

## VYUŽÍVANIE ADAPTÍVNEHO MODELOVANIA V OBLASTI KONŠTRUOVANIA NÁBYTKU

USAGE OF THE ADAPTIVE MODELLING IN THE FIELDS OF DESIGN FURNITURE

*Rudolf Szabó*

*Katarína Kulfasová*

Katedra dizajnu nábytku a drevárskych výrobkov  
Drevárska fakulta  
Technická univerzita vo Zvolene

Department of Furniture Design and Wood Products  
The Faculty of Wood Sciences and Technology  
Technical University in Zvolen

**Abstrakt:** Cieľom príspevku je popísanie základného princípu adaptívneho modelovania vo virtuálnom prostredí počítačového programu. Sú v ňom popísané základné pojmy z oblasti počítačom podporovaného konštruovania ako aj význam pre zvyšovanie efektivity práce v etape navrhovania a konštruovania nábytku.

**Abstract:** The goal of this document is to describe the basic principle of adaptive modeling in a virtual environment computer program. It describes the basic concepts of computer-aided construction and the importance for increasing efficiencies in design and construction of furniture.

**Kľúčové slová:** CAD, dizajn, nábytok, počítače, konštruovanie, software

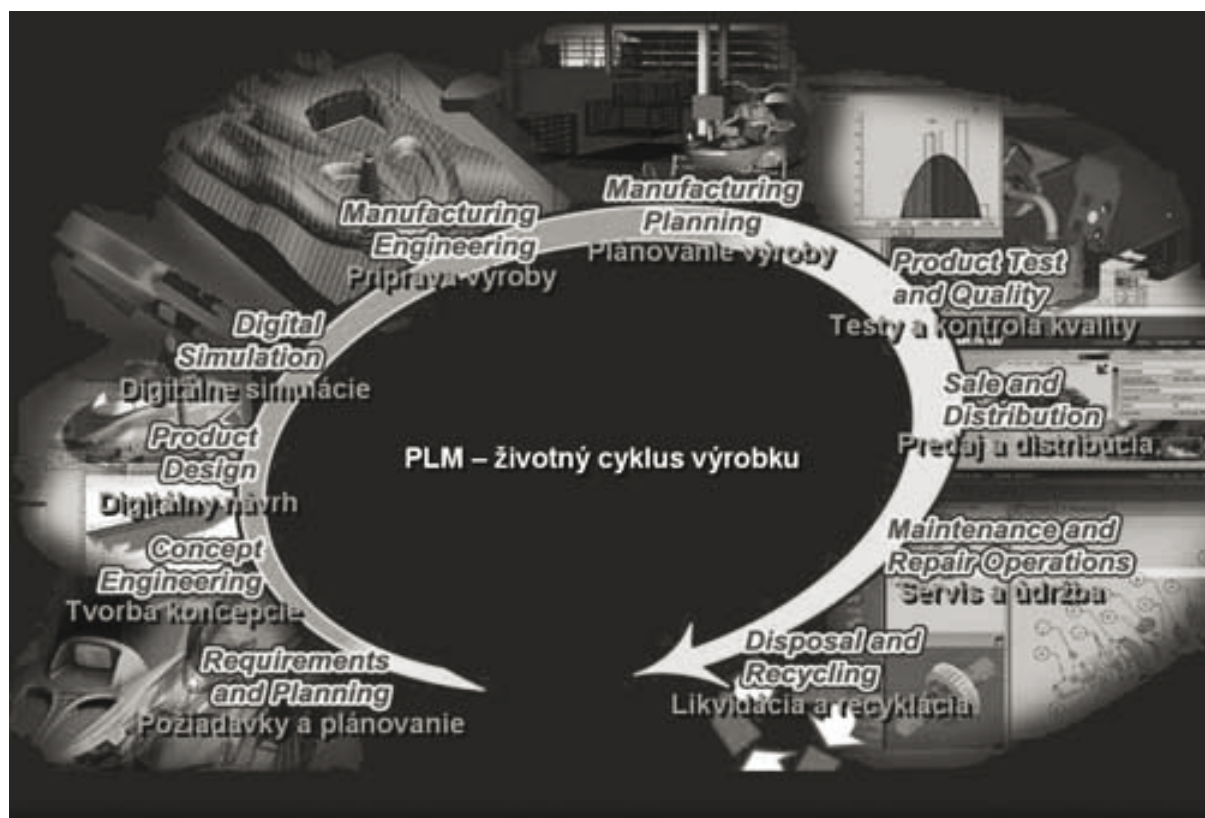
**Keywords:** CAD, design, furniture, computers, construction, software

