

Prvý časopis o priemyselnom inžinierstve na Slovensku

DVOJMESAČNÍK  
SLOVENSKÉHO CENTRA PRODUKTIVITY  
ÚSTAVU KONKURENCIESCHOPNOSTI A INOVÁCIÍ ŽU  
STROJNICKEJ FAKULTY ŽILINSKEJ UNIVERZITY

# Produktivita a Inovácie

číslo: 2/2009

ročník: 10

Téma čísla

## DIGITÁLNY PODNIK

Technologická platforma - ManuFuture

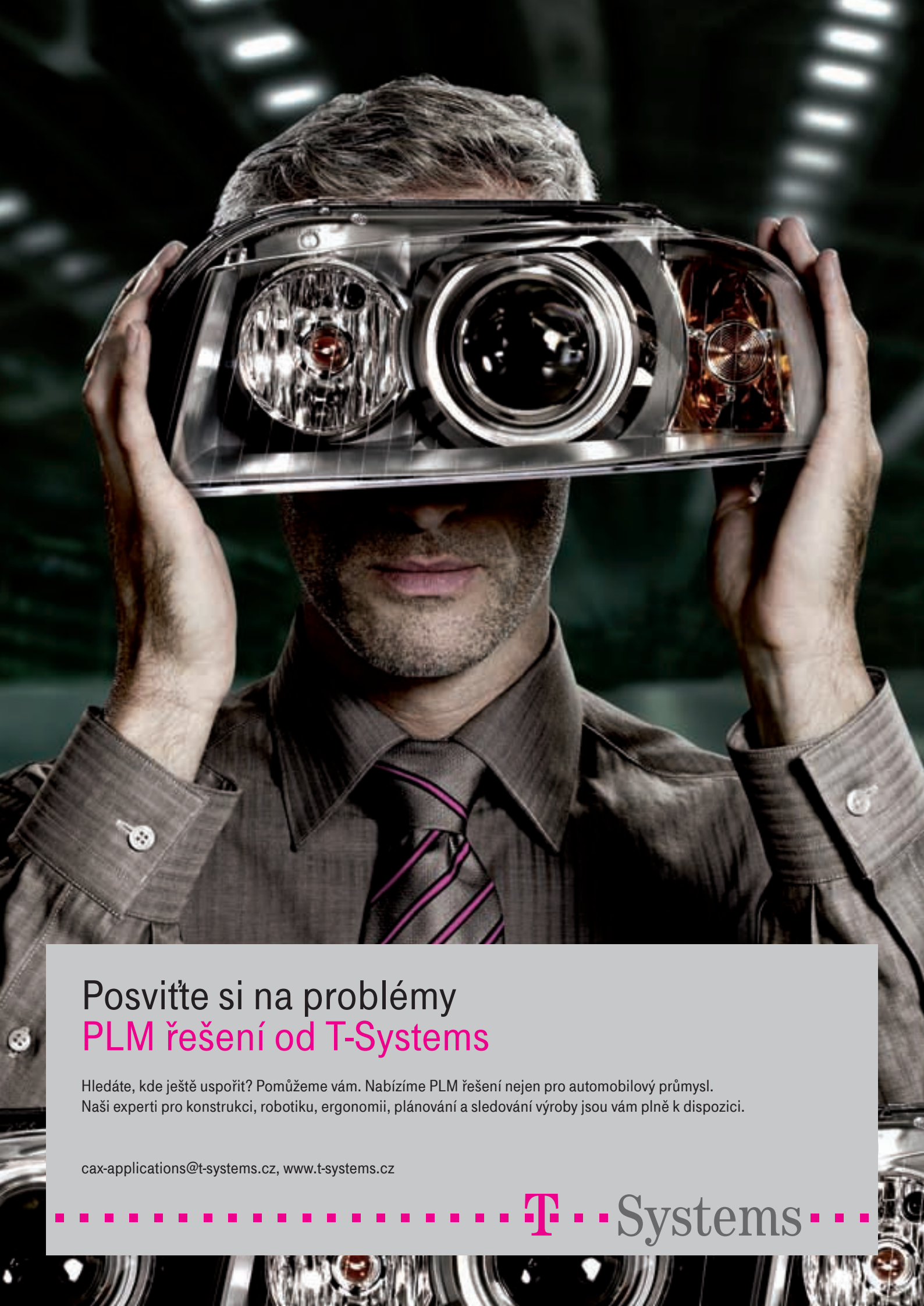
Využitie Delmia V5 DPM Assembly v praxi

Digitalizácia kultúrnych a historických pamiatok

ISSN 1335-5961



9771335596100 05



## Posvitte si na problémy PLM řešení od T-Systems

Hledáte, kde ještě uspořit? Pomůžeme vám. Nabízíme PLM řešení nejen pro automobilový průmysl. Naši experti pro konstrukci, robotiku, ergonomii, plánování a sledování výroby jsou vám plně k dispozici.

[cax-applications@t-systems.cz](mailto:cax-applications@t-systems.cz), [www.t-systems.cz](http://www.t-systems.cz)

**T** Systems



**Ing. Andrej Štefánik, PhD.**  
výkonný riaditeľ,  
Stredoeurópsky technologický inštitút  
(CEIT)

## Vážení čitatelia,

Hovorí sa, že najlepším obdobím na investovanie je obdobie hospodárskych kríz. Mnohí môžu namietat', že investovať môžem, len ak mám čo investovať. V každom prípade, všetky firmy v obdobiach krízy, by sa mali zamyslieť nad svojim fungovaním, premyslieť, ako sa dajú robiť veci lepšie, rýchlejšie a zaujímavejšie pre zákazníka. To by malo podniky viesť k potrebnému znižovaniu nákladov a flexibilnejšiemu prispôsobovaniu sa trhu. A to je priestor pre aplikáciu metód a nástrojov Digitálneho podniku.

Digitálny podnik je koncept založený na myšlienke paralelnej a vzájomne sa ovplyvňujúcej väzbe medzi návrhom výrobku a jeho výrobou, či preverením navrhnutých výrobných a montážnych postupov ešte pred samotnou „fyzickou“ realizáciou na vytvorení počítačového modelu. Ten umožňuje preveriť viaceré varianty, umožní zistiť, či sú dosiahnuté požadované parametre pri zadaných obmedzeniach, či dokonca optimalizovať výrobu ešte pred jej samotnou realizáciou. Pritom všetky experimenty môžeme na modeli robiť relatívne rýchlo a za zlomkové náklady. Pokiaľ dosiahneme vhodné riešenie, následná implementácia zmien výroby a jej nábeh je realizovaný bez problémov, rýchlo a efektívne. A to nám šetrí tak čas, ako aj náklady.

Mnohé firmy namietajú, že ide o drahé riešenie, ktoré si môžu dovoliť len veľké, bohaté firmy. Digitálny podnik je v myslení pracovníkov našich, ale aj zahraničných podnikov stále niečo nesprávne vnímané, nedostatočne vysvetlené a spája sa väčšinou len s vytvorením pekného 3D obrázku, či videa. Pozadie týchto nástrojov je však podstatne širšie a vizualizácia je len „bonusom“ k výsledkom, ktoré poskytuje. Obchodné smerovanie softvérových platforiem, ako aj postupná implementácia jednotlivých nástrojov ukazujú, že cieľom nie sú len veľké koncerny automobiliek, ale aj malé a stredné výrobné podniky. Mnohokrát sa podniku zdá vysoká cena, ktorú má zaplatiť za presnú 3D digitalizáciu svojich výrobných priestorov a výrobných zariadení, či za vytvorenie simulačného modelu výrobných a logistických systémov. Tieto riešenia, však podnik môže využívať niekoľko rokov, či desiatok rokov s minimálnymi nákladmi na aktualizáciu a pritom využívať všetky výhody, ktoré mu poskytuje.

Práve téme Digitálneho podniku a vysvetleniu jeho šírky a podstaty sa venuje aj číslo časopisu, ktoré sa Vám práve dostáva do rúk. Z dôvodu osvetly riešení, možnosti výmeny skúseností, ktoré získali jednotlivé podniky pri jeho implementácii sa Stredoeurópsky technologický inštitút (CEIT) rozhodol po úspešnom prvom ročníku medzinárodného workshopu Digitálny podnik 2008 aj tento rok zorganizovať jeho pokračovanie pod názvom Digitálny podnik 2009. Ten svojim programom prichádza s novými spôsobmi realizácie, tak vo forme paralelných interaktívnych workshopov, ako aj rozšírením prezentovaných riešení formou panelovej diskusie. Viac si o tomto unikátnom podujatí môžete prečítať v časopise a na <http://slcp.sk/dp/>.

Prajem Vám príjemné čítanie.

## DIGITÁLNY PODNIK

- 2 Digitální továrna - mocný nástroj pro průmyslovou výrobu
- 4 Využitie Delmie V5 Assembly v praxi
- 6 Zátťažové analýzy v ergonómii - správna aplikácia pre kvalitné hodnotenie
- 10 CEIT - oddelenie dizajnu jeho zameranie, realizácia a využívanie progresívnych technológií pri vývoji
- 15 Optimalizácia výrobnéj linky v podniku NEMAK Česká republika

## INOVÁCIE

- 12 Skúšobné zariadenie na skúšanie životnosti veľkorozmerových ložísk
- 14 Využitie medziodborovej spolupráce pri vývoji mobilných robotických systémov

## DIGITALIZÁCIA

- 8 Digitalizácia kultúrnych a historických pamiatok pomocou technológie 3D laserového skenovania

## PRODUKTIVITA

- 17 Stratégie pre rýchly rast rentability

## PROFIL OSOBNOSTI

- 19 Ing. Andrej Štefánik, PhD.
- 19 Ing. Michael Woide
- 19 Dr. Marco Sacco

## ZAÚJÍMAVOSTI A PROJEKTY

- 20 Nástroj rýchlej komercializácie inovácií
- 21 SLCP a jeho aktivity v oblasti transferu poznatkov a technológií
- 22 Digitálny podnik - recenzia knihy

# DIGITÁLNÍ TOVÁRNA

*mocný nástroj pro průmyslovou výrobu*

> prof. Ing. Edvard Leeder, CSc.

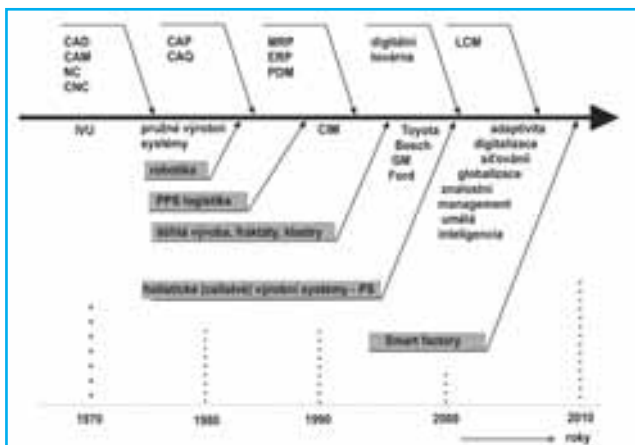
## Abstract

Digitizing allows improve quality and at the same time accelerate all tasks, which are connected with preparation of production, production as its self and further services in product life cycle. After that digitizing find realization in CAD/CAM systems and at follows information integration in company planning and managing systems (PPS, MRP, ERP), now is finding application in design of production basement. This article shows present level of introducing digital factory tool into production.

Tento příspěvek ukazuje současnou úroveň zavádění nástrojů digitální továrny do výrobních provozů především v automobilovém průmyslu.

## Postup digitalizace

Digitalizace umožňuje zkvalitnit a zároveň zrychlit veškeré práce spojené s přípravou výroby, vlastní výrobou i následné služby v celém životním cyklu výrobku. Poté, co se digitalizace uplatnila v systémech konstrukčně-technologických (CAD/CAM) a při následné integraci informací v podnikových plánovacích a řídicích systémech (PPS, MRP, ERP), proniká nyní do projektování výrobní základny (obr. 1), která je ve své podstatě mostem mezi již digitalizovanými oblastmi přípravy výroby a informačními systémy podniku. Jde o oblast nesmírně složitou, protože ve výrobě se sbíhá nesmírné množství nejrůznějších informací – údaje z řízení zakázky, nákupu subdodávek a logistických procesů s informacemi technické přípravy výroby.



Obr. 1 Pronikání digitalizace do všech oblastí projektování a výroby

V souvislosti s digitalizací v této oblasti se hovoří o koncepci nazývané digitální továrna (Digital Factory, Digitalefabrik, e-Plant, e-Factory a pod.). Cílem této koncepce je digitálně propojit všechny tři oblasti (PDM – Production Data Management) pro celý životní cyklus výrobku (PLM – Produkt Lifecycle Management).

## Co je to digitální továrna?

Pojem digitální továrna je stále ještě definován. Mnoho autorů tento pojem chápe pouze ve vztahu k výrobě, jiní vidí digitální továrnu jako širší pojem, jak naznačuje obr. 2. Spolkem německých inženýrů (VDI) je digitální továrna definována takto:

- digitální továrna je zastřešující pojem pro rozsáhlou síť digitálních metod, modelů a nástrojů (včetně simulace a trojrozměrné vizualizace), které jsou integrovány v rámci průběžného řízení dat,
- cílem je komplexní a systémové plánování, projektování, ověřování a průběžné zlepšování všech důležitých struktur, procesů a zdrojů reálné továrny v souvislosti s jejími výrobky.

## Digitální továrna se stává realitou

Digitální továrna přestala být vizionářským pojmem – v automobilovém a leteckém průmyslu se už dlouho neřeší otázka, zda ji zavádět, nebo ne, ale stává se zde realitou. Je jen otázka času, kdy budou následovat i subdodavatelé.

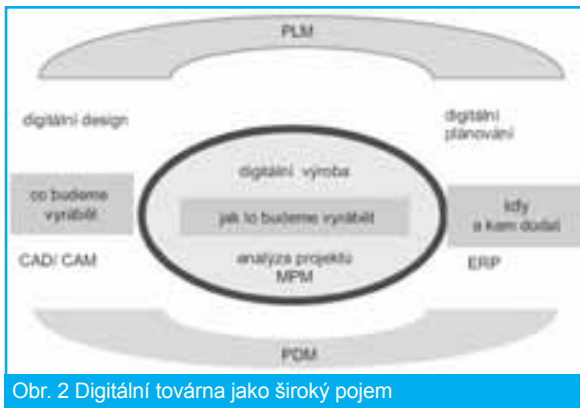
V tabulce níže je uvedena krátká historie digitální továrny s výhledem do budoucnosti. V České republice je zatím maximálním cílem koncepce digitální továrny využívání nástrojů virtuální reality. Avšak vývoj ve světě jde dál a koncepce zahrnuje celý cyklus PLM, takže mnoho autorů už dnes hovoří o digitálním podniku, protože digitalizace již integruje činnosti v celé šíři – od návrhu až po recyklaci.

Vlivem digitalizace se výrobní proces stává mnohem provázanějším. Základním prvkem do 80. let minulého století byl člověk. V současné době jsou to především hardwarové, softwarové, informační, řídicí a komunikační systémy. Spojujícím prvkem se stala digitalizace, a to již ve všech úrovních výrobního procesu.

Období	Vývoj digitální továrny
1998 až 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navázání na teorie CIM v podmínkách vyspělé výpočetní techniky a nových možností systémů CAD/CAM a ERP</li> <li>• normulování problémů digitalizace výroby a hledání cest, expertní pokusy</li> </ul>
2001 až 2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• studie proveditelnosti, prokazování výhodnosti, pilotní projekty nejsilnějších firem automobilového a leteckého průmyslu, formování ucelenějších balíků programů</li> </ul>
2004 až 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• metody digitální továrny se s postupující globalizací a počítačovou provázaností rychle šíří – v automobilovém průmyslu jde o realitu</li> <li>• v jednotlivých podnicích již využívají možnost paralelně řešit inženýrské problémy stovky pracovníků v mnoho dalších průmyslových odvětvích (lodní průmysl, těžební průmysl, velké investiční celky atp.)</li> </ul>
2008 až 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• průnik do dalších průmyslových oblastí, především strojírenství, energetiky</li> <li>• zájem projeví i větší dodavatelé automobilového a leteckého průmyslu</li> <li>• s růstem počtu instalací bude klesat cena softwaru a stane se přístupnější i pro střední podniky</li> <li>• vznikne mnoho poskytovatelů dílčích služeb z jednotlivých oblastí digitální továrny, protože odběratelé budou vyžadovat propojitelnost se svými systémy</li> <li>• systémy digitální továrny získají stabilizovanou podobu</li> <li>• standardizace formátů, postupů a metod se stane samozřejmostí</li> </ul>

V rámci digitální továrny je tedy nutné skloubit velmi mnoho různorodých informací, znalostí, metod, prací, zařízení a logistických konceptů:

- simulace procesů a průběhů,
- montážní postupy,
- robotika a simulace
- analýza výrobních dob MTM – Method of Time Management,
- ergonomická studie,
- výrobní plány,
- rozvržení pracovišť,
- výrobní pomůcky a postupy,
- řízení projektů,
- dokumentace a informace o výrobku,
- logistika.



Obr. 2 Digitální továrna jako široký pojem

Zavedení principů a systémů digitální továrny se přímo projevuje na ekonomických a výrobních ukazatelích firmy, protože každá drobná úspora realizovaná v etapě plánování se po zahájení sériové výroby mnohokrát znásobí. Díky tomu je doba návratnosti investic do

Simulace nutí odborníky zabývat se mnoha faktory působícími na daný systém nebo objekt, formulovat vztahy mezi částmi systému, přemýšlet o tom, co všechno je třeba do simulace zahrnout, a tak si uvědomit souvislosti, možnosti a varianty, na které by jinak nepřišli.



Obr. 4 Zařízení pro virtuální realitu CAVE

systému digitální továrny především u velkých podniků poměrně krátká.

**Provázanost**

Velkou roli v systémech digitální továrny sehrává zvládnutí toku dat, protože v každé fázi zpracování je nutné mít přístup ke konstrukčním, technologickým, výrobním, plánovacím a dalším datům. Tyto systémy řeší i otázky skladování a archivace dat, jejich rychlého vyhledávání a pod.

Vzájemné vazby mezi odděleními uvnitř firmy, resp. mezi odběratelem a dodavatelem, jsou z pohledu dat CAX stále těsnější a jejich kvalita je stále důležitější. Nekvalitní data znamenají v procesu vzniku výrobku značný problém, vedou k vyšším nákladům a časovým ztrátám. Počet komponent většiny současných výrobků i jejich tvarová složitost neustále rostou. Výjimkou nejsou výrobky, kde se počet komponent pohybuje v řádech desítek tisíc, ale i statisíců či milionů (automobilní, lodní, letecký či kosmický průmysl).

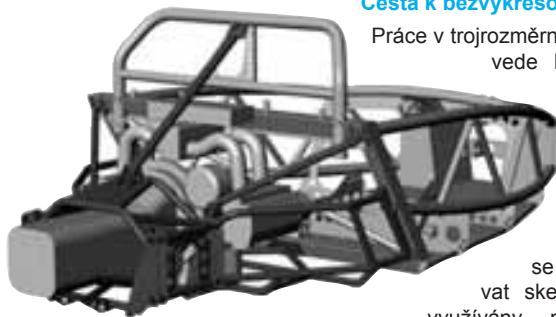
Završení procesu digitalizace ve vybraných důležitých případech představuje využití zařízení pro virtuální realitu CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) (obr. 4).

