



TECHNICAL UNIVERSITY OF KOŠICE
Faculty of Mechanical Engineering

Trends and Innovative Approaches in Business Processes 2019

**Trendy a inovatívne prístupy
v podnikových procesoch 2019**



Proceedings of the XXII. International Scientific Conference

**The area of the Herlany historical spa
November 19th - 20th, 2019**



Conference program committee

Chairman

Dr.h.c. prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH

Members

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.
prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.
Dr.h.c. mult. prof. Ing. Jozef Mihok, PhD.
doc. Ing. Jaroslava Kádárová, PhD.
doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.
doc. Ing. Michal Puškár, PhD.
doc. Ing. Martin Straka, PhD.
doc. Ing. Daniel Kottfer, PhD.
doc. Ing. Peter Frankovský, PhD.
Ing. Michaela Kočíšová, PhD., MBA
Ing. Marcel Behún, PhD.
Ing. Marek Schnitzer, PhD.
Dr.h.c. prof. Ing. Michal Cehlár, PhD.
doc. Ing. Andrea Rosová, PhD.
prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD
doc. Ing. Peter Blišťan, PhD.
doc. Ing. Jozef Glova, PhD.
doc. Ing. Marek Laciak, PhD.
doc. Ing. Patrik Flegner, PhD.
doc. RNDr. Jana Pócsová, PhD.

doc. Ing. Michal Šoltés, PhD.
prof. Ing. Vladimír Modrák CSc.
doc. Ing. Michal Balog, CSc.
doc. RNDr. Marianna Trebuňová, PhD.
doc. Ing. Michal Hatala, PhD.
prof. Ing. Milan Gregor, PhD.
prof. Ing. Branislav Mičieta, PhD.
doc. Ing. Martin Krajčovič, PhD.
doc. Ing. Ľuboslav Dulina, PhD.
Ing. Martin Gašo, PhD.
Ing. Radovan Furmann, PhD.

prof. Ing. Miloš Čambál, CSc.
doc. Ing. Andrea Chlpeková, PhD.
doc. Ing. Helena Makyšová, PhD.
doc. Ing. Dagmar Babčanová, PhD.
doc. Ing. Henrieta Hrablík Chovanová, PhD.
doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
Ing. Peter Poór, Ph.D.
Ing. Marek Bureš, Ph.D.
Ing. František Koblasa, Ph.D.
doc. Ing. Petr Besta, Ph.D.
prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.
prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
doc. Ing. Rastislav Rajnoha, Ph.D.
doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
doc. Ing. Roman Zámečník, Ph.D.
Ing. Monika Karková, PhD.
Dr hab. inż. Sławomir Kłos, prof. UZ
dr hab. inż. Michał Sasiadek
dr hab. inż. Piotr Kuryło, prof. UZ

prof. dr hab. inż. Józef Matuszek, hr h.c.
dr hab. inż. Dariusz Plinta, prof. ATH
doc. Ing. Silvia Ručinská PhD.
Dr.h.c. doc. Ing Milan Fiľo, PhD.
doc. Ing. Jaromír Markovič, PhD.
prof. Dr. Martin Užik
Ing. Martin Morháč
prof. Ing Ján Závadský, PhD.
doc. Ing. Ján Vavro, PhD.

NÁZOV:	Trends and Innovative Approaches in Business Processes 2019
EDITORI:	prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.ň Ing. Marek Kliment, PhD. Ing. Peter Malega, PhD.
VYDAVATEĽ:	Technická univerzita v Košiciach
ROK:	2019
VYDANIE:	XXII
NÁKLAD:	50 ks
ROZSAH:	189 strán
ISBN:	978-80-553-3422-6



Obsah

Vizualizácia priemyselnej výroby za pomoci konceptu digitálne dvojčaťa Peter Trebuňa – Marek Kliment - Štefan Kral - Ladislav Rosocha - Richard Duda	5
Key competences of lifelong learning in selected organization Vladimíra Biňasová – Marta Kasajová – Branislav Mičieta	12
Use of computer simulation for optimization of energy consumption in manufacturing Monika Bučková – Martin Gašo – Blanka Horváthová	20
Digitisation and disruption in the industry Miroslav Fusko – Miroslav Rakýta – Radovan Skokan	28
Use of augmented and virtual reality in industrial engineering Gabriela Gabajová – Beáta Furmannová– Iveta Medvecká	36
Design of system for faster data actualization in simulation Štefan Mozol – Patrik Grznár– Martin Krajčovič	43
Reporting podniku a jeho vizualizácia Jaroslava Kádárová – Michaela Kočišová – Gabriel Kádár	49
Business process reengineering – effective way to change Peter Malega	58
Vývoj a porovnanie produktivity na Slovensku a v krajinách Európskej únie Jaroslava Janeková – Daniela Onofrejová	65
Prediktívne riadenie kvality procesov hutnickej druhovýroby Ján Rusnák – Vladimír Rudy	71
Production system vs. production process and the way of their optimization Peter Malega – Jozef Kováč	79
Proaktívny manažment priemyselných podnikov Jaroslava Kádárová – Michaela Kočišová – Jozef Mihok	86
Environmentálno-ekonomická efektívnosť implementácie environmentálneho manažérstva podľa EMAS III Milan Majerník – Jana Naščáková – Naqibullah Daneshjo – Jaroslav Dugas	96
Virtuálna a digitálna transformácia a generovanie štruktúr výrobného prostredia Vladimír Rudy – Juraj Kováč	113
Comparison of two ways of warehouse picking optimization in a wholesale warehouse Juraj Šebo – Marek Vološinyi	121



E-learning as an innovative method of education Martina Kuperová – Monika Zatrochová	126
Návrh zjednotenia výrobného procesu na linke povrchových úprav a hodnotenie jej vlastností pomocou simulácie Marek Kliment – Peter Trebuňa – Ladislav Rosocha – Štefan Kral’ – Richard Duda	133
Vplyv Industry 4.0 na transformáciu logistiky na logistiku digitálnu Miriam Pekarčíková – Peter Trebuňa – Milan Edl - Ladislav Rosocha	140
Workplace design based on analysis of material flow Daniela Onofrejová – Jaroslava Janeková	146
Start-up ako moderná forma začatia podnikania vs. chyby pri ich zakladaní Peter Malega	152
Využitie simulácie a manažérskych metód pri zefektívňovaní procesu montáže komponentov pre automotive Marek Kliment – Peter Trebuňa – Ladislav Rosocha – Štefan Kral – Richard Duda	159
TX Process Simulate ako prostriedok na zvýšenie výroby U-profilov v podniku Jozef Trojan – Peter Trebuňa – Marek Mizerák – Richard Duda	170
3D skenovanie veľkých výrobných hál Peter Trebuňa – Marek Mizerák – Štefan Kral – Jozef Trojan	178
Priemyselné inovácie v koncepte industry 4.0 Peter Trebuňa, Marek Kliment, Ján Kopec	185



VIZUALIZÁCIA PRIEMYSELNEJ VÝROBY ZA POMOCI KONCEPTU DIGITÁLNE DVOJČAŤA

Peter TREBUŇA – Marek KLIMENT - Štefan KRÁL - Ladislav ROSOCHA - Richard DUDA

Abstract: The paper deals with the implementation of the concept of digital twin in industrial practice. The goal of the digital twin is to investigate the interaction of real production processes with digital simulation models, which are a detailed virtual copy of all processes, material flows, and possible states in a real production system. The interaction of production equipment and equipment simulation models will bring new insights into the dynamics of production and logistics processes that are currently accelerating.

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá nasadením konceptu digitálneho dvojčat'a do priemyselnej praxe. Cieľom digitálneho dvojčat'a je výskum interakcie reálnych procesov vo výrobe s digitálnymi simulačnými modelmi, ktoré sú detailnou virtuálnou kópiou všetkých procesov, materiálových tokov a možných stavov v reálnom výrobnom systéme. Interakcia výrobných zariadení a simulačných modelov zariadení prinesie nové pohľady na dynamiku výrobných a logistických procesov, ktorá v súčasnosti akceleruje.

Keywords: digital manufacturing, visualization, digital twin, layout, smart industry

Kľúčové slová: digitálna výroba, vizualizácia, digitálne dvojča, pôdorys, inteligentný priemysel

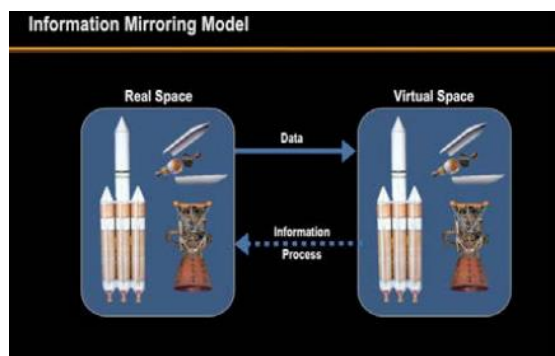
Úvod

Na začiatku výskumu boli informácie o fyzickom produkte limitované a väčšinou zaznamenávané len na papier. V súčasnosti, prudký rozvoj informačných technológií podporuje nielen vývoj a údržbu virtuálneho produktu ale zapríčinil aj prudký vývoj v oblasti návrhu produktov.

Virtuálne produkty (obr. 1) sú v podstate na nerozoznanie od ich fyzických náprotivkov. Vzostup „Digital manufacturing“ viedol k obohateniu údajov zhromažďovaných pre produkt. Prechod od ručného zberu údajov do zberu v digitálnej podobe bol zapríčinený rôznymi metódami nedeštruktívneho fyzického prieskumu založeného na 3D skenovaní, senzorickom snímaní, používaní meradiel a súradnicových meracích strojov, lasera a kamier.

Na základe tohto faktu, preto nastal čas preveriť možnosť, ako digitálny a potenciálne užitočný koncept pomáha pri pochopení fyzického produktu. Koncept by si mal v prvom rade za úlohu klásť úlohy ako znížiť náklady a podporovať inovácie pri produkcii kvalitných produktov.

Desaťročiami vývoja sa enormne zväčšil objem a bohatosť údajov, ktoré je možné získať z virtuálnej a fyzickej podoby produktu. Na virtuálnej strane sa radikálne zvýšil objem informácií, pridali sa behaviorálne charakteristiky, takže je možné produkt nielen vizualizovať, ale je možné testovať aj jeho schopnosti a výkon.



Obr. 1 Model konceptu Digital Twin

V súčasnosti máme možnosť vytvárať odľahčené verzie virtuálneho modelu. Môžeme meniť geometriu, charakteristiky a atribúty, ktoré požadujeme bez zbytočných detailov. Toto dramaticky znižuje veľkosť modelov a umožňuje preto rýchlejšie spracovanie údajov.

Tieto odľahčené modely umožňujú pomocou simulačných softvérov simulovať komplexné systémy, vrátane ich fyzikálneho správania v reálnom čase a s prijateľnými výpočtovými nákladmi. Používanie odľahčených modelov umožňuje ich rýchlejšiu výmenu, skracovanie časov a samozrejme zvyšovanie kvality produktu na základe hlbšieho pochopenia informácií o produkte všetkými zúčastnenými stranami.

Ak je to potrebné môžeme simulovať produkčné prostredie, ktoré vytvára produkt, vrátane väčšiny operácií, ako automatizované a manuálne, ktoré predstavujú produkčný proces. Tieto operácie zahŕňajú montáž, robotické zvarovanie, tvárnenie, frézovanie a iné.