### ÚVOD DO POČÍTAČOM PODPOROVANÉHO KONŠTRUOVANIA

Konštruovanie nábytku je proces, ktorému sa mnohokrát prikladá až druhoradý význam. Na prvom mieste je predovšetkým to, čo ľudské oko zaujme ako prvé a to je dizajn. Súhra tvaru a farby. Dlhodobým používaním nábytku však človek prichádza na to, či sa pri kúpe riadil tými správnymi kritériami. Či sa správne rozhodol nielen pre nadčasový dizajn, ale aj pre materiál a konštrukčné riešenie, ktoré sú predpokladom pre životnosť a dlhodobé používanie.

Pri vývoji nábytku (nielen pre sériovú resp. hromadnú výrobu) je nutné predvídať vzťah medzi konštrukciou nábytku a jeho tvarom – dizajnom. Skĺbiť požadovaný tvar s konštrukčným zámerom môže byť mnoho krát proces zdĺhavý, vyžadujúci si mnoho času a úsilia. Finálnemu produktu v minulosti predchádzala výroba mnohých pracovných modelov, na ktorých si vývojári odskúšali mnoho atribútov nábytku.

Súčasnosť prináša so sebou nové metódy riadenia výroby a vývoja nábytku. PLM (Product Life Cycle Management – Riadenie životného cyklu výrobku) je strategický prístup aplikovaný prostredníctvom celého súboru podnikových riešení podporujúcich spoluprácu pri tvorbe, riadení, prerozdeľovaní a využívaní informácií o výrobku. PLM riešenia sú blízkou budúcnosťou každého podniku, produkujúceho vlastné výrobky i v našich podmienkach. Ich úroveň, rozsah a konkrétne usporiadanie závisí od špecifických potrieb. Je rozdiel, či ide o zákazkovú výrobu alebo výrobu na sklad, či ide o obrovský podnik s množstvom subdodávateľov alebo firmu s pár zamestnancami. Treba ísť ďalej, hľadať možnosti, ako byť rýchlejší, kvalitnejší a lacnejší a PLM systémy sú veľmi dôležitým nástrojom na tejto ceste. Nejde len o nástroj, ale aj o stra-



**Obr.01** „Product Lifecycle Management je podniková stratégia, ktorá dáva priestor na inováciu, vývoj, výrobu, podporu a vyradenie výrobkov v rámci ich životného cyklu rovnako veľkým korporáciám ako aj menším podnikom. Zachytáva najlepšie praktiky, poznatky, procesy a duševný kapitál na opakované použitie. Vykonáva zviditeľňovanie informácií v rámci pracovných tokov a závislostiach dôležitých pre prijímanie rozhodnutí, rýchlosť inovácií a uvádzanie úspešných výrobkov.“ Zdroj: PLM riešenia [online]. 2010. SOVA DIGITAL. [cit.25.05.2010]. Dostupné na internete: <<http://www.sova.sk/Default.aspx?CatID=58>>

tegický prístup pri tvorbe, riadení, prerozdeľovaní a využívaní informácií o výrobku. Digitálne prototypovanie dáva výrobcovi možnosť virtuálne preskúmať celý výrobok predtým, ako je vyrobený – môžu tak vytvárať, overovať, optimalizovať a spravovať návrhy od fázy koncepčného návrhu až po proces výroby. Na digitálnych prototypoch môžu výrobcovia vizualizovať a simulovať reálne fungovanie návrhu, bez toho aby sa museli spoliehať na nákladné fyzické prototypy. Počítačom podporované konštruovanie je základným predpokladom pre urýchlenie prechodu zo sféry vývoja do sféry výroby a následného predaja. Dnes je väčšina podnikov so systémami CAD aspoň čiastočne vybavená. Trh ponúka viac CAD riešení, z ktorých si je možné na základe viacerých kritérií vybrať. Tými základnými sú:

- obsluha a užívateľské rozhranie programu,
- možnosti a moduly programu,
- cena,
- rozšíriteľnosť v praxi,
- zákaznícka podpora,

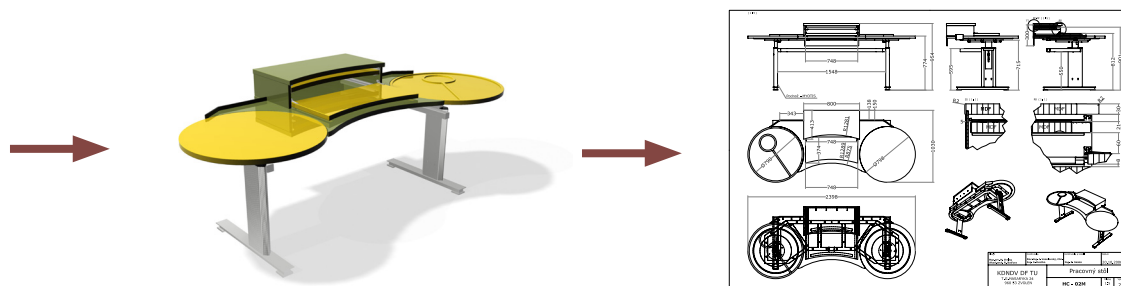
- dostupná výuková literatúra,
- rozšíriteľnosť na školách, študentské verzie,
- import/export súborov z/do iných programov,
- hardvérové nároky...

V tomto článku je v skratke popísaný princíp adaptívneho modelovania v pracovnom prostredí programu Autodesk Inventor. Pred jeho vysvetlením je potrebné oboznámiť sa s niektorými pojmami týkajúcimi sa virtuálneho modelovania.

## PRINCÍP MODELOVANIA VO VIRTUÁLNOH PROSTREDÍ POKROČILEJ CAD APLIKÁCIE<sup>1</sup>

Efektívnosť modelovania vychádza z podstaty vyjadrenia základnej myšlienky návrhu nového výrobku. Pôvodná myšlienka zobrazená v našej predstavivosti, ktorá je ďalej zobrazená do rezov, na výkres alebo v 2D systéme je nahradená priestorovým modelom v 3D systéme. Tento model je zdrojom geometrie nového výrobku, ktorá môže byť ďalej využitá pre ďalšie spracovanie, kontrolu a výrobu. Existuje celá rada argumentov pre a proti nasadeniu modelovania do praxe. Jedná sa predovšetkým o výraznú pozíciu klasických konštrukčných metód a veľakrát problémy technického a organizačného charakteru. Prekážkou je vzájomná nekompatibilita aplikácií pre modelovanie znemožňujúci prenos geometrie súčastí a zostáv vrátane ich

10111010101  
01011010101  
01010101010  
10101101011  
10110101010  
10101010101  
01011010110  
01101010101  
10101011011

