ Vždy je aktivní pouze jeden výřez, ve kterém se nachází kurzorový kříž. Jednotlivé výřezy jsou vždy závislé. Úprava objektu v jednom výřezu se projeví ve všech ostatních.



Obrázek 2.23: Tři vázané výřezy (modelový prostor)

Volné výřezy

Vykreslení celé skupiny výřezů a jejich překrývání se řeší pomocí **volných výřezů**, které tvoří **výkresový prostor**. V tomto zobrazení se mohou jednotlivé výřezy překrývat a tvoří skupinu, kterou vykreslíme pomocí výstupního zařízení jako jediný celek. Volné výřezy využijete především při vykreslování pohledů na prostorové objekty.

Volné výřezy jsou v podstatě jednotlivé pohledy na objekty, které byly nakresleny v modelovém prostoru. Ve výkresovém prostoru neprovádíme tvorbu a úpravy objektů vytvořených v modelovém prostoru, ale pouze manipulaci s výřezy. Do výkresového prostoru může být vložen např. formát výkresu a rohové razítko. Velikosti jednotlivých výřezů je nutné spravit příkazem **Zoom s volbou měřítko** (viz dále v této učebnici).

Příklad:

Rozdělte pracovní plochu AutoCADu na volné výřezy.

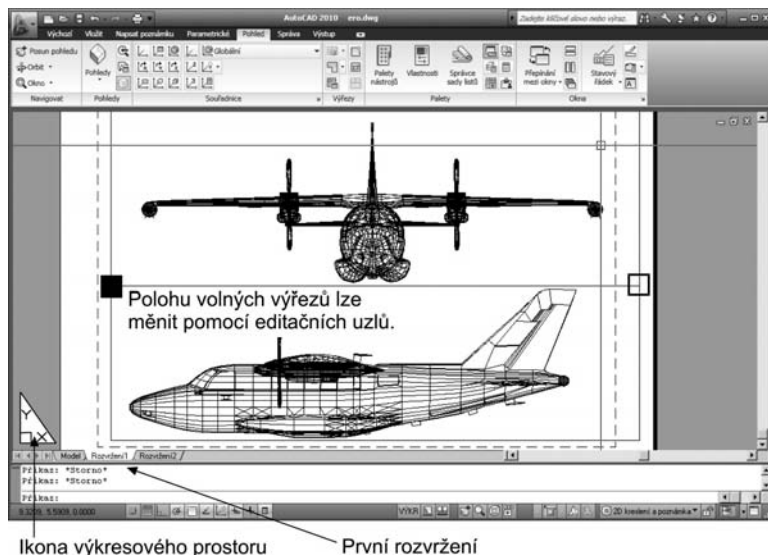
Příkaz: Tilemode **Enter**

Zadejte novou hodnotu pro TILEMODE <1>: **0 Enter** (nastavte vykreslovací zařízení)

Příkaz:

Popis:

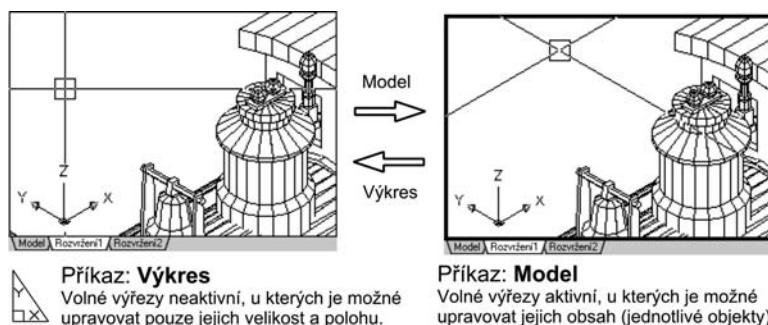
- ♦ Změna hodnoty systémové proměnné Tilemode na 0 umožňuje tvorbu volných výřezů pomocí příkazu Výřezy. Postup je zcela identický jako v případě vázaných výřezů, je ovšem nutné definovat myši nebo souřadnicemi plochu všech výřezů. Změna je detekována úpravou ikony souřadného systému. Pokud vám nevyhovuje programem jediný generovaný výřez, můžete jej na okraji označit a smazat.



Obrázek 2.24: Volné výřezy (výkresový prostor) v prvním rozvržení

- ◆ Neaktivní volné výřezy je možné vybrat pouze na jejich hranici. Zvolené výřezy můžeme posouvat, upravovat jejich velikost a mazat stejně jako jiné objekty.
- ◆ Přepnutí hodnoty Tilemode lze provést přechodem ze záložky Model na záložku Rozvržení ve spodní části kreslicí plochy. V obou případech musí být nastaveno používané vykreslovací zařízení a formát (rozměry) výkresu.

Jsou-li volné výřezy v neaktivním stavu, nelze v nich provádět úpravy nakreslených objektů. Jsme omezeni pouze na manipulaci a úpravy jednotlivých výřezů jako nezávislých obrazů. Zde může být použito příkazů nebo editačních uzlů popsanych v kapitole věnované úpravám objektů. Úpravou polohy a velikost výřezů dosáhnete optimálního rozložení výkresové plochy. Pokud upravujeme objekt ve volném výřezu musíme provést jeho aktivaci příkazem **Model**. Zpět do módu výkres se vrátíme příkazem **Výkres**.



Obrázek 2.25: Přepínání mezi úpravou výřezů a editací modelu (mód volných výřezů)



Otázky a cvičení

1. Vysvětlíte základní rozdíl mezi vázanými výřezy (modelový prostor) a volnými výřezy (výkresový prostor). Rozvrhněte pracovní plochu AutoCADu na tři výřezy.
2. Vytvořte volné překrývané výřezy a vysvětlíte možnosti jejich úprav.
3. Ve volných výřezích z předchozího příkladu aktivujte modelový prostor.

Výkresová šablona

Každý z konstrukčních oborů má určitá pravidla. Například ve strojírenství je výkres jinak kótován než ve stavebnictví. AutoCAD se snaží jako univerzální CAD systém vyjít vstříc všem konstrukčním oborům, a proto je nastavení celá řada. Je nemyslitelné všechny parametry upravovat před tvorbou každého nového výkresu znovu.

Řada z vás již jistě pracovala s textovým editorem. Moderní programy tohoto typu (Microsoft Word, Lotus WordPro atd.) nabízejí pro tvorbu nového dokumentu **Šablonu** (template), která obsahuje nastavení odstavců, rámců, stránky, nebo i základní obsah nového dokumentu (logo a adresu firmy).

AutoCAD umožňuje použít šablonu pro tvorbu nového výkresu. Obdobou šablony je **prototypový výkres** používaný u starších verzí AutoCADu.

Použití šablony

Šablonu načteme před zahájením tvorby nového výkresu prostřednictvím úvodního dialogového panelu. Jejím načtením se přenáší do výkresu:

- ◆ nastavení provozních parametrů,
- ◆ určitý obsah grafické informace v podobě objektů.

Hodnoty jsou v podstatě zkopírovány do nového výkresu a lze jich tedy využít pro konstrukci podle určitých zásad, norem a pravidel. Obecně můžeme říci, že první krok po instalaci AutoCADu a jeho konfiguraci by měl být věnován vytvoření a kontrole šablon. Jak jsme již uvedli, existuje celá řada parametrů přenášených se šablonou. Uvedme si alespoň ty nejdůležitější.

- ◆ nastavení mezí výkresu,
- ◆ jednotky délek a úhlů,
- ◆ rozvržení kreslicích vrstev, tzv. hladin a jejich parametrů,
- ◆ nastavení parametrů kót, tzv. kótovacích stylů,
- ◆ určitý obsah, např. formát výkresu a rohové razítko.

Tip: Pro začínajícího uživatele je nejjednodušší cestou pro tvorbu nového výkresu použití standardních šablon dodávaných s programem nebo z jiného výkresu. Běžný název prototypu v AutoCADu je **acad.dwg**. U šablon je v AutoCADu od verze 2000 použita přípona ***.dwt**. Šablonu vytvoříme běžným uložením výkresu do souboru s koncovkou ***.dwt**. Šablona obsahuje navíc popisku, která charakterizuje její použití a definici jednotek.



Práce se soubory

AutoCAD používá již řadu let standardních přípon názvů vytvořených souborů. Nepozornost při jejich mazání může znamenat ztrátu cenných dat. V AutoCADu můžeme využívat celou řadu typů souborů. Uvedme si v následující tabulce alespoň ty nejdůležitější.

Přípona souboru	Význam	Poznámka
dwg	Jméno výkresu	Starší verzi dwg formátu lze načíst do novějšího AutoCADu, nikoliv obráceně.
dwk	Výkresový zámek	Blokuje soubor, od R14 neexistuje
dwt	Šablona výkresu	Použitý od AutoCADu Release 14
dwf	Formát pro Internet	Použitý od AutoCADu Release 14
bak	Záložní kopie	Můžeme jej smazat
ac\$	Záložní kopie vytvořená automatickým ukládáním výkresu	
plt	Vykreslování do souboru, jsou podporovány i jiné formáty	
Export/Import	Formáty souborů pro výměnu dat (dxf, eps, 3ds, sat, stl...)	

Založení nového výkresu

Příkaz pro vytvoření nového výkresového souboru.



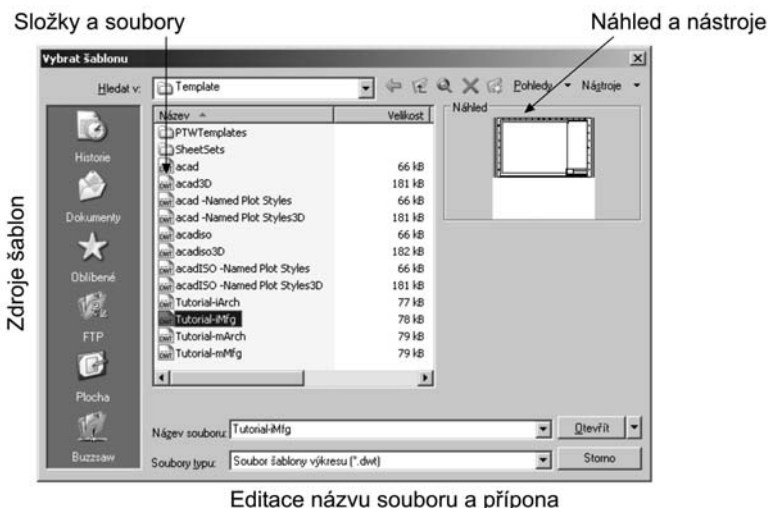
Panel nástrojů: Standardní panel → Nový

Panel pásu karet: Záhlaví aplikace

Nabídka: Soubor → Nový

Příkaz: Nový (_New)

Vliv Internetu se v poslední době výrazně podílí na integraci tohoto média do aplikací jednotlivých výrobců. AutoCAD nabízí jeho přímou integraci již při tvorbě nového výkresu.



