

Možnosti propojení systémů používaných v projektování výrobních systémů

Pavel Vik

Katedra výrobních systémů, TUL Liberec
Production and Systems Department, University of Minho
vikpavel@seznam.cz

Abstrakt

V současné době je kladen velký tlak na rychlou a kvalitní tvorbu návrhů projektů výrobních systémů. Pro tyto účely se používá různých softwarových pomůcek pro analýzu, návrh a ověření těchto projektů. Tyto pomůcky se ale většinou v rámci projektu používají samostatně nebo s minimální vzájemnou datovou provázaností.

Článek se zabývá tematikou navrhování výrobních systémů, konkrétně integrací jednotlivých softwarových pomůcek do jednoho systému. Jsou zde popsány jednotlivé nástroje a jejich funkce, principy integrace a další možnosti plynoucí z tohoto propojení jako např. automatické generování simulačních modelů z databáze, generování pozic zařízení do výrobního layoutu a jejich optimálního vzájemného uspořádání podle materiálových toků a jejich vykreslování.

1. Úvod

Projektování výrobních systémů je zpracování technicko-organizačních variant uspořádání jednotlivých prvků výrobního systému s ohledem na optimální využití všech zdrojů (tj. surovin, energie, ploch), výrobních i nevýrobních prostředků (výrobní stroje, manipulační a kontrolní technika) a pracovních sil (lidské zdroje). Tyto varianty jsou zpracovávány nejen z hlediska prostorového, ale i z hlediska plynoucího času. [16],[10]

Obecně lze říci, že se používají následující 4 druhy pomůcek:

- **Databázové systémy** (užití pro analýzu stávajícího nebo plánovaného systému, skladiště dat, dataming analýzy atd.)
- **CAD systémy** (tvorba grafických návrhů dispozic, ověření návrhu v prostoru)
- **Systémy disktrétní počítačové simulace** (ověření návrhu v rámci času)
- **Vizuální systémy** – 2D a 3D animace, případně virtuální realita užívané pro zvýšení názornosti návrhů a jejich snazší pochopení a prezentace

Na základě zkušeností z různých projektů a analýzy stávajících softwarových pomůcek byly nalezeny následující hlavní nevýhody a nedostatky při jejich používání:

- Absence datového toku mezi programy
- Existence několika nezávislých datových zdrojů (databází)
- Minimální zpětné vazby nutné pro zaznamenání změn vzniklých během procesu návrhu projektu
- Zpracování projektových variant

Z těchto důvodů byl navrhnout ucelený systém, který propojuje jednotlivé systémy a dále zjednodušuje a zefektivňuje tvorbu projektů. Na obr. 1 vlevo je porovnání stávajícího, nejčastějšího principu používání softwarových pomůcek s navrhovaným principem. Myšlenka propojení a vzájemné integrace systémů není novinkou, existuje řada specializovaných aplikací

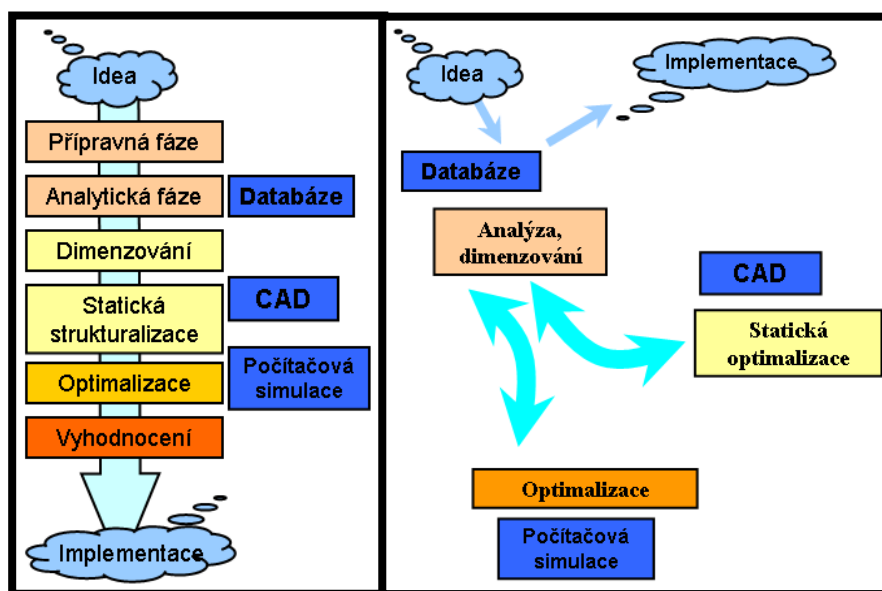
nebo rozříšení simulačních programů, umožňujících ovšem pouze částečné propojení a vazby na další programy. [9], [8], [5]