**Proměny v automobilovém průmyslu příkladem pro ostatní obory**

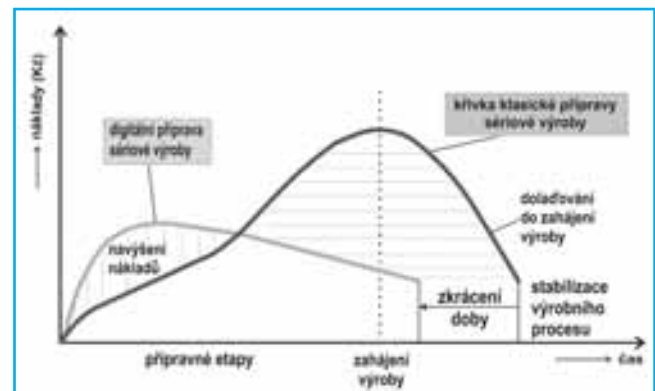
V automobilovém průmyslu je s digitalizací spojena i další podstatná změna – velmi rychlá náhrada dříve čistě mechanických komponent mechatronickými a rostoucí počet mechatronických řídicích a kontrolních systémů (obr. 5). Mnoho zařízení a systémů, které byly dříve součástí pouze luxusních vozů, se v současné době stěhuje do malých aut.

**Cesta k bezvýkresové výrobě**

Práce v trojrozměrném prostoru a barvách vede k lepší představivosti a umožňuje programově předcházet kolizním situacím. Přibývá knihoven různých maker a modulů, při automatizovaném návrhu se pomalu začínají využívat skelety (obr. 3). Jsou využívány morfologické metody, generické modelování, složité systémy vyhledávání, samozřejmostí se stává tzv. management znalostí.



Obr. 3 Skeleton



Obr. 5 Růst počtu mechatronických komponent v osobních automobilech střední a vyšší třídy

Je snaha vytvořit parametrické moduly, snadno přístupné stovkám subdodavatelů a dodavatelů, dále zefektivnit všechny procesy, zavést bezvýkresovou výrobu atd. Již nyní lze pozorovat, že výkresová dokumentace v papírové podobě ztrácí charakter závazné informace.

**Uspořádání výroby**

Výrobní základnu navrhuje tým pracovníků a nad společným dílem se vedou četné diskuse. Digitalizace umožňuje provádět změny v návrhu bezprostředně a rychle a všichni pracují s aktuální verzí návrhu. Výhodou je dobře přístupná scéna a vhodné prostředí pro interaktivní komunikaci. Výsledek tým lépe akceptuje, protože v průběhu jeho tvorby bylo možné uplatnit názor jednotlivce. Všichni vědí, proč se postupuje zvoleným způsobem, co bylo předmětem diskuse atd.

Je zřejmé, že další obory budou tyto trendy následovat. Již dnes to je další obchodně velmi silná oblast domácích spotřebičů.

**Návrat nákladů rychlým náběhem výroby**

Komplexní digitalizace dokáže pozitivně ovlivnit celou oblast technické přípravy výrobku a výroby. Přípravné procesy jsou urychleny, ale také zdokonaleny, takže se zvýší kvalita vlastního výrobku i připravenosti výrobní základny. Zvýšené náklady ve fázi přípravy se bohatě vrátí tím, že je výrobek rychleji uveden na trh a výroba rychle roste, neboť chyby, které se mnohdy objevují při náběhu výroby, byly eliminovány pečlivou přípravou výroby s množstvím zkoušek a simulací. Většina problémů se vyřeší použitím nástrojů virtuální reality.

Vytvořená prostorová dispozice pracoviště, střediska, dílny je velmi názorná, dovoluje rychlé změny a úpravy. Dalším krokem je vytvoření videozáznamu znázorňujícího různé pohledy a pohyby v trojrozměrné scéně a následně ověření funkčních a materiálových toků následnou simulací.

**Testování pomocí simulace**

Rozvoj výpočetní techniky umožnil testovat s využitím simulace funkce navrhované konstrukce, zařízení nebo programu, ale i pracoviště, střediska dílny či logistiku materiálových toků. Mezi hlavní přínosy simulace patří:

- možnost vytvářet a testovat hypotézy o tom, jak systémy fungují,
- lépe navrhovat a prověřovat nové systémy,
- ve virtuální realitě si „nanečisto“ vyzkoušet dopady různých variant a zásahů,
- předvídat budoucí chování a vývoj systémů.

**Literatura:**

- [1] LEEDER, E.: Evropská síť center mechatroniky. ZČU, Plzeň, 11/05.
- [2] 3. Fachkongress Digital Fabrik – 5/2006, Ludwigsburg.
- [3] Odborné konference Delmia 10/2005, 10/2006, Feldbach.
- [4] Konference Delmia 9/2007, Stuttgart.
- [5] Evropská konference produktivity 10/2007, Žilina.
- [6] www.ugs.com
- [7] www.3ds.com
- [8] www.gedas.cz

**prof. Ing. Edvard Leeder, CSc.**

Západočeská univerzita Plzeň, Česká republika  
leeder@kpv.zcu.cz

# VYUŽITIE DELMIE V5 DPM ASSEMBLY V PRAXI

> prof. Ing. Branislav Mičieta, PhD.

> Ing. Tomáš Kuric

## Abstract

Today's enterprises are trying to continually increase their efficiency and productivity in order to ensure their competitiveness and survival. They want to product quicker and with lower costs. This requires usage of new technologies and approaches like digital factory, virtual reality and digital assembly too. This article describes and brings closer some functions and advantages of digital assembly in software called Delmia V5 DPM Assembly from process planning and simulation point of view.

V súčasnosti je už nielen dôležité ale hlavne potrebné navrhovať a simulovať výrobné a montážne procesy s podporou virtuálnej reality a v prostredí digitálneho podniku, tak ako to funguje u veľkých automobilových výrobcov ako napr. Volkswagen AG, Chrysler, Ford, Toyota, pretože si to vyžaduje konkurenčné prostredie. Čoraz viac a viac sa stretávame s pojmami ako digitálna fabrika, virtuálna a digitálna montáž, augmented assembly tzv. rozšírená montáž atď. Tieto pojmy sú už pri vyššie spomínaných automobilových výrobcov používané pri každodennej práci a v spojitosti s nimi sa využívajú moderné technológie a softvéry ako napr. od firmy Dassault Systemes Group, ktorá ponúka v tejto oblasti softvér DELMIA.

## DELMIA V5 DPM ASSEMBLY (DIGITÁLNA MONTÁŽ)

Delmia DPM Assembly je nástroj, ktorý pomáha pri PLM už vo fáze plánovania výroby. Všetky 3D elementy a komponenty ako napr. montážne diely, montážne celky, zdroje môžu byť najskôr detailne namodelované v Catii alebo v inom konštrukčnom softvéri a potom zakomponované do montážnej zostavy, kde sa môže overiť následnosť jednotlivých montážnych procesov. V ďalšej fáze sa dá dynamicky preskúšať zmontovateľnosť jednotlivých montážnych celkov vyrábajúceho sa produktu pomocou 3D simulácie a nakoniec sa môže vytvoriť animácia pre rôzne ďalšie účely.

### Popis niektorých funkcií

**Statické a dynamické kolízne skúšky** – 3D komponenty sa dajú staticky a dynamicky odskúšať z hľadiska kolízií, zistené kolízie sa dajú exportovať do dokumentácie vo formáte \*.xml, \*.txt, \*.model.

**Rezy** – cez všetky 3D komponenty, môžeme preložiť rezy, čo nám slúži na detailnú kontrolu jednotlivých zmontovaných častí.

**Meranie** – ťubovité rozmery sa dajú priamo zmerať na pracovnej ploche v 3D prostredí.

**Vzdialenostné analýzy** – k overeniu vzájomnej vzdialenosti medzi jednotlivými komponentmi, ktoré sa už zmontovali alebo sa len majú zmontovať, a takisto ak je potrebná verifikácia vzájomnej zameniteľnosti jednotlivých komponentov sa môže využiť práve táto funkcia, ktorá má v sebe zahrnuté aj ďalšie geometrické funkcie (objemové, hmotnostné, ...).

### Prepojenie modulu V5 DPM Assembly s modulom V5 DPM Human

DELMIA V5 DPM Assembly sa v praxi často krát využíva v prepojení s modulom DELMIA V5 DPM Human, v ktorom sa dajú vytvoriť virtuálne modely robotníkov, ktoré sa následne používajú pri dynamickom overovaní montážnych postupov. Jednou z ďalších funkcií tohto modulu sú aj dynamické ergonomické analýzy ako napr. RULA alebo NIOSH. Na obr. 1



Obr. 1 Prepojenie modulov Delmia V5 DPM Assembly a V5 Human

a obr. 2 je znázornený príklad z praxe využitia prepojenia už spomínaných modulov v podniku Volkswagen AG Germany.

V súčasnosti sa experimentuje s interaktívnym prepojením medzi realitou a Delmiou V5 DPM, znázornené na obr.č.3. a na obr.č.4., kde je robotník, ktorý má na tele senzory, ktoré sú snímané a interaktívne prenášané do PC a prepojené s týmto softvérom, pričom keď sa robotník skrčí, automaticky sa skrčí aj jeho virtuálny „klon“, resp. model pracovníka a atď.

Toto prepojenie ma výhodu v tom, že je interaktívne a komplexné, čo znamená že pracuje so všetkými modulmi softvéru Delmie V5, bez rozdielu či sa jedná o modul V5 DPM Assembly alebo V5 Human. Je to vlastne priame prenesenie robotníka a jeho aktivít do 3D priestoru s tým, že jednotlivé činnosti, ktoré pracovník vykonáva v realite sa prenášajú cez

snímač a sú zobrazované na monitore kde je možné vidieť ako ich vykonáva virtuálny pracovník.

### ZÁVER

Pojmy ako virtuálna realita, digitálna fabrika ale aj digitálna montáž sa čoraz viac objavujú na rôznych medzinárodných konferenciách. Firmy pochopili, že keď chcú napredovať a udržať krok s konkurenciou, musia skracovať priebežnú dobu výroby, pričom využívajú nové možnosti a systémy. Delmia ako nástroj digitálneho podniku im v tom môže pomôcť, pretože poskytuje veľkú konkurenčnú výhodu a aj keď sa počiatočné investície do tohto typu softvérov zdajú byť privysoké, čo je pri súčasných podmienkach na trhu a kríze, ktorá pohltila všetky sektory, výrazným negatívom, má tento prístup vysoký potenciál. Návravnosť vložených investícií sa prejaví pri úspore financií, ktoré by sa prejavili napr. pri experimentovaní s prestavbou montážnej linky v reálnej výrobe.

### Literatúra

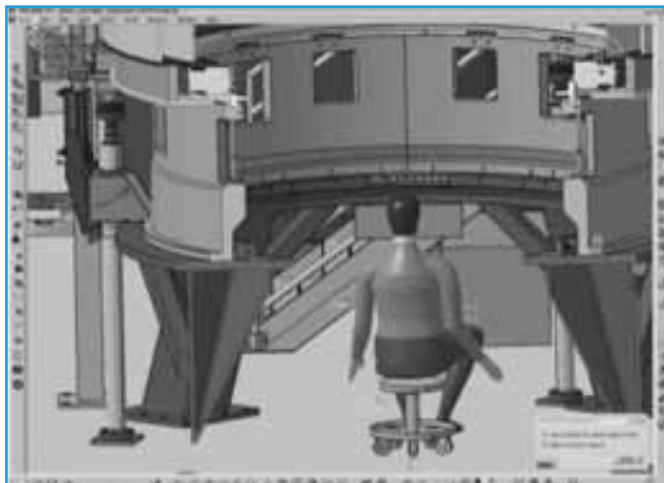
- [1] LOTTER, B. – WIENDAHL, H.: Montage in der industriellen Produktion – Ein Handbuch für die Praxis, Springer Verlag Berlin 2006, ISBN 103-540-21413-5
- [2] [www.delmia.com](http://www.delmia.com)
- [3] [www.haption.com/site/eng/html/newsletters.html](http://www.haption.com/site/eng/html/newsletters.html)

prof. Ing. Branislav Mičieta, PhD.  
Ing. Tomáš Kuric, SJF, KPI,

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta,  
Katedra priemyselného inžinierstva, Univerzitná 1, 010 26 Žilina  
[branislav.micieta@fstroj.uniza.sk](mailto:branislav.micieta@fstroj.uniza.sk)  
[tomas.kuric@fstroj.uniza.sk](mailto:tomas.kuric@fstroj.uniza.sk)



Obr. 2 Montáž konzoly v Delmii V5 DPM Assembly



Obr. 3 Interaktívne prepojenie reality a Delmie V5 DPM



Obr. 4 Prepojenie Delmie V5 DPM Assembly s realitou v praxi



# ZÁŤAŽOVÉ ANALÝZY V ERGONÓMIÍ

správna aplikácia  
pre kvalitné  
hodnotenie

> Ing. Ľuboslav Dulina, PhD.

## Abstract

In the present time the Ergonomics is integral part of complex tools which make possible virtual designing from product design pending its realization. The contribution highlights the individual methods which are possible to use within DELMIA V5 Human package and for limitation in using individual analysis. To perform individual analysis does not yet mean to do a good ergonomics review. In the contribution is highlighted the most mistakes that the engineers make during application of individual analysis.

Ľudská práca je tak stará ako ľudstvo samo. Na rozdiel od produktov práce, nedostávalo sa ľudskej práci vždy takej pozornosti ako by si zaslúžila. Ergonómii ako vede o práci sa kvalifikovane venujeme len niekoľko desiatok rokov. Napriek tomu, že je táto vedná disciplína relatívne mladá, je v modernej spoločnosti nesmierne dôležitá. Sú spoločnosti, kde sa ergonómii venuje veľká pozornosť, ale sú tiež krajiny, kde ešte ľudská práca nemá hodnotu. Našťastie Slovensko je moderná krajina s veľkým rozvojovým potenciálom, ktorý sa za posledné roky výrazne prejavil. Je dobré, že moderné firmy pôsobia na našom území majú záujem o riešenie problémov súvisiacich s ľudskou prácou. Katedra priemyselného inžinierstva Žilinskej univerzity v spolupráci so Stredoeurópskym technologickým inštitútom sa intenzívne venujú problematike ergonomie a využívajú pri tom najmodernejšie nástroje, ktoré sú v súčasnosti dostupné. Okrem iných oblastí ergonomie venujeme pozornosť i fyzickej záťaži človeka v práci. Jednotlivé ergonomické analýzy vytvárame v prostredí DELMIA V5 za pomoci nástrojov, ktoré reprezentujú európsky štandard pre hodnotenie namáhavosti a zdravotnej bezpečnosti práce.

## Manipulácia s bremenami

Aj keď súčasný civilizačný trend, ktorý je charakterizovaný mechanizáciou a automatizáciou, podstatne znižuje ťažkú fyzickú prácu spojenú s manipuláciou s bremenami, sú zdravotné ťažkosti v dôsledku manipulácie s bremenami stále aktuálne. Dokonca sa odhaduje, že až 50% poškodení chrbtice v priemysle sú spôsobené manipuláciou s bremenami. Aj napriek tomu, že v niektorých odvetviach je zjavná snaha nahradiť ručnú manipuláciu rôznymi mechanizačnými prostriedkami a pomôckami, pretrvávajú stále celá škála činností spojených so zdvíhaním a prenášaním bremien, ako je tomu napríklad v strojárstve, v stavebníctve, v spracovateľskom odvetví, obchodných sieťach, v poľnohospodárstve či v poštových službách.

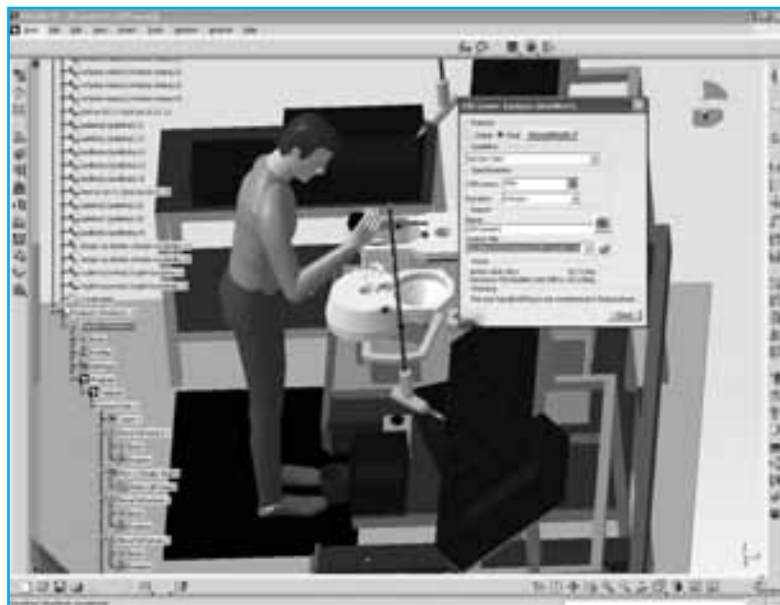
Pri mnohých profesiách, kde je manipulácia s bremenami vykonávaná podstatnú časť pracovnej doby, bol dokázaný väčší výskyt ochorení chrbtice hlavne v bedernej časti. K poškodeniu chrbtice dochádza často aj pri zdvíhaní rôznych bremien ale aj pri nesprávnom zdvihnutí určitého predmetu, napríklad z predklonu a za súčasnej rotácie trupu.

Okrem legislatívy a všeobecných zásad, ktoré je potrebné v oblasti manipulácie s bremenami rešpektovať ponúkame v rámci DELMIA V5 nasledovné analýzy pre hodnotenie manipulácie s bremenami:

- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health),
- RULA (Rapid Upper Limb Assessment),
- SNOOK & CIRIELLO.

## NIOSH

Podľa metodiky NIOSH sa považujú za bremená len predmety, ktorých hmotnosť je na úrovni 5 kg alebo vyššej. Ak operátor manipuluje s predmetom do hmotnosti 5 kg, jednorázový zdvih pri dodržaní všetkých zásad správneho dvíhania sa nepovažuje za nadmernú námahu. Pri opakovanej manipulácii s takýmito predmetmi doporučujeme použiť metódu RULA prípadne REBA pre cyklickú námahu s vynaložením určitej sily. Pokiaľ je hmotnosť predmetu väčšia ako 5 kg je potrebné použiť overenie možnosti zdvíhania takéhoto predmetu pomocou váhového indexu NIOSH.



Váhový index NIOSH bol prvýkrát publikovaný v roku 1981 National Institute for Occupation Safety and Health (odtiaľ skratka NIOSH). Odvtedy prešiel viacerými úpravami a dnes sa používajú viaceré regionálne verzie. Index NIOSH je európskym štandardom pre hodnotenie a stanovenie váhového limitu pri manipulácii s predmetmi ťažšími ako 5 kg počas maximálnej doby 8 hodín. NIOSH index (zdvíhacia rovnica) nie je presným matematicky odvodeným vzťahom, ale je to multiplikatívny model, ktorý bol zostavený na základe ergonómického a medicínskeho výskumu v oblasti manipulácie s bremenami. Vychádza z určitej analógie medzi zdvíhacím zariadením a človekom pri zdvíhaní bremena.

Index NIOSH zohľadňuje tri skupiny kritérií pri hodnotení záťaže. Sú to:

- biomechanické kritériá,
- fyziologické kritériá,
- psychofyzikálne kritériá.

