

Obsah

| | |
|---|----|
| CAx technologie – počítačová podpora výrobního procesu..... | 4 |
| Použití a návaznosti CAx v jednotlivých etapách výrobního procesu | 5 |
| Počítačová podpora konstruování - CAD..... | 7 |
| Textové editory..... | 8 |
| Tabulkové procesory..... | 9 |
| Software licence..... | 10 |
| Přehled licencí používaných pro operační systém Windows..... | 10 |
| Cardware..... | 10 |
| Demo..... | 10 |
| DJB..... | 10 |
| Donationware..... | 11 |
| EULA..... | 11 |
| Freeware..... | 11 |
| Freeware pro nekomerční využití..... | 11 |
| GNU GPL..... | 11 |
| IPL..... | 11 |
| LGPL..... | 11 |
| MIT License..... | 11 |
| MPL..... | 11 |
| MS EULA..... | 12 |
| NPL..... | 12 |
| Open Publication Licence..... | 12 |
| Orphanware..... | 12 |
| PDL..... | 12 |
| PHP License..... | 12 |
| Pine license..... | 12 |
| Public Domain..... | 12 |
| SCSL..... | 12 |
| Shareware..... | 13 |
| SISSL..... | 13 |
| SPL..... | 13 |
| Start..... | 13 |
| Trial..... | 13 |
| Vim's license..... | 13 |
| W3C Document License..... | 13 |
| Licence pro Linux..... | 14 |
| Vybavení a ergonomie konstrukčního pracoviště..... | 15 |
| Vstupní zařízení..... | 15 |
| Výstupní zařízení..... | 15 |
| Rozdělení systémů CAD..... | 16 |
| Podle operačního systému..... | 16 |
| OS Windows 32 a 64 bit..... | 16 |
| LINUX..... | 16 |
| UNIX..... | 16 |
| Podle funkčních vlastností a perspektivy vývoje..... | 16 |
| Malé systémy CAD..... | 17 |
| Střední systémy CAD..... | 19 |
| Velké systémy CAD..... | 22 |
| Prezentační programy textové editory..... | 29 |
| Vizualizační programy..... | 30 |

| | |
|--|----|
| Prvky pracovního prostředí a možnosti jejich nastavení | 31 |
| Prvky pracovního prostředí – malé a střední systémy..... | 31 |
| Prvky pracovního prostředí – velké systémy CAD..... | 33 |
| Možnosti nastavení prvků pracovního prostředí..... | 33 |
| Kreslicí pomůcky v grafických systémech..... | 34 |
| Souřadnicový systém..... | 34 |
| Rastr – Grid..... | 34 |
| Meze výkresu – Limits..... | 34 |
| Vodící linky – Guidelines..... | 34 |
| Úchopový režim – OSNAP..... | 34 |
| Pravoúhlé kreslení – ORTO..... | 35 |
| Trasování – TRACE..... | 35 |
| Uzly a uzlová editace..... | 35 |
| Vazby – Constraints..... | 35 |
| Hladiny / Layer(s) | 36 |
| Název (jméno) hladiny..... | 38 |
| Viditelnost a zamčení hladin | 40 |
| Barva hladiny (barva entit ve hladině)..... | 41 |
| Typ (styl) a tloušťka čáry ve hladinách..... | 42 |
| Seskupování entit do jednoho celku – Bloky..... | 43 |
| Pořadí objektů ve výkresu – překrývání..... | 43 |
| Výběrové režimy..... | 43 |
| 2D modelování (kreslení) a editace | 44 |
| Kreslicí nástroje..... | 44 |
| Křivky | 45 |
| Bézier..... | 45 |
| NURBS..... | 45 |
| Editační nástroje..... | 46 |
| 3D skicování..... | 47 |
| Modeláře v grafických systémech..... | 48 |
| Objemový modelář..... | 48 |
| CSG | 48 |
| BREP..... | 48 |
| Plošný modelář..... | 49 |
| Hraniční modelář..... | 49 |
| Hraniční modelář s dělením ploch..... | 49 |
| Stromová struktura, historie vzniku modelu..... | 49 |
| Shrnutí onformací o modelářích..... | 49 |
| Tvorba výkresové dokumentace pomocí systémů CAD | 50 |
| CAX technologie při zahájení práce na projektu..... | 51 |
| Zahájení práce s grafickým programem..... | 52 |
| Režimy zobrazení – ZOOM, realistické zobrazení..... | 52 |
| První spuštění grafického programu..... | 55 |
| První spuštění – nastavení Možností..... | 56 |
| Nastavení fyzikálních jednotek..... | 56 |
| Nastavení systémových vlastností..... | 57 |
| Vytvoření a používání šablon dokumentů..... | 58 |
| Nastavení vlastností výkresu..... | 58 |
| Získání informací z modelu a výkresu..... | 59 |
| Vizualizační nástroje v systémech CAD..... | 60 |
| Technické výpočty v systémech CAD..... | 62 |
| Simulace a animace v systémech CAD..... | 63 |
| Formáty grafických dat..... | 64 |
| Databáze součástí..... | 65 |
| Komunikace mezi systémy CAD..... | 66 |

| | |
|------------------------------|----|
| Prohlížeče dat | 67 |
| Další vývoj systémů CAD..... | 69 |
| Výkladový slovník:..... | 70 |
| Slovníček CZ - EN..... | 71 |

CAx technologie – počítačová podpora výrobního procesu

Počítačová podpora výrobního procesu - Computer Aided technology, je nedílným prvkem (nástrojem) výrobního procesu. Písmeno „x“ vyjadřuje, že počítačová podpora výrobního procesu je složena z velkého a rozmanitého počtu nástrojů jak technického (počítačového), tak programového vybavení. Nejedná se tedy jen podporu konstruování (CAD), na kterou byl v dřívější době kladen velký důraz. V současnosti se orientace CAx zaměřila na komplexní propojení a sdílení informací vyprodukované výpočetní technikou na všech úrovních výrobní firmy – CAx je intergrální součástí informačního systému firmy.

CAx technologie je souhrn prostředků používaných ve všech etapách výrobního procesu, které využívají nasazení:

- výpočetní techniky
- podpůrných zařízení
- odpovídajícího programového vybavení

Oblasti průmyslu, kde je možné využití CAx technologií:

- Strojírenství
- Stavební průmysl a architektura
- Elektrotechnika
- Geografie
- Reklama
- Zábavní průmysl

V dalším textu bude zaměřena pozornost v převážné většině případů na oblast strojírenství. Pro pochopení využití CAx technologií v tomto odvětví průmyslu je potřeba rozlišit jednotlivé části výrobního procesu, od kterého se odvíjí i využití odpovídajících CAx prostředků. Etapy výrobního procesu ve strojírenství mohou být například členěny takto:

- Vývoj prototypu
- Konstrukce dílů a sestav
- Technologická příprava výroby
- Výroba dílů
- Montáž podsestav a sestav
- Finální kontrola výrobku

Předvýrobní etapa

zahrnuje činnosti, kdy je na základě odpovídajících informací nebo na základě inovativní myšlenky provedeno ekonomické zhodnocení, zda je vhodné přistoupit k vývoji a zajištění výroby

- Inovativní myšlenka, požadavek trhu
- Průzkum trhu – vyhledání skupin potenciálních zákazníků
- Technicko-ekonomické zadání
- Analýza SVOD
- Vývoj – právní ochrana výsledků (návaznost na inf systém)
- Konstrukce
- Technologická příprava výroby

Výrobní etapa

- Výroba dílů - Kontrola
- Montáž podsestav- Kontrola
- Finální montáž - Kontrola

Použití a návaznosti CAx v jednotlivých etapách výrobního procesu

Průzkum trhu - výběr optimální varianty TRIZ

Vývoj – FMEA
CAD, CAE, CAS, Rapid Prototyping, Reverse engineering

Konstrukce
CAD, CAS, CAE

TPV – CAD (konstrukce přípravků), CAM,
CAM, CAE

Výroba
CAR
CIM

Celý výrobní proces je sledován pomocí nástrojů:
CAQ – Quality – řízení kvality

Výpočetní technika používaná ve výrobním procesu je rozdělena na kategorie podle způsobu použití:

- osobní počítače - většinou administrativa a prohlížeče dat ze systémů CAD
- pracovní stanice – vývojové a konstrukční práce včetně výpočtů, technologická příprava výroby
- servery – administrativa a správa technické dokumentace, komunikace v sítích LAN a WAN

Pracovní stanice – Workstation

je počítač, který je určen pro práci s grafickými programy. Grafické programy nemusí být nutně jen konstrukční, ale mohou souviset i s typografickými pracemi, užžitnou grafikou s dalšími činnostmi. Z historického pohledu, době vzniku osobních počítačů, se pracovní stanice lišily od běžných PC téměř všemi komponentami:

- procesory – RISC – Reduces Instruction Set Computer: SGI například řada R5000, R10000, DEC Alpha, SPARC a další
- paměti – velikost operační paměti byla řádově větší
- grafické karty – označované jako grafické akcelerátory, byly speciálně vyvinuté pro práci s grafickými prvky (ARTIST XJ-10 a další)
- pevné disky – byly používány řadiče typu SCSI a tomu odpovídající pevné disky

jsou počítače, většinou zabudované do skříní typu Tower. Použití těchto skříní je dáno hlavně potřebami intenzivního chlazení komponent (grafické karty, procesoru, operační paměti). Pracovní stanice zpravidla běží kontinuálně: v době pracovní doby slouží ke konstrukční práci, v době mezi směnami jsou využívány pro zálohování projektu, aktualizací informací a generování technických dat, například generování výkresové dokumentace. Speciálním typem úlohy pracovních stanic jsou výpočty.

Dnešní systémy CAD nejsou závislé na typu procesoru. Klíčovými komponentami jsou grafické karty a velikost operační paměti. Grafické karty jsou určující pro bezproblémové zobrazování zejména 3D geometrie. Systémy CAD jsou navíc vyvíjeny pro určitý segment grafických karet a na GK, které nejsou v seznamu podporovaných zpravidla nelze grafické systémy vůbec provozovat. Každý grafický systém v nástrojích pro nastavení umožňuje nastavit kvalitu zobrazení a typ akcelerace. Pro optimalizaci procesu zobrazování se využívají programové knihovny OPEN GL (Open Graphics Language)

Hardware akcelerace je způsob využívání všech možností (algoritmů) které jsou součástí grafické karty a tedy je minimalizováno zatěžování procesoru grafickými úlohami.

Software akcelerace je způsob zobrazování grafických entit, kdy je plně využívám procesor. Tohoto nastavení se používá v případě, kdy grafický program není optimalizovaný na grafickou kartu, často je využíván u sestav s integrovanou grafickou kartou.

Servery

jsou určeny pro zpřístupnění informací sdílených všemi pracovníky firmy. Data uložená serveru mají přidělena oprávnění pro každého pracovníka i pro skupiny.

Server slouží ke komunikaci:

- Internet – spolupráce mezi odloučenými pracovišti, komunikace s výrobními a obchodními firmami, přístup k databázím součástí
- Intranet – slouží zejména k přenosům dat uvnitř firmy

Programové vybavení

- ekonomické aplikace – databázové systémy, textové editory
- správa technické dokumentace – textové editory
- vývojové, konstrukční výborní programy – systémy CAD/CAM/CAE a další
- podpora výrobního procesu: CAM, CAR
- prezentační programy – prezentace a vizualizace

Výpočetní systémy se využívají ve všech oblastech spojených s výrobou. Patří sem:

Počítačová podpora konstruování - CAD

Počítačová podpora konstruování je jen dílčí oblastí nasazení výpočetní techniky v celém cyklu výrobního procesu.

Textové editory

Univerzálně ve všech oblastech jsou využívány:

- textové editory
- tabulkové procesory
- prezentační programy

Textové editory jsou dostupné zpravidla v kancelářských balících. Pravděpodobně nejrozšířenější balík je Microsoft Office. Plnohodnotným kancelářským balíkem je však Open Office
Samotný textový editor je využitelný v několika oblastech:

tvorba technických zpráv, tvorba technické dokumentace
v omezené míře jako prezentační program – využívá se zejména grafických prvků, které jsou součástí
tvorba schémat a jednoduchých výkresů

V textovém editoru, kromě nástrojů pro tvorbu textů je obsaženo i několik knihoven předdefinovaných grafických prvků.

Prezentační program

je využitelný při těchto činnostech:

- prezentace řešeného problému
- tvorba jednoduché výkresové dokumentace

Tabulkové procesory

Software licence

Každý program instalovaný na počítači podléhá licenčním ujednáním. Platí to i pro programy, které jsou označovány jako volně šiřitelné, tedy zpravidla bez požadavku na libovolnou finanční kompenzaci.

Programy, stejně jako umělecká díla, podléhají autorskému právu, které chrání autory před zneužitím jejich díla zákony té dané země nebo regionu.

Většina programů, které využívají pro svoji činnost operační systém Windows firmy Microsoft, podléhají při komerčním využití zaplacení poplatku za užívání. Již samotný pojem licence (povolení) neopravňuje uživatele k volnému nakládání s programem. Tím, že se souhlasí s licencí, se uživatel dostává do pozice, že program může nainstalovat a používat ho tak jak je vytvořen. Většina licencí nedovoluje tyto základní manipulace:

- změna programu
- zkoumání a zveřejňování zdrojového programu
- prodej třetí straně (a to ani společně s počítačem, na kterém je nainstalován)

Existují ale také typy instalací, které dovolují uživateli téměř všechno, tj. úpravy a případný následný prodej i když původní program byl získán jako svobodná licence. Všechny tyto vlastnosti se týkají instalací určených pro operační systém Linux a typ licence je označován GNU/GPL – General Public Licence

Licencování software je nedílnou součástí každé instalace programu na počítači. Při využívání grafických a konstrukčních programů pro školní účely je možné se setkat s několika typy licencí. Jiná licence se například využívá pro programy instalované ve výukových místnostech, jiná licence se vztahuje použití programu pro přípravu na výuku v domácích podmínkách. Je důležité také vědět o zásadách přenostelnosti licencí mezi uživateli, vyjasnit pojem vlastník software.