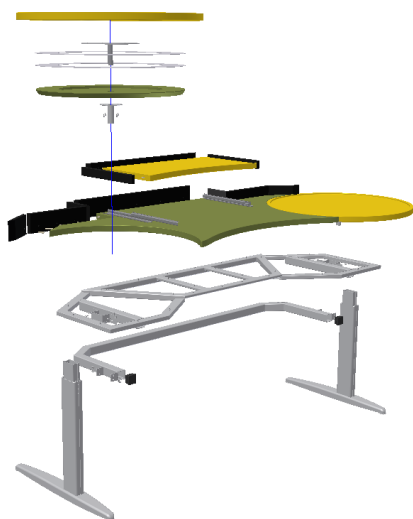


**Obr.02** Virtuálny model nového výrobku je zdrojom informácií pre automatické generovanie pohľadov, rezov, detailov. Zdroj: Veselovský, J. Štúdia záverečných etáp E 04 a E 05 ..., 2007 ; VESELOVSKÝ, J. Tvorba nábytku pre telesne ..., 2007

topológie. Kvôli tomu je problematické zaistiť kooperáciu firiem využívajúcich nekompatibilné aplikácie. Napriek tomu je modelovanie budúcnosťou navrhovania nielen v nábytkárskom priemysle. Potlačenie rutinných prác a priama podpora priestorovej predstavivosti poskytuje úplne netradičné postupy a možnosti pri návrhu nových výrobkov. Letecký a automobilový priemysel je toho priamym dôkazom.

Metodika nasadenia a postupnej integrácie modelovania je pomerne náročnou fázou v zavedení aplikovaných informačných technológií. Požiadavky kladené na jednotlivých užívateľov

1 FORT, P. - KLETEČKA, J. Autodesk Inventor : Adaptivní ..., 2004



**Obr.03** Vizualizácia konštrukčného rozpadu kancelárskeho stola pre hendikepovaných.  
Zdroj: Veselovský, J. Štúdia záverečných etáp E 04 a E 05 ..., 2007

a vývojové tími v priebehu zavádzania CA technológií sú jedným z najcitlivejších miest. Je nutné si uvedomiť, že bez kreatívneho prístupu a odborných znalostí ostáva pre nás technické a programové vybavenie nevyužitú. Jedná sa len o nástroj, ktorý musí zaručiť efektivitu, presnosť a kvalitu riešenia. Ďalším aspektom v úspešnom zavedení CA technológií v praxi je úspešná metodika ich použitia a eliminácia chýb. Za metodiku môžeme považovať predovšetkým to, ako a podľa akých pravidiel bude software využívaný pre kreatívnu prácu. Rozhodujúce slovo pri realizácii hrá čas, za ktorý je možné vytvoriť dokumentáciu a posunúť ho výrobu. Celkový trend je skracovanie doby potrebnej pre návrh a vývoj výrobku.

„Virtuálny model nového výrobku je zdrojom informácií pre automatické generovanie pohľadov, rezov, detailov. Navyše v ňom môžu byť prevedené simulácie technologických operácií a mno-

ho pomerne zložitých kontrolných výpočtov. Predstavivosť a skúsenosti podporované modelovaním umožňujú väčšinu simulácií simulovať na virtuálnom modeli nového výrobku ešte pred jeho výrobou. Tvorbu výkresovej dokumentácie je možné zrealizovať tak v priebehu ako aj vo finálnej fáze tvorby produktu.“<sup>2</sup>

Jadrom vyspelých CAD systémov je štandardne parametrický modelár. Pre modelovanie súčastí môže byť využitý načrtnutých a umiestňovaných konštrukčných prvkov, generátorov súčastí alebo databázu prvkov. Zobrazenie súčastí na výkrese v pravouhlom premietaní je možné odvodiť priamo z priestorového modelu systémom generovania pohľadov a rezov.

Priestorový parametrický model súčastí poskytuje radu informácií nielen o geometrických charakteristikách, ale aj o vzájomných polohách a väzbách súčastí v zostavách. Konštruktér alebo dizajnér získava aplikáciou priestorových modelov možnosť neobmedzenej práce s virtuálnym objektom. Nemusí byť obmedzovaný len použitím 2D pohľadov vytvorených na základe ortogonálneho premietania. Existujú tri hlavné druhy technológie modelovania:

- klasické
- parametrické
- adaptívne

Za parametrický model môžeme považovať taký, ktorý je matematicky popísaný pomocou parametrov. Na modely je možné definovať charakteristiky jeho geometrických častí a vzájomných vzťahov s inými súčastami pokiaľ je v spolu s nimi v zostave. Pri takto vytvorených modeloch nie sú rozmery a ďalšie charakteristiky určené konkrétnymi hodnotami, ale pomocou premenných, výrazov a rovníc, ktoré spolu vzájomne súvisia. Po dosadení niekoľkých základných konkrétnych hodnôt dôjde k výpočtu skutočných rozmerov súčastí.

