IMPLEMENTÁCIA CA – TECHNOLOGIÍ DO VÝUČBY PRÍPRAVA NA BUDÚCNOSŤ

ŠMERINGAIOVÁ Anna – PAVLENKO Slavko, SK

Resumé

Pre súčasný trend vývoja, navrhovania a výroby v strojárskom priemysle je charakteristická ich silná podpora rôznymi CA technológiami. Cieľom FVT TU v Košiciach je výchova univerzálne vzdelaných inžinierov, schopných uplatniť sa v širokom spektre strojárskych firiem. Kombinácia odborných vedomostí, jazykových znalostí, dobrých počítačových zručností a znalosti využitia rôznych CAx systémov pri riešení technických problémov zvyšuje šance absolventov školy uplatniť sa v študovanom odbore. Implementáciou CAD/CAM/CAE technológií do procesu výučby sa študenti učia aktívne ich využívať pri konštrukčnom a technologickom navrhovaní a riešení rôznych technických problémov.

Kľúčové slová: CAD systém, modelovanie, simulácia, špecializované laboratórium

IMPLEMENTATION OF CA - TECHNOLOGY IN TEACHING PREPARING FOR THE FUTURE

Abstract

The current trend of development, design and production in engineering industry is characterized by their strong support by various CA technologies. The aim of FVT TU Košice is the education of universally educated engineers who are capable to find a job in wide spectrum of engineering companies. The combination of professional knowledge, language skills, good computer skills and knowledge of using different CAx systems to solve technical problems increases the chances of school graduates employability. By implementation of CAD/CAM/CAE technology in the learning process students learn to use them actively for the construction and technological design and for solving various technical problems.

Key words: CAD system, modeling, simulation, specialized laboratory

Úvod

„Neposielajte mi inžinierov, ktorých môžem nahradiť počítačmi. Pošlite mi inžinierov, ktorí sa dokážu prispôbiť a vedia rozmýšľať prierezovo cez viacero disciplín.“

Robert Lutz, Georgia Tech

V tomto duchu znie výzva zo strany technickej praxe vysokým školám technického zamerania, ktoré sú v prvom rade zodpovedné za prípravu mladých inžinierov pre ich budúcnosť. Cieľom Fakulty výrobných technológií Technickej univerzity v Košiciach, so sídlom v Prešove je výchova univerzálne vzdelaných inžinierov, ktorí sú schopní rýchlo sa adaptovať na konkrétne pracovné podmienky a požiadavky veľkých i malých strojárskych firiem na Slovensku i v zahraničí. V rámci základného odborného smerovania (výrobné technológie, počítačová podpora výrobných technológií, výrobná technika a manažment výroby) vedenie fakulty podporuje proces implementácie CA technológií do vyučovacieho procesu. Počas štúdia študenti absolvujú odborné predmety orientované na systémy počítačovej podpory výrobných technológií v oblasti konštrukcie

a dizajnu (CAD), prípravy obrábania (CAM), inžinierskych analýz (CAE), správy konštrukčných dát (PDM) a riadenia výroby (CAP).

1 Nové formy a metódy výučby

Zavedenie CA technológií do všetkých oblastí technickej praxe vyvolalo potrebu nových foriem a metód odbornej prípravy budúcich inžinierov. Základným cieľom v súvislosti so zavádzaním CA systémov v edukačnom procese je:

- vysvetliť študentom základný princíp práce v 3D CAD systémoch,
- ukázať študentom možnosti praktického využitia rôznych aplikácií.

V súčasnosti sa v edukačnom procese stále využívajú v prevažnej miere didaktické formy výučby založené na organizačnej forme, ako sú prednášky, semináre a laboratórne cvičenia. Implementácia nových metód s využitím moderných multimediálnych učebných pomôcok do vyučovacieho procesu je nutným krokom k zvýšeniu záujmu o štúdium predmetov technického zamerania a úrovne pochopenia danej problematiky. Súčasne s inováciou klasických foriem výučby dochádza k nástupu elektronických foriem (e-learning), ktoré poskytujú široký priestor pre rozvoj a zvýšenie kvality výučby a jej dostupnosť vďaka rozvoju internetových technológií.