Revidovaná zdvíhacia rovnica pre výpočet odporúčaného váhového limitu RWL je založená na multiplikatívnom modeli, ktorý poskytuje priradenie váhy každej zo šiestich premenných rovnice. Váženia sú vyjadrené ako koeficienty, ktoré slúžia na zníženie váhovej konštanty, ktorá reprezentuje maximálnu odporúčanú hmotnosť bremena zdvíhaného v ideálnych podmienkach. RWL je definovaný nasledovnou rovnicou:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

- kde:
- LC je váhová konštanta
  - HM je horizontálny multiplikátor
  - VM je vertikálny multiplikátor
  - DM je vzdialenostný multiplikátor
  - AM multiplikátor asymetrie
  - FM je frekvenčný multiplikátor
  - CM je uchopovací multiplikátor

H, V, D, A, F a C sú členy premenných charakterizujúce úlohu zdvíhania. Predstavujú merateľnú zložku úlohy, zatiaľ, čo celé členy multiplikátorov, teda HM, VM, DM, AM, FM, a CM vyjadrujú redukciu koeficientu LC v rovnici. Všetky multiplikátory sú bezrozmerné čísla.

Výsledkom analýzy NIOSH v prostredí DELMIA V5 sú dve hodnoty:

- Action Limit – hmotnosť, pri ktorej je práca operátora z hľadiska ochrany zdravia ešte bezpečná,
- Maximum Permissible Limit – hmotnosť, pri ktorej už manipulácia s bremenom začína byť nebezpečná a vyžaduje okamžité vykonanie nápravných opatrení.

Najčastejšie chyby, ktorých sa analytici dopúšťajú pri analýze NIOSH sú spojené s nedodržaním vstupných podmienok, ktoré charakterizujú proces zdvíhania. Analýza sa vykonáva na virtuálnom modeli človeka, ktorý sa nachádza v kritickej polohe. Revidovaná zdvíhacia rovnica NIOSH sa nedá aplikovať pre nasledujúce prípady:

- zdvíhanie / pokladanie jednou rukou,
- zdvíhanie / pokladanie trvajúce dlhšie ako 8 hodín denne,
- zdvíhanie / pokladanie počas sedenia alebo kľačania, prípadne v inej nefyziologickej polohe,
- zdvíhanie / pokladanie v obmedzenom pracovnom priestore,
- zdvíhanie / pokladanie nestabilných (pohyblivých) predmetov,
- zdvíhanie / pokladanie počas prenášania, tlačenia a ťahania,
- zdvíhanie / pokladanie s fúrkami alebo lopatami,
- zdvíhanie / pokladanie vo veľkej rýchlosti (rýchlejšie ako 76 centimetrov za sekundu),
- zdvíhanie / pokladanie na nevhodnom neadhéznom povrchu podlahy (ak koeficient trenia medzi chodidlom a podlahou je menší ako 0,4),
- zdvíhanie / pokladanie v nepriaznivých podmienkach (napríklad pri vonkajšej teplote väčšej ako v rozsahu 19 - 26°C a vonkajšia relatívna vlhkosťi väčšej ako v rozsahu 35-50%).

### SNOOK & CIRIELLO

Analýzu Snook & Ciriello, podobne ako analýzu NIOSH, určuje váhový limit pri manipulácii s predmetmi ťažšími ako 5 kg počas doby maximálne 8 hodín. Táto analýza sa však používa hlavne vtedy, keď analýza NIOSH nie je kvôli spôsobu zdvíhania použiteľná. Konkrétne v prípadoch, keď nejde o všeobecný pohyb bremena ale o pohyb viazaný. Teda pohyb bremena je usmerňovaný iným predmetom a teda nie je možný voľný pohyb predmetu v priestore. Analýza Snook & Ciriello má teda uplatnenie hlavne pri tlačením alebo ťahaním bremena.

Výsledkom analýzy Snook & Ciriello je maximálne prípustná hmotnosť bremena, s ktorou môže operátor manipulovať za daných podmienok. Hodnota je vyjadrená v jednotke Newton ako maximálna sila, ktorú môže človek za daných podmienok vynaložiť.

Najčastejšou chybou pri tejto analýze je jej nesprávne použitie na nesprávny typ pohybu, ako tomu je pri metodike NIOSH. Výhodou Snook & Ciriello ale je jej použitie okrem klasického zdvíhania aj pri tlačením alebo ťahaním, čo NIOSH neumožňuje.

### RULA

Metodika RULA slúži na identifikáciu pohybov človeka alebo manipulácie s predmetmi, ktoré môžu mať za následok vznik kumulatívnych traumatických ťažkostí (CTD - Cumulative Trauma Disorder). CTD sú rodina muskulo-skeletálnych a neuralgických chorôb alebo príznakov, ktoré sú spojené s opakovaním (kumulovaním) pracovných úloh, pri ktorých je vyžadovaná sila prstov, zápästia, lakťa, ruky alebo ramien.

Zjednodušene povedané, základnou príčinou týchto ochorení je na jednej strane nerovnováha medzi pevnosťou a pružnosťou tkanív muskuloskeletálneho systému (t.j. šliach, svalov, kostí a nervov) a na druhej strane sú to nároky, ktoré kladú pracovné činnosti na vlastnosti týchto tkanív. Vznik týchto ochorení je multifaktorová a zložitá záležitosť a líši sa podľa miesta preťaženia.

Nie všetky rizikové pracovné činnosti na vznik CTD bývajú ľahko identifikovateľné. Vo väčšine prípadov je potrebné analyzovať pracovnú činnosť dôkladnejšie a použiť pri tom dostupné diagnostické nástroje. V prípade prvého priblíženia pracovnej činnosti odporúčame hodnotiť nasledovné štyri faktory:

- poloha postavy operátora pri práci,
- poloha kĺbov pri práci,
- frekvencia opakovaní pracovnej činnosti,
- vyvíjaná sila v rámci pracovnej úlohy.

S týmito štyrmi základnými faktormi pracuje aj väčšina dostupných CTD diagnostických nástrojov. Výhodou spomínaných nástrojov je ich jednoduché použitie a výhodná softvérová verzia na rýchlu diagnostiku. Najrozšírenejšou metódou na identifikáciu je RULA (Rapid Upper Limb Assessment), ktorá je tiež súčasťou produktu Delmia modulu Human V5.



Princíp metódy RULA spočíva vo viacerých krokoch, ktoré možno zhrnúť do nasledovných troch skupín.

V prvej skupine krokov sa hodnotia polohy hornej končatiny pri vykonávaní práce. Končatina sa hodnotí postupne od najmenších svalových skupín až po najväčšie. Poloha každej časti končatiny sa identifikuje v horizontálnom smere, vertikálnom smere a v torznom vychylení. Jednotlivé polohy sú limitované číselnými hodnotami, ktorým prislúchajú čiastkové RULA indexy odrzkadľujúce ich rizikovosť. V druhej skupine krokov sa hodnotí poloha hlavy, krku a trupu. Princíp hodnotenia pridelovania čiastkových RULA indexov je na tom istom princípe ako v prvom kroku.

V tretej skupine krokov sa k polohám priradí ešte silové a frekvenčné hľadisko vykonávania pracovnej činnosti.

Chyby, ktorých sa analytici dopúšťajú pri analýze RULA pramenia najčastejšie z nesprávnej identifikácie pohybov človeka. Zatiaľ čo metodika NIOSH sa zameriava na predmety ťažšie (teda nad 5 kg), RULA sa používa pri relatívne ľahkých predmetoch ale pri vysokých frekvenciách opakovania. V prípade analýzy RULA nemusí ísť ani o manipuláciu s predmetom, stačí, že operátor vykonáva rizikové pohyby s vynaložením určitej sily. Rula je na rozdiel od NIOSH komplexnejšia v hodnotení. NIOSH sa sústreďuje len na oblasť trupu (stavec L5S1). RULA hodnotí vplyv zaťaženia celého tela. Analýza RULA sa dá použiť aj v takých polohách, kde je NIOSH neplatný (napr. predklon, podrep a pod.).

### Záver

Aby bolo možné vykonať popísané analýzy v prostredí DELMIA V5, je dobré poznať ich podstatu a princíp fungovania. Jednotlivé analýzy sa vykonávajú na modely pracoviska a operátora, ktorý sa musí nastaviť do takej pracovnej polohy, v ktorej chceme zaťaženie posudzovať. Analýzy v prostredí DELMIA V5 umožňujú vytvoriť také pracoviská a pracovné postupy, ktoré budú minimalizovať dopad na zdravie človeka. Humanizácia práce pri projektovaní pracovných systémov v spoločnosti CEIT v spolupráci s Katedrou priemyselného inžinierstva je jedným z prvoradých cieľov. Uvedomujeme si cenu človeka v pracovnom procese a preto sa snažíme o popularizáciu výsledkov nášho výskumu v tejto oblasti za účelom ich maximálneho využitia v priemyselnej praxi.

### Ing. Ľuboslav Dulina, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta,  
Katedra priemyselného inžinierstva, Univerzitná 1, 010 26 Žilina  
luboslav.dulina@fstroj.uniza.sk

# DIGITALIZÁCIA

## KULTÚRNYCH A HISTORICKÝCH PAMIATOK POMOCOU TECHNOLOGIE 3D LASEROVÉHO SKENOVANIA

> Ing. Radovan Furmann, PhD.

> Ing. Miroslav Dilský

> Ing. Marián Matava

### Abstract

The authors are dealing with creation of 3D models of historical buildings and monuments utilizing 3D laser scan technology. The article describes the digitization procedure of various cultural heritage salvage projects realized by Central European Institute of Technology with the use of modern tools and software.

Kultúrne dedičstvo Slovenskej republiky je nenahraditeľným bohatstvom štátu a jeho občanov, je dokladom vývoja spoločnosti, filozofie, náboženstva, vedy, techniky, umenia, dokumentom vzdelanostnej a kultúrnej úrovne slovenského národa, iných národov, národnostných menšín, etnických skupín a jednotlivcov, ktorí žijú alebo v minulosti žili na území Slovenska. Kultúrne dedičstvo tvoria historické a kultúrne hodnoty vytvorené predchádzajúcimi generáciami bez ohľadu na dobu a miesto ich vzniku. Predstavuje hmotné i nehmotné hodnoty hnutelné i nehmotné veci a predmety, jednotlivé objekty, ucelené súbory a komplexy.

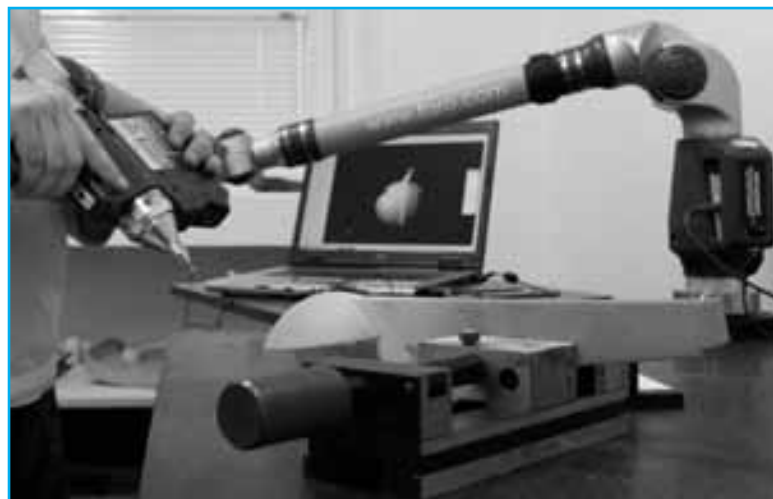
„Časť deklarácie Národnej rady Slovenskej republiky o ochrane kultúrneho dedičstva“

### Projekt digitalizácie kultúrnych a historických pamiatok v Stredoeurópskom technologickom inštitúte

V Stredoeurópskom technologickom inštitúte sme sa začali venovať problematike záchrany kultúrneho dedičstva, t. j. tvorbe 3D modelov historických pamiatok, predmetov, stavieb a archeologických nálezov s využitím moderných technológií 3D laserového skenovania. Špecializujeme sa na tvorbu digitálnych modelov reálnych objektov od malých predmetov (rádovo niekoľko centimetrov), až po digitalizáciu veľkých objektov do vzdialenosti 76 metrov. V súčasnosti ponúkame komplexné riešenia na kľúč, t. z. presné zameranie reálneho stavu pomocou laserového skenovania a následnej digitalizácie.

### 3D laserové skenovanie

Laserové skenovanie umožňuje bezkontaktné priestorové zameranie existujúceho stavu s vysokou produktivitou práce, následné 3D modelovanie a vizualizáciu ľubovoľných objektov a komplexných celkov s vysokou presnosťou a rýchlosťou. Pre laserové skenovanie veľkých objektov využívame bezkontaktný laserový skener FARO LS 880 HE s pracovným dosahom až 76 m. Pre laserové skenovanie malých objektov využívame skenery Faro Laser ScanArm a skener Konica Minolta VI-900 s dosahom skenovania do 2,5 m.



Hlavnou výhodou 3D laserového skenovania je tvorba rýchlych 3D virtuálnych prototypov reálnych objektov s vysokou presnosťou a produktivitou práce.

Medzi ďalšie výhody 3D laserového skenovania patrí:

- rýchle získanie dát pre reverzné inžinierstvo reálnych objektov,
- výrazný rast produktivity pri riešení priestorovo zložitých objektov,
- získanie topologických 3D dát, ktoré je veľmi ťažké získať klasickými technológiami najmä v nedostupných a nebezpečných priestoroch,
- výrazné skrátenie práce v teréne,
- vytváranie virtuálnych prototypov reálnych objektov, tzv. DMU – Digital Mock Up.



V rámci programu záchranu kultúrneho dedičstva sme v minulosti realizovali viaceré projekty podľa nasledujúcej tabuľky.

- tlačenie reálnych objektov z naskenovaných 3D dát pomocou technológie Rapid Prototyping.

Názov projektu	Ciele projektu	Výstupy projektu
Vizualizácia kostola sv. Vavrínca v Horných Opatovciach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D modelovanie kostola pomocou technológie 3D laserového skenovania.</li> <li>• Vytvorenie výkresovej dokumentácie pre zachytenie reálneho stavu objektu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytvorený 3D model kostola v systéme CATIA.</li> <li>• Vytvorená vizualizácia kostola formou virtuálnej prehliadky (fotogaléria, video).</li> <li>• Vytvorená 2D digitálna dokumentácia kostola – zakótované základne rozmery kostola.</li> </ul>
Vizualizácia kostola sv. Štefana v Žiline – Závodi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vizualizácia kostola v 3D zobrazení podľa naskenovaných 3D dát.</li> <li>• Vytvorenie animačných videí interiéru a exteriéru kostola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytvorený 3D model kostola v systéme Microstation.</li> <li>• Vytvorená vizualizácia kostola formou virtuálnej prehliadky (fotogaléria, video).</li> <li>• Vizualizácia kostola – video interiéru a exteriéru kostola, tvorba obrázkov.</li> <li>• Osadenie kostola do digitálnej ortofotomapy.</li> </ul>
Tvorba 3D modelu interiéru zámku Veselí nad Moravou v Českej republike	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D laserové skenovanie interiéru zámku z dôvodu reštaurátorských prác.</li> <li>• Prepojenie interiéru zámku s 3D modelom vytvoreným pomocou geodetického zamerania.</li> <li>• Vizualizácia spoločenskej miestnosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytvorený 3D model interiéru zámku v grafickom systéme Microstation.</li> <li>• Vytvorená vizualizácia spoločenskej miestnosti v systéme 3D Max Studio.</li> <li>• Vytvorené animačné videá virtuálneho preletu interiérom zámku.</li> </ul>
Tvorba 3D modelov archeologických nálezov pre Archeologický ústav SAV v Nitre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytvorenie 3D modelov reálnych objektov v mierke 1:1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytvorené 3D modely archeologických vykopávok vo formáte HTML.</li> <li>• Vytvorená vizualizácia predmetov formou fotogalérie.</li> </ul>

Uvedené projekty sú súčasťou interného projektu záchranu kultúrneho a historického dedičstva Slovenska v Stredoeurópskom technologickom inštitúte. Pomocou tvorby presných 3D modelov historických a kultúrnych pamiatok je možné zachovávať posolstvo a jedinečnosť slovenskej histórie aj našim budúcim generáciám. Pri realizácii uvedených projektov sme spolupracovali s občianskymi a neziskovými organizáciami, ktoré sa snažia aj takouto formou zachrániť nevyčísliteľnú a nenahraditeľnú kultúrnu hodnotu uvedených pamiatok. Ukážky z výstupov projektov sú znázornené v nasledujúcej tabuľke.

Digitalizácia reálnych objektov pomocou technológie laserového skenovania môže byť ďalej použitá pri:

- vytváraní geografických informačných systémov – 3D ortofotomapy krajov, miest a obcí,
- propagácií vybraných lokalít a turisticky atraktívnych miest (hrady, zámky, kostoly, múzeá, turistické centrá a ďalšie kultúrne pamiatky).

### Záver

Kultúrne dedičstvo tvoria historické a kultúrne hodnoty vytvorené predchádzajúcimi generáciami bez ohľadu na dobu a miesto ich vzniku. Predstavuje hmotné i nehmotné hodnoty, huteľné i nehuteľné veci a predmety, jednotlivé objekty, ucelené súbory a komplexy. Stredoeurópsky technologický inštitút dlhodobo vyvíja a aplikuje inovatívne riešenia a postupy využívajúce pokrokové technológie pre vytváranie, modelovanie, uchovávanie, ochranu a prezentáciu digitálnych modelov kultúrnych a historických pamiatok. Pomocou takýchto riešení chceme pomáhať pri záchrane našej kultúrnej a národnej histórie. Kvalitná digitalizácia a tvorba dokumentácie

Názov projektu	Reálny objekt	3D model
Vizualizácia kostola sv. Vavrínca v Horných Opatovciach		
Vizualizácia kostola sv. Štefana v Žiline – Závodi		
Tvorba 3D modelu interiéru zámku Veselí nad Moravou v Českej republike		
Tvorba 3D modelov archeologických nálezov pre Archeologický ústav SAV v Nitre		

### Ponuka spolupráce

Stredoeurópsky technologický inštitút na základe dlhodobých skúseností ponúka spoluprácu v nasledujúcich oblastiach:

- tvorba digitálnej dokumentácie reálnych objektov a jej archivácia v elektronickej podobe pre budúce generácie,
- technická podpora pri realizácii reštaurátorských prác v prípade poškodenia, vandalizmu, krádeží, znehodnotenia vplyvom poveternostných podmienok, atď,
- spracovanie 3D modelov archeologických nálezov, kultúrnych a historicky cenných pamiatok formou počítačovej vizualizácie,
- možnosť virtuálnej prehliadky namodelovaných 3D objektov v počítači aj na internete,

zmapovaním reálneho stavu môže uchovať posolstvo našich predkov aj pre budúce generácie slovenského národa.

**Ing. Radovan Furmann, PhD.**  
**Ing. Miroslav Dilský**  
**Ing. Marián Matava**  
 Stredoeurópsky technologický inštitút (CEIT)  
 Univerzitná 6, 010 26 Žilina  
 radovan.furmann@ceit.eu.sk  
 miroslav.dilsky@ceit.eu.sk  
 marian.matava@ceit.eu.sk

# CEIT - ODDELENIE DIZAJNU



jeho zameranie, realizácia a využívanie progresívnych technológií pri vývoji

> Ing. Ján Bečka, PhD.

> Ing. Peter Macek

## Abstract

This article offers to reader basic information about work in the Central European Institute of Technology. The article describes possibilities of division application in praxis, progressive technologies used in development and examples of realized projects.

