

VYUŽITIE CAX TECHNOLOGIÍ V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSELE

Ing. Štefan Kender, PhD.
Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Katedra technológií a materiálov
Mäsiarska 74, 040 01 Košice
stefan.kender@tuke.sk

ABSTRACT

Submitted article deals with the CAX systems and it is focused on development tools used in the automotive industry within the manufacturing process of automotive components. The main goal is to provide the insight into the CAX systems, especially the CAD tools and their functions used in the automotive development.

ÚVOD

Z hľadiska automobilového priemyslu predstavujú CAX technológie neoddeliteľnú zložku procesu navrhovania a slúžia ako vývojové nástroje, ktoré umožňujú vytvárať celý rad aplikačných riešení. Automobilový priemysel bol v minulosti priekopníkom v používaní CAD/CAM systémov. Dnešní výrobcovia kompletne používajú tieto technológie v procese vývoja a výroby automobilov a ich postavenie je nenahraditeľné.

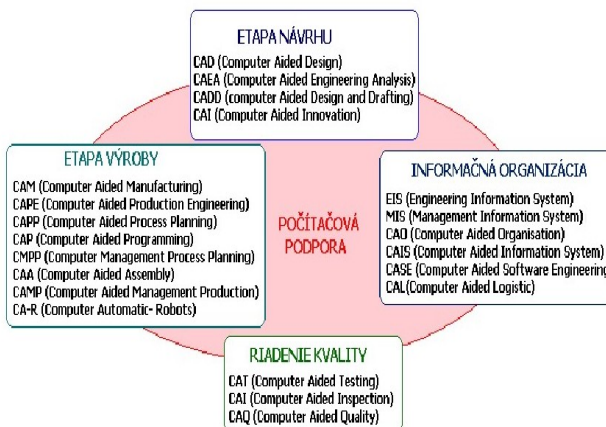
CAX TECHNOLOGIE

CAX technológie je všeobecný názov pre softvér a systémy podporujúce návrh, analýzy, výrobu a konštruovanie v takmer všetkých oblastiach strojárského, stavebného a elektrotechnického priemyslu. Sú súčasťou veľkých aj malých podnikov s rôznym zameraním. Počas ich existencie došlo k rapidnému zvýšeniu úrovne navrhovania a realizovania inovácií. „Za viac ako 30 rokov existencie počítačom podporovaného konštruovania sa táto technológia inovácií rozvinula na vysokú úroveň a je v súčasnosti ultimátnou nutnosťou pre návrhársku aktivitu nielen vo veľkých podnikoch, ale aj v malom podnikaní.“ [1]

Ešte pred 1. sv. sa nekládol veľký dôraz na vonkajší vzhľad automobilu a dôležitá bola konštrukčná stránka automobilu ako motor, podvozková časť a rám. V USA sa tento proces vývoja automobilu začal rozvíjať už v 20. rokoch 20. storočia, v Európe až po 50. rokoch 20. storočia. Od tejto doby začalo navrhovanie automobilov a ich komponentov napredovať.[2] Rozvíjali sa základné techniky navrhovania, nástroje navrhovania a ich využitie. Ich vývoj samozrejme trvá dodnes a bude pokračovať vo

vzťahu k spôsobu, akým sú tieto nástroje aplikované a používané.

CAX technológie (Computer Aided Technologies – Počítačom podporované technológie) sú súhrnným názvom pre množinu podsystémov (modulov), ktoré majú svoje účely a metódy z hľadiska etapy výroby produktu, resp. automobilu. Ich spoločným znakom sú dáta v digitálnej forme uložené v určitom formáte. Na obr.1 je rozdelenie podsystémov vzhľadom na výrobnú etapu výrobku, resp. automobilu a jeho komponentov. Označenie systémov vychádza z ich príslušnosti k podnikovej činnosti. Napr. CAA (COMPUTER AIDED ASSEMBLY – Počítačom podporovaná montáž) je systém využívaný v oblastiach montáže montážnych skupín a podskupín v podniku.



Obr.1 Rozdelenie modulov CAX technológií z hľadiska etáp výroby

Na základe delenia CAX technológií je potrebné zadefinovať a krátko charakterizovať najviac používané a najznámejšie moduly CAX systémov.