Na fyzickej strane konceptu sa zhromažďujú ďalšie informácie o vlastnostiach fyzického produktu. Môžeme zbierať dáta z počítačov, ktoré vykonávajú operácie na fyzickej časti a pochopiť aké operácie, pri akej rýchlosti a sile boli použité. Napríklad môžeme zbierať údaje o momente ťahovania každej skrutky, ktorou sa upevňuje palivové čerpadlo k motoru, aby sa zabezpečilo, že každé naskrutkovanie čerpadla bude úspešne vykonané a v budúcnosti bezporuchové.

Množstvo a kvalita informácií o virtuálnom a fyzickom produkte v poslednom desaťročí narastajú. Problém nastal pri obojsmernom prepojení medzi skutočným a virtuálnym svetom. Globálni producenti dnes môžu pracovať buď s fyzickým alebo virtuálnym produktom. Zatiaľ nebolo vyvinuté spojenie medzi týmito dvoma produktmi, takže môžeme pracovať s oboma súčasne.

Typický spôsob, ako to urobiť, je vyvinúť plne anotovaný 3D model, následne vyvinúť produkčný proces, ktorý bude realizovať tento model s popisom procesu a popisom produkčných materiálov. Pokročilí producenti potom môžu simulovať produkčný proces digitálne.

V mnohých prípadoch však klesá užitočnosť virtuálneho modelu z dôvodu nevyužívania 3D modelov a nasadzovania „len“ 2D modelov.

Existujú producenti, ktorí prenášajú 3D modely na layout výrobných hál formou umiestnenia v pracovných bunkách. Ani tu však nie je reálna integrácia a prepojenie medzi

virtuálnym modelom a fyzickým produktom v továrni. Tu model slúži iba ako referencia, a človek má čo do činenia vykonávať spojenie medzi virtuálnym a fyzickým produktom na báze ad hoc.



Obr. 2 Vkladanie reálnych objektov do virtuálneho priestoru

Informácie z fyzického produktu by mali prekryť virtuálny produkt a zdôrazniť odlišnosti, na ktoré je potrebné zamerať sa. Simultánny pohľad a porovnanie fyzického a virtuálneho produktu bude mať úspech hlavne vo výrobnéj fáze produktu.

Podstatou a účelom digitálneho dvojčata je vytvoriť výskumný systém, z ktorého bude možné získavať všetky dôležité dáta, ktoré vznikajú v reálnych výrobných a logistických systémoch. Vytvorenie digitálneho dvojčata, umožní vytvoriť plynulý tok všetkých procesov na základe rýchleho spracovania sledovaných dát. Aby bolo možné dosiahnutie tohto cieľa je potrebné zamerať sa na otázky akým spôsobom odbúrať prekážky oddelujúce digitálny a reálny svet a akým spôsobom je možné vyhodnocovať získané údaje.

Cieľ digitálneho dvojčata

Cieľom digitálneho dvojčata je výskum interakcie reálnych procesov vo výrobe s digitálnymi simulačnými modelmi, ktoré sú detailnou virtuálnou kópiou všetkých procesov, materiálových tokov a možných stavov v reálnom výrobnom systéme. Interakcia výrobných zariadení (pracovných staníc, liniek a podnikov) a simulačných modelov zariadení prinesie nové pohľady na dynamiku výrobných a logistických procesov. Analýzy by mali byť vykonávané na kyberneticko-fyzickom produkčnom systéme (fyzické zariadenia prepojené s digitálnym dvojčatom) a mali by prispieť k vzniku nových stratégií riadenia výroby a logistiky v priemysle. Naplnenie hlavného cieľa bude možné len so synergiou výskumu v oblasti simulačných technológií a priemyselnej praxe.

Pomocou digitálneho dvojčata (simulačného modelu) budú realizované rôzne analýzy a vyhodnocovania stavov výroby, ktoré budú môcť ovplyvňovať prebiehajúcu výrobu na viacerých úrovniach. Od návrhov možných riešení vzniknutej situácie (operátor, plánovač, manažér, alebo majiteľ sa rozhodne o aplikovaní návrhu) až po možnosť samostatnej spätnej aplikovateľnosti návrhu na reálny výrobný proces.

Práve vývoj algoritmov, ktoré umožnia digitálnemu dvojčatu navrhovať sofistikované riešenia pre aktuálne situácie vo výrobe, možno nazvať sekundárnym smerom výskumu v budúcnosti. Oba smery sú rovnako dôležité, ale ich smerovania sú odlišné. Primárny cieľ rieši interakciu systémov a sekundárnym cieľom bude vyhodnocovanie analýz a výskum

kauzalít medzi navrhovanými riešeniami, ktoré budú vznikať na základe rôznych stavov vo výrobe.

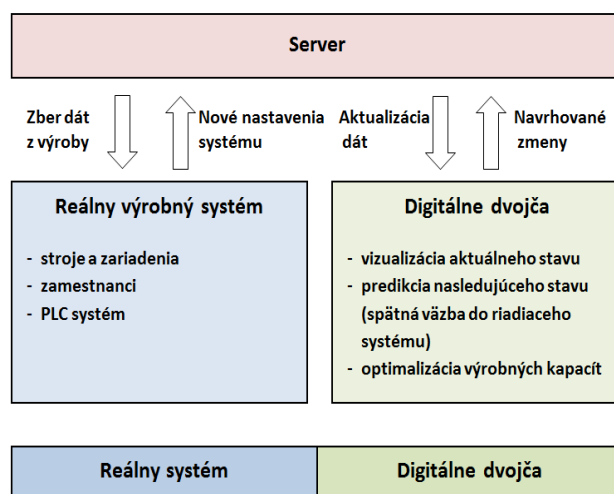
Súčasťou konceptu by mal byť aj vplyv Industy 4.0 na výrobné a logistické systémy v súčasnosti, ako aj výskum optimalizácie materiálového toku v rámci realizácie výrobných operácií v budúcnosti. Cieľom bude výskum postupov pre zavádzanie elektronického kanbanu do materiálového toku v rámci vytvoreného pracoviska. Pre potreby elektronického kanban systému je potrebné identifikovať všetky možné prekážky a obmedzenia, ktoré uvedený systém môže so sebou prinášať. Rovnako je potrebné zamerať výskum na dostupnosť technológií, ktoré budú umožňovať využívanie elektronického kanbanu.

Digitálne dvojča by malo byť schopné poskytovať informácie o:

- vyťažnosti pracovných buniek,
- vyťažnosti zamestnancov,
- vyťažnosti v oblasti medzioperačných zásob,
- pohybe materiálu,
- časových prestojoch,
- energetickej bilancii procesov,
- časoch ukončenia výroby jednotlivých zákaziek, ale aj jednotlivých kusov v zákazke,
- predbežnej cenovej kalkulácii nákladov pre jednotlivé varianty výroby,
- hodnote, ktorá je tvorená výrobou pre zákazníka, ale aj o hodnote, ktorá neprináša zákazníkovi hodnotu na výrobku (napr. státie materiálu v sklade).

Digitálne dvojča je detailnou virtuálnou kópiou všetkých procesov, materiálových tokov a možných stavov v reálnom výrobnom systéme.

Vizualizuje celý proces výroby, čím poskytuje jedinečný pohľad na dynamiku celého výrobného systému. Na základe informácií snímaných na reálnych pracoviskách sa v presných časových intervaloch digitálne dvojča aktualizuje a poskytuje informácie o aktuálnom stave výroby a o plánovanom stave výroby. Digitálne dvojča umožní zladit' výrobné kapacity s návrhovým výrobným plánom a bude schopné operatívne reagovať na vzniknuté situácie vo výrobe prostredníctvom návrhov na zmenu výrobného plánu (operatívne plánovanie).



Obr. 3 Schéma prepojenia reálnej výroby a digitálneho dvojčata



Prepojenie reálneho systému výroby a digitálneho dvojčata bude možné prostredníctvom servera, kde sa budú nachádzať informácie uložené z riadiaceho systému, PLC systémov a hodnoty jednotlivých snímaných veličín. Na obrázku 3 je znázornená základná schéma prepojenia reálnej výroby a digitálneho dvojčata

V prípade, že nastane zmena v reálnej výrobe (poruchy na strojoch, dopravníkoch, zmena taktov pracovníkov, atď.), alebo vzniku zmeny vo výrobnom pláne (ruší sa zákazka, je nutné zaradiť do výrobného plánu novú zákazku s vyššou prioritou, atď.) digitálne dvojča poslúži na simuláciu možných stavov v reálnej výrobe (na základe zmenených parametrov), a to bez zásahu do reálnej výroby, čím neohrozí prebiehajúcu výrobu a poskytne informácie potrebné na zmenu reálnej výroby.

Pri jednotlivých variantoch výrobného plánu bude vykonaná predbežná cenová kalkulácia nákladov na zákazku spolu s predpokladanými časmi ukončenia výroby jednotlivých zákaziek.

Smart industry a pripravenosť Slovenskej republiky

Slovenský priemysel potrebuje zvyšovať svoju konkurencieschopnosť. Smart Industry sa pre naplnenie tohto zámeru javí ako jeden z rozhodujúcich postupov, v rámci ktorého je princíp „Digitálne dvojča“ základom pre zvyšovanie operačnej efektívnosti výrobných podnikov.

Výsledkom Digitálneho dvojčata by mal byť variabilný model výroby v digitálnej i fyzickej reprezentácii (vzájomne previazanej) postavený na princípoch Smart Industry. Tento model bude predstaviteľný na konkrétne výrobné situácie v novopripravovaných projektoch i v existujúcich výrobách u zákazníkov žiadateľa.

Pomocou tohto konceptu je možné skúmať, simulovať a optimalizovať špecifické procesy pre výrobné podniky na Slovensku tak, aby maximalizovali ich operačnú efektívnosť, eliminovali ich nákladovosť, a tým výrazne posilňovali ich konkurencieschopnosť. Tento postup minimalizuje riziká, významne skráti nábeh výroby nových projektov a zníži náklady spojené s rozbehom nových projektov.

Transformácia slovenského, ale aj svetového priemyslu už začala. Mnohé firmy začali investovať do modernizácie svojich výrobných prevádzok. Vznikajú prvé pracoviská založené na princípoch kooperácie človeka a robota, rovnako tak digitalizácia procesov vo výrobe sa stáva čoraz bežnejšia. Je však nutné dodať, že veľké množstvo výrobných závodov na Slovensku neustále zvažujú do akej miery je pre nich potrebné investovať do nových technológií. V ostatných priemyselne rozvinutých štátoch je situácia porovnateľná a možno očakávať veľký inovačný boom naprieč celou EÚ.

Digitálne dvojča začína vplývať na Slovenský priemysel v niekoľkých oblastiach. Prvou je samotné vzdelávanie mladých ľudí na univerzite a popularizácia techniky na Slovensku. Výsledkom by mal byť zvýšený záujem o štúdium technických odborov na univerzite, v dôsledku čoho sa zvýši aj počet odborníkov v oblasti Smart Industry, ktorí budú vytvárať zo Slovenska lukratívnejšie prostredie pre zahraničných investorov. Projekt tak bude zviditeľňovať slovenských technikov na svetovej úrovni.



Hlavnou oblasťou vplyvu však má byť posilnenie konkurencieschopnosti priemyselných spoločností na Slovensku. Technickou podstatou by mal byť tento koncept jedinečnou ukážkou možného smerovania inteligentných tovární.