Oddelenie dizajnu v Stredoeurópskom technologickom inštitúte tvorí mladý kolektív, ktorý sa zaoberá vývojom strojných zariadení, tvorbou vizualizácií, simulácií, výrobnej dokumentácie a výrobných modelov pre priemysel. Dôležitým aspektom pri realizácii projektov je pre náš kolektív vzájomná symbióza medzi zákazníkom a vývojovým pracovníkom, ktorá umožňuje zhmotňovanie a prvotnú realizáciu nápadov a predstáv medzi obidvoma stranami. Zákazník nám prezentuje svoje predstavy, zadefinuje problém a objasní okrajové podmienky. Náš kolektív na tomto základe vytvorí varianty riešení, ktoré po vzájomnom odsúhlasení pretvorí do CAD modelu. Takto môžeme zákazníkovi ponúknuť komplexné riešenia od návrhu konceptu až po výrobu prvej série produktov:

- nových technológií,
- jednoúčelových zariadení,
- prípravkov,
- skúšobných stavov a iných.



Obr. 1 3D tlačiarne (Objet EDEN 350V, Vantage SE)

## Technológie využívané pri realizácii projektov

Náš tím má pri svojej práci možnosti využívať vyspelé technológie, 3D tlačiarne obr. 1, skenery, meracie zariadenia, vákuové pece pre rýchlu výrobu prototypov a foriem (malosériová výroba), ktoré nám pomáhajú skrátiť čas realizácie zadaných projektov, ušetriť čas finančných prostriedkov a tým prispieť k lepšej spokojnosti zákazníka.

- Z-Printer 310 Plus, Z-Cast,
- Faro Laser ScanARM,
- Konica Minolta VI – 900,
- Dimension BST,
- Vantage SE,
- Objet EDEN 350V,
- MK vacuum casting,
- Faro Laser Scanner LS 880 HE80,
- Pontos HS, Aramis HS.

## Vývoj jednoúčelových zariadení

Z pomedzi prvých realizovaných projektov nášho oddelenia patrí konfekčná linka PC3 obr. 2,3 pre Matador Púchov, na osobné a ľah-

ké nákladné radiálne pneumatiky s pätkovým priemerom 14 až 22". Na konfekčnej linke prebieha výroba polotovaru pneumatiky z jednotlivých pripravených komponentov. Výrobný takt linky je 35 s pre jednu pneumatiku. Linka je vysoko automatizovaná a na jej obsluhu stačí jeden človek. Konfekčná linka je zložená z trojposchodového pásového dopravníka. Na jednotlivé časti pásových dopravníkov sa postupne z pripravených bubnov odvíjajú jednotlivé druhy materiálov. Tieto sa postupne posúvajú po dopravníku pričom sa režu na určité dĺžky. Dopravníky sa na konci zbiehajú do jedného celku, kde sa jednotlivé vrstvy uložia na seba, zavalujú dohromady a navinú na pripravený bubon.



Obr. 2 Pohľad na prednú časť dopravníka

Jedným z prebiehajúcich realizovaných projektov je automatizované meracie zariadenie na určenie korekcií vrtáčich otvorov. Na začiatku procesu sa vloží konkrétny meraný dielec do meracieho zariadenia obr. 4 a presne sa nastaví do definovanej polohy. Po uzavretí meracieho zariadenia obsluha na dotykovom paneli zvolí konkrétny typ meraného dielca. Na základe programu vybraného z databázy sa uskutoční základné snímanie po povrchu dielca. Automatický otáčací mechanizmus bude postupne otáčať dielcom vždy s krokom 90°, aby bolo možné nasnímať dielec zo všetkých strán. Vyhľadávacími algoritmami sa určia polohy a priemery dier. Tieto spracované dáta sa pošlú do riadiacej jednotky



Obr. 3 Stredná časť dopravníka

manipulátora, ktorá na základe súradníc získaných z kamerového systému navedie snímacie zariadenie pre meranie hĺbky dier nad každú jednu diery v dielci a zistí jej hĺbku. Rovnaký princíp merania dier sa bude realizovať na každej zo strán dielca. Po navedení meracieho zariadenia k profilovej drážke sa táto podobným spôsobom nasníma a určí sa jej profil. Získané dáta z týchto meraní sa porovnávajú s databázou a na výstupe sa vytlačí správa s určením jednotlivých odchýlok od základného rozmeru, pomocou ktorých bude môcť obsluha nastaviť korekcie nástrojov.

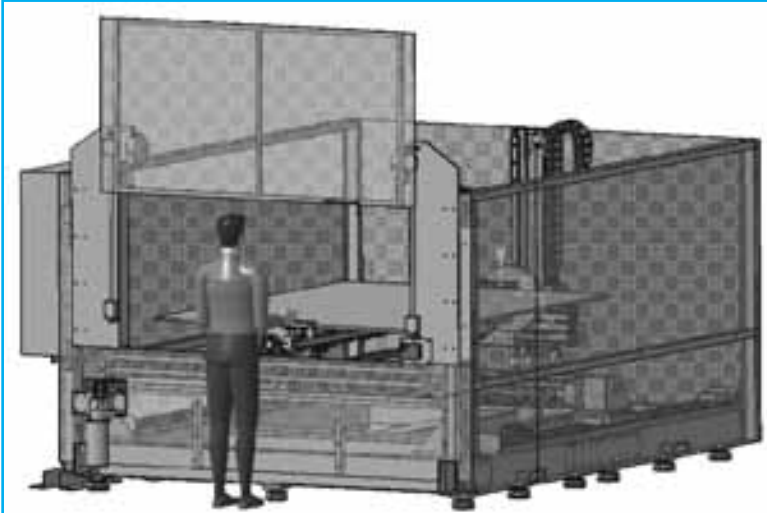
Náš tím riešil i ďalšie zaujímavé projekty. Z niektorých starších realizovaných projektov sú nižšie vybrané a zobrazené obrázky s krátkym popisom.

**Záver**

Článok ponúka čitateľovi základné informácie o práci v oddelení dizajnu v Stredoeurópskom technologickom inštitúte. Opíše možnosti oddelenia uplatnenia v praxi, progresívne technológie využívané pri vývoji a príklady realizovaných projektov.

**Ing. Ján Bečka, PhD.**  
**Ing. Peter Macek**

Stredoeurópsky technologický inštitút (CEIT)  
Univerzitná 6, 010 08 Žilina  
jan.becka@ceit.eu.sk  
peter.macek@ceit.eu.sk



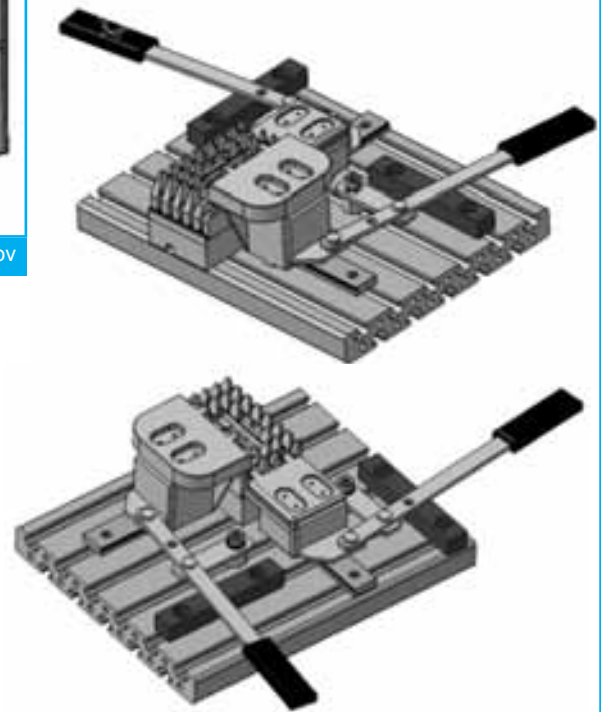
Obr. 4 Automatizované meracie zariadenie na určenie korekcií vrtáčich nástrojov

**Vývoj prípravkov**

Ako bolo v úvode spomenuté ďalšou oblasťou realizácie nášho oddelenia je návrh a vývoj prípravkov pre rôzne druhy odvetví priemyslu. Ako príklad môžeme uviesť jeden z montážnych prípravkov pre spoločnosť TRW. Ide o prípravok na montáž lamiel a ďalších drobných komponentov do telesa ventilácie obr. 7. Prípravok obsahuje tvarovo komplikované komponenty z plastu. Pri ich výrobe boli využité progresívne technológie, ktoré podstatne skrátili čas výroby celého prípravku a samotný prípravok skrátil potrebný čas na montáž o 50% oproti pôvodnému času montáže.



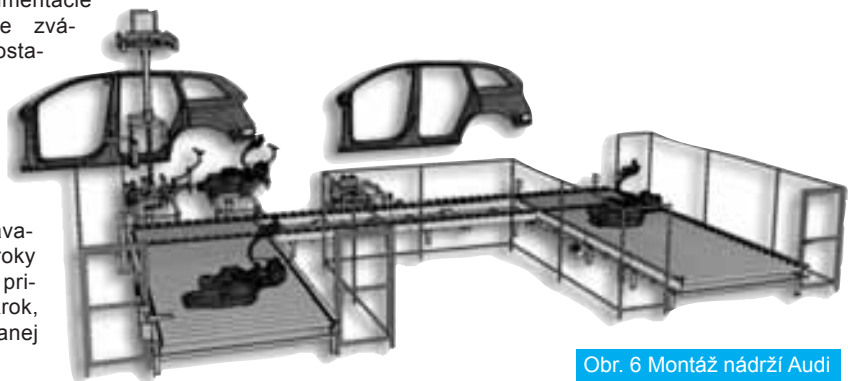
Druhým príkladom z oblasti konštruovania prípravkov je návrh, vytvorenie modelu a konštrukčnej dokumentácie pre rôzne zvarované zostavy. Ako názorukážka



Obr. 7 Prípravok pre montáž sústavy lamiel do telesa ventilácie

Obr. 5 Razička výrobných čísel pre VW Touareg

je na obrázku 8 zobrazená zostava jedného z prípravkov navrhnutých pre spoločnosť Tatravagónka. Na obrázku sú zobrazené jednotlivé kroky od začatia zvarovania zvaranej zostavy, postupným pridávaním ďalších komponentov až po posledný krok, kde sa dovaria posledné chýbajúce zvary na zvaranej zostave.



Obr. 6 Montáž nádrží Audi



Obr. 8 Prípravok pre zvaranú zostavu





# Skúšobné zariadenie na skúšanie životnosti veľkorozmerových ložísk

> Ing. Slavomír Hrček, PhD. a kol.

## Abstract

This article discusses steps towards the design, construction and production of a device used for lifetime assessment of large-scale bearings. The machine is reviewed as a mechatronic entity, comprised of three parts - mechanical, electrotechnical and hydraulic. The mechanical part was designed with the help of modern CAD/CAE/PDM design systems along with device parts modeling and strength analysis of highly stressed device parts. The electrotechnical part consists of a driving unit - containing the frequency transducer and an asynchronous motor; the PLC-driven operating part together with a touchscreen interface and a monitoring part which includes a datalogging device to record measurement results and interface with a PC.

V dnešnej dobe je kladený veľký dôraz na výrobu elektrickej energie

z obnoviteľných zdrojov. Jedným z takýchto zdrojov je energia získavaná z vetra. Z energie vetra sa každoročne vyrobí 2% európskej elektriny. Viac ako 80% celosvetovej produkcie veterných turbín vyrábajú európske spoločnosti, čo sa prejavuje aj vo vysokej miere inštalácií (približne 85% všetkých inštalácií sa nachádza v Európe). [1]

Jeden z najväčších výrobcov veterných elektrární firma Vestas [2] ponúka veterné elektrárne s výkonom od 850kW až do 3MW. Práve vývoj turbín s vyšším výkonom súvisí so záujmom o budovanie veterných elektrární na morskom šelfe. Predpokladaná životnosť turbín je 20 až 25 rokov. [1]

Jednou z hlavných častí veternej elektrárne je rotor, na ktorom je umiestnená vrtuľa. Rotor je uložený v statorovej časti elektrárne na dvoch kuželíkových ložiskách. V závislosti na výkone veternej elektrárne dosahujú tieto ložiská priemer vonkajšieho krúžku až dvoch metrov. Na Slovensku je závod PSL a.s. Považská Bystrica [3], ktorý takéto ložiská vyrába. Výrobca ložiska musí garantovať jeho životnosť, ktorá by mala byť minimálne 20 rokov. Životnosť ložísk výrobca stanovuje na základe uskutočnenia zrýchlených životnostných skúšok ložísk. Pri takýchto skúškach je najdôležitejšie vypracovanie správnej metodiky na ich skúšanie a na základe nej vyrobiť skúšobné zariadenie, na ktorom sa môže vykonať skúška životnosti ložísk. Potreba zistenia životnosti týchto rozmerovo-neštandardných ložísk, ktorých rozmery prevyšujú štandardné typy, viedla k spolupráci so Žilinskou univerzitou a výrobným podnikom PSL a.s. Považská Bystrica na vývoji skúšobného zariadenia na skúšanie životnosti ložísk, ktoré tento podnik vyrába.

## Návrh skúšobného zariadenia

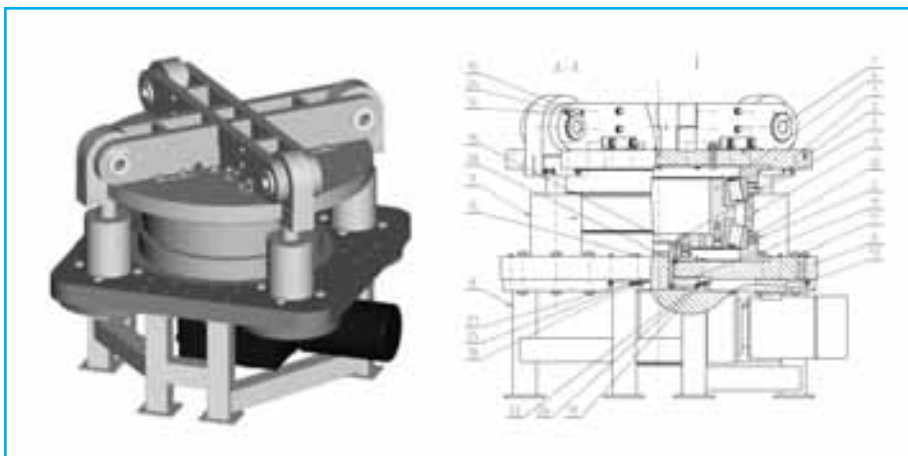
Návrh celého skúšobného zariadenia vychádzal zo štúdie pre skúšanie špeciálnych kuželíkových ložísk do  $\varnothing$  max. 1300 mm, ktorú vypracoval výrobný podnik PSL a.s. Cieľom riešenia bolo navrhnutie skúšobného zariadenia, na ktorom by bolo možné odskúšať parametre Základnú trvanlivosť  $L_{10}$  a Základnú dynamickú únosnosť  $C_r$  v pomerne krátkom čase, cca do troch mesiacov od začiatku skúšky. Predmetom skúšania boli uvažované špeciálne kuželíkové ložiská s maximálnym priemerom vonkajšieho krúžku do  $\varnothing$  1300 mm. Štúdia ďalej obsahovala návrh metodiky pre vykonanie skúšok a definovala parametre, ktoré rešpektovali nasledovné požiadavky: dynamickú únosnosť predmetných ložísk  $C_r$ , základnú trvanlivosť  $L_{10}$

ot., frekvenciu otáčania 20 až 30 min<sup>-1</sup>, čisto axiálne zaťažovanie ložísk a trvanie skúšky nie dlhšie ako 3 až 4 mesiace.

S prihliadnutím na uvedené parametre metodika stanovila maximálnu zaťažujúcu silu pre ložisko s maximálnou dynamickou únosnosťou na Cr 4000 kN v axiálnom smere. Celé skúšobné zariadenie teda muselo byť dimenzované na túto zaťažujúcu silu.

## Strojná časť

Pri konštruovaní strojnej časti skúšobného zariadenia boli použité moderné CAD, CAE a PDM/PLM aplikácie. Na konštruovanie jednotlivých komponentov skúšobného zariadenia bol použitý systém Pro/ENGINEER. Základná idea návrhu skúšobného zariadenia bola, že skúšané ložisko bude zovreté medzi dve platne, ktoré budú stláčať proti sebe štyri hydraulické valce. Toto usporiadanie má tú výhodu, že sa jedná o uzavretú sústavu a navonok sa neprenáša žiadna reakčná sila. Medzi tieto základné platne bude umiestnené skúšobné ložisko v upínacom príslušenstve a nasadené na spojku od prevodovky elektromotora, ktorý zabezpečuje otáčavý pohyb ložiska.



Obr. 1 CAD model skúšobného zariadenia na testovanie špeciálnych veľkorozmerových ložísk

Vzhľadom na trvanie skúšky a spôsobe zaťažovania sa pristúpilo pri návrhu skúšobného zariadenia k tomu, že súčasne sa budú testovať dve typovo rovnaké ložiská orientované proti sebe. K umiestneniu ložísk do skúšobného zariadenia bolo potrebné navrhnuť upínacie príslušenstvo, do ktorého budú skúšané ložiská uložené. Vnútorne krúžky ložísk boli nasadené na stredový hriadeľ, ktorý bol spojený s výstupným hriadeľom prevodovky spojku s evolventným drážkovaním. Vonkajšie krúžky ložísk sú uložené v dvoch prstencoch, v ktorých sú umiestnené snímače teplot a vibrácií meraných pri skúške životnosti ložísk.

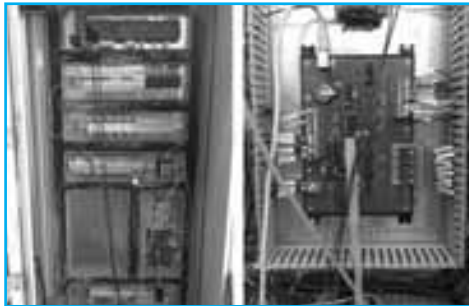
## Elektrická časť

Elektrickú časť navrhnutého zariadenia je možné rozdeliť na časti:

- výkonovú (silovú) časť: táto v sebe zahŕňa prípojnice, istiace a spínacie prvky, frekvenčný menič, napájanie pohonov čerpadiel pre hydraulický agregát, pohony ventilátora a čerpadiel chladiacej sústavy.
- riadiacu časť, ktorá je zložená z PLC automatu, vstupných ovládacích prvkov (tlačidlá, dotykový display), snímačov, výstupných - akčných prvkov (elektromagnetické ventily hydraulického agregátu, spínacie prvky ventilátorov a čerpadiel chladienia, vstupnú riadiacu časť frekvenčného meniča pre zmenu otáčok, stop, štart, núdzové zastavenie hlavného pohonu, relé, signalizácia...),
- monitorovaciu časť zloženú s certifikovaných snímačov tlaku, teploty, vibrácií, času a datalogeru. Súčasťou tejto časti je PC.

Ako najvýhodnejší variant pre navrhovaný stroj bol zvolený elektrický pohon s asynchrónnym motorom a kuželovo - čelnou prevodovkou. Parametre asynchrónneho motora: výkon: 55 kW, menovité otáčky: 1460 ot/min. Parametre prevodovky: prevodový pomer: 43,9.

Motor je napájaný z frekvenčného meniča od firmy ABB s priamym momentovým riadením (DTC). Požitie frekvenčného meniča bolo nevyhnuté vzhľadom na to, že navrhovaný skúšobný stav si vyžaduje pri jednotlivých skúškach zmenu hodnoty otáčok, plynulý rozbeh a dobeh.



Obr. 2 Usporiadanie rozvádzača, datalogger

PLC automat SIEMENS S7-CPU224XP s modulom DI, DO a AI, AO činnosť skúšobného stavu zautomatizuje. Tento automat podľa signálov prichádzajúcich na jeho vstup zo snímačov a ovládacích prvkov spína podľa naprogramovaných sekvencií výstupy na ktorých sú pripojené akčné členy, alebo signalizácia. Samotný skúšobný stav je ovládaný pomocou dotykového panelu, ktorý zároveň informuje obsluhu o stave zariadenia.