CAD (COMPUTER AIDED DESIGN)

Počítačom podporovaný návrh, resp. dizajn) predstavujú počítačom podporovaný návrh súčiastky, modelovanie a konštrukčná dokumentácia súčiastky. Ide o softvér pre geometrické a matematické modelovanie telies do 3D prostredia. Úlohou tohto softvéru je interaktívne modelovanie a konštruovanie, tvorba grafických modelov, manipulácia s týmito modelmi a ich konvertovanie z fyzickej do digitálnej, resp. virtuálnej formy. Okrem týchto činností je možné prostredníctvom CAD systémov tiež vykonávať inžinierske výpočty a analýzy.

Dnes sú CAD systémy najznámejšie systémy používané v automobilovom priemysle pri návrhu automobilov a komponentov.

CAM (COMPUTER AIDED MANUFACTURING) sú systémy podporujúce výrobu a jej procesy. Ich funkcia spočíva predovšetkým v riadení a programovaní číslicovo riadených zariadení ako CNC a NC stroje, robotov a manipulačných zariadení vo výrobe a pod.[3]

CAE (COMPUTER AIDED ENGINEERING) – je softvér pre podporu inžinierstva a inžinierskych návrhov. Pod tento systém patria systémy CAD/CAM, CAPP a pod. CAE systémy slúžia ako prostriedky a nástroje na analýzy a skúšky vo fáze inžinierskeho návrhu ako FEM analýza (FINITE ELEMENT METHOD), ktorá slúži na analýzu nebezpečných napätí v súčiastke, alebo CFD metódy (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS) tvoriace dôležitý článok v oblasti testovania aerodynamiky vozidiel.[3]

CAPP (COMPUTER AIDED PROCESS PLANNING) patrí medzi programové vybavenie podporujúce výrobu pri zostavovaní technologickej a konštrukčnej dokumentácie. Uľahčuje tak prácu pri zostavovaní technologického postupu a potrebných náležitostí. V automobilovom priemysle ide o významný prvok z hľadiska počítačovej podpory.[3]

CAPE (COMPUTER AIDED OF PRODUCTION ENGINEERING) je definovaný ako *subsystém počítačom podporovanej výroby (CIM – COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING) a zahŕňa počítačovú podporu všetkých činností spojených s realizáciou samotnej výroby výrobku*. [3] Sem radíme programovanie výrobných, technologických a manipulačných zariadení, diagnostiku, kontrolu a meranie produktov, resp. súčiastok.

Ako posledný pojem v rámci definovania CAx technológií je potrebné spomenúť systém

CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING), ktorý vnímame ako integráciu vyššie spomenutých systémov, okrem tých aj CAQ (**COMPUTER AIDED QUALITY**), slúžiacich k zefektívneniu a urýchleniu výroby súčiastky z hľadiska navrhovania, dokumentácie a analýz.[3]

Okrem uvedených systémov existujú aj ďalšie systémy, ktoré však nemajú v súčasnej dobe také zastúpenie v automobilovej výrobe v porovnaní napr. s najvýznamnejšími a najpoužívanejšími CAD systémami.

CAX TECHNOLOGIE A AUTOMOBILOVÝ PRIEMYSEL

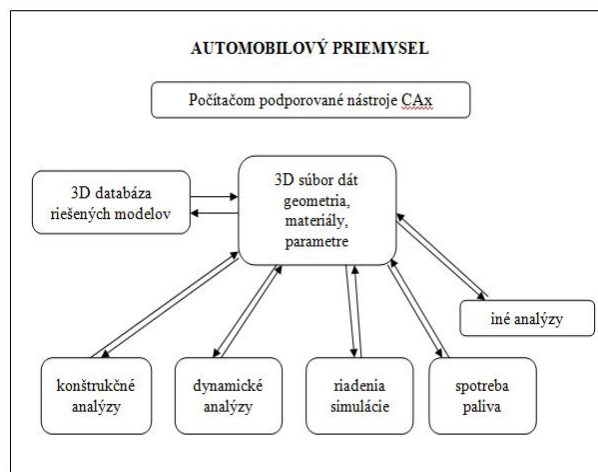
CAx technológie vo vzťahu k automobilovému priemyslu majú významné postavenie v rámci aplikovania progresívnych

metód navrhovania a vývoja automobilov a automobilových komponentov. Z tohto hľadiska potom rozlišujeme techniky konštruovania a prototypovania na simultánne inžinierstvo,

kolaboratívne inžinierstvo, reverzné (spätne) inžinierstvo, rýchle získavanie a výroba prototypu (Rapid prototyping) a virtuálne inžinierstvo, resp. prototypovanie (Virtual prototyping).[4]

Navrhovanie automobilových komponentov v prostredí virtuálnej reality patrí do poslednej kategórie techník progresívneho prototypovania. Virtuálne prototypovanie sa zakladá na používaní digitálnych metód spracovania dát, resp. modelov, z čoho vyplýva, že takmer celý návrh a výroba sa vykonávajú v počítačovom prostredí.