Obrázek 2.26: Nabídka pro vytvoření nového výkresu s integrovaným Internetem



V zobrazeném dialogovém panelu jsou nejen efektivně integrovány nástroje pro vytváření nových výkresů. Díky úzké spolupráci s hypertextovými dokumenty zde mohou být šířeny aktuální informace uživatelům jak interní informační sítě, tak Internetu.

Dialogový panel je standardně směřován do lokální složky výkresových šablon **Template**. Pro využití služeb Internetu je nutné aktivovat službu **Autodesk Buzzsaw** nebo se připojit na **FTP server**. Podpora Internetu musí být samozřejmě instalovaná v operačním systému v podobě **TCP/IP** protokolu.

Služba **Autodesk Buzzsaw** je vytvořena tak, aby podporovala efektivnější komunikaci a lepší správu veškerých projektových informací po celou dobu stavebních cyklů. Obsahuje řadu sofistikovaných funkcí pro vytváření zpráv, přidělování úkolů a sledování projektů pro aktivní správu projektů v reálném čase.

Vedoucí projektů mohou sledovat stav projektů na úrovni jednotlivých členů týmu a generovat přizpůsobené zprávy, které na základě důležitých informací poskytují hodnotný přehled o několika stavebních projektech najednou. Tyto funkce pomáhají všem členům týmu podporovat přesnou komunikaci a účinnější správu projektů bez ohledu na místo nebo časové pásmo. Mluvíme o tzv. řízení životního cyklu **PLM (Product Lifecycle Management)**.

Vytvoření nového výkresu v programu AutoCAD je standardně provázeno využitím výkresové šablony (**Template, *.dwt**), která v sobě přenáší do nového výkresu celou řadu nastavení:

- ◆ **Nastavení formátu výkresu** – základní rozměrové parametry formátu výkresového listu.
- ◆ **Definiční bloky** – může se jednat například o razítka, rámečky apod.
- ◆ **Nastavení kótovacích stylů** – nastavení kótování a textů.
- ◆ **Systémová nastavení** – technická nastavení vlastního AutoCADu.
- ◆ **Další parametry** – jsou vázány na verzi AutoCADu, ve které je šablona vytvořena.

Uložení výkresu

Příkaz pro uložení vytvořeného výkresu.



Panel nástrojů: Standardní panel → Uložit

Panel pásu karet: Záhlaví aplikace

Nabídka: Soubor → Uložit, Soubor → Uložit jako

Příkaz: Ulož (_Save)

Příklad:

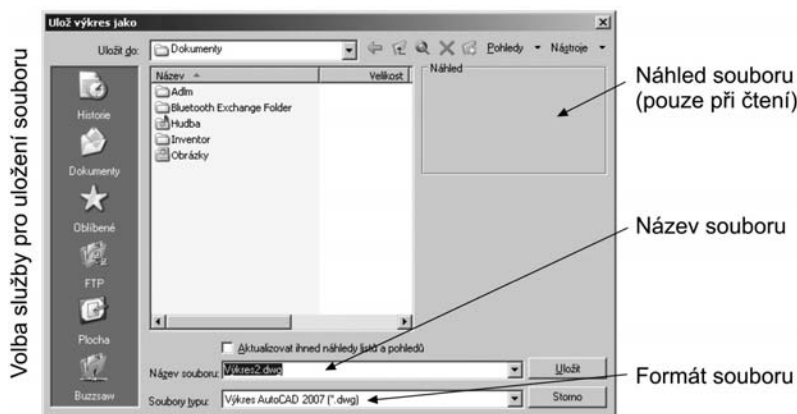
Uložte stávající výkres jako **Muj první vykres.dwg**.

Příkaz: Ulož **Enter**

Dialogový panel: složka a název pro uložení, **Muj první vykres** → **Uložit**

Popis:

- ◆ První uložení výkresu je vždy provedeno pomocí příkazu **Uložit jako**, program vždy vyzve k zadání jména souboru a jeho umístění. Zvolený formát pro uložení závisí na verzi AutoCADu, do které chceme po uložení výkres načíst.
- ◆ Při další práci již využíváme pouze funkce Ulož, bez nutnosti zadat cestu. Pouze pokud chceme uložit soubor ve starším formátu, musíte opět použít funkce **Uložit jako**.



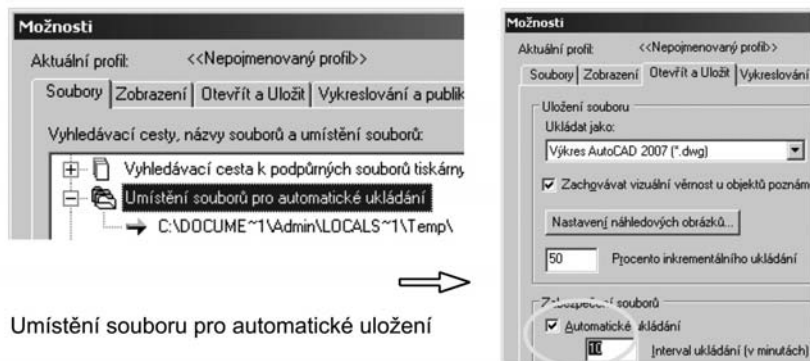
Obrázek 2.27: Uložení výkresu

- ◆ Pro pravidelné ukládání doporučujeme využít funkci **Automatické ukládání**.

Příklad:

Nastavte funkci automatického ukládání na interval 30 minut.

Příkaz: Konfig **Enter**



Umístění souboru pro automatické uložení

Obrázek 2.28: Aktivace automatického ukládání

- ◆ Standardní umístění časově uložené zálohy je v adresáři pro dočasné soubory AutoCADu a má příponu ***.ac\$**. Pokud dojde k nepředvídané události (např. vypnutí proudu), stačí tento soubor přejmenovat na ***.dwg** a načíst poslední stav do AutoCADu. Nastavení adresáře pro dočasné výkresy zjistíme v záložce **Soubory** v dialogovém panelu **Možnosti**.
- ◆ Automatické ukládání v žádném případě nenahrazuje uložení výkresu v závěru práce.



Otevření výkresu

Příkaz pro otevření vytvořeného výkresu.



Panel nástrojů: Standardní panel → Otevři

Panel pásu karet: Záhlaví aplikace

Nabídka: Soubor → Otevři

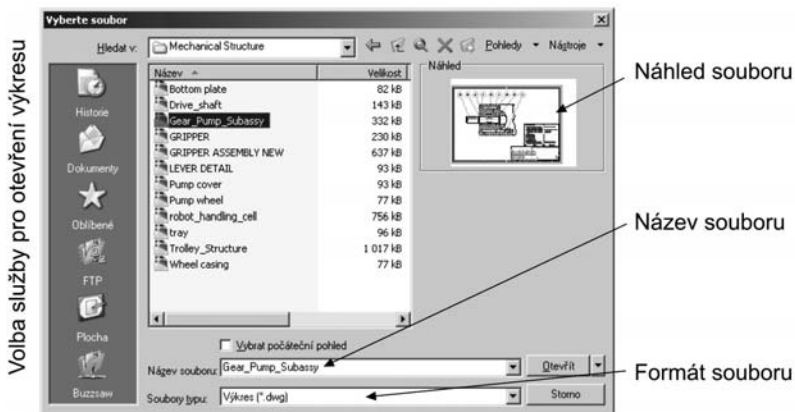
Příkaz: Otevři (_Open)

Příklad:

Otevřete výkres *.dwg v adresáři Sample náležícího AutoCADu.

Příkaz: Otevři **Enter**

Dialogový panel: *vyhledáme cestu k libovolnému *.dwg souboru* → **Otevřít**



Obrázek 2.29: Dialogový panel pro otevření výkresu

Popis:

- ♦ Standardní metodou je využití příkazu **Otevři**. Dialogový panel v AutoCADu je totožný s panelem pro uložení výkresu včetně online služeb. K dispozici je samozřejmě i náhled otevíraných výkresů pro snadnou orientaci.

DesignCenter

Při práci s rozsáhlejším projektem často narazíte na opakování objektů. Tyto objekty je možné obdobně jako u prohlížeče WWW stránek zařadit jako oblíbené pomocí funkce DesignCenter.

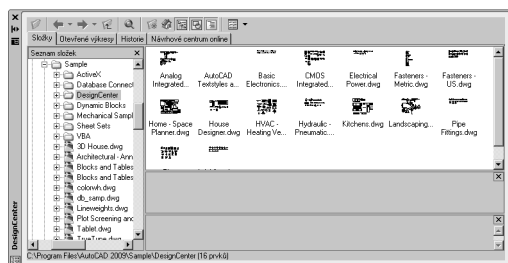


Panel nástrojů: Standardní panel → DesignCenter

Panel pásu karet: Palety → DesignCenter

Nabídka: Nástroje → DesignCenter

Příkaz: Adcenter (_Adcenter)



Obrázek 2.30: Dialogový panel DesignCenter

Popis:

- ◆ Návrhové centrum nabízí hledání obsahu, ke kterému potřebujete rychlý přístup, na běžné úrovni. Zobrazení stromu a oblast obsahu nabízí možnost aktivovat složku zvanou **Oblíbené**. Složka Oblíbené může obsahovat zástupce místních nebo síťových disků stejně jako internetové umístění.
- ◆ Když vyberete výkres, složku nebo jiný typ obsahu a rozhodnete se přidat jej do oblíbené složky, do složky Oblíbené, původní soubor nebo složka se nepřesune, ale všechny vytvoření zástupci jsou uloženi ve složce Oblíbené. Zástupce uložené ve složce Oblíbené lze posunout, kopírovat nebo odstranit pomocí průzkumníka Windows.

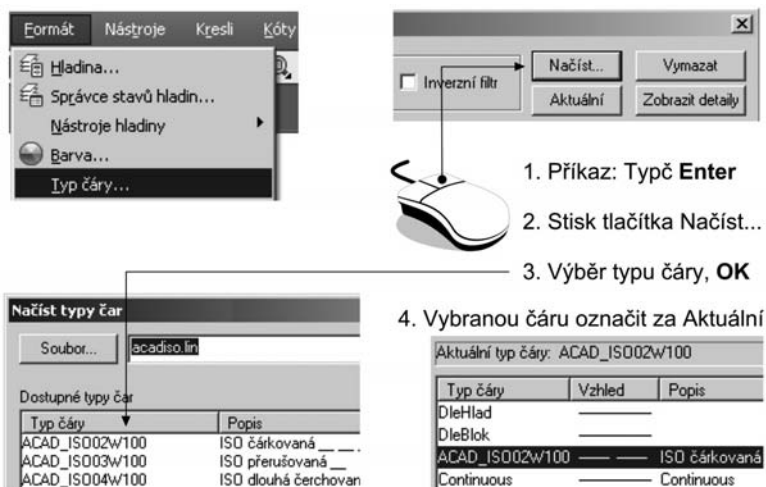
Základy kreslení

3

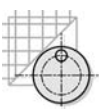
Kapitola je věnována možnostem programu AutoCAD při tvorbě 2D objektů. Jednotlivé funkce prostudujte poctivě včetně příkladů. Jedná se o abecedu obsluhy programu, kterou musí zvládnout každý, kdo chce využít jeho možnosti. Veškeré obrázky jsou navrženy tak, že jejich obtížnost odpovídá probrané látce a vzrůstá s osvojením nových znalostí. V obrázcích je standardně použito tří typů čar (souvislá, čárkovaná a čerchovaná), aby splňovaly požadavky technických norem.