Typy licencí jsou závislé na typu uživatele – způsobu využití:

- školní licence – licence vztahující se na výukovou činnost žáka a učitele
- komečrní licence – licence pro průmyslové firmy za účelem zprostředkování výtěžku
- personální – většinou je spojena s komerční licencí, kdy je jednomu uživateli pracovat na dvou místech (kancelář a doma)

Přehled licencí používaných pro operační systém Windows¹

Adware

Užívání software šířeného pod touto licencí je bezplatné, ale v programu se zobrazuje reklama, ze které je jeho vývoj placen. Odstranění reklamy je nemožné a ani není v souladu s licencí. Reklama bývá většinou stahována z Internetu.

Cardware

Software je možno neomezeně užívat v případě, že autorovi zašlete skutečnou pohlednici. Autor si tak zajistí nejen přísun pošty do své schránky, ale i přehled o místech, kde se jeho program užívá. Pro tuto licenci se někdy také používá název Postcardware.

Demo

Program slouží pouze k předvedení schopností daného produktu, ne však k jeho plnému nasazení. Je pravděpodobné, že bude nějakým způsobem omezena funkčnost produktu, např. ukládání, zobrazování nebo zpracování. Často také bývá omezena časově. Zvyklostí bývá označovat funkčně omezenou verzi Demo a časově omezenou verzi Trial.

DJB

Tak trošku oříšek, tak trošku provokace, tak trošku licence. Pravidla, která pro své programy stanovil

¹ <http://www.slunecnice.cz/licence>

D. J. Bernstein: Pokud chcete jednoduše software používat, není problém; zdrojové kódy jsou k dispozici. Pokud chcete programy distribuovat, musíte dodržet několik podmínek — soubory musí být umístěny přesně tam, kde by se ocitly překladem ze zdrojových souborů, balíček se chová stejně jako ze zdrojových kódů vyklubaný program a tvůrce balíčku se musí zavázat, že dělal všechno pro to, aby se balíček choval korektně (pokud tomu nerozumíte, nejste sami). Pokud si chcete přečíst (velice zajímavé) detaily, podívejte se na URL k této licenci.

Viz také : cr.yip.to

Donationware

Zaplacení tohoto software je čistě dobrovolné a pokud máte pocit, že by bylo vhodné ocenit kvalitu autorovy práce, můžete zaslat libovolný příspěvek na jeho konto.

EULA

Uživatel musí před stažením nebo použitím programu souhlasit s podmínkami použití autora programu.

Freeware

Forma distribuce software, která ponechává autorovi autorská práva, ale volně zpřístupňuje plně funkční software ostatním bez poplatků. Software by neměl být prodáván či šířen za úplatu, nesmí být pozměňován, autor může také omezit způsob použití. Autoři poskytují software pod touto licencí většinou pro vlastní uspokojení, prosazení pokrokového nápadu či prostě pro dobro všech.

Freeware pro nekomerční využití

Program je možné využívat zdarma pro nevýdělečné účely.

GNU GPL

GNU General Public License. Software šířený pod licencí GPL je možno volně používat, modifikovat i šířit, ale za předpokladu, že tento software bude šířen bezplatně (případně za distribuční náklady) s možností získat bezplatně zdrojové kódy. Toto opatření se týká nejen samotného softwaru, ale i softwaru, který je od něj odvozen. Na produkty šířené pod GPL se nevztahuje žádná záruka. Licence je schválená sdružením OSI a plně odpovídá Debian Free Software Guidelines.

Viz také : www.gnu.org, www.gnu.cz

IPL

InterBase Public License (IPL) je obdobou Mozilla Public License (MPL).

Viz také : www.borland.com, firebird.sourceforge.net

MPL

Mozilla Public License. Základním elementem pokrytým licencí je každý jednotlivý zdrojový soubor. Autor takového souboru umožňuje komukoliv používat, měnit a distribuovat jeho zdrojový kód (i jako součást většího díla). Každá změna původních souborů je krytá licencí, tzn. musí se tedy zveřejnit. To samé platí pokud přenesete část původního souboru do nového souboru, tj. celý nový soubor je pak nezbytně zveřejnit. Pokud vytváříte nový produkt přidáním nových souborů, můžete pro tyto nové soubory použít libovolnou licenci. Binární verze lze licencovat libovolně, pokud to není výslovně v rozporu s MPL (zákaz distribuce zdrojů). Produkty pod touto licencí jsou distribuované jak jsou ("as is"), tj. bez záruk libovolného druhu.

Viz také: www.mozilla.org

MS EULA

End-User License Agreement for Microsoft Software. Licencováno na základě odsouhlasení smlouvy mezi vámi a Microsoft Corporation. Pro instalaci programu je třeba tyto podmínky akceptovat a toto většinou potvrdit stiskem tlačítka během instalace.

Viz také: www.microsoft.com, nl.linux.org

NPL

Netscape Public License (NPL) je obdobou Mozilla Public Licence (MPL).

Viz také: www.mozilla.org

Open Publication Licence

Viz také: www.opencontent.org

Orphanware

Program, který již není samotným autorem podporován nebo nabízen veřejnosti. Lze jej získat pouze z pořízených kopií. Funkčnost ani podpora tohoto programu není zaručena. Orphanware může být také Freeware u kterého je jasné, že jeho vývoj je ukončen a nebude další nová verze.

PDL

Public Documentation License.

Viz také: www.openoffice.org

PHP License

Essentially, the PHP license gives you the right to use, distribute and modify PHP as much as you want, for both commercial and non-commercial use. You just have to make it clear to the user that what you have distributed contains PHP.

Viz také: www.php.net, www.php.net

Pine license

Licence vztahující se na e-mail klient Pine vyvinutý Washingtonskou Univerzitou a na editor Pico používaný v Pine. Překládání (kompilace) a spouštění Programu šířeného pod touto licencí nevyžaduje žádné zvláštní dovolení ani poplatky UW. Stejně tak se může Program libovolně šířit, licence ovšem zakazuje šíření prací odvozených od Programu. Práce odvozené od Programu se mohou bez zvláštního povolení šířit pouze v podobě patchů.

Viz také: www.washington.edu, www.washington.edu

Public Domain

Uvedením této licence se autor vzdává kontroly nad publikovaným software - můžete jej volně šířit a používat, ale i měnit či zahrnout do svých aplikací. Pozor, neplést s licencí Freeware.

Shareware

Produkty jsou pod touto licencí šířeny zdarma. Autor obvykle požaduje zaplacení malé částky až v případě, kdy se uživateli produkt líbí a běžně jej používá. Zaplacením této částky se stává registrovaným uživatelem, může dostávat aktualizace, případně je mu k dispozici on-line podpora. Shareware býval v počátcích velmi levný - byl většinou produktem jednoho vývojáře a byl distribuován přímo klientům. Díky značnému rozšíření Internetu se z této licence stal naprosto obvyklý způsob distribuce software, který využívají i dříve typické krabicové produkty.

Viz také: www.asp-shareware.org, www.asp-shareware.org

Start

Zvláštní případ licencování produktu. Je to plně funkční verze omezená pouze počtem záznamů do databáze. Lze ho používat bezplatně i několik let, včetně upgrade. Přejechod na placenou a počtem záznamů neomezenou verzi bývá zpravidla bezproblémový a bez ztráty dosavadních dat.

Trial

Jedná se o komerční software, u kterého je časově omezena určitá funkce např. ukládání, tisk apod. Smyslem této

licence je umožnit potenciálnímu zájemci si vyzkoušet ovládání programu a různých funkcí před zakoupením plné verze. Zvyklostí bývá označovat časově omezenou verzi Trial a verzi omezenou funkcí Demo.

W3C Document License

Licence opravňuje ke kopírování a šíření dokumentů v libovolném médiu pro libovolný účel bez poplatku, je-li v každé kopii zahrnut odkaz na původní dokument W3C, upozornění na autorská práva W3C a status dokumentu (je-li znám). Licence neopravňuje k modifikaci či vytváření odvozenin dokumentů.

Viz také: www.w3.org

Licence pro Linux

Artistic License

Software šířený pod touto licencí umožňuje volné používání, modifikování i šíření za předpokladu, že budete šířit software bezplatně nebo zamezíte možnosti záměny mezi vlastní verzí a standardní verzí. Licence nevylučuje využití softwaru v komerčních projektech. Licence je schválena sdružením OSI a plně odpovídá Debian Free Software Guidelines.

Viz také : www.opensource.org

LGPL

Lesser/Library GPL. Licence je kompatibilní s licencí GPL. Pod touto licencí se šíří zejména knihovny, protože narozdíl od licence GPL umožňuje nalinkování LGPL knihovny i do programu, který není šířen pod GPL.

Viz také: www.opensource.org

MIT License

Licence podobná BSD licenci umožňuje se software nakládat téměř libovolně (používat, kopírovat, modifikovat, slučovat, publikovat, distribuovat či prodávat), jedinou podmínkou je zahrnutí textu licence do všech kopií a odvozenin software.

Viz také: www.opensource.org

Vim's license

Licence kompatibilní s GPL (tedy je software šířený pod touto licencí považován za free software) použita pro Vim. Umožňuje šířit nezměněné dílo bez jakýchkoliv omezení, jen musí být přiložen text licence. Pokud chcete šířit pozměněné dílo, musíte dodržet několik nepřilíš omezujících podmínek uvedených v textu licence.

Viz také: vimdoc.sourceforge.net

S/SSL

Sun Industry Standards Source License.

Viz také: www.openoffice.org

SPL

Sun Public License (SPL) je velice podobná MPL, liší se od ní jen v několika nepodstatných řádcích (typicky nahrazením termínu Mozilla termínem Java :-). Sdružením OSI byla licence uznána jako free software licence.

Viz také: www.netbeans.org, www.opensource.org

SCSL

Sun Community Source License. Pod touto licencí je šířena především Java 2 (tedy JDK a JRE verze 1.2 a výš). Poměrně problematická licence — především nemáte (až na omezené případy) právo dále distribuovat dílo šířené pod SCSL. Licence není schválena sdružením OSI, neodpovídá Debian Free Software Guidelines.

Viz také: www.sun.com

Vybavení a ergonomie konstrukčního pracoviště

Ergonomické řešení konstrukčního pracoviště je předpokladem pro efektivní práci konstruktéra. Snížením únavy každého pracovníka je eliminována možnost vzniku chyb v projektu, zajištěna požadovaná produktivita, sníženo čerpání dlouhodobé pracovní neschopnosti.

Ergonomie konstrukčního pracoviště zahrnuje tyto okruhy:

- židle a pracovní stůl – poloha uživatele
- monitor
- klávesnice
- osvětlení
- klimatizace
- barevné ladění
- doplňkové předměty – nástěnky, místo na odložení konstrukčních podkladů, květiny

Kromě optimálního posezu, osvětlení a celkového klimatu je potřeba věnovat pozornost rovnoměrnému vytížení odou horních končetin. Využívání pravé ruky při ovládání grafických programů

Vstupní zařízení

- Externí numerická klávesnice
- Spaceball, SPACE Traveler
- Skener 2D - A4 a A0
- Skener 3D
- Web kamera
- Dataprojektor
- Digitální mikroskop
- Digitální fotoaparát

Web kamera

3D skenery

Výstupní zařízení

- Tiskárna A4
- Plotr A1, A0 rozšířená A0
- 3D tiskárny

Kancelářský nábytek

Židle
pracovní stůl
nástěnky

Rozdělení systémů CAD

Cíl:

*seznámit s rozdělením systémů pro počítačovou podporu konstruování (CAD)
naučit, jak postupovat při hodnocení systémů CAD*

Rozdělení systémů do kategorií může sloužit potenciálním uživatelům k orientaci, jak přibližně může vybraný grafický systém využívat a jaké mu nabídne nástroje pro tvorbu technické a výrobní dokumentace. Rozdělení do kategorií nelze chápat dogmaticky, je to více méně záležitost subjektivní, závislá na zkušenostech a úsudku autora nebo skupiny autorů při zařazování. Mezi jednoslivými kategoriemi nexistují ostré hranice. Co je však nejpodstatnější, zařazení do libovolné kategorie není pro systém degradující. Vždy se jedná o vystižení vlastností, které grafický systém poskytuje uživateli. Kritéria pro rozdělení grafických systémů jsou následující:

funkční vlastnosti
vývojový potenciál
podpora ze strany autora produktu
1. finanční náročnost

Očíslování kritérií vystihuje i jejich význam z hlediska posuzování grafického systému.

Rozdělení systémů podle operačního systému se vůbec neztahuje k výše uvedeným kritériím protože grafické systémy pracující pod rozdílnými systémy mají zpravidla stejné vlastnosti. Rozdělení je provedeno z toho důvodu, že různé operační systémy a jejich verze jsou různě výkonné a tím určují i použití grafického systému pro standardní úlohy nebo úlohy náročné, například pro práci s rozáhlými sestavami sestávajícími s tisíců komponent.

Podle operačního systému

OS Windows 32 a 64 bit

LINUX

Varicad

UNIX

Podle funkčních vlastností a perspektivy vývoje

Rozdělení podle funkčních vlastností dělí systémy CAD ale i grafické systémy s možností podpory tvorby technické dokumentace do těchto kategorií:

- malé
- střední
- velké
- prezentační
- vizualizační

Malé systémy CAD

Malé systémy CAD se vyznačují těmito obecnými vlastnostmi:

- Nabízí jen výkresový prostor nebo jen modelový prostor
- typ licence často free, GNU/GPL
- instalace je dostupná stažením z Internetu
- neexistuje síť prodejců
- špatná dostupnost školení
- neexistuje rychlá technická podpora - Hotline

Techniky tvorby obrysů dílu ve výkresu:

- kreslení obrysových čar v jednom sledu
- vytvoření sítě čar a pomocí příkazů pro ořezání popřípadě prodloužení čar vytvořit výsledný obrys
- použití pomocných/ konstrukčních čar (umístěny v jiné hladině než čáry obrysové) a jejich obtažením vytvořit výsledný tvar
- použití vodících linek/ Guidelines

Vložit obrázky s ukázkou jednotlivých technik tvorby 2D obrysu

Vlastnosti/ Properties entit:

- hladina (barva, typ čáry)
- umístění (rozměry a poloha)

Převažující společné rysy v malých systémech

Ovládání

velice často se lze setkat s využitím klávesy Mezerník/Space a to v následujících režimech:

- opakování naposledy spuštěného příkazu (odobba převzatá z ovládání programu AutoCAD, v tomto programu se však mezerník také používá pro přepínání nástrojů uzlové editace)
- ukončení příkazu a zapnutí režimu Výběr/Select
- přepínání mezi posledním příkazem a výběrem
- ukončení (vynulování) vybraných objektů

Způsob práce při tvorbě výkresů:

nejprve nakreslit všechny výchozí tvary v jedné hladině, například s označením default nebo 0. Platí to zejména pro kreslení od symetrie. Není vhodné, z hlediska rychlosti práce, ihned po vložení entity do výkresu nastavovat nebo měnit vlastnosti entit. Například osy symetrie ve velice často používají pro kopírování do míst, kde jsou použity jako čáry obrysu dílu.