Nové progresívne spôsoby výučby vyžadujú okrem nového prístupu pedagógov a študentov k procesu vzdelávania aj špeciálne učebné prostriedky a učebné materiály vhodné pre takúto formu vzdelávania. Nutnou podmienkou pre zavedenie CA systémov do výučby je ich hardvérové a softvérové zabezpečenie.

2 Softvérové zabezpečenie výučby

K výraznému postupnému prieniku CA technológií do technickej praxe dochádza od 90-tych rokov minulého storočia. Z prvých 2D grafických systémov pre tvorbu výkresov sa vyvinuli integrované 3D systémy s rôznymi CAx aplikáciami. Jednotlivé aplikácie zabezpečujú počítačovú podporu konštrukčného navrhovania, technologickej prípravy výroby a efektívny chod výroby. Pre celý systém je dôležitá spoločná dátová platforma. Jednotné prostredie systému, s použitím spoločných ovládacích prvkov a funkcií prináša výrazné urýchlenie práce. V strojárskych praxi sa dnes okrem tzv. „veľkých“ CAD systémov (CATIA, NX Unigraphics a Creo) využívajú aj ďalšie masovo rozšírené CAD systémy (SolidEdge, SolidWorks, Autodesk Inventor). Každá firma pri výbere vhodného CAD systému vychádza z potrieb jej výrobného programu a podmienok spolupráce s dodávateľmi. Rovnako aj v prípade FVT TU v Košiciach, so sídlom v Prešove bolo nutné zvoliť konkrétny CAD systém pre aplikáciu vo výučbe odborných predmetov. V uplynulých rokoch nebola v tomto smere zvolená pre jednotlivé katedry jednotná koncepcia. V rámci výučby jednotlivých predmetov sa študenti stretávali s prácou v rôznych softvérových aplikáciách rôznych grafických systémov. V dôsledku nekoncepcného prístupu nebolo možné dáta vytvorené v rámci jedného predmetu využiť v ďalšom procese výučby. Problémom bolo tiež neefektívne využitie hodinovej dotácie niektorých predmetov (napr. duplicitná výučba tvorby základných 3D modelov v dvoch rôznych verziách Pro/Engineer).

V ostatných rokoch vedenie fakulty pristúpilo k riešeniu vyššie uvedeného problému. Pre voľbu softvéru boli stanovené dve základné kritériá:

1.) Výber jedného základného CAD systému, ktorý bude implementovaný do výučby v rámci celej FVT. Úprava učebných osnov tak, aby mali študenti možnosť pri riešení úloh v rámci viacerých odborných predmetov využiť spoločnú databázu údajov vo viacerých aplikáciách daného systému.

2.) Pre špeciálne prípady vybrať ďalšie voliteľné CA systémy. Ide predovšetkým o možnosť realizácie výpočtov pomocou MKP. Zároveň bude vytvorená alternatíva k základnému CA systému. Umožnením práce napríklad na tvorbe 3D modelov a technických výkresov vo viacerých typoch CAD systémov (napr. PTC Creo a Autodesk Inventor) študent získava schopnosť rýchlejšie sa prispôbiť pracovnému prostrediu iných CA systémov. Pri hľadaní zamestnania je potom schopný operatívne sa pripraviť na pohovor a požiadavky na znalosť práce v inom grafickom systéme, než v akom pracoval počas štúdia.

Vykonaná bola analýza potrieb softvérového zabezpečenia výučby všetkých odborných predmetov na FVT. Na základe jej výsledkov bol vybraný nosný CA systém edukačného procesu, ktorým je PTC Creo Parametric. Vybrané voliteľné systémy Unigraphics, Autodesk Inventor a výpočtové programy ANSYS a Matlab, príp. iné budú k dispozícii v špeciálnych prípadoch. Zároveň budú plniť funkciu alternatívy k nosnému systému PTC Creo.

3 Výskumné pracoviská a laboratória

Obsahová náplň jednotlivých vzájomne súvisiacich, resp. na seba nadväzujúcich predmetov, ktoré študenti Fakulty výrobných technológií TU v Košiciach absolvujú, je koncipovaná tak, aby bola dosiahnutá ich vzájomná synergia. Výraznou mierou sa na teoretickom a praktickom vzdelávaní v oblasti CA technológií podieľajú Katedra počítačovej podpory výrobných technológií (KPPVT) a Katedra navrhovania a monitorovania technických systémov (KNMTS).