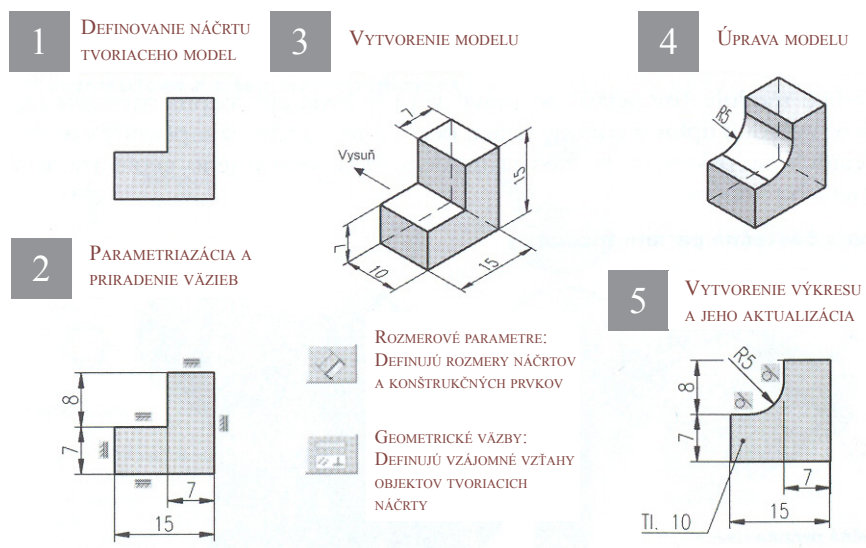
Konštruktér (dizajnér) začína tvorbu nového výrobku od priestorového modelu súčastí. Model je vytvorený obdobnými technikami ako u klasického modelovania, často pomocou

2 FORT, P. - KLETEČKA, J. Autodesk Inventor : Adaptivní ..., 2004

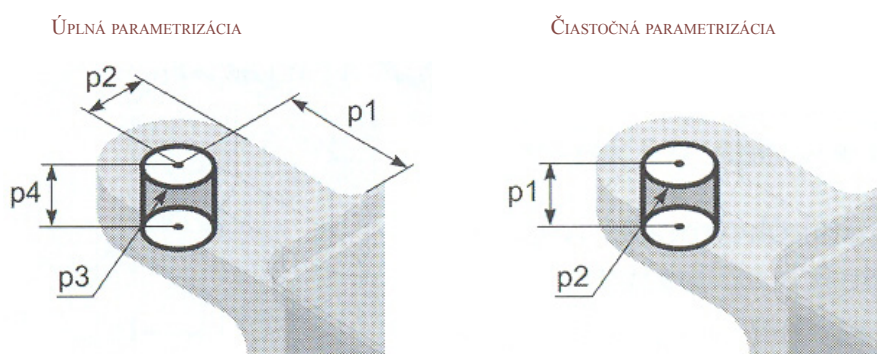
náčrtov a prvkov bez ohľadu na prvotné presné rozmery všetkých geometrických prvkov.