Použití čar ve cvičeních

Správa čar je realizována v AutoCADu na základě hladin. S touto problematikou se seznámíme později v příslušné kapitole. Je ovšem nutné již před vlastním začátkem kreslení pochopit načení a přepínání použité souvislé, čárkované a čerchované čáry.



Obrázek 3.1: Načtení a aktivace čar



Každou čáru, mimo souvislé, je nutné před kreslením v AutoCADu načíst. Nastavení typů čar je vhodné uložit do šablony, kterou využijeme při tvorbě nového výkresu. Později se seznámíme se správou čar pomocí hladin. Tento způsob je pro praxi podstatně výhodnější, protože složitější výkresy obsahují často velké množství čar a jejich správa by byla bez použití hladin velmi obtížná.



Obrázek 3.2: Řízení čar pomocí nabídky

Úsečka

Úsečka je objekt definovaný dvěma body.



Panel nástrojů: Kresli → Úsečka
Panel pásu karet: Kresli → Úsečka
Nabídka: Kresli → Úsečka
Příkaz: Úsečka (_Line)

Příklad:

Zakreslete trojúhelník procházející body (40,50);(150,140);(200,70)

Příkaz: Úsečka **Enter**

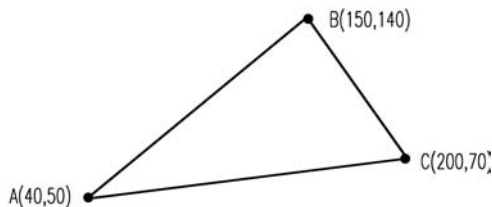
Zadejte první bod: *definujeme počáteční bod úsečky*, **40,50 Enter**

Zadejte další bod nebo [Zpět]: *definujeme koncový bod úsečky*, **150,140 Enter**

Zadejte další bod nebo [Zpět]: *definujeme koncový bod druhé úsečky*, **200,70 Enter**

Zadejte další bod nebo [Uzavři/Zpět]: *uzavřeme obrazec*, **U Enter**

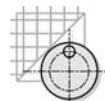
Příkaz:



Obrázek 3.3: Konstrukce úsečky

Popis:

- ◆ Souřadnice se definují zadáním z klávesnice nebo vstupním zařízením.
- ◆ Úsečky lze kreslit v návaznosti na sebe až do zadání **Enter**.
- ◆ Po nakreslení několika úseček na sebe navazujících se s nimi dá pracovat jako s jednotlivými objekty.



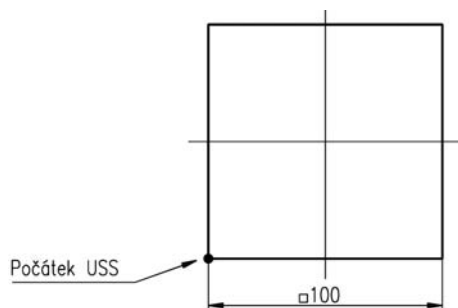
- ◆ Po nakreslení minimálně dvou úseček pod různým úhlem lze obrazec uzavřít zadáním **U (C)**, tj. Uzavři (Close).
- ◆ Po zadání chybného bodu můžete poslední úsečku zrušit bez opouštění příkazu Úsečka tak, že na dotaz „Do bodu:“ zadáte **Z (U)**, tj. Zpět (Undo), tolikrát, kolik úseček je třeba nazpět vymazat.
- ◆ Pokud byl příkaz přerušen a opět spuštěn, pak na výzvu „z bodu“ stisknutím mezerníku nebo klávesy **Enter**, se začátek úsečky umístí do posledního zapamatovaného bodu. Byl-li to bod úsečky naváže na ni, pokud byl bodem oblouku, naváže na něj tečně a naopak.



Obrázek 3.4: Navázání úsečky na oblouk

Otázky a cvičení

1. Nakreslete čtverec s osami o straně 100 v počátku 50,130. Úlohu uložte.



Obrázek 3.5: Kreslení úsečky – cvičení

Kružnice

Příkaz pro vytvoření kružnice.



Panel nástrojů: Kresli → Kružnice

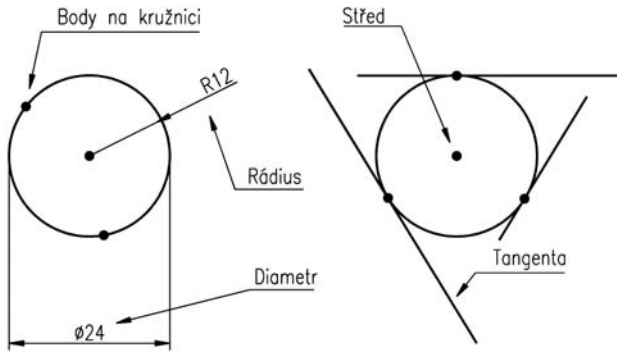
Panel pásu karet: Kresli → Kružnice

Nabídka: Kresli → Kružnice

Příkaz: Kružnice (_Circle)

Popis:

- ◆ Kružnice je geometrickým útvarem, který lze definovat pomocí několika definic.



Obrázek 3.6: Parametry kružnice

- ◆ Kružnice je uzavřený objekt, který lze upravovat jako jeden celek. Je charakterizován pěti editačními body (Střed a jednotlivé kvadranty).
- ◆ Kružnici lze definovat několika způsoby. Z panelu nástrojů **Kresli** lze definovat volbu Střed – Rádus. Ostatní volby lze přidat pomocí uživatelského nastavení.

Způsob definice kružnice	Volba příkazu	Volba na řádce příkazu
3 body	3B	První bod, Druhý bod , Třetí bod
2 body	2B	První koncový bod průměru, Druhý bod na průměru
Tečna, Tečna, Rádus	Ttr	Zadejte specifikaci tangenty, Specifikaci druhé tangenty a Rádus
Střed, Diametr	-	Střed, Diametr
Střed, Rádus	-	Střed, Rádus
Tečna, Tečna, Tečna	-	Příkaz je možné definovat pouze z roletového menu

Příklad:

Vytvořte pohled zepředu trubky s vnitřním průměrem 16 mm a tloušťkou stěny 2 mm.

Příkaz: Kružnice Enter

Určete střed kružnice nebo [3B/2B/Ttr (tan tan rádus)]: *pomocí tangenty*, **Ttr Enter**

Určete bod na objektu pro první tangenty kružnice: *vybereme kurzorem první tangenty*

Určete bod na objektu pro druhou tangenty kružnice: *vybereme druhou tangenty*

Určete rádus kružnice: **10 Enter**

Příkaz:

- ◆ Po zakreslení os vykreslíme druhou kružnici, například volbou **Střed, Diametr**.

Příkaz: Kružnice Enter

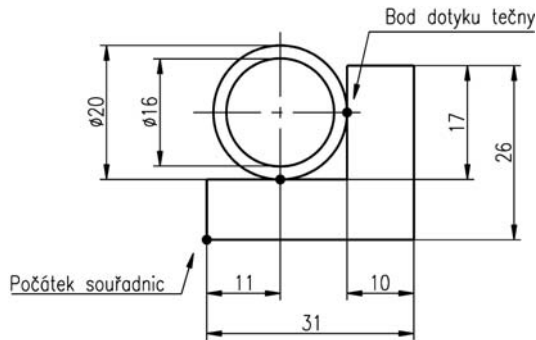
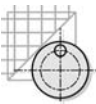
Určete střed kružnice nebo [3B/2B/Ttr (tan tan rádus)]: *definujeme střed kružnice vůči počátku USS*,

11,19 Enter

Určete rádus kružnice nebo [Diametr] <10.00>: *zvolíme volbu pro průměr*, **D Enter**

Určete diametr kružnice <20.00>: **16 Enter**

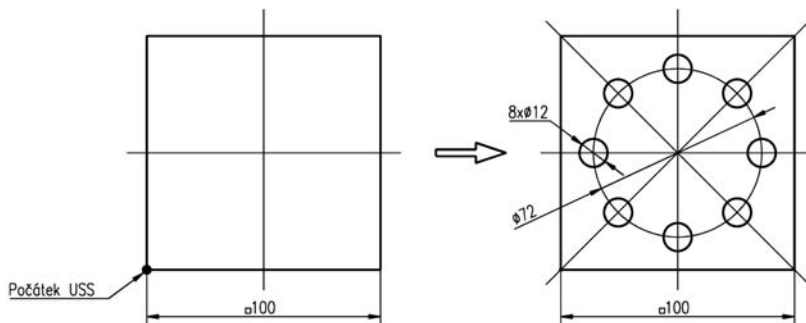
Příkaz:



Obrázek 3.7: Konstrukce kružnice pomocí tečen

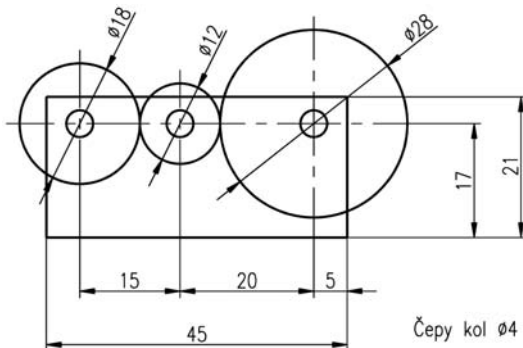
Otázky a cvičení

1. Načtete uložené cvičení z předchozího příkazu Úsečka. Do zobrazené úlohy dokreslete zadané osy a kružnice. Úlohu uložte pro další dopracování.

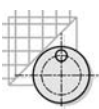


Obrázek 3.8: Kreslení děr na roztečné kružnici – cvičení

2. Proveďte konstrukci třetího převodu na následujícím obrázku.



Obrázek 3.9: Kreslení kružnice – cvičení



Obdélník

Kreslení obdélníku nebo čtverce.



Panel nástrojů: Kresli → Obdélník

Panel pásu karet: Kresli → Obdélník

Nabídka: Kresli → Obdélník

Příkaz: Obdélník (_Rectang)

Příklad:

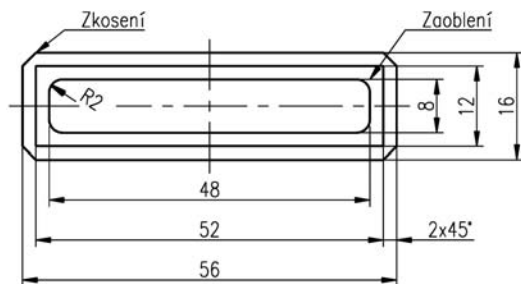
Nakreslete obdélník 52x12 mm.