KPPVT garantuje študijné predmety orientované na systémy počítačovej podpory výrobných technológií. Pre potreby výučby odborných predmetov boli na tejto katedre vytvorené špecializované laboratória:

Laboratórium pre CAD/CAM systémy a robotiku kombinuje učebné a laboratórne prostredie, ktoré umožňuje teoretické i praktické vzdelávanie v oblastiach CAD a CAM. Nosným softvérovým nástrojom pracoviska je PTC Creo Parametric 3.0. Študenti získavajú vedomosti a praktické návyky týkajúce sa základov počítačového modelovania, tvorby zostáv a tvorby výkresovej dokumentácie, tvorby obrábacích sekvencií pre technológie sústruženia a frézovania. S využitím postprocesora vytvárajú z pripraveného CAM obrábania plnohodnotné CNC programy, ktorých realizáciu priamo na pracovisku fyzicky uskutočňujú pomocou didaktických strojných zariadení EMCO. Pracovisko je tiež vybavené hardvérom a softvérom potrebným pre vzdelávanie v oblasti robotiky. Programy pripravené v prostredí softvéru Robot Studio sú realizovateľné vďaka priemyselnému robotickému ramenu ABB IRB 140 s využitím na manipulačné, zostavné, technologické a ďalšie účely. Pracovisko je moderným vzdelávacím prostredím s podporou internetového spojenia a audiovizuálnou technikou, čo umožňuje vzdelávanie dištančnou formou prostredníctvom zdieľaného pripojenia (Skype / Teamviewer) s obojsmerným živým prenosom obrazu i zvuku.

Laboratórium pre CAD/CAM/CAE systémy integruje všetky zložky oblasti CA. CAD a CAM oblasti sú zastúpené softvérom Unigraphics NX. Ďalšími softvérovými nástrojmi pre vzdelávanie na tomto pracovisku sú programy Witness a Ansys, v ktorých prebieha výučba v oblasti simulácií a vizualizácií priemyselných procesov a technologických pracovísk.

Pracovisko pre 3D digitalizáciu a 3D tlač disponuje zariadeniami a softvérovými nástrojmi pre realizovanie rýchlej tvorby prototypov. Pomocou kontaktných i bezkontaktných skenerov je možné vytvárať modely objektov a priestorov technikami 3D digitalizácie. Následne môžu byť vytvárané prototypové modely pomocou 3D tlačiarň s využitím technológií FDM, resp. REP-RAP.

Obrázok 1 – Pracovisko s 3D kontaktným skenerom

Obrázok 2 – Pracovisko s 3D bezkontaktným skenerom

Laboratórium virtuálnej a rozšírenej reality umožňuje výskum možností využitia elementov rozšírenej reality v technologických procesoch. Vyvinuté a zrealizované aplikačné možnosti pokrývajú široké priemyselné spektrum, vrátane vizualizácie procesov, tvorby zostáv, projektovania pracovísk i jednotlivých technologických operácií.

KNMTS uvádza študentov do pracovného prostredia, v ktorom sa vyžadujú výpočty pre základné druhy strojových súčiastok a celkov, ich navrhovanie a dimenzovanie, spracovanie technickej dokumentácie. Pre potreby výučby boli vytvorené špecializované laboratória:

Laboratórium pre CAD/CAE systémy kombinuje učebné a laboratórne prostredie, ktoré umožňuje teoretické i praktické vzdelávanie v oblastiach CAD a CAE. Dvadsať študijných PC zostáv je vybavených hlavným softvérovým nástrojom Creo Parametric 3.0 a doplnkovým Autodesk Inventor Professional 2017. Laboratórium je určené pre počítačové modelovanie komponentov a zostáv konštrukčných celkov, tvorbu výkresovej dokumentácie a realizáciu rôznych typov analýz. Študenti sa učia simulovať správanie sa konštrukcií a konštrukčných častí s využitím metódy MKP prostredníctvom tvorby geometrických a výpočtových modelov. Súčasne je možná realizácia kinematických a dynamických analýz mechanizmov (zostáv).

