

**Univerzita Karlova v Praze**

**Pedagogická fakulta**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2009**

**Jana HORÁKOVÁ**

**Univerzita Karlova v Praze**

**Pedagogická fakulta**

**Katedra informačních technologií a technické výchovy**

# **Tvorba příručky v AutoCADu**

**Autor: Jana Horáková**

**Vedoucí práce: PaedDr. Eva Battistová**

**Praha 2009**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením PaedDr. Evy Battistové a v práci jsem použila informační zdroje uvedené v seznamu literatury.

V Praze dne 7.4. 2009

Jana Horáková

**Název:**

Tvorba příručky v AutoCADu

**Abstrakt:**

Práce je zaměřena na základy práce v CAD systémech. Rešeršní část seznamuje čtenáře s historií CAD, popisuje rozdělení systémů, zástupce jednotlivých skupin, přináší přehled dostupných učebnic a příruček vhodných ke studiu dané problematiky. Empiricko – výzkumná část mapuje využívání CAD systémů na středních průmyslových školách, středních odborných školách a technických lyceech. Předkládaná data byla získána pomocí dotazníkové metody v listopadu a prosinci roku 2008. Práce je doplněna textem, který by mohl sloužit jako příručka pro pochopení základů práce v AutoCADu.

**Title:**

Elaboration of AutoCAD manual

**Summary:**

This work concentrates on the basics of the use of CAD. The Background Research part introduces the history of CAD, describes the division of the available programmes including representatives of each group, offers an overview of textbooks and manuals that are suitable for the study of the discussed issue. The Empirically-Research part maps the use of CAD at Secondary Technical Schools, Specialized Secondary Schools and Technical Lyceums. The data was obtained through a questionnaire survey that was carried out in November and December 2008. The work is completed with a draft of a text that could be used as a tool for a fundamental understanding of the creation in AutoCAD.

## Obsah

Obsah .....	5
Úvod.....	8
1 Teoretická východiska práce .....	9
1.1 Technologie CA.....	9
1.1.1 CAD.....	9
1.1.2 CAM.....	9
1.1.3 CAQ.....	10
1.1.4 CAE .....	10
1.1.5 PDM, PLM.....	10
1.2 Historie CAD systémů.....	10
1.3 Skupiny CAD systémů a jejich zástupci .....	12
1.3.1 Malý CAD.....	13
1.3.2 FreeCAD.....	13
1.3.3 Malý CAD.....	14
1.3.4 Střední CAD.....	15
1.3.5 Velký neboli Profi CAD .....	16
1.4 Literatura k CAD.....	18
1.4.1 Tištěné zdroje .....	18
1.4.2 Elektronické zdroje.....	20
2 Výzkum – Využití CAD na SŠ.....	21
2.1 Vymezení cíle .....	21
2.1.1 cíl práce.....	21
2.1.2 Pracovní hypotézy .....	21
2.2 Charakteristika a popis výběrového souboru.....	22
2.3 Metody.....	22

2.4	Vyhodnocení dotazníků.....	23
2.5	Souhrn.....	30
3	Příručka pro práci s AutoCADem.....	31
3.1	První krůčky.....	31
3.1.1	Instalace a první spuštění.....	31
3.1.2	Seznámení s pracovním prostředím a základní nastavení .....	32
3.1.3	Nástrojová lišta.....	33
3.1.4	Plovoucí menu.....	34
3.1.5	Paleta nástrojů a příkazový řádek.....	34
3.1.6	Ukládání.....	36
3.2	Několik poznatků před prvním výkresem .....	36
3.2.1	Souřadnice.....	36
3.2.2	Zadávání bodů.....	37
3.2.3	Myš a klávesnice .....	38
3.2.4	Základní funkční klávesy a příkazy.....	38
3.2.5	Hladiny.....	39
3.2.6	Cvičení.....	41
3.2.7	Řešení .....	41
3.3	První výkresy .....	42
3.3.1	Tvorba základních entit .....	42
3.3.2	Cvičení.....	45
3.3.3	Řešení .....	46
	Závěr .....	47
	Seznam použitých informačních zdrojů.....	48
	Tištěné zdroje.....	48
	Ostatní zdroje.....	48

Přílohy .....	51
Příloha č.1 Formulář dotazníku výzkumu .....	51
Dotazník o využití CAD na SŠ .....	51
Příloha č.2 Vyplněné dotazníky .....	54
Dotazník 1.....	54
Dotazník 2.....	56
Dotazník 3.....	58



## Úvod

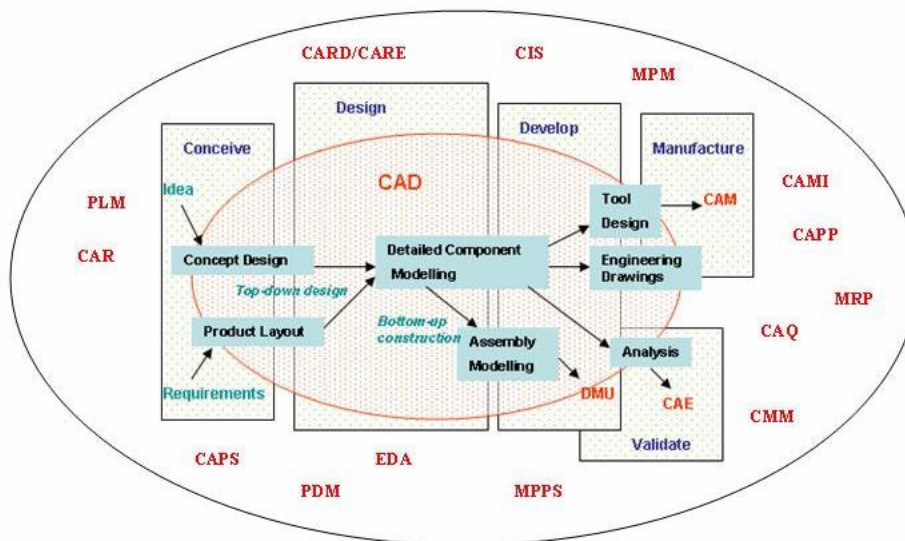
Jen málokterá lidská činnost ovlivňuje každou minutu našeho života, jednou z nich je bezesporu technické kreslení. Obor, který se ještě na začátku dvacátého století blížil spíše výtvarnému umění, prošel neuvěřitelnou proměnou. Dříve musel být konstruktér člověk pečlivý a přesný, dnes mu v tomto směru „stačí“ umět ovládat počítač. To ovšem neznamená, že by se náročnost profese snížila. Možná právě naopak. Vývoj programů probíhá rychle a umění se v něm zorientovat je velmi důležité. Velkou výhodou tak mají ti, kteří si ze začátků své kariéry nesou dostatek obecných zkušeností o oboru a zároveň dobře znají a ovládají pracovní prostředí alespoň jednoho systému.

Na druhou stranu těm, kteří se s počítačovým konstruováním teprve seznamují, může tento svět připadat nepřehledný a matoucí. Podstata tkví v tom, že ještě na začátku devadesátých let dvacátého století existovaly pouze programy pro tvorbu výkresů a následné nastavení samoobráběcích strojů. Navíc si počítače s grafikou, která na tyto programy stačila, mohly dovolit pouze velké firmy. O dvacet let později se počítače splňující hardwarové nároky systémů staly běžně dostupnými, a standardem pro uchování technických dat výrobku už není papír, ale jejich elektronická podoba. Technická data obsahují údaje o celém životním cyklu výrobku, jeho výrobě, zkouškách (reálných i počítačově prováděných simulacích), životnosti, uvádění do prodeje apod. Technický výkres (případně model) zůstává základní částí dat, programy ve kterých je navrhován patří do kategorie CAD (počítačem podporované navrhování), a jsou tím prvním s čím se budoucí technici na středních školách setkávají. Proto jsou CAD systémy také stěžejním tématem této práce, která by měla odpovědět na otázky co to jsou CAD, jak probíhá jejich vyučování a jak se s nimi pracuje.

# 1 Teoretická východiska práce

## 1.1 Technologie CA

CAD systémy, kterým se tato práce věnuje především, nejsou jediné, které mají zkratku ve tvaru CA. Písmena zkratky zastupují z anglická slova computer aided (česky počítačem podporované). Co je počítačem podporované pak záleží na tom v které části „života“ výrobku se nacházíme. Jde například o navrhování, výrobu, inženýrství a další. Většinu z nich lze zhruba začlenit do některé z hlavních skupin, které se označují jako CAD, CAM, CAQ, CAE, a PMD. Rozdělení technologií CA lze vidět na obrázku 1.



Obr. 1 Dělení technologií CA <sup>1</sup>

### 1.1.1 CAD

Počítačem podporované navrhování (Computer Aided Design) je, jak už bylo řečeno, hlavním tématem této práce a v dalších kapitolách mu bude věnován větší prostor.

### 1.1.2 CAM

CAM označuje anglické souloví Computer Aided Manufacturing, tedy počítačem podporovaná výroba. Jde o softwarové nástroje, které pomáhají ve vývoji a výrobě prototypů součástek, nebo v nízko objemové výrobě. Základem je model tělesa vytvořený v CADu, který se poté převede do CAM programu, kde lze nastavit, jaké plochy a jak obrábět. Na závěr CAM vytvoří NC program (tzv. G-kód) pro nastavení CNC stroje

<sup>1</sup> Obr. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/a/a0/CaxOnCAD.png> 14.2.2009

(počítačově řízené obráběcí stroje). Dražší CAD/CAM programy mohou mít obě funkce integrované dohromady.

### **1.1.3 CAQ**

Computer Aided Quality assurance, neboli počítačem řízená kontrola kvality, se využívá všude tam, kde se definuje a kontroluje kvalita výrobků.

### **1.1.4 CAE**

Computer Aided Engineering. V této skupině se nachází programy pro podporu analýzy, zkušebních simulací, plánování diagnostiky a oprav či optimalizací. Pravděpodobně nejširší využití CAE lze nalézt v automobilovém průmyslu, kde se jejich prediktivní vlastnosti využívají při testech bezpečnosti, pohodlí či trvanlivosti vozidla, neboť tak lze ušetřit velkou část nákladů na fyzické testy prototypů vozidel.

### **1.1.5 PDM, PLM**

Product Data Management (správa dokumentace) a Product Life Management (správa životního cyklu) jsou nejmladšími členy rodiny CA. Tyto systémy jsou jakýmsi zastřešením všech CA programů. Umožňují sledovat konkrétní náklady spojené s výrobou a uváděním produktů na trh.

## **1.2 Historie CAD systémů**

Vzhledem k tomu, že historii počítačů lze datovat do období 2. světové války, historie programů rozhodně nemůže jít hlouběji do minulosti. V případě CAD jsou za začátky považována 60. léta, přesněji rok 1957, kdy Dr. Patrick J. Hanratty vyvinul jazyk Pronto určený pro programování CAM strojů, John McCarty, který vymyslel Lisp – dodnes základní programovací jazyk AutoCADu – a především Ivan Sutherland a jeho program SketchPad (1963), kde s pomocí světelného pera (pradědeček tabletu vyvinutý v roce 1950), bylo možné rýsovat přímo na speciálně upravenou obrazovku. Obraz byl elektrostaticky zachycován na stínítku obrazovky, a poté speciálním softwarem ukládán do paměti. Je jasné, že šlo, na tehdejší dobu, o velmi drahou „hračku“, která nebyla nikdy použita komerčně. Na konci 60. let však už existovalo několik výrobců komerčních CAD systémů, za všechny jmenujme Computervision – první CAD společnosti Xerox, či United Computing (dnešní UGS).

V 70. letech pomalu nastupují na scénu první stolní počítače, a tím pádem dochází k rozšíření programů i do menších firem. Ani tehdy ale nejde o zrovna levnou záležitost.

Cena počítače s kreslícím softwarem pro 2-rozměrné úlohy (třetí rozměr v počítačových technologiích teprve pomalu nastupoval – zatím využívaly objemového 3D modelu pouze programy, které zkoumaly nukleární záření) se pohybovala v řádech statisíců dolarů. Výstupním zařízením byla obrazovka vektorového grafického terminálu fungující podobně, jako dnes můžeme vidět u analogových osciloskopů: elektronový paprsek je vyslán směrem k luminoforové destičce, která se tam, kde paprsek dopadne, rozsvítí. Požadovaných obrazců je dosahováno vychylováním paprsku. Přestože byl obraz velice krásný a tvarově čistý, k výraznému zrychlení práce nedocházelo, vykreslovací doba byla totiž přímo úměrná složitosti výkresu, navíc při opravě jediné čáry bylo nutné nechat celý výkres vykreslit znovu.

S koncem 70. let přichází rastrová grafika v podobě, v jaké ji známe dnes<sup>1</sup> A dochází k dalšímu rozšiřování systémů mezi velké výrobce (Boeing, General Electric, a další). Aby bylo možné případně sdílet data, vyvíjejí právě tito „silní hráči“ ve spolupráci s univerzitou v americkém Utahu neutrální datový formát pro výměnu dat mezi konstrukčními systémy - IGES (Initial Graphic Exchange Specification). Soubory s příponou \*.igs byste měli i dnes, kdy už IGES není povinně vyžadován, otevřít bez větších potíží. V této době také přichází první program, který je schopen vytvořit 3D model součástky – Arch MODEL.

80. léta jsou pak ve znamení standardizace hardwaru – Intel přichází s novou generací procesorů x86 a objevují se první pracovní stanice dnes už známých firem jako IBM nebo Hewlett – Packard. Významným počinem pro počítačovou grafiku se stává implementace základních výpočtů transformací souřadnic na grafické karty, a tedy mírné zrychlení. V této době se začínají objevovat první grafické editory schopné fungovat i na levnějších „osobních“ počítačích, jsou to například AutoCAD, CAD Key či Versa CAD. Soustředí se především na kreslení v ploše. Modelování ve 3D je jakýmsi bonusem, který má designérovi pomoci ověřit základní myšlenky návrhu. Je tedy jasné, že jakékoli pokusy o úpravu 3D modelu byly dost náročné – někdy tak, že se vyplatilo dělat úpravu ve 2D a 3D nechat znovu vykreslit. To bylo ale velice pracné, časově náročné a konečné kvalitě návrhu to příliš nepřispívalo. Pozornost vývojářů se tedy obrátila k modelování v prostoru

---

<sup>1</sup> Aby nedošlo k mýlce, to, co dnešní monitory ukazují, je v podstatě rastrový obrázek, obrazovku, která by zobrazovala vektorově, najdeme například u již zmiňovaných analogových osciloskopů. Dělení na rastrovou a vektorovou grafiku, jak je používáme dnes, je pouze virtuální a označuje způsob, jakým jsou v počítači ukládány obrazové informace (rastrový obrázek je složen z bodů, zatímco vektorový z křivek, které lze algoritmicky vypočítat).

a vznikla koncepce parametrického modelování: návrh se nejdříve sestaví z hrubých základních těles (tzv. objemová primitiva – koule, hranol, válec, jehlan) a poté se dál upravuje. U geometricky složitých součástí je ovšem tento způsob práce poněkud neefektivní, a proto se využívá modelování pomocí načrtnutých konstrukčních prvků – například lze vytvořit složitou hřídel pomocí rotace náčrtu kolem osy. Kombinace těchto metod se využívá i dnes, proto se také základní myšlenka speciálních programů pro 3D modelování od konce 80. let v podstatě nezměnila. Jako příklad těchto programů lze uvést CATII, SolidWorks nebo Pro/Engineer.