Snímače, ktoré sú inštalované na skúšobnom stave je možné rozdeliť do dvoch skupín. Do prvej skupiny patria snímače, ktoré zabezpečujú chod skúšobného stavu a jeho bezpečnú prevádzku. Výstupy z týchto snímačov sú privádzané na digitálne vstupy PLC automatu. Do tejto skupiny taktiež patria snímače, ktoré snímajú rázy v skúšaných ložiskách. Priebeh rázov vznikajúci v skúšaných ložiskách je zobrazovaný na display-i dotykového panelu a je udávaný v decibeloch.

Do druhej skupiny je možné zaradiť snímače, ktoré merajú hodnoty súvisiace so skúškou ložísk. Výstupné signály z týchto snímačov musia byť z titulu testovania ložiska zaznamenávané a preto sú privedené na analógové vstupy meracej dosky datalogeru. Na jej vstup je privádzaný aj digitálny signál z indukčného snímača, ktorý plní funkciu inkrementálneho snímača počtu otočení.

Dataloger je zariadenie, ktoré má získané signály zo snímačov zaznamenať a archivovať. V našom prípade je navrhnutý a vyvinutý dataloger zložený z PC a samotnej meracej dosky.

Aby bolo možné testovanie ložiska monitorovať nielen lokálne, ale aj diaľkovo s možnosťou vzdialeného prístupu k nameraným dátam, bola vytvorená aplikácia, ktorá umožňuje sledovanie a správu nameraných dát cez webové rozhranie.

### Hydraulická časť

Hydraulická časť skúšobného stavu je rozdelená na dve časti. A to na časť tlakovú, ktorá zabezpečuje požadovaný tlak v hydraulických valcoch a časť mazacu, ktorá zabezpečuje mazanie ložísk počas skúšky. Hlavnou časťou tlakovej časti sú štyri hydraulické valce, ktoré sú dimenzované tak, aby každý z nich bol schopný vyvinúť zaťaženie 1000 kN. Táto aplikácia sa vyznačuje vysokými tlakmi na získanie požadovaného



Obr. 3 Uživatelské webové rozhranie na monitorovanie nameraných dát

zaťaženia avšak pri malých prietokoch hydraulického oleja. Toto dovolilo použiť na plnenie hydraulických valcov tlakový akumulátor v ktorom je udržiavaný konštantný tlak 300 bar. Použitím tlakového akumulátora sa obmedzil trvalý chod čerpadla, ktoré zabezpečuje tlak v systéme. Požadovaná zmena tlaku a s tým súvisiaca zmena zaťaženia sa realizuje počas nábehu a dobehu skúšky ložiska proporcionálnym redukčným ventilom. Počas behu skúšky je tlak v systéme udržiavaný pomocou mechanického redukčného ventilu. Takéto riešenie bolo zvolené z dôvodu zautomatizovania skúšky ložiska, kde počas nábehu a dobehu podľa určenej metodiky je ložisko postupne zaťažované alebo uvoľňované. Postupné zaťažovanie alebo uvoľňovanie ložiska zabezpečuje propor-



Obr. 4 Hydraulický agregát pre skúšobné zariadenie

cionálny redukčný ventil, ktorý mení tlak podľa privádzanej hodnoty napätia na jeho vstup v rozsahu 0 – 10 V z analógového výstupu PLC automatu. Proporcionálny redukčný ventil sa vyznačuje vysokými tlakovými stratami, čo sa prejaví častým spínaním čerpadla. Preto po dosiahnutí požadovaného tlaku je systém prepnutý na mechanický redukčný ventil, ktorý má menšie tlakové straty. Podmienkou je, aby pri prepnutí nastavená hodnota na mechanickom redukčnom ventile zodpovedala hodnote na proporcionálnom redukčnom ventile. Zmena smeru pohybu piestov hydraulických valcov sa vykonáva zopnutím príslušného ventilu, ktorý privádza hydraulický olej pred piest alebo za piest jednotlivých hydraulických valcov.

Mazacia časť hydraulickej časti má zabezpečiť dostatočný mazací film na obežných dráhach skúšaných ložísk a udržať teplotu ložísk na predpísanej pracovnej hodnote. Mazací olej je čerpadlom nasávaný zo zbernej nádrže a privádzaný cez filter a osem trysiek priamo na obežné dráhy ložísk. Súčasťou tejto mazacej časti je okruh chladenia. Kompletné riadenie a zabezpečenie hydraulickej časti vykonáva PLC automat podľa naprogramovaných sekvencií.



Obr. 5 Skúšobné zariadenie v prevádzke

### Záver

Na Žilinskej univerzite bol s výrobným podnikom PSL a.s. Považská Bystrica vyvinutý, vyrobený a postavený skúšobný stav na skúšanie veľkorozmerových špeciálnych kuželíkových ložísk. Za použitia moderných CAD, CAE a PDM systémov bolo možné skonštruovať toto zariadenie v relatívne krátkom čase, pričom vývoj prebiehal súčasne s výrobou jednotlivých komponentov. Použitím PLC automatu je ovládanie skúšobného stavu užívateľsky veľmi príjemné a jednoduché. Vďaka automatizácii je možné merať ložiská nepretržite, čo je pre skúšky životnosti ložísk výhodné z časového hľadiska. Tento skúšobný stav je možno jediný svojho druhu a umožňuje vykonávať skúšky životnosti špeciálnych ložísk, ktoré nie sú štandardného typu. Avšak nie je vylúčená možnosť použitia snímačov iného typu alebo snímačov iných veličín, pretože návrh datalogeru na zber dát nebol koncipovaný ako uzavretý ale ako univerzálny.

### Literatúra:

- [1] <http://www.ozeport.sk/zdroje/veterna.html>
- [2] <http://www.vestas.com/en/wind-power-solutions.aspx>
- [3] <http://www.pslas.com/sk/index.php>

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0505-07.

Ing. Slavomír Hrček, PhD.  
 prof. Ing. Štefan Medvecký, PhD  
 Ing. Róbert Kohár, PhD.  
 doc. Ing. Václav Kraus, PhD

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta,  
 Katedra konštruovania a častí strojov, Univerzitná 1, 010 26 Žilina  
 slavomir.hrcek@fstroj.uniza.sk

Ing. Pavol Lehocký, PhD.  
 Žilinská univerzita v Žiline, Elektrotechnická fakulta,  
 Katedra výkonových elektrotechnických systémov

# Využitie medziodborovej spolupráce PRI VÝVOJI MOBILNÝCH ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV

> Ing. Tomáš Michulek

> Ing. Ján Capák

## Abstract

Autonomous mobile robot is usually a very complicated system. It contains electronic parts, mechanic parts, sensors and software. Involvement of specialists is required in order to develop these subsystems. After that, specialists must cooperate to connect subsystems together. This this cooperation is a base of robotic research in Ceit s.r.o. Few products that resulted from it will be presented in this article.

Autonómny mobilný robot je zvyčajne veľmi komplikovaný systém obsahujúci elektroniku, pohony, mechaniku, senzory a softvér. Vývoj každého z týchto subsystémov vyžaduje zapojenie špecialistov z daného oboru.

Tí musia nielen vytvoriť jednotlivé súčasti robota, ale tiež intenzívne spolupracovať pri spájaní subsystémov do jedného celku. Takáto spolupráca je jedným z pilierov vývoja v oblasti robotiky v spoločnosti Ceit s.r.o. Niektoré z produktov, ktoré sú výsledkom medziodborovej kooperácie, budú popísané v tomto príspevku.



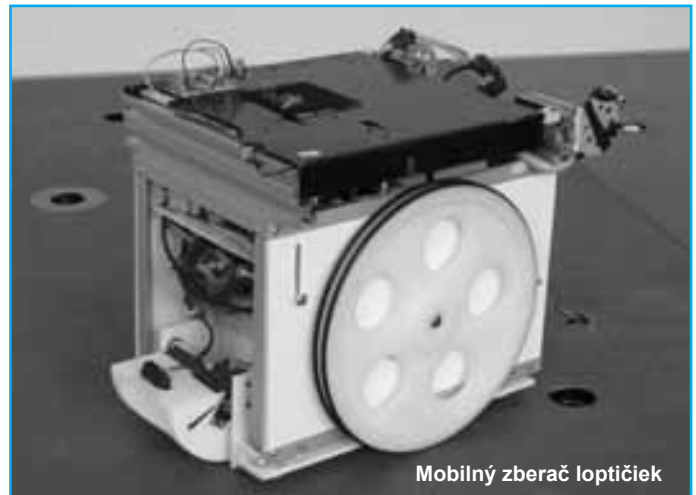
Kráčajúci robot vo virtuálnom prostredí

### Vývoj mobilného kráčajúceho robotického systému.

Pri vývoji toho prototypu bolo nutné vytvoriť konštrukciu robota, elektronické súčasti a riadiaci softvér. Simultánne s výrobou konštrukcie, pohonov a elektroniky prebiehalo testovanie riadiaceho systému robota vo virtuálnej realite. Ten bol následne použitý pre riadenie vytvoreného prototypu. Po dokončení algoritmu pre riadenie chôdze robota sa experimentovalo s ďalšími možnými prístupmi k jeho ovládaniu. Napríklad riadenie rečou, riadenie vychádzajúce z analýzy obrazu a podobne.

### Vývoj mobilného zberača loptičiek

Vývoj a výroba experimentálneho prototypu na zbieranie pingpongových loptičiek prebiehal vo viacerých fázach. Ako prvá bola v CAD systéme navrhnutá jeho konštrukcia. Potom bol vytvorený fyzický prototyp. Pri výrobe bol použitý Rapid Prototyping. Do prototypu bol následne integrovaný riadiaci počítač, pohony, kamera a senzory. V poslednej fáze vývoja bol naprogramovaný softvér pre riadenie robota. Úlohou tohto systému je prostredníctvom kamery nájsť pingpongovú loptu a umiestniť ju do jamky určitej farby. Pre splnenie úlohy je nutná kooperácia častí robota vytvorených strojným inžinierom, elektrotechnickým inžinierom, programátorom a špecialistom s spracovaním obrazu.



Mobilný zberač loptičiek

### Vývoj multifunkčného pásového robota

Ďalší z vyvíjaných prototypov slúži ako platforma využiteľná v širokom spektre aplikácií. Základ tvorí pásový podvozok schopný prekonať aj väčšie prekážky (napríklad schodisko). Robot obsahuje počítač založený na platforme PC. Táto kombinácia konštrukčného riešenia a dostupného výpočtového výkonu umožňuje jeho ďalšie využitie ako autonómneho



Multifunkčný pásový robot

vozidla, mobilného 3d skenera alebo jeho diaľkové riadenie človekom.

Pri vývoji v oblasti mobilnej robotiky je nutná medziodborová spolupráca. Prevažná väčšina mobilných robotov obsahuje súčasti vyvinuté odborníkmi z rôznych

oblastí. Pre správne fungovanie robota je nutná komunikácia medzi jednotlivými súčastami a taktiež medzi ich tvorcami. Ideálne je keď vývoj jednotlivých subsystémov prebieha paralelne a prihladá sa počas neho na možnosti a schopnosti ostatných subsystémov robota. To sa dá najlepšie dosiahnuť vtedy, keď sa oblasti záujmu jednotlivých vývojárov aspoň čiastočne prelínajú. Takto vytvorený vývojový tím je potom schopný dosiahnuť lepšie výsledky ako tím zložený z vývojárov špecializujúcich sa na presne ohraničené oblasti.



**Ing. Tomáš Michulek**  
**Ing. Ján Capák**  
Stredoeurópsky technologický inštitút (CEIT)  
Univerzitná 6, 010 08 Žilina  
tomas.michulek@ceit.eu.sk;  
jan.capak@ceit.eu.sk



# OPTIMALIZÁCIA VÝROBNEJ LINKY

## v podniku NEMAK Česká republika

> Ing. Jan Daněk

### Abstract

The article describes one practical implementation of the Digital Factory concept – design of a new production line using modern planning method of virtual testing and control of processes. The project covered graphical facility design, detailed design of operations and material flow simulation. This case study shows facility process planning, commission and in the end finding the optimization rules and corrective actions to increase existing casting line throughput. All phases of the project were carried out using simulation software, duration of the project was 6 months. Simulation software WITNESS has been used for material flow simulation.

Článok popisuje príklad využitia simulácie v plánovaní nových výrobných zariadení vo firme NEMAK Most, Česká republika. Hlavné ciele tohto projektu boli:

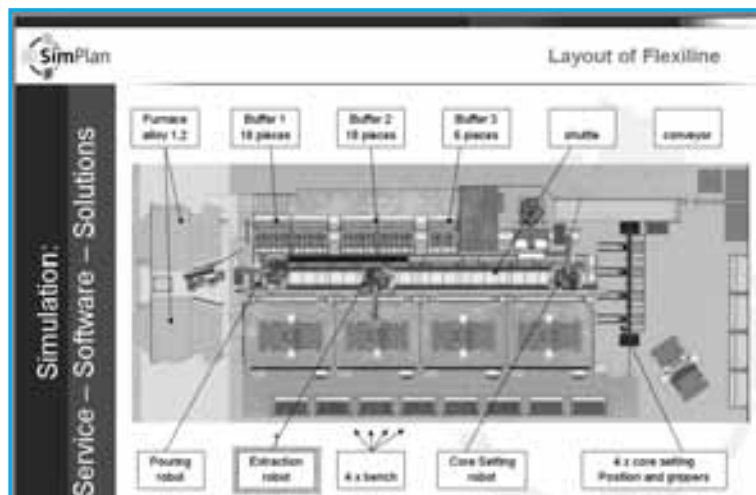
1. Virtuálny návrh liacej linky.
2. Stanovenie procesnej reťaze, časov a návazností.
3. Kolízna analýza troch robotických pracovísk.
4. Stanovenie priepustnosti odlievacej linky a test naplnenia naplánovaného výrobného programu výroby odliatkov motorov pre dvoch OEM.
5. Návrh optimalizačných opatrení.

### 1. Virtuálny návrh liacej linky

Návrh sa uskutočnil za účasti konzultačnej firmy a koncového odberateľa. Na základe priestorových dispozícií bol vytvorený unikátny koncept dvoch závesných robotických pracovísk posúvajúcich sa po jednom kyvadlovom dopravníku. Tretí robot je umiestnený pod nimi, pohybujú sa paralelne po dolnom kyvadlovom dopravníku. 3D interpretáciu dopravníkového systému vidíte na obrázku 1, 2D schéma s popisom linky je na obrázku 2.



Obr. 1 3D návrh liacej linky

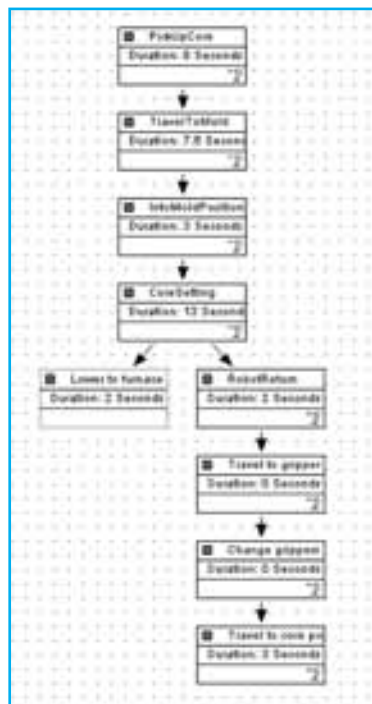


Obr. 2 2D schéma linky s popisom

### 2. Stanovenie procesnej reťaze, časov a návazností

Po navrhnutí layoutu prichádza návrh pracovných operácií, ktorý

zohľadňuje všetky procesné obmedzenia navrhovanej linky. Operácie sa rozložia na podoperácie, ktoré sa časovo prekalukujú a vyhodnotia štandardnými tabuľkovými hodnotami časovej analýzy. Priradia sa návaznosti a automaticky sa vygeneruje GANTTov diagram na stanovenie celkového taktu linky.



Obr. 3 PERT diagram pracovných operácií KUKA robota pri zakladaní jadra do kokily

Po pridelení časov nasleduje fáza, kde sa operáciám priradujú prevádzkové prostriedky, diely (podzostavy alebo produkčné zostavy). Tieto všetky tri elementy (produkt, proces, operácia) je možné kompletne prepojiť a vidieť v PERT diagrame, ktorý je vidieť na obr. 3.

**Popis výrobného procesu.** Proces začína impulzom pre robot osadzujúci i jadra (core setter). Zo základnej pozície prichádza k držiakom

jadier a vyberie držiak podľa pravostranného/ľavostranného typu motora. Potom prichádza k pripraveným jadrám, ktoré vychystal pracovník, vezme držiakom jadrá, prichádza k jednej zo štyroch kokíl a umiestni jadrá do kokily. Akonáhle vyjde svojím ramenom z kokily, liaci robot (pouring robot) dostáva impulz a naberá lyžicu s hliníkovou zliatinou. Medzičasom pracovník vstúpi do kokily a manuálne prečistí a skontroluje, či nie sú jadrá poškodené a či sú v kokile správne umiestnené. Pracovník vyjde, zatvorí bezpečnostné dvere, prichádza robot so zliatinou a naleje ju do kokily s jadrami. Liaci robot odchádza do svojej východzej pozície. Po uplynutí času tuhnutia sa kokila otvorí a prichádza tretí robot (extraction robot), ktorý vyberie vytvrdený odliatok z kokily a umiestni ho do zásobníka na ochladenie. Po uplynutí stanoveného času extraktor vyberá ochladený odliatok zo zásobníka a umiestňuje ho na odstavnú plochu pre nasledujúce opracovanie na píle. Štvrtý, manipulačný robot umiestňuje odliatok na pílu a po opracovaní ho posúva na valčekový dopravník k pracovisku výstupnej kontroly.

### 3. Kolízna analýza troch robotických pracovísk

Navrhnuté robotické centrum spolu s priradenými operáciami a naviazanými dielmi tvoria základ výrobného konceptu. V našom prípade sa linka skladá zo zakladača jadier, z liaceho robota, extraktora, manipulačného robota, 4 kokíl, zásobníka s kapacitou 42 odliatkov, píly, výstupného dopravníka a obslužného útvaru pracovníkov. Plánovaná linka má niekoľko obmedzení. Hlavné obmedzenie jev tom, že plánovaný systém má zakladač jadier spolu s liacim robotom na jednom dopravníku a tieto sa nedokážu vzájomne obslúžiť, preto komunikácia medzi oboma robotmi hrala kľúčovú rolu v analýze produktivity celého systému.

Jedno z ďalších obmedzení a dôvod na priestorovú analýzu bolo zakladanie vytvrdeného odliatku z kokily do zásobníka. Odkladací zásobník je rozdelený na tri sekcie. Ak manipulačný robot na dolnom dopravníku zakladá horúci odliatok do tretieho poschodia, v blízkosti sa nesmie nachádzať žiadny robot z vrchného dopravníka. Toto obmedzenie zohralo dôležitú rolu pri výbere vhodnej logiky zakladania a výberu miesta zakladania odliatkov do zásobníka. Táto analýza bola uskutočnená pomocou simulácie v prostredí WITNESS.