Podstatou virtuálneho prototypovania je súbežnosť a súčasnosť viacerých vývojových procesov, ktoré na seba nadväzujú. Kým na jednom pracovisku prebiehajú práce na vylepšení komponentov motora, na inom pracovisku je možné inovovať podvozkové časti. Všetky tieto a ostatné procesy prebiehajú v prostredí počítačovej techniky, z čoho vyplýva, že celý vývoj sa uskutočňuje v kratšom intervale, za finančne lepších podmienok a nie je nutné zavádzať archív pre výkresovú dokumentáciu vo fyzickej podobe. Na obr.2 sú uvedené vzťahy CAx technológií vzhľadom na automobilový priemysel.



Obr.2 Využitie CAx systémov v automobilovom priemysle [4]

ROZDELENIE V SÚČASNOSTI NAJVIAC POUŽÍVANÝCH CAD SYSTÉMOV

Rozdelenie CAD systémov modernej éry sa zakladá na hľadisku „funkčného portfólia“ softvérov a ich možností využitia. Inými slovami je ich možné rozdeliť podľa toho, v akom rozsahu sa dajú použiť pre prácu v 3D, resp. 2D prostredí.

Na základe tohto kritéria rozdeľujeme CAD systémy, resp. CAD softvér na:

a) **malé CAD systémy**, ktoré sú svojim funkčným rozsahom na najnižšej úrovni. Slúžia pre fundamentálne techniky škicovania a kreslenia. Nie sú vhodné pre náročné konštrukčné návrhy a podporu výroby zložitých prvkov a skupín súčiastok.[3]

Malé CAD systémy sú určené predovšetkým pre skupinu tzv. 3. – vrstvových výrobcov. Vzhľadom na to, že je to najnižšia úroveň systémov, ich cena sa pohybuje tiež v nižších číslach. Do tejto kategórie softvérov patrí napr. dlho známy a používaný AutoCAD od firmy Autodesk, kde cena softvéru sa pohybuje v rozmedzí od 2500 – 3000 €. Ďalej Alibre Design od spoločnosti Alibre, kde síce cena základného softvéru začína na úrovni okolo 100 - 130€, no ceny doplnkových modulov sa môžu vyšplhať až na 1500€ a viac.[5]

Do skupiny malých systémov radíme aj softvéry ako CADdy classic, Autosketch, a iné.

b) **stredné CAD systémy** disponujú detailne spracovaným navrhovaním v 2D prostredí, resp. v rovine a prácou v nej, a sčasti v 3D prostredí. Hlavnou úlohou týchto systémov je podpora konštrukčnej a technologickej dokumentácie (napr. technické výkresy) vo výrobe a pri navrhovaní výrobkov. Skupina stredných CAD systémov sa vyznačuje vysokou úrovňou prepracovanosti 2D kresliacich nástrojov (body, úsečky, priamky, kružnice, mnohoúholníky a iné), uchopovacích režimov (uchopenie bodu, priesečníkov, stredov útvarov a iné), editovacích nástrojov (vytváranie skosení a zaoblení, vytváranie kruhových, štvorcových a užívateľských polí, orezávanie a i.), prácou v hladinách a pod. Z hľadiska 3D navrhovania v stredných CAD softvéroch je práca v prostredí vzhľadom na vyššie systémy primitívna. Klasickými nástrojmi pre prácu v režime 3D sú väčšinou funkcie ako vyťahovanie 3D modelov z uzavretých tvarov a kriviek, rotáciou profilov okolo osí a iné funkcie. Cenový limit softvérov patriacich do tejto kategórie sa pohybuje v intervale od 3000 – 7500 €.[5]

Z tejto skupiny CAD systémov používa dnešný automobilový priemysel programy ako SolidWorks, pôvodný malý CAD softvér AutoCAD LT (2D/3D), a typický stredný CAD softvér INVENTOR od spoločnosti AUTODESK. Významným predstaviteľom stredných CAD systémov aplikovaných na prácu v 2D prostredí je AutoCAD Mechanical, tiež od firmy AUTODESK.

c) **veľké CAD systémy** predstavujú poslednú kategóriu systémov, ktoré plne podporujú 2D a 3D prácu a navrhovanie súčiastok a komponentov.