Možnosti nastavení systému:

Preferences/ settings – velice často se vyskytuje možnost nastavení pozadí modelového prostoru jen ve dvou barvách - bílá/černá

Prostorové modeláře (3D modeláře)

některé volně dostupné programy poskytují možnosti prostorového modelování. Většinou se jedná o plošné modeláře, které používají pro tvorbu 3D modelů plošná primitiva a nástrojů pro dělení hran a ploch.

Některé programy nabízejí možnost vytažení profilu

Vybrány byly programy, které již mají jistou historii a mají i vývojový potenciál vzhledem k tomu, že například podléhají licenci GNU/GPL.

Zvláštním modelářem jsou tzv Blobs

Střední systémy CAD

Střední systémy CAD jsou nejvíce rozšířené v malých a středních firmách. Rozšíření je dané několika několika skutečnostmi:

- relativně cenově dostupné
- uživatelsky poměrně snadno zvládnutelné
- výstupem je v převážné míře výkresová dokumentace

Pro zařazení do kategorie středních systémů rozhodují následující kritéria a vlastnosti:

- Modelování 2D geometrie
- Modelování 3D geometrie
- Modelový a výkresový prostor
- Dostupný alespoň jeden prodejce v regionu
- Automatické aktualizace (na programu pracuje vývojářská firma se stabilním týmem programátorů)
- Dostupnost školení
- Technická podpora – pokud ne přímo Hotline, tak je možné řešení problémů konzultovat s technikou prodejce

Použití středních systémů dovoluje:

- tvorbu 2D modelů a výkresové dokumentace
- tvorbu 3D modelů a výkresové dokumentace
- tvorba 3D modelů a vizualizace (Rendrování)

Zda uživatel pro realizaci projektu (projektovou dokumentaci) použije možnosti tvorby jen 2D geometrie nebo vytvoří 3D virtuální model je plně na jeho rozhodnutí a je závislé na typu a složitosti projektu.

Ve středních systémech se lze setkat se systémy CAD, které pocházejí od stejného výrobce, liší se jen názvem typu LT, Light, Standard a podobně. Hlavní rozdíl mezi těmito systémy spočívá v typu prostorového modeláře. Zpravidla je ve verzích Light prostorový modelář, který není objemový (CSG) Je k dispozici modelář drátový a hraniční (BREP). Nevýhodou tohoto modeláře je buď nemožnost nebo komplikovaný postup při zaoblování hran, což je prvek, který se v technické strojírenské praxi vyskytuje často. Odlehčené verze programů je možné používat i v roli prohlížeče dat z plných verzí programů. Výhodou takto použitého programu je, že se nevyskytuje problém s kompatibilitou dat a navíc je možné „prohlížeč“ použít i pro editaci. Přitom cena odlehčené verze bývá výrazně nižší než verze plné.

ZOOM

Protože jsou střední systémy již opatřeny nástroji pro tvorbu prostrových modelů, obsahují nástroje pro změnu pohledu typu Orbit, podporují i změnu pohledu pomocí 3D myši.

Náhledy na vytvářenou 2D i 3D geometrii usnadňuje rozdělení obrazovky na výřezy. V každém výřezu může být zobrazen jiný pohled na model. Standardně se používají *výřezy/viewports*² čtyři. Je ale možné volit i výřezy 2 (dělní modelového prostoru svislé nebo vodorovné) nebo tři (s několika variantami uspořádání výřezů). Podle typu systému CAD je výchozí rozdělení modelového prostoru zpravidla buď jeden výřez nebo výřezy čtyři (Rhino).

Výřezy jsou další variantou jak co nejlépe zpřístupnit obrazovou infomaci o aktuálním stavu při tvorbě modelu.

Modelování 2D geometrie

předpokládá vytvoření 2D modelu v modelovém prostoru systému CAD v měřítku 1:1. Vytvořený model je promítnut do výřezů ve výkresovém prostoru s odpovídajícím měřítkem zobrazení a navíc je ve výkresovém prostoru doplněn všemi technickými informacemi.

Kreslení 2D izometrických pohledů

tuto možnost obsahuje AutoCAD – nástroj je vhodný pro schematické kreslení například potrubních tras (doplnit obr s potrubím ..)

Editace

editační nástroje jsou dostupné několika různými technikami práce:

výběrem příkazu z nástrojového panelu

výběrem příkazu z pruhu nabídek

2 Výřezy v modelovém prostoru nemají nic společného s výřezy ve výkresovém prostoru Viewports

příkazem napsaným do příkazového řádku
použitím dialogového panelu (Properties) a úpravou parametrů

Editace se týká jak tvaru a polohy, tak i vzhledu.

AutoCAD LT

AutoCAD

TurboCAD

TurboCAD Professional

Rhino

Způsob ovládání některých činností je obdobný programu AutoCAD

CADKEY - KEYCREATOR

2D systémy CAD ideově vycházející z programu AutoCAD

Programy vycházející z programu AutoCAD zachovávají stejné techniky ve způsobu ovládání:

- Použití funkčních kláves a předdefinovaných kláves
- Použití příkazového řádku – zadání souřadnic bodů a příkazů (činností)
- Použití myši – prostřední a pravé tlačítko
- Nástrojové panely – podobné grafické provedení

Použití funkčních kláves:

| Klávesa | Činnost | Poznámka |
|---------|---|--|
| F1 | Nápověda | |
| F2 | Zobrazení příkazového okna | Zobrazení příkazového řádku v příkazovém okně |
| F3 | Zapnutí/Vypnutí trvalého úchopu | |
| F4 | ??? už si nevzpomenu | |
| F5 | Přepínání izometrických rovin | Izometrická rovina Pravá/Horní/Levá |
| F6 | Zapnutí/Vypnutí odečítání průběžné polohy kurzoru | Informace se zobrazuje ve stavovém řádku |
| F7 | Zapnutí/Vypnutí zobrazení kurzoru | |
| F8 | Zapnutí/Vypnutí pravoúhlého kreslení | Režim Orto/Ortho – směr kurzoru je pouze v horizontálním nebo vertikálním směru – o směru pohybu rozhoduje umístění kurzoru vzhledem k horizontále a přepnutí mezi směry je určeno úhlem 45° |
| F9 | Zapnutí/Vypnutí kroku kurzoru | Změna pohybu kurzoru z plynulého na přírůstkový Podle nastavení velikosti kroku kurzoru je krok totožný s roztečí rastru, nebo může být rozdílný |
| F10 | Zapnutí/Vypnutí polárních souřadnic | Souřadnice polohy bodů jsou zobrazovány v polárních souřadnicích |
| F11 | ??? už si nevzpomenu | |
| F12 | ??? | |

Vyskytuje se také společné použití kláves:

- *Enter* a *Mezerník* - pro opakování naposledy zadaného příkazu
- *Esc* - přeruší právě prováděný příkaz a vrátí stav příkazového řádku do okamžiku před započítím přerušeno příkazu.

Používané příkazy (stručný přehled):

| Příkaz | Klávesová zkratka | Činnost | poznámka |
|--------|-------------------|----------------------------|----------|
| line | l | Kreslení přímky | |
| arc | a | Kreslení kruhového oblouku | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Velké systémy CAD

Velké systémy CAD jsou určeny zejména pro tvorbu rozsáhlejších projektů, které obsahují tisíce dílů.

Velké systémy CAD jsou systémy modulové, kdy na se jádro modelovacího systému přidávají rozšiřující moduly, které jsou profesně zaměřené. Znamená to tedy, že firma, které se zabývá svařovanými konstrukcemi nemusí nutně pořizovat i modul určený pro práci s plechy nebo modul na tvorbu forem. Tím, že jsou velké systémy modulové, lze při zavádění těchto programů do konstrukční kanceláře optimalizovat jejich určení a tedy i svým způsobem redukovat pořizovací náklady.

Obchodní politika - licence

Velké systémy je možné užívat (spustit) jen základě aktivace u mateřské firmy (obdržení aktivačního kódu) nebo je pro spuštění nutný licenční server, který přidělí na dobu používání programu volnou licenci. Zajímavou obchodní politikou firem je možnost provozovat jednu licenci střídavě na dvou odloučených pracovištích.

Správa licencí:

- Lokální licence
- Licence na serveru

Zařazení do kategorie velkých systémů rozhodují následující kritéria a vlastnosti:

- 3D modelovací systém – 3D model je základním zdrojem informací
- Parametrický (pametrie ale nutnou podmínkou pro zařazení do této kategorie)
- Asociativní
- Adaptivní
- Modulový systém
- Za vývojem stojí stabilní firma, zpravidla ještě zastřešená další společností
- Podmínkou bezproblémového užívání licence bývá placení udržovacích poplatků – maintenance
- Dostupnost základních i specializovaných školení
- Hotline – minimálně v během pracovních dní
- Pravidelná setkání uživatelů

3D modelovací systém

předpokládá, že při tvorbě projektu (díla) budou nejprve vytvořeny 3D modely dílů a sestav, ze kterých se, v případě potřeby, bude vytvářet výkresová dokumentace. Výsledkem práce velkého systému však nemusí být výkres, ale velice často jsou výsledkem práce data, uložená v požadovaném formátu dat, viz. Kap. Formáty dat), která jsou požitá pro navazující výrobní postupy, zejména pro přípravu procesu obrábění v systémech CAM.

Parametrický

znamená, že rozměry dílu popřípadě sestavy, u kterých se předpokládá, že budou v průběhu tvorby díla upravovány, jsou opatřeny parametry. Parametry jsou kóty vložené do modelu při tvorbě skici (profilu pozdějšího 3D modelu) a při použití 3D operace (použití nástroje pro prostorové modelování, viz. Kap. Modelovací nástroje???)

Asociativita

je vlastnost obsažená ve velkých systémech a znamená plnou provázanost mezi souborem dílu, sestavou a výkresy součástí a sestavy. Předností asociativity je, že je možné v kterékoli atepě tvorby díla měnit rozměry dílů a tato změna se promítne ve všech souvisejících souborech. Soubory přitom nemusí být aktivní, tj. Načtené do operační paměti (načtené systémem CAD).

Adaptivita

Adaptivita je vlastnost, kde je jedna součást sestavy řízena rozměry součásti související. Místo pojmu adaptivita se používá také pojem Kontext - kontextové modelování (SolidWorks)

Modulový systém

Moduly jsou profesně zaměřené programy, které usnadňují a tedy urychlují konstrukci. Moduly, které se ve velkých systémech CAD používají jsou zhruba tyto:

- Obrábění/ CAM
- Plechové díly/ Sheet metal
- Svařované konstrukce/ Weldment

- Potrubí/ Piping
- Formy/ xxxx
- Plochy/ Surfaces
- Výpočty MKP/FEM
- Simulace/ Simulation
- Vizualizace/ Rendering

Většina z těchto modulů se navíc dělí na „podmoduly“

Modul potrubí se dělí na:

- potrubí
- elektrické vedení

Výpočty MKP se dělí na:

- pevnostní výpočty
- proudění kapalin a plynů
- přenos tepla

Plochy se dělí na:

- Standardní plochy
- A-Class plochy

Modelování dílu

Obecný postup vytvoření virtuálního modelu dílu je závislý na typu systému CAD. Je možné se setkat se dvěma různými technikami tvorby:

- vytvoření skici a použití 3D operace
- vložení výchozího 3D tvaru a jeho postupné opracování

Model vytvořený ze skici a 3D operace – obecný postup:

- Výběr nebo vytvoření pracovní roviny, do které se nakreslí profil (uzavřený, nebo otevřený)
- Zapnutí nástroje Skicář/Sketcher
- Naskicování přibližného tvaru profilu
- Kontrola a vložení Vazeb/ Constraints
- Vložení parametrických kót
- Kontrola, zda je skica plně určená (počet vazeb a kót jednoznačně určuje tvar a rozměry profilu) – není to však nutná podmínka pro pokračování v práci.
- Ukončení práce ve skicáři a výběr odpovídající prostorové operace (prostorová operace vkládá do virtuálního modelu potřebné parametrické kóty)

Vytvoření skici

Skica, z hlediska snadnosti budoucích editací (úprav), by měla být pokud možno jednoduchá. Protože většina velkých systémů pracuje s stromem prvků, je lépe složit složitý tvar z více prvků tvořených jednoduchými skicami.

Skica tvoří :

- Profil pro 3D operace
- Trasu-Trajektorii
- Pomocnou konstrukci pro umístění navazujících prvků

Skica je tvořena entitami i objekty, to znamená, že skica se vytváří z přímk, obloků kružnic nebo například křivek.

Skica je 2D objekt, který se vytváří (umísťuje) na :

- Vybrané pracovní rovině
- Vybrané rovinné ploše

Umítnění se dá přirovnat umístění „papíru“ pro nakreslení výkresu.

Skica

Skica může mít následující vlastnosti:

Uzavřená

Otevřená. Otevřená skica

S vnořenými obrysy

S překříženými obrysy

Obecně lze

3D operace

jsou nástroje pomocí kterých se vytváří prostorová geometrie z jedné skici nebo více skic. Skici mohou být uzavřené (vznikají objemové objekty) nebo otevřené (vznikají plošné objekty). Prostorové operace mohou virtuální hmotu přidávat nebo také odebírat.