### 4. Stanovenie priepustnosti odlievacej linky a test naplnenia naplánovaného výrobného programu výroby odliatkov motorov pre dvoch OEM

Firma NEMAK sa rozhodla preveriť priepustnosť nového výrobného systému, opäť s pomocou simulácie v programe WITNESS. Bola preverená výroba odliatkov pre dva konkrétne motory, pričom jeden z motorov mal pravostrannú aj ľavostrannú variantu. Tomu odpovedalo rozdelenie kokíl. Testoval sa motor XL, XP, a Y, pričom niektoré operácie a ich časy boli odlišné. Ideálny stav bol obsluhovať kokily v poradí 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, ..., čo bol aj cieľ riadenia celého systému. V rámci simulačného experimentu boli preverené desiatky až stovky variánt. Nasadenie simulačného softvéru WITNESS sa ukázalo ako správna voľba. Užívateľsky veľmi jednoduchý a flexibilne reagujúci softvér umožňoval behom experimentu konzultačnej firme SimPlan Optimizations rýchle zapracovanie požiadaviek firmy NEMAK na zmeny do simulačného modelu.

Hlavné otázky, ktoré sa riešili pomocou simulácie:

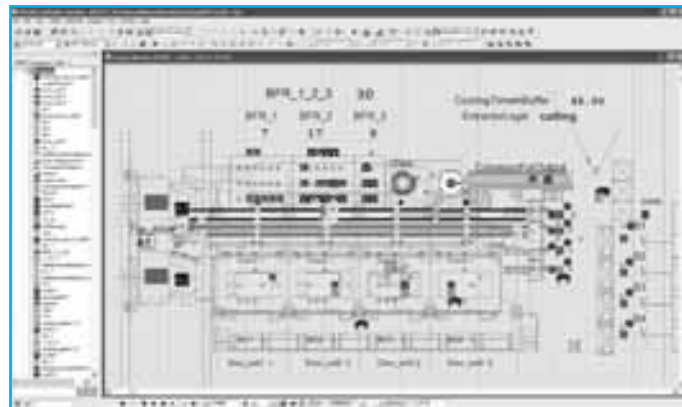
- optimalizácia komunikácie medzi zakladačom a liacim robotom
- analýza prerušovania práce pracovníkov, definovanie priorit v poradí vykonávania operácií,
- stanovenie počtu obslužného personálu pre vychystávanie jadier
- stanovenie počtu obslužného personálu pre kontrolu založených jadier a čistenie kokíl,
- stanovenie východzej pozície extraktora a analýza jej dopadu na produktivitu,
- stanovenie priorit operácií extraktora (vyber z kokily daj do zásobníka, vyber zo zásobníka daj na pílu), pri akej úrovni naplnenia zásobníka sa mení priorita týchto operácií,
- testovanie radiacej logiky FIFO systému umiestňovania vytvrdených jadier do chladiaceho zásobníka na jednotlivé pozície na základe aktuálnej polohy robotov na linke,
- modelovanie obmedzení tretieho poschodia zásobníka, kde pri zakladaní / odoberaní extraktorom nemôžu zakladač ani liaci robot vojsť do danej zóny 3. poschodia,
- logika informačného toku medzi extraktorom, kokilami a zásobníkom.

Ukážka príslušného simulačného modelu vo WITNESSe je na obrázku 4. Analýzou týchto bodov sa zistilo, že linka pri aktuálnom zadaní je schopná vyprodukovať len 70 % požadovanej produkcie.

### 5. Návrh optimalizačných opatrení

Zo simulácie vyplynuli tieto závery a prínosy:

- definovanie a meranie úzkeho miesta
- stanovenie optimálnej logiky zaskladňovania a odberu odliatkov extraktorom (+6 až 9%)
- porovnanie variánt komunikácie medzi zakladačom a liacim robotom, výber najproduktívnejšej varianty (10 až 15%)
- výmena držiaka (+3%)
- optimalizácia pohybu ramena zakladača jadier (+13%)
- stanovenie optimálneho počtu pracovníkov
- optimalizácia informačného toku pri paralelnej obsluhu kokíl.

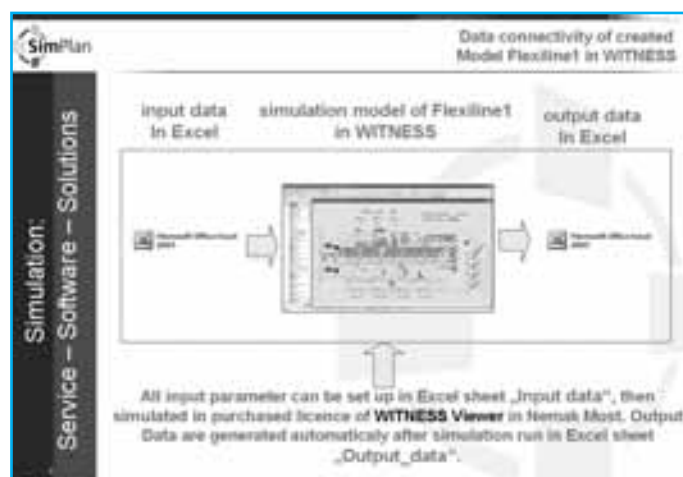


Obr. 4 2D model linky v simulačnom prostredí WITNESS

Implementácia navrhnutých opatrení v spolupráci s firmou KUKA trvala 3-4 mesiace.

### Záver

Spoločnosť NEMAK počas projektu zakúpila licenciu programu WITNESS, ktorý sa stal aj nástrojom na operatívne plánovanie kapacít. V súčasnosti sú s použitím simulačného modelu preverované alternatívy výrobných programov v závislosti od kolísania trhu, v týždňových intervaloch sa stanovuje optimálna smennosť a počet pracovníkov v prevádzke. Štruktúra dátového napojenia simulačného modelu pri operatívnom využití je znázornená na obrázku 5. Pre zadávanie vstupných údajov a prácu s výsledkami je využitý program MS Excel.



Obr. 5 Využitie simulačného systému WITNESS pre operatívnu analýzu. Pre vstup a výstup dát je použitý program MS Excel

Na simulačnej štúdií sa podieľali pracovníci firiem NEMAK USA, NEMAK Canada, NEMAK Mexico, NEMAK Germany Dillingen, NEMAK CZ Most a KUKA Roboter GmbH Germany, simuláciu, integráciu informácií a koordináciu projektu zabezpečovala spoločnosť SIMPLAN Optimizations zo Slovenska. Celý projekt trval 6 mesiacov (máj – november 2008). Pokračovaním tohto projektu je simulačná analýza novej výrobnéj linky, kde zakladač jadier a liaci robot budú vzájomne nezávislé.

### Ing. Jan Daněk

Humusoft, s.r.o. Praha, Česká republika  
danek@humusoft.cz

Vedúci projektu za firmu NEMAK CZ:

**Kent Powell** - Kent.Powell@nemak.com; www.nemak.com

Simulačnú štúdiu vypracovala firma SIMPLAN Optimizations, Trnava:

**Ing. Marek Kňazík** - Marek.Knazik@SimPlan.sk; www.SimPlan.sk

# STRATÉGIE PRE RÝCHLY RAST RENTABILITY

> Ing. Stela Gregorová

> Ing. Vojtech Ferencz

> Ing. Iveta Medvecká

## Abstract

The profitability indicators are some of the most widely used to assess performance of an enterprise. Every enterprise strives to maximize the profitability indicators. The authors analyze one of the key profitability indicators – the profitability of Total Assets – in this paper. The DuPont profitability model is utilized to illustrate the strategies and ways to achieve growth of profitability. The paper also presents the relationship between Market share and profitability of enterprise investments and presents results of the Profit Impact on market Strategy (PIMS).

## ÚVOD

Dnešné konkurenčné prostredie vyžaduje od manažerov rýchle rozhodnutia. Rýchlosť musí byť ale spojená s tvorbou novej hodnoty. Operácie realizované v podniku majú svoju nákladovú stránku. Na druhej strane, všetky podnikové činnosti musia prispievať aj k podnikovým výnosom. Inými slovami povedané, rozhodnutia manažmentu musia byť nielen rýchle, ale aj efektívne, musia v podniku podporovať generovanie zisku.

Pre hodnotenie efektívnosti podnikových operácií je možné ako kritérium využiť zisk. Zisk je absolútny ukazovateľ, ktorý ale neposkytuje manažmentu komplexnú informáciu. Pri použití zisku, ako kritéria pre rozhodovanie, chýba informácia, koľko zdrojov bolo spotrebovaných pri jeho tvorbe. Ukazovatele rentability takúto informáciu poskytujú. Rentabilita je pomerový ukazovateľ, ktorý dáva do pomeru čistý zisk a zdroje, ktoré boli využité pri jeho tvorbe, prípadne dosiahnuté tržby (výstupy). Medzi najčastejšie používané ukazovatele rentability patrí rentabilita celkových aktív (ROA - Return on Assets) a rentabilita vlastného kapitálu (ROE – Return on Equity).

Ak chce podnik zvyšovať hodnotu ROA, musí poznať konštrukciu tohto ukazovateľa a hľadať vhodné spôsoby jeho zvyšovania. Autori tohto príspevku sa pokúsili na jednoduchých príkladoch ilustrovať spôsoby zvyšovania rentability celkových aktív. Pre lepšiu názornosť pri objasnení spôsobov rastu ROA je využívaná grafická forma Du Pontovho grafu.

Pre dosiahnutie finančného úspechu firmy existujú viaceré stratégie. Na príklade Du Pontovho grafu rentability chceme ilustrovať niektoré základné spôsoby zvyšovania rentability riešení digitálneho podniku a zaisťiť tak finančný úspech firmy.

V odbornej literatúre sa nevyskytuje jednoznačná definícia ukazovateľa ROA. Skupina autorov [5], [7], [8], [9] uvádza výpočet hodnoty ROA na báze prevádzkového zisku, teda ako pomer prevádzkového zisku (EBIT-nezdanený zisk) a celkových aktív.

$$ROA = \frac{EBIT}{CELKOVÉ AKTÍVA} \quad (1)$$

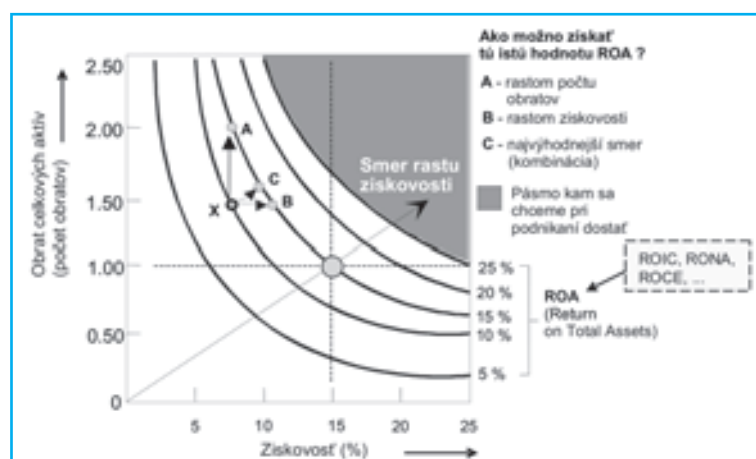
Častejšie sa ale v literatúre uvádza [2], [3], [5] iný spôsob výpočtu ROA - pomer čistého zisku (PAT – teda zdanený zisk) a celkových aktív. Pre potreby ďalšieho skúmania využijeme práve túto druhú formu vyjadrenia ROA, ktorá je známa aj ako prvá Du Pontova rovnica (rozklad).

$$ROA = \frac{\text{ČISTÝ ZISK}}{\text{CELKOVÉ AKTÍVA}} = \underbrace{\frac{\text{ČISTÝ ZISK}}{\text{OBRAT}}}_{\text{Zisková marža – ziskovosť (Profit Margin)}} \cdot \underbrace{\frac{\text{OBRAT}}{\text{CELKOVÉ AKTÍVA}}}_{\text{Obrat celkových aktív (Total Assets Turnover)}} \quad (2)$$

Prvá zložka rozkladu reprezentuje ziskovosť (rentabilitu tržieb, obratu) a jej úroveň býva cca. 4 %. Niekedy býva nazývaná aj prevádzkovou pákou. Druhá zložka reprezentuje počet obrátov celkových aktív alebo tiež intenzitu využívania celkových aktív [3] a jej úroveň býva cca. 2,5 krát.

Du-Pontov graf rentability predstavuje grafické zobrazenie rentability celkových aktív, ROA, ktorá je funkciou ziskovosti a obratu celkových aktív.

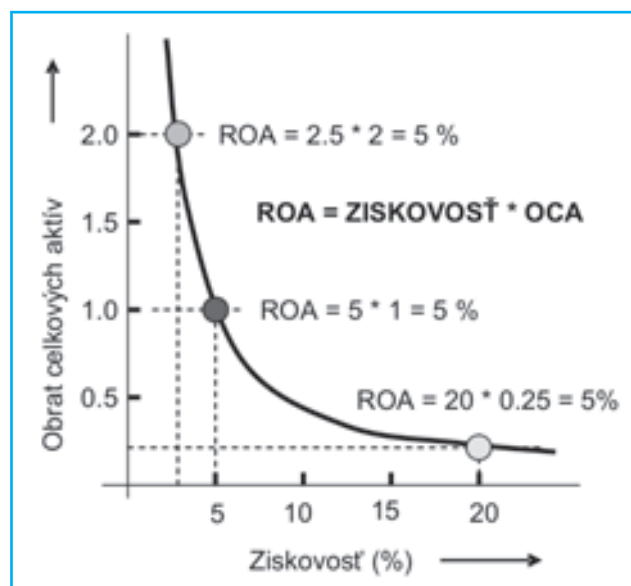
Priemerné hodnoty ROA, dosahované v priemysle, sú 8 až 12%. Napríklad hodnotu ROA = 15% je možné dosiahnuť na základe 15 percentnej ziskovosti a obratu celkových aktív rovným jedným. Ako je zrejmé z obr.1, môže firma zvýšiť dosahovanú úroveň ROA uplatnením troch základných stratégií: rastom ziskovosti, zrýchlením obratu celkových aktív (zvýšením počtu obrátov) alebo kombináciou rastu ziskovosti a počtu obrátov celkových aktív.



Obr. 1 Du Pontov graf rentability [3]

## SPÔSOBY ZVYŠOVANIA RENTABILITY

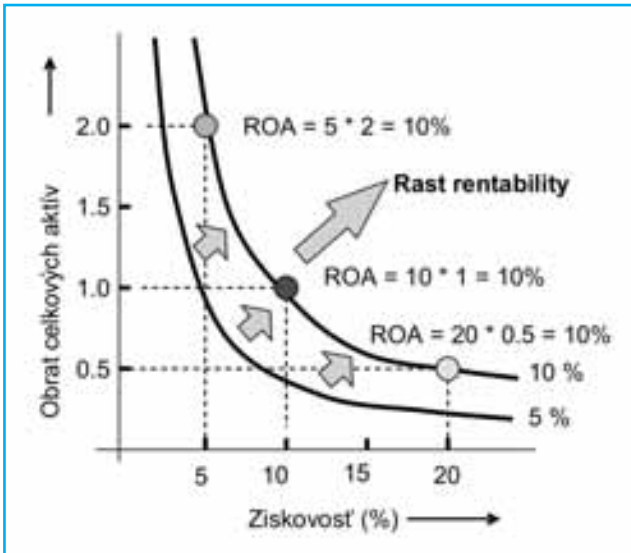
Nasledovný obrázok ukazuje rôzne spôsoby dosahovania požadovanej hodnoty ROA.



Obr. 2 Rôzne spôsoby získania konštantnej hodnoty ROA

Ako vidieť rovnakú hodnotu ROA, v tomto prípade ROA = 5%, je možné dosiahnuť mnohými spôsobmi (súčin ziskovosti a obratu celkových aktív). Ukázané sú tri rôzne príklady získania tej istej hodnoty ROA.

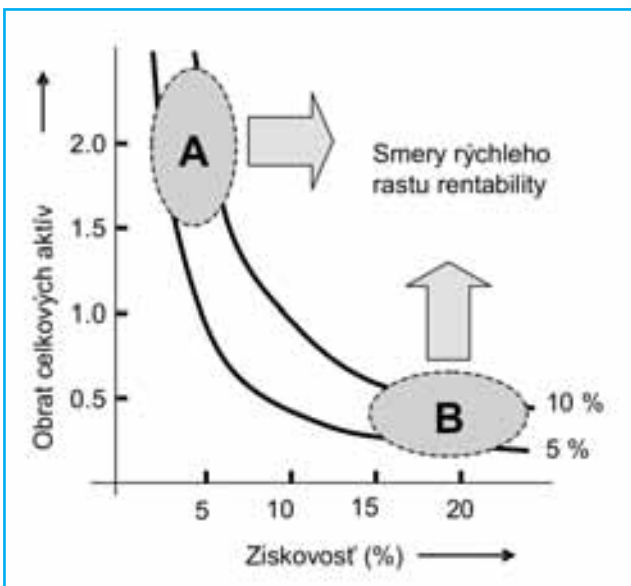
Ďalší obrázok ukazuje ako je možné zvyšovať hodnotu ROA (znova kombináciou ziskovosti a obratu celkových aktív).



Obr. 3 Zvyšovanie rentability

Prechod na vyššie hladiny ROA môže byť výsledkom rastu čistého zisku, redukcie hodnoty celkových aktív alebo ich kombinácie. Pretože pri rozklade ROA vystupuje obrat v oboch členoch rozkladu (ziskovosť - menovateľ, obrat celkových aktív - čitateľ), je jeho priamy vplyv na rast hodnoty ROA eliminovaný. Význam obratu sa v tomto prípade prejaví hlavne v jednotlivých členoch rozkladu, teda pri detailnejšom skúmaní úlohy faktorov, ktoré spôsobujú zmeny ROA.

Ako je zrejmé, v Du Pontovom grafe rentability je možné vyčleniť dve oblasti (zóny) pre zvyšovanie ROA, s odlišnými spôsobmi rastu ROA, ako to ilustruje nasledovný obrázok.



Obr. 4 Zvyšovanie rentability

Prvá zóna (A) je charakteristická pre prípad výroby dosahujúcej vysokú úroveň obrátky celkových aktív. Zóna A je typická pre vysoko opakovanú výrobu, jednoduchších výrobkov s krátkymi priebežnými dobami výroby. V tejto zóne sa jedná o podnikanie s nízkou úrovňou celkových aktív a ich rýchlou obrátkou. V zóne A je možné rýchly rast ROA dosahovať hlavne rastom ziskovosti, ako to ukazuje smer šípky (prechod na vyššie hladiny ROA).

Zóna B je typická skôr pre unikátne výrobky (požiadavka vysokej miery ziskovosti). Tu je možné dosahovať rýchly rast ROA hlavne rastom počtu obrátov celkových aktív.

**PIMS - PROFIT IMPACT ON MARKET STRATEGY**

Ako vyplynulo z analýz najúspešnejších japonských výrobných podnikov v celom svete, stala sa stratégia zrýchlenia obratu celkových aktív jednou z ich rozhodujúcich konkurenčných stratégií. Majstrov-

stvo v tomto smere prezentovala firma Toyota s jej Toyota Production System (TPS), tiež nazývaným štíhla výroba – Lean Production.