Příkaz: Obdélník **Enter**

Určete první roh nebo [Zkosení/zDvih/zAoblení/Tloušťka/šířKa]: **0,0 Enter**

Určete druhý roh: **@52,12 Enter**

Příkaz:



Obrázek 3.10: Možnosti konstrukce obdélníku

Popis:

- ♦ V zadání vidíme tři obdélníky určité velikosti a tvaru rohů. Existuje několik postupů pro vytvoření tvarovaných rohů. V tomto případě je nejjednodušší využít v rámci příkazu volby **Zkosení** a **zAoblení**.

Příklad:

Pokračujte v předchozím příkladu a nakreslete vnější obdélník se zkosenými rohy.

Příkaz: Obdélník **Enter**

Určete první roh nebo [Zkosení/zDvih/zAoblení/Tloušťka/šířKa]: **Z Enter**

Určete první vzdálenost zkosení pro obdélníky <0.0000>: *velikost úkosu*, **2 Enter**

Určete druhou vzdálenost zkosení pro obdélníky <2.0000>: *je přednastavena*, **Enter**

Určete první roh nebo [Zkosení/zDvih/zAoblení/Tloušťka/šířKa]: **-2,-2 Enter**

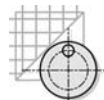
Určete druhý roh: **54,14 Enter**

Příkaz:

- ♦ Obdélník můžeme definovat jak z příkazové řádky pomocí souřadnic, tak klepnutím myši.

Příklad:

Pokračujte v předchozím příkladu a nakreslete vnitřní obdélník se zaoblenými rohy.



Příkaz: Obdélník **Enter**

Určete první roh nebo [Zkosení/zDvih/zAoblení/Tloušťka/šířKa]: **A Enter**

Určete poloměr zaoblení pro obdélníky <0.0000>: *definujeme zaoblení rohu*, **2 Enter**

Určete první roh nebo [Zkosení/zDvih/zAoblení/Tloušťka/šířKa]: **2,2 Enter**

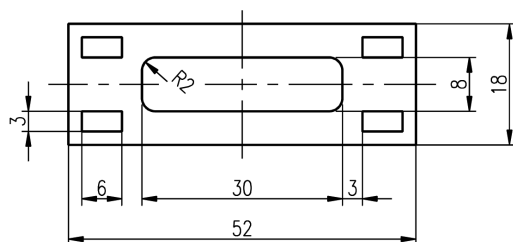
Určete druhý roh: **50,10 Enter**

Příkaz:

- ♦ Obdélník je 2D uzavřenou křivkou. Můžeme jej také použít i pro vytvoření prostorové plochy volbou **Tloušťka**. Pro posunutí základny využijeme volby **zDvih**.
- ♦ U obdélníku můžeme stejně jako u křivky definovat tloušťku čáry, volba **šířKa**.

Otázky a cvičení

1. Využijte příkazu obdélník a nakreslete zadané cvičení.



Obrázek 3.11: Kreslení obdélníku – cvičení

Polygon

Příkaz pro tvorbu charakteristických uzavřených objektů. Objekt je vždy vytvořen jako uzavřená křivka.



Panel nástrojů: Kresli → Polygon

Panel pásu karet: Kresli → Polygon

Nabídka: Kresli → Polygon

Příkaz: Polygon (_Polygon)

Příklad:

Nakreslete obrys šestihranné matice s rozměrem pro klíč 24 mm.

Příkaz: Polygon **Enter**

Zadejte počet stran <4>: **6 Enter**

Určete střed polygonu nebo [Strana]: **50,50 Enter**

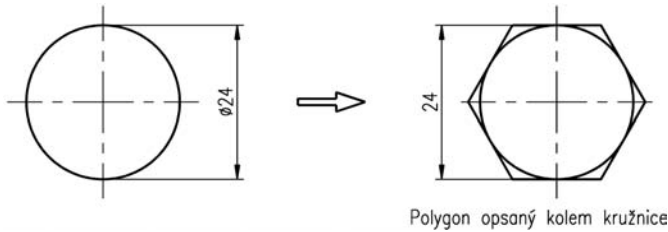
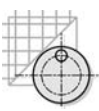
Zadejte volbu [Vepsaný v kružnici/Opsaný kolem kružnice] <V>: *je opsán*, **O Enter**

Určete rádius kružnice: **12 Enter**

Příkaz:

Popis:

- ♦ Při konstrukci polygonu vždy definujeme počet jeho stran. Polygon může být opsán nebo vepsán kružnici, volba **Vepsaný v kružnici** / **Opsaný kolem kružnice**.



Obrázek 3.12: Konstrukce opsaného polygonu

- ◆ Pokud definujeme velikost polygonu definicí jeho hrany, použijeme místo volby střed volby **Strana**.

Příklad:

Příkaz: Polygon **Enter**

Zadejte počet stran <6>: *potvrdíme přednastavenou volbu*, **Enter**

Určete střed polygonu nebo [Strana]: **S Enter**

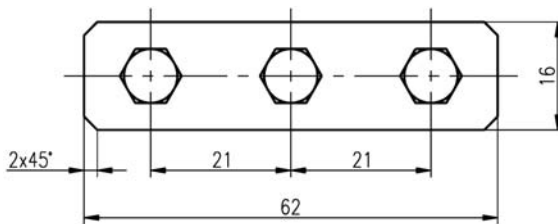
Určete první koncový bod strany: **0,0 Enter**

Určete druhý koncový bod strany: *druhý bod definujeme pravouhle*, **11.547,0 Enter**

Příkaz:

Otázky a cvičení

1. Pomocí příkazu úsečka, přímka a polygon navrhnete šroubový spoj. Šrouby mají poloměr vepsané kružnice 4 mm.



Obrázek 3.13: Kreslení polygonu – cvičení

Oblouk

Příkaz pro vytvoření oblouku s různými možnostmi jeho definice.



Panel nástrojů: Kresli → Oblouk

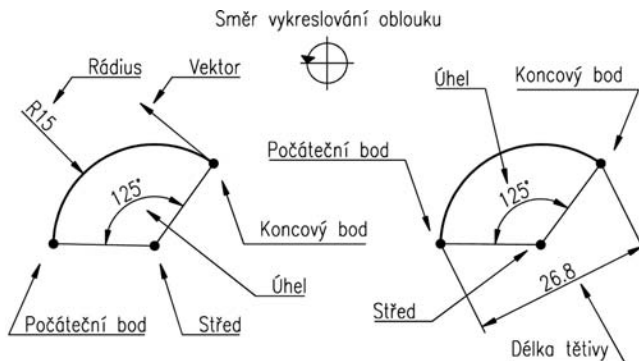
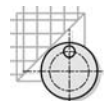
Panel pásu karet: Kresli → Oblouk

Nabídka: Kresli → Oblouk

Příkaz: Oblouk (_Arc)

Popis:

- ◆ Tvořit oblouky je možné různými způsoby. Na následujícím obrázku jsou vysvětleny základní prvky používané při tvorbě oblouků.



Obrázek 3.14: Parametry oblouku

- Existuje tedy celá škála možností, jak definovat oblouk, pro správné vykreslení je také podstatné pořadí definice jednotlivých bodů. Jinak dochází k vykreslení doplňku požadované kružnice. Oblouky jsou vždy vykreslovány proti směru hodinových ručiček, tedy ve směru kladného odpočtu úhlů.

Definice kružnice

Způsob definice oblouku		Volba na řádce příkazu
3 body	-	Počáteční bod, Druhý bod , Koncový bod
Počátek, Střed	Konec	Počáteční bod, Střed, Koncový bod
	Úhel	Počáteční bod, Střed, úhel
	Délka	Počáteční bod, Střed, Délka tětiny
Počátek, Konec	Úhel	Počáteční bod, Konec, úhel
	Směr	Počáteční bod, Konec, Vektor
	Poloměr	Počáteční bod, Konec, Radius
Střed, Počátek	Konec	Střed, Počáteční bod, Koncový bod
	Úhel	Střed, Počáteční bod, úhel
	Délka	Střed, Počáteční bod, Délka tětiny
Navázat oblouk	Koncový bod	Navazuje oblouk na předchozí koncový bod

Příklad:

Zaoblete hranu na zobrazené součásti rádiem R7. Počátek souřadnic je vyznačen.

Příkaz: Oblouk **Enter**

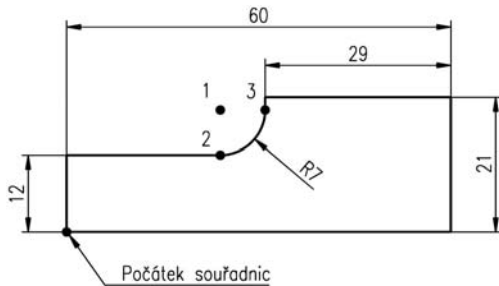
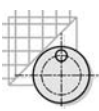
Určete počáteční bod oblouku nebo [Střed]: *metoda Střed Počátek Konec*, **S Enter**

Určete střed oblouku: *polohu definujeme vůči počátku souřadnic*, **24,19 Enter**

Určete počáteční bod oblouku: *pozor na směr vykreslování oblouku*, **24,12 Enter**

Určete koncový bod oblouku nebo [úhel/Délka tětiny]: *koncový bod*, **31,19 Enter**

Příkaz:



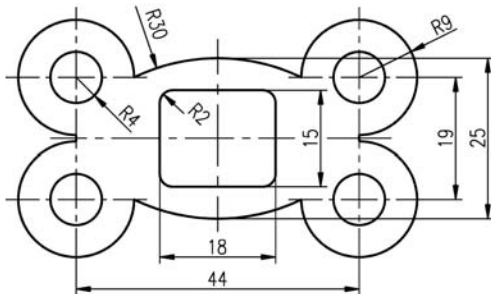
Obrázek 3.15: Konstrukce oblouku

Popis:

- ♦ Oblouk R7 je vykreslen pomocí definice **Střed**, **Počáteční bod**, **Koncový bod**. Jistě by bylo možné pro jeho nakreslení využít jiného typu definice.
- ♦ Jednotlivé body na segmentech oblouku jsou v našem příkladu definovány vůči zadanému počátku souřadného systému.

Otázky a cvičení

1. Nakreslete pomocí příkazu úsečka těleso střížného nástroje.



Obrázek 3.16: Kreslení oblouku – cvičení

Elipsa

Příkaz pro vytvoření elipsy.



Panel nástrojů: Kresli → Elipsa

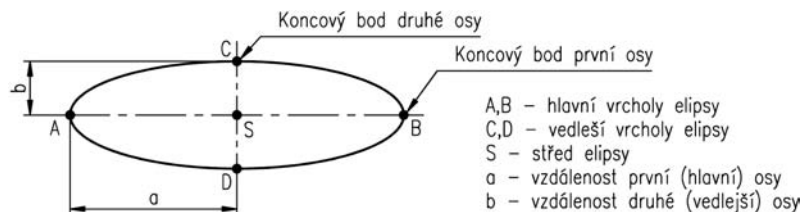
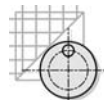
Panel pásu karet: Kresli → Elipsa

Nabídka: Kresli → Elipsa

Příkaz: Elipsa (_Ellipse)

Popis:

- ♦ Elipsa je uzavřenou křivkou, která je tvořena obdobnou technikou jako kružnice. Je charakterizována pěti body (Střed a jednotlivé kvadranty).