Pri práci v 2D prostredí ide v podstate o prácu v jednotlivých rovinách a pohľadoch 3D prostredia. Z hľadiska prepracovanosti detailov a funkcií, sú tieto systémy najlepšie pre podporu navrhovania v automobilovom priemysle. Ako 3D softvéry ponúkajú širokú paletu nástrojov pre prácu v 3D prostredí a vo väčšine prípadov sa skladajú z hlavných a doplnkových modulov, z ktorých každý modul má svoje osobitné postavenie.[3]

Pod „paletou nástrojov“ sa rozumie vytváranie a editácia základných útvarov v rovine a priestore, vyťahovanie a odoberanie „materiálu“, vytváranie dier, závitov, skosení, zaoblení, zrazení a podobne. Ako vo väčšine prípadov, v každom modernom 3D softvéri sa rozlišuje modelovanie plošné a objemové. Prvá možnosť poskytuje vytváranie plošných elementov z kriviek, bodov a iných prvkov, druhá slúži ako prostredie pre vytváranie 3D hmotných objektov. Tieto funkcie však predstavujú malé percento z celkovej ponuky funkcií veľkých CAD systémov.

Do tejto skupiny softvérov používaných veľkými podnikmi patrí napr. v automobilovom a leteckom priemysle celosvetovo známa CATIA od spoločnosti DASSAULT SYSTEMES, ďalej PRO ENGINEER (PTC), SolidEdge a NX, softvér ponúkaný spoločnosťou Siemens vyvíjajúca PLM (Product Lifecycle Management).

CAD SYSTÉMY APLIKOVANÉ PRI NAVRHOVANÍ AUTOMOBILOV A AUTOMOBILOVÝCH KOMPONENTOV


Automobilový priemysel dnešného obdobia zažíva relatívny rozkvet aj napriek niektorým krízam a úpadkom. Výroba automobilov však pokračuje ďalej, a „každým dňom“ prichádzajú na svet stále nové a nové koncepcie automobilov a ich počet na určitú dobu rastie. S nimi pribúdajú aj inovácie softvérovej CAx podpory navrhovania a výroby automobilov.

CAD systémy používané automobilovými výrobcami súčasnosti nadobúdajú rôzne smery a alternatívy z hľadiska funkcií a „komfortu“ používania. Dôležitým faktorom a aspektom v aplikáciách CAD softvérov je predovšetkým interakcia medzi používateľom softvéru a samotným softvérom. Automobilová výroba vyžaduje pri navrhovaní moderných automobilov a ich komponentov prednostne systémy kompatibilné s inými systémami od rôznych výrobcov, jednoduchosť a prehľadnosť systémov, a čo najreálnejší obraz budúceho produktu, resp. komponentu a jeho vlastností, aby sa tak predišlo nadbytočným, časovo a finančne neekonomickým procesom počas navrhovania.

Najväčšie zastúpenie v automobilovej výrobe u súčasných významných výrobcov áut a komponentov majú práve CAD systémy, ktoré dokážu nahradiť a obsahujú funkcie systémov ako CAM, CAE, CAT (COMPUTER AIDED TESTING), teda sú „multifunkčné“. Ako príklad môžeme uviesť softvér PRO/Engineer (Creo Elements/Pro) zložený a doplnený o moduly pre podporu nielen navrhovania, resp. dizajnu, ale aj výroby odliatkov (modul PRO/CASTING), zostáv komponentov (modul PRO/ASSEMBLY) alebo zostavovania elektrickej kabeláže (modul PRO/CABLING).

Stredné a veľké CAD systémy dnes ponúka viacero známych spoločností, z ktorých každá má svoje meno a zastúpenie vo svetových podnikoch, a zabezpečujú tak ekonomickú hybnosť na trhu veľkých CAD softvérov. V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad najviac používaných CAD softvérov v automobilovom priemysle spolu so spoločnosťami, ktoré ich ponúkajú a každoročne vyvíjajú.