Laboratórium pre navrhovanie pohonov je vybavené softvérmi Creo Parametric 3.0 a Autodesk Inventor Professional 2017 a Mechsoft. Prebieha tu výučba predmetov Častí strojov a mechanizmov, ktorého hlavným cieľom je aplikácia teoretických poznatkov základných inžinierskych disciplín pri návrhu a konštrukcii konkrétnych strojových komponentov.

4 Výsledky práce

Záber využitia rôznych aplikácií CA systémov pri riešení študentských prác v rôznych predmetoch vyučovaných nielen na KPPVT a KNMTS, ale aj na ostatných katedrách FVT je skutočne široký. Ďalej uvedieme len niekoľko príkladov. Schopnosť vytvárať 3D modely súčiastok patrí k základom technickej počítačovej gramotnosti. Pri osvojovaní si základov zobrazovania súčiastok na technických výkresoch študenti vytvárajú výkresy podľa modelov súčiastok a naopak, na základe výkresu modelujú súčiastky – obr. 3.

Obrázok 3 – Príklady zadání pre tvorbu modelov a výrobných výkresov (Šmeringaiová, 2014)

Obsahovo sú odborné predmety, ktorých výučbu zabezpečuje KNMTS zamerané na konštrukčné navrhovanie. Realizácia 3D modelov rôznych typov prevodových mechanizmov, ale tiež iných konštrukčných celkov je výborným študijným nástrojom. Pri ich modelovaní si študenti osvoja základné pracovné postupy a počítačové zručnosti, rozvíjajú priestorovú predstavivosť. Pre mnohých je to zaujímavá a zábavná činnosť, pri ktorej si zároveň upevnia vedomosti z viacerých odborných predmetov ako Technická dokumentácia, Technická mechanika, Častí strojov a mechanizmov. Na obr. 4 je príklad riešenia úlohy (návrh uloženia hriadeľa) z predmetu Technická dokumentácia.

Obrázok 4 – Návrh uloženia hriadeľa

Tvorba virtuálneho modelu, príprava simulácie a realizácia statických, kinematických a dynamických analýz pomocou zvolených CAD/CAE systémov v edukačnom procese výrazne podporuje názornosť a lepšie pochopenie problematiky prevodových mechanizmov, resp. fungovanie kompletných pohonných staníc. Na obr. 5 je príklad modelu pohonnej stanice. Model

vytvorený v grafickom systéme Autodesk Inventor Professional je výsledkom riešenia semestrálnej práce z Počítačových analýz mechanizmov. Cieľom bol návrh a kinematická analýza prevodového mechanizmu. Predmet absolvovali študenti druhého ročníka bakalárskeho štúdia. Všetky nadobudnuté vedomosti a počítačové zručnosti môžu následne plne využiť pri kompletom návrhu pohonnej stanice.

Obrázok 5 – Model prevodového mechanizmu a výsledky kinematickej analýzy

Počítačové zručnosti a znalosti práce s využitím CA technológií v praxi si študenti majú možnosť prehĺbiť pri riešení konkrétnych úloh v rámci bakalárskych a diplomových prác. Na obr. 6 je zobrazený digitálny prototyp kužeľového diferenciálu. Virtuálny model je výsledkom bakalárskej práce a bol vytvorený ako učebná pomôcka pre predmet Technická mechanika.

Obrázok 6 – Digitálny prototyp diferenciálu (Hanečák, 2013)

Témou ďalšej diplomovej práce bol Wankelov motor. V rámci riešenia práce bol vytvorený virtuálny model. Realizovaná bola pevnostná analýza funkčných častí motora. Študent využil tiež možnosť realizácie 3D tlače na trojrozsmernej tlačiarňi KPPVT – obr. 7. Výsledkom je funkčný model Wankelovho motora v zmenšenej mierke – obr. 8.

Obrázok 7 – 3D tlač spaľovacej komory Wankelovho motora (Kmeč, 2017)

Obrázok 8 – Model Wankelovho motora a výsledky pevnostnej analýzy (Kmeč, 2017)

V súvislosti s rozširujúcou sa automobilovou výrobou na Slovensku sú robotizované pracoviská aktuálnym trendom. V ostatnom školskom roku 30 študentov piateho ročníka absolvovalo stáž vo firme, ktorej činnosť je zameraná na projektovanie robotizovaných pracovísk. Mnohí svoje poznatky a skúsenosti získané na stáži využili pri riešení diplomových prác. Na obr. 9 je ukážka práce jedného zo študentov, ktorí spoluprácu škola – prax, vo forme pracovnej stáže využili. Na obrázku je naznačená štúdia úpravy polohy technologickej hlavice pri zváraní, kde je dôležité presné nastavenie zváracích klieští voči zváranému predmetu. Model bol vytvorený v programe Process Simulate.