Princípy, na ktorých je digitálne dvojča založené, umožnia v laboratórnom prostredí optimalizovať najkritickejšie výrobné procesy, čo v konečnom dôsledku bude viesť k:

- efektívnejšiemu využívaniu našich existujúcich prírodných zdrojov,
- efektívnejšiemu využívaniu ľudských zdrojov,
- naštartovaniu rozsiahlejších inovácií vo výrobných spoločnostiach,
- prepojení všetkých systémov vo fabrikách,
- skokové zlepšenie produktivity, flexibility,
- rozšíreniu mobilných technológií v priemyselnej výrobe.

Záver

Pomocou tohto konceptu je možné priniesť úplne novú kvalitu navrhovania a nastavovania výrobných procesov postavených na princípoch Smart Industry, zvyšovať konkurencieschopnosť a zároveň ambiciózne ponúkať túto službu ďalej.

PodĎakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby, KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov

Literatúra

- [1] GREGOR, M., HODON, R., BIŇASOVÁ, V., DULINA, Ľ., GAŠO, M.: Design of Simulation-Emulation Logistics System. In: MM Science Journal, pp. 2498-2502, (2018).
- [3] STRAKA M., KHOURI S., ROSOVA A., CAGANOVA D., CULKOVA K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018
- [4] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: „Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems“. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, , č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768, (2013)
- [5] KOBLASA, F., ŠÍROVÁ, E., KRÁLIKOVÁ, R.: The Use of Process Thinking in The Industrial Practice – Preliminary Survey. The Journal Tehnički vjesnik – Technical Gazette (TV-TG) [online]. 2019, June 2019, 26(3) [cit. 2018-11-12]. DOI: 10.17559/TV-20150617135306. ISSN 1848-6339.
- [6] KŁOS S.: Implementation of the AHP method in ERP-based decision support systems for a new product development. Communications in Computer and Information Science. ISSN 1865-0929, (2015)



Contact address

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

Ing. Marek Kliment, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: marek.kliment@tuke.sk

Ing. Štefan Kral PhD.

Slovak legal metrology n. o., Hviezdoslavova 1124/31 974 01 Banská Bystrica, Slovakia

e-mail: kral@slm.sk

JUDr. Ladislav Rosocha

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: ladislav.rosocha@tuke.sk

Ing. Richard Duda

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: duda@taurisgroup.sk



KEY COMPETENCES OF LIFELONG LEARNING IN SELECTED ORGANIZATION

Vladimíra BIŇASOVÁ – Marta KASAJOVÁ – Branislav MIČIETA

Abstract: Key competences are those that all individuals need for personal satisfaction and development, active citizenship, social inclusion and employment. Promoting education, including the lifelong learning system is an important tool for equipping current and future workforce with the necessary knowledge and skills, and thus a tool for promoting economic growth and expanding opportunities. Given the rapid technological advances and related changes in job profiles and requirements, lifelong learning must be based on strong cooperation and synergies between industry, education, training and learning. At the same time, education and training systems must adapt to this reality. Further findings and results of the case study of the possibilities and competences of lifelong learning in the selected organization are presented at the end of the paper.

Keywords: Key competences, lifelong learning, possibilities, improvement.

Introduction

In study of formal, non-formal and informal learning, Colley examined data drawn from several broad research areas, which covered: workplace learning for school teachers and learning within further education; community education and learning; and mentoring in the contexts of business and working with excluded young people. [1] There are three basic categories of purposeful learning activity:

- **Formal learning** takes place in education and training institutions, leading to recognised diplomas and qualifications. [2], [3]
- **Non-formal learning** takes place alongside the mainstream systems of education and training and does not typically lead to formalised certificates. [4], [5]
- **Informal learning** is a natural accompaniment to everyday life. Unlike formal and non-formal learning, informal learning is not necessarily intentional learning, and so may well not be recognised even by individuals themselves as contributing to their knowledge and skills.

Table 1 below shows the differences between formal, non-formal and informal lifelong learning.

Tab. 1 Differences between formal, non-formal and informal lifelong learning

	Formal	Non-formal	Informal
Goal	Clearly defined	Clearly defined, adapted to the needs of the participants and co-created by them	No
Plan	Clear, gradual steps	Techniques and methods can be varied according to the knowledge and capabilities of the participants	No
Process	It is important, fixed	It is important, flexible	No
Place	Fixed	Variable	Everywhere
Type of learning	Conscious – information, knowledge	(not) conscious, intuitive competences	Unconscious

Focus	Individual, knowledge	The individual and the group, knowledge, attitudes, emotions	Self-development - knowledge, attitudes
Mistakes	Punished - classification	Allowed, positively evaluated, can be extracted from them	Means of learning
Results	The same, everyone should know the same thing	Similar - the topic is the same, but the knowledge is different	Different
Responsibility for results	Educator	Participant, group, educator	Individual
Group – the role	The role has an influence, but it is not essential	The substantial role supports the learning process	If exists the role, he/she plays it
Group – the age	Peer	Intergenerational	Intergenerational
Group interaction	Competitiveness	Cooperation	By context
Participation	Mandatory	Voluntary	Automatic
Activity leader	Directive	Non-directive support, partnership, leadership can change	No
Evaluation	Diploma, certificate	Certificate of attendance, certificate	No
Time	Established - a long-term process with steps which must always follow the same procedure	Short/long term, flexibility within the activity	Lifetime

European key competences for lifelong learning

Key competences are a dynamic combination of the knowledge, skills and attitudes a learner needs to develop throughout life, starting from early age onwards. The key competences are developed in a lifelong learning perspective, from early childhood throughout adult life, and through formal, non-formal and informal learning in all contexts, including family, school, workplace, neighbourhood and other communities. They are all considered equally important; each of them contributes to a successful life in society.

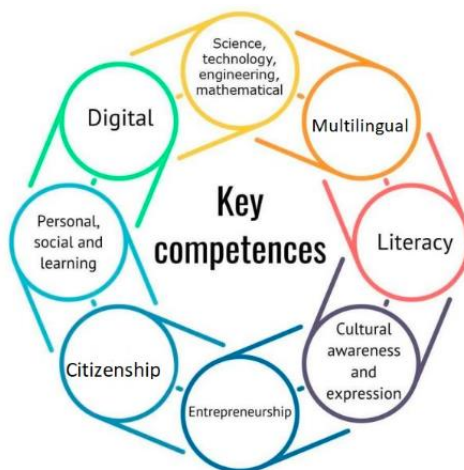


Fig. 2 New competences for lifelong learning. [1]

Methodology

Participation in the survey was voluntary, in the form of an anonymous questionnaire. The survey was conducted by electronic communication using a questionnaire. The following procedure was selected when creating the questionnaire:



- **The preparatory stage** consisted of the design of the questionnaire objectives, the construction of the content of the questionnaire, the selection of respondents (exploratory sample), the choice of the method of recording and evaluating the data, the proposal of the required deadline for the response.
- **The implementation stage** started with contacting the respondents in electronic form in order to get answers to the questions in the questionnaire.
- **The evaluation stage**, the content analysis of the obtained data was carried out, which had to be processed, evaluated and conclusions drawn up in the form of tables and graphs for better visualization of the survey results.

Case study – Survey of the possibilities and competences of lifelong learning in the selected institute

The following exploratory questions (EQ) have been set:

EQ (1): Is coaching the most effective lifelong learning method in a selected institute?

To address this, we've included the following questions in the questionnaire:

- What forms of learning do you use?
- What learning methods do you most often learn in your position?
- Which learning methods do you think are most effective?
- Which lifelong learning opportunities do you use?

EQ (2): Do employees of the selected institute develop digital competence as a priority?

We have included the following questions in the questionnaire:

Express on a scale from 1 to 6 to what extent you develop the following key competences for lifelong learning: communication in the mother tongue, communication in the foreign language, mathematical competence in science and technology, digital competence, learning to learn, interpersonal, intercultural and social competences and civic competences, entrepreneurship, cultural expression.

(3): Does lifelong learning primarily aim at gaining new knowledge and skills?

To address this research question, we have included the following questions:

- What is your motivation for further education?
- What benefits does lifelong learning have for you?
- What do you consider to be the main barriers to your lifelong learning?

The questionnaire contains 17 questions and 4 areas:

- Identification questions. Possibilities of lifelong learning. Key competences for lifelong learning. The motivation for lifelong learning.

Results

A survey of the possibilities and competences of lifelong learning of employees was carried out at the Institute of Lifelong Learning, which has 30 employees. The mission of the Institute of Lifelong Learning is to develop and disseminate learning at all stages of life and to provide comprehensive training services. Its long-term goal is to build a workplace providing comprehensive education and counselling services, to create and innovate a portfolio of



language, professional and interest programs that follow the latest developments and practice needs, promote international cooperation in all its structures, and stimulate seniors to activity.

Results of Area 1: Identification Question

The survey was conducted from January to April 2019. The questionnaires were addressed to 30 respondents where we got 29 questionnaires back. Based on the results of the survey of the possibilities and competences of lifelong learning in the selected organization (institute), we evaluated the following conclusions. Based on **the identification question no. 1** (What is your highest level of education?) was found that the respondents have completed a doctoral degree and master's degree. They have completed formal learning with a state examination.

Results of Area 2: Possibilities of Lifelong Learning

Question no. 2 showed that the most common form of is non-formal learning (96,6%) and informal learning (72,4%).

Recommendation: Employees are interested in non-formal learning. As a recommendation, a meeting was proposed where each employee could express an opinion in which areas, they could undertake further training and include these with the highest requirement in the future training plan. Currently, employees attend a learning program based on their own interest and the need to participate in educational activities. On the basis of their proposals and the results of a questionnaire survey, an in-service training plan would be developed to take into account their requirements.

The third question showed that the most common learning methods are self-education (93,1%), workshops (75,9%), lectures (27,1%) and task assignments (72,4%).

Recommendation: There are many institutions and professionals who offer quality education through different learning methods. Coaching is very popular, where employees are looking for answers and solutions to problems. As part of the training, the recommendation is to invite a professional coach to the workplace.

In the fourth question, we found out **which methods are the most effective according to employees**. The most preferred learning method is coaching (86,2%), e-learning (58,6%), outdoor training (44,8%), case study (4,8%), mentoring (20,7%), training (10,3%), simulation (20,7%), instruction (10,3%), role-playing (27,6), self-education (20,7%) and job rotation (27,6%).

Recommendation: The recommendation in question no. 3 is verified - coaching is currently a very effective method for downloading topics with an external specialist that they do not want to talk to anyone with the corporate environment. An external coach has an independent position and insight if possible, without misrepresentation. An external coach does not have to be an expert in the field, but must be able to harness the potential of a coached worker and allow him to look at the situation from a variety of points of view that, for example, they have not yet found for their "professional blindness". They can also train their own internal coaches in the organization.

The fifth question was aimed at **identifying which lifelong learning opportunities** are being used by employees. They mostly attend language courses (English, German) (41,4%),



specialized seminars (44,8%) and special courses (65,5%). E-learning program is used by 10,3% of employees.

Recommendation: Nowadays, major e-learning trends are in foreign language education. The recommendation is to purchase an e-learning course of a selected foreign language.

Results of Area 3: Key Competences for Lifelong Learning

In the sixth question, we found out how employees develop their **mother tongue communication**. The answers show that 55% of employees develop this competence. This means that employees are aware of the need to understand and use their mother tongue in a positive and socially responsible way.

Recommendation: As part of the development of this competence - communication in the mother tongue, we would recommend that a professional seminar be organized every month, where competent staff from the given section of education would always present their results and new knowledge and thus increase this competence.