Náčrty konštrukčných prvkov sa skladajú z jednotlivých objektov (oblúky, úsečky), ktoré sú previazané pomocou geometrických väzieb. Väzby obmedzujú stupne voľnosti pri tvorbe náčrtu a definujú jeho geometrii, napr. vzájomnú kolmosť, rovnobežnosť alebo sústrednosť objektov. Rozmery náčrtov a prvkov popisujú a riadia rozmerové parametre (kóty):

### ADAPTÍVNE MODELOVANIE V ZOSTAVÁCH



**Obr.04** Podstata parametrického modelovania Zdroj: FOŘT, P. - KLETEČKA, J. Autodesk Inventor : Adaptivní modelování v průmyslové praxi. 2004



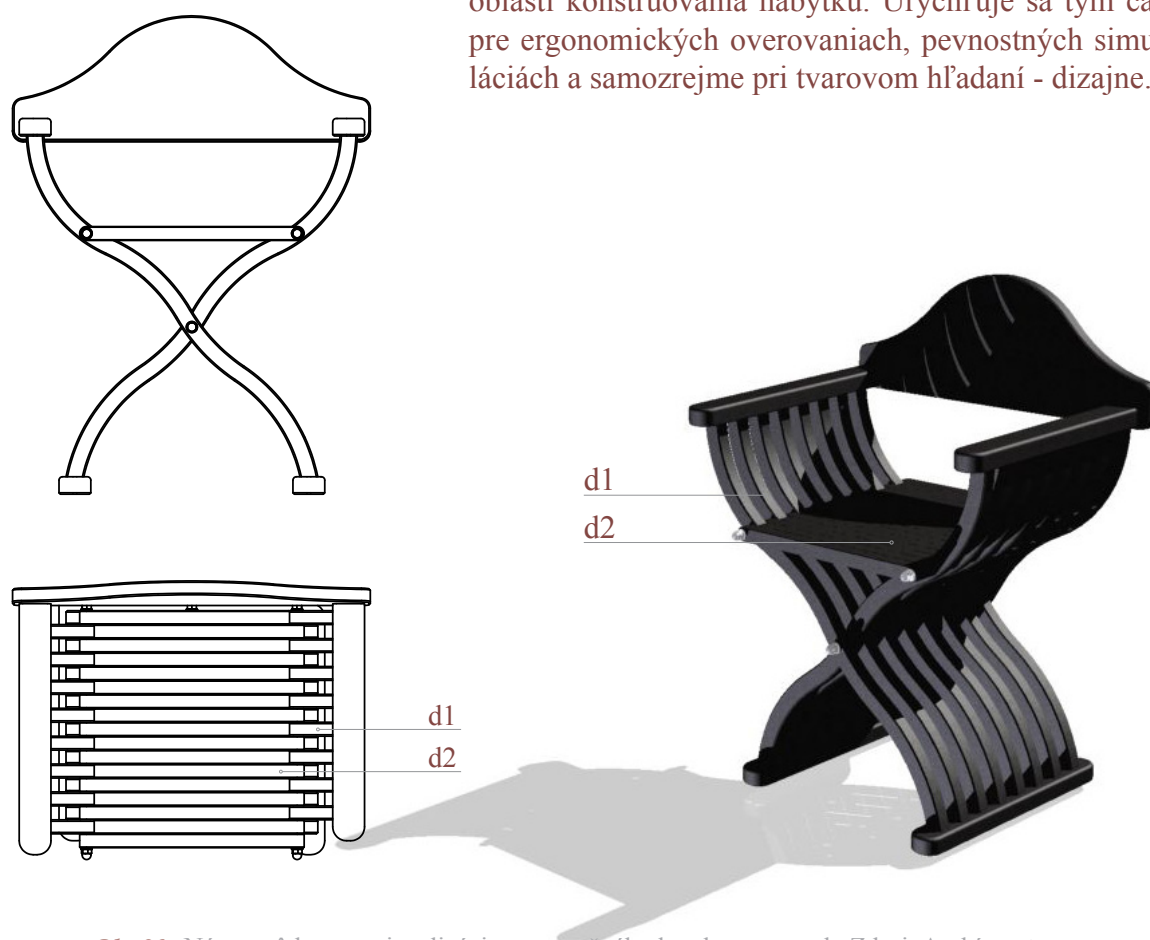
**Obr.05** Úplná a čiastočná parametrizácia Zdroj: FOŘT, P. - KLETEČKA, J. Autodesk Inventor : Adaptivní modelování v průmyslové praxi. 2004

Modifikované algoritmy umožňujú definovať a modifikovať súčasti priamo v zostavách bez nutnosti ich presnej definície pomocou geometrických väzieb a rozmerových parametrov. V praxi to znamená v prvom rade minimalizáciu času, ktorý je potrebný pre návrh funkčnosti nového výrobku už vo fáze vlastného návrhu nábytkového prvku. Najlepšie je možné vysvetliť princíp adaptívneho modelovania na príklade.