Prostorové operace lze obecně rozdělit na čtyři typy:

- Vysunutí/Extrude
- Orotování/Revolve
- Tažení/ Sweep
- Potážení/ Loft (v některých systémech CAD se používá pojem Blend, který je však častěji spojen pro ozančení

operace zaoblení hrany)

Vysunutí/ Extrude

Běžné nastavení pracuje tak, že se kolmo k profilu vytahuje 3D objekt. Vysunutí umožňuje několik typů definic:

Jedním směrem kolmým k profilu

Dvěma směry kolmými k profilu – velikost vysunutí je možné zadat pro každý směr jiný

Symetricky kolo k profilu

Kolmo k profilu k vybrané ploše

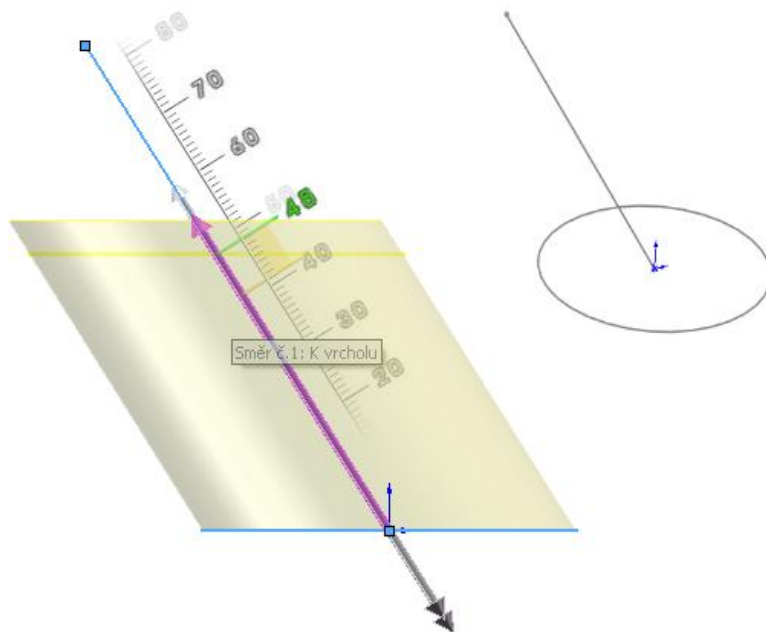
Pro vysunutí se vyskytují další doplňující (rozšiřující) možnosti nastavení. Jedním z často se vyskytujících voleb je změna směru vysutí. Původní směr kolmo k profilu je možné definovat na směr určený směrem:

- přímky (skica)
- hrany existujícího prvku

Přímka nebo hrana má takovéto vlastnosti:

- Směr nemusí být kolmý k profilu
- určují pouze směr ale již ne velikost vysunutí
- mohou být tvořeny pouze jedním segmentem (jedna přímka, jedna hrana)

Takto lze vytvořit například „zešíkmené“ válce. Vysunutí definované směrem přímky je podobné dále popsanému Tažení.



Rotování/ Revolve

Pomocí nástroje Rotovat se vytvářejí zpravidla rotační díly. Pro uskutečnění rotace je nutné mít v modelovém prostoru dva objekty:

Profil
Osu rotace

Osa rotace může být:

Libovolná přímka, která je součástí skici rotovaného profilu
Přímková hrana existujícího prvku
Pracovní osa/ Axis - WorkAxis (viz. Pracovní prvky)
Pomocná osa (tuto možnost nabízejí jen

Tažení/ Sweep

Tažení patří mezi pokročilejší nástroje 3D modelování, které vyžaduje vytvoření alespoň dvou skic:

- Profil
- Trasa-trajektorie

Složitější tvary se definují ještě s využitím pomocných křivek určujících deformaci výsledného tvaru.

Kompozitní (složená) křivka slouží k spojení několika různých částí trajektorie, například napojení oblouků a přímků ale i obecných křivek.

Trajektorie-Trasa

Trajektorie je 2D nebo 3D dráha sloužící k určení směru tvaru tažení

3D trajektorie:

- šroubovice/ Helix
- definovaná uživatelem – složení segmentů vytvořených i přímků, oblouků ale i spline
- Hrana/ Edge – Obtažení hran existujících 3D objektů

2D trajektorie:

- Spirála
- Definovaná uživatelem

Profil je tvořen uzavřeným nebo otevřeným rovinným tvarem. Z uzavřeného tvaru vzniká tažením objemový prvek a z otevřeného tvaru vznikne plošný prvek.

Postup vytvoření výkresu:

1. Založení formátu výkresu a výběr typu rámečku a popisového pole (formát výkresu a popisové je kdykoli v průběhu tvorby výkresu možné změnit aniž by došlo ke ztrátě informací, které výkres obsahuje)

Jeden díl nebo sestava může být zobrazena několika různými výkresy – listy, které jsou součástí jednoho výkresového souboru. K tomuto účelu slouží záložky, umístěné zpravidla ve spodní levé části výkresového prostoru, a slouží pro práci s listy výkresu.

Výkres pro zobrazení objektů používá dvou typů měřítek:

- měřítko listu (globální měřítko)
- měřítko pohledu (lokální měřítko)

Prezentační programy textové editory

V technické praxi jsou používány pro tvorbu schémat (schémat zapojení, a jednoduchých výkresů, například pro tvorbu půdorysů kanceláří – obsahují rozsáhlé databáze předdefinovaných objektů (kancelářský nábytek, osoby, dopravní techniku)

Prezentační programy pracují zejména s uzavřenými objekty (trojúhelník, obdélník, libovolný n-úhelník). Uzavřené objekty jsou definovány:

- Geometrickými vlastnostmi:
 - Poloha vrcholů
 - Rozměry
- Barevnými vlastnostmi:
 - Barvou obrysové čáry
 - Barvou výplně

Barvu obrysové čáry i barvu výplně je možné vypnout (potlačit), takže jsou například vidět části objektů původně překrytých výplní. Z hlediska tvorby výkresů a schémat bude nejčastěji voleno potlačení zobrazení výplně. Obrysovým čarám pak budou přiřazeny vlastnosti, které budou odpovídat tomu, co čára reprezentuje, například osu, neviditelnou hranu, obrysovou čáru.

Prezentační programy pracují s hladinami. Proto je vhodné, z důvodu snadnějších editací, vytvořit základní sadu hladin, například takovou která je uvedena v kapitole xxx.

Prezentační programy umožňují editace objektů pomocí deformačních nástrojů natažení, otočení – tažení za šipky u vybraného objektů nebo skupiny objektů.

Pro vytváření výsledného tvaru a pro úpravy tvaru jsou k dispozici Boolean operace.

InkScape

(nativní formát dat je **svg** – používá ho například Wikipedie)

Umožňují kreslení čar od ruky nebo Bézierovými křivkami

Kvadratické křivky

Kubické křivky

Křivky vyšších řádů se nepoužívají

Pomocí Bézierových křivek lze kreslit i přímky – křivka je určena pouze dvěma řídicími body.

CorelDraw

Zoner Callisto

PowerPoint

Word

Kótování – šipky – nastavení vzhledu kóty

Vizualizační programy

Vizualizační programy slouží zejména k realistickému zobrazení virtuálních prostorových (3D) modelů. Vizualizační programy mnohdy obsahují pokročilé modelovací nástroje, například nástroje deformační.

Samotný 3D model může být vytvořen buď:

- nástroji vizualizačního programu
- v téměř libovolném 3D grafickém programu, který umožňuje export grafických dat

Vizualizace je spojena s vytvořením scény. Scéna sama o sobě obsahuje tyto objekty:

- vlastní 3D model
- přiřazené materiály
- světla
- pozadí

Modelovací nástroje

Deformace

Popsat nástroje obsažené v SolidWorks

Pov-Ray

Cinema 4

3D Studio Max

Prvky pracovního prostředí a možnosti jejich nastavení

Prvky pracovního prostředí slouží k

Prvky pracovního prostředí – malé a střední systémy

Prvky pracovního prostředí se liší podle typu grafického programu. Typ programu přitom vychází z dělení CAD podle kategorie.

Malé a střední programy nabízejí uživateli celou řadu obdobných prvků pracovního prostředí:

- Modelový prostor – Model Space
- Výkresový prostor - Layout
- Příkazový řádek – Command Line
- Stavový řádek
- Pruh nabídek – roletová menu
- Povuvníky
- Pravítka
- Ikonová menu
- Nástrojové panely – plovoucí a ukotvené
- Kontextová nabídka
- Panely – nastavení vlastností objektů

Modelový prostor

zobrazuje tyto základní grafické prvky:

- Ikona souřadnicového systému
- Kurzor s výběrovou oblastí
- Rastr
- Barva pozadí (Background Color)

Na těchto prvcích je podstatné to, že to jsou prvky, které slouží pro informování uživatele ale nejsou součástí tiskového výstupu ani součástí žádného uložení nebo exportu dat.

Modelový prostor (ale i výkresový) umožňuje nastavit barvu pozadí. Nastavení barvy pozadí je důležitá vlastnost ergonomická. Standardní barvy pozadí u malých a středních systémů jsou buď černá nebo bílá. Velké systémy nabízejí pohatší možnosti úpravy barvy, které obsahují nastavení například barevného přechodu (Gradientní barva). Důležité u nastavení barvy pozadí je subjektivní kritérium pro volbu barvy tak, aby byla oči uživatele co nejméně dráždivá a usnadňovala dlouhodobou pohodlnou práci.

Ikona souřadnicového systému slouží pouze k informaci tom, kterým směrem aktuálně směřuje osa X a Y souřadnicového systému.

Zobrazení kurzoru:

Nitkový kříž

Nitkový kříž představuje základní zobrazení kurzoru v modelovém prostoru. Se zobrazením kurzoru ve tvaru nitkového používají zejména malé a střední systémy při 2D modelování. Velikost nitkového kříže je uživatelsky nastavitelná a její velikost je zpravidla udávána v % velikosti modelového prostoru. Výchozí hodnota je obvykle 5%.

Výběrová oblast kurzoru

Výběrová oblast je součástí vzhledu kurzoru, který se nachází v modelovém prostoru pracovního prostředí grafického programu³. Výběrová oblast je aktivní částí kurzoru a slouží k usnadnění výběru tak, že není nutné předně ukazovat průsečíkem nitkového kříže nebo vrcholem šipky kurzoru. V některých systémech CAD není ohraničení výběrové oblasti zobrazeno ale oblast je aktivní. Velikost výběrové oblasti je uživatelsky nastavitelná. Jednotkou velikosti je zpravidla pixel, ale v některých případech je jednotkou například mm nebo obecně jednotka, která je použita pro zadávání a měření délkových rozměrů.

3 V jiných oblastech pracovního prostředí se kurzor zobrazuje v běžné podobě (zpravidla šipka) odpovídající nastavení vzhledu kurzoru dané operačním systémem

Výřezy/Viewports v modelovém prostoru

Modelový prostor je možné rozdělit na výřezy. Výřezy slouží k zobrazení 3D modelu z několika různých pohledů. Slouží tedy jako pomůcka zrychlující (usnadňující) informování o aktuálním stavu modelování – je to možnost, která snižuje potřebu na změnu pohledu pomocí nástrojů ZOOM. Jistou nevýhodou výřezů v modelovém prostoru je zmenšení plochy pro zobrazení modelu (výřez dělí aktivní plochu modelového prostoru). Výřezy jsou předefinované a dělí modelový prostor na:

- 2 výřezy
- 3 výřezy
- 4 výřezy
- libovolný počet výřezů

Každému výřezu je možné upravovat jeho velikost a nastavit pořadí a uspořádání v pracovním prostředí:

- kaskáda
- vertikální uspořádání
- horizontální uspořádání

Vypnutí výřezu neznamena ukončení práce na modelu, jen se jedná o vypnutí jednoho okna s pohledem na model. (CoCreate, AutoCAD, TurboCAD, Rhino, Microstation....umí výřezy SolidWorks???)

Výkresový prostor - Výřezy/Viewports

Výkresový prostor je součástí některých malých ale zejména středních systémů ACD a slouží k projekci pohledů na 2D nebo 3D model do plochy výkresu. Pohledy zobrazené ve výkresu jsou umístovány pomocí Výřezů. Každý výřez je ohraničen rámečkem výřezu. Rámeček výřezu je zobrazen pomocí obdélníka nebo pomocí lomených čar. Na rozdíl od ostatních prvků pracovního prostředí jsou zobrazené rámečky

Ikona ss výkresu

Příkazový řádek – Command Line

slouží k:

zadáání příkazů

vkládání číselných hodnot souřadnic polohy bodů a pro zadávání velikosti úhlů.

Příkazový řádek je většinou uvozen výzvou:

Příkaz/ Command:

Některé programy však pro zadávání souřadnic a úhlů používají

Prvky pracovního prostředí – velké systémy CAD

Velké systémy se pojetím pracovního prostředí odlišují od nižších kategorií, ale pokud jde o samotnou kategorii velkých systémů, obsahuje pracovní prostředí řadu společných prvků, ovšem různě graficky pojatých.

Strom, historie vzniku

Modelový prostor

- pracovní roviny – Workplane, SketchPlane, Plane
- nitkový kříž souřadnicového systému

Stavový řádek

Příkazový řádek

Pruh nabídek

Speciální sestupení nástrojů: CommandManager (Správce příkazů) - SolidWorks

Možnosti nastavení prvků pracovního prostředí

- Barvy prvků pracovního prostředí
- Ukládání dočasných souborů
- Kvalita zobrazení
- nastavení cest k šablonám výkresu
- Knihovny součástí – interní, web databáze

Barvy prvků pracovního prostředí

Kreslicí pomůcky v grafických systémech

Souřadnicový systém

Souřadnicový systém ve středních a malých systémech může být dvou typů:

- globální, světový (zpravidla je označován WCS – World Construct System)
- lokální, uživatelský (zpravidla je označován UCS – User Construct System)

Globální souřadnicový systém je v každém grafickém programu vždy k dispozici při zahájení práce. V okamžiku, kdy je potřebné dočasně posunout (změnit) polohu počátku ss do jiné pozice, poskytují systémy CAD nástroje pro vytvoření lokálního (dačského, uživatelského) souřadnicového systému.