Např. program MatPlan podporující rozmístění výrobních zařízení v layoutu na základě materiálových toků a generování jednoduchých simulačních modelů Witness. Toto generování simulačních modelů je uskutečněno pomocí souboru „*.lst“ obsahující sekvence příkazů WCL (Witness command language). [7]. Další program pracující jako nástavba AutoCADu – FastDesign, který umožňuje generování layoutů na základě dat z databáze (podsystem FastGraf), ve které lze provádět i nejrůznější analýzy (podsystem FastPlan) jako např. PQ analýza, cluster analýza, rozpad kusovníku atd.

Simulační programy jsou obecně zaměřeny na časové studie, tj. chování layoutu v rámci času a většinou zde chybí přímé vazby na CAD systém. Např. simulační systém Witness je dnes doplněn o celou řadu modulů rozšiřujících jeho použití, jmenovitě např. modul virtuální reality VR pro zobrazování simulovaných procesů ve 3D grafice [19]. Datové propojení mezi CAD systémy a simulačním programem je uskutečněno pomocí SDX modulu. Grafické objekty v CADu systému (AutoCAD) obsahují i data určená pro vytvoření simulačního modelu (výrobní časy, kapacity, přepravní náklady atd.). Toto aplikační propojení je uskutečněno pomocí souboru „*.flo“ vytvořeného v CADu, následně načítaného do simulačního softwaru, který vytvoří funkční model. Zpětná přímá vazba mezi Witnessem (simulací) a CADem zatím neexistuje. [8], [9], [18]

Kompletní propojení systémů nabízejí tzv. digitálních továren (např. Delmia nebo Tecnomatix), propojující jednotlivé systémy pomocí jednotné databáze. Např. balík Tecnomatix je tvořen simulačním softwarem Plant Simulation, aplikacemi pro tvorbu layoutů FactoryCAD a Factory Flow a dalšími logistickými aplikacemi. Databázová integrace umožňuje spojit několik aplikací a synchronizuje data mezi nimi. Tato data zaznamenaná v tabulkách jsou asociována s objekty a jsou přístupná patřičným aplikacím.

Velkou nevýhodou je ovšem velká finanční náročnost těchto softwarových balíků. Pro malé a střední firmy stále takové řešení neexistuje.[3]



Obr. 1 – Porovnání stávající (vlevo) a navrhovaného principu propojení systémů

2. Stanovené cíle práce

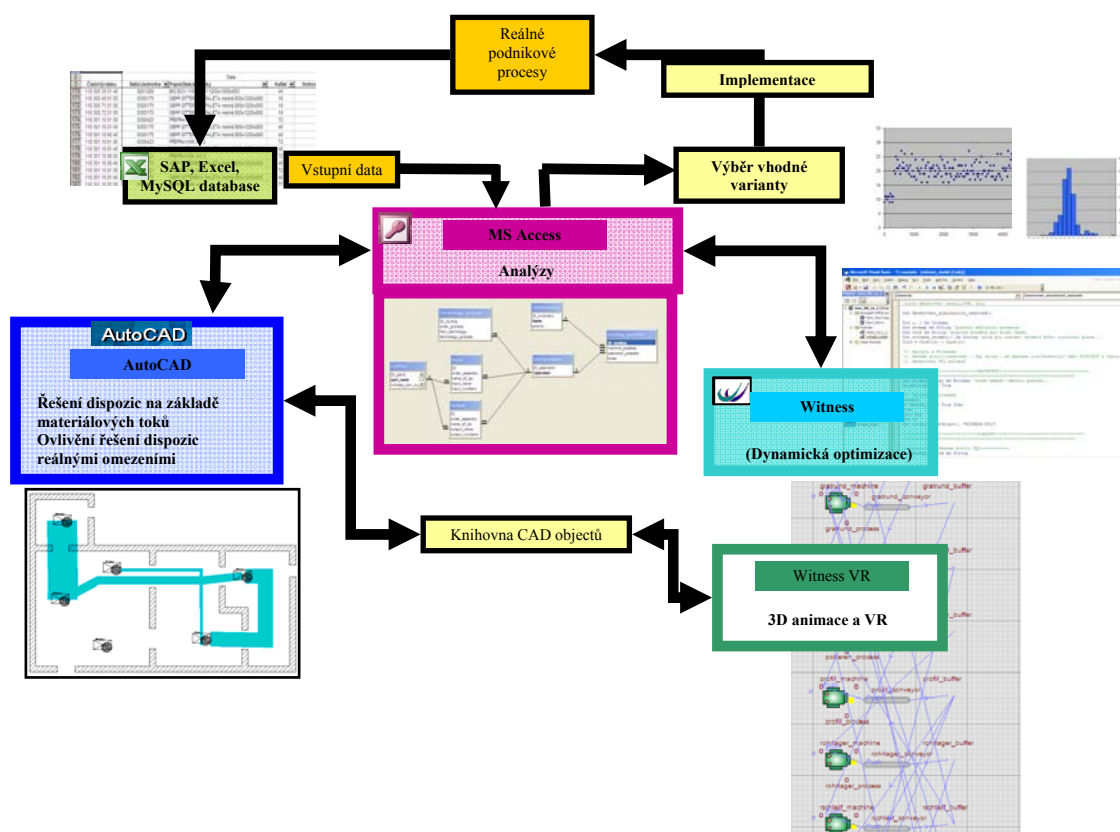
Jedním z hlavních cílů je pokrytí co největšího počtu druhů úloh a otázek řešených během projektování, zejména se jedná o tyto: [12]