Obrázok 9 – Nastavenie robota a polohy zváracích klieští (Strhák, 2017)

Kolektívy KNMTS FVT v Prešove, TU v Košiciach, pod vedením prof. Ing. S. Pavlenka, CSc. a FHPV PU v Prešove, pod vedením prof. PaedDr. J. Pavelku, CSc. sa podieľali na spoločnom projekte – vytvorení „*Centra edukácie a popularizácie techniky*“ (CEPT). Cieľom projektu je zvýšenie záujmu žiakov základných škôl o techniku, rozvíjanie technického myslenia, budovanie vzťahu k technike a k štúdiu odborov s technickým zameraním. Vývojovo-edukačné pracovisko popularizácie vedecko-technických poznatkov je vybavené funkčnými modelmi reálnych strojov, prístrojov a zariadení, s ktorými prichádzajú žiaci základných škôl v každodennom styku v domácnosti a v bežnom živote do kontaktu. (Pavelka, 2016)

Poznávanie princípov, na základe ktorých veci dennej potreby fungujú, je podporené ich virtuálnymi modelmi a názornými funkčnými simuláciami, ktoré sú výsledkom riešenia bakalárskych a diplomových prác študentov FVT TUKE.

Záver

Pre inžinierov 21. storočia už nie sú postačujúce len odborné vedomosti. Počítačové zručnosti a znalosti absolventov technických vysokých škôl nadobudnuté pri využívaní CA technológií sú dnes jednou zo základných požiadaviek strojárskych firiem a jednoznačne zvyšujú možnosti ich uplatnenia v danom odbore.

Vysoké školy sú zodpovedné za dobrú prípravu nových inžinierov schopných zaujať nové pracovné pozície a zvládať nové pracovné činnosti. Zavádzanie nových foriem a metód, implementácia moderných CA technológií do vyučovacieho procesu a opätovný návrat k úzkej spolupráci škola - prax sú nutné pre výchovu úspešných, vzdelaných a konkurencieschopných inžinierov.

Literatúra

Hanečák, M. (2013). Simulácia pohybu a kinematická analýza planétového diferenciálu s kužeľovými ozubenými kolesami, Bakalárska práca, 2013.

Kmeč, M. (2017). Návrh a funkčná analýza wankelovho motora, Diplomová práca, 2017.

Pavelka, J. & Pavlenko, S. (2016). Podpora vzdelávania k technike a popularizácie techniky. In: *Technika a vzdelávanie*. Roč. 5, č. 2 (2016), pp. 6-8. ISSN 1339-9888

Strhák, P. (2017). Návrh modifikácie chápadla manipulátora MH 90, Diplomová práca, 2017.

Šmeringaiová, A. (2014). Počítačové modelovanie Návodů na cvičenia. 1. vyd. Prešov: TU: 2014. 75 s.. ISBN 978-80-553-1897-4.

Vasilko, K. & Murčinková, Z. (2015). Teórie a metodiky výrobných technológií. 1. vyd. Prešov: TU: 2015. 238 s.. ISBN 978-80-553-2343-5.

PodĎakovanie: Tento článok vznikol s podporou grantového projektu KEGA 080TUKE-4/2015.

Kontaktná adresa:

Anna Šmeringaiová, Ing. Ph.D.,

Katedra navrhovania a monitorovania technických systémov, Fakulta výrobných technológií TUKE, Štúrova 31, 080 01 Prešov, Slovakia, tel: 00421 55 602 6312, email: anna.smeringaiova@tuke.sk

Slavko Pavlenko, prof. Ing. CSc.,

Katedra navrhovania a monitorovania technických systémov, Fakulta výrobných technológií TUKE, Štúrova 31, 080 01 Prešov, Slovakia, tel: 00421 55 602 6466, e-mail: slavko.pavlenko@tuke.sk