V roce 1989 proběhl v ČSSR projekt AIP 2000, který si dával za cíl vybavit 2000 pracovišť pracovní stanicí s AutoCADem. Díky jeho úspěšnosti se v našich zemích začalo skutečně pracovat s CAD systémy, a to logicky právě s AutoCADem jež si, jak ostatně potvrzuje i výzkum na školách v kapitole 2, stále drží místo mezi nejvyužívanějšími CAD co se ČR týče.

Devadesátá léta přinášejí přechod Unixu, na němž tehdy většina kreslicích a modelovacích programů běžela, na platformu Windows, která byla v té době přeci jen o něco stabilnější, a také vývoj programů směrem k uživatelské přívětivosti a co nejjednoduššímu ovládní, a došlo k masovému rozšíření počítačů, čímž se i výkresy vytvořené v CAD systémech staly standardem. Dnešní verze programů nabízejí velké množství speciálních pomocných funkcí tak, aby se designér nebo konstruktér mohl soustředit jen na problém, řešení aktuálního návrhu a nikoli na jeho kreslení.

### **1.3 Skupiny CAD systémů a jejich zástupci**

Ozývají se hlasy, například v internetových diskuzích, že dnes už je dělení CAD systémů v podobě, v jaké jej vidíte níže, v podstatě historickou záležitostí. Přesto je stále používané, neboť jde o nejjednodušší způsob, jak programy rozlišovat. Kritérii dělení je hardwarová náročnost (právě ta díky dnešnímu vývoji techniky už není tak důležitá), vybavenost, multifunkčnost programu a cena.

V další části textu jsou popsány jednotlivé kategorie CAD systémů včetně několika zástupců. Volba programů je vždy věcí individuální, proto by měla být brána jen jako nástin možností. Záměrně je z kategorie středního CAD vynechán program AutoCAD, jemuž je věnován větší prostor jinde.

### 1.3.1 Malý CAD

Jako Malý CAD jsou chápány programy, jejichž cena se pohybuje nejvýše v řádech desítek tisíců korun. Bývají zaměřeny především na kreslení ve 2D. Lze ovšem najít i programy, které umožňují i modelování ve 3D. Jako podskupinu Malého CAD lze vyčlenit takzvaný FreeCAD, tedy programy, které jsou zdarma ke stažení z internetu.

### 1.3.2 FreeCAD<sup>1</sup>

Na internetu je možné najít velmi mnoho nejrůznějších CAD programů nebo programů, které lze považovat za specializované CAD (Jde o programy zaměřené na řešení jednoho problému například prostorové řešení bytu, navrhování plošných spojů, map a podobně, jako jsou např. Room aranger, Grass Gis, či EasyCAD)<sup>2</sup>. Většinou jde o takzvané opensource projekty, které jsou dotvářené samotnými uživateli. Příklady zde uvedené splňují podmínku co nejširší možnosti využití a jsou zdarma v plné verzi s časově neomezenou licencí. Bohužel jen velmi málo výrobců je ochotno takto „darovat“ programy i pro komerční využití. Na druhou stranu, cena za komerční licence FreeCAD je oproti stejné verzi Malého CADu zlomková.

QCAD - Plnohodnotný 2D CAD využitelný pro strojírenské, architektonické i elektrotechnické výkresy. Největší předností je kompatibilita s prakticky všemi využívanými operačními systémy (výrobce udává Windows XP, 2000 a Vista , MAC OS X 10.3, 10.4 a 10.5, Linux x86 – ale jen 32bitové distribuce a Solaris) a práce v nativním formátu AutoCADu (DXF). Zkušenému uživateli by jeho ovládání (velmi podobné AutoCADu) nemělo činit problémy, navíc je program k dostání v české lokalizaci. Freewareová verze je určena pouze pro nekomerční uživatele.<sup>3</sup>

Tiger CAD - 2D CAD od Britského programátora. Výrobce uvádí využití pro technické kreslení, elektrotechnické výkresy, návrhy interiérů a exteriérů či výrobních diagramů. Je

---

<sup>1</sup> Programy jsou k nalezení např. na (ke 14.2.2009): <http://free.tcad.cz/mcad/>  
<http://cdesign.zive.cz/h/Clanky/Ar.asp?ARI=100924&CHID=2&EXPS=&EXPA=>

<sup>2</sup> Ke stažení z: <http://katalog-nabytek.nejlip.cz/navrh-bytoveho-interieru-room-arranger/>, <http://grass.itc.it/>  
<http://www.irisceramica.com/download/floor-plan-software/?lang=en>

<sup>3</sup> Pro komerční využívání QCADu, je nutné koupit licenci. Cena je €24 (při kurzech z února roku 2008 – €1 ≈ 22 Kč – se cena pohybuje kolem 500 Kč) za standardní licenci pro jednoho uživatele nebo €223 (odpovídá přibližně desetinásobku ceny za licenci tedy 5000 Kč) za multilicenci pro 20 instalací.

určen pro uživatele OS Windows, hardwarové nároky jsou minimální. Širšímu použití bohužel brání fakt, že program umí otevírat pouze výkresy ve vlastním formátu (\*.tgc), ukládat však můžete i do formátu \*.dxf nebo \*.pdf. Velkou výhodou je citlivě vyrobená nápověda, díky které se nový uživatel snadno seznámí se všemi funkcemi. Jazykem programu je angličtina. Komerčnímu využití není nijak bráněno.

### 1.3.3 Malý CAD

Auto CAD LT – „Ořezaný“ AutoCAD z dílny Autodesku. Uživateli poskytuje plný komfort pro práci ve 2D, s ukládacím formátem \*.dwg (nativní formát AutoCADu). Je koncipován pouze pro operační systém Windows (v případě verze 2009 jde o XP, Vistu a Windows 7). Největší předností je fakt, že AutoCAD obecně je jedním z nevyužívanějších systémů v ČR, a díky stejnému výrobci odpadají uživatelům problémy s kompatibilitou. Další výhodou může být široká nabídka literatury či kurzů jak pro nové, tak pro pokročilé uživatele, které někteří distributoři nabízejí jako bonus při nákupu licence.<sup>1</sup> Pro studenty SŠ či VŠ, nabízí Autodesk možnost vstoupit do společenství Autodesk Student Club, kde si lze stáhnout, případně nechat poslat, nejnovější verzi AutoCADu LT zdarma, ovšem jen pro studijní (tedy nekomerční) účely a s platností licence omezenou na 2 roky.

ZWCAD – Program od české společnosti Techsoft se honosí dovětkem „Nejlepší alternativa AutoCADu“, ovšem dává si za cíl se AutoCADu co nejvíce podobat, což může být pro uživatele jak výhodou, tak nevýhodou.

Jaké jsou tedy hlavní devízy programu? Lze zdůraznit podobnost (téměř shodnost) pracovní plochy s prostředím AutoCADu, práci v nativních formátech AutoCADu (\*.dwg, \*.dxf) i možnost ukládání i do civilnějšího formátu jako je \*.pdf. Podporovaným operačním systémem je opět MS Windows (verze XP, Vista a Server 2003). Plusem je samozřejmě i možnost české verze. Program je nabízen ve dvou provedeních. Standard nabízí práci ve 2D a možnost vlastních úprav v LISP, C++ či DRX. Professional přidává práci ve třetí rozměru, realistický render (vykreslování obrazu) a vývojové prostředí VBA.<sup>2</sup> Kromě samotného programu si lze dokoupit i nadstavby pro elektrotechniku,

---

<sup>1</sup> Nejnovější (jaro 2009) je k dostání za 40 000 korun.

<sup>2</sup> Standart se prodává za 15 690 Kč. Professional je pak o necelé 2000 Kč dražší.

stavební techniku, strojírenství a částečně zdravotnictví, některé lze dokonce použít společně s AutoCADem.<sup>1</sup>

### 1.3.4 Střední CAD

Programy této kategorie umožňují plnohodnotnou práci jak v ploše, tak v prostoru a patří k nejpoužívanějším. Dříve je od poslední kategorie dělily i menší hardwarové nároky – byly schopné fungovat i na „obyčejném“ PC. Dnešní vývoj ale tento rozdíl stírá, takže zásadní rozdíl zůstává v ceně, ta se pohybuje v řádech sta tisíc za licenci. Standardem v této třídě je, kromě již zmiňované práce s 3D, i široká uživatelská podpora. Většinou jde o programy již mírně specializované, zaměřené buď více na tvorbu ve 2D nebo, v dnešní době častěji, ve 3D. Zajímavou částí jsou nadstavbové programy, které základní programy posouvají více k jednomu konkrétnímu oboru a zároveň také na hranice vyšší kategorie.

VariCAD – Český produkt se cenově pohybuje v hladině Malého CAD<sup>2</sup>, ale nabízí vše, co zákazník požaduje po CADu vyšší kategorie. Hlavní těžiště práce leží ve 3D, které je podle výrobce intuitivnější a snazší cestou ke konečnému modelu. Tomu přispívá i možnost exportovat data z 3D do 2D, kde se automaticky vytvoří 2D výkres vybraných částí a na konstruktérovi je jen je okótovat. Velkým plusem je možnost spuštění programu v obou nejpoužívanějších operačních systémech, tedy Windows i Linux, a možnost exportu do nejpoužívanějších formátů v CAD systémech, tedy do \*.dwg, \*.dxf, IGES a STEP (formát pro výměnu dat mezi systémy CA).

Microstation – Produkt společnosti Bentley je určen především pro pozemní stavitele, stavaře a architekty, je tedy jasné, že zde jde především o modelování v 3D. Program pracuje především s vlastním formátem \*.dgn, ale umožňuje i pracovat s výkresy AutoCADu a to přímo v jejich nativním formátu bez nutnosti exportu. Velkým plusem je možnost tvorby vlastních rozšíření programu pomocí prostředí Visual Basic for Application (VBA) a, od verze V8, pomocí Microstation Development Language (MDL – vlastní programovací prostředí Microstationu), Java či C++. V ceně programu je zahrnuta jedna ze specializovaných licencí (pro pozemní stavitelství a 3D modely terénu, stavebnictví a architekturu, možnost rozšířeného vstupu do PDF či nadstavba pro schémata technologických celků), je zde i možnost používat všechny, ovšem pouze po nákupu

---

<sup>1</sup> Cena jednotlivých doplňků ale mnohdy převyšuje cenu samotného ZWCADu, pohybují se kolem 17000 Kč

<sup>2</sup> cca 50 000 Kč



Bentley Select, což je služba, která umožňuje uživatelům výhodněji aktualizovat či rozšiřovat své programy. Software pracuje nad OS Windows a vyžaduje některé komponenty od Microsoftu (DirectX 9 apod.), které jsou ovšem dodávány v balíčku s programem<sup>1</sup>. Nevýhodou je, že Bentley prodává staré licence, o které by mohli mít zájem i neprofesionální uživatelé, za stejnou cenu jako nové.

Key Creator (bývalý Cadkey) – Jedná se o 3D CAD, který uživateli umožňuje pracovat se třemi druhy modelů – plošným, drátovým a objemovým – a libovolně je kombinovat. Například je možné si pomocí drátového modelu připravit těleso, které nelze nebo jen obtížně skládat z objemových primitiv, přepočítat je na objemové, doplnit dalšími primitivy a pomocí plošného modeláře doladit detaily. Předpokládá se sice větší propojení plošného a objemového modeláře. Navíc drátový model je možné v případě potřeby používat na kreslení výkresu ve 2D. Program nabízí i funkci automatického kótování, kde je na uživateli jen smazání nepotřebných kót. Co se týče kompatibility s ostatními CADy, lze importovat z formátů AutoCADu, IGES, STL, STEP, ACIS a Parasolid. Exportovat je možné kromě zmíněných i do WMF, HPGL2, VRML, CGM + HSF, což je souborový formát pro prezentaci v Internet Exploreru. Požadavky pro spuštění programu jsou následující: Windows 2000 nebo XP, 4MB nebo lépe 8MB grafická karta a 512MB RAM.<sup>2</sup>

### **1.3.5 Velký neboli Profi CAD**

Podobně jako střední CAD nabízí práci ve dvou- i třírozměrném prostoru, jejich hlavní devizou je ale dnes propojení s jinými CA systémy. Jejich provoz bývá hardwarově náročnější, a proto byly dříve provozovány jen na speciálních pracovních stanicích a i dnes bývají dodávány přímo s počítači, které jsou postaveny takzvaně na míru. Ceny licencí se na internetu nedají téměř dohledat, přesto lze počítat s tím, že se ceny komerčních verzí budou pohybovat na pomezí pěti a šesti ciferných částek.

CATIA – Jedním z nejznámějších zástupců této třídy je systém CATIA (krásně znějící jméno je vlastně zkratkou sousloví Computer – graphics aided three dimensional interactive application – česky počítačová grafika podporující trojdimenzionální interaktivní aplikace) od Dassault Systemes. Jde o komplexní řešení pro vytváření a sdílení

---

<sup>1</sup> . Cena nejnovější verze je 153 560 Kč bez DPH. Ceny nadstaveb se pohybují mezi padesáti a sto tisíci.

<sup>2</sup> Cenově velmi zajímavou nabídku přináší Cadkey Hobby a Cadkey Student, který umožňuje studentům získat licenci Cadkey 98 (11 let starý program může být pro základní výuku modelování ve 3D postačující) za velmi výhodnou cenu 475 Kč. Školní licenci lze ve stejném programu pořídit za 1600,- pro jednu učebnu nebo za 5900,- pro všechny počítače ve škole. Cenu licence Key Creatoru se mi nepodařilo dohledat.