- Velikosti (dimenzování) skladů a meziskladů, stanovení limitní zásoby
- Optimální využití zdrojů
- Analýza úzkých míst
- Návrh manipulační techniky a způsobu zásobování (přepravní vozíky, milk-run systém, AGV, pásový dopravník, lidská manipulace, atd.)
- Problematika dlouhodobého projektování (změny ve výrobní skladbě a výrobě počtu během delšího časového období), změna nákladů nebo dalších parametrů (strojní časy) [2]
- Detailní návrh layoutu a reálné omezení (stávající výroba, stěny, sloupy výrobních hal, ergonomie, sociologické aspekty atd.) a re-layout problematika

2.1 Zpracování

Na základě možností a stanovených požadavků byl navrhnout systém, ve kterém jsou integrovány tři programy, konkrétně se jedná o **MS Access** (databáze), **Witness 2008** (simulační systém) a **AutoCAD 2004** (CAD systém pro zakreslení layoutů). Tyto programy byly vybrány z důvodů velkého rozšíření v oblasti projektování systémů, podpory integrace a vlastnictvím licencí pro tyto programy. Jiná varianta podobného propojení je např. mezi simulačním softwarem Arena a Solid Works 2D (CAD systém).

Na obr. 1 vpravo je zobrazen obecný princip propojení, na schématu 2 je znázorněno detailní propojení s informačními toky a ukázkami z jednotlivých programů.



Obr. 2 – Celkové propojení systémů

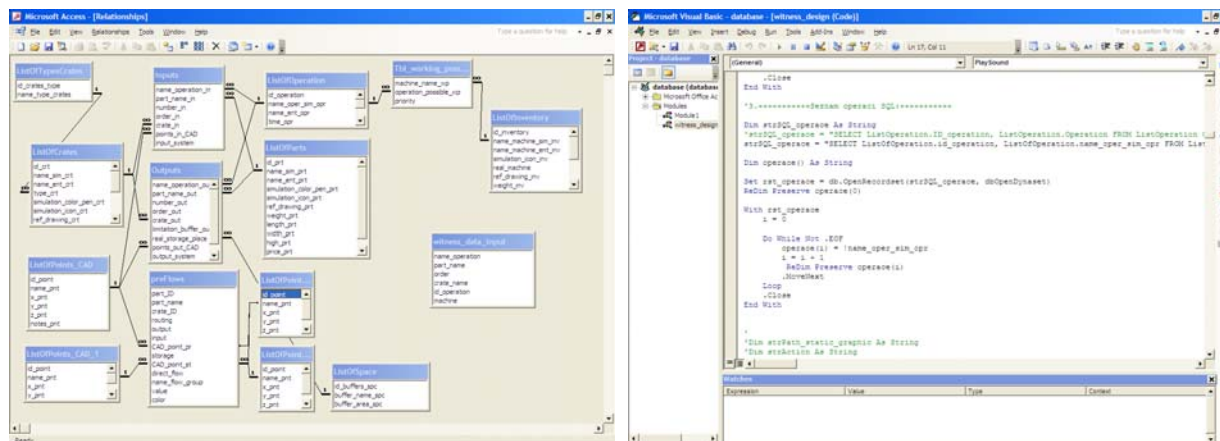
2.2 Propojení

Pro propojení a ovládání jednotlivých programů byl zvolen programovací jazyk Visual Basic for Application (VBA). Hlavními důvody této volby je jeho zahrnutí téměř ve všech produktech Microsoft, AutoCad a mnoho dalších, jednoduchá syntaxe a použití (zejména interaktivní vývojové prostředí a vizuální nástroje), snadné propojení s databázemi (např.

pomocí OLE DB Microsoft Jet), podpora **OLE Automation** (Object Linking and Embedding) sloužící k řízení jiných programů (Witness) a využívání jejich objektů a **DDE (Dynamic Data Exchange)** pro výměnu dat mezi aplikacemi.

Databáze také obsahuje VBA makra pro automatické načítání CAD objektů a jejich vložení do layoutu (AutoCad).

Dále databáze obsahuje některé základní analýzy – např. PQ analýzu (produkt – množství). Je kladen důraz na jednoduché zadávání a změnu vstupních dat a parametrů, např. výrobní plány a rozsahy výroby (v automobilovém průmyslu se jedná zejména o facelifty nebo náběhy nových produktů) a experimentování s těmito daty. Tyto experimenty jsou zejména vhodné pro zjišťování ovlivnění systému – např. stávající dispoziční řešení layoutu. Dále se dají navrhované varianty testovat vlivy nejistot a zjišťování robustnosti a flexibility layoutu.[6]



Obr. 3 – Ukázka z relační databáze, VBA maker a formuláře pro zadávání detailů operace

3.2 Simulační systém

Vygenerovaný simulační model obsahuje zmíněné elementy a dále pak některé grafické prvky (seznamy operací, výrobních zařízení atd.), ustanovení propojení s projektovou databází a moduly obsahující SQL příkazy pro načítání dat pro konfiguraci elementů a jejich automatický update při každé změně v databázi (možnost rekonfigurace elementů na základě aktuálních dat na počátku simulačního běhu – inicializace).

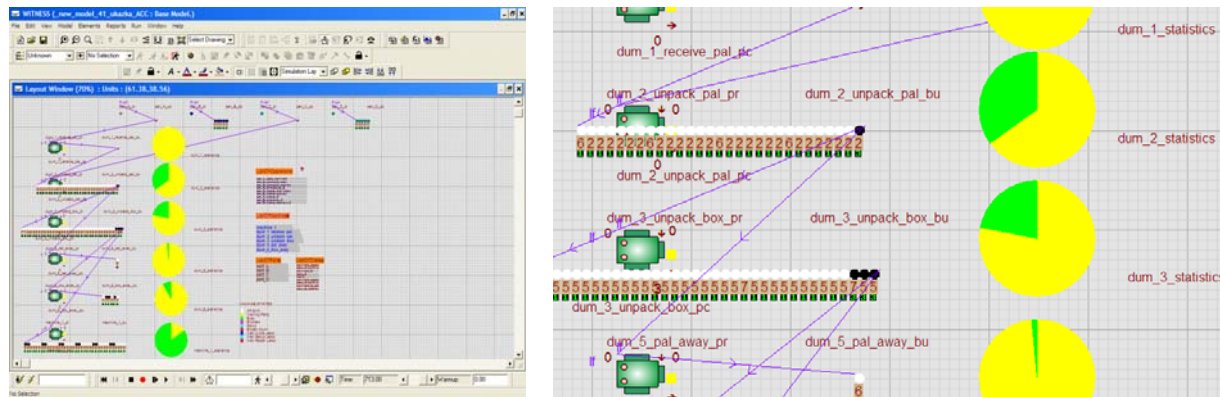
Po vygenerování a konfiguraci následuje fáze simulačních běhů a experimentování s modelem.

Získaná data jsou zapsána zpět do databáze, jedná se zejména o stochastické materiálové toky, průměrné a maximální velikosti mezikladů během simulace (tyto informace jsou využity v návrhu layoutu), využití zdrojů (strojů, operátorů, manipulační techniky), propustnost systému a vyhledání úzkých míst.

Tato data je pak možné přímo použít např. při dispozičním uspořádání.

Na obr. 3 je ukázka z vygenerovaného simulačního modelu během simulačního běhu, je vidět aktuální obsazenost meziskladů, využití zařízení a některé grafické prvky (koláčové grafy využití jednotlivých zařízení, seznamy dílů, strojů, operací a použitých obalů). Tento model je pouze demonstrativní ukázka – simulace rozbalování dílů z přepravních obalů a jejich následná montáž.

[11], [17]



Obr. 3 Ukázka z prostředí simulace

3.3 CAD systém

CAD systém je primárně určen k zobrazování strojního vybavení a uspořádání ve výrobní hale, tj. nalezení nejlepší lokace pro každého zařízení. K tomu napomáhají VBA makra umožňující ideální rozmístění zařízení podle trojúhelníkového pravidla založeného na velikosti materiálových toků. Detailní layout je pak ovlivněn celou řadou faktorů a omezení (stávající výroba nebo stavební omezení apod.).

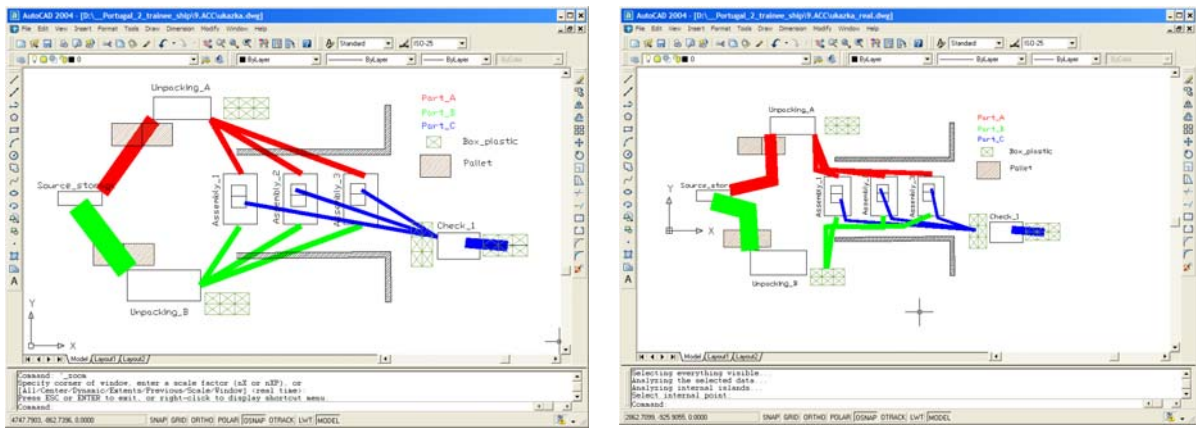
Grafické objekty (skutečné výkresy zařízení nebo zjednodušená náhrada) jsou automaticky vloženy z knihoven.

Dále se zde zobrazují materiálové toky určené deterministicky nebo stochasticky, za pomoci simulace a zahrnující stochastické vlivy, vlivy blokačí apod. Vygenerované toky jsou definované jako přímé (úsečka odkud – kam), tj. nerespektují zakřivení toků z důvodu stavebních omezení atd. Pro zobrazení reálných toků, respektujících tyto omezení, je nutné tyto toky upravit jako lomené čáry, definiční body se pak uloží do databáze. Na obr. 4 jsou znázorněny materiálové toky jednotlivých dílů – jednak ideální (přímé) a reálné (pokřivené). Pro porovnání variant na základě materiálových toků lze spočítat jejich celkový součet (reálná délka toků x šířka) a odhadnout je tak.

Materiálové toky mohou mít různé jednotky – např. přepravovaná hmotnost za časovou jednotku nebo frekvence pohybů dopravního systému. Tyto toky se dají také vykreslovat podle zadaných parametrů – tj. např. pouze tok konkrétního dílu nebo např. toky všech dílů, které jsou přepravovány na paletě apod.

Také se zde zohledňují získané velikosti meziskladů, tj. nutných ploch pro zaskladnění. To dále vede k návrhu regálů a jiných logistických prvků.

Výstupními daty zapisovanými do databáze jsou souřadnice zařízení, reálné materiálové toky a dále také nutné změny vzniklé oproti původnímu zadání – např. změny počtu paletových míst získaných pomocí počítačové simulace (zadání), které je nutno redukovat z důvodu nedostatku plochy (zjištěno při tvorbě layoutu v CADu). V tomto případě opět vyvstává otázka, jak toto omezení dále ovlivní celkově výrobní systém.



Obr. 4 – Ukázka z prostředí AutoCad – ideální (přímé toky) a reálné materiálové toky

3.4 Další vlastnosti propojení:

Jednou z výhod pramenících z tohoto uspořádání je možnost začít s návrhem dvěma způsoby, a to:

- Návrh layoutu pomocí databáze, jeho funkčnost je pak ověřena pomocí počítačové simulace
- Vytvoření simulačního modelu z databáze, pro něhož je pak zakreslen layout
- Případně je zde možnost kombinace pomocí simulace a pomocí CADu

Obecně lze říci, že pro minimalizaci přepravních nákladů je výhodnější navrhnout layout v CADu a následně pokračovat za pomoci simulace. V případě je projekt více zaměřen na procesy a jejich zlepšování (např. analýza úzkých míst, využití zdrojů), potom se jeví výhodnější použití simulace a následně návrhu layoutu. [1]

4. Závěr

Obecným cílem této práce je zefektivnění procesu návrhu výrobního systému, odstranění některých redundantních činností a „manuální“ práce (ruční přepisování dat), automatizaci některých fází v procesu návrhu a spojuje statickou a dynamickou optimalizaci layoutu, což obecně vede ke zvýšení konkurence schopnosti podniků. Mezi problematická místa tohoto řešení patří sjednocení dat mezi podnikovými databázemi a projektovou databází, zahrnutí reálných vlivů na dispoziční řešení, omezení při automatickém generování simulačního modelu – model je stavěný pro řešení konkrétních, nejčastějších otázek.

Literatura

- [1] ALEISA E., LIN L.: For effective facilities planning: layout optimization then simulation, or vice versa? , In Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2005, s. 1381-1385
- [2] BENJAAFAR, S., HERAGU, S. S., IRANI S.: Next generation Factory layouts: Research challenges and recent progress, Interface 2002.
- [3] Bureš M., Ulrych Z., Leeder E.: Digitální fabrika – softwarové produkty pro oblast digitální fabriky, In Mopp – Modelování a optimalizace podnikový procesů, Plzeň 8.-9. 2. 2007 ISBN 978–80–7043–535-9
- [4] FRANCIS R.L., MCGINNIS L.F., WHITE J.A.: Facility Layout and Location: An Analytical Approach, 2nd edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1992.

- [5] HAVLÍK, R.; MANLIG, F.: Vom 2D Layout bis zur virtuellen Realität. In: Priemyselne inženierstvo. Sborník príspevků mezinárodní konference, Dolný Smokovec 07.-08. 10. 04. Košice: TU v Košiciach, 2004, s. 149 – 154.
- [6] KULTUREL S.: Approaches to uncertainties in facility layout problems: Perspectives at the beginning of the 21th Century, In Springer Science and Business Media, Springer Netherlands 2007, ISSN 0956–5515
- [7] MARKT L., MAYER M.: Witness simulation software a flexible suite of simulation tools, In Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, s. 711–717.
- [8] MECKLENBURG K.,: Seamless integration of layout and simulation, In Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, s. 1487- 1491.
- [9] MOORTHY S.: Integrating the cad model with dynamic simulation: simulation data exchange, Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, s. 276-281
- [10] MUTHER R.: Systematické projektování (SLP), SNTL, Praha, 1970.
- [11] MUJBER T.S., SZECSI T., HASHMI M.: A new hybrid dynamic modelling approach for process planning, Journal of Materials Processing Technology 167, 2005
- [12] TAYLOR G.: Introduction to logistics engineering, New York, Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 978-1-4200-8851-9
- [13] VIK P.: Integration of CAD systems and computer simulation and its usage in designing of manufacturing systems, 3. mezinárodní konference Výrobní systémy dnes a zítra, 27.–28.11.2008, ISBN 978-80-7372-416-0
- [14] VIK P.: Propojení nástrojů používaných pro navrhování výrobních systémů. Proceedings of 4th annual International conference for Ph.D studentesand young researches, Zlín 10. April 2008, ISBN 978-80-7318-663-0
- [15] WU Y., APPLETON E.: The optimization of block layout and aisle structure by a genetic algorithm, Computers and Industrial Engineering, v41, no4, 371–387, 2002
- [16] ZELINKA A., KRÁL M.: Projektování výrobních systémů, Praha: ČVUT, 1995, ISBN 80-01-013302-2
- [17] VILARINHO P., GUIMARAES R.: A Facility Layout Design Support System, Investigacao Operacional 23, 2003, p. 145–161, ISSN 0874–5161
- [18] www.ugs.com
- [19] www.lanner.com