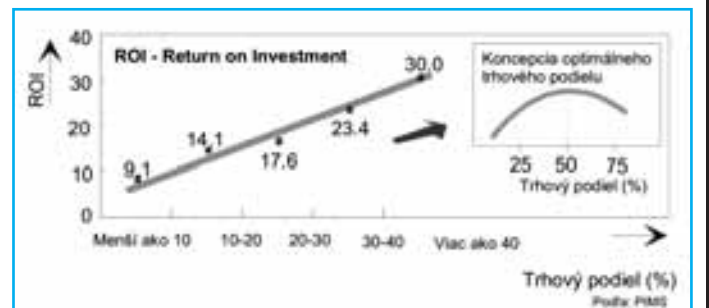
Výsledky celosvetového projektu PIMS (Profit Impact of Market Strategies) ukázali ďalšie zaujímavé skutočnosti. V rámci projektu PIMS bola analyzovaná iná forma vyjadrenia rentability, ukazovateľ ROI (Return on Investment), ktorý je určený ako pomer čistého zisku a celkového investovaného kapitálu (analógia k celkovým aktívam, keď platí, že súčet ľavej a pravej strany súvahy sa rovnajú). Každý prosperujúci podnik sa snaží dosahovať čo najvyššiu hodnotu ROI. V rámci projektu PIMS [4] boli analyzované faktory, ktoré majú najväčší vplyv na ROI. Hlavné vplyvné faktory sú sumarizované v nasledovnej tabuľke.

Faktory s najväčším vplyvom na ROI (až 80% rozptylu ROI)	
1. Trhová atraktivita: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rast trhu (krátkodobý, dlhodobý),</li> <li>• podiel exportu,</li> <li>• stupeň koncentrácie (ponúkajúci – požadujúci).</li> </ul>	4. Nákladová atraktivita <ul style="list-style-type: none"> <li>• výdaje na marketing / obrat,</li> <li>• výdaje na výskum a vývoj / obrat,</li> <li>• pomer nových výrobkov.</li> </ul>
2. Relatívna konkurenčná pozícia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• absolútny podiel na trhu,</li> <li>• relatívny podiel na trhu (k trom najväčším konkurentom),</li> <li>• relatívna úroveň miezd,</li> <li>• relatívna kvalita výrobkov.</li> </ul>	5. Všeobecné charakteristiky <ul style="list-style-type: none"> <li>• veľkosť podniku,</li> <li>• stupeň diverzifikácie.</li> </ul>
3. Investičná atraktivita <ul style="list-style-type: none"> <li>• intenzita investícií,</li> <li>• tvorba hodnôt / obrat (vertikálna integrácia),</li> <li>• obrat/ počet zamestnancov (produktivita),</li> <li>• využitie kapacít.</li> </ul>	6. Zmeny veličín 1 až 5 <ul style="list-style-type: none"> <li>• zmena trhového miesta,</li> <li>• zmena vertikálnej integrácie,</li> <li>• relatívne zmeny cien,</li> <li>• zmena kvality výrobkov,</li> <li>• zmena kapacít.</li> </ul>

**VZŤAH RENTABILITY A TRHOVÉHO PODIELU**

Každá firma sa snaží vyberať trhy pre svoje výrobky tak, aby pri vstupe na trh získala potrebný trhový podiel a ochránila svoje trhové pozície. Základnú stratégiu možno formulovať nasledovne:

1. Výber trhu, kde zákazníci nenašli úplné uspokojenie svojich požiadaviek a kde vedúca firma na trhu podľahla uspokojeniu. Ide hlavne o trhy s vysokým stupňom technologického rozvoja, kde sa požaduje inteligencia a nie veľké materiálové zdroje.
2. Vstup na zahraničné trhy po dôkladnom prieskume situácie a vytýčení cieľov. Základom stratégie je nízka cena výrobkov, nadštandardná kvalita, dokonalý servis a pútavá reklama. Na nových trhoch sa začína vždy so stratégiou získania čo možno najvyššieho trhového podielu, pričom kritérium zisku by malo byť v tejto fáze až druhořadé. Uprednostňujú sa menšie, no dlhodobé zisky, pred vysokými, krátkodobými úspechmi. Prečo je získanie maximálneho trhového podielu výhodné, ukazujú nasledovný obrázok.



Obr. 5 Vzťah trhový podiel - návratnosťou vloženého kapitálu

3. Po vstupe na trh využiť všetky svoje výhody pre získanie maximálneho podielu na trhu. Využívajú sa pri tom dve základné stratégie :
  - Stratégia rozvoja výrobkov (zdokonaľovanie výrobkov, zabezpečenie vysokej úrovne kvality, zníženie nákladov, zvýšenie variantnosti výrobkov a pod.).
  - Stratégia rozvoja trhov (segmentácia, prenikanie do ďalších krajín a pod.).
4. Po dosiahnutí vysokého trhového podielu nasleduje prechod do obrannej fázy, teda ochrany získaných pozícií prostredníctvom:
  - neustáleho kontaktu so zákazníkom,
  - neustáleho zdokonaľovania výrobkov na základe požiadaviek zákazníkov,
  - zaistenia rýchlej odozvy (krátke priebežné doby výrobkov),
  - rastúceho počtu ponúkaných variantov výrobkov a pod.

**ZÁVER**

Podnikanie je neustálym procesom vývoja a realizácie inovácií. Tie sa týkajú produktov, procesov i systémov. Každé podnikanie musí byť ziskové. Všeobecnou mierou efektívnosti podnikania je rentabilita celkových aktív. Podniky sa preto musia snažiť o trvalé zvyšovanie hodnoty rentability celkových aktív. Predložený príspevok popisuje a dokumentuje vybrané formy zvyšovania rentability celkových aktív.

Výrobná prax oceňuje jednoduché a ľahko pochopiteľné a aplikovateľné riešenia. Aj preto je uvedený príspevok písaný jednoduchou formou. Hlbšie teoretické informácie môžu záujemcovia nájsť v citovanej literatúre.

**Spracovanie tohto príspevku bolo podporené Agentúrou pre vedu a výskum v rámci projektu APVV-0597-07.**

**LITERATÚRA**

[1] BLAŠKO, Š.: Návrh systému pre podporu rozhodovania manažéra v malosériovej výrobe. Dizertačná práca. Žilinská univerzita, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva, 2009, 135 s.  
 [2] GREGOROVÁ, S.-FERENCZ, V.: Analýza ziskovosti a jej vzťah k produktivite. In.: Invent 2008. Nové trendy v oblasti priemyselného inžinierstva, s. 92-97. Slovenské centrum produktivity, Žilina, 2008 (ISBN 978-80-89333-02-8)  
 [3] GREGOROVÁ, S.-GREGOR, M.: Analýza ziskovosti a produktivity. In.: Metody i techniky zarządzania w inżynierii produkcji. Bielsko Biala, január 2008, pp. 227-233 (ISBN 978-83-60714-32-4)

[4] GREGOROVÁ, S.-ŽIGA, P.: Identifikácia potenciálov rastu produktivity vo firme. In.: Invent 2008. Nové trendy v oblasti priemyselného inžinierstva, s. 98-103. Slovenské centrum produktivity, Žilina, 2008 (ISBN 978-80-89333-02-8)  
 [5] CHAJDIAK, J.: Analýza rentability, pyramidové modely. STATIS Bratislava, 1995  
 [6] KOVÁČ, I.: Reštrukturalizácia ako nástroj zvyšovania konkurencieschopnosti výrobnjej organizácie. Doktorská dizertačná práca. Žilinská univerzita, Katedra priemyselného inžinierstva, 2008, 138s.  
 [7] SYNEK, M. a kol.: Manažérska ekonomika. Druhé prepracované a rozšírené vydanie, Grada Publishing 2000  
 [8] ŠTEFÁNIK, J. a kol.: Podniková ekonomika, KPI VŠDS, Žilina, 1996  
 [9] ZALAI, K. a kol.: Finančno-ekonomická analýza podniku, 2. vydanie, SPRINT Bratislava, 1998

**Ing. Stela Gregorová  
Ing. Iveta Medvecká**

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva, Univerzitná 1, 010 26 Žilina  
 gregorovas@fstroj.uniza.sk; imedvecka@csobleasing.sk

**Ing. Vojtech Ferencz**

Ministerstvo hospodárstva SR, Mierova 19, Bratislava  
 ferencz@economy.gov.sk

**Ing. Andrej Štefánik, PhD.**



Pracuje ako výkonný riaditeľ Stredoeurópskeho technologického inštitútu – CEIT. Je expertom v oblasti počítačových simulácií výrobných a logistických systémov a v oblasti výskumu a implementácie konceptu Digitálneho podniku v podmienkach priemyselných podnikov na Slovensku. V roku 2004 stál pri zakladaní prvého pracoviska Digitálneho podniku na Slovensku, ktoré bolo zriadené na Žilinskej univerzite na Ústave konkurencieschopnosti a inovácií (UKaI). Význam a jedinečnosť tohto pracoviska, ako aj napojenie sa na ďalšie odborné pracoviská mu umožnili zapojiť sa do národných ako aj medzinárodných projektov. Napriek svojmu mladému veku bol a je zodpovedným riešiteľom viacerých úspešných výskumných projektov ako aj projektov pre priemyselnú prax. Výsledky výskumu publikuje v domácich a zahraničných periodikách a prezentuje na medzinárodných konferenciách a fórach.

**Ing. Michael Woide**



Je absolventom odboru Automatizované systémy riadenia so špecializáciou na automatizáciu inžinierskych prác na Technickej univerzite v Liberci.

Od roku 1998 pracoval na technických a vedúcich pozíciách v niekoľkých spoločnostiach automobilového priemyslu. Od roku 2005 pracuje ako špecialista PLM vo firme T-Systems Czech Republic a.s. (predtým gedas ČR s.r.o.) . Jeho hlavnou úlohou je vedenie tímu, ktorý zabezpečuje implementáciu a chod systému pre digitálnu továrňu DELMIA Process Engineer pre plánovanie montáže v Škoda Auto a.s.

**Dr. Marco Sacco**



Je vedúcim výskumu v ITIA- CNR (Institute of Industrial Technologies and Automation - National Research Council of Italy). Zodpovedá za oblasť VR/AR (Virtual reality/Augmented Reality), oblasť simulácie a IT (Network, Intranet, atď.). V priebehu 15 ročnej praxe v ITIA bol vedúcim 12-tich výskumných projektov, z toho 2 boli spoluprácou s čínskymi, 1 s kórejskymi a 1 s kanadskými partnermi. V súčasnosti je koordinátorom DiFac (Digital Factory for Human Oriented Production System).

Od roku 1996 je zapojený do národných projektov ako napr. národný projekt SPI6 a tiež Európskych projektov EUROShoes, Dorothy, Fit4U, ktoré súvisia s podnikmi na výrobu topánok. Výsledky svojich prác publikoval v domácich ako aj v zahraničných periodikách. Vydal viac ako 60 publikácií vrátane článkov pre akademické časopisy a zborníky.

PROFILY OSOBNOSTÍ



# NÁSTROJ RÝCHLEJ KOMERCIONALIZÁCIE INOVÁCIÍ

> Ing. Marián Majchrák

## Abstract

European Commission tries to stimulate activities in the area of innovative technologies, research and development. For the fulfilment of Lisbon strategy builds European Commission European technological platforms. One of these platforms is platform Manufuture, launched in December 2004 in Enschede (Netherlands), which is oriented for definition of research strategies within various production sectors in Europe.

### Zmeny vo financovaní vedy a výskumu

V súčasnosti Európska únia zaostáva v oblasti inovácií za USA a Japonskom a množstvo inovácií zostáva iba v rovine teoretickej. Jedným z dôvodov pretrvávania tohto stavu je nedostatok investícií do výskumu a ich zlé ciele.

Hlavným nástrojom financovania vedy a techniky EÚ sú Rámcové programy pre výskum, technický rozvoj a demonstračné aktivity, ktoré existujú od roku 1984. V súčasnosti je v platnosti v poradí už 7. Rámcový program, ktorý bol oficiálne spustený 1.1.2007. Predchádzajúce programy boli kritizované vedcami a zástupcami priemyslu z celej Európy. Vedcami za administratívnu byrokráciu pri podávaní žiadostí o prostriedky na financovanie výskumných projektov. Zástupcami priemyslu za nedostatočné zohľadnenie ich potrieb pri stanovovaní prioritných osí a rozdeľovaní finančných prostriedkov. Výsledkom série rokovaní medzi zástupcami najvýznamnejších priemyselných firiem z celej Európy, zástupcami vedeckej obce a Európskou komisiou bolo začatie procesu budovania technologických platforiem. Európske technologické platformy združujú predstaviteľov priemyslu, univerzít, vedeckých a výskumných centier, finančných inštitúcií a iných aktérov, ktorých cieľom je vytvoriť strategickú víziu technologického rozvoja v určitej oblasti.

Pridruženou úlohou je mobilizácia finančných zdrojov na dosiahnutie vytýčených cieľov. Dôvodom budovania týchto platforiem Európskou komisiou je zmeniť orientáciu činnosti výskumných inštitúcií a univerzít na potreby priemyslu. V praxi to znamená určenie výskumných a vývojových priorít pracoviskám výskumu a vývoja tak, aby išlo o výskum, o ktorého výsledky má záujem priemysel. Jednou z hlavných výhod vzniku a fungovania technologickej platformy je priama účasť priemyslu na tvorbe stratégií orientácie výskumno-vývojových pracovísk a univerzít. Jednou z takýchto platforiem je aj technologická platforma Future Manufacturing Technologies – Manufuture vytvorená v decembri 2004 v Enschede.

### Technologická platforma - Manufuture

Jedným z hlavných cieľov Manufuture je budovanie národných technologických platforiem, ktoré spoločne vytvoria Európsku technologickú platformu, jednotnú európsku sieť výskumných a priemyselných organizácií pre podporu programu Manufuture. Národné platformy lepšie odzrkadľujú štruktúru a potreby jednotlivých členských krajín, pričom krajiny môžu svoje potreby rýchlo a efektívne deklarovať v strategických zámeroch EÚ práve prostredníctvom európskych platforiem. Organizačne je teda technologická platforma EÚ podporovaná národnými technologickými platformami, ktoré si navyše obvyčajne vytvárajú regionálne technologické platformy.

Manufuture sa sústreďuje hlavne na transformáciu európskeho výrobného potenciálu z oblasti nízkych nákladov (low cost) do oblasti vysokej pridanej hodnoty (high value added) so zapojením vedecko-výskumného potenciálu všetkých krajín EÚ.

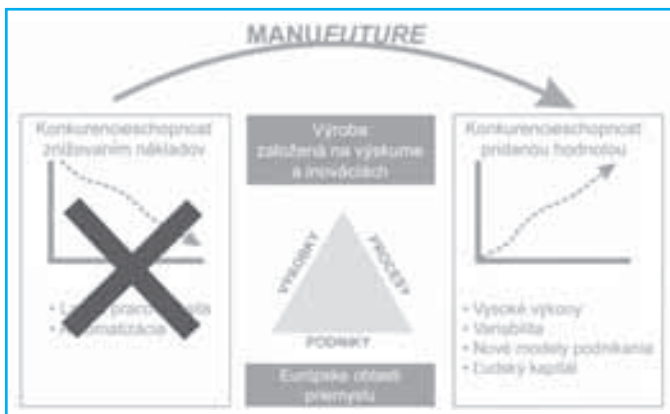
Manufuture sa snaží naplniť víziu budúceho vývoja výroby v Európe prostredníctvom podpory tzv. piatich pilierov, ku ktorým patria: nové výrobky a služby s vyššou pridanou hodnotou, nové modely podnikania, pokrokové priemyselné inžinierstvo, nové výrobné technológie, infraštruktúra, vzdelávanie a novovznikajúce výrobné vedy a technológie.

Praktické kroky platformy sú orientované na rýchle dobudovanie a využívanie najnovších pokrokových technológií akými sú: virtuálny vývoj, virtuálny podnik, adaptívny podnik, digitálny podnik, sieťová výroba, výroba založená na vedomostiach, rýchly vývoj a výroba prototypov, nové materiály, inteligentné systémy, bezpečnosť, spoľahlivosť, atď.

### Ako je to na Slovensku?

V roku 2007 bola vytvorená Národná technologická platforma Manufuture-SK. Jej vytvorenie inicioval Stredoeurópsky technologický inštitút v Žiline, Žilinská univerzita, Slovenská technická univerzita a Technická univerzita v Košiciach prostredníctvom Slovenskej asociácie automatizačnej techniky a robotiky a Slovenského centra produktivity spoločne s Ministerstvom hospodárstva SR. Európska technologická platforma má niekoľko riadiacich úrovní. Jej najvyšším orgánom je tzv. High Level Group (HLG), ktorý doposiaľ tvorili zástupcovia z priemyselne najsilnejších krajín únie. V tomto

roku sa podarilo do HLG presadiť aj zástupcu zo slovenskej priemyselnej sféry. HLG rozhoduje o prioritách výskumu, hlavných smeroch budúceho vývoja priemyselnej výroby v EÚ a tiež o tom, koľko finančných prostriedkov bude alokovaných na jednotlivé priority. V súčasnosti Európska komisia vyčlenila prostriedky z Európskeho fondu regionálneho rozvoja na podporu „Fabriky budúcnosti“, „Energeticky - efektívnych budov“ a „Zelených áut“. Celkovo je na tieto aktivity vyčlenených 7,2 miliardy eur. Európska komisia chce takto podporiť tri krízou najviac zasiahnuté odvetvia - automobilový priemysel,



stavebníctvo a strojárstvo. Jedným z cieľov Manufuture-SK je aktívna podpora rastu konkurencieschopnosti a udržateľnosti priemyslu prostredníctvom vytvárania výskumných sietí medzi priemyslom a výskumno-vývojovou sférou. Definovanie cieľov a priorít, ktoré prinesú reálne využiteľné riešenia, zároveň podporí lepšiu spoluprácu medzi akademickou sférou a priemyslom. V tomto prípade priemyselný partner bude priamym používateľom výsledkov vedy a výskumu.

Takáto spolupráca prinesie zvýšenie inovačnej schopnosti našich firiem vrátane sektora malých a stredných podnikov. Výsledkom spolupráce bude samozrejme i rozvoj výskumno-vývojových pracovísk a rýchla komercionalizácia inovácií. Podpora tejto rozvojovej aktivity reprezentuje jednu z rozhodujúcich národných strategických výziev.

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia úlohy KEGA číslo 3/6158/08.

### Použitá literatúra

- [1] Balog, M., Gregor, M.: Ako zvýšiť konkurencieschopnosť. In: Trend, 2008.
- [2] Hudec, M.: Výskum a vývoj je cesta z krízy. In: Revue priemyslu, 2009, č.3.

Ing. Marián Majchrák

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta,  
Katedra priemyselného inžinierstva, Univerzitná 1, 010 26 Žilina  
majchrakm@fstroj.uniza.sk



Ing. Michal Janovčík

# SLOVENSKÉ CENTRUM PRODUKTIVITY

## a jeho aktivity v oblasti transferu poznatkov a technológií

Slovenské centrum produktivity je spoluriešiteľom projektu **Návrh modelu technologického transferu na Žilinskej univerzite**. V časopise Produktivita a Inovácie vás budeme informovať o tomto projekte a jeho výsledkoch. V tomto čísle sa zameriame na teóriu v oblasti transferu technológií a pozadie vzniku tohto projektu, ktorý ako z jeho názvu vyplýva je zameraný na transfer technológií a poznatkov generovaných v prostredí Žilinskej univerzity do praxe a to predovšetkým študentmi, doktorandmi a mladými výskumníkmi do 35 rokov.



Zdroj: Eurostat

Jedným z najzávažnejších problémov v súčasnosti v SR je pomerne silná bariéra medzi vedou a podnikateľským sektorom. Tento problém sa prejavuje napr.:

- veľmi nízkymi investíciami podnikateľského sektora do výskumu a vývoja,
- slabým prepojením univerzít a podnikateľského sektora,
- slabým využitím výsledkov výskumu a vývoja v praxi,
- nízkym množstvom nových firiem vznikajúcich pri slovenských univerzitách,
- nízkym množstvom patentov,

t.j. celkovo slabým, resp. neexistujúcim transferom poznatkov a technológií do praxe a ich vhodnou komercionalizáciou.