In the seventh question, we have learned the competence of communicating in a **foreign language** that requires skills such as mediation and intercultural understanding. The individual's level of advancement will vary in four different levels (listening, speaking, reading and writing). The answers showed that most of the employees develop communication in a foreign language.

Recommendation: Employees should be able to appropriately use aids and learn languages in an informal way through lifelong learning. Their attitude, interest and curiosity about languages and intercultural communication can be positively evaluated.

From the answers to the development of **mathematical competence** in **question no. 8** shows that most employees develop mathematical competence, but there are also employees (13,8%) who do not currently need to deal with it.

From the answers to question no. 9 shows that 34,6% of employees develop competence in science and technology, competence to be able to report on the characteristics and conclusions of their scientific research and give reasons.

The evaluation of **question 10** shows that all employees develop **digital competence** at different levels.

From the answers of **question no. 11 (competence - learning to learn)** we can show that employees are keen to learn and improve themselves.

From the answers of **question no. 12**, we can show that employees use and develop the ability to **communicate constructively** in a different environment. They can be tolerant, to express and understand different views, to negotiate with the ability to create trust and to feel empathy.

From the answers of **question no. 13** shows that employees develop the ability to think critically and creatively.

Recommendations to questions no. 8, no. 9, no. 10, no. 11 no. 12 no. 13, and no. 14: Developing these competences will be part of the activities in **the future learning and training plan**. Employees should be able to organize their own learning, assess their own work. The desire to apply previous education and life experiences and curiosity about learning opportunities and learning in different life contexts are essential elements of a positive attitude.



Results of Area 4: Motivation for Lifelong Learning

In the following question no. 15 was to find out what motivates employees to lifelong learning. The evaluation shows that the greatest motivation of employees to learn is to acquire new or supplemented knowledge (65,5%), effective time spent (62,1%), new knowledge (58,6%).

Question no. 16 shows that, as the greatest benefit of lifelong learning, employees see improvements in the quality of life (63%), new skills, knowledge dissemination (66,7%), self-employment (55,6%), and a new perspective on the issue (44,4%) and the development of confidence and enjoyment of new knowledge (40,7%).

Question no. 17 shows that the main barriers to lifelong learning are employees setting priorities (44,8%), lack of time (31%), high workload (24,1%), insufficient willpower (20,7%).

Conclusions

In the following section, the conclusions from the survey of the possibilities and competences of lifelong learning of employees in the selected institute are presented. Based on the survey results, it was found that:

EQ (1): Is Coaching the most effective method of lifelong learning in the selected institute?

The survey showed that employees would like to use this method. Coaching skills are based on competencies that are declared by the International Coach Federation (ICF). This is a coach-manager attitude that sometimes differs significantly from a classical manager.

The new coach-manager attitude focuses on the potential of the subordinate to deal with the situation [9], [10]. Another skill that employees adopt is active listening with reflection. Asking questions is another basic skill of the coach. Questions lead to reflection and open the door to solutions. The point is to know why to ask, how to ask and what to ask.

Coaching offers an elegant G-R-O-W process. [11], [12]

It involves asking questions that focus on the outcome of the interview, linked to its initial goal and thus delivering results. When managers learn the skills of asking questions in a coaching process [13], they are surprised by the positive changes of the result. They are more successful in managing subordinates, in business negotiations, and in getting free from routine activities. The effects come in better use of time, better utilization of human potential.

EQ (2): Do employees of the selected organization develop digital competence as a priority?

Answer: no, the survey showed that employees do not prioritize digital competence. Therefore, improving digital competence is included in the future learning and training plan. At present, an Intelligent Industry Action Plan (Ministry of Economy of the Slovak Republic, 2019) has been created, which by 2020 will create the basic precondition for a successful transformation of the Slovak economy responding to the digitalisation of the industry with the assumption of starting the digitization process [14], [15], [16]. The one of the proposed measures is lifelong learning and retraining. New vocations will be created. The Lifelong Learning Institute needs to respond to this development and to prepare graduates at all levels of education, including retraining and lifelong learning so that they are able to successfully handle all aspects of workflow changes within their professional qualifications. To do this, they should have employees who will be able to provide these activities. It is therefore clear that the expansion

of digital competence is now very much needed in view of the Fourth Industrial Revolution, known as digital transformation, and means a comprehensive change in the labour market and education perceptions.

EQ (3): Does the lifelong learning of employees direct the acquisition of new knowledge and skills?

Answer: yes, the survey revealed that lifelong learning of employees, in particular, to acquire new knowledge and skills. Employees are interested in acquiring new knowledge, skills and learning, so we have suggested the learning and training plan in the next subchapter.

Design of the Learning and Training Plan

Based on the results of the questionnaire, we propose the future learning and training plan for further education of employees of the Institute of Lifelong Learning, where the requirements of employees are taken into account. Table 2 shows which section in the institute has the opportunity to participate in the training, during which period it will be provisionally implemented.

Tab. 2 Future learning plan

Section	Period	Methods	Price	Organization
Advanced training	January 2020 - June 2020	Coaching - (individual and team) - Coaching in the workplace Development Program - Employee Motivation Online Course - Microsoft Office	Od 200 – 2490 Euro Individual	ZAKO – Žilina Dekra - development E-learnmedia.sk
Professional programs	January 2020 - June 2020	E-learning - Management of Educational Materials Creation Training-communication skills in a virtual classroom Teambuilding - improving teamwork in the team	Individual	E-learnmedia.sk Projectoutdoor.sk
Foreign Language Section	January 2020 - June 2020	Outdoor training - focused on soft skills - communication skills, teamwork development Internal Coach, Internal Mentor - Basic Performance Improvement Tool Mentor Adventure Course - (30 hrs)	Individual 126 Euro Individual	Outward Bound Slovakia Kurzy.sk Academia Istropolitana

Lifelong learning should not only be perceived as a tool or just adult education, which is used by individuals with a high level of welfare to carry out their leisure time or by equipping the qualified workforce to be exposed due to the ageing of the population. Instead of trying to draw the limits of the concept of lifelong learning, trying to expand the concepts of education and learning will be a correct starting approach for the conceptualization of lifelong learning. The future also depends on young people's ability to adapt to social changes, to acquire high-level qualifications, and to continue lifelong learning.

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-16-0488.



References

- [1] HAGER, P.: The Conceptualisation and Measurement of Learning at Work. Workplace Learning in Context, London 2004 pp. 248-58.
- [2] GANJALI, A., REZAEI, S.: Linking perceived employee voice and creativity. In: Iranian journal of management studies. Vol. 9, No. 1 (2016), pp. 175-191.
- [3] BOND, CH., SENEQUE, M.: Conceptualizing coaching as an approach to management and organizational development. In: Journal of Management Development. Vol. 32, No. 1 (2013), pp. 57-72.
- [4] CILC: Benefits of lifelong learning, online: <https://www.cilc.org/Lifelong-Learners.aspx>
- [5] MEMORANDUM O CELOŽIVOTNOM VZDELÁVANÍ SA: Brusel. 2000. Online: https://www.minedu.sk/data/files/2607_2000_memorandum_o_celozivotnom_vzdelavani.pdf
- [6] AUGER, P., WOODMAN, R. W.: Creativity and Intrinsic Motivation: Exploring a Complex Relationship. In: The Journal of Applied Behavioral Science. Vol. 52, No. 3 (2016), pp. 342-366.
- [7] HAWKINS, P.: Leadership Team Coaching in Practice: Developing High-performing Teams. USA, pp. 60-78, 2014.
- [8] HAMLIN, R. G., ELLINGER, A.D., BEATTIE, R.: The emergent ‘coaching industry’: a wake-up call for HRD professionals. In: Human Resource Development International, Vol. 11, No. 3 (2008), pp. 287-305.
- [9] ŠTOFKOVÁ, J. et al.: Manažment verejnej správy. Žilinská univerzita v Žiline, Žilina 2019, ISBN 978-80-554-1586-4.
- [10] SEEMANN, P.: Upcoming global method of team coaching in increasing employee motivation.” Globalization and its socio-economic consequences, Zilina: University of Zilina, ISBN 978-80-8154-191-9, pp. 1964-1971, 2016.
- [11] Intelligent Industry Action Plan. Ministry of Economy of the Slovak Republic, online: <https://www.mhsr.sk/inovacie/strategie-a-politiky/akcny-plan-inteligentneho-priemyslu-sr>.
- [12] KRAJČOVIČ, M., HANČINSKÝ, V. DULINA, Ľ., GRZNÁR, P., GAŠO, M., VACULÍK, J.: Parameter setting for a genetic algorithm layout planner as a toll of sustainable manufacturing. In: Sustainability. Vol. 11, No. 8 (2019), pp. 1-2.
- [13] BUČKOVÁ, M., KRAJČOVIČ, M. EDL, M.: Computer simulation and optimization of transport distances of order picking processes. In: Procedia Engineering. Vol.192 (2017), pp. 69-74.
- [14] ŤAŽKÝ, M., RAKYTA, M.: Increasing the effectiveness of service activities. Management, In: Journal of contemporary management issues. Vol. 11, No. 2 (2006), pp. 1-7.
- [15] VAVRÍK, V., GREGOR, M., GRZNÁR, P.: Computer simulation as a tool for the optimization of logistics using automated guided vehicles. Procedia engineering, Vol. 192 (2017), pp. 923-928.
- [16] GRZNÁR, P., GREGOR, M., MOZOL, Š., KRAJČOVIČ, M., DULINA, Ľ., GAŠO, M., MAJOR, M.: A System to Determine the Optimal Work-in-Progress Inventory Stored in Interoperation Manufacturing Buffers. In: Sustainability, Vol. 11, No. 14 (2019).

Contact address

Ing. Vladimíra Biňasová, PhD., DiS.
University of Žilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia,
e-mail: vladimira.binasova@fstroj.uniza.sk



USE OF COMPUTER SIMULATION FOR OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION IN MANUFACTURING

Monika BUČKOVÁ – Martin GAŠO – Blanka HORVÁTHOVÁ

Abstract: This article provides information on using computer simulation to optimise energy consumption in manufacturing. Simulation of energy consumption in operation is always performed to analyse large amounts of data. Results of computer simulation offer the possibility to analyse different scenarios of production or use of machines. Each of the variants brings different scenarios to optimise energy use in order to reduce costs and improve the operation. The article also describes the sequence of steps that a user can take to create a quality simulation model. At the same time, there are graphical examples of energy consumption measurements made during simulation runs.

Keywords: Computer Simulation, Energy Consumption, Industrial Engineering

Introduction

The development of technology and software solutions is relentlessly moving forward. It brings the possibilities of continuous improvement and detailed observation of processes in the company that have not been visible by computer simulation. Computer simulation is no longer used not only to improve material flows and processes but also to improve working conditions in the workplace and optimise the investments. Process simulation allows to collect, analyse and experiment with data without interrupting production, storage, or logistics processes [7].

At the Department of Industrial Engineering, we have been using computer simulation in projects for several years. Over the years, its use has been extended to several areas to help designers evaluate their designs, improvements and detailed results from their production. Modern software tools offer results that not only speak about the number of products and the production time but also about the energy consumption of production and the cost of production. This article will describe the use of software tools to optimize energy consumption in production and the results they provide.

Simulation of the energy consumption of operation is always performed to analyse large amounts of data. It offers the possibility to analyse different scenarios of production or logistics, each of which brings different scenarios for optimizing energy use, in order to reduce costs and make better use of them [2]. It is also possible to use the sequence of steps described in this article to use and describe the steps to be taken by the user to create a quality simulation model.