Obrázek 3.17: Parametry elipsy

Definice oblouku

Způsob definice	Volba	Volba na řádce příkazu
Eliptický oblouk	O	1. koncový bod osy, 2. Druhý bod osy, Vzdálenost druhé osy, počáteční úhel, koncový úhel
Střed	S	Střed, Koncový bod osy, Vzdálenost druhé osy
Koncový bod	1	1. koncový bod osy, 2. Druhý bod osy, Vzdálenost druhé osy

Příklad:

Nakreslete pohled zepředu (nárys) eliptické vachky.

Příkaz: Elipsa **Enter**

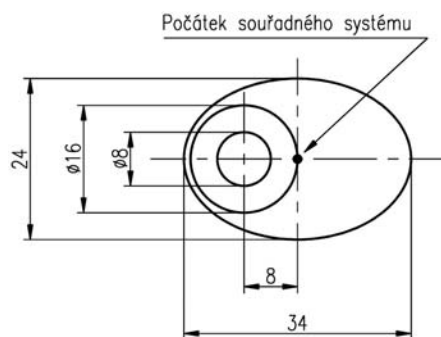
Určete koncový bod osy elipsy nebo [Oblouk/Střed]: *volíme střed elipsy*, **S Enter**

Určete střed elipsy: **0,0 Enter**

Určete koncový bod osy: *bod na první ose vůči počátku USS*, **17,0 Enter**

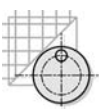
Určete vzdálenost k druhé ose nebo [Rotace]: *bod na druhé ose*, **0,12 Enter**

Příkaz:



Obrázek 3.18: Konstrukce elipsy

- ◆ Při konstrukci elipsy můžeme vyjít jak z krajních bodů na jednotlivých osách, tak ze středu a poté krajních bodů.
- ◆ Volba **R** (Rotace) vytvoří elipsu se stejnou délkou obou os, tedy vlastně kružnici.



Příklad:

Nakreslete eliptický oblouk podle obrázku s počátečním úhlem 30 stupňů a koncovým úhlem 270 stupňů.

Příkaz: Elipsa **Enter**

Určete koncový bod osy elipsy nebo [Oblouk/Střed]: **O Enter**

Určete koncový bod osy eliptického oblouku nebo [Střed]: **S Enter**

Určete střed eliptického oblouku: *myší, nebo pomocí souřadnic definujte střed elipsy*

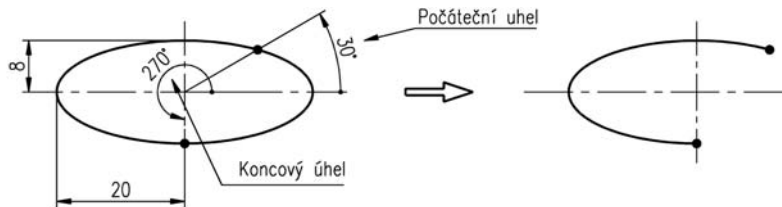
Určete koncový bod osy: *myší, nebo pomocí souřadnic definujte koncový bod první osy*

Určete vzdálenost k druhé ose nebo [Rotace]: *obdobně definujte konec druhé osy*

Zadejte počáteční úhel nebo [Parametr]: *definujte počáteční úhel*, **30 Enter**

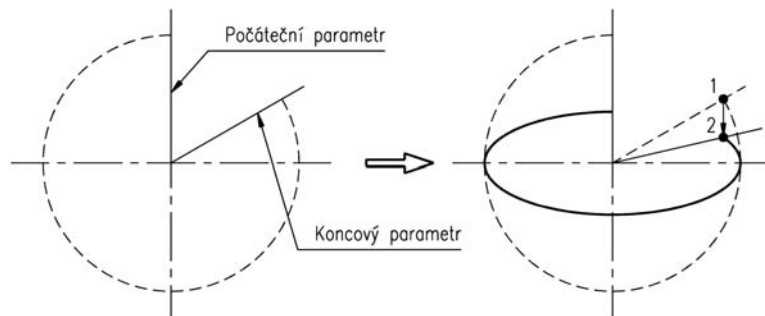
Zadejte koncový úhel nebo [Parametr/Sevřený úhel]: *koncový úhel*, **270 Enter**

Příkaz:



Obrázek 3.19: Konstrukce eliptického oblouku

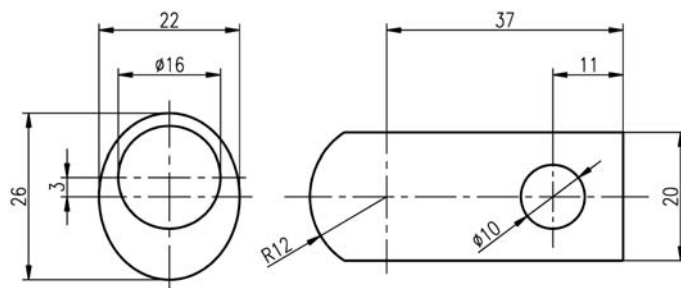
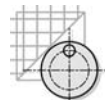
- ♦ Volba **P** (Parametr) umožní stanovit úhel eliptického oblouku pomocí sklopené kružnice. Kružnice se po sklopení jeví jako elipsa. Na obrázku se bod 1 promítne do bodu 2, což je druhý bod přerušení eliptického oblouku.



Obrázek 3.20: Konstrukce eliptického oblouku pomocí parametrů

Otázky a cvičení

1. Nakreslete pohledy na součásti. Využijte příkazu úsečka, kružnice a elipsy.



Obrázek 3.21: Kreslení elipsy – cvičení

Prsten, Deska

Konstrukce vyplněného prstenu ze dvou kružnic. Příkaz deska tvoří vyplněné polygony.



Panel nástrojů: Pouze v uživatelském nastavení, Plochy

Panel pásu karet: Kresli → Prsten, : Pouze v uživatelském nastavení, Plochy

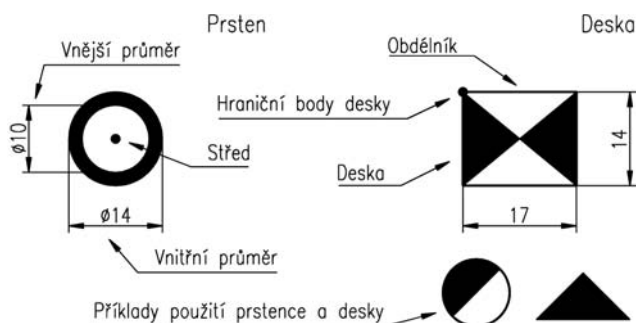


Nabídka: Kresli → Prsten, Kresli → Plochy → 2D deska

Příkaz: Prsten (_Donut), Deska (_Solid)

Popis:

- ◆ Příkazy pro konstrukci speciálních uzavřených 2D objektů s výplní. Jsou vhodné především pro kreslení značek a symbolů, které jsou vyplněny souvislou výplní.



Obrázek 3.22: Konstrukce prstenu a desky

Příklad:

Nakreslete pájecí plošku plošného spoje. Průměr otvoru je 1 mm a pájecí plošky 4 mm.

Příkaz: Prsten **Enter**

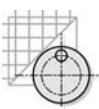
Určete vnitřní průměr prstenu <0.00>: **1 Enter**

Určete vnější průměr prstenu <10.00>: **4 Enter**

Určete střed prstenu nebo <konec>: **50,50 Enter**

Určete střed prstenu nebo <konec>: **Enter**

Příkaz:



Příklad:

Nakreslete čtverec s výplní ve tvaru trojúhelníku o šířce 17 mm a výšce 14 mm.

Příkaz: Deska **Enter**

Určete první bod: *definujeme 1. vrchol desky*, **0,0 Enter**

Určete druhý bod: *definujeme 2. vrchol desky*, **17,0 Enter**

Určete třetí bod: *definujeme 3. vrchol desky*, **17,14 Enter**

Určete čtvrtý bod nebo <konec>: *definujeme 4. vrchol desky*, **0,14 Enter**

Určete třetí bod: **Enter**

Příkaz:

- ♦ V AutoCADu existuje možnost vyplňování ploch výplní (Solid), kterou je možné aplikovat na libovolný tvar uzavřené oblasti (vysvětleno v kapitole Šrafování).
- ♦ Vyplnění desky a prstenu lze řídit pomocí systémové proměnné **Fillmode (1/0)**.
- ♦ Vykreslování výplně desky můžeme vypnout příkazem **Vyplnění (Ano / Ne)**.

Bod

Příkaz pro kreslení bodu.

Panel nástrojů: Kresli → Bod

Panel pásu karet: Kresli → Bod

Nabídka: Kresli → Bod

Příkaz: Bod (_Point)

Příklad:

Nakreslete bod A (100,100), který je středem kružnice o průměru 50 mm.

Příkaz: Bod **Enter**

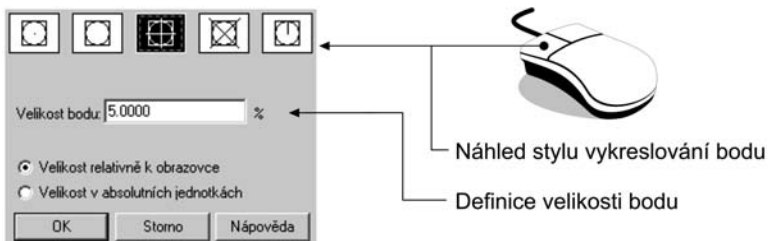
Aktuální režimy bodů: PDMODE=0 PDSIZE=0.0000 (*systémové proměnné*)

Určete bod: **100,100 Enter**

Příkaz:

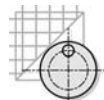
Popis:

- ♦ Tvar vykreslovaného bodu lze upravit pomocí dialogového panelu, který je zobrazen po zadání příkazu **Diabtyp** (Formát → Styl Bodu).



Obrázek 3.23: Dialogový panel pro nastavení vzhledu bodu

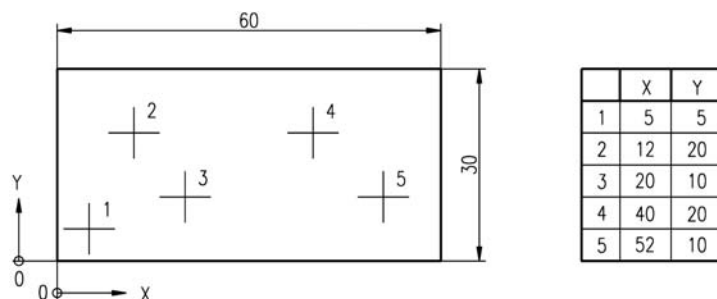
- ♦ Velikost bodu můžeme definovat jak procentuální velikostí z velikosti zobrazení, tak pomocí bodové velikosti.