Na obrázku (Obr.06) je zobrazená stolička z obdobia renesancie (príklad), ktorá je zložená z niekoľkých súčastí. Štandardný postup modelovania pomocou CAD aplikácie je založený na tom, že sa vytvoria jednotlivé súčasti samostatne (noha stoličky, sedák, operadlo, područka, spojovacie prvky) a následne sa im v module zostava, kde sa jednotlivé súčasti umiestnia, pomocou príkazov priradia väzby, čím sa im odoberú stupne voľnosti. Tomu aby nám jednotlivé časti do seba presne zapadali, je nutné už v module súčasti zadefinovať presné rozmery.

Pri adaptívnom modelovaní je princíp modelovania prvku odlišný. Ak je zámerom definovať rozmer prierezu (Obr.06)  $d_1$ , pričom rozmer prierezu  $d_2$  má byť identický, stačí ak sa medzi prvky  $d_1$  a  $d_2$  vloží adaptívna väzba. Rozmer  $d_2$  je tým pádom definovaný ako adaptívny, (prispôsobujúci sa), závislý od rozmeru  $d_1$ . Ak sa hodnota rozmeru  $d_1$  zmení, zmení sa aj rozmer  $d_2$ . Ak je takýchto adaptívnych väzieb v zostave viac, docieli sa tým výrazné urýchlenie produktivity práce v etape navrhovania. Urýchli sa tak čas potrebný na alternovanie riešení nábytkových prvkov, bez nutnosti separátneho premodelovania súčastí. Je to výrazný pokrok v

oblasti konštruovania nábytku. Urýchľuje sa tým čas pre ergonomických overovaniach, pevnostných simuláciách a samozrejme pri tvarovom hľadaní - dizajne.



Obr.06 Nárys, pôdorys a vizualizácia renesančného kresla savanarola Zdroj: Archív autora

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- FOŘT, P. - KLETEČKA, J. Autodesk Inventor : Adaptivní modelování v průmyslové praxi. 1. vyd. Brno : Computer Press: 2004. 290 s. ISBN 80-251-0389-7
- VESELOVSKÝ, J. Štúdia záverečných etáp E 04 a E 05 vedecko-technického projektu aplikovaného výskumu : Výskum, vývoj a výroba kancelárskeho nábytku pre hendikepovaných. č. AV 1114/2004. Zvolen : 2007. 35s.
- VESELOVSKÝ, J. Tvorba nábytku pre telesne postihnutých: Kancelárske pracovné stoly. 1. vyd. Zvolen: TU vo Zvolene: 2007. 72 str. ISBN 978-80-228-1854-4
- PLM riešenia [online]. 2010. SOVA DIGITAL. [cit.25.05.2010]. Dostupné na internete: <<http://www.ova.sk/Default.aspx?CatID=58>>

### Adresa autorov:

Ing. Rudolf Szabó  
Jelšová 25  
974 01 Banská Bystrica  
e-mail: [rudi@rudi.sk](mailto:rudi@rudi.sk)  
homepage: [www.rudi.sk](http://www.rudi.sk) | [www.rudizajn.sk](http://www.rudizajn.sk)

Ing. Katarína Kulfasová  
Fakulta architektúry STU  
Ústav dizajnu  
Nám. slobody 19  
812 45 Bratislava  
e-mail: [kulfina@gmail.com](mailto:kulfina@gmail.com)