Computer Simulation of Energy Consumption

Energy monitoring is an exact regular measurement of energy consumption with a correlation of energy consumption (concerning the product produced). Computer simulation results show how energy is consumed, and then the potential for energy savings can be identified. Monitoring and evaluating energy consumption are necessary from different perspectives [1]:

- **Energy consumption can be monitored over time** - When data is exchanged, those responsible for energy management - staff, dispatchers and others - can analyse and modify their activities.
- **Eliminate energy problems** - Continuous monitoring of energy consumption helps to identify problems. A sudden unexplained increase in consumption requires that the reasons be investigated immediately.



- **Investing** - Usage of computer simulation helps to identify which places in the company have the highest energy consumption, and by this save the costs. By simulation, it is possible to test different conclusions, and by changing the parameters in the simulation, it is possible to monitor energy fluctuations.
- **Identification of critical points** - The primary elements on which consumption of different types of energy can be measured are machines, containers, conveyors, robots, etc.

A significant part of the energy - electricity consumption is in production, mainly in machinery and equipment. However, after the development of possibilities of computer simulation software, it is possible to include here lighting, ventilation, cooling, or system failures also. Even though these indicators may not have a significant impact on production, they may trigger other problems that may stop the smooth running of production and increase costs. Manufacturing processes are so complex, interconnected with internal and external logistics that it is impossible for long-term disruption of production due to an unverified decision [4]. The software tool that is used by the Department of Industrial Engineering, Tecnomatix Plant Simulation, provides a statistical tool for energy consumption assessment called Energy Analyzer. This tool is patented by SIEMENS (U.S. Patent App'l Pub. No. 2013/001863) [9]. Energy Analyzer leads to a decrease in the cost of labour, energy and other costs, also help managers to create right decisions. It is, therefore, primarily a supportive tool for decision-making. The energy consumption indicators for machines or equipment that we can evaluate with Tecnomatix Plant Simulation include [kW]:

- Total energy consumption indicator.
- Energy consumption of operation.
- Total energy consumption of any object while it was working.
- Power consumption during the setting of the object.
- Operating energy consumption.
- Energy consumption at the time of machine or equipment failure.
- The total power consumption of any object in standby mode.
- The energy consumed when the object was turned off, etc.

Data collection for needs of creation of the simulation model

Data collection for needs of creation of this kind of simulation model of energy consumption may run for example by using information system or by a physical collection of data. In the industrial field, productivity, quality, reliability, and safety heavily depend on the performance of the technologies employed [3]. Many technologies could help gain data from real-time machine performance evaluation:

- **Current technologies** - require integration of many different technologies, including wireless communication, virtual integration and interface platforms (Dynamic Data Exchange Interface, SQL/Oracle Interface, Open DataBase Connectivity Interface, and other). Companies need to have an integrated telecommunication network and information technology through which they can transmit the necessary information and dates within the organisation too. This full integration enables interconnection of software applications between sensors, mobile devices and cameras placed on the equipment, thanks to which it is possible to gain a vast amount of data [10]. The industrial equipment (machine, forklift, etc.) is monitored and controlled for analysing compression, temperature, moisture, and vibrations. Databases realise the import of these data (for example, SAP, ORACLE and other) into the simulation software.

- **Future of technologies** – Developments of technologies change sensors, how we know them to the Smart sensors, combined with the internet of things and clouds. They are changing the way of how manufacturers collect data and communicate with staff. Then it is a technology called Very Large Scale Integration (VLSI), what is the process of miniaturization of computer chips. Also, very interesting is the development of modular equipment, drones, artificial intelligence, computer vision, cobots, augmented reality and others.

So that all data obtained from simulation software could be used and shared in a link to virtual reality, internet of things, expert systems, link to extended reality, decision support systems and other. In order to create simulation model, it is necessary to know the basic steps of its creation, in order to avoid unnecessarily prolonging the time of its creation and to avoid errors that can have serious consequences. Figure 1 shows a shortened process of creating a simulation model (Fig.1).

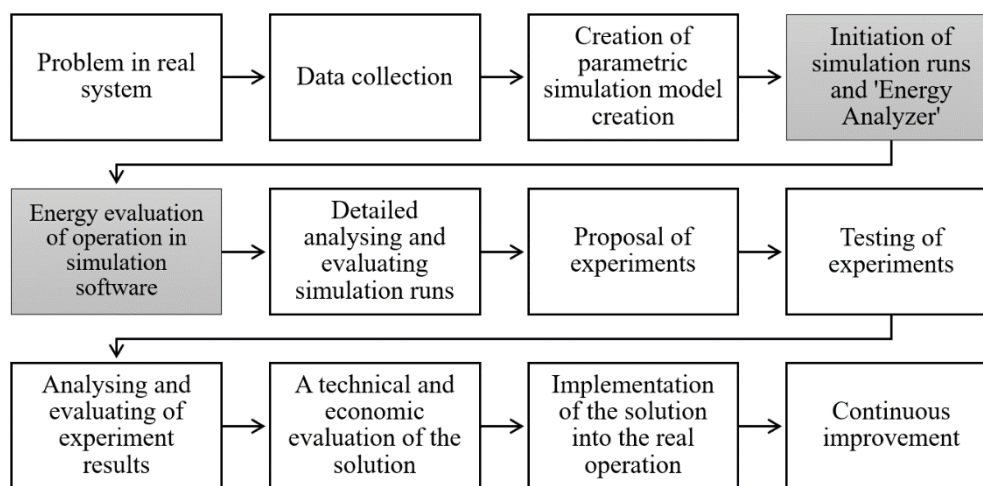


Fig.1 A shortened process of creating a simulation model [Main author]

Before the step of the creation model, it is necessary to named and described problems in the company. Only then it is possible to do a step of constructing a real-system simulation model and its settings. It consists of settings of passive elements (machines, warehouses, handling units, conveyors, etc.), active elements (products, staff, entities, etc.) and program settings (time constraints, safety constraints, system constraints, etc.) and other settings. After the simulation model is set up, it is possible to start a simulation runs. If the simulation software does not find errors in the basic settings and its match with the user's requirements, is it possible to continue with advance settings. Energy consumption settings include additional data that staff need to collect in the system, as already mentioned using current technology or manually, examples of data [9]:

- **Conveyors** [Power input - kW] – working state of the machine, setting up, operation, failed, standby, Off state of the machine.
- **Machines** [Power input - kW] – working state of the machine, setting up, operation, failed, standby, Off state of the machine.
- **Machines** [Transition times] – Operational – Off, Off – Operational, Operational – Standby, Standby – Operational, Standby – Off, Off – Standby, etc.
- **Manipulation machines** [Battery] – Charge [Ah], Basic consumption [A], Capacity [Ah], Charge current [A], Driving consumption [A], Reserve [Ah], etc.

Evaluation of simulation model results

The information described under Machines is the same for equipment in warehouses, dedicated storage, buffers and robots. After the first simulation runs, experiments are conducted with the simulation model to produce results that need to be correctly interpreted and used to improve the system. Only after these steps, when the validation and verification of the model confirmed its accuracy, it is possible to start statistically evaluating the energy evaluation of the operations. After these steps, there should be no significant changes in the model that would affect the statistical evaluations. The following explained figures were also created at the Department of Industrial Engineering.

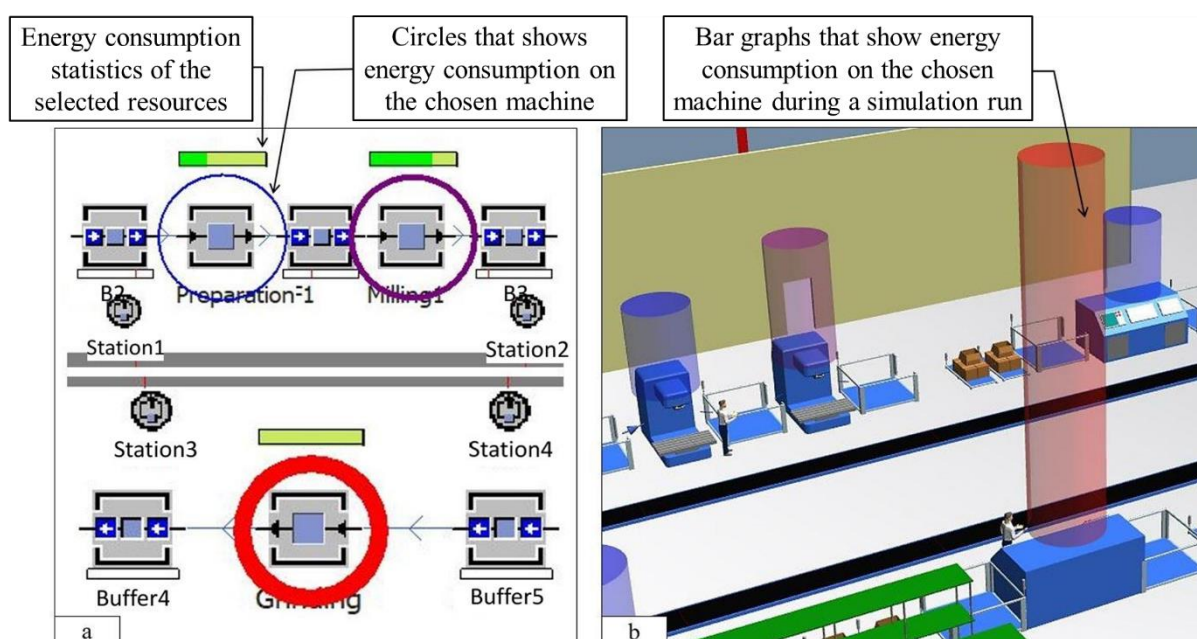


Fig.2 The sample of the machines energetic evaluation in the 2D (a) and 3D (b) visualization
[Main author]

Figure 2 shows the 2D (a) and 3D (b) views of simulation using Tecnomatix Plant Simulation. The circles represent the energy consumption of the machines on which the is measuring is running. The energy consumption during the simulation run can be visualized in two ways, in 2D and 3D view. In the 2D view, it is possible to see circles (Fig.2 (a)):

- **Red wide circle** - highlights the highest energy consumption.
- **Purple circle** - points to average energy consumption.
- **Thin blue circle** - points to the lowest energy consumption.

In the 3D view, on the Figure 2 (b), graphical visualization is represented by bar graphs of any colour. This visualization brings innumerable benefits, it accurate display of energy pumping by machines, conveyors and other devices [1]. Energy Analyzer, as a patented Simulation Energy Measurement Tool, developed by Siemens, provides energy status data [9]. Displaying results after simulation runs gives information about total energy consumed in each production cell or a production hall. Directly during the simulation, it measures within the set time frame how much energy was consumed during operation (Fig.3). Utilization of computer simulation will make it possible to monitor the energy delivery-chain systems, reduce the energy consumption, and prevent the failures of energy systems and blackout of the power systems.