- ◆ Systémová proměnná **PDMODE** a **PDSIZE** je aktualizována automaticky podle úpravy stylu a velikosti vykreslování bodu v uvedeném dialogovém panelu.
- ◆ Pokud chceme vykreslovat skupinu bodů bez nutnosti opakovat příkaz, je možné použít možnosti **Kresli → Bod → Více bodů**.

Otázky a cvičení

1. Vysvětlíte použití čar v AutoCADu.
2. Pomocí bodů zakreslete středy děr u vrtací šablony. Jednotlivé středy jsou označeny čísly a jejich poloha je zadána v tabulce pravoúhlými souřadnicemi.



Obrázek 3.24: Kreslení bodů – cvičení

Konstrukční čáry

Přímka je pomocná konstrukční čára, která prochází virtuální pracovní plochou AutoCADu a není oboustranně omezena. Polopřímka vychází z jednoho bodu a je jednostranně omezena.



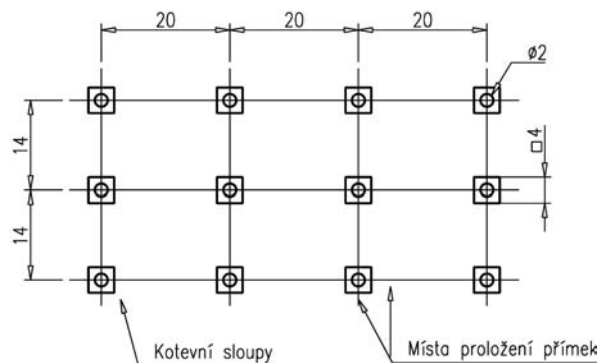
Panel nástrojů: Kresli → Přímka, Polopřímka v uživatelském nastavení

Panel pásu karet: Kresli → Přímka, Kresli → Polopřímka



Nabídka: Kresli → Přímka, Kresli → Polopřímka

Příkaz: Přímka (_Xline), Polopřímka (_Ray)



Obrázek 3.25: Konstrukční přímky



Příklad:

Sestrojte vertikální a horizontální pomocné přímky pro zakreslení pohledu shora dvanácti sloupů. Střed sloupů tvoří jednotlivé průsečíky konstrukčních přímek.

Postup:

- ◆ Konstrukční přímky prokládáme nejdřív v horizontálním směru. Pro jednoduchý odpočet souřadnic zvolíme levý dolní sloup v bodě (30,30).

Příkaz: Přímka **Enter**

Určete bod nebo [Hor/Ver/úhel/Polovina/Ekvid]: *horizontální, H* **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **0,30** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **0,44** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **0,58** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **Enter**

Příkaz:

- ◆ Následuje proložení konstrukčních čar ve vertikálním směru. Příkaz můžeme zopakovat nejrychleji stiskem pravého tlačítka myši.

Příkaz: Přímka **Enter**

Určete bod nebo [Hor/Ver/úhel/Polovina/Ekvid]: *vertikální, V* **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **30,0** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **50,0** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **70,0** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **90,0** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **Enter**

Příkaz:

- ◆ Výsledkem tohoto příkladu je pravoúhlé (ortogonální) pole ze tří horizontálních a čtyř vertikálních konstrukčních přímek. Průsečíky přímek odpovídají umístění sloupů.
- ◆ Pokud vyžadujeme pomocné přímky, které nejsou rovnoběžné s osami, můžeme pomocí volby **úhel** definovat úhel svíraný osou x a přímkou.

Příklad:

Vytvořte konstrukční přímku procházející bodem (50,50) a (60,60).

Příkaz: Přímka **Enter**

Určete bod nebo [Hor/Ver/úhel/Polovina/Ekvid]: *úhel s osou x, L* **Enter**

Zadejte úhel přímky (0) nebo [Reference]: **30** **Enter**

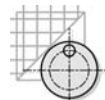
Zadejte, kterým bodem: **50,50** **Enter**

Zadejte, kterým bodem: **60,60** **Enter**

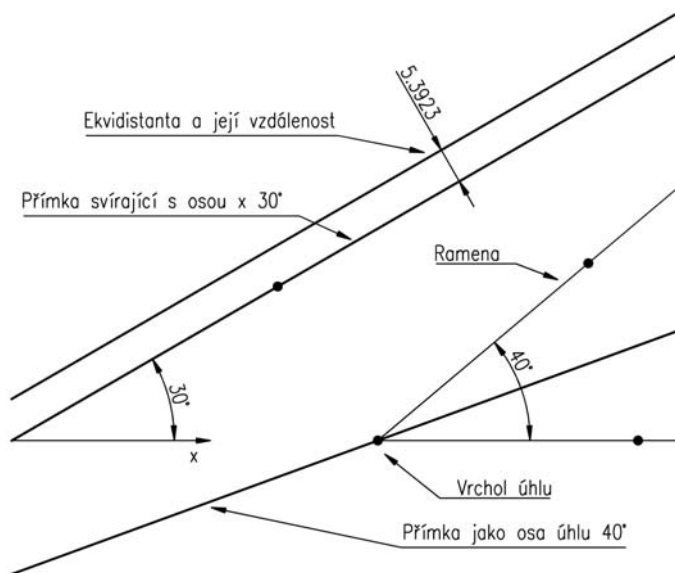
Zadejte, kterým bodem: **Enter**

Příkaz:

- ◆ Přímkou je také možné vytvořit jako osu svíraného úhlu volbou **Polovina**, při aktivaci program žádá vrchol úhlu a jednotlivé body na obou ramenech.
- ◆ Existuje-li již určitá úsečka nebo přímka a budeme konstruovat její rovnoběžku, lze s výhodou použít ekvidistanty (kontury) k původnímu objektu. Parametr definujeme pomocí **Ekvid** a jsme žádáni o vzdálenost kopie nového objektu a umístění originálu.



- ◆ Konstrukční **Polopřímka** narozdíl od přímky vychází z pevně definovaného bodu ve zvoleném směru. Příslušná ikona existuje pouze v uživatelském nastavení.



Obrázek 3.26: Parametry konstrukčních čar

Příklad:

Nakreslete polopřímky z bodu v počátku GSS a procházející body (50,40) a (30,10).

Příkaz: Polopřímka Enter

Určete počáteční bod: *počátek GSS*, **0,0 Enter**

Určete bod na čáře: **50,40 Enter**

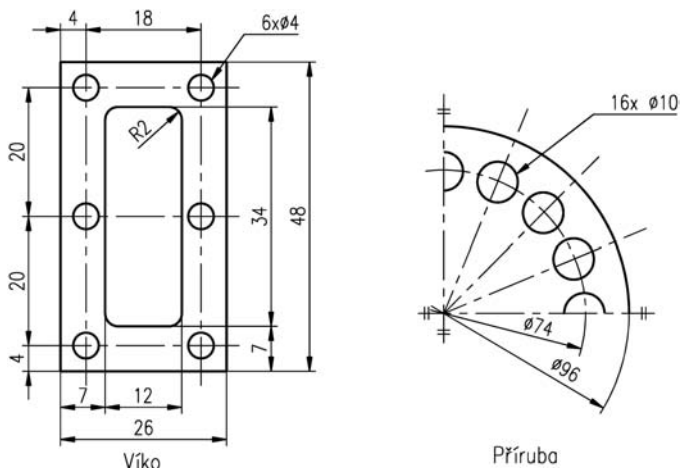
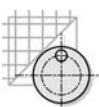
Určete bod na čáře: **30,10 Enter**

Určete bod na čáře: **Enter**

Příkaz:

Otázky a cvičení

1. Zakreslete vertikální a horizontální konstrukční přímky procházející středy pravoúhlého pole děr u níže uvedeného pohledu víka.
2. Vytvořte polopřímky tvořící průsečík roztečné kružnice a os šroubů u zobrazeného pohledu příruby.



Obrázek 3.27: Konstrukční přímky – cvičení

Křivka

Křivka je spojitá posloupnost úseček nebo obloukových segmentů tvořících jeden objekt. Křivka může být otevřená nebo uzavřená, vždy se jedná pouze o jeden objekt.



Panel nástrojů: Kresli → Křivka

Panel pásu karet: Kresli → Křivka

Nabídka: Kresli → Křivka

Příkaz: Křivka (_Pline)

Příklad:

Nakreslete pohled zepředu (nárys) nosníku pomocí příkazu křivka.

Příkaz: Křivka **Enter**

Určete počáteční bod: *definujeme bod křivky*, **20,40 Enter**

Aktuální šířka úsečky je 0.00

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *definujeme bod*, **20,45 Enter**

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *definujeme bod*, **90,45 Enter**

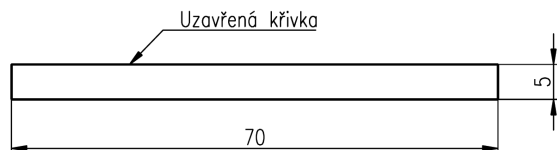
Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *definujeme bod*, **90,40 Enter**

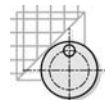
Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *uzavřeme křivku*, **U Enter**

Příkaz:



Obrázek 3.28: Uzavřená křivka

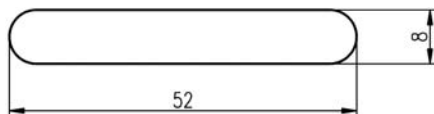


Popis:

- ◆ Jednotlivé souřadnice bodů křivky mohou být definovány standardně jak pomocí myši, tak pomocí klávesnice. Křivku uzavřeme pomocí volby **Uzavři**. Dojde ke spojení počátečního a aktuálního bodu křivky.
- ◆ Vytvořená křivka je pouze jeden objekt a bude smazána jako jeden celek.
- ◆ Při tvorbě křivky nemusíme využívat pouze lineárních segmentů, ale také oblouků.

Příklad:

Nakreslete pomocí uzavřené křivky drážku pro těsné pero.