Tab. 1 Prehľad najviac používaných CAD softvérov v procese navrhovania automobilov

Výrobca	Software
 DASSAULT SYSTEMES	<i>CATIA V5(, najnošia verzia V5R20</i> <i>CATIA V6 (najnovšia V62011x)</i> <i>SOLID WORKS (posledná aktuálna verzia SW2011)</i> <i>ICEM Surf</i>
 PTC – PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION	<i>PRO/ENGINEER (od 28.10 2010 názov Creo Elements/Pro)</i>
 SIEMENS - PRODUCT LIFECYCLE MANAGMENT SOFTWARE Siemens PLM Software	<i>SOLID EDGE (aktuálne ST3 a ST4)</i> <i>NX Unigraphics (najnovšia verzia NX 7.0)</i>
 AUTODESK	<i>AUTODESK INVENTOR 3ds Max</i> <i>AutoCAD Mechanical (v procese 2D navrhovania)</i>
 RHINOCEROS (McNeel North America)	<i>RHINOCEROS (aktuálna verzia RhinoCeros 4.0)</i>

Okrem spoločností a softvéru spomenutých v tabuľke, existujú aj ďalší výrobcovia softvérov, ktorí sú buď zameraní na oblasť iných CAx systémov, alebo majú početné zastúpenia v menších podnikoch a iných odvetviach (napr. spoločnosti NEi software a MSC software zameriavajúce sa na oblasť CAE systémov a pod.). Iné sú CAD softvéry s licenciou „FREEWARE“, ktoré skôr slúžia ako prostriedok pre začiatočníkov na nahliadnutie do zákulisia navrhovania a konštruovania, kde príkladom je produkt spoločnosti GOOGLE s názvom GOOGLE SKETCH UP.

Uvedené verzie softvérov predstavujú posledné vydania a aktualizácie. Vylepšenia a inovácie programov spočívajú hlavne v stabilite a rozšírení portfólia funkcií.

Z hľadiska navrhovania automobilových komponentov jednotlivé softvéry si držia miesto na základe dlhoročných skúseností výrobcov a ich spokojnosti. Kľúčovým faktorom pri výbere softvéru výrobcami je práve rozsah použiteľných a využitelných aplikácií.

ZÁVER

CAx technológie naberajú v dnešnom poňatí široký rozsah aplikácií a použití v jednotlivých odvetviach. Ide o nástroje navrhovania, vývoja, testovania, analýz a kontroly, ktoré umožňujú zobrazit' výsledné návrhy a zhodnotenia v plnej grafickej podpore s údajmi, ktorých skutočnosť a pravdivosť sú takmer stopercentné (ide hlavne o prípady testovania a kontroly produktov).

Z hľadiska navrhovania sú CAx technológie považované za novodobý nástroj času a vývoja produktu. 3D modelovanie a návrhy nahradili klasické spôsoby navrhovania, kedy boli tieto postupy nákladné a neefektívne časovo, aj finančne. Súčasná doba nám dovoľuje týmito prostriedkami v krátkom časovom rozpätí, vo vysokej kvalite a pri minimálnych nákladoch navrhnuť a skonštruovať výrobok, ktorého vývoj by v období konca 20. storočia trval päť až desaťnásobne dlhšie ako dnes.

LITERATÚRA

- [1] Elektronické publikácie [online]: KOVÁČ, Milan: Inovácie a technická tvorivosť. TU Košice, 2003, 166 s. [cit. 2011–02–10]. Dostupné na internete: <http://web.tuke.sk/sjf-icav/stranky/obrazky2/e-texty/_skripta/inovacie.pdf>
- [2] Computer – aided – design [online] [cit. 2011–02–10]. Dostupné na internete: http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design

- [3] BLIŠŤAN, Peter: Úvod do počítačovej grafiky a CAD systémov. Košice : Edičné stredisko / AMS, F BERG, 2004. 67 s. ISBN – 80 – 8073 – 249 - 3
- [4] KOVÁČ, Milan – LEŠKOVÁ, Andrea: Aplikácie 3D modelovania a animácie pre automobilový priemysel. Typ publikácie. TU Košice, 2005, 57 s. Č.projektu: 14/04 – I/33-3.1
- [5] CAD for the Small, Medium and Large [online] [cit. 2011-02-16]. Dostupné na internete:
<<http://www.autofieldguide.com/articles/cad-for-the-small-medium-and-large>>

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu "Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve" (ITMS: 26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.