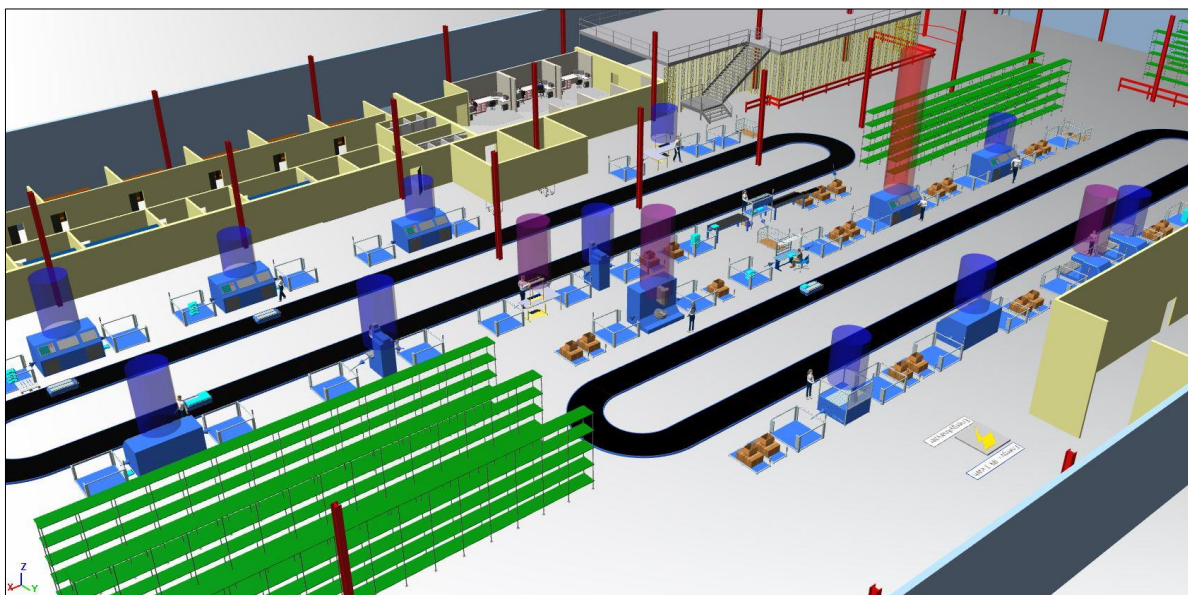


Fig.3 The sample of 3D simulation model of manufacturing process [Main author]

Before named technologies and their introduction into industrial practice often result in side effects, and these are problems with another consuming of energy. Therefore, the so-called energy networks arise that help to extract and distribute excess energy. At the same time is developing in progress of energy storage systems that excess energy which is provided during a period of an energy shortage, or even allowing the use of stored energy in other contexts [11]. Among the most monitored energy consumption that can be verified by computer simulation and examples shown next, are lightning, conveyors work, machines and handling equipment work:

- **Lighting** - It has an economic impact, but also affects the work of employees, affects work safety, provides the possibility of further development of technologies (connection to sensors, smart lighting). Lights can be found in all essential parts of the company. It also creates better conditions for spreading RF communication and the ideal place for installing cameras and sensors, or other technologies to collecting a higher amount of data. An illustration of the measurement of electricity consumption of lighting during the simulation run was created in the Tecnomatix Plant Simulation 14.2.3 simulation software (Fig.4). Power Input shows the power consumption measurement at the time of production for three days, in kW.

If the company does not have installed sensors, an example of such results (Fig.4) after simulation runs can help managers to decide whether buying of smart sensors will help to for example reduce electricity consumption for lighting. Such sensors can record movement in the workspace. When the movement in the workspace is detected, the lamps will turn on lights, when movement stops for a specific time, the lights are switched off. This small step also reduces energy costs.

Usage of computer simulation only for this type of energy consumption is expensive, so it is better to use it within as part of more extensive solutions.

Usage of the various software solutions accurate analyses of the current state of workplaces are made, as well as new production cells to achieve the lowest possible electricity consumption and thus contribute to overall production higher efficiency.

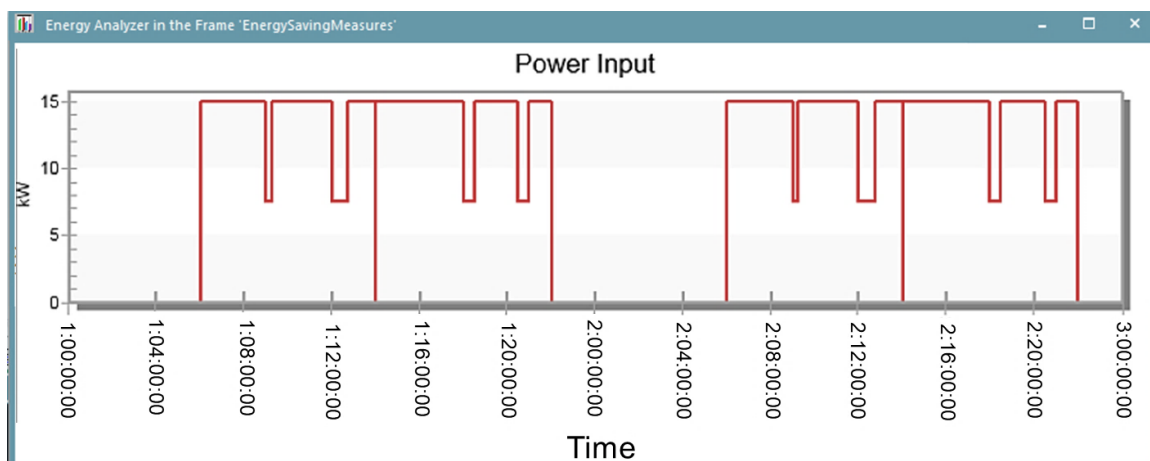


Fig.4 Graph of measurement of electricity consumption for lighting [Main author]

- **The energy needed to work of conveyors** - Software solutions allow optimizing the operation of conveyors so that when they are not working, they can be stopped and restarted if necessary, this built-in method to save energy on accumulating conveyors. If the operator has any problems during manufacturing, all products start to accumulate on the conveyor, and no new part enters, the conveyor stops to save energy (and reduce belt friction). In the simulation, it is possible to find out how much energy can be saved by this step. An illustration was created in the Tecnomatix Plant Simulation 14.2.3 simulation software (Fig.5) also. Power Input shows the power consumption measurement at the time of production one workday, in kW. Additional energy consumption may occur when the operator is waiting for products, for maintenance, or unexpected external effects such as failure to deliver the material.

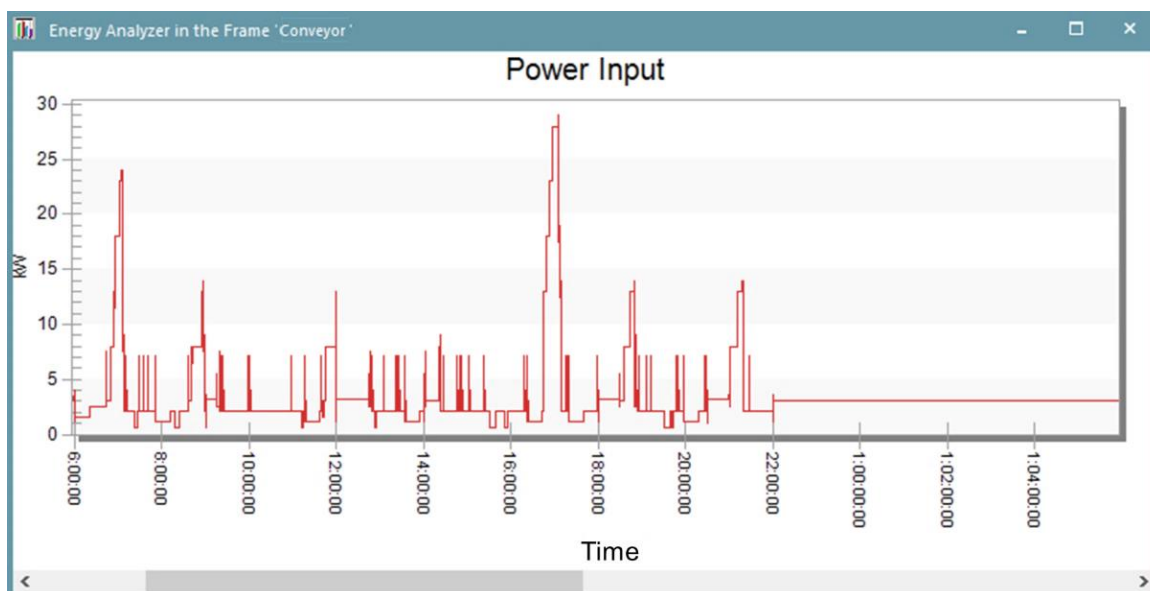


Fig.5 Graph of measurement of electricity consumption by the conveyor [Main author]

- **The energy needed to work on machines and handling equipment** - The reason for the loss depends on the machine. Machine tools include motors and auxiliary components. For electrical machines which include motors and generators, for example, the losses are electrical resistance in conductors, current heating in the

magnetic circuits, mechanical friction, windage friction in addition to other factors [5]. Computer simulation can help reduce energy loss on machines during this and another different state (for example working, repairing, waiting, and so on.). An illustration of the measurement of electricity consumption by the machine during the simulation run was created in the Tecnomatix Plant Simulation 14.2.3 simulation software (Fig.6). Power Input shows the power consumption measurement at the time of production for 8 hours, in kW. Also, it is possible to see an energy consumption on Lathe2, in the throughput is it possible to see a calculator of manufactured products. Energy Analyzer tool is described in the previous chapters.

From the start of the process itself to individual component consumption, savings potential can be evaluated, and measures defined for more efficient use of energy during this process. One area of potential savings comes from the machine tool base load, which consumes energy even in nonproductive phases. The base load is determined substantially by the machine's auxiliary components. Besides the use of energy-efficient motors in these components, many opportunities for reducing the base load can be found [5]. Some energy consumers, for example, can be switched off by the machine control during nonproductive phases. Scrap also inevitably increases energy consumption. Also, it is possible to calculate the energy for lighting, ventilation, and air conditioning too.

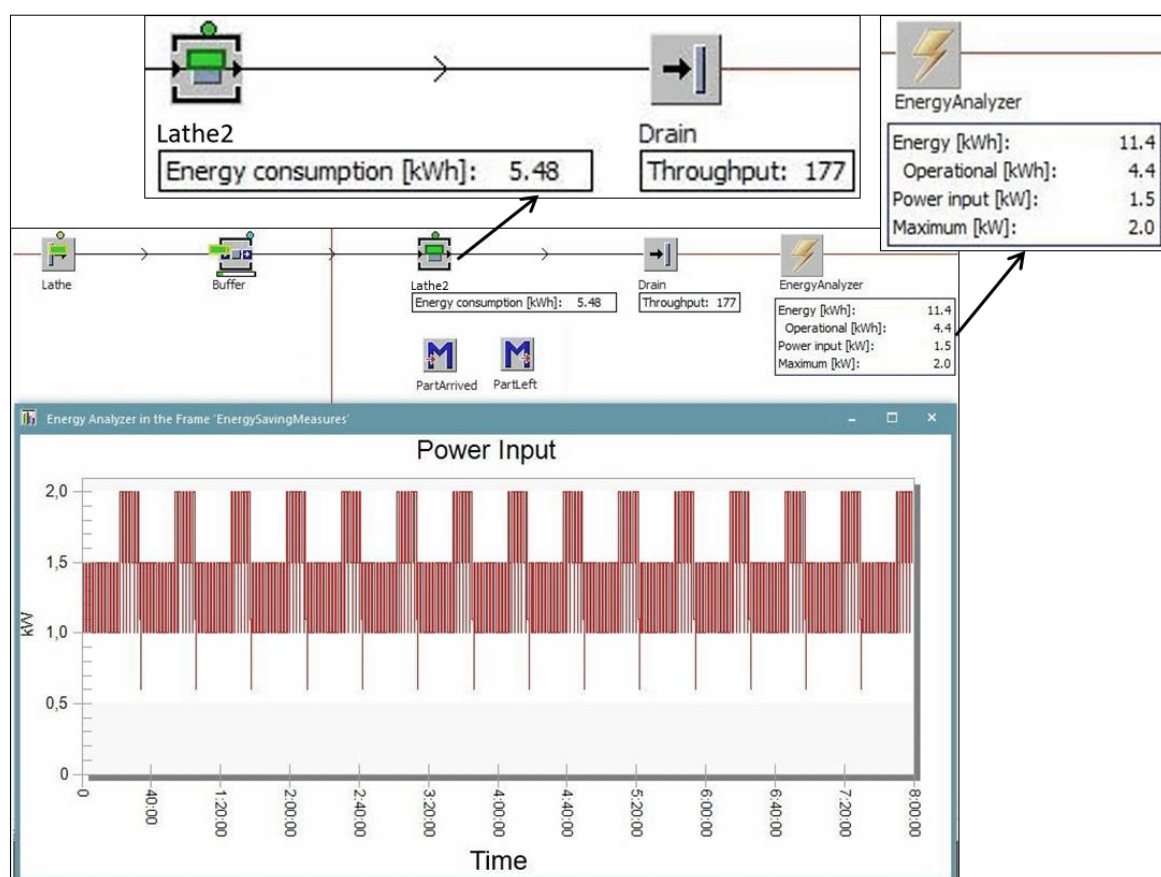


Fig.6 Graph of measurement of electricity consumption by the machine [Main author]

Conclusion

Energy consumption monitoring can be used to reduce energy consumption based on the results of simulation runs. Software products have built-in solutions whose proper use will bring



benefits and new solutions to all levels of the business [8]. The productivity of workplaces or factories will increase, with financial results improving [6]. The simulation becomes a reliable support tool for the forthcoming 4th Industrial Revolution, called Industry 4.0. After periods of use of first manufacturing machines, mass production, and integrated PLC systems, there comes a time of smart factories and manufacturing, in which modern technology will play a primary role [9]. Energy consumption and management are essential aspects of this kind of production and planning. As a result of using the digital factory, tools are contributing to the improvement of business and production processes and will become an essential part of any engineering company philosophy [3].

This paper was supported by research project KEGA 017ŽU-4/2019 Digitalization in industrial engineering for students of technical focus.

References

- [1] BANGSOW, S.: Tecnomatix Plant Simulation, Springer International Publishing AG Switzerland, 2016, ISBN 978-3-319-19502-5; ISBN 978-3-319-19503-2 [eBook], p. 724
- [2] BARBUŠOVÁ, M., MEDVECKÁ, I., DULINA, L.: Systém merania produktivity v podniku, In: Fórum manažéra: teória a prax v riadení podniku, ISSN 1339-9403, p. 3-11
- [3] DULINA, L., RAKYTA, M., SULÍROVÁ, I., ŠELIGOVÁ, M.: Improvement of the production system. In: Smart City 360° [electronic]: 2nd EAI international summit: revised selected papers., 2017, Vol 1, ISBN 978-1-63190-149-2, p. 1-13.
- [4] MIČIETA B., EDL M., KRAJČOVIČ M., DULINA L., BUBENÍK P., ĎURICA L., BIŇASOVÁ V.: Delegate MASs for coordination and control of one-directional AGV systems: a proof-of-concept. In: The International journal of Advanced Manufacturing technology. 2018, roč. 94, s. 415-431. ISSN 0268-3768
- [5] GRAINER: How to Increase Energy Efficiency with Machine Tools. 2019. <https://www.grainger.com/content/supplylink-how-to-increase-energy-efficiency-with-machine-tools>
- [6] HEINICKE, M.: Optimized Energy Efficiency with Tecnomatix. 2019. SIEMENS. Available on the internet: www.siemens.com/plm
- [7] KRUSE, A., UHLEMANN, T., STEINHILPER, R.: Simulation-based assessment and optimization of the energy consumption in multi variant production. In: ScienceDirect, Elsevier, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 2016. doi: 10.1016/j.procir.2016.01.075
- [8] WROBEL R., ČAPEK J., KOVÁČOVÁ L., BUBENÍK P., KRAJČOVIČ M.: Improving business processes using simulation tools. In: MM Science Journal, March 2018, s. 2244-2251. ISSN 1803-1269.
- [9] Siemens PLM Solutions: Plant, line and process simulation and optimization, 2008. <http://www.simsol.co.uk/>
- [10] VAVRÍK V., GREGOR M., GRZNÁR P.: Computer simulation as a tool for the optimization of logistics using automated guided vehicles, in: Procedia Engineering, in: Procedia Engineering, Vol 192, online, 923-928. ISSN 1877-7058.

Contact address

Ing. Monika Bučková, PhD.
Department of Industrial Engineering – University of Žilina
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia
e-mail: monika.buckova@fstroj.uniza.sk



DIGITISATION AND DISRUPTION IN THE INDUSTRY

Miroslav FUSKO – Miroslav RAKYTA – Radovan SKOKAN

Abstract: The article deals with digitisation and disrupting trends in the Industry. Technology development and digitisation create enormous opportunities for every factory to increase customer value by streamlining processes, increasing quality, creating new revenue streams, and reducing production costs. But the challenges are significant. Digitisation of business requires a systematic approach, changes in leadership style, and a completely new mindset in the production chain. The digitisation in Industry must be structured as a step-by-step process in order to support factory processes of all sizes in their development with a focus on sustainability, competence and innovation ability.

Keywords: digitisation, transformation, disrupting, industrial engineering, workers.

Introduction

Historical developments, as well as the impact of globalization and megatrends, have instigated the need for process change in individual industries. The changing customer demands put great emphasis on the flexibility of production, innovation, and flexibility to respond to changes. It is needed to quickly modify the structure and organization of production, which is often time-consuming and costly. Many countries and groups of states have prepared their own initiatives to improve the status of individual industries and industrial production. One of the best-known initiatives is the German Industry 4.0. Other well-known approaches and initiatives include the Factories of the Future or the Dutch Smart Industry and the like. The common denominator of all initiatives is the so-called shaking up of the industry and the increase in the level of digitization and process autonomy. The result should demonstrate itself in autonomous intelligent factories with intelligent processes able to withstand various external or internal impacts. Such factories will be more competitive and their level of process reconfigurability will be high. The success of future activities of the company will, therefore, depend on the early detection of potential threats and opportunities alike. In the future, intelligent (Fig. 1) factories will produce intelligent products, autonomous vehicles, cars, trains, means of public transport, and so on. Sustainable Transport and Smart Logistics also covers best practices for practical corporate policy implementation, making it a comprehensive and vital resource for researchers, graduate students, practitioners, and policymakers in transport, logistics, urban planning, economics, engineering, and environmental science. In addition, sustainable transport is among the big agendas in Sustainable Development Goals (SDGs) that need to be taken into account for planning future cities for our generation. All this will be possible only through the implementation of new technologies and by transforming the current factories via digitization. Businesses are primarily focused on enhancing the efficiency and effectiveness of internal processes. They want to manage their business intelligently and reduce costs, but they do not stop there and are already contemplating solutions that would tackle labour shortages. Therefore, manufacturing plants need a realistic picture of their current state, the risks, and opportunities involved in digitizing their processes, the implications of autonomous objects and implementation of initiatives such as Industry 4.0, in order not to jeopardize their market presence and effectively manage their processes. [1], [2]



Fig. 1 Digitisation in Industry [3]

In modern industrial practice, innovative solutions for the improvement of processes or whole production or logistical systems are continually proposed. To be able to implement new technologies arising from the Industry 4.0 principles, companies must be able to combine the use of both, the latest and the available technologies. While using them, it is imperative for businesses to be aware of the current development trends. Thus, it is necessary to compile a list of technologies based on automatic exploratory (probing) principle that would automatically search for new classical and digital technologies. This list of technologies would serve the business as a basis for assessing the fitness of new technologies for the purpose of increasing the business' performance and its technological level. Given that society as a whole is influenced by technological advances, the industry will also face new challenges and needs. This will be mostly felt in the auxiliary and service processes, as they have technologically developed somewhat more slowly than the main production processes. Over the last 5 years, maintenance and technical service have begun to form a sophisticated system. [4] Currently, maintenance is divided into reactive maintenance, preventive maintenance, and predictive maintenance. The main objective of the enterprises is to get these processes into a digital form by means of digitization methodology. Managing digitization of technical service management system will be crucial in the future not only for the survival of the enterprise but also to ensure that the intelligent and autonomous products are maintained in state-of-the-art condition.

How Digitisation is disrupting and transforming manufacturing industry

Globalisation makes factories meet competitors in a completely different way than before. Manufacturing isn't about huge factories and long assembly lines anymore. Gone are the days of papers drawings, 2D schematics, spec sheets, and punch cards. Now, processes are digitised. Designs are completed in 3D CAD files, digital twins exist to mirror the objects they're building and everything connected via the internet of things. [5] Drawings aren't handed down to the shop floors in books - rather, they're being sent to tablets built specifically for that purpose. Finally, the paperless office has arrived in factories ... that isn't quite true, but we are well on the road. Today, we're going to look at how digitization is transforming manufacturing (Fig. 2), and what it means for the businesses in the industry.



Fig. 2 Control of the production system with digital data [3]

What is digitisation?

We have covered this before - digitisation is NOT digitalisation or digital clause. It's a precursor of both those activities. Simply put, it's the process of taking non-digital formats of information and turning them into digital formats. Mail into an email, spreadsheets into Excel, typewriters into Google Docs, clay models into CAD files and the list goes on. The key is that the processes and systems stay the same when processes are digitised. For instance, if your process is to get a signature on a design to approve it for the manufacturing floor, then the digitisation process might be an e-signature on the CAD file. That's digitisation. So how does it transform the manufacturing industry? [6] Here are four examples:

1. Manufacturing will move a lot faster

The first thing we are seeing as digitisation transforms the manufacturing industry is the speed of manufacturing. Driven by rapidly changing consumer tastes and an accelerated pace of new product introduction/innovation, manufacturing needs to figure out the best way to adapt. Digitisation gives an instant boost to productivity, allowing projects to move faster and manufacturers to hit more aggressive deadlines. Specifically, manufacturers will be able to rapidly move from design to floor and back again as changes come through from the engineering team. Right now, this process is extremely manual in many circumstances. 3D designs are converted into 2D spec books, and then those books are delivered to machinists on the floor who review and "redline" (literally mark-up) the books. Then those books are returned to engineering teams for revisions. And within that process is a lot of inefficiencies:

- Printing a spec book might take hours with complicated designs.
- Redlining need to be done page by page, rather than simply reviewing the changes.
- Delivering is fine if the floor is below you. But what do you do when the factory is half a world away?

And of course, the whole process is manual. There's no auto-check and no opportunity for further innovation to optimise the process. Digitisation makes this process more efficient by solving these problems. And, as we're about to see, opens the door for modern manufacturing innovation. [7], [8], [9]

2. Digitisation is the greatest step towards the Industrial Internet of Things (IIoT)

The Industrial Internet of Things is a dream of a total product data loop. First, machines are loaded with sensors when they're built. Then, those sensors provide continuous feedback throughout the manufacturing supply chain. In response to real-world data about things like maintenance requirements and wear and tear, the manufacturing process can be refined. Some refinement happens automatically (machine-to-machine communication) but some data



is fed into business intelligence (BI) tools and dashboards, giving people the ability to find efficiencies. The crux of this whole process, however, is data. Data that can be collected and leveraged on a truly staggering scale. And that data can only be reasonably collected and managed if it's an entirely digital product:

- Designs can be changed automatically in response to environmental challenges,
- Changes can be pushed automatically to the manufacturing floor,
- Products can be altered as they roll off the line.