3D dat, jehož základem je uživatelská spolupráce v rámci takzvaného Intellectual Property (IP – duševní vlastnictví a informace). Systém umožňuje sledovat data výrobku od prvních rysů, přes analýzy až po uvedení do praxe. S tím souvisí i fakt, že CATIA není prostý CAD, ale jde o CAD/CAM/CAE. Uživatelé tedy mají „pod jednou střešou“ nástroj pro modelování, strojovou výrobu i analýzu výrobku. Také proto je program kompatibilní hlavně se serverovými operačními systémy, a to jak s Unixem tak Windows NT, ovšem lze jej spouštět i pod Windows XP či Vista. Samotná práce může probíhat hybridně v ploše i prostoru najednou (prostorové modelování je řešeno objemovými modely). Vzhledem k velké šíři použitelnosti – od návrhů nových letadel, přes auta až po věci každodenního použití jako jsou dózy a tuby na krémy – není prodáváný produkt vždy tentýž, naopak jde o sestavy nastavené dle potřeb zákazníka. V současné době jsou souběžně používány poslední tři verze: V4, V5 a V6. V4 a V5 jsou obousměrně kompatibilní a využívají se pro procesy potřebné pro první návrhy až po zavádění produktů do výroby. V6 navíc přináší i prostředí PLM (systém pro řízení životního cyklu výrobku). Hardwarové nároky jsou poměrně vysoké, vyplatí se proto používat výrobcem doporučené pracovní stanice, na kterých by měl systém fungovat bez problémů.

Pro/Engineer – Je produkt firmy PTC, zatím nejnovější verze byla uvedena na trh v lednu roku 2008 a nese označení Wildfire 4.0, verze 5.0 je ve fázi konečného testování a měla by být k dispozici ve 2. čtvrtletí 2009. Stejně jako u konkurenční CATIA se jedná o systém CAD/CAM/CAE umožňující sledovat vývoj výrobku od prvního náčrtu až po uvedení na trh. Těžištěm systému je snaha o co nejjednodušší a nejrychlejší vývoj produktů při zachování vysoké kvality modelů. Do procesu modelování jsou proto přidány automatizace (funkce pro zaoblování hran, přidávání tolerancí, částečná automatizace při návrhu lisovaných částí ve verzi 5.0 a další). Modelování je asociativní objemové a parametrické s využíváním konstrukčních prvků. Zajímavou myšlenkou, kterou výrobce již několik let rozvíjí, je možnost 3D výkresu. Jde o 3D model se všemi náležitostmi, na které jsme zvyklí z 2D výkresů (kóty, drsnosti, informace o materiálech apod.). Export dat je umožněn mimo jiné do 3D PDF, JT („JT je rozšířený formát souborů určený ke sdílení a vizualizaci 3D návrhových dat vytvořených v různých CA a PLM systémech. Struktura modelu včetně

dalších dat, např. vložené podsestavy v sestavách nebo barvy těles, zůstává zachována.“<sup>1</sup>), DWG, DXF, IGES, STEP a formátů CATIA. Verze 4.0 si rozumí s operačním systémem HP, Windows XP, Solaris a Unix. Doporučená konfigurace (pro OS Windows, pro Unix je ovšem podobná) HW je: 1024MB operační paměti, alespoň 3GB volného místa na disku, 2048MB RAM, rychlost procesoru 2,4 GHz a vyplatí se mít jednu z doporučovaných grafických karet (můžete je najít na stránkách českého distributora systému AV Engineering (<http://aveng.cz/sluzby/informace-o-hw-a-sw/hw-pozadavky-na-proengineer-wildfire-40.aspx>)).<sup>2</sup>

## 1.4 Literatura k CAD

Dnes, kdy už jsou CAD systémy běžnou součástí výrobního procesu, je nabídka studijní literatury tak široká, že uspokojí nováčka i profesionála hledajícího způsob jak zlepšit svoji práci. V následujícím výčtu jsou uvedeny příručky a učebnice běžně dostupné v knihkupectvích (ověřeno v pražském Luxoru a Černé labuti) či městské knihovně.

### 1.4.1 Tištěné zdroje

FORT, Petr, KLETEČKA, Jaroslav. *AutoCAD RELEASE 14 : Učebnice pro střední školy*. Praha : Computer Press, 1998. ISBN 80-7226-078-2.:

Detailní dílo, které čtenáře provede od instalace až k mistrovství i v případě, že jde o člověka, který s počítačem nemá nic společného. Byť zde jde o velmi starou verzi (kniha je z roku 1998), je v celku použitelná i dnes. Samozřejmě jsou k sehnání i aktuální učebnice od této dvojice, nejnovější je pro verzi 2006. Výzkum ukázal, že jde o na školách oblíbené dílo – pokud učitelé specifikovali učebnici s níž pracují, byla to některá z této řady. Kapitoly jsou logicky členěny od základních poznatků, jako je hardwarová náročnost, až po základy práce v prostoru. Významnou část textu tvoří cvičení, a to jak řešené úlohy, zařazené ihned za probíranou látku, tak souhrnnější cvičení na konci každého celku. Na závěr knihy je navíc zařazeno několik souhrnných cvičení, z nichž čtenář skutečně pozná, jak dobře systém ovládá.

---

<sup>1</sup> . “MADAJ, Martin. *Import a export formátu JT i v aplikaci Inventor* [online]. 2006 [cit. 2009-02-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.autodeskclub.cz/Club/Article.aspx?article=5b5b6c2b-f247-45b9-b5ea-a6587f2e5139>>.

<sup>2</sup> PTC nabízí studentskou licenci programu už za \$250, samozřejmě určenou pouze pro osobní účely.

PŠENČÍKOVÁ, Jana. *AutoCAD pro školy*. Kralice na Hané : Computer Media s.r.o., 2006. Strojírenství-stavebnictví-elektrotechnika. ISBN 80-86686-65-5.:

Velmi názorná učebnice pro začínající uživatele. Text je doplněn množstvím ilustrací, čímž umožňuje velmi snadné propojení vysvětlovaného s vlastním cvičením. Protože jde o učebnici, obsahuje kniha mnoho jak řešených tak i neřešených úloh pro lepší pochopení a procvičení. Je rozdělena do 10 tématických okruhů, které čtenáře ve zkratce provedou vším, co je potřeba znát o kreslení ve 2D. Sousedství „ve zkratce“ je použito záměrně, učebnice není příliš rozsáhlá, má pouhých 136 stran, ale pro první seznámení s programem a osvojení základů práce stačí.

OMURA, George. *AutoCAD 2007 : Praktický průvodce*. Přel. Libor Válek. Praha : Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-1861-3. :

Velmi čtivá kniha, zaměřená, jak název napovídá, na praktickou stranu věci. Staví na názornosti – každý důležitější poznatek je doplněn ilustrací. Neobsahuje příliš mnoho cvičení, ale každá kapitola je zakončena shrnutím nejdůležitějších poznatků a navíc je téměř polovina titulu věnována modelování ve 3D. Kniha je určena spíše pro zkušenější uživatele PC, kteří se dokáží zorientovat v okně programu i bez podrobného popisu, ale rozhodně to neznamená, že jde o příručku pro pokročilé uživatele AutoCADu, jen je nutné akceptovat, že zde není cílem naučit postupy krok za krokem, ale spíše ukázat cestu kudy.

SPIELMANN, Michal, ŠPAČEK, Jiří. *AutoCAD : Názorný průvodce pro verze 2004 až 2007*. Brno : Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1210-1.:

Strohý a přesný, ale, díky ilustracím, názorný text s jehož pomocí se čtenář rychle seznámí s postupy práce v AutoCADu a to včetně úvodu do 3D. Příklady jsou v knize pouze řešené a to často několika způsoby, takže je možné si vybrat ten nejvíce vyhovující. Kniha je velmi přehledná, což čtenář ocení zvláště ve chvíli, kdy jej zajímá řešení jednoho určitého problému. Další výhodou je popis cesty k popisovaným jevům hned na začátku jednotlivých podkapitol a to všemi možnými způsoby (příkazem, klávesovou zkratkou, „klikáním“) Nejnovější vydání se vztahuje k verzím 2008 a 2009

POPELKA, Martin. *Technické výkresy v AutoCADu*. Brno : Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-559-8.:

Byť se kniha na první pohled tváří jako další z příruček pro začínající uživatele, není tomu tak. Autor naopak předpokládá, že čtenář se v programu už orientuje a přináší mu nové poznatky, které by měly přinést lepší efektivitu práce. Kniha je lepší číst podle rejstříku, a

spíše než ji studovat, si v ní vyhledávat části tak, jak uživatel potřebuje. Ilustrací a řešených příkladů kniha příliš neobsahuje. Je proto poněkud zvláštní, že je na konci umístěn test, s jehož pomocí si lze vyzkoušet, kolik poznatků si čtenář ze studia odnesl.

#### **1.4.2 Elektronické zdroje**

V dnešní době by bylo jistě chybou opomenout studijní prameny, které nabízí internet.

Jako velmi dobrá volba se jeví stránky CAD Fórum (*CAD Fórum : - tipy, utility, diskuze, bloky* [online]. [2001] [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.cadforum.cz/cadforum/default.asp>>.), které jsou vytvářeny s garancí jednoho z předních distributorů CAD v ČR, firmou XANADU a.s. Mimo množství diskuzí na nejrůznější témata ohledně CAD zde lze najít i webové příručky pro práci v AutoCADu a jeho nadstavbách. Konkrétně stránky pro výuku základů práce v AutoCADu jsou dílem dvojice pedagožek Heleny Novotné a Hany Trnkové ze stavební fakulty VUT Brno. Jejich stránky jsou velmi přehledné, text je členěn do sedmi kapitol, jejich výběr má čtenář neustále na očích v horní části stránky, jednotlivé podkapitoly jsou pak v nabídce v levé části. Díky tomu si každý snadno najde zrovna tu část, která jej zajímá. Text je poměrně stručný, ale jak autorky píší v úvodu, jde hlavně o materiály pro doplnění studia. A jako takové jsou naprosto vyhovující.

## **2 Výzkum – Využití CAD na SŠ**

### **2.1 Vymezení cíle**

#### **2.1.1 cíl práce**

Cílem výzkumu bylo zmapovat využívání CAD na středních školách technického směru a zjistit aprobovanost učitele.

Dotazníkové šetření bylo zaměřeno na zjištění:

- 1) průměrné hodinové dotace za týden;
- 2) nejvyužívanější systém;
- 3) návaznost výuky CAD na jiné předměty;
- 4) odkud pocházejí zkušenosti pedagogů;
- 5) které zdroje jsou používány pro přípravu hodin;
- 6) jak žáci využívají zdrojů.

#### **2.1.2 Pracovní hypotézy**

H1 Průměrná hodinová dotace za týden nepřekročí dvě vyučovací hodiny, celkem za studium se pak bude pohybovat mezi čtyřmi a šesti hodinami.

H2 Nejvyužívanějším systémem na školách by měl být AutoCAD, podíl jiných systémů bude minimální.

H3 Návaznost výuky CAD na jiné předměty bude spíše zpětná (CAD jako pokračování technického kreslení), návaznost směrem vpřed, například přechod z CAD na CAE se vyskytovat nebude.

H4 Pedagog může načerpat znalosti několika způsoby: soukromou praxí (kromě výuky se živí i modelováním v CAD), na školeních, samostudiem či v minulosti během vlastních studií. Předpoklad bude, že nejvíce zastoupenou skupinou budou ti první.

H5 Nejvyužívanějšími zdroji budou učebnice a internet, případně manuály a vlastní nápověda programu.

H6 Využití výše uvedených zdrojů žáky bude minimální. Naopak lze předpokládat, že jim ve větší míře budou stačit vlastní poznámky.

## **2.2 Charakteristika a popis výběrového souboru**

Šetření bylo prováděno na středních školách technického směru v celé ČR. Jediným kritériem pro výběr bylo, aby alespoň na jednom oboru na škole byly vyučovány CAD systémy.

Počet škol, od nichž byly nakonec získány údaje, byl 16. Vyplněných dotazníků bylo ve skutečnosti 17, neboť ze SPŠ Trutnov přišly 2 různě vyplněné dotazníky. Protože jediným identifikátorem školy byl její plný název a SPŠ Trutnov má dle webových stránek několik odloučených pracovišť, lze předpokládat, že byl dotazník vyplněn dvěma pracovišti nezávisle na sobě. Odpovědi byly vesměs sloučeny, ale v položkách, kdy toto nebylo možné (například v otázce na praxi pedagoga) byly průměry počítány ze 17 škol.

## **2.3 Metody**

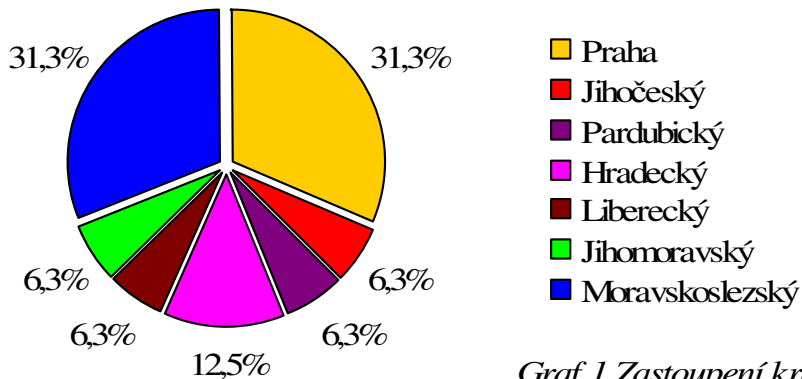
Při zpracování práce bylo použito dotazníkové metody. Jde o metodu určenou pro co nejrychlejší získání informací od co největšího počtu respondentů. Otázky jsou písemné, různých typů – otevřené (např.: napište co si myslíte o..), polouzavřené (vyberte ano nebo ne, pokud ano tak proč..), uzavřené (z nabízených možností vyberte..), škála (Strojnické tabulky jsou jako zdroj využívány: výhradně – často – občas – nikdy) či neukončené věty. Dotazník pro zjištění využívání CAD na SŠ byl rozdělen na dvě části. První z nich obsahovala čtyři otázky dvou typů (otevřené a polouzavřené), které směřovaly k oborům, na kterých je CAD vyučován, hodinovým dotacím předmětů, programu který je využíván a návaznosti na jiné předměty. Druhá část obsahovala také 4 otázky (otevřenou, uzavřenou, polouzavřenou a škálu) a věnovala se zkušenostem vyučujících a typu literatury, která je používána k přípravě na hodiny jak pedagogy, tak žáky.

Respondenti byli požádáni pomocí e-mailu o vyplnění elektronického formuláře dotazníku. Dotazník je uveden v příloze číslo 1 na straně 52.

Ke zpracování výsledků pomocí grafů bylo použito programu MS Excel, stejně tak je v něm vytvořena i tabulka celkového přehledu odpovědí.

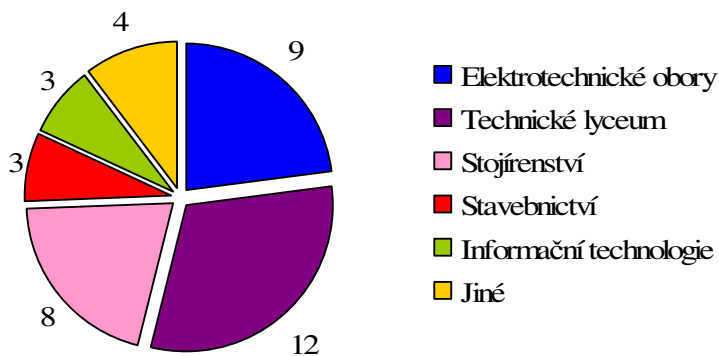
## 2.4 Vyhodnocení dotazníků

Jak už bylo řečeno, šetření se zúčastnilo 16 škol. Nejvíce odpovědí přišlo z Prahy (5) a Moravskoslezského kraje (5). Dalšími zastoupenými kraji jsou: Jihočeský, Pardubický, Hradecký, Liberecký a Jihomoravský (graf 1).



Graf 1 Zastoupení krajů

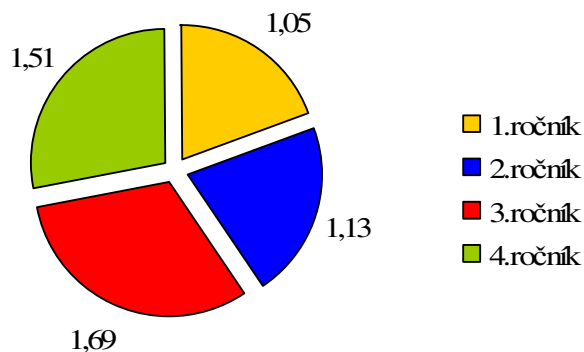
Na těchto školách je otevíráno celkem 39 oborů, v jejichž rámci jsou vyučovány CAD systémy. Pro statistické zpracování byly rozděleny do šesti skupin podle příbuznosti. Kategorie jiné zahrnuje obory, které nebylo možné zařadit: Technické zařízení budov (2x), Letecký mechanik a Mechanik – seřizovač (graf 2).



Graf 2 Rozložení oborů

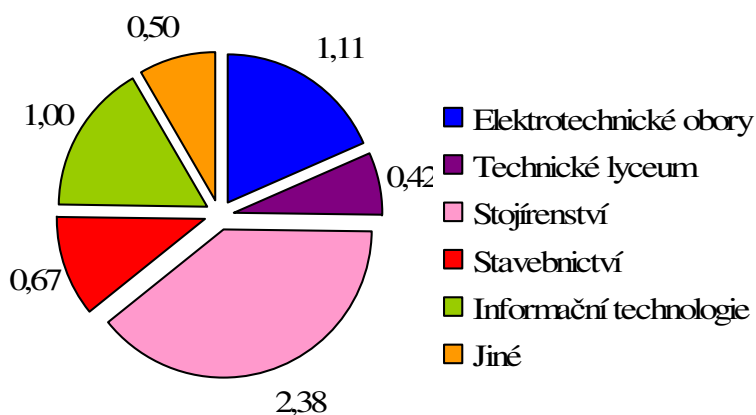


Počet hodin, během nichž je ve školách CAD vyučován, se liší obor od oboru. V celkovém průměru nepřesáhne 2 hodiny týdně za ročník (graf 3).

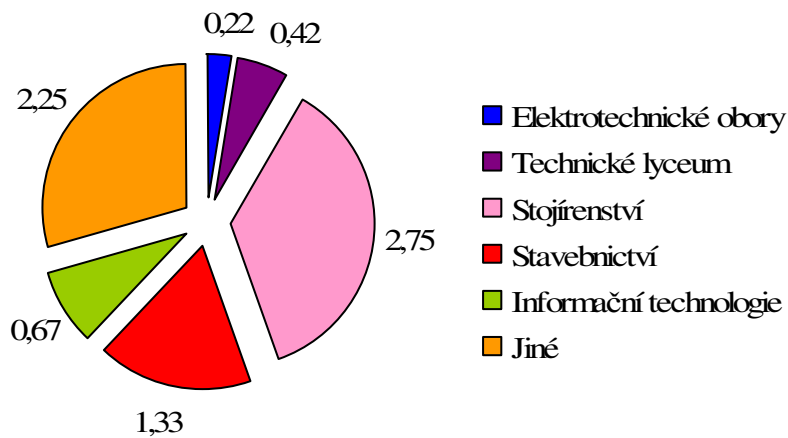


Graf 3 Průměrný počet hodin za jednotlivé ročníky

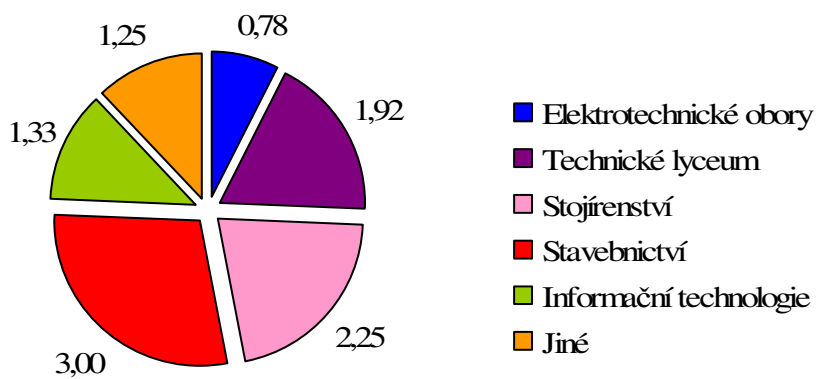
Dotace se mohou zdát nízké, ale do průměru jsou zahrnuty i obory, na kterých se v daném ročníku CAD nevyučují. Proto jsou následně uváděny grafy průměrných hodin podle jednotlivých oborů, z nichž lze vyčíst, že během studia se dotace pohybují od žádné po tři hodiny týdně. V celkovém součtu za všechny čtyři ročníky pak lze na strojnických a stavebních oborech dosáhnout 8 hodin, což odpovídá ročníkovým grafům těchto oborů (grafy 4 – 8).



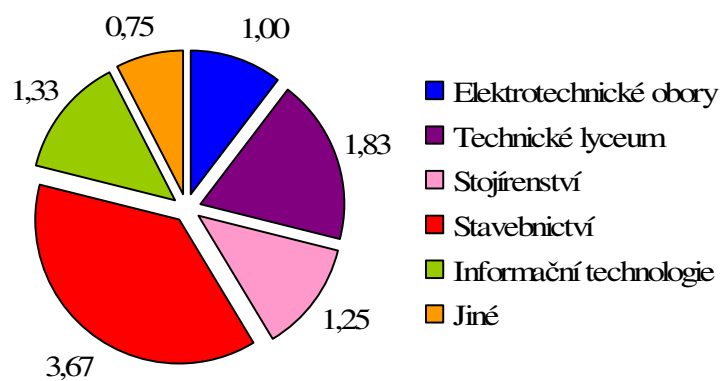
Graf 4 Průměrný počet hodin za 1. ročník podle oborů



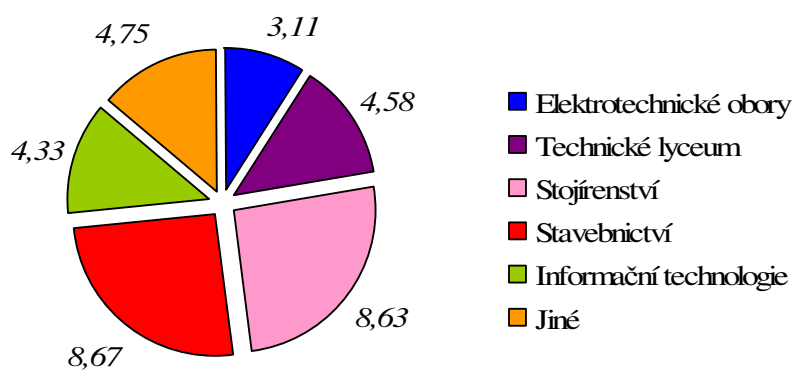
*Graf 5 Průměrný počet hodin za 2. ročník podle oborů*



*Graf 6 Průměrný počet hodin za 3. ročník podle oborů*

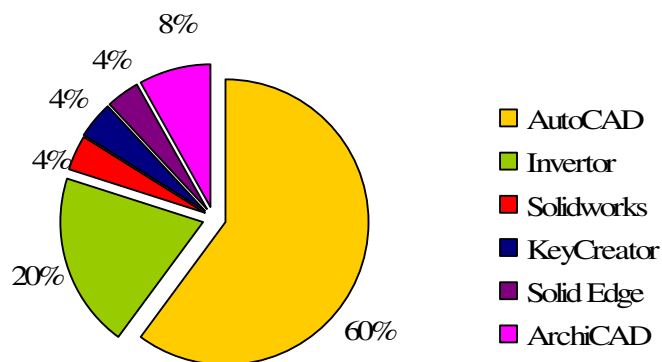


*Graf 7 Průměrný počet hodin za 4. ročník podle oborů*



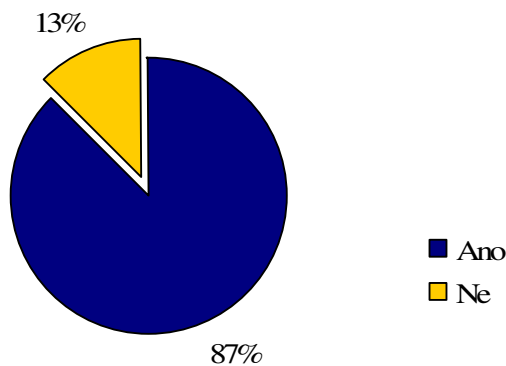
*Graf 8 Průměrný počet hodin za celé studium podle oborů*

Pouze na jedné škole není vyučován AutoCAD, ale Solidworks společně s KeyCreatorem. Na jedenácti školách ale AutoCAD není jediným programem, proto lze v grafu nalézt šest různých systémů. Druhým nejčastěji zastoupeným je Inventor, program z dílny AutoDesku orientovaný pro strojírenství (graf 9).



Graf 9 Rozdělení využití systémů CAD

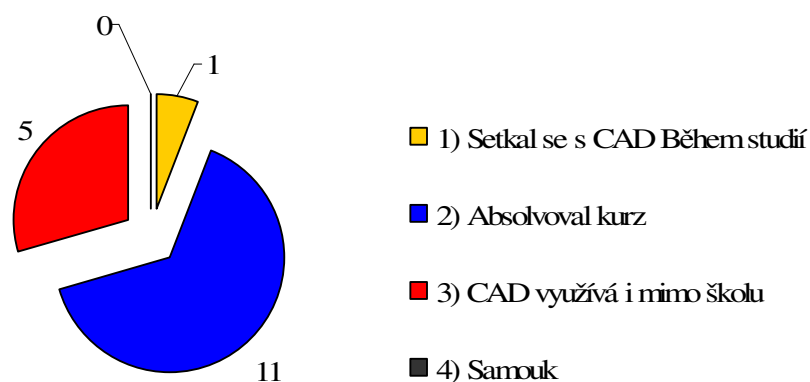
Návaznost na jiné předměty byla udána v 87%, především jde o hodiny programování CNC strojů či navrhování modelů reálných předmětů (viz. přehled odpovědí v příloze). Pouze jednou byla udána návaznost na technické kreslení a deskriptivní geometrii, kde lze předpokládat, že šlo o předměty, které CAD předcházely (graf 10).



Graf 10 Návaznost na jiné předměty

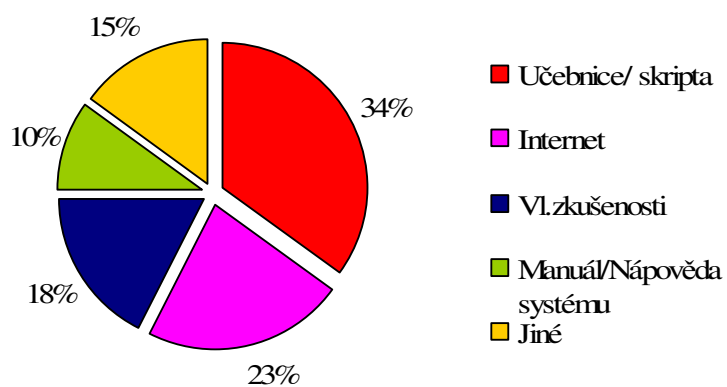
Předpoklad, že největší podíl na výuce budou mít lidé, kteří mají s CAD reálné praktické zkušenosti, se nepotvrdil. Naopak největší část pedagogů získala své znalosti na kurzech

pořádaných buď jinými školami nebo samotným Autodeskem. Potěšitelné jistě je, že se žádný z pedagogů nepovažuje za samouka (graf 11).



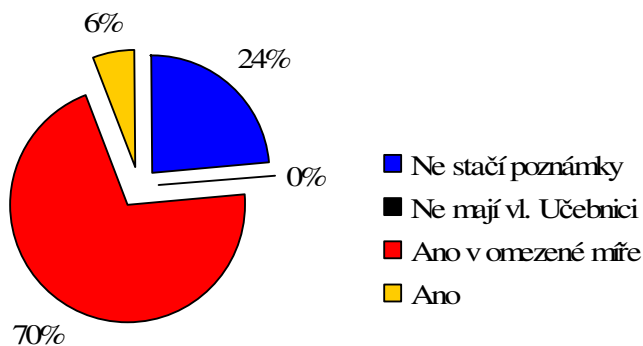
Graf 11 Zkušenosti pedagoga s CAD

Co se zdrojů týče, nejvíce jsou používány učebnice a vysokoškolská skripta spolu s internetem (graf 12).



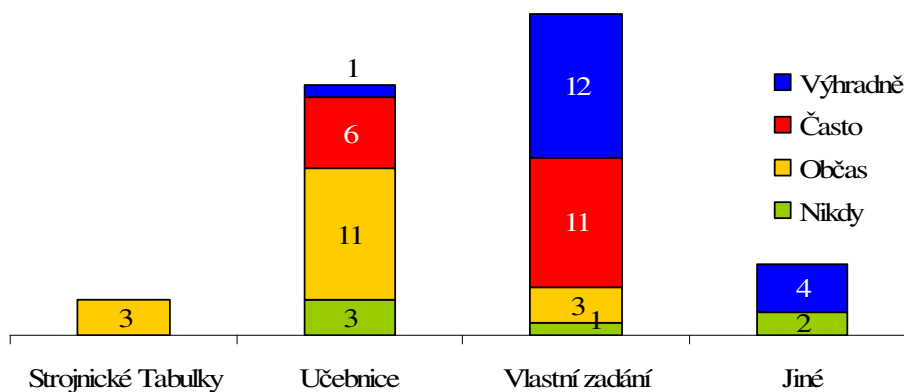
Graf 12 Zdroje používané pedagogy pro přípravu na výuku

Žáci těchto zdrojů využívají, dle odpovědí pedagogů, v omezené míře (70%). Naopak téměř třetina se jich prý obejde bez jakékoli učebnice a ke zvládnutí předmětu jim stačí poznámky z hodin ( graf 13).



Graf 13 Využití zdrojů žáky

Poslední otázka se zabývala zdroji používanými k přípravě cvičných úloh. Respondenti vybírali ze čtyř možností (strojnické tabulky, učebnice, vlastní zadání, nebo jiné – v tomto případě byli požádáni o následnou specifikaci), kterým přiřazovali četnosti. Nejvíce jsou využívány vlastní úlohy a učebnice, jiné zdroje, z nichž je čerpáno, jsou například metodické pomůcky, dostupné oborové výkresy či výměna materiálů mezi kolegy (graf 14).



Graf 14 Využívání zdrojů pro přípravu cvičení

## 2.5 Souhrn

Hypotéza, že průměrná hodinová dotace za týden nepřekročí 2 hodiny se v celkovém součtu potvrdila. V oborových grafech za ročník se ovšem ukázalo, že na strojnických a stavebních oborech jsou dotace vyšší.

Nejvyužívanějším systémem je skutečně AutoCAD. Na školy ale pronikají i jiné systémy, byť největší podíl stále mají, alespoň na zkoumaných školách, systémy od AutoDesku.

Předpoklad, že výuka CAD na praxi příliš nenavazuje, byl špatný, naopak se CAD stávají odrazovým můstkem pro předměty praxi bližší.

Ani další hypotéza nebyla průzkumem potvrzena. Pedagogové nejčastěji získávají zkušenosti na nejrůznějších kurzech. Je dobré, že těch, kteří se při výuce spoléhají na zkušenosti z vlastních studií, nebo načerpané samostudiem, je minimum.

Druhou potvrzenou hypotézou je fakt, že nejvyužívanějšími zdroji pro výuku jsou učebnice a internet. Překvapivé se v této souvislosti zdá velmi malé procento používání manuálu programu. Na druhou stranu to ale ukazuje na kvalitní nabídku učebnic pro tento předmět.

Podle učitelů žáci v omezené míře zdrojů využívají, je ale nezodpovězenou otázkou, co si o tom myslí sami žáci, bohužel byl výzkum cílen na učitele, čili tento dotaz zůstane nezodpovězen. Poměrům panujícím při výuce libovolných „počítačů“<sup>1</sup>, ale odpovídá, že žákům třetiny pedagogů stačí používat poznámky z hodin.

Celkově výzkum splnil očekávání, i když neodpovědělo příliš mnoho škol, lze výsledky považovat za přínosné.

---

<sup>1</sup> Vlastní zkušenosti autorky.

### **3 Příručka pro práci s AutoCADem**

AutoCAD je z mnoha důvodů jedním z nejpoužívanějších systémů pro tvorbu technických výkresů. Jde o systém prověřený časem, první verze AutoCAD Version 1.0 společnosti Autodesk byla představena roku 1982 jako nástroj pro kreslení v 2D. Prvních dvanáct verzí (poslední v pořadí je zatím třiadvacátý AutoCAD 2009) fungovalo na platformě MS – DOS, až verze Release 13 znamenala přechod pod křídla OS Windows, kde funguje dodnes. Do tehdejšího Československa se AutoCAD dostal především v roce 1989, díky projektu AIP 2000. Přesný počet licencí není znám, ale lze předpokládat, že jich skutečně bylo k oněm dvěma tisícům.

Dnešní verze nabízejí plnohodnotný 2D a 3D modelář pro co nejširší použití a nativní souborový formát AutoCADu \*.dwg se stal prakticky standardem pro ukládání a prezentaci technických výkresů. V tuto chvíli je nejnovější verzí formátu DWG 2007, přičemž zpětná kompatibilita je zaručena až do verze R12, příslušící AutoCADu Release 12 tedy cca do roku 1993. Do starších formátů je možné také ukládat.

Hlavní síla AutoCADu je v jeho široké použitelnosti a otevřenosti. Uživatel má možnost zasahovat do struktury programu pomocí programovacího jazyka LISP. Mimo to je součástí programu i velké množství knihoven s nejpoužívanějšími výkresovými standardy a součástkami.

Hardwarové požadavky nejnovější verze jsou MS Windows XP, 2 GB RAM, 1GB volného prostoru na disku, monitor s minimálním rozlišením 1024 x 768 a Internet Explorer 7.0. Cena se pohybuje od 200 000Kč výše. Autodesk na svých stránkách nabízí i možnost získání studentské licence na 2 roky zdarma, bohužel cesta k jejímu získání je pro jednotlivce dost neprůchodná.

#### **3.1 První krůčky**

Následující část byla vytvořena a vyzkoušena s pomocí AutoCADu 2007. Naštěstí ale design uživatelského prostředí není to, co by se s časem nějak závratně měnilo a dá se tedy předpokládat, že věci zde zmiňované lze, byť v omezené míře provádět i v programech starších, a měly by být zachovány i v programech budoucích.

##### **3.1.1 Instalace a první spuštění**

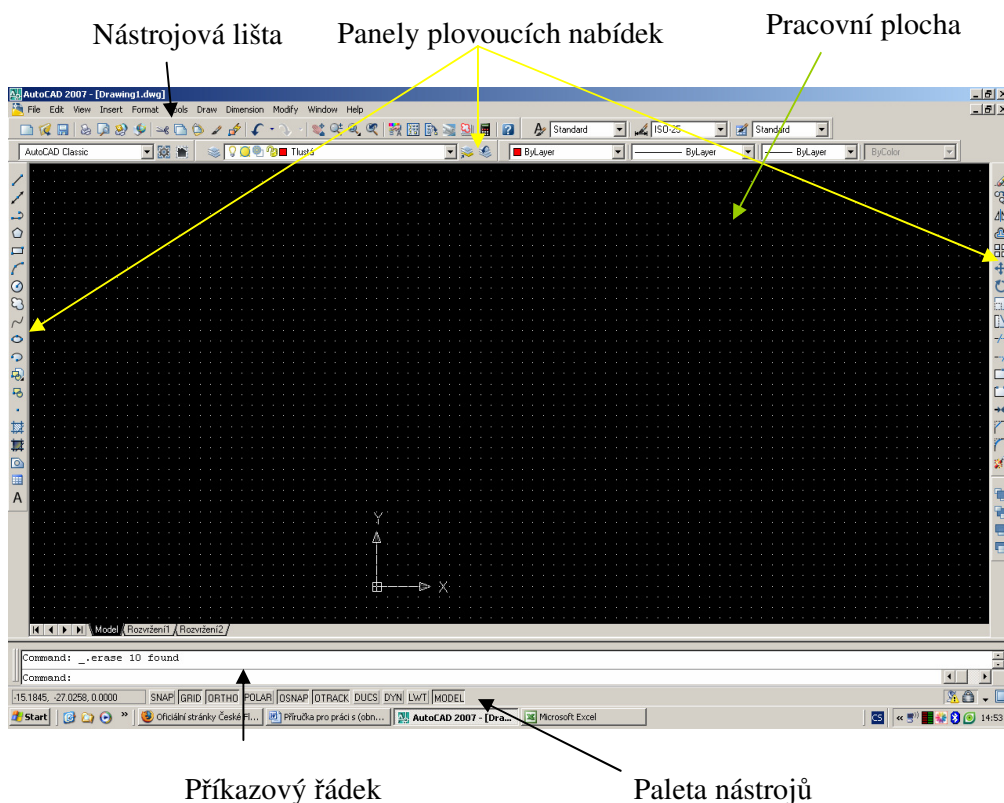
Instalace AutoCADu probíhá standardně ve Windows Installeru, neměla by tedy běžnému uživateli PC činit potíže. Program se nejjednodušeji spouští buď ikonou na ploše



(je volitelně generována během instalace) nebo skrz nabídku Start/Programy/Autodesk/AutoCAD [verze]/AutoCAD [verze] program. Úvodní obrazovka AutoCAD 2007 a vyšších verzí nabízí uživateli nejprve výběr, zda chce pracovat ve 2D (volba AutoCAD Classic) nebo ve 3D (3D Modeling). Mezi 2D a 3D lze jednoduše přepínat i pomocí menu pracovní plochy, ovšem tato práce se zabývá jen základem práce ve 2D, proto je volba jasná.

### 3.1.2 Seznámení s pracovním prostředím a základní nastavení

Vzhled okna člověka zvyklého pracovat s grafickými produkty Windows nepřekvapí. Nabídková lišta obsahuje kaskádová menu pro jednotlivé části práce s programem, pod ní jsou lišty s tlačítky rychlé volby a pracovní plocha, po jejíchž stranách lze nalézt plovoucí menu s nejčastěji používanými nástroji pro kreslení základních tvarů a jejich další úpravy. Ve spodní části okna se pak nachází stavový a příkazový řádek a paleta nástrojů a vlastností (obr 2).



Obr. 2 – Okno AutoCADu

### 3.1.3 Nástrojová lišta

Začátkem práce s novým s programem by mělo být seznámení s jeho nástrojovou lištou. V AutoCADu sestává z několika menu pojmenovaných Soubor (File), Úpravy (Edit), Zobrazit (View), Vložit (Insert), Formát (Format), Nástroje (Tools), Kresli (Draw), Kóty (Dimension), Modifikace (Modify), Okno (Window) a Nápověda (Help).

Nabídky kaskádových menu v nich obsažené se většinou shodují s obdobnými výběry v jiných programech, samozřejmě se specifiky CADu vlastními. Těmi jsou například pojmenování tisku jako Vykresli (Plot), možnost výběru pohledů pro 3D v Zobrazení, či možnost vložit blok (to je jakýsi „podvýkres“, kdy si uživatel buď sám připraví často používané rysy nebo vládá bloky z knihoven programu – například si lze takto vytvořit značku drsnosti, či elektrotechnické značky). Plně programové nabídky jsou následující čtyři: Nástroje, Modifikace, Kóty a Kresli.

Kresli skrývá ikony pro kreslení základních útvarů nebo těles (takzvaných entit a primitiv), a úhlů. Kóty umožňují výkres nejrůznějšími způsoby okótovat a popsat. A modifikace přináší nabídky různých úprav již nakresleného. U čtvrté kaskády „Nástroje“ se zastavíme trochu déle, přesněji u poslední položky menu Nastavení. Otevřeme jej a objeví se okno s několika panelovými nabídkami.

První je strom s adresáři, které AutoCAD používá. Můžete zde najít umístění nejrůznějších souborů od knihoven po dočasné soubory. Právě na jejich umístění je dobré dát pozor, zvláště při práci na školním či firemním počítači, kde uživatel nemusí mít práva na ukládání jinam než na vlastní disk. Zde lze také nastavit co a jak se bude zobrazovat na displeji.

V druhém, pojmenovaném Zobrazení (Display), je možné si v podnabídce barvy...(colors...), je možné si nastavit barevnost plochy, vodících linek, či kamer pro 3D. Bývá zvykem kreslit na černém pozadí, ale samozřejmě jde jen o úzus.

Další panel skrývá nabídku pro ukládání a otevírání, zde je nejdůležitější nastavení intervalu pro průběžné ukládání. Běžně se dává 10 minut, rozhodně tam ovšem není dobré nechat přednastavenou hodinu.

Nastavení tisku není v tuto chvíli nutné měnit. Zato v další nabídce, která se jmenuje Systém, je dobré zapnout zobrazení dialogového okna během spuštění. Díky tomu bude možné, při každém dalším otevření vstupovat do vlastního nastavení programu.

Na panelu „Uživatelské preference“ by si začínající uživatel měl všítat především jednotek – AutoCAD sám o sobě pracuje prostě s jednotkou, někdy označovanou AU (AutoCAD Union), což je virtuální vyjádření libovolné světové veličiny. Asi by nikoho nenapadlo přeměřovat si délky čar přímo na monitoru počítače, ale právě AU umožňuje, aby úsečka, která bude mít v reálném tisku např. 5 cm, zabírala prostor přes celý monitor i byla tak malá, že bude okem téměř neviditelná. Problémy mohou nastat ve chvíli, kdy chceme výkres vytisknout nebo z něj vytvořit program pro CNC stroj. Další zajímavá nabídka na tomto panelu se týká nastavení pravého tlačítka myši. To skutečně záleží především na naturelu uživatele, neboť při vyhovujícím nastavení může významně zpříjemnit a zrychlit práci. Jedno z možných nastavení je následující:

„pokud není vybrán objekt / zopakuj poslední příkaz

pokud je vybrán jeden nebo více objektů / vyvolej místní nabídku

je kliknuto v průběhu příkazu / enter“.

Další výběry na tomto panelu je možné nechat defaultní.

Poslední čtyři nabídky umožňují vedle nastavení 3D, i úpravu kurzorů a trasovacích čar a vytvoření profilů jednotlivých uživatelů.

Zbývají ještě dvě menu, která ale každý uživatel Windows jistě zná. Nabídka Okno (Window) umožňuje přepínání mezi okny a zamykání či naopak odemykání plovoucích menu. Nápověda (Help) otevírá nápovědu programu (lze ji vyvolat i pomocí funkční klávesy F1) a to nejen tu „klasickou“ implementovanou, ale umožňuje se spojit i s internetovou podporou AutoDesku.

### **3.1.4 Plovoucí menu**

Nabídky plovoucích menu odpovídají již zobrazeným ikonám z nabídky Kreslí, Modifikace a dalších. Nejsnáze se jejich složení a prostorové rozložení dá navolit pomocí klepnutí pravým tlačítkem myši do prázdného prostoru mezi nabídkami a jejich následným ukotvením. Lze je umístit kdekoliv na obrazovce, ale je lepší je ukotvit po stranách, aby zbytečně nezabíraly prostor pracovní plochy.

### **3.1.5 Paleta nástrojů a příkazový řádek**

Ve spodní části okna se, jak už bylo řečeno, nachází příkazový řádek a paleta nástrojů a vlastností. Jde o často používané funkce, jejichž vymezení je následující:

KROK – angl. SNAP / klávesová zkratka F9 – Při zapnutí postupuje tvorba po předem určených jednotkách. K nastavení tohoto i ostatních tlačítek se dostaneme poté, co na něj klikneme pravým tlačítkem myši. Nastavíme-li si tedy například krok na velikost 1 cm, nebudeme moci s pomocí myši nakreslit čáru dlouhou 2,5 cm ale pouze 2 cm nebo 3 cm.

RASTR – GRID / F7 – Zapíná nebo vypíná zobrazení pomocné mřížky. Její rozteč a velikost lze opět nastavovat. My ji nastavíme na 10.

ORTO – ORTHO / F8 – Umožňuje rýsovat pouze vodorovné a svislé čáry, a stejně tak pohybovat objekty při pouze v těchto směrech.

POLAR – F10 – Přepínání mezi polárními a kartézskými souřadnicemi. Rozdíl mezi souřadnicemi je popsán v samostatné části „Souřadnice“ na straně 36.

UCHOP – OSNAP / F3 – při zapnutí této funkce se budou nové objekty „zachytávat“ předem navolených bodů. V nabídce již zmiňovaného nastavení jich je na výběr 13. Pro začátek bude stačit koncový a středový bod a střed plošných útvarů.

OTRAS – OTRACK /F11 – Vypíná nebo zapíná trasování uchopovacích bodů, např. při přesunu části výkresu program naznačí do kterých nejbližších bodů je možné ji ukotvit. Tato funkce se poprvé objevila ve verzi 2006.

DUCS – DUSS – Umožňuje používat dynamický uživatelský souřadnicový systém (USS). Hlavní těžiště této funkce leží v 3D, kde automaticky přizpůsobuje osy povrchu objektu.

DYN – F12 – Ovládá dynamické zadání příkazů, tedy částečnou náhradu příkazového řádku. Po zapnutí se objeví jako „vlaječka“ u kurzoru.

TLČ – LWT – Potlačuje tloušťku čar na zobrazeném výkresu, je dobré ji mít zapnutou pro přehlednost, a vypnutou pro kontrolu před tiskem. Při samotném tisku se její používání neprojeví.

MODEL – Ovládá zobrazované rozvržení, možné je dvojí: Model, kdy máme k dispozici neomezenou plochu a Rozvržení, které ukazuje, jak bude výkres vypadat na papíře, přičemž narozdíl od náhledu tisku zde lze provádět změny.

Nad těmito tlačítky se nachází příkazový řádek. Jeho okno je přednastaveno jako tři řádkové, pokud ale uživatel nedisponuje velkým displejem počítače, bohatě stačí pouze dva řádky. S jeho pomocí měníme nastavení některých kreslicích a modifikačních příkazů, za všechny jmenujme výběr mezi kreslením kružnice podle průměru nebo poloměru. Používání příkazového řádku je dost intuitivní a zvláště při použití české lokace by

uživatel neměl mít problém snadno pochopit, jakých údajů si od něj program žádá. Pokud u pobíhajícího příkazu existuje více nabídek, jsou v příkazovém řádku vypsané v závorce za tou aktuálně vybranou, jejich názvy pak vždy obsahují jedno velké písmeno. Při komunikaci s programem totiž není nutné vypisovat celou možnost, stačí zadat jen vyznačené písmeno.

### **3.1.6 Ukládání**

Nyní nastává čas pro první uložení. AutoCAD nabízí uložení do několika verzí formátu \*.dwg (kvůli zpětné kompatibilitě se staršími verzemi programu), „alternativního“ AutoCADového formátu \*.dxf, dále jako výkresový standard \*.dws a prototyp výkresu \*.dwt . Exportovat je možné do několika dalších formátů včetně bitmapy. Mimo to je možné publikovat přímo na web.

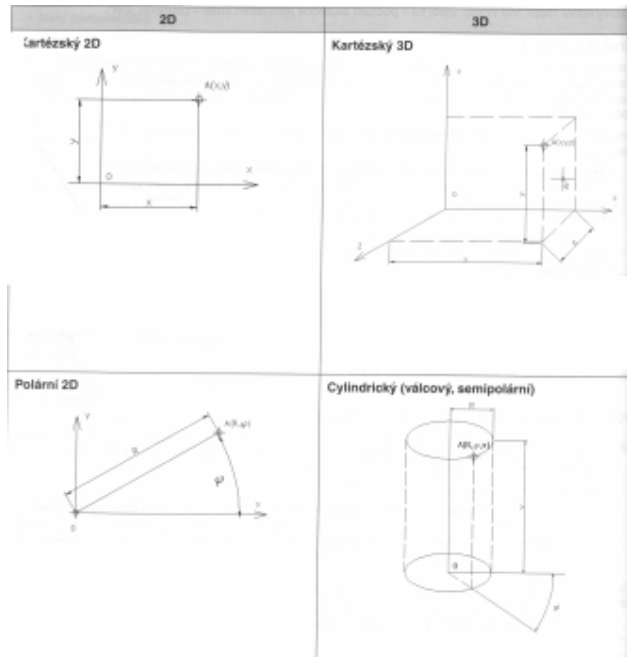
Protože pracovní prostředí je nastaveno tak, jak by začátečníkovi mohlo vyhovovat, a bylo by velmi neefektivní je celé při každém spuštění nastavovat znovu, vytváří se takzvaný prototypový výkres, který je možné přes dialogové okno, jež se objeví vždy při spuštění programu nebo výběru nového výkresu, otevřít a pracovat v individuálně nastaveném prostředí. Ukládání probíhá jako v jiných programech přes Soubor/Uložit jako..., s tím rozdílem, že se v dialogovém okně změní výkresový formát \*.dwg na již zmíněný typ souboru prototypový výkres \*.dwt. Po pojmenování už stačí jen potvrdit pomocí tlačítka OK. Jediné, na co si je dobré dát pozor, je případný přepis prototypového výkresu, k této možnosti by ale mělo dojít pouze v případě, že bude otevírán přes nabídku Otevřít.

## **3.2 Několik poznatků před prvním výkresem**

### **3.2.1 Souřadnice**

V Auto CADu jsou dvě možnosti jak určovat body. První je pomocí kartézských souřadnic. Ty jsou obecně známé, jde o dvě (nebo tři v případě prostoru) na sebe kolmé osy. Jejich průsečík se nazývá nulový (počáteční) bod. Libovolný bod leží na průsečíku rovnoběžek s osami. Souřadnice bodu jsou určeny vzdáleností bodu od osy.

Druhá možnost je pomocí polárních souřadnic. Bod zde leží v určité vzdálenosti na rameni úhlu. Je tedy určen úhlem (příčemž za úhel  $0^\circ$  se považuje vodorovná přímka) a délkou ramene mezi vrcholem úhlu a bodem. V prostoru je obdobou polární soustavy cylindrická (nebo také válcová či semipolární) soustava souřadnic. Bod je určen rovinou, v níž leží polární souřadnice, a kolmicí na tuto rovinu (osou). Bod je pak určen úhlem jako v polárních souřadnicích, vzdáleností bodu od počátku na vodorovné ose a vzdáleností od roviny polárních souřadnic. Obě možnosti jsou uvedeny na obr. 3 (Pšenčíková, 2006, s. 10).



Obr. 3. Souřadnicové systémy

### 3.2.2 Zadávání bodů

Samotné zadávání souřadnic, které patří k hlavním pilířům tvorby, je možné těmito způsoby: Z klávesnice, pomocí uchopovacího režimu či pomocných režimů.

Zadání bodů z klávesnice je možné buď absolutními souřadnicemi nebo pomocí uživatelského souřadnicového systému, či relativně, a samozřejmě všechny tyto možnosti lze používat přes kartézské i polární souřadnice.

Absolutní souřadnice jsou odvozeny od globálního souřadnicového systému AutoCADu, jeho osy jsou na pracovní ploše znázorněny šipkami s čtvercem v průsečíku. To je počáteční bod, od něž se absolutní souřadnice počítají. Udávají se jako dvojice čísel oddělené čárkou například 20.5, 30.45 v případě kartézského zadání, nebo 20.5< 60 v případě polárního (první číslo je vzdálenost, znak „větší“ označuje úhel a druhé číslo je velikost úhlu). Jak je vidět pracuje AutoCAD s desetinou tečkou, čárka je brána jako oddělovač.

Uživatelský souřadnicový systém si, jak už jeho název napovídá, určuje sám uživatel, buď příkazem `_USS` (v angl. verzi `_UCS`) nebo přes nabídku `Nástroje/Nový USS`. Jeho počátek je vždy vztažen k počátku globální soustavy souřadnic, ale všechny ostatní souřadnice se už počítají od nulového bodu uživatelské soustavy souřadnic. Na pracovní ploše je

reprezentován podobně jako absolutní souřadnice, ale bez čtverce v průsečíku os. Využívá se hlavně při práci ve 3D. Zadání souřadnic je stejné jako v případě globálního souřadnicového systému.

Relativní souřadnice se vždy vztahují k poslednímu zadanému bodu, který se pro daný okamžik stává počátečním bodem souřadnicového systému. Jejich zápis se od výše uvedeného liší znakem @, který je identifikátorem relativního souřadnicového systému. Souřadnice pak tedy budou vypadat takto: @20.5, 30.45 v případě kartézského zadání, nebo @20.5< 60 v případě polárního.

Použití uchopovacího režimu patří k nejpoužívanějším režimům. Umožňuje přesné zachycení bodů na již nakreslených útvarech. Nastavit lze několik režimů úchopu (viz. Paleta příkazů a příkazový řádek), Úchop probíhá vždy k nejbližšímu uchopovacímu bodu, který je na výkrese zvýrazněn. Používá se především při zadávání bodů pomocí myši.

Poslední způsob jak zadávat body je pomocí trasování a dalších pomocných režimů, jako je KROK nebo ORTO. Toto zadání ale není příliš přesné a hrozí neuzavřené křivky, s nimiž se hůře pracuje.

### **3.2.3 Myš a klávesnice**

Komunikace s AutoCADem probíhá, jak už bylo řečeno výše, pomocí klávesnice a myši, a to nezávisle na sobě. V případě zadávání příkazů z klávesnice tedy není nutné klikat myší do příkazového řádku, program automaticky zaznamenává všechny příkazy z klávesnice. Myš je na obrazovce reprezentována buď obyčejným kurzorem, to vždy, když se nachází v oblasti nabídek či dialogových oken, anebo, na pracovní ploše, osovým křížem.

Na otázku, zda je lepší využívat více myš nebo klávesnici, neexistuje jednoznačná odpověď. Práce s myší je pohodlnější, zadání z klávesnice rozhodně přesnější. Je tedy dobré si najít ideální vyváženost obojího. Tedy například nevypisovat příkaz \_circle, když stačí kliknout na ikonu kružnice a vypočítávat polohu středu, který lze pomocí UCHOP určit také přesně a naopak si nekrokovat poloměr, když stačí napsat jedno číslo.

### **3.2.4 Základní funkční klávesy a příkazy**

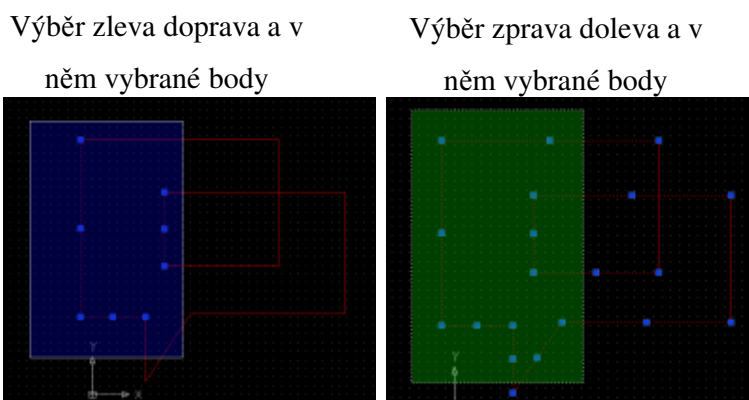
Kromě funkčních kláves F2 – F12, jejichž významy byly již popsány v části „Paleta nástrojů a příkazový řádek“ je dobré znát a používat ještě následující:

ESC – ruší všechny probíhající příkazy;

ENTER (případně pravé tlačítko myši, je-li tak nastaveno) – potvrzuje aktuální příkaz;

DEL – smaže vybrané části výkresu;

Výběrové okno – vzniká při klepnutí levým tlačítkem myši do prázdného prostoru pracovní plochy. S jeho pomocí lze vybírat části výkresu a poté hromadně měnit jejich vlastnosti, či je jinak upravovat. Možnosti výběru jsou dvě. Zleva doprava, kdy vzniká modré okno, a zprava doleva, kdy se výběr zobrazí zeleně. V prvním případě jsou vybírány ty útvary, které se v okně nacházejí celé, ve druhém i ty, které do něj jen zasahují (obr.4).



Obrázek 4: Znáznornění výběru

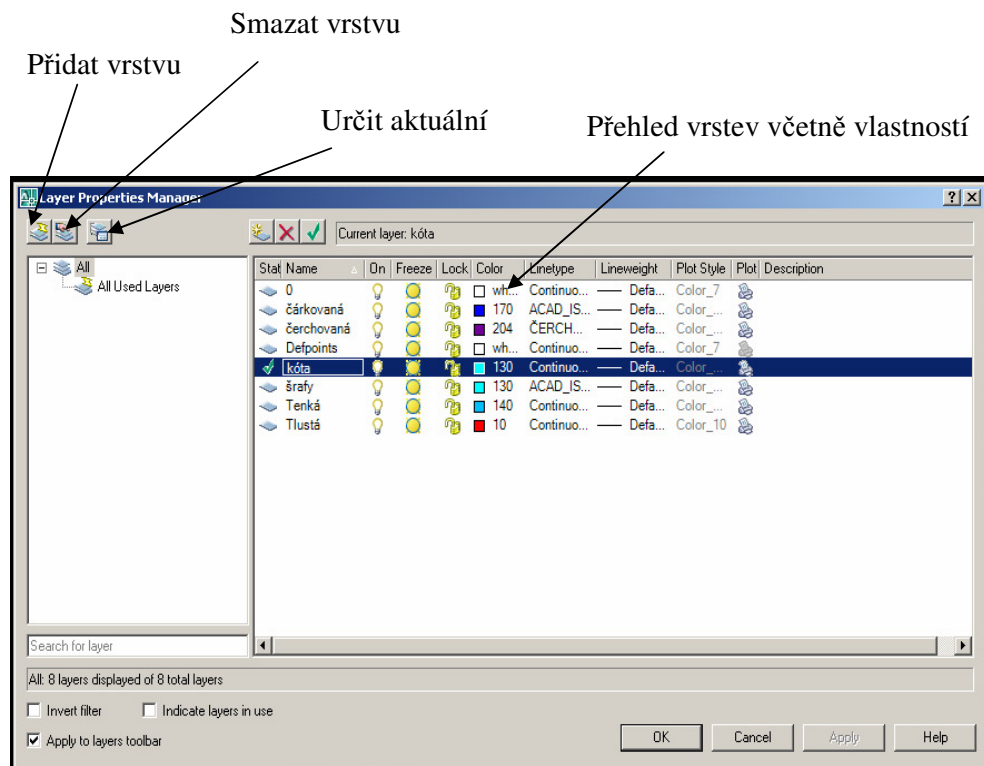
Výběrové okno není jedinou možností jak vybírat části výkresu. Pokud je potřeba vybrat několik prvků v různých částech výkresu, stačí na ně kliknout levým tlačítkem myši. Na rozdíl například od Průzkumníku Windows, kde lze na jedno klepnutí vybrat pouze jednu složku, v AutoCADu zůstávají prvky vybrané až do zrušení výběru pomocí tlačítka ESC.

### 3.2.5 Hladiny

Poslední nastavení, které je dobré provést před tím, než začneme kreslit, je nastavení hladin. Jsou to autonomní oblasti výkresu se stejnými vlastnostmi. Při změně vlastnosti hladiny se změní všechny křivky v této hladině nakreslené. Také můžeme ovládat jejich zobrazení, což je výhodné zvláště u velmi složitých výkresů, neboť AutoCAD s vypnutými hladinami počítá, uživatel je ale na pracovní ploše nevidí. Nastavují se jako typy čar určené normou. K vizuálnímu rozlišení při kreslení slouží barvy nejen kvůli potlačené šířce čar, ale i kvůli přehlednosti. Při tisku je lze vynechat.



Nastavení hladin se provádí přes nabídku Formát / Hladiny, kdy se otevře okno s vlastním nastavením. Zde můžeme přidávat a odebírat jednotlivé hladiny, upravovat a případně mazat (viz obr 5).




Obrázek 5: Dialogové okno

Zajímavou možností je volba zmrazit a uzamknout hladinu. Pokud hladinu zmrazíme, stane se neviditelnou a navíc se AutoCAD chová, jako by tam nebyla (nepoužívá jí k výpočtům apod.), což může výrazně zrychlit práci zejména ve 3D. Uzamčená hladina je na výkrese vidět a je možné do ní i kreslit, ale už ji (a útvary v ní) nelze editovat. Barvy hladin lze pro výkresy, kromě stavebních, volit podle osobního estetického cítění, ale je více než vhodné dodržovat standardy firmy (případě zadavatele zakázky) nebo školy. Norma ČSN EN ISO 13567 určuje nastavení hladin pro stavební výkresy, neboť ty byly i před počítači barevné. Strojní výkresy byly donedávna černobílé a stačilo jim rozdělení čar podle tloušťky a typu. Například učebnice technického kreslení od autorů Kletečka, Fořt (1999, s. 21) uvádí rozdělení barevnosti hladin takto: souvislá tlustá – bílá, souvislá tenká – červená, souvislá tenká nepravidelná – zelená, souvislá tenká se zlomy – modrá, čárkovaná tlustá – fialová, čárkovaná tenká- žlutá, čerchovaná tlustá – hnědá, čerchovaná tenká – světle modrá, tenká čerchovaná se dvěma tečkami – oranžová. Rozhodně se ale nedoporučuje používat jako kreslicí hladinu přednastavenou a nerasmazatelnou hladinu 0,

kteřá je důležitá při tvorbě bloků. Bloky jsou, jak už bylo řečeno, často používané části výkresů, které si vytváří sám uživatel. Protože je velmi pravděpodobné, že budou vkládány do různých hladin, kreslí se právě v hladině 0, která jim umožňuje po vložení přijmout vlastnosti hladiny, do které jsou vkládány. Pokud je blok nakreslen v jiné hladině než 0, nese si vlastnosti této vrstvy, což může být dost nešikovné.

### 3.2.6 Cvičení

Pomocí příkazu úsečka (`_line`, ikona ) nakreslete pravý úhel s rameny o délce 15.5 a 30. Použijte k tomu relativního zadání v polární a absolutního zadání v kartézské souřadnicové soustavě. *Aby cvičení proběhlo správně je nutné vypnout zadání přes dynamický USS a dynamické zadání příkazů (tlačítka na panelu nástrojů DUSS a DYN)*

Pomocí příkazu úsečka narýsujte libovolnou křivku a vyzkoušejte funkci okna výběru, zrušení výběru pomocí funkční klávesy a smazání čar.

Narýsujte několik úseček v dvou různých hladinách, u jedné následně změňte viditelnost, a druhou uzamkněte a pokuste se objekty v ní narýsované jí smazat.

### 3.2.7 Řešení

Úloha 1.:

příkaz `_line` (kliknutí na ikonu úsečky), pomocí myši definovat první bod úsečky

zadání dalšího bodu (v polárních souřadnicích) `@15.5<0`

zadání dalšího bodu (v polárních souřadnicích) `@30<90`

Enter

Absolutní souřadnice je lepší od začátku zadávat z klávesnice, první příkaz tedy vypadá `_line` (kliknutí na ikonu úsečky), zadat první bod z klávesnice 0,0 (je jej možné samozřejmě zadat i libovolně, ale poté je nutné souřadnice složitě dopočítávat)

zadat další bod (kartézské souřadnice) 15.5,0

zadat další bod (kartézské souřadnice) 15.5,30

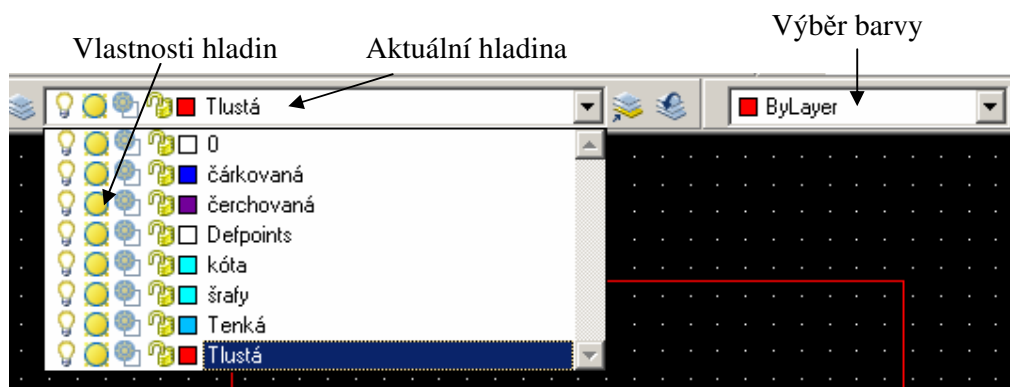
Enter

Úloha 2.

Jak vypadají okna výběru, lze vidět na obr.4. Zrušit výběr lze klávesou ESC, smazat vybrané entity pak klávesou DEL.

Úloha 3:

Úkol vyžaduje práci s částí plovoucí nabídky, která vypadá takto (obr 6):



Obr. 6 Nastavení hladin

Před každým zadáním nové úsečky, je nutné změnit aktuální hladinu


Viditelnost se mění poklepáním na ikonu žárovky ve vlastnosti hladiny, po změně úsečky nakreslené v této hladině „zmizí“ z pracovní plochy.

Uzamčení se provádí kliknutím na ikonu zámku. Při výběru je na fakt, že se úsečka nachází v uzamčené hladině, upozorňováno zámekem u kurzoru. Při snaze o smazání objektů se příkaz nevykoná. V příkazové řádce se objeví upozornění, že vybrané objekty jsou v uzamčené vrstvě a že příkaz byl zrušen.



### 3.3 První výkresy


#### 3.3.1 Tvorba základních entit


Základní útvary, takzvané entity, s nimiž AutoCAD pracuje, jsou tyto: Úsečka, přímka, křivka (angl. polyline), n-úhelník, obdélník, kružnice, elipsa, oblouk (kruhový i eliptický), spline a bod. Za názvem entity je vždy uvedena ikona v plovoucí nabídce a anglický příkaz pro zadání, který funguje i v české lokalizaci.


Bod – , \_point – Je nejjednodušší geometrický útvar. Příkaz prostě vykreslí bod na dané místo výkresu, kromě jednotlivých bodů nabízí AutoCAD i možnost tvorby několikanásobného bodu (uživatel zadává body dokud příkaz neukončí tlačítkem ESC) či rozdělení většího útvaru na části. Vše se nachází v nabídce Kreslí/Bod. Bod je v AutoCADu přednastaven jako tečka, což není na výkresech příliš vidět, naštěstí lze přes


Formát/ Styl bodu, vyvolat dialogové okno s nabídkou nejrůznějších možností jak bod kreslit. Pozor ale na prázdný bod, kdy body na výkresu nejsou vidět a nelze je vybrat. Pokud je ale nakreslíte a změníte styl, budou tam.


Úsečka, křivka –  resp. , `_line` resp. `_polyline` – Nejpoužívanějším útvarem v technickém kreslení je bezesporu úsečka. AutoCAD nabízí možnost kreslení jak samostatných úseček, tak křivky. Jediný, ale podstatný rozdíl mezi nimi spočívá v tom, že křivka je brána jako jedna entita a při případných modifikacích není nutné hlídat zda jsou vybrány všechny části obrysu, na druhou stranu pokud není obrys definitivní a je složen z úseček je jeho tvarová úprava jednodušší. Z křivky lze na úsečky jednoduše přejít pomocí příkazů z nabídky modifikace rozložit. Cesta z úseček je složitější, pomocí příkazu `KEDIT`, lze změnit jednu úsečku na křivku a ostatní úsečky z požadovaného tvaru k ní pak připojit (Postup: do příkazové řádky napsat `KEDIT`, vybrat úsečku, změnit na křivku (ano), zadejte volbu připoj – p, vybrat ostatní úsečky, potvrdit, ukončit příkaz `ESC`). Při samotné tvorbě těchto entit patří k nejčastěji využívaným režimům uchopovací mód a relativní zadání souřadnic.


Spline – , `_spline` – Je velmi podobná křivce, co se zadání týče, ovšem její průběh je hladký. Používá se například při tvorbě paraboly nebo hyperboly, které AutoCAD neumí narozdíl od elipsy „spočítat“, a proto je nutné je v případě potřeby ručně zkonstruovat.



Přímka – , `_xline` – přímka je dalším ze základních geometrických útvarů, které lze v AutoCADu používat. Její nekonečnost je reprezentována tím, že se táhne přes celou pracovní plochu. Je dána bodem a směrem, kterým má vést. Při jednom zadání lze daným bodem vést libovolné množství přímek, a to až to potvrzení příkazu tlačítkem `Enter`. Pokud chceme přímku vybrat, musíme použít okna výběru taženého zprava doleva.

N-úhelník – , `_polygon` – V tomto případě se jedná o pravidelné n-úhelníky, s počtem stran od 3 do 1024. Po kliknutí na ikonu n-úhelníku nebo zadání příkazu „`polygon`“ je nutné nejprve zvolit počet stran a poté určit střed nebo jeden z vrcholů mnohoúhelníku. V případě vybrání středu program vyzve k výběru mezi n-úhelníkem opsaným nebo vepsaným kružnicí a zadání jejího poloměru. Pokud je n-úhelník zadáván přes vrchol, je v dalším kroku určena koncovým bodem jedna jeho hrana a o zbytek vykreslení se už postará program sám.

Obdélník – , `_rectang` – je speciálním případem n-úhelníku. Jak už název napovídá, jde o kreslení pravidelných čtyřúhelníků. Při výběru této funkce se na příkazové řádce objeví nabídka, jak jej zadat. Standardně se kreslí přes 2 protilehlé vrcholy, lze ale také vybrat v prvním kroku, zda má mít zkosené nebo zaoblené hrany (nabídka na příkazové řádce), a jaký má být jeho zdvih a tloušťka – to jsou prostorové vlastnosti. Zdvih určuje polohu vzhledem k rovině xy, a tloušťka výšku. Ve druhém kroku se pak vybírá samotný způsob zadání, ten je možný ještě přes obsah a jeden rozměr (délku na ose x nebo šířku na ose y) nebo přes délku a šířku. Poslední výběr v druhém kroku se jmenuje otočení, které umožňuje kreslit obdélník otočený kolem prvního vrcholu, zadává se před určením zbylých bodů obdélníku, a pro další kreslení zůstává nastaveno, je tedy nutné úhel při dalším použití příkazu „vynulovat“.

Kružnice – , `_circle` – je určena středem a poté buď poloměrem nebo průměrem, záleží na výběru na příkazové řádce. Dále ji lze zadávat pomocí dvou (v tomto případě určují průměr) nebo tří bodů, dvou tečen a poloměru, nebo tří tečen.

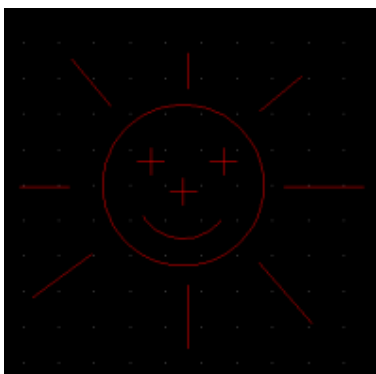
Elipsa – , `_ellipse` – patří spolu s kružnicí mezi jediné středoškolské kuželosečky, které AutoCAD umí vytvořit. Zadává se buď pomocí středu a velikostí obou poloos nebo jednou poloosou a ohniskovou vzdáleností.

Oblouk –  resp. , `_a` nebo `_arc`, pro kruhový oblouk, příkaz pro eliptický oblouk není – Oblouky jsou rozeznávané, jak je vidět, dvojí. Eliptický je brán jako část elipsy a podle toho se i zadává. K nakreslení kruhového oblouku jsou potřeba tři informace, může jít o tři body, dva body a úhel, dva body a střed a pod.

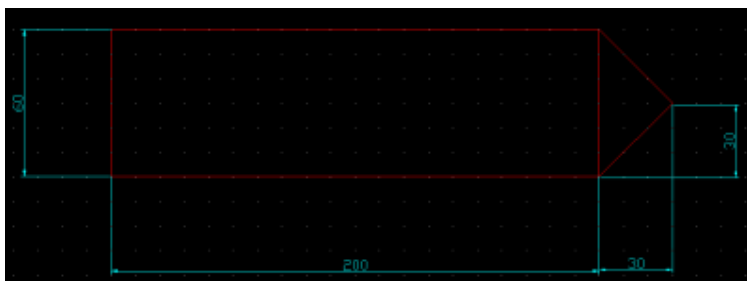
### 3.3.2 Cvičení

S využitím základních entit vytvořte následující rysy. Pokud zadání není okótováno, jde o tvarovou podobnost, v opačném případě se kreslí podle kót ale rys se nekótuje.

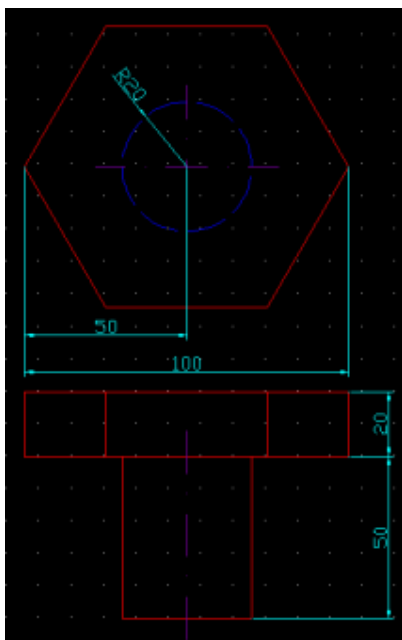
A)



B)



C)



### 3.3.3 Řešení

Úloha A:

Obrázek se skládá z kružnice, bodů, úseček a oblouku. U bodů je nutné nastavit jejich formát (přes Formát / Styl bodu). Problémy by mohl dělat i oblouk. Nejjednodušší je jej kreslit pomocí tří bodů zprava doleva.

Úloha B:

- 1) Pomocí obdélníku, úsečky nebo křivky nakreslit obdélník o rozměrech 200 x 60
- 2) Zapnout uchopovací mód pro úchop ke koncovému bodu.
- 3) Uchopit vrchol obdélníka a pomocí relativních kartézských souřadnic zadat úsečku @30, 30 a @30, -30

Úloha C:

- 1) Zapnout režim ORTO
- 2) V hladině os zvolit osy pro kružnici.
- 3) V průsečíku os, v hladině pro neviditelné čáry narýsovat kružnici s poloměrem 20.
- 4) V jejím středu zadat střed polygonu, s počtem stran 6, vepsaný kružnici s poloměrem 50.
- 5) Zapnout režim trasování.
- 6) Zvolit úsečku v prostoru pod polygonem, vytvořit obdélník o rozměrech 100x20.
- 7) Pomocí úsečky postupně trasovat od vrcholů spodní hranu šesti-úhelníku na průsečík s obdélníkem, zadat souřadnice úsečky @20<270.
- 8) Z průsečíku kružnice a její vodorovné osy trasovat na průsečík se spodní hranou obdélníku.
- 9) Z nalezeného bodu vytvořit obdélník o rozměrech 20x50.
- 10) Trasovat osu od kružnice „nárys“.

## Závěr

Jak ukazuje přehled programů, je kategorie malého a středního CAD ovládána AutoCADem, kde se každý jiný výrobce snaží o to aby, byl jeho produkt s AutoCADem kompatibilní. Tato skutečnost se odráží i na středních školách, kde tento program převládá. Kategorie velkého CAD stojí trochu stranou, což je dáno nedostupností pro soukromé uživatele, a zároveň vyššími cíly, které si klade. Příjemným překvapením je kategorie FreeCAD, kde lze najít velmi praktické programy.

Literaturu lze najít pouze k jednotlivým programům ale tak různorodou, že si vybere skutečně každý. V případě AutoCADu, mi jako nejkvalitnější zdroje přišly knihy dvojice Fořt, Kletečka a příručky Georga Omury.

Výsledky výzkumu byly více méně předpokladatelné. Z hlediska aprobovanosti učitele by bylo zajímavé zjistit, jaký vliv má na pojetí výuky jeho praxe, například pomocí náslechlů či rozhovorů s učiteli. Stejnými metodami doplněnými navíc s dotazníkovou metodou by také bylo možné zjistit jak jsou CAD vnímány samotnými žáky. Jako zklamání lze vnímat pouze třetinovou návratnost dotazníků, která ukazuje, že neosobní e-mailová komunikace byla podceněním situace a pro příští výzkum je nutný alespoň minimální osobní kontakt s respondenty.

Nástin příručky nemá být učebním textem, ale pouze rukověť, jak zacházet s AutoCADem. Je dostatečně logicky členěn, aby se v něm čtenář snadno zorientoval a dostatečně návazný aby s jeho pomocí bylo možné splnit cvičení. Řešitelnost cvičení byla ověřena s pomocí několika studentů 3. ročníku PedF UK oboru TIV, kteří prošli jednosemestrálním kurzem CAD. V programu AutoCAD se orientují, ale program běžně nepoužívají a tudíž pro ně cvičení, představovala jistý problém.



## Seznam použitých informačních zdrojů

### Tištěné zdroje

1. FOŘT, Petr, KLETEČKA, Jaroslav. *AutoCAD RELEASE 14 : Učebnice pro střední školy*. 1. vyd. Praha : Computer Press, 1998. 399 s. ISBN 80-7226-078-2.
2. KLETEČKA, Jaroslav, FOŘT, Petr. *Technické kreslení : Učebnice pro střední školy*. [s.l.] : Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-542-3.
3. POPELKA, Martin. *Technické výkresy v AutoCADu*. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2003. 193 s. ISBN 80-7226-559-8.
4. PŠENČÍKOVÁ, Jana. *AutoCAD pro školy*. Kralice na Hané : Computer Media s.r.o., 2006. 136s. ISBN 80-86686-65-5.
5. OMURA, George, *AutoCAD 2007 : praktický průvodce*; z angl. orig. přel. Libor Válek  
1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 408 s., Orig.: Just enough AutoCAD 2007.  
ISBN 978-80-247-1861-3.
6. SPIELMANN, Michal, ŠPAČEK, Jiří. *AutoCAD : Názorný průvodce pro verze 2004 až 2007*. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2006. 285 s. ISBN 80-251-1210-1.

### Ostatní zdroje

1. 3E PRAHA ENGINEERING a.s.. *Key Creator* [online]. 2009 , 2009 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <http://www.3epraha.cz/cadkey/index.php>.
2. Autodesk. *AutoCAD LT* [online]. 2008 , 2009 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <http://www.autocadlt.cz/>.
3. AV ENGINEERING, a.s.. *Pro/ENGINEER* [online]. 2008 [cit. 2008-03-02]. Dostupný z WWW: < <http://new.aveng.cz/technologie/proengineer.aspx> >.
4. Dassault Systemes. *Dassault Systemes: Product Lifecycle management PLM and 3D Simulation Software Solutions* [online]. 2002-2009 , 2009 [cit. 2009-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www.3ds.com/>.
5. DEBNÁR, Róbert, KURIC, Ivan. *CAD systémy* [online]. 1998 , 2.2.1998 [cit. 2009-02-12]. Dostupný z WWW: <http://fstroj.utc.sk/journal/sk/002/002.htm>.
6. Dytron. *CATIA : Popis systému* [online]. 2008 [cit. 2009-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www.dytron.cz/catia-popis/catia.aspx>.

7. Gissoft.cz. *MicroStation* [online]. 1995-2009 , 27.1.2009 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <http://www.gissoft.cz/MicroStation/MicroStation>.
8. HOWARD, Peter. *Peter Howard: TigerCAD* [online]. 2008 , July 16, 2008 [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <http://peterhoward42.blogspot.com/2008/07/tigercad.html>.
9. IBM. *IBM - CATIA V5 : Hardware requirements* [online]. [1998] [cit. 2009-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www-01.ibm.com/software/applications/plm/catiav5/sysreq/hwsysreq.html#winhard>.
10. IDIADA CZ. *IDIADA CZ : Catia* [online]. 2006 [cit. 2009-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www.idiada.cz/cz/produkty-catia.htm>.
11. KLETEČKA, Jaroslav, FOŘT, Petr. *Technické modelování, 2. díl* [online]. 2005 , 9.10.2005 [cit. 2008-12-28]. Dostupný z WWW: <http://www.designtech.cz/c/cad/technicke-modelovani--2--dil.htm>.
12. MADAJ, Martin, ZAHAJ, Jan. *Aplikace CAD/CAM v technologii I* [online]. 2000 [cit. 2008-02-12]. Dostupný z WWW: [http://cadcam.fme.vutbr.cz/studentске\\_ prace/prednaska\\_eac.pps](http://cadcam.fme.vutbr.cz/studentске_ prace/prednaska_eac.pps).
13. POLIŠČUK, Radek. *Počítače & grafika, přednáška 1.* [online]. [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <http://autnt.fme.vutbr.cz/poliscuk/VPG/pg01.pdf>.
14. PTC. *Pro/ENGINEER : 3D Product Design* [online]. 2009 [cit. 2009-03-02]. Dostupný z WWW: <http://www.ptc.com/products/proengineer/>.
15. RibbonSoft GmbH. *QCAD* [online]. 2008 , Březen, 2009 [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.qcad.org/qcad.html>.
16. *Stručná historie CAD/CAM až po současnost* [online]. 2002 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: [http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xkubin2\\_CAD-CAM.htm](http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xkubin2_CAD-CAM.htm).
17. Techsoft s.r.o.. *ZWCAD : nejvýhodnější alternativa AutoCADu* [online]. [2000] , neděľa, 5. duben 2009 [cit. 2009-02-22]. Dostupný z WWW: <http://zwcad.tcad.cz/>.
18. *VariCAD : 3D/2D CAD system* [online]. 2007 , 30.3.2009 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <http://www.varicad.cz/cz/home/>
19. Wikipedia. *Computer – aided technologies* [online]. 2000 , 2. April 2009 [cit. 2008-12-28]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/CAX>.

20. Wikipedia. *IGES* [online]. 2000 , 4 January 2009 [cit. 2008-12-28]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/IGES>.
21. Wikipedia. *Osciloskop* [online]. 2000 , 14. 2. 2009 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Osciloskop>.
22. Wikipedia. *Vektorová grafika* [online]. 2000 , 20. 11. 2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vektorov%C3%A1\\_grafika](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vektorov%C3%A1_grafika).

## Přílohy

### Příloha č.1 Formulář dotazníku výzkumu

#### Dotazník o využití CAD na SŠ

1) Typ a název školy (Vyplňte prosím co nejpřesněji např.: SPŠ a VOŠ Strojní Pardubice):

\_\_\_\_\_

2) Obory a předměty, kde jsou CAD vyučovány, a hodinové dotace v jednotlivých ročnících:

př.:

Technické lyceum	Grafická komunikace	0	0	2	2
------------------	---------------------	---	---	---	---

Obor	Název předmětu	1.roč.	2.roč.	3.roč.	4.roč.

3) Jaký program Vaše škola využívá?

AutoCAD

Inventor

SolidWorks

ProfiCAD

jiný: \_\_\_\_\_

4) Existuje návaznost na výuku CAD i v jiných předmětech (dílny, praxe ap.)?

ANO

NE

Pokud ano, tak jakým způsobem: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5) Jaké jsou zkušenosti pedagoga s CAD?

Setkal se s CAD systémy během vlastních studií.

Absolvoval kurz zaměřený na CAD.

(kde? \_\_\_\_\_)

CAD využívá nebo využíval mimo školu (např. strojař, architekt ap.)

Samouk

6) Jaké informační zdroje jsou využívány při přípravě vyučovacích hodin?

7) Využívají výše uvedených zdrojů i žáci?

Ne, ke studiu stačí poznámky z hodin

Ne, mají vlastní učebnici(e) – Které? \_\_\_\_\_

Ano v omezené míře

Ano

8) Zadání úloh je čerpáno z: (prosím zaškrtněte četnosti)

Zdroj:	Výhradně	Často	Občas	Nikdy
--------	----------	-------	-------	-------

Strojnické tabulky				
Učebnice				
Vlastní zadání				
Jiné (specifikujte pod tabulku)				

## Příloha č.2 Vyplněné dotazníky

### Dotazník 1

1) Typ a název školy?

SPŠ elektro Úžlabina

2) Obory a předměty, kde jsou CAD vyučovány, a hodinové dotace v jednotlivých ročnících:

Obor	Název předmětu	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník
-Technické lyceum	-CAD systémy	-	-	2	2
-Elektronické počítačové systémy	-technické kreslení	1	0	0	0
-Informační technologie	-technická dokumentace	0	0	2	2

3) Program, který je školou využíván:

AutoCAD

Invertor

---

---

---

4) Existuje návaznost na výuku CAD i v jiných předmětech?

Ne

5) Zkušenosti pedagoga s CAD:

Absolvoval kurz zaměřený na CAD - v rámci DVPP - SIPVZ

6) Informační zdroje využívané při přípravě vyučovacích hodin:

internet, knihy

7) Využívají výše uvedených zdrojů i žáci?

Ano, v omezené míře

8) Zadání úloh je čerpáno z (prosím zaškrtněte četnosti):

Strojnické tabulky:                      Občas

Učebnice:                                      Občas

Vlastní zadání:                              Často

Jiné (specifikujte pod tabulku):      Nevyplněno

Jiný zdroj: Nevyplněno



## Dotazník 2

1) Typ a název školy?

SPŠei Ostrava, Kratochvílova 7, Ostrava - Moravská Ostrava

2) Obory a předměty, kde jsou CAD vyučovány, a hodinové dotace v jednotlivých ročnících:

Obor	Název předmětu	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník
-Elektrotechnika	-Grafické systémy	-0	-0	-2	-3
-Elektronické systémy	počítačové -Programové systémy	-0	-0	-2	-2

3) Program, který je školou využíván:

AutoCAD

---  
---  
---  
---

4) Existuje návaznost na výuku CAD i v jiných předmětech?

Ano - dílny, technická dokumentace, silnoproudá zařízení, praxe

5) Zkušenosti pedagoga s CAD:

CAD využívá nebo využíval mimo školu (např. strojař, architekt ap.)

6) Informační zdroje využívané při přípravě vyučovacích hodin:

Internet, učebnice, vlastní učební texty, informace z Autodesku, informace z projekčních kancelářích

7) Využívají výše uvedených zdrojů i žáci?

Ano, v omezené míře

8) Zadáání úloh je čerpáno z (prosím zaškrtněte četnosti):

Strojnické tabulky:	Občas
Učebnice:	Často
Vlastní zadání:	Výhradně
Jiné (specifikujte pod tabulku):	Nevyplněno

Jiný zdroj: Nevyplněno

### Dotazník 3

1) Typ a název školy?

Střední průmyslová škola, Česká Lípa, Havlíčkova 426, příspěvková organizace

2) Obory a předměty, kde jsou CAD vyučovány, a hodinové dotace v jednotlivých ročnících:

Obor	Název předmětu	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník
Strojírenství výpočetní techniky	aplikace Technické kreslení	4/1	0	0	0
Strojírenství výpočetní techniky	aplikace Informační a komunikační technologie	0	2	0	0
Strojírenství výpočetní techniky	aplikace CAD systémy (volitelný)	0	0	0	2
Technické lyceum	CAD systémy	0	0	2	2
Strojírenská administrativa	technická Informační a komunikační technologie	0	2	0	0
Strojírenská administrativa	technická Technická dokumentace	0	0	2/2	0

3) Program, který je školou využíván:

AutoCAD

---

---

---

Jiný - SolidEdge

4) Existuje návaznost na výuku CAD i v jiných předmětech?

Ano - Stavba a provoz strojů, Strojírenská technologie,

5) Zkušenosti pedagoga s CAD:

CAD využívá nebo využíval mimo školu (např. strojař, architekt ap.)

6) Informační zdroje využívané při přípravě vyučovacích hodin:

Vlastní zdroje a zkušenosti, školení, knihy, konzultace, vlastnoručně připravené podklady.

7) Využívají výše uvedených zdrojů i žáci?

Ano

8) Zadání úloh je čerpáno z (prosím zaškrtněte četnosti):

Strojnické tabulky:                      Občas

Učebnice:                                      Občas

Vlastní zadání:                              Často

Jiné (specifikujte pod tabulku):      Často

Jiný zdroj: Výměna mezi kolegy. Doplnění otázky č. 5 - Kdyby to bylo možné, zvolil bych všechny odpovědi