V súčasnosti hlavná časť technologického transferu na slovenských univerzitách prebieha v rámci zmluvného výskumu a spolupráce s priemyselnými subjektmi. V zahraničí na mnohých univerzitách však prebieha systematický transfer technológií z univerzitného do podnikového prostredia, ktorý je inštitucionalizovaný formou centier pre transfer technológií. Vzhľadom k veľkosti SR a počtu vedeckých objavov na slovenských univerzitách by bolo optimálne zrealizovať

takýto systém na národnej úrovni, čím by sa zabezpečilo aj previazanie jednotlivých pracovísk výskumu a vývoja.

Toto však vyžaduje veľké požiadavky na organizačné, finančné a najmä ľudské zdroje, kde je nevyhnutné zaistiť profesionálne znalosti a pomerne širokú oblasť kompetencií. Kompletne vytvorenie nového systému od úplného začiatku bude taktiež veľmi náročné z časového hľadiska. Preto realizujeme tento projekt – t.j. hľadáme vhodný model technologického transferu na Žilinskej univerzite zameraného najmä na vytváranie start up firiem pochádzajúcich z univerzitného prostredia, čomu môže SLCP ako skúsený partner v oblasti prepájania akademického a priemyselného prostredia výrazne pomôcť.



Zdroj: Eurostat

EPO - European Patent Office (Európsky patentový úrad)  
 USPTO - United States Patent and Trademark Office  
 (Americký patentový úrad)

### Čo je transfer technológií?

Je to proces prenosu vedeckých objavov z jednej organizácie na druhú s cieľom ich ďalšieho rozvoja a využívania.

Komercionalizácia výsledkov výskumu a vývoja - výber vhodných ideí, výsledkov výskumu a vývoja a technológií, ich implementácia do praxe alebo jednoducho povedané prenos výsledkov výskumu a vývoja do podnikateľskej praxe a to formou:

- zakladaním vlastných firiem, t.j. vytváraním tzv. start up firiem („start-up“ sa označujú organizácie, ktoré sú práve v štádiu založenia za účelom zavedenia nového výrobku (služby). Typickým príkladom start-up sú tzv. nové technologicky založené firmy, v ktorých jadrom činnosti je vývoj a aktívne využívanie danej technológie ...) s možnou / žiaducou účasťou univerzít / organizácií výskumu a vývoja,
- ďalšími spôsobmi komercionalizácie, t.j. patentovaním alebo licencovaním.

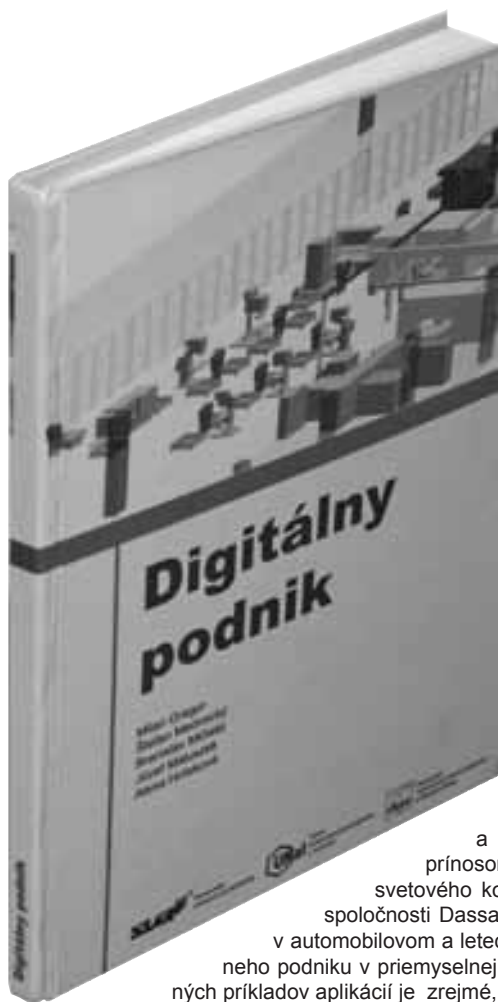
Ing. Michal Janovčík

riaditeľ sekcie  
 Regionálneho rozvoja a medzinárodnej spolupráce SLCP  
 janovcik@slcp.sk

Samotný projekt, jeho ciele a aktivity predstavíme v nasledujúcom čísle.

recenzia: Ing. Martina Klacková

# Digitálny podnik



Publikácia Digitálny podnik vznikla ako výsledok výskumu podporovaného MŠ SR, MH SR. Ako uvádzajú autori, mnohé prístupy uvedené v tejto publikácii boli overované v rámci projektu medzinárodnej slovensko-poľskej spolupráce.

Aktuálnosť publikácie zdôrazňuje fakt, že v súčasnosti reprezentuje digitálny podnik najprogressívnejší prístup ku komplexnému integrovanému navrhovaniu výrobkov, výrobných procesov i výrobných systémov. Význam tejto publikácie podčiarkla aktuálna svetová hospodárska kríza. Pochopenie konceptu digitálneho podniku, osvojenie si, zvládnutie jeho nástrojov a jeho implementácia sú chápané ako jeden z rozhodujúcich faktorov pre zaistenie budúcej konkurencieschopnosti podnikov. V knihe je prezentovaný jedinečný prístup pre budovanie konceptu digitálneho podniku v našich podmienkach, ktorý navrhla Žilinská univerzita v Žiline v spolupráci so Slovenským centrom produktivity.

Prvá tretina knihy je venovaná vývoju podnikových konceptov, virtuálnej realite, výrobnému procesu a jeho integrácií s technickou prípravou výroby. Základné teoretické východiská sú dokladované príkladmi praktických riešení z vybraných priemyselných podnikov.

Najrozsiahlejšími kapitolami knihy sú Koncept digitálneho podniku a Digitálny podnik Žilinskej univerzity. V prvej z nich sa autori venujú prínosom digitálneho podniku pre prax a uvádzajú popis najprogressívnejšieho svetového komerčného riešenia pre digitálny podnik. Jedná sa o systém DELMIA spoločnosti Dassault Systemes Group, ktorý sa významným spôsobom presadil hlavne v automobilovom a leteckom priemysle. V tejto kapitole sú uvedené príklady aplikácie digitálneho podniku v priemyselnej praxi, ktoré podrobnejšie rozoberajú niektoré vybrané témy. Z uvedených príkladov aplikácií je zrejmé, že koncepcia digitálneho podniku je v praxi využívaná a dostáva sa do popredia.

V publikácii je jedna kapitola venovaná konceptu digitálneho podniku, ktorý je rozvíjaný na Žilinskej univerzite. V kapitole je predstavený jedinečný inovačný koncept, ktorý rozširuje hranice existujúcich systémov, pričom sa snaží o rozšírenie ponuky modulov u existujúcich riešení.

Kniha osloví každého, kto chce získať dobrý prehľad o progresívnych, inovatívnych prístupoch a technológiách využívaných pre zásadné zvyšovanie produktivity a konkurencieschopnosti podnikov. Je určená zvlášť pre vedúcich pracovníkov, top manažérov, technických a výrobných riaditeľov, priemyselných inžinierov a ďalších prevádzkových pracovníkov. Zároveň je kniha výbornou študijnou literatúrou pre študentov a pracovníkov univerzít.

Kniha: [Digitálny podnik](#), 148 strán, plnofarebné prevedenie  
 Autori: [Milan Gregor](#), [Štefan Medvecký](#), [Branislav Mičieta](#), [Józef Matuszek](#), [Alena Hrčková](#)  
 Vydavateľ: Slovenské centrum produktivity v roku 2006.

## Ahold zatvorí 21 obchodov v Česku

Spoločnosť Ahold zavrie v tomto roku v Českej republike 21 obchodov. Dôvodom je ich neefektívnosť. Toto rozhodnutie by sa však nemalo dotknúť pôsobnosti skupiny na Slovensku. „Nie, na Slovensku sa nič podobné nechystá. Iba v Českej republike zatvárame 21 prevádzok, ktoré negatívne prispievajú k hospodárskemu výsledku,“ uviedol hovorca Ahold Czech Republic Libor Kytýr. Podľa agentúry ČIA by sa pritom uvedené obchody v Českej republike mali zatvárať v dvoch fázach, a to k 1. júnu a k 1. júlu. Konkrétne by malo pritom ísť o 20 supermarketov Albert a jeden hypermarket Hypernova. Holandská sieť obchodných reťazcov Ahold je podľa výšky tržieb siedmou najväčšou maloobchodnou spoločnosťou na svete. Na Slovensku pôsobí jej dcérska spoločnosť Ahold Retail Slovakia. V súčasnosti prevádzkuje 25 predajní pod názvami Hypernova a Albert a taktiež 7 čerpacích staníc. V minulom roku obslúžila vyše 23 mil. zákazníkov a zamestnávala takmer 2 000 ľudí.



## Volkswagen potvrdil miliónovú investíciu

V nemeckom Wolfsburgu padlo definitívne rozhodnutie. Malé rodinné autá Volkswagen Up! a Space Up! sa budú vyrábať v bratislavskom závode Volkswagen Slovakia. Zamestnanie si tak nájde ďalších 1 500 ľudí a na cesty od roku 2011 bude z fabriky v Devínskej Novej Vsi štartovať celkovo asi 400-tisíc áut ročne. Slovenská automobilová výroba tak na tržbách získa takmer dve miliardy eur, zo zlej situácie sa dostanú aj subdodávatelia. Volkswagen Slovakia sa doteraz venoval skôr výrobe drahších a väčších áut. Aj preto spomedzi našich automobiliek najviac pocítil pokles globálneho dopytu. No takmer polmiliónový produkčný plán bratislavskej fabriky znamená neprehliadnuteľný nárast napríklad oproti minuloročnej výrobe 188-tisíc vozidiel. Podľa analytikov by sa mal pozitívne odraziť na číslach priemyselnej produkcie, exporte, zamestnanosti, a teda na celkovom raste našej ekonomiky, no, samozrejme, až po spustení výroby. „Rozšírenie výroby Volkswagenu u nás je veľmi dobrá správa pre slovenskú ekonomiku. Tento rok bude recesia na Slovensku na úrovni -2,7 percenta, kladný rast ekonomiky očakávame až v roku 2010, a to na úrovni 1,4 percenta,“ tvrdí analytička Poštovej banky Eva Sárázová.



## Kia na Slovensku vlani zarobila, chystá tretí model

Výrobca automobilov KIA Motors Slovakia zvýšil vlani medziročne tržby o 24% na asi 2,23 miliardy eur (viac než 67 miliárd korún). Automobilka vo fabrike pri Žiline vyrobila v minulom roku 201 000 vozidiel, Objem výroby tak medziročne vzrástol o 38%, uviedol hovorca spoločnosti Dušan Dvořák. Zároveň však pripustil, že dôsledky svetovej hospodárskej krízy na prelome rokov pocítila i slovenská fabrika a produkciu musela pribrzdiť. Dvořák naznačil, že pre krízu žilinský závod tento rok zrejme nevyrobí toľko áut ako v uplynulom roku. Predbežne by výrobné linky v tomto roku malo opustiť približne 170.000 vozidiel. Najviac áut zo závodu pri Žiline v roku 2008 vyviezli do Ruska, dôležitými trhmi bolo tiež Nemecko, Británia, Poľsko a Ukrajina. Spoločnosť zároveň potvrdila, že napriek kríze plánuje v tomto roku na Slovensku spustiť skúšobnú výrobu tretieho modelu. Sériová produkcia SUV spriaznenej značky Hyundai by sa potom mala rozbehnúť na budúci rok. Pri Žiline sa zatiaľ vyrába model KIA cee'd a KIA Sportage. Podľa Dvořáka naopak ešte nepadlo rozhodnutie, či KIA postaví na Slovensku novú motoráreň. Tá by podľa skorších plánov mala vyrábať motory aj pre český závod firmy Hyundai v Nošovicích. Dvořák naznačil, že spoločnosť so slovenskou vládou rokuje o prípadných investičných stimuloch na tento projekt.



## Zákazky za milióny eur získali SES Tlmače na Kube

Spoločnosť Slovenské energetické strojárne Tlmače (SES Tlmače) podpísala na Kube kontrakty už za 100 miliónov eur. „Aktuálne sme pred uzavretím nového kontraktu so spoločnosťou Moa, ktorá ťaží nikel. Ide o desať miliónov eur a potom ďalších 15 miliónov eur,“ povedal generálny riaditeľ SES Tlmače Martin Paštika. Podľa neho sa firma realizuje aj v projekte elektrárne Santa Cruz, ktorú nedávno modernizovala. „Teraz rokuje o niekoľkých variantoch. Ten najmenší je na úrovni 28 miliónov eur a väčší, ak sa kubánska strana rozhodne, je 150 až 200 miliónov eur, čo by predstavovalo výstavbu 250-megawattového bloku alebo dvakrát 125 megawattového. To by bola príležitosť aj pre ďalšie slovenské firmy, ktoré aj v minulosti boli subdodávateľmi SES Tlmače na slovenskom trhu,“ dodal Paštika.



## Rusi sa nevzdali úmyslu vyrábať kremík



Viac než tri roky pripravovaná investícia do spracovania kremíka v Jelšave sa blíži do finále. Potvrdil to František Pumpura, konateľ spoločnosti Euroenergy.

Slovenská dcéra ruskej spoločnosti MPG Holding plánovala pôvodne preinvestovať do závodu na výrobu karbidu kremíka a superčistého kremíka vyše 30 miliónov eur, čo je viac než deväť miliárd korún a zamestnať postupne vo viacerých etapách asi šesťsto ľudí. Projekt sa prepočítava a zrealizuje, no do konca tohto roka by mala byť v Jelšave už namontovaná pilotná linka. V súčasnosti sa linka skúša v Rusku a produkcia sa certifikuje pre jedného z kľúčových odberateľov, japonskú spoločnosť Toshiba Ceramics. Investor dosiaľ minul v Jelšave vyše pol druhu milióna eur, z toho asi 330-tisíc eur na kúpu kasárenského pozemku a budov od mesta. Na prvú etapu výstavby má podľa Pumpuru pripravených z vlastných zdrojov ďalších desať miliónov. V prvej fáze by mal vyrábať asi tisíc ton karbidu kremíka v podobe polotovaru určeného na finálne spracovanie v zahraničí. Neskôr sa ráta s kapacitou tridsaťtisíc ton ročne. Pracovať má s originálnou technológiou, aká sa dosiaľ nikde vo svete nepoužíva. O kremík je podľa investora na trhu napriek kríze záujem. Dopyt akceleruje najmä dôraz na environmentálne priaznivejšie technológie v elektrotechnickom a automobilovom priemysle. Výrobu kremíka má zvládnutú okrem Ruska a USA iba zopár najvyspelejších štátov. Najbližší a jediný európsky závod je vo Francúzsku.

Zdroj: [www.euractive.sk](http://www.euractive.sk), [www.sario.sk](http://www.sario.sk)

### Produktivita a Inovácie

Dvojmesačník  
Slovenského centra produktivity



v spolupráci

s Ústavom konkurencieschopnosti a inovácií ŽU  
a so Strojníckou fakultou Žilinskej univerzity

ISSN 1335-5961

Reg. číslo MK SR: EV 3524/09

Náklad: 1000ks

#### Adresa redakcie:

SLCP

Univerzitná 1, 010 08 Žilina

tel.: 041 - 513 2749

fax: 041 - 513 1502

e-mail: [casopis@slcp.sk](mailto:casopis@slcp.sk)

internet: [www.slcp.sk](http://www.slcp.sk)

#### Vydavateľ:

Slovenské centrum produktivity  
Univerzitná 6, 010 08 Žilina

#### Redakčná rada:

prof. Ing. M. Gregor, PhD.  
prof. Ing. Š. Medvecký, PhD.  
prof. Ing. B. Mičieta, PhD.  
prof. Ing. J. Živčák, PhD.  
doc. Ing. P. Magvaši, CSc.  
doc. Ing. Š. Lednár, CSc.  
doc. Ing. J. Buday, CSc.  
Ing. J. Strelecký, CSc.  
Ing. K. Kmeť, CSc.  
Ing. P. Ondrejka  
Ing. M. Klacková

#### Grafická úprava:

Ing. Ľuboslav Dulina, PhD.

#### Tlač:

GEORG  
Bajzova 11, 010 01 Žilina  
[www.kniharstvogeorg.sk](http://www.kniharstvogeorg.sk)

#### Zadané do tlače:

14. 5. 2009

#### Cena:

1,83 € (55 Sk)

#### Objednávka predplatného:

SLCP

Univerzitná 6, 010 08 Žilina

e-mail: [casopis@slcp.sk](mailto:casopis@slcp.sk)

- Jednotlivé články vyjadrujú názory autorov a nemusia byť vždy totožné so stanoviskami vydavateľstva a redakcie. Nevyžiadané rukopisy a fotografie sa nevracajú.
- Kopírovanie, znovu publikovanie alebo rozširovanie ktorejkoľvek časti časopisu sa povoľuje iba so súhlasom vydavateľa.
- Redakcia si vyhradzuje právo krátenia a upravovania jednotlivých príspevkov zaslaných autormi na publikovanie.

#### Fotografia na obálke:

1. strana zdroj: SLCP

V ďalšom čísle uvidíme:

Prvý časopis o priemyselnom inžinierstve na Slovensku

DVOJMESAČNÍK

SLOVENSKEHO CENTRA PRODUKTIVITY  
ÚSTAVU KONKURENCIESCHOPNOSTI A INOVÁCIÍ ŽU  
STROJNICKEJ FAKULTY ŽILINSKEJ UNIVERZITY

# Produktivita a Inovácie

## ROBOTIKA

- Robotizované výrobné pracoviská
- Montážne roboty
- Best practices v automatizácii
- Konceptia továrni budúcnosti

### Objednávka časopisu Produktivita a Inovácie

Cena jedného výtlačku aktuálneho ročníka je 1,83 € (55 Sk). Pre členov SLCP je časopis zdarma.

Meno a priezvisko	
Ulica, číslo	
Spoločnosť	
PSČ a mesto	
IČO / DIČ	
Tel. / Fax	
E-mail	
Dátum	
Podpis, pečiatka	

Nie sme členom SLCP a objednávame si predplatné časopisu Produktivita a Inovácie v cene 15 € (451,89 Sk) / rok vrátane poštovného a balného.

Číslo	1/2009	2/2009	3/2009	4/2009	5/2009	6/2009
Počet kusov						

Objednávku nám môžete zaslať na adresu: **SLCP – Produktivita a Inovácie, Univerzitná 6, 010 08 Žilina**  
alebo e-mailom na adresu: **casopis@slcp.sk**,  
viac informácií získate na telefónnom čísle: **041-513 5072**

## DIGITÁLNY PODNIK

ako nástroj pre udržateľný rast a napredovanie.

- Máte možnosť stretnúť sa a otvorene porozprávať s mnohými profesionálmi v oblasti digitálneho podniku.
- Zistíte, akým spôsobom sa dajú využiť potenciály vo vašom podniku, znižovať náklady a zvýšiť efektívnosť v podniku.
- Dozviete sa, aké riešenia a opatrenia sa robia v ostatných výrobných spoločnostiach.
- Vypočujete si názory nielen poskytovateľov riešení, ale aj tých, ktorí budú prezentovať svoje praktické skúsenosti z jednotlivých projektov.
- Máte možnosť zúčastniť sa na prakticky orientovaných workshopoch.

**dp** 2009  
digitálny podnik



**Žilina, 3. - 4. jún 2009**

**Digitálny svet  
v podniku**

[www.slcp.sk/dp](http://www.slcp.sk/dp)

Podujatie podporili:

