



## LABORATÓRNE PROJEKTOVANIE DIGITÁLNYCH MODELOV VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

### LABORATORY DESIGN DIGITAL MODELS OF MANUFACTURING SYSTEMS

Daniela ONOFREJOVÁ, Jaroslava JANEKOVÁ

**Abstract:** Requirements for structure of production systems, following the concept of the third industrial revolution focus on improving automation and thus autonomy, flexibility of production facilities with less human intervention. The concept „Industry 4.0“ is focused on the transfer of information between technical equipment with the capability of evaluating them without constant human intervention. Therefore the whole system, including its design and construction tools, input and output data certainly must be accurate and intelligible.

**Abstrakt:** Nároky a požiadavky na výrobné systémy sa v nadväznosti na koncept 3. priemyselnej revolúcie týkajú zvyšovania automatizácie, a teda autonómnosti, pružnosti výrobných zariadení s menšou intervenciou človeka ako doposiaľ. 4.priemyselná revolúcia je zameraná na prenos informácií medzi technickými zariadeniami so schopnosťou ich vyhodnocovania bez neustálej intervencie človeka. Preto celý systém, vrátane jeho projekčných a stavebných strojov, vstupných a výstupných dát určite musí byť presný a zrozumiteľný.

**Keywords:** design of production system, AutoCad Architecture, digital factories, Industry 4.0.

**Kľúčové slová:** projektovanie výrobných systémov, AutoCad Architecture, digitálne továrne, priemysel 4.0.

#### Úvod

Digitalizácia prostredia je realizovaná množstvom aplikácií so špecifickou funkčnosťou, a je hnacím kolesom 4. priemyselnej revolúcie. Pojmom Priemysel 4.0. (Industry 4.0) sa označuje spôsob využívania informačných a komunikačných technológií, implementácie kyberneticko-fyzikálnych systémov, systémov umelej inteligencie do výroby, služieb a všetkých odvetví hospodárstva v priemyselných podnikoch a zmeny porovnateľné s tými, ktoré v minulosti priniesli priemyselné revolúcie. Základným stavebným prvkom priemyslu 4.0 je internet vecí (Internet of Things), kde sú cez internet prepojené všetky priemyselné zariadenia so schopnosťou navzájom medzi sebou podľa vopred určených štandardov komunikovať. Základné charakteristiky digitálnych tovární v súlade s konceptom “Priemysel 4.0” podľa [1] zahŕňajú tieto kľúčové prvky:

- výrobné procesy sú optimalizované v rámci celého hodnotového reťazca vďaka vertikálne aj horizontálne integrovaným IT systémom;
- izolované výrobné jednotky sú nahradené plne automatizovanými a vzájomne prepojenými výrobnými linkami;
- fyzické prototypy sú nahradené virtuálnymi návrhmi výrobkov, výrobných prostriedkov a výrobných procesov, ich uvedenie do prevádzky prebieha v rámci jedného integrovaného procesu zapájajúceho ako výrobcu samotného, tak aj jeho dodávateľov;
- flexibilné výrobné procesy umožňujú efektívnu výrobu i malých výrobných dávok prispôbených individuálnym požiadavkám jednotlivých zákazníkov;



- vzájomne komunikujúce roboty, výrobné zariadenia a výrobky činia do istej miery autonómne rozhodnutia v reálnom čase a tým zvyšujú flexibilitu a efektívnosť výrobného procesu;
- výrobné zariadenie sa samo optimalizuje a konfiguruje v závislosti na parametroch spracovávaného produktu;
- automatizované logistické zázemie využívajúce autonómne vozíky a roboty se automaticky prispôsobuje potrebám výroby.

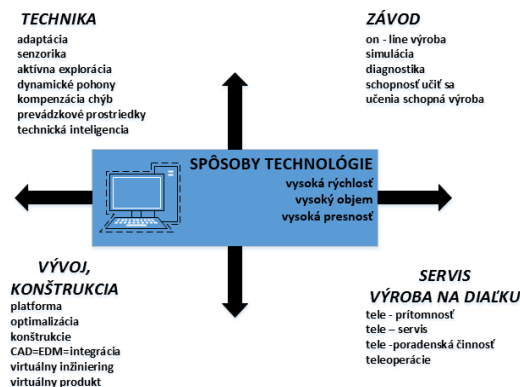
Podľa Ing. Eduarda Palíška, Ph.D., MBA, generálneho riaditeľa Siemens ČR, “z technologického pohľadu je centrom pozornosti „Industry 4.0“ evolúcia od vstavaných systémov ku kyberneticko-fyzickým systémom, automatizačné technológie sú vo vízii zamerané na distribuované systémy a počítajú s metódami autooptimalizácie, autokonfigurácie, autodiagnostiky, strojového vnímania a inteligentnej podpory pracovníkov.

### Nová generácia sofistikovaných výrobných systémov

Významné koncepcie pri výskume a vývoji projektovania typovo založených výrobných prevádzok, procesov a súčastí, je nutné využitie programov vyspelých konceptov digitálneho projektovania. V súčasnej dobe je podstatná počítačová podpora výrobných systémov, t. j. používanie inteligentných informačných a aplikovaných systémov. Pre vývoj v oblastiach normalizácie inteligentných digitálnych grafických aplikácií, je nutné úzko spájať dosahovanie rastu a využívanie odborne orientovaných informačných, aplikačných a inovatívnych systémov. [3], [7]

Nasledujúce špecifické znaky inovačného rozvoja výrobných systémov a procesov sú podstatné z hľadiska znižovania výrobných nákladov resp. miniaturizácia výrobných procesov a ich štruktúry. Nepretržitý priebeh znižovania výrobných procesov bez celkových logistických tokov a materiálového skladovania sa dodávajú ako stavebnicové systémy. Používanie inovatívnych viacfunkčných výrobných prostriedkov zabezpečuje komplexnú produkciu rovinných alebo rotačných produktov bez komplikovaného narábania. Konkrétne prostriedky sú nutné požadovať podstatne výkonnejšie pracovné prostriedky, materiál pre nástroje a neustále ochladzovanie.

Na skracovanie časového rozmedzia pre nastavenie výrobných prostriedkov sa podieľajú ešte nedostatočne významné konštrukcie a nástroje na striedanie polotovarov a výrobkov. Inovačné návrhy a princípy na skracovanie časov je podstatný pre nastavenia, pri určitej odchýlke výroby. Dokonalá istota výrobných prostriedkov je z dôvodu dosahovania vysoko produktívnymi pomôckami, materiálom, prostriedkami medzioperačnej dopravy, technikou riadenia a pod.



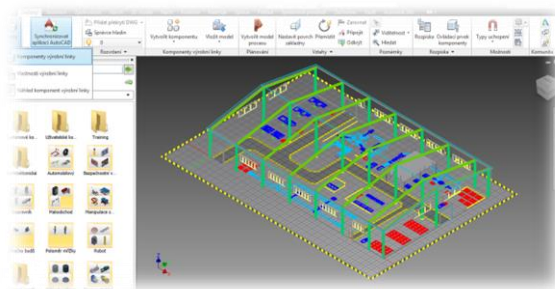
Obr. 1 Spôsoby technických inovácií v strojárstve



Podstatne dôležitá je vzájomná spolupráca monitorovacích, meracích, produkčných a kontrolných prostriedkov. V súčasnej dobe je maximálny počet prostriedkov na kontrolu, ktoré sú poprepájané medzi sebou a dostatočne ovládané riadeným počítačom. Na kontrolovanie a overovanie sa v súčasnej dobe využívajú rôznorodé typy senzorov a multidotykových nástrojov na meranie. [2]. Obrázok (Obr. 1) charakterizuje podstatné inovatívne aspekty v oblasti strojárskkej výroby.

**Inteligentné systémy vybavené ovládaním inteligentných častí.** Inteligentné automatizačné systémy ponúkajú riešenie pre tých záujemcov, ktorí sa domnievajú a zameriavajú sa na bezpečnosť, pohodlie, šetrenie nákladov, inteligentné prostredie, pričom môže kontrolovať a ovládať tieto činnosti v rámci celej budovy [5]:

- osvetlenie a stmievanie,
- žalúzie, rolety (vonkajšie / vnútorné), odomknutie / zamknutie dverí (elektrický zámok), garážových brán a brán otváranie / zatváranie, atď.,
- vykurovanie, klimatizácia,
- opatrenia: teplota, vlhkosť, intenzita svetla, koncentrácia plynov,
- voliteľné zariadenia riadené stýkačmi alebo výkonovými relé,
- každé zariadenie, ktoré možno ovládať cez komunikačný štandard RS 232, RS485, Ethernet, infračervený port.



Obr. 2 Transformácia 2D layoutu do 3D layoutu. [6]

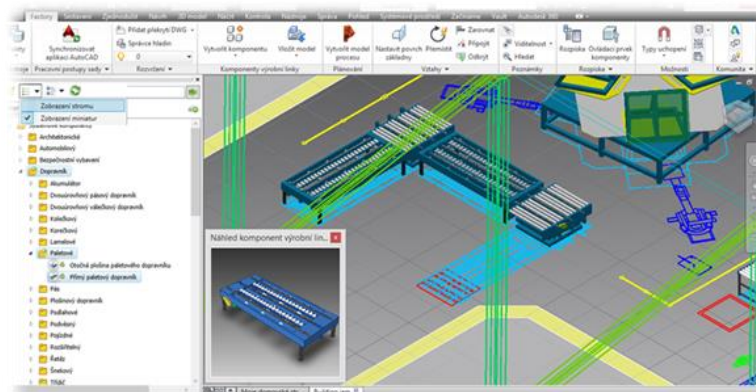
**Návrh modelov výrobných systémov v prostredí AutoCad Architecture.** Každý model zobrazuje realitu výrobného procesu v systémovom poňatí. V systéme je nutné identifikovať všetky jeho prvky a vzájomné väzby medzi prvkami, ktoré ovplyvňujú správanie systému ako celku nielen vo vnútornej štruktúre, ale tiež voči okoliu.

Pri tvorbe digitálneho výrobného modelu je potrebné si v prvom rade zvoliť a určiť rozmery modelu respektíve celej výrobnjej plochy. Rovnako dôležité je rozmiestnenie pracovísk, výrobných strojov, manipulačných zariadení, medzioperačná doprava, umiestnenie okien a samozrejme aj núdzových východov. Medzi ďalšie hľadiská sa považuje nosná konštrukcia modelu a podrobná analýza kompletného výrobného systému, potrebná pre modelovanie v 3D priestore.

**Autodesk Factory Design Suite (AFDS)** slúži na modelovanie a projektovanie digitálnych výrobných systémov, rovnako aj optimalizáciu výrobných procesov. Umožňuje digitálnu vizualizáciu a optimalizáciu navrhovanej budovy. Aplikácia pracuje na báze CAD programu, ktorý obsahuje niekoľko softvérových aplikácií na kompletný návrh od jednoduchých až po zložité projekty. Podstatnými výhodami AFDS je možnosť zobrazovania nielen v 2D



zobrazení, ale aj 3D zobrazovania výrobných systémov (Obr. 2), pri dosahovaní čo najvernejšej podobe reality. Medzi ďalšie možnosti sa zahrňuje navrhovanie dopravníkových systémov, inteligentných výrobných procesov, liniek a robotizovaných pracovísk (Obr. 3). Aplikácia AFDS pozostáva zo širokej škály ponúkaných softvérov. Na modifikáciu a projektovanie projektov pracovísk, prevádzok, navrhovanie budov alebo simuláciu materiálových a logistických tokov v 2D prostredí sa využíva aplikácia AutoCAD respektíve AutoCAD Architecture. [6]



Obr. 3 Spôsob osadzovania komponentov a náhľad komponentov [6]

Pre konkrétne aplikácie je špecifická vlastnosť, schopnosť vygenerovania určitých výstupných hodnôt ako výpočet celkových nákladov, spotreba energie, využiteľnosť na pracoviskách atď. V rámci navrhovania a modelovania v 3D prostredí prostredníctvom kompletných knižníc 3D komponentov alebo synchronizáciou medzi 2D, 3D zobrazovaním slúži aplikácia Inventor Professional. [6]

## Záver

Nároky a požiadavky na výrobné systémy sa v nadväznosti na koncept 3. priemyselnej revolúcie týkajú zvyšovania automatizácie, a teda autonómnosti, pružnosti výrobných zariadení s menšou intervenciou človeka ako doposiaľ. Štvrtá priemyselná revolúcia prináša rad výziev, ale hlavne jedinečnú príležitosť pre zabezpečenie dlhodobej konkurencieschopnosti podnikov v globálnom konkurenčnom prostredí. Schopnosť využiť túto príležitosť bude mať dopad na kvalitu života celých generácií. Ako spomína Mařík a kol. [1] v jadre štvrtej priemyselnej revolúcie stojí spojenie virtuálneho kybernetického sveta s fyzickou realitou. Interakcia týchto systémov s celou spoločnosťou je nevyhnutná a mať schopnosť zvládnuť obrovské množstvo informácií bude možné iba so zvládnutím a poznaním softvérových nástrojov, ktoré sú kľúčom k digitalizácii fyzických dát.

Tento príspevok predstavuje nové technologické možnosti a balík softvérových nástrojov vhodných na digitalizáciu výrobných systémov a procesov.

## PodĎakovanie

Príspevok bol riešený v rámci projektu KEGA 029TUKE-4/2016: Vzdelávacie a tréningové pracovisko inovačného vývoja a realizácie podnikových procesov a systémov.



### **Použitá literatúra**

- [1] MARIK, V. a kol.: Národná iniciatíva Priemysel 4.0, Praha, 2016.
- [2] MADARÁSZ, L.: Intelligent technologies and their application in complex systems. Kosice: Elfa, 2004.
- [3] KOVÁČ, J.: Projektovanie výrobných procesov a systémov. Košice: Edícia EQUAL, SjF TU v Košiciach, 2006.
- [4] JURKO, J., MODRÁK, V., ZAJAC, J., HLOCH, S., HOŠOVSKÝ, A., MONKOVÁ, K.: Layout of production system. 2016. In: Studia i Materialy. Vol. 36, no. 2 (2016), p. 5-12, ISSN 0860-7761.
- [5] ONOFREJOVÁ, D., ONOFREJ, P., ŠIMŠÍK, D.: Model of Production Environment Controlled With Intelligent Systems, Procedia Engineering: Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems MMaMS 2014: 25th-27th November 2014, High Tatras, Slovakia. No. 96, pp. 330-337. Available at: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814031877>>.
- [6] KOŠÁR, M.: Projektovanie digitálnych modelov výrobných systémov, Diplomová práca. Košice: Technická univerzita Košice, 2015, s. 74.
- [7] KOVÁČ, J., MIHOK, J.: Priemyselné inžinierstvo. Sjf TU Košice, 2013, s. 340, ISBN 978-80-553-0806-7.
- [8] FUSKO M., RAKYTA, M., HALUŠKA, M.: Why integration for manufacturing systems. In: Trendy a inovatívne prístupy v podnikových procesoch 2015. Košice : TU, 2015 S. 1-5. ISBN 978-80-553-2255-1.

### **Kontakt**

Ing. Daniela Onofrejová, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovensko  
e-mail: [daniela.onofrejova@tuke.sk](mailto:daniela.onofrejova@tuke.sk)

Ing. Jaroslava Janeková, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovensko  
e-mail: [jaroslava.janekova@tuke.sk](mailto:jaroslava.janekova@tuke.sk)