Při určování polohy a velikosti entit v rovině (2D kreslení, modelování, skicování) například pro:

- počáteční a koncový bod úsečky
- střed kružnice nebo oblouku
- protilehlé rohy obdélníka
- atd ...

Zadání souřadnic libovolnou metodou se provádí nejčastěji pomocí (numerické) klávesnicel (viz. kap. Vybavení grafického pracoviště) ze použití několika způsobů zadání souřadnic:

- absolutní
- relativní
- polární

Pro kreslení úseček lze použít i metodu, která využívá techniky určení směru a zadání velikosti. Pro určení směru lze využít kreslicí pomůcku Pravoúhlé kreslení – Orto. Délka úsečky je relativní, tj. Vzdálenost od prvního nakresleného bodu.

Informaci o směru os souřadnicového systému podává ikona souřadnicového systému (viz. kap.

Rastr – Grid

Rastr je kreslicí pomůcka poskytující uživateli několik typů informací a možností použití:

- zobrazuje plochu (Meze - Limits), do které „je dobré“ umístit všechny objekty, které budou součástí tisknutého dokumentu⁴
- slouží k informaci o přibližné poloze a velikosti kreslených entit
- společně s zapnutým Krokem kurzoru – Snap, dovoluje vytvářet entity přesných rozměrů

Meze výkresu – Limits

Vodící linky – Guidelines

Vodící linky využívají převážně jen prezentační grafické programy. Slouží k přesnému umístění vkládaných objektů.

Úchopový režim – OSNAP

⁴ Nastavení tisku umožňuje definování rozsahu tisku a tedy je možné nastavit i tisk objektů, které se nacházejí mimo meze výkresu

Pravoúhlé kreslení – ORTO

Trasování – TRACE

Uzly a uzlová editace

Uzlová editace patří k nejdůležitějším a nejefektivnějším nástrojům pro ueditaci objektů v modelovém prostoru. Každá entita nebo objekt obsahuje ve své definici možnost úpravy s využitím uzlů.

Uzly jsou body umístěné v koncových bodech, na polovinách hran a oblouků, středy oblouků kružnic, kvadranty oblouků a kružnic

Nástroje uzlové editace jsou neptně rozdílné u prezentačních programů a u konstrukčních programů. Uzlová editace je

Vazby – Constraints

Hladiny / Layer(s)

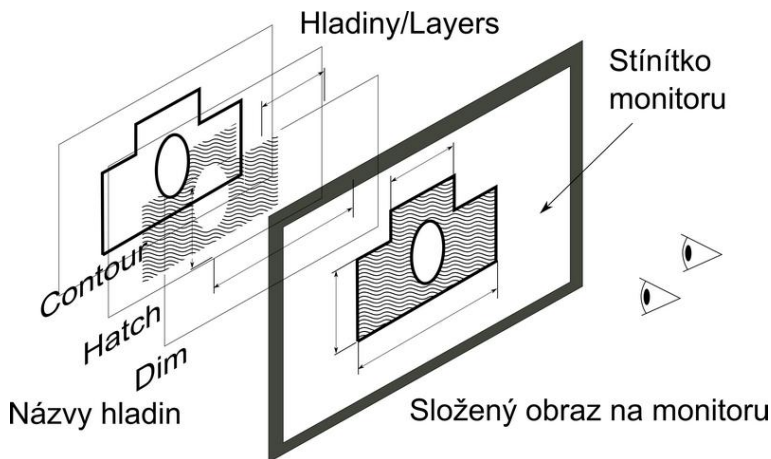
Cíl:

vysvětlit význam hladin
procvičit tvorbu hladin

Otázky k procvičení:

Co znamená zamčení hladiny

Hladiny/Layer(s) (v některých grafických systémech s českou lokalizací je možné se setkat s pojmenováním *Vrstvy*) slouží k rozčlenění zobrazení výkresu do překrývajících se vrstev. Jejich použití lze přirovnat k průsvitkám naskládaným na sebe v libovolném pořadí ale tak, že všechny mají společný roh - počátek 0,0, např. Levý dolní roh (zobrazení obsahu jednotlivých hladin však nutně nevyžaduje použití stejného měřítka zobrazení).



Používané vlastnosti hladin:

1. Název (jméno) hladiny (Název/Name)
2. viditelnost ve výkrese
3. zamezení editace – zamčení hladiny
4. barva
5. typ čáry
6. tloušťka čáry
7. výstup na tiskárnu

Je jasné, že ne všechny grafické programy nabízejí všechny vyjmenované vlastnosti. Program od programu má odlišné možnosti, přičemž lze kontaktovat, že všechny programy používají tyto tři vlastnosti:

- jméno hladiny
- viditelnost
- možnost zamčení

Aktuální/Current hladina

Do této chvíle nebyla vyjmenována jedna vlastnost hladin a to je vlastnost s názvem *Aktuální/Current*. *Aktuální hladina* je taková hladina, do které jsou vkládány všechny nové entity. Nově vložená entita nebo objekt přebírá dominantní/Default vlastnost hladiny. Kdykoli v průběhu práce je možné entitu přemístit do jiné hladiny. Přesunutím do jiné hladiny se automaticky změní i vlastnosti.

Doporučení pro práci s hladinami:

- Není dobré měnit vybraným entitám vlastnosti na jiné, než ty, které nastavuje hladina – ztrácí se tak kontrola, která entita leží v které hladině.
- Není vždy nutné aktuální hladinu měnit, když je potřeba do výkresu vložit entitu s jinými vlastnostmi než poskytuje právě aktuální hladina. Grafické systémy obsahují nástroje pro dodatečný přesun (roztřídění) nakreslených entit. Tento způsob práce „vlození“ entit, které mají mít různé vlastnosti (např. obrys čáry, neviditelné čáry a osy) do jedné hladiny a pozdější „roztřídění“ zrychlí práci při kreslení
- Odstranění hladin je v grafických systémech možné zpravidla pouze v tom případě, že hladina neobsahuje žádné entity. Pokud se hladina s entitami vybere k vymazání, systém vypíše hlášení, že tuto hladinu nelze

odstranit. Některé systémy na skutečnost, že obsahují entity upozorní s dotazem, zda se má pokračovat v odstraňování vybraní hladiny.

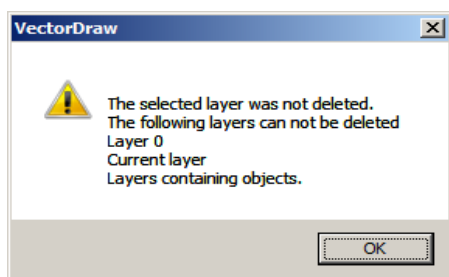
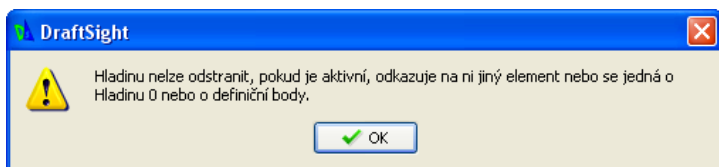
- Pokud výkresový soubor obsahuje velké množství hladin (mohou jich být i řádově stovky) je dobré výkres „vyčistit“ od nadbytečných hladin. Ve středních systémech se často používá příkaz *Čisti/Purge* (AutoCAD a programy od něj odvozené).

Název (jméno) hladiny

jednoznačným identifikátorem s seznamu hladin je jejich jméno. Hladiny

Hladina 0 (nula)

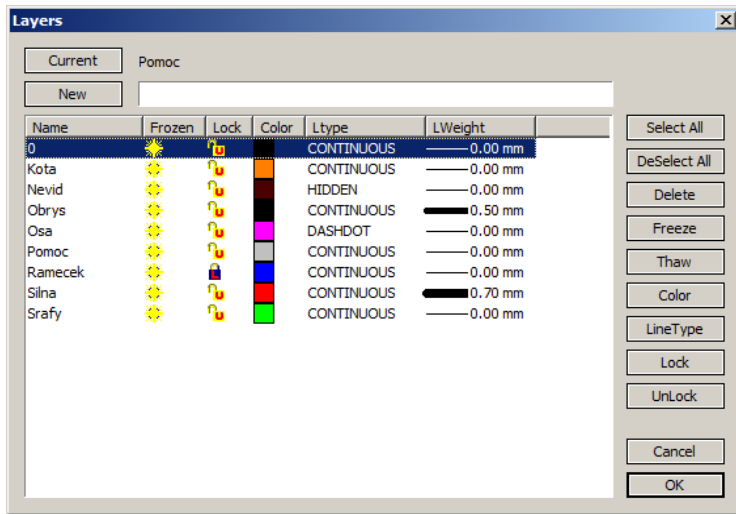
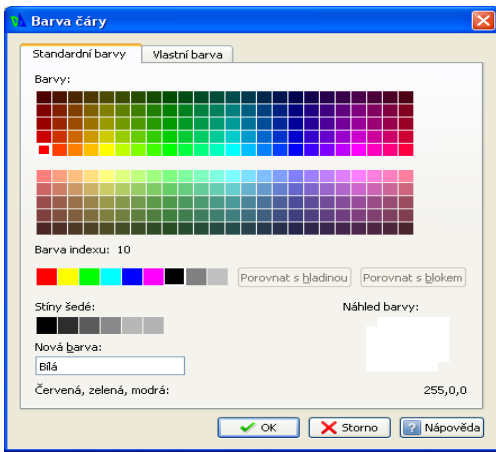
Ve všech grafických programech je při zahájení práce potřebná alespoň jedna výchozí hladina. Zpravidla je označena jako hladina 0 (nula). Tato hladina je v grafickém jedinečná a proto zpravidla nejde přejmenovat ani odstranit ze seznamu hladin. Některé grafické programy výchozí hladinu používají při editacích, například rozložení kót na entity, které pak jsou uloženy do hladiny 0 pro další zpracování.



V průmyslové praxi je zpravidla nutné definovat (standardizovat) vlastnosti hladin z toho důvodu, aby konstruktéři pracující na jednom projektu měli jednoznačný přehled, jak která vlastnost zobrazených entit souvisí s hladinami, například kvůli snadnému vypnutí hladin (a tedy objektů), které v daném okamžiku tvorby projektu nejsou potřeba vidět. Vypnutí hladin snižuje počet zobrazených entit a tedy zvyšuje grafický výkon počítače.

Nyní je bude uveden jeden z příkladů, jak by mohlo být standardní nastavení vlastností hladin. Nastavení hladin je jednou ze součástí *šablony dokumentu/ Templates*. Šablony dokumentu jsou používány zejména středními a velkými systémy CAD.

| Název | Barva jméno | Barva číslo | Styl čáry | Tloušťka čáry | Příklad použití | Poznámka |
|-------|-------------|-------------|------------|---------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0 | bílá | 7 | | | | AutoCAD, DraftSight |
| Obrys | bílá | 7 | Plná | | | |
| Osy | fialová | 6 | Čárkovaná | | | |
| Nevid | cihlová | 12 | Čerchovaná | | | |
| Srafy | zelená | 3 | Plná | | | |
| Koty | žlutá | 2 | Plná | | | |
| Text | modrá | 5 | Plná | | | |
| Slaba | šedá | 9 | Plná | | | |
| Silna | červená | 1 | Plná | | | |
| Pomoc | šedá | 8 | Plná | | Pomocné konstrukce (pomocné čáry) | |



Viditelnost a zamčení hladin

Mezi nejdůležitější vlastnosti hladin je možnost řídit jejich viditelnost a možnost zamčení. V případě viditelnosti hladin se nejedná o viditelnost hladiny jako takové, ale viditelnost obsahu hladiny, tedy všeho, co hladina obsahuje. To samé platí i o uzamčení hladiny, kdy je ochráněn obsah hladiny před nechtěnými zásahy (editacemi).

Rozdíl mezi potlačením viditelnosti a uzamčením spočívá ve způsobu zobrazení: neviditelnost dočasně „odstraní“ entity z výkresu, jsou tedy vyjmuty se všech editací (protože nejsou vidět, nejde s nimi manipulovat a tedy ani smazat). Zamčení ponechá entity zobrazené ve výkrese a zamezí možnost jejich editací (tedy zamezí například posunutí nebo vymazání) ale poskytne možnost napojování například na koncové body, umisťovat entity v definovaných vzdálenostech od zamčených entit.

Pro řízení viditelnosti a zamčení hladin se používají zpravidla tato nastavení:

- Ano-Ne/On-Off
- Rozmrazená-Zmrazená/Unfreeze(Thaw)-Freeze
- Odemčená-Zamčená/Unlock-Lock

První dvě volby viditelnost entit v hladinách buď zapínají nebo vypínají. Rozdíl ve Vypnutí hladiny a jejím zmrazení spočívá v způsobu aktualizace informací.

Viditelnost entit ve hladinách, které není nutné mít v daném okamžiku práce ve výkrese zobrazené, je možné vypnout – „potlačit“. Důvody změny viditelnosti entit mohou být například tyto:

- úprava obrysu šrafované oblasti – šrafy komplikují výběr obrysu, proto je hladina se šrafy dočasně vypnuta
- ve výkrese se nachází velké množství překrývajících se obrysů (podlaží budovy) – pro práci pouze na konkrétním podlaží se hladiny s aktuálně nepotřebnými podlažími vypnou
- výkres obsahuje velké množství entit a zvětšení nebo zmenšení pohledu pomocí kolečky myši již není plynulé – aktuálně nepotřební hladiny se dočasně vypnou
- ve výkrese je uloženo několik variant řešení technického problému – řešení aktuálně nepotřebná jsou vypnuta

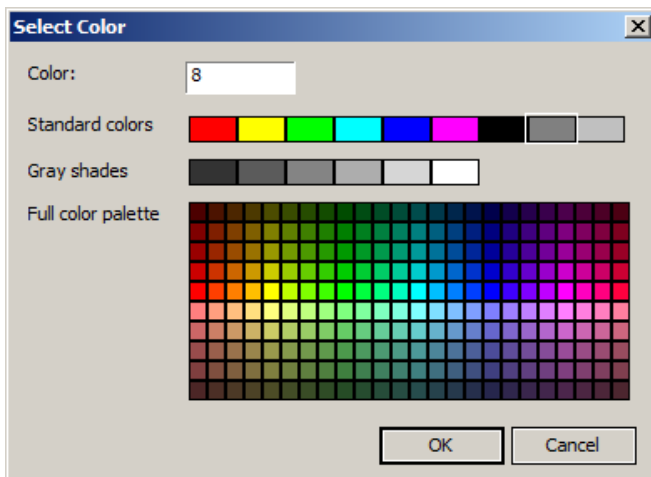
Samozřejmě, že důvodů, proč hladiny vypínat je nepřeberné množství.

Barva hladiny (barva entit ve hladině)

Každé hladině lze přiřadit výchozí (default) barvu. Výchozí barva je vždy použita pro nově vkládané entity⁵. Pro nastavení barvy se používají barevné palety.

Systémy vycházející ze „standardu“ programu AutoCAD používají několik typů palet. Výchozí palety jsou následující:

- Paleta standardní (Standard colors, Standard palette) – výchozí barvy s čísly 1-9
- Paleta rozšířená (Full Color)
- Paleta šedých barev (Gray scale, Gray shade) – odstíny šedé s čísly 250-255



Přiřazení barev hladině z palety standardních

Používají se další typy palet, se kterými je možné se setkat zejména ve středních systémech CAD, například:

- RGB (Red-Green-Blue)
- HLS, HSV (HSB)– Hue-Light-Saturation, Hue-Saturation-Value
- CMYK??? (Cyan-magenta-Yellow-black)
- Panthone

tyto barevné palety však nejsou pro definování výchozí barvy hladiny důležité. V tvorbě výkresové dokumentace není podstatné odstín barvy jako jednoznačné odlišení jednotlivých entit.

Doporučení pro přiřazování barev hladinám:

- používat zejména barvy ze Standardní palety barev – doporučení více méně praktické, protože při výběru barvy se nemusí zdlouhavě listovat seznamem barev
-

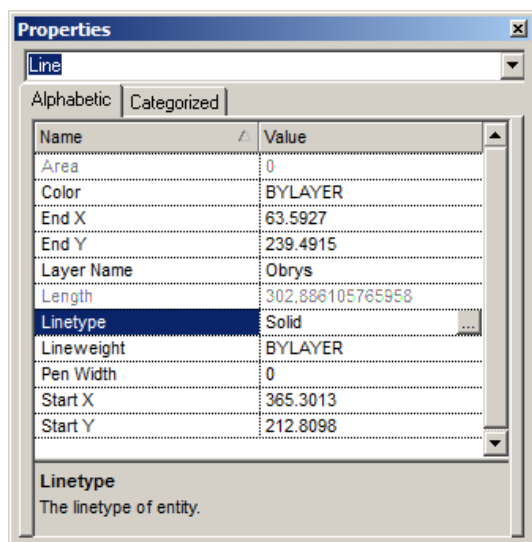
⁵ Nové vložení entity není kopírování nebo zrcadlení entit – v tomto případě si entity ponechávají vlastnosti a tedy i barvu entity výchozí - rodičovské

Typ (styl) a tloušťka čáry ve hladinách

Zvolený typ čáry je dán, ve strojírenských výkresech, normami technického kreslení. Obecně lze říci, že typ čáry závisí na každém uživateli. V hladinách se, stejně jako barva, přiřazuje výchozí (default) typ čáry dané hladině. Není dobré, zejména z důvodu ztráty přehledu o přiřazení entity hladině, v jedné hladině kombinovat několik typů čar. Může to vést například k tomu, že uživatel požaduje vypnutí (viz. kap. Viditelnost hladin) všech čerchovaných čar a přepokládá, že všechny čáry jsou umístěny v hladině Osy. Pokud se některé čáry na výkrese zůstanou zobrazeny, je potřeba zjistit jejich umístění v hladinách⁶

Typy čar používaných v technických výkresech – stručný výpis:

| název | | použití |
|------------|----------------------|-------------------------|
| ByBlock | | |
| ByLayer | | |
| Continuous | | Obrysové čáry |
| Center | Dlouhá a krátká čára | Osy symetrie |
| Dashdot | Dlouhá čára - tečka | Osy symetrie |
| Dashed | čárkovaná | |
| Hidden | čárkovaná | Obdoba typu čáry Dashed |
| Border | 2xdlouhá - tečka | |
| Dot | Tečkovaná čára | |
| Divide | Čára – dvě tečky | |
| Phantom | | |
| ZigZag | | |



6 Programy, které vycházejí ze standardu AutoCAD používají příkaz v příkazovém řádku List/ Výpis nebo je možné zjistit informace o entitě v panelu Vlastnosti/Properties – panel Vlastnosti umožňuje přesun entity mezi hladinami, příkaz List jen informuje o vlastnostech entity

Seskupování entit do jednoho celku – Bloky

Blok

Blok s atributy

Rozložení bloku

Pořadí objektů ve výkresu – překrývání

Techniky překrývání využívají zejména prezentační grafické programy.

Výběrové režimy

Výběrový režim je nástroj a současně technika výběru entit a objektů (prvků) v rovině i v prostoru. Výběrový režim se aktivuje nejčastěji v okamžiku editací (úprav) existujících prvků. K editacím je možné zařadit například:

- vymazání (odstranění)
- posunutí
- kopírování
- otočení
- atd...

Zpravidla se režim výběru aktivuje způsobem použití kurzoru. Samo

Výběrové režimy :

- ukázáním
- oknem
- křížením
- polygon – okno
- polygon – křížení
- napříč - Fence
- 3D výběr podívat se na SolidWorks

Výběr ukázáním

je nezákladnější způsob výběru objektů a spočívá v ukázání a kliknutí kurzorem. V systémech CAD je kurzor složený z nitkového kříže a výběrové oblasti (Pick size)

2D modelování (kreslení) a editace

Kreslicí nástroje

Entity

Entity jsou základní prvky kreslení, které není možné běžnými nástroji dělit na menší. K entitám lze zařadit:

- úsečka (přímka)– line
- oblouk – Arc
- Kružnice – Circle
- Elipsa - Ellipse

V systémech CAD, zejména ve středních a velkých se vyskytují dva typy entit:

- tvořící
- konstrukční

Tvořící entity jsou takové které vytvářejí:

- obrysy dílu (2D kreslení ve středních systémech)
- přířelky skic (3D modelování ve středních a velkých systémech)



Konstrukční entity slouží k usnadnění umístění

Konstrukční čáry mají v prezentačních programech obdobu ve vodících linkách.

Kreslení úsečky

Úsečka (v některých grafických systémech též Přímka – z hlediska geometrické definice se nejedná o synonyma ale v počítačové grafice je tomu naopak)

Významné body na úsečce z hlediska napojení (úchopu) navazujících objektů jsou:

- Koncový bod/End Point (Vertex)
- Polovina/ Midpoint



Multičáry

Konstrukční čáry - X-line

Kreslení oblouku

Kreslení kružnice

Objekty

Objekty jsou prvky kreslení, které jsou složeny z několika entit

- Obdélník – Rectangle
- Polygon – rovnostranný n-úhelník
- Spline

Křivky

Bézier

NURBS

Editační nástroje

Editační nástroje lze rozdělit na několik typů operací:

- změna polohy a tvaru
- kopírovací nástroje
- speciální
- práce s textem a kótami

Změna polohy a tvaru:

- Posun/ Move
- Otočení/ Rotate
- Ořezání/ Trim
- Prodloužení/ Extend (Length)
- Protážení/Stretch
- Měřítko/ Scale
- Rozdělení/Break
- Spojení/Join

Kopírovací nástroje:

- Kopie/ Copy
- Pole/Array
- Ekvidistanta/ Offset
- Zrcadlení/ Mirror

Speciální typy

- Vymazání/ Delete
- Rozložení/ Explode

Posun/Move pracuje v těchto krocích:

- výběr entit, které mají změnit svoje umístění v pracovní rovině (skicovací rovině)
- výběr referenčního bodu (bod od kterého se měří vzdálenost posunutí)
- cílové umístění – zadání pomocí relativních nebo absolutních souřadnic

3D skicování

Pro tvorbu trajektorií v prostoru se používají tzv. 3D skici.
3D skica je vhodná pro tyto úlohy:

- kostra svařované konstrukce
- střednice potrubní trasy nebo kabeláže

Modeláře v grafických systémech

Objemový modelář

Objemová modelář je nástroj pro vytváření prostorových virtuálních modelů které uživatelé nabízejí informace:

- informace o povrchu včetně uzavřených povrchu dutin
- informace o rozměrech modelu
- informace o hmotnosti (v závislosti na přiřazeném materiálu nebo měrné hmotnosti)

Informace o hmotnosti je důležitým parametrem pro výpočet hmotnosti celé sestavy.
Do objemových dílů se řadí i díly plechové (Sheetmetal)

CSG

CSG – *Constructive Solid Geometry*, v české literatuře je tento modelář označován pojmem *konstruktivní geometrie*

Primitiva jsou v CSG modeláři reprezentována tvarově jednoduchými prostorovými objekty. Zpravidla je v systémech CAD dostupných šest typů primitiv:

- kvádr
- válec
- koule
- kužel
- klín
- anuloid

Vyskytují se ale i rozšířené sady primitiv, které obsahují primitiva typu:

- polokoule
- kužel

Obě sady primitiv jsou doplněny o modelovací nástroje pro zaoblení (Fillet) a zkosení (Chamfer) hran. Pomocí kombinací primitiv a editačních nástrojů (posunutí, otočení, změna měřítka) lze vytvořit většinu běžných tvarů, které se vyskytují ve strojírenských aplikacích.

CSG modelář je však obtížně použitelný v oblasti průmyslového designu, ve výtvarném umění.

Boolean operace:

- součet
- rozdíl
- průnik

Názorný obrázek ukazující použití Boolean operací nevystihuje skutečný postup modelování. Například v případě, kdy je potřeba vytvořit válcovou trubku pomocí dvou válců, musí být tyto válce v modelovém prostoru soustředné a nikoli ležet každý v jiné části tak, jak je uvedeno právě na [obr.xx](#).

BREP

Boundary Representation – hraniční reprezentace.
Každé těleso je prezentováno hraničními pláty??

Plošný modelář

Plošný modelář vytváří prostorové objekty, které tvoří buď otevřenou nebo uzavřenou geometrii

Plošný model lze řešit na objemový

Hraniční modelář

SSSS

Hraniční modelář s dělením ploch

SSSS

Stromová struktura, historie vzniku modelu

V každém grafickém programu se uchovává informace o vzniku modelu. Informace mohou být dvoje typů:

- dočasná informace
- trvalá – stromová struktura, historie vzniku

V praxi se vyskytují

Shrnutí onformací o modelářích

V mnoha případech uživatel na první pohled nepozná, zda se jedná o plošný nebo objemový model. Prvním kritériem pro odhad o jaký typ modelu se jedná je geometrie otevřená nebo uzavřená

Téměř ve všech systémech CAD je možné spojovat objemové a plošné modely do jednoho celku. Příkladem může být například seříznutí hrany válce přímkou (buď rotací nebo vysnutím ... [doplnit obr](#))

Tvorba výkresové dokumentace pomocí systémů CAD

CAX technologie při zahájení práce na projektu

Prvním krok při zahájení vývojových prací není úplně spojen s využitím počítačů. Podle typu úvodní projektových činnosti se může jednat buď o:

- inovaci stávajícího díla
- vývoj zcela nového díla

V případě inovace stávajícího díla může sloužit jako podklad pro úvodní studie existující výkresová dokumentace popřípadě existující modely.

Prvními kroky při tvorbě zcela nového díla jsou zpravidla grafické studie, grafické rozvahy, náhledy na možná konstrukční řešení. Všechny tyto kroky jsou spojeny s tvorbou skic, tedy kreslením od ruky.

Výsledky činnosti (skici) se využívají následujícími způsoby:

- sdílení informací s řešitelským kolektivem
- archivace nápadů
- v prezentačním programu pro úvodní vizualizace
- v konstrukčním programu slouží jako podklad (pozadí) pro tvorbu virtuálního modelu

Každou skicu je možné převést do elektronické podoby skenováním. Po naskenování je elektronická podoba zprostředkována pomocí rastrových dat.

Rastrová data nesou informaci, která obsahuje informace o poloze a barvě pixelu

Rastrová data nejsou zpravidla jenouduše použitelná v systémech CAX, konkrétně například v systémech CAD/CAM. Aby bylo možné využít je možné je převést na data vektorová. Proces převedení rastrových dat na vektorová se označuje pojmem vektorizace nebo někdy trasování (toto trasování má jiný význam, než pojem Trasování při vytváření skic).

Vektorizace je prováděna několika způsoby:

- automaticky
- poloautomaticky
- manuálně

Vektorizace Automatická je vhodná pro předlohy, které neobsahují příliš velké množství parazitních čar.

Vektorizace manuální se provádí buď s využitím specializovaného programu, který umožňuje režim manuálního převedení rastrových dat na vektorová nebo se použije například systém CAD do kterého se importuje naskenovaná předloha jako obrázek.

7 Pixel (Picture Element) – nejmenší obrazový bod, který je schopný monitor nebo tiskárna zobrazit nebo skener sejmout na předloze. V barevných zařízeních je pixel složen ze tří barevných prvků – monitory používají barvy RGB (subtraktivní míchání barev) tiskárny CMYK (aditivní míchání barev - poslední písmeno je odvozeno od slova black – barevná tiskárna složením barev CMY nevytvoří systé černou barvu, proto je černá tisknuta svoji vlastní barvou). Velikost pixelu nesouvisí s fyzikální jednotkou délky. Velikost pixelu je závislá na technickém řešení zařízení a může mít rozměr řádově desítky mm a až po cm v případě reklamních a informačních tabulí

Zahájení práce s grafickým programem

Režimy zobrazení – ZOOM, realistické zobrazení

Nejčastěji používaná činnost, kterou uživatel vykonává v grafických systémech, je změna pohledu. Tato činnost je často označována pojmem ZOOM. Pro změnu pohledu se používá několik různých technik, které jsou závislé na tom kterém programu. Ve způsobu změny pohledu neexistuje standardizace, vyskytuje se však několik společných způsobů ovládní, takže uživatel může intuitivně, bez velké časové ztráty, najít techniky, pro změnu pohledu.

Protože se jedná o velice častou činnost, je nutné, aby uživatel způsob ovládní zvládl naprosto intuitivně a seznámení s technikami změny pohledu patří k prvním činnostem po spuštění libovolného grafického programu.

Pro změnu pohledu se používá několik účinných typů zařízení a technik:

- pouze myš
- kombinace myši a tlačítek na klávesnici
- speciální vstupní zařízení – SpaceBall, TrackBall (viz. Kap. ... vybavení grafického pracoviště)
- výběr z předdefinovaných pohledů
- výběr z uživatelem uložených pohledů

Ke změně pohledu je ještě v některých případech použít i prvky pracovního prostředí, například posuvníky (tažítka??), jinou možností je využití kurzorových šipek. Obě tyto techniky však nepatří k efektivním z hlediska snadnosti ovládní a slouží spíše jako nouzové řešení, například v případě, kdy není dostupná myš nebo při prezentacích, kdy stačí nastavení pohledu „přibližně“.

Použití myši

Prostřední tlačítko (MB) myši je spojené s nástroji pro změnu pohledu. Zpravidla je prostřední tlačítko přiřazeno takto:

- 2D systémy CAD a 2D grafické programy – PAN
- 3D systémy CAD – Orbit
- existují i výjimky, kdy orbit se spustí současným stisknutím prostředního a pravého tlačítka myši (CATIA)

Kombinace předdefinovaných kláves a tlačítek na myši

(podrobnější info viz tab xxxx)

Pro změnu pohledu se používají kombinace:

- klávesy Ctrl, Shift, popřípadě Alt ve spojení s prostředním tlačítkem
- klávesa Ctrl v kombinaci s pravým, levým a prostředním tlačítkem myši

Vzhledem k tomu, že v ovládní změny pohledu v systémech CAD neexistuje standardizace, je při přechodu z jednoho programu na druhý provést krátké „zacvičení“.

Základní typy změny pohledu, které jsou spojeny s ovládním pohledu pomocí myši s kombinací kláves

- Otočení/Orbit (3D Orbit)
- Posun/ PAN (Move)
- Změna měřítka/ZOOM (QuickZOOM)

Nástrojové panely obsahují další možnosti změny pohledu, které se vybírají pomocí kurzoru:

- Okno/Window (ZOOM – zvětšení vybrané obdélníkové oblasti)
- Maximálně/Extends (Fit)
- Meze/ Limits
- Vše/ All
- Předchozí pohled/ Previous
- Zvětšení/ZOOM In

- Zmenšení/ZOOM Out
-
- Pohled na vybraný prvek
- Pohled na vybranou plochu

Ve středních a malých systémech CAD se používají postupy zadání změny pohledu pomocí příkazového řádku, zpravidla pomocí příkazu ZOOM.

ZOOM Okno/Window

Tento příkaz je zastoupený ve všech grafických programech a používá se vymezení obdélníhového výřezu, kterým se má maximálně vyplnit modelový prostor. Při volbě proporcí obdélníka je vhodné respektovat poměr stran modelového prostoru. Nemá příliš význam vybírat objekty oknem kde jedna ze stran je svoji velikostí téměř shodná s velikostí modelového prostoru a kolmá strana podstatně kratší – výsledné zvětšení pohledu je zanedbatelné.

ZOOM Maximálně/Extends (Fit)

zobrazí v modelovém prostoru všechny objekty, které jsou do něj umístěny. Tento nástroj je vhodný například pro kontrolu modelového prostoru v případě, že je do modelového prostoru vložený objekt, který se ale není vidět (může se jednat například o bod, který se umístí na souřadnice 1000,0 místo původního požadavku 100,0). Pomocí příkazu ZOOM maximálně lze tedy kontrolovat obsazení celého modelového prostoru a odstraňovat nechtěně umístěné objekty. Příkaz maximálně je obsažený i v tiskových úlohách a pokud nebyla dříve provedena kontrola umístění objektů, může tisk proběhnout neočekávaným způsobem, kdy je výkres vytisknut při jednom okraji plochy papíru a v protilehlém rohu je vytisknut nechtěný objekt.

ZOOM Meze/ Limits

zobrazí uživatelem nastavené, nebo předdefinované meze modelového prostoru (kreslicí plochy). Pokud se nachází libovolný objekt vně mezí, je zobrazen také. Tento nástroj je obsažený zejména v malých a středních systémech CAD a je spojený s možností nastavení mezí modelového prostoru.

ZOOM Vše/All

nástroj pracuje podobně jako maximálně. Rozdíl spočívá v kombinaci zobrazení mezí a objektů, které se nacházejí vně mezí. Pokud jsou všechny uvnitř mezí, je modelový prostor maximálně vypněn mezemi, pokud se však mimo mezí nachází libovolný objekt, je modelový prostor vypněn maximálně mezemi a objektem (objekty) vně mezí.

ZOOM Předchozí/ Previous

slouží k vrácení pohledu nebo několika předešlých pohledů. Tato možnost je používána zejména při prezentacích, kdy lze pohled navrátit například pro podrobnější vysvětlení problému.

ZOOM Uvnitř/ Vně

pomocí tohoto nástroje se postupně po krocích přibližuje nebo oddaluje náhled na objekty v modelovém prostoru. Krok zvětšení nebo zmenšení je zpravidla nastavitelný v systémových nastavení programu. zvětšení nebo zmenšení probíhá zpravidla vzhledem k pomyslnému středu modelového prostoru.

ZOOM Na vybraný prvek

tato možnost zobrazení se nachází zejména ve velkých systémech CAD, ale používají i střední systémy. Nástroj pracuje tak, že vybraným objektem nebo objekty maximálně vyplní modelový prostor. Využití této volby je například v okamžiku editací sestav, když je potřeba detailně zobrazit zejména vybrané objekty (ostatní objekty jsou v modelovém prostoru zobrazeny také)

ZOOM na vybranou plochu

obdobně jako ZOOM na prvek pracuje u tento nástroj. Rozdíl oproti předchozímu spočívá v tom, že vybraná plocha (musí být rovinná) se zobrazí kolmo k uživateli (rovnoběžně s plochou obrazovky). Tohoto nástroje se používá například v okamžiku, kde je nutné zobrazit profil (skicu) pro další úpravy.

Předdefinované pohledy - Views

slouží k rychlému nastavení pohledu například při prezentacích (Předdefinované pohledy jsou pro uživatele přehledné a nahrazují například výkresové pohledy), jsou však obecně použitelné v běžném modelování, například pro vizuální kontrolu vzájemné polohy objektů. Předdefinované pohledy jsou dostupné ve všech programech, které pracují s 3D geometrií.

- Horní/Top
- Přední/ Front

- Zadní/ Back
- Pravý/ Right
- Levý/ Left

Velice často se při modelování používá volba Horní/Top, které slouží k nastavení pohledu na aktuální souřadnicový systém nebo pracovní rovinu.

Pohled na pracovní rovinu

je obdoba pohledu Horní/ Top. Tento typ pohledu zobrazí aktuální pracovní rovnu kolmo k uživateli.
(xxx popsat konkrétní použití v CAD XXX)

Kurzorové šipky

Pro posun ve pohledu ve 2D systémech nebo otočení pohledu ve 3D systémech lze použít kurzorové šipky. Tyto klávesy se však používají zejména při prezentacích, při standardní konstrukční činnosti je spíše vyjimečný způsob ovládání, který je dán specifickou polohou kurzorových šipek na klávesnici: pro pravou ruku jsou příliš daleko a levá ruka je lépe využitelná při ovládání myši. Podstatně se však změní situace v případě, kdy se používá externí numerická klávesnice ovládaná levou rukou (z pohledu praváka). V tomto případě je již přístup ke kurzorovým šipkám pohodlný a změna pohledu se dá kombinovat společně s použitím myši.

Promítání

Kromě technik změny pohledu je vhodné se seznámit s možnostmi zobrazení (projekcí, promítání) prostorových objektů: při prostorovém zobrazení je možné využít několika typů perspektivního zobrazení:

- Paralelní – výchozí zobrazení v strojírenských aplikacích (Orthographics view – 3D Wings)
- Izometrický
- Trimetrický
- Dimetrický

Paralelní promítání je nejčastějším typem používaným ve strojírenství, izometrické a další typy promítání jsou naopak nejčastěji využívány v architektuře nebo designu.

První spuštění grafického programu

Při prvním spuštění programu je potřeba, kromě seznámení s technikami ovládání pohledu, provést kontrolu, popřípadě změnu výchozích (Default) nastavení programu. Kontrola a nastavení se týká zpravidla těchto oblastí:

- nastavení fyzikálních vlastností – měření délek, hmotnosti atd.
- nastavení systémových vlastností – cesty k souborům šablon, normalizovaných dílů, dočasným souborům, atd.
- Přizpůsobení pracovního prostředí – pozadí modelového, popřípadě výkresového prostoru, vzhled kurzoru, instalace nástrojových panelů
- vytvoření nebo úprava šablon dokumentů

Nastavení možností programu je zpravidla obsažené v nabídce Nástroje/Tools (roletové menu, pruh nabídek) Možnosti/Properties (AutoCAD a programy od něj odvozené)

TurboCAD používá nabídku Nastavení → Nastavení programu

Některé grafické pro používají pro nastavení vlastností nabídku Soubor/File (A9CAD – General Setting) nebo nabídku Edit a volbu Settings (CoCreate)

Nastavení jednotek lze tedy očekávat v nabídkách s názvy:

- Properties
- Settings

První spuštění – nastavení Možností

Nastavení fyzikálních jednotek

Nastavení fyzikálních jednotek se ztahuje na tyto nástroje:

- měření délky
- měření úhlů – úhly jsou v grafických programech zpravidla měřeny od horizontální osy, kladné hodnoty úhlů směřují proti směru hodinových ručiček a úhle 0° směřuje na východ, tj. Směrem zleva doprava⁸
- hmotnost⁹

U všech nastavení fyzikálních jednotek je možné určit i přesnost. Nejedná se však nastavení přesnosti kreslení, ale o počet zobrazovaných desetinných míst. Desetinná místa, která nejsou zobrazována zůstávají uchována na pozadí bez změny a dále slouží k zaokrouhlení zobrazené hodnoty. Pro ilustraci je možné uvést příklad:

| Přesnost | Zadaná/uchovaná hodnota | Zobrazená hodnota |
|----------|-------------------------|-------------------|
| 0.1 | 0.135 | 0.1 |
| 0.01 | 0.135 | 0.14 |
| 0.001 | 0.135 | 0.135 |

⁸ V zadávání úhlů existují výjimky, kdy například geograofické systémy definují úhel 0°směrem vertikálním na sever, tj zdola nahoru

⁹ Hmotnost je vypočítána pro 3D model a její hodnota závislá na zadané měrné hmotnosti. Měrná hmotnost je zadána buď uživatelem nebo po přiřazení materiálu z knihovny materiálů.

Nastavení systémových vlastností

Úprava pracovního prostředí

z hlediska ergonomie pracovního prostředí hraje velkou roli barva pozadí modelového popřípadě výkresového prostoru. V případě malých a středních systémů je nejčastěji pozadí v barvě černé¹⁰ nebo bílé.

¹⁰ V případě, že je zvolena barva pozadí černá, jsou černé entity (barva je definována například ve vlastnostech hladiny/layer) vykreslovány barvou inverzní, tedy bílou, ovšem při tisku výkresové dokumentace entity přebírají svoji skutečnou barvu, jsou tedy tisknuty černě

Vytvoření a používání šablon dokumentů

Díl

Uživatelské vlastnosti jsou určeny pro identifikaci souboru dílu, zpravidla obsahují předdefinované (pevné) vlastnosti definované používaným systémem CAD a dále umožňují přidat detailní informace, které jsou důležité pro přesnou a úplnou identifikaci dílu. Do uživatelských vlastností lze zařadit tyto informace:

- název dílu
- autor
- podívat se do SW a Pro/E....

Sestava

Výkres dílu

Výkres sestavy

Kusovní/Rozpiska

Pozice

Výkres plechového dílu

Obsahuje speciální typ pohledu – rozvinutý tvar

Výkres svařence

Obsahuje speciální typ tabulky – tabulku přířezů

Pozice

Šablona výkresu vyžaduje definování těchto vlastností:

- vzhled kót
- vzhled písma
- definování rámečku výkresu
- definování popisového pole

Kóty se skládají ze tří hlavních prvků:

- vynášecí čáry
- kótovací čára
- kótovací text

Prvky nastavení vzhledu kót:

- vlastnosti vynášecí čáry
- zakončení kótovací čáry
- přerušování kótovací čáry
- umístění kótovacího textu

Kótovací text:

- přesnost
- zobrazení počátečních a koncových nul

Nastavení vlastností výkresu

Vzhled kót

Vzhled popisů

Běžná práce

Získání informací z modelu a výkresu

Měření – Measurement

měření vzdálenosti v rovině a prostoru

Vlastnosti dokumentu

souhrnné informace obsažené s souboru dílu, sestavy a návaznosti na kusovník

Vizualizační nástroje v systémech CAD

Vizualizace je proces zobrazení 3D virtuálního modelu. S vizualizací také souvisí kvalita zobrazení. Kvalita zobrazení je nástroj, pomocí kterého se nastavuje stupeň aproximace obloukových (tedy i kruhových) hran pomocí přímek. Většinou se tomuto nastavení říká **vyhlazení**. (každý oblouk je v grafických programech vykreslován sledem přímek stejné délky, které nahrazují – aproximují skutečný tvar *nakreslit obrázek aproximace oblouku a udělat příklad v Solidu*).

Stupeň aproximace ovlivňuje grafický výkon počítače. Čím vyšší je nastavena úroveň vyhlazení, tím větší je potřebný výkon procesoru grafické karty.

Nízká úroveň vyhlazení může v procesu modelování vést k zmatení uživatele, který v místě vložené kružnice, při určité velikosti přiblížení vidí zobrazený 8-mi úhelník (příklady zobrazení nízké vyhlazení oblouků)

Vizualizace v grafických programech slouží k několika účelům:

- usnadnění modelování – zpřístupnění neviditelných hran pro napojení nové geometrie
- kontrola vytvořené geometrie – potvrzení, že například hrana skutečně představuje hranu otvoru
- prezentační účely – informace o výsledném tvaru díla

Podle účelu vizualizace je možné rozdělit na vizualizaci:

Nízké úrovně:

drátové zobrazení/Wireframe
skryté hrany/Hidden line
stínování /Shade
stínování s hranami/ Shaded Wireframe
rendrování/ Rendering

Vysoké kvalita:

Raytracing
Raycasting
Radiozita/ Radiosity

Vizualizace nízké úrovně – Drátový model

Z hlediska historie grafických programů se jedná o první typ zobrazení 2D i 3D geometrie. Přestože je to první nástroj vizualizace, jedná se stále o často používaný způsob zobrazení. Jeho předností je zejména nízký nárok na výpočetní výkon grafické karty

Možnosti vizualizace GoogleSketchUp

- X-Ray
- Back-Edges
- Wireframe
- Hiddenline
- Shaded
- ShadedWith Textures
- Monochrome

Možnosti vizualizace SolidWorks

Pro zobrazení nižší úrovně používá tyto režimy práce
Pro realistické zobrazení je využit modul View360??

Podle nároků na výkon grafické karty lze seřadit vizualizační nástroje takto:

- Drátový model
- Stínovaný nebo Skryté hrany
- Stínovaný s hranami

- Zobrazení neviditelných hran

Z tohoto pořadí je zřejmé, kdy je vhodné který režim zobrazení zvolit. V průběhu modelování zpravidla stačí mít k dispozici nástroje nebo postupy, které dovolí rychlé přepínání mezi drátovým zobrazením a zobrazením stínovaným s hranami.

Technické výpočty v systémech CAD

Technické výpočty jsou nedílnou součástí konstrukčních prací. V systémech CAD jsou přístupné několika způsoby:

- moduly, které jsou přímo součástí systému CAD
- napojení na aplikaci propojící CAD a tabulkový procesor
- napojení na externí tabulkový procesor

Výpočtové nástroje pracují na dvou principech:

- analytické výpočty
- využití metod konečných prvků MKP (FEM – Finit element Method) popřípadě metod hraničních prvků (BEM – Boundary element method)

Externí aplikace pro technické výpočty

MitCALC

Simulace a animace v systémech CAD

Formáty grafických dat

Databáze součástí

V konstrukci téměř každého strojírenského výrobku se nacházejí normalizované díly (spojovací materiál, ložiska a další) nebo díly vyráběné třetí stranou jako například ozubená kola, motory, hydraulické a pneumatické prvky. Z důvodu úspory času je jeví jako nanejvýš vhodné, aby takovéto součásti nebylo nutné modelovat vždy znovu, ale aby byly dostupné již hotové. Navíc výše uvedené součásti jsou jasně určených tvarů a rozměrů, takže u nich odpadá požadavek jejich snadných editací, tedy kromě požadavku na snadnou změru hlavních rozměrů.

Databáze součástí určené pro systémy CAD jsou dostupné jako:

- interní
- externí – zpravodla databáze poskytované prostřednictvím služeb Internetu

SketchUp

Komunikace mezi systémy CAD

Pro předávání informací na úrovni firmy nebo mezi spolupracujícími firmami je nezbytně nutné vlastnit programové vybavení, které umožní prohlížení výsledků práce vývojového nebo konstrukčního oddělení všemi zainteresovanými osobami nebo skupinami osob. Informace o výsledcích projektu je nezbytná například i pro činnost obchodního oddělení. Významným nástrojem je i využití možností internetu a zejména internetových prohlížečů pro prohlížení a sdílení dat.

Komunikace mezi systémy CAD může probíhat na několika různých úrovních. Podle toho, jakým způsobem mezi sebou zainteresované osoby komunikují, je možné rozdělit na:

- Aktivní – jedná se o využití Internetu nebo Intranetu a nástrojů pro vedení konferencí. V nejjednodušším případě je dobře použitelná aplikace Skype s využitím přenosu audio a video informací, kdy není možné pracovat přímo s CAD daty. Další možností je připojení „vzdálené plochy“, kdy je již možné přímo pracovat s CAD daty. Používají se ale i specializované komunikační aplikace, které jsou součástí konkrétního systému CAD.
- Pasivní – pracuje na principu zaslání dat a čekání na odezvu. V tomto případě se nejčastěji používá nástrojů elektronické pošty a různých typů úschoven dat, které jsou součástí aplikací poskytovaných na Internetu.

Aktivní komunikace - použití Skype:

pro komunikaci pomocí aplikace Skype je dobré mít aktivní Web kameru a samozřejmě mikrofon. Skype poskytuje možnost sdílení pracovní plochy počítače, takže je možné při konferenci přímo ukazovat místa, která jsou tématem rozhovoru.

Z pohledu uskutečnění výměny dat může být:

- přímá – on-line spolupráce
- nepřímá – email, konverze dat

Přímá komunikace připadá v úvahu zejména u odloučných konstrukčních pracovišť. Odloučeným pracovištěm přitom nemusí být přímo pracoviště, které se nachází v daném regionu, ale jedná se zejména o pracoviště v různých světadílech a tedy i časových pásmech. Zvláště spolupráce firem v různých časových pásmech je z hlediska efektivního využívání zakoupených licencí velmi zajímavá varianta. Stačí pouze, aby v mateřské firmě byl v činnosti licenční server, který přiděluje kontroluje dostupné licence a volné licence přiděluje.

Nepřímá komunikace se uskutečňuje pomocí „třetí“ aplikace. Zpravidla se jedná o tyto možnosti komunikace:

- přenos grafických dat jako příloha emailu a načtení do stejného systému CAD
- konverze dat z jednoho formátu dat na jiný – použití výměnných formátů dat (viz.kapitola Formáty dat)
- použití web databáze součástí – vložení a načtení dat

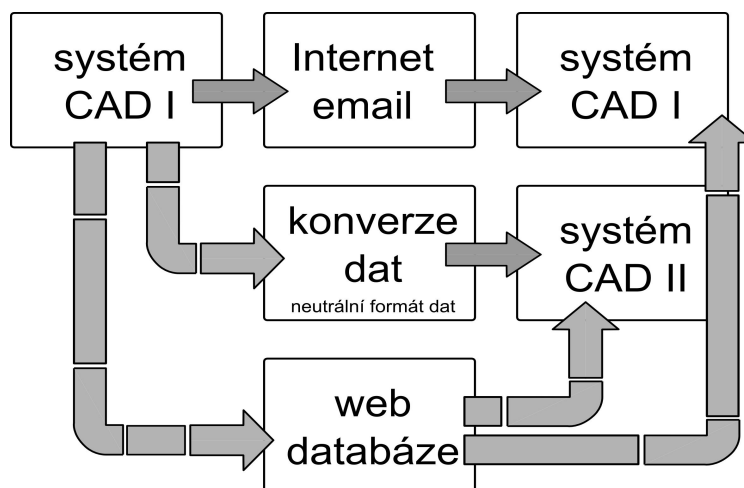


Schéma možností nepřímé komunikace mezi systémy CAD

Prohlížeče dat

Z pohledu příjemce grafických dat není vždy nutné, aby vlastnil stejný grafický/konstrukční program s možnostmi editace geometrie a dalších technických informací. V mnohých technických činnostech je postačující, aby model, výkres, sestava bylo možné jen „informaci“ prohlížet, popřípadě do ni vložit grafické nebo textové poznámky. Pro uživatele připadají v úvahu dvě řešení prohlížečů:

- specializovaný prohlížeč – většinou se jedná o prohlížeč vyvinutý firmou, které se zabývá i vývojem vlastního systému CAD nebo prohlížeč vyvinula firma spolupracující. Prohlížeč je primárně určen pro nativní formát dat podporovaného systému CAD a navíc je doplněn jen omezeným počtem neutrálních formátů nebo nativních formátů rozšířených systémů CAD
- odlehčená (light) verze konstrukčního programu – jedná se o stejnou verzi konstrukčního programu, jaký je určen pro vývoj konstrukce, odlehčení spočívá v omezené funkcionalitě, například jsou omezeny modelovací nástroje. „Odhlečený“ program je schopný načíst všechny informace uložené plnou verzí.
- použití univerzálního prohlížeče – jsou určeny zejména pro prohlížení neutrálních formátů dat a navíc je dostupných několik nativních formátů

Použití prohlížeče dat má oproti odlehčené verzi systému CAD jednu zásadní přednost: v případě prohlížeče nehrozí nechtěná změna jakékoli části projektu.

Použití prohlížeče dat je vhodné pro tyto skupiny uživatelů:

- vedoucí (koordinátor) projektu
- vedoucí pracovníci firem
- pracovníci obchodních oddělení
- koncový zákazník (odběratel)
- pracovníci dílenských (výrobních) provozů – prohlížení a tisk výkresové dokumentace

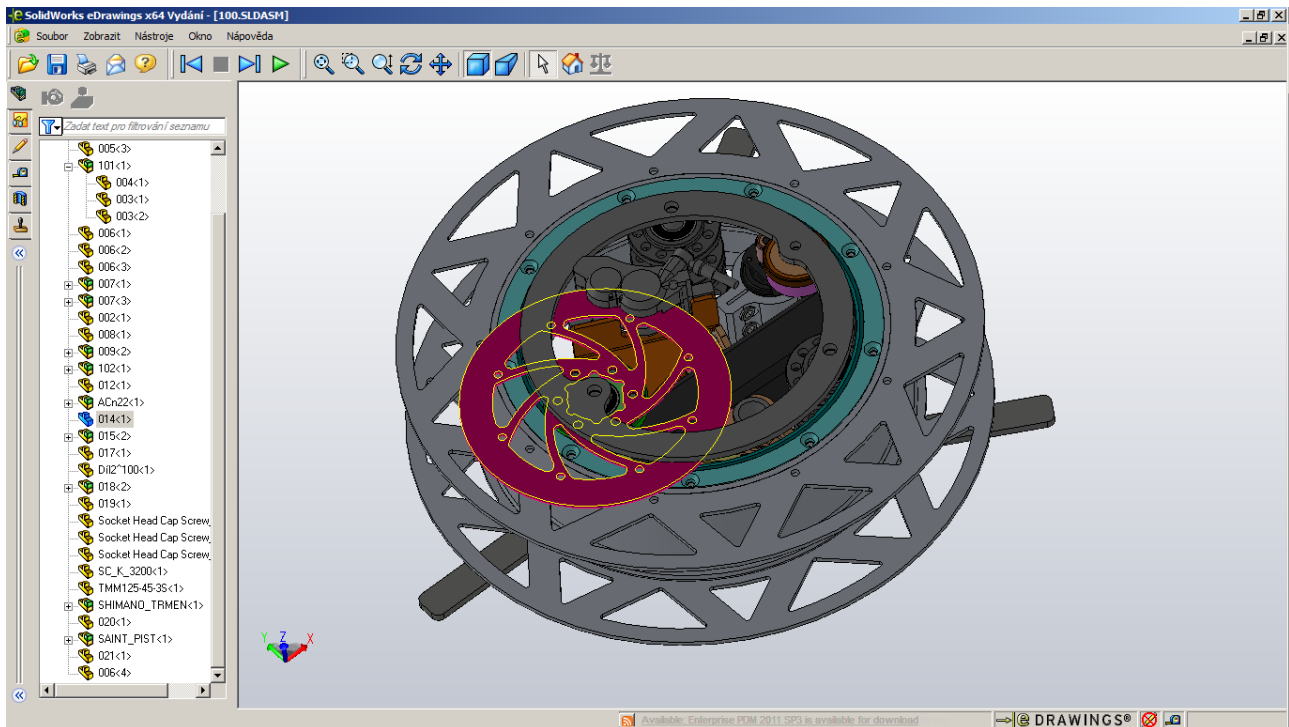
Vlastnosti, které lze očekávat u prohlížeče grafických dat:

- zobrazení (načtení) jak 2D (výkresy) tak 3D geometrie
- pomůcka změny pohledu na 3D virtuální model (Orbit)
- zjednodušování sestav (rozložení sestavy, potlačení viditelnosti aktuálně nepotřebných dílů)
- pohledové řezy díly a sestavami
- práce s plochami (pláty)
- různé typy zobrazení (drát, stín, síť s hranami (dráty))
- vkládání komentářů – Redline
- měření rozměrů
- vkládání standardních popisů (razítka, Stamp)
- tisk výkresů

Všechny výše uvedené vlastnosti nemusí být v konkrétním prohlížeči dostupné. Od každého prohlížeče však lze očekávat alespoň tyto funkce:

- načtení několika formátů dat
- prohlížení 3D geometrie
- zjednodušení sestavy nebo dílu

Prohlížeče dat nativních formátů
eDrawings



Další vývoj systémů CAD

WebCAD

Virtuální sklad

Výkladový slovník:

- technická dokumentace -
- výkresová dokumentace -
- systémy CAD – počítačový program, pracující s grafickými vektorovými objekty, sloužící k tvorbě prostorových virtuálních modelů a k tvorbě výkresové a technické dokumentace
- Modelový prostor – část pracovního prostředí systému CAD ve které probíhá tvorba virtuálního modelu, zpravidla v měřítku 1 : 1

Slovníček CZ - EN

Modelový prostor – Model Space

Výběrová oblast (kurzoru) - Pick size (A9CAD)

Seznam ilustrací

Abecední rejstřík

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Barva pozadí | 31 |
| Constructive Solid Geometry..... | 48 |
| CSG..... | 48 |
| Ikona souřadnicového systému..... | 31 |
| Koncový bod..... | 44 |
| konstruktivní geometrie..... | 48 |
| Kurzor..... | 31 |
| Modelový prostor..... | 31, 33, 71 |
| Paleta rozšířená | 41 |
| Paleta standarní..... | 41 |
| Paleta šedých barev..... | 41 |
| Polovina..... | 44 |
| Přímka..... | 44 |
| Rastr..... | 31 |
| Úsečka..... | 44 |
| Vektorizace..... | 51 |
| Vektorizace Automatická..... | 51 |
| Vektorizace manuální..... | 51 |
| Výkresový prostor..... | 31 |
| ZOOM Vše..... | 53 |