Obrázek 3.29: Konstrukce drážky

Příkaz: Křivka **Enter**

Určete počáteční bod: *definujeme bod křivky*, **20,40 Enter**

Aktuální šířka úsečky je 0.00

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *aktivujeme oblouk*, **O Enter**

Určete koncový bod oblouku nebo [úHel/Střed/Uzavři/Vektor/Polotloušťka/úsEčka /Rádus/Druhý bod/Zpět/Tloušťka]: **20,48 Enter**

Určete koncový bod oblouku nebo [úHel/Střed/Uzavři/Vektor/Polotloušťka/úsEčka /Rádus/Druhý bod/Zpět/Tloušťka]: **E Enter**

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *definujeme bod*, **64,48 Enter**

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *aktivujeme oblouk*, **O Enter**

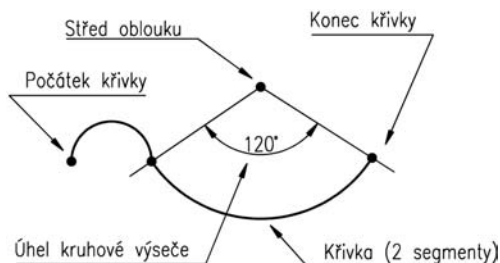
Určete koncový bod oblouku nebo [úHel/Střed/Uzavři/Vektor/Polotloušťka/úsEčka /Rádus/Druhý bod/Zpět/Tloušťka]: **64,40 Enter**

Určete další bod nebo

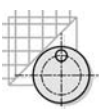
[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *křivku uzavřeme*, **U Enter**

Příkaz:

- ◆ Při tvorbě obloukových segmentů na křivce definujeme vždy koncový bod oblouku. Implicitně definujeme oblouk pomocí dvou bodů.



Obrázek 3.30: Parametry obloukových segmentů křivky



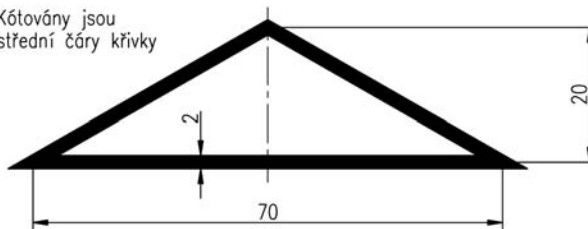
- ♦ Oblouk je možné také definovat pomocí úhlu kruhové výseče (volba **úHel**) a středu oblouku (volba **Střed**).
- ♦ Pokud vyžadujeme křivku přesné délky zadáme volbu **Délka** a požadovanou hodnotu. Křivka je vykreslena ve směru polohy kurzoru.
- ♦ Křivce může být přiřazena i tloušťka, pomocí volby **Tloušťka** a **Polotloušťka**.

Poznámka: Nezaměňujte tloušťku křivky s tloušťkou čáry na výkrese, která je přiřazena na základě barvy objektů až při vykreslení. Tloušťku čar tedy neupravujte pomocí této funkce!

Příklad:

Nakreslete trojúhelník pomocí příkazu křivka. Před kreslením zvolte tloušťku křivky na 2 mm. Kóty jsou vztaženy k osám hran.

Poznámka: Kótovány jsou střední čáry křivky



Obrázek 3.31: Konstrukce křivky s definovanou tloušťkou

Příkaz: Křivka **Enter**

Určete počáteční bod: *definujeme bod křivky*, **0,0 Enter**

Aktuální šířka úsečky je 0.00

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *úprava tloušťky*, **T Enter**

Určete počáteční tloušťku <0.0000>: *zadáme počáteční tloušťku křivky*, **2 Enter**

Určete koncovou tloušťku <2.0000>: *potvrdíme nabízenou hodnotu*, **Enter**

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *druhý bod křivky*, **70,0 Enter**

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *třetí bod křivky*, **35, 20 Enter**

Určete další bod nebo

[Oblouk/Uzavři/Polotloušťka/Délka/Zpět/Tloušťka]: *křivku uzavřeme*, **U Enter**

Příkaz:

- ♦ Při zadání tloušťky křivky můžeme také definovat pomocí voleb **Počáteční tloušťka** a **Koncová tloušťka** změnu tloušťky hrany po délce křivky.

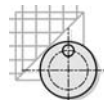
Úpravy křivek

Pomocí této editační funkce můžeme provést řadu úprav otevřených, nebo uzavřených křivek.



Panel nástrojů: Modifikace II → Upravit křivku

Panel pásu karet: Modifikace → Upravit křivku

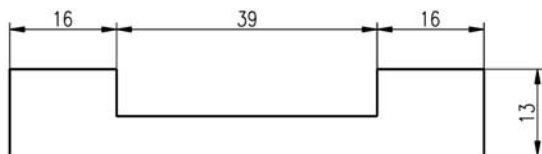


Nabídka: Modifikace → Objekt → Křivka

Příkaz: Kedit (_Pedit)

Příklad:

Pomocí příkazu pro tvorbu křivky nakreslete zobrazenou konstrukci. Pomocí jednotlivých voleb příkazu pro editaci křivky proveďte její úpravu.



Obrázek 3.32: Otevřená křivka

Popis:

- ◆ Křivka na obrázku je otevřená a lze ji uzavřít lineárním segmentem volbou **Uzavři**.

Příkaz: Kedit **Enter**

Vyberte křivku: *kurzorem vybereme křivku*

Zadejte volbu [Uzavři/Připoj/ŠířKa/Editace vrcholů/Interpolace/Spline/KOstra /tYpčgen/Zpět]: *zvolíme uzavření křivky, U Enter*

Zadejte volbu [Uzavři/Připoj/ŠířKa/Editace vrcholů/Interpolace/Spline/KOstra /tYpčgen/Zpět]: *příkaz ukončíme, Enter*

Příkaz:



Obrázek 3.33: Uzavření otevřené křivky

- ◆ Obdobného efektu dosáhneme, pokud uzavřeme křivku úsečkou a pomocí příkazu **Připoj** provedeme spojení stávající křivky a úsečky do jednoho celku.

Příkaz: Kedit **Enter**

Vyberte křivku: *kurzorem vybereme křivku*

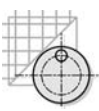
Zadejte volbu [Uzavři/Připoj/ŠířKa /Editace vrcholů/Interpolace/Spline/KOstra /tYpčgen/Zpět]: *zvolíme volbu pro připojení úsečky, P Enter*

Vyberte objekty: *kurzorem vybereme připojovanou uzavírací úsečku, nalezeno: 1*

Vyberte objekty: *ukončíme příkaz, Enter*

Příkaz:

- ◆ Není-li při výběru jako první označen objekt typu křivka, jsme vyzváni k převodu objektu na křivku.



Příkaz: Kedit **Enter**

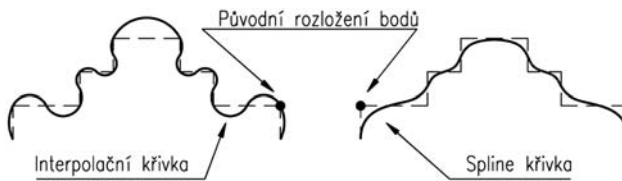
Vyberte křivku: *kurzorem vybereme objekt, který není typu křivka*

Vybraný objekt není křivka

Chcete jej změnit na křivku? <A> **Enter**

... příkaz pokračuje volbami

- ◆ Jedná-li se o již uzavřenou křivku, lze ji otevřít (smazat uzavírající úsečku) totožným postupem volbou **oteVři**.
- ◆ Zvláštní úpravou je po výběru křivky úprava její tloušťky, volba **šířKa**.
- ◆ Tvar křivky lze upravit (vyhladit) pomocí **Interpolace** a **Spline**.



Obrázek 3.34: Konstrukce interpolované a spline křivky

- ◆ Zpět k původnímu tvaru křivky se vrátíme volbou **Zpět** nebo **Kostr**.
- ◆ Veškeré dosud uvedené volby pro úpravu křivky se vztahovaly vždy k celé křivce. Existuje ale metoda, která umožňuje zpracovávat křivku po jednotlivých částech. Tato možnost je aktivována pomocí parametru **Editace vrcholů**.

Příkaz: Kedit **Enter**

Vyberte křivku: *vybereme kurzorem křivku*

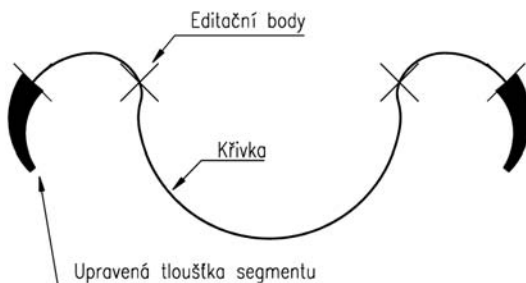
Zadejte volbu [Uzavři/Připoj/šířKa/Editace vrcholů/Interpolace/Spline/KOstra /tYpčgen/Zpět]: **E Enter**

Zadejte volbu editace vrcholů

[Dopředu/Zpátky/průsEk/vLož/posUv/Regen/propoj/Tečna/šířKa/kOneč] <D>:

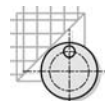
... příkaz pokračuje volbami

- ◆ Po jednotlivých uzlech křivky se pohybujeme pomocí volby **Dopředu** a **Zpátky**.



Obrázek 3.35: Použití volby Dopředu a Zpátky pro úpravy segmentů křivek

- ◆ Pokud potřebujeme rozložit křivku na jednotlivé segmenty, využijeme příkazu **Rozlož** (**_Explode**). Tento příkaz bude detailně popsán v kapitole věnované úpravám objektů.

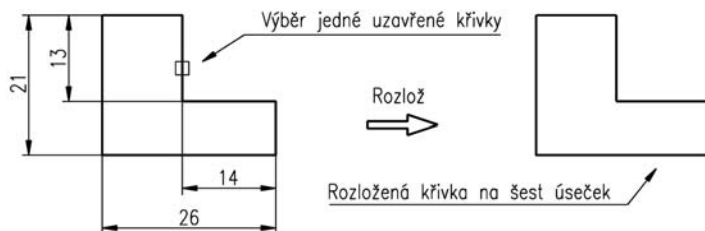


- ◆ Pokud spojujeme jednotlivé segmenty, využijeme volby **Připoj** příkazu **Kedit**.

Tip: Příkazy pro tvorbu a editaci křivek můžeme aplikovat na řadě úloh. Velmi často využíváme volby připoj z příkazu editace křivky pro vytvoření složitých tvarových objektů. Křivka je navíc při přenosu do jiné aplikace zachována jako celek a není rozložena na jednotlivé segmenty.

Příklad:

Nakreslete pomocí příkazu křivka zadaný objekt a označenou křivku rozložte na jednotlivé elementy.



Obrázek 3.36: Rozložení křivky

Příkaz: Rozlož **Enter**

Vyberte objekty: *vybereme zadanou křivku, nalezeno: 1*

Vyberte objekty: *můžeme vybírat další křivku, Enter*

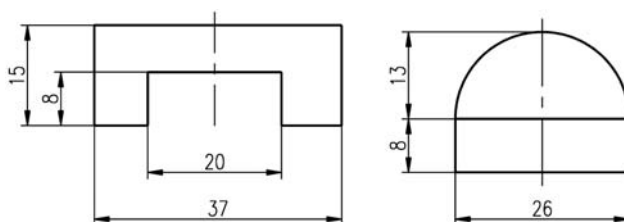
Příkaz:

Popis:

- ◆ Příkaz nemá vliv na vlastní vzhled a geometrii konstruované křivky. Rozdíl je ale v tom, že můžeme např. vymazat pouze jeden její segment, nikoliv celou křivku.
- ◆ Příkaz **Rozlož** využijeme tehdy, pokud potřebujeme provést úpravy na jednotlivých elementech křivek, bloků nebo kót. Lze jej aplikovat i na vložené objekty.

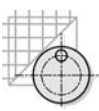
Otázky a cvičení

1. Nakreslete pomocí křivky s lineárními a obloukovými segmenty objekty na obrázku.



Obrázek 3.37: Kreslení křivek – cvičení

2. Upravte tloušťku křivky na 2 mm a proveďte konstrukci na obrázku podruhé.



Vyhlazené spline křivky

Spline je významnou funkcí pro vyhlazení nerovností křivek. Tvar křivky můžeme měnit posouváním jednotlivých interpolačních bodů. Editovat můžeme také počáteční a koncové tečny. Tyto křivky se využívají především v 3D modelování pro tvorbu volných ploch.



Panel nástrojů: Kresli → Spline

Panel pásu karet: Kresli → Spline

Nabídka: Kresli → Spline

Příkaz: Spline (_Spline)

Příklad:

Zkonstruujte křivku typu spline procházející body: A (0,0); B (10,10); C (20,0); D (30,10); (40,0). Toleranci vyhlazení nastavte na 0.

Příkaz: Spline **Enter**

Zadejte první bod nebo [Objekt]: **0,0 Enter**

Zadejte další bod: **10,10 Enter**

Zadejte další bod nebo [Uzavři/Tolerance vyhlazení] <počáteční tangenta>: **T Enter**

Zadejte toleranci vyhlazení <0.0000>: **4 Enter**

Zadejte další bod nebo [Uzavři/Tolerance vyhlazení] <počáteční tangenta>: **20,0 Enter**

Zadejte další bod nebo [Uzavři/Tolerance vyhlazení] <počáteční tangenta>: **30,10 Enter**

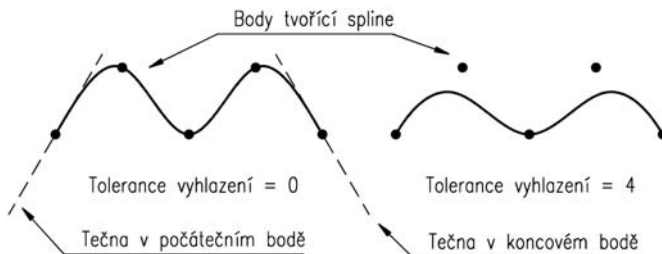
Zadejte další bod nebo [Uzavři/Tolerance vyhlazení] <počáteční tangenta>: **40,0 Enter**

Zadejte další bod nebo [Uzavři/Tolerance vyhlazení] <počáteční tangenta>: **Enter**

Zadejte počáteční tangentu: *směr počáteční tečny neupravujeme*, **Enter**

Zadejte koncovou tangentu: *směr koncové tečny neupravujeme*, **Enter**

Příkaz:



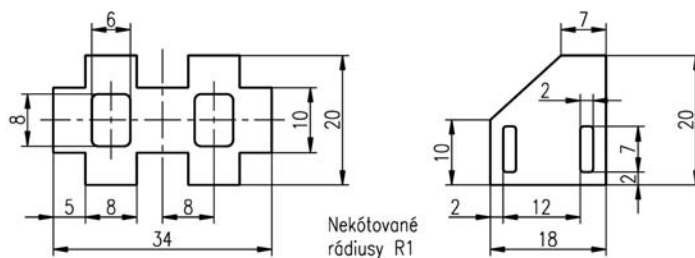
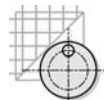
Obrázek 3.38: Konstrukce spline křivky

Popis:

- ♦ Toleranci vyhlazení křivky můžeme upravit pomocí volby **Tolerance vyhlazení**. Vliv změny hodnoty z 0 na 4 můžeme vidět v našem příkladu.
- ♦ Úpravu tvaru výsledné křivky provedeme jednoduše pomocí **editačních uzlů** v definičních bodech nebo příkazu **Splinedit**.

Otázky a cvičení

1. Pomocí příkazu křivka a obdélník nakreslete výkres součástí z plechu.



Obrázek 3.39: Kreslení křivek – cvičení

Multičára

Příkaz pro konstrukci skupiny souběžných čar.

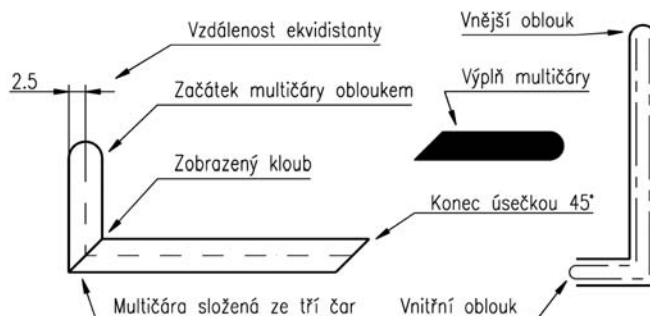


Panel nástrojů: Pouze v uživatelském nastavení

Panel pásu karet: Pouze v uživatelském nastavení

Nabídka: Kresli → Multičára

Příkaz: Mčára (_Mline)



Obrázek 3.40: Parametry multičáry

Popis:

- Multičára se skládá z 1 až 16 rovnoběžných úseček, které jsou umísťovány střídavě na jednu a druhou stranu. Multičáry lze s výhodou využít například pro kreslení potrubních rozvodů, obvodového zdiva. Multičára je popsána řadou parametrů.
- Před kreslením multičáry je nutné nastavit její parametry (Styl multičáry).

Nastavení stylu multičar

Umožňuje editovat a upravovat parametry multičar.

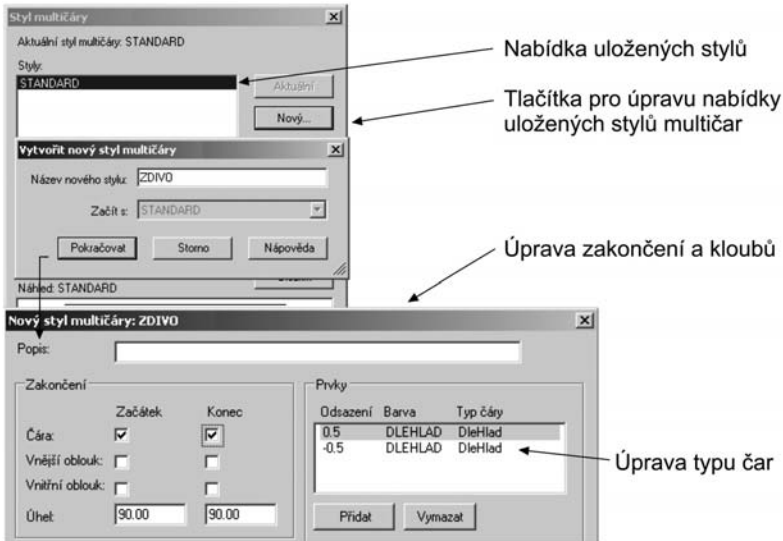
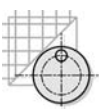


Panel nástrojů: Pouze v uživatelském nastavení

Panel pásu karet: Pouze v uživatelském nastavení

Nabídka: Formát → Styl multičáry

Příkaz: Mčstyl (_Mlstyle)



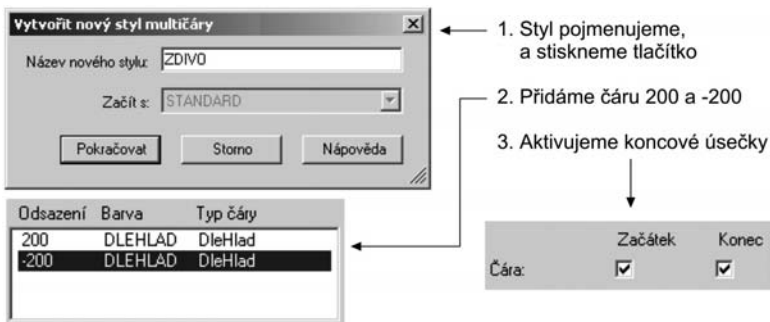
Obrázek 3.41: Nastavení stylu multičáry

- ◆ Jednotlivé styly multičar ukládáme tlačítkem **Uložit** do knihovny multičar, která má standardně příponu *.mnl. Definovanou knihovnu lze opět načíst tlačítkem **Načíst**.
- ◆ Definovaný styl nelze upravit, pokud je v aktuálním výkrese již nakreslena tímto stylem určitá multičára. Vytvoření nového stylu ovšem omezeno není.

Příklad:

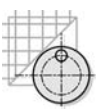
Nastavte parametry multičáry pro kreslení zdiva o šíři 400 mm.

Příkaz: Mčstyl **Enter**



Obrázek 3.42: Nastavení stylu multičáry pro kreslení obvodového zdiva

- ◆ Multičára je definována jako dvě souběžné čáry ve vzdálenosti 200 mm od centrální osy. Po uložení stylu můžeme přistoupit k vlastnímu kreslení.



Panel nástrojů: Pouze v uživatelském nastavení
Panel pásu karet: Pouze v uživatelském nastavení
Nabídka: Modifikace → Objekt → Multičára
Příkaz: Mčedit (_Mledit)



Obrázek 3.44: Editace multičar

Popis:

- ♦ Editaci provádíme výběrem příslušné možnosti z dialogového panelu po zadání příkazu **Mčedit** a výběrem jednotlivých multičar.
- ♦ Jednotlivé multičary vybíráme pomocí výběrového kurzoru. U některých možností záleží na pořadí výběru multičar.

Metody editace křížení multičar

Metoda editace	Popis editace
Uzavřené křížení	Příkaz žádá výběr první a druhé multičáry. Výsledek připomíná most.
Otevřené křížení	Při výběru záleží na pořadí výběru. Přeruší se čáry ve všech bodech u první multičáry, u druhé se přeruší jen vnější.
Spojené křížení	Obdobá otevřeného křížení, nezáleží ale na pořadí výběru multičar.
Uzavřené T	První multičára končí na druhé, která je průchozí.
Otevřené T	Záleží na pořadí výběru. Přeruší se čáry ve všech bodech u první multičáry, u druhé se přeruší jen vnější.
Spojené T	Podobné jako otevřené T, ale nezáleží na pořadí výběru.

Metody editace segmentů multičar

Metoda editace	Popis editace
Rohové spojení	Multičáry, které vybereme, i když se kříží, zůstanou v rozích spojeny.
Přidání uzlu	Po výběru multičáry je přidán editační uzel pro její úpravu.
Odstranění uzlu	Uzel na multičáře je odstraněn a segment je vyrovnan.
Přerušení jedné čáry	Přeruší jeden ze segmentů multičáry ve zvoleném bodě.
Přerušení všech čar	Přeruší celou multičáru ve zvoleném bodě.
Spojení všech čar	Spojí přerušenou multičáru.

Toto je pouze náhled elektronické knihy. Zakoupení její plné verze je možné v elektronickém obchodě společnosti eReading.