Eventually, we may reach a point where automation and AI continuously optimise existing designs in response to real-world circumstances, leaving engineers to focus on the innovation of new products.

3. United manufacturing processes

We mentioned earlier the fact that a major problem of analogy processes is that organisation struggle if they're manufacturing across multiple locations. And since the manufacturing is now a global industry, this is a huge problem. Digitisation can offer much-needed relief for global manufacturing value chains for a few reasons. First, data is easier to share. It's much easier to share files across a network than it is to send files through the mail. Even if the files are sent and then printed out, that's another data translation, and thus another vulnerability for the organisation. Second, follow-the-sun manufacturing is more realistic. When factories moved offshore and engineering consultants started becoming more common (especially in the BRICS countries), for the first time follow-the-sun manufacturing started to be perceived as an attainable reality. The idea is that as one plant or design office closes for the day, the next one in the time zone over is just opening up. Work can be handed off seamlessly to a new team, and there's never any "downtime" overnight. However, this is only possible if:

- Organisations can share data essentially in real time across multiple global locations.
- If all the necessary data can be accessed by anyone, at any time.

The second point here is worth looking into. One reason follow-the-sun is so difficult is that we overlook how important it is to ask for help. Especially at engineering handoff points, when clarification is so often needed. That's not possible under follow-the-sun methodology, so it's imperative that all the information is conveyed the first time. Digitisation can help both with simple clarity but also with process enforcement. For example, specifying that every field in a form needs to be completed. While it's not perfect, with digitisation, you have levers you can pull to increase compliance.

4. Rapid iteration will become the standard

Digitisation won't only make manufacturing faster. One thing we're already seeing is it driving innovation through rapid product iteration. Better data sharing across divisions, organisations, service centers and software suites via APIs will only fuel this iteration speed. By flattening silos and enabling data to be accessed in real time, anywhere in the world, organisations are poised to act on innovation trends, market opportunities, and consumer demands like never before.

How digitisation disrupting of the maintenance management

Recently we all have been hearing a lot about Industry 4.0, Smart Manufacturing, digitisation etc. The first thought which comes to one's mind is obviously how is it going to affect me. Will it help or disrupt? Before we go in details let's first understand the key challenges faced by maintenance in today's world. How these new technological advances can play a role

in approaching these maintenance challenges. Maintenance is always being looked upon as a money guzzler (an item of property - house, car, machines, devices, gadgets etc; that constantly fails to result in paying more to fix.) so the obvious challenge is to making maintenance as a Profit centre to a Cost centre. Controlling cost and expenses is the biggest challenge faced by many maintenance managers. Managers are being pressured to do more with less. Another key challenge in this time of high-pressure situation is to keep the team motivated and in the right mindset to foster a culture of Innovation. Managing workload balance, stress-free atmosphere, providing equal opportunity and space to each individual for his own development are some of the few aspects that need to be taken care of.

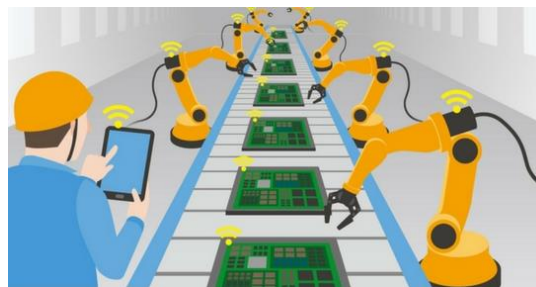


Fig. 3 Maintenance worker in Smart factory [3]

So, let's explore how these new technological advances such as Smart / Intelligent machines (Fig. 3), Predictive analytics, Artificial Intelligence and stuff like this will help the maintenance team in future. Normally whenever we initiate new initiatives the first question raised is how much CAPEX (capital expenditures - the money, a factory spends to buy, maintain, or improve its fixed assets, such as buildings, vehicles, machines, equipment, or land.) is required? What is the ROI etc. Implementing these new technologies need not be always costly/expensive. Simple intelligent sensors gather information, sending it to cloud where the machine learning and predictive analytics model plays its vital role in developing a health index for the motor. This health index is calculated, monitored on a real-time basis. Based on the health index we do not only get the alerts, but we also get the prescriptive recommendations. With this, we can predict the failure or stoppages much early where one can act and avoid failures to happen in future. Maintenance man-hours are avoided as there is no need to keep a daily track of parameters, conduct costly predictive maintenance and above all avoid maintenance spares inventory cost. We do not need to keep a spare motor or a bearing etc. as the predictability of failures is improved so that we can plan for spares in advance once we get any alert. This way digitisation helps in avoiding various cost related to maintenance. With real-time monitoring and predictive analytics, the maintenance worker will get more free time which they can utilize for competency development and training. Generating innovation ideas and implementing the same. This shift from reactive maintenance to proactive maintenance shall reduce stress as the surprise breakdowns get eliminated. In a nutshell, Digitalisation is a boon not only maintenance but stakeholders throughout the value chain too. It is here to stay and is evolving with new technologies, the time has come to catch up with these latest technologies and grow along with it.

Intelligent maintenance in the Industry

Predictive maintenance now enables factories to take their first steps toward designing the maintenance processes of their factories much more efficiently. This is absolutely vital, since 70 percent of the total operating costs for machinery, factories and other capital goods are generated during the service phase. This means that, alongside reliability, reducing service costs

is increasingly becoming a priority. However, it is worthwhile considering predictive maintenance in the broader context of a completely digitised service chain. Only by linking previously separate service processes, from intelligent sensors, proactive maintenance, innovative service technologies and logistics all the way to improved engineering, for example, is it possible to achieve the ultimate objective – factory that have the very highest levels of availability with costs as low as possible. Instead of isolated solutions, must be used specialized, systematically and reliably linking service processes (Fig. 4), digitised from start to finish. Sectors such as the aviation industry have employed this condition-based maintenance approach for years. The aim is now to transfer this method to other industries and supplement them with new analysis opportunities. The advantages of this next generation maintenance solution can be seen in concrete maintenance and servicing savings.

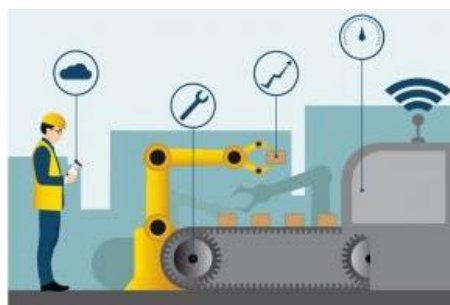


Fig. 4 Maintenance worker in diagnostics process [3]

The next generation of the maintenance solution brings a digital transformation to the service phase. It completely covers the digitised end-to-end service approach and leaves no question unanswered when it comes to advising. Added to this is a comprehensive implementation package embracing design, transformation and operation. Factories can use this to design the service for their processes in such a way that they can be operated in the most reliable, cost-effective and sustainable way possible. It also draws on the established concept of TPM (Total Productive Maintenance), which focuses on the continuous improvement of production – with zero defects and outages as well as no loss of quality.

Operator 4.0 in the maintenance management

The vision of the Operator 4.0 is generally aimed at building relationships based on trust and interaction between people and machines, enabling smart-based businesses to leverage not only the power and capabilities of smart machines but also empower their operators with new skills and technical support to fully exploit production the possibilities resulting from the Industry 4.0 concept (Fig. 5). These technologies, which are already in use by several factories today, include augmented reality, virtual reality, collaborative robotics, and so-called wearable sensors that sense human body functions. [10]

In addition to strengthening physical skills, factory digitisation also requires a change in workers' knowledge and behaviour. Based on its Future of Jobs Report, the World Economic Forum has defined 10 skills that will characterise the Operator 4.0 in 2020 (Fig. 6).



Fig. 5 Maintenance worker in Smart factory [11]

Worker skills in 2015	Worker skills in 2020
1. comprehensive problem solving	1. comprehensive problem solving
2. teamwork	2. critical thinking
3. people management	3. creativity
4. critical thinking	4. people management
5. negotiation	5. teamwork
6. quality control	6. emotional intelligence
7. customer support	7. evaluation and decision making
8. evaluation and decision making	8. customer support
9. ability to listen actively	9. negotiation
10. creativity	10. cognitive flexibility

Fig. 6 Worker skills of Operator 4.0

An ideally qualified maintenance technician should be able to cope in the near future with a "multipath" compound from the following disciplines:

- Technical expertise – mechatronics.
- Methods - the routine use of TPM principles.
- IT technologies - gather information and their analysis and transformation into information and knowledge.
- The spectrum of technical problems that a maintenance technician has to solve requires of the multidisciplinary expertise in the areas of electrical engineering, mechanics and control systems, with the degree of their detail, given by specific manufacturing technologies, and by their trouble-free operation is a responsible technician.

Conclusion

The article gave an insight, how digitisation disrupts the established things in the industry. This disruption will be caused, that workers will be used new technologies to strengthen their skills, increase safety and streamline work activities across all factory processes. As the industry continues to move towards digitization, automation and robotics, many of the activities that are now manual today, will be changed or disappear. Digitisation is not the end of the story of digital transformation as we move to Industry 4.0. But it is a crucial start. Once processes are digitised, then additional technologies like machine learning, AI, IIoT, digital twins (it is already being worked on in factories), and a comprehensive, complete product lifecycle can emerge. But we have to take the first step and put down our pens.



Acknowledgement

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-16-0488

References

- [1] VAVRÍK, V., GREGOR, M., GRZNÁR, P.: Vplyv súčasných trhových zmien na dimenzovanie kapacít výrobných systémov. In: Invention for enterprise [print]: proceedings. - 1. vyd. - Žilina: CEIT Stredoeurópsky technologický inštitút, 2018. - ISBN 978-80-89865-07-9. - s. 152-155.
- [2] TREBUŇA, P., MIZERÁK, M., EDL, M.: 3D scanning technologies and the 3D scanning process. In: Paripex-Indian Journal of Research = PIJR. - Paldi (India): World Wide Journals. - ISSN 2250-1991. - Roč. 8, č. 4 (2019), s. 1-3.
- [3] Available on the internet: <<http://www.synchrono.com/it-ot-convergence-in-the-factory-of-the-future/>>.
- [4] ČAPEK, J., KOVÁČOVÁ, L., WOROBEL, R., BUBENÍK, P.: Measurement of business processes. In: Technológ. - ISSN 1337-8996. - Roč. 9, č. 3 (2017), s. 36-40.
- [5] VAGAŠ, M., ŠIMŠÍK, D., ONOFREJOVÁ, D.: Faktory úspešného nasadenia automatizovaných riešení v kontexte priemyslu 4.0. In: Atp journal: priemyselná automatizácia a informatika: odborný mesačník o priemyselnej automatizácii, informatike a robotike. - Bratislava (Slovensko): HMH. - ISSN 1335-2237. - Roč. 26, č. 5 (2019), s. 56-58.
- [6] RAKYTA, M., GREŇČÍK, J.: Maintenance 4.0 - digitization, personal ensuring and education. In: Národné fórum údržby 2018 [print]: zborník prednášok. - 1. vyd. - Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2018. - ISBN 978-80-554-1445-4. - s. 168-177.
- [7] BUČKOVÁ, M., KRAJČOVIČ, M., PLINTA, D.: Use of dynamic simulation in warehouse designing. In: Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance [electronic]. - ISSN 2194-5357 (online). - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2019. - ISBN 978-3-319-97490-3. - s. 485-498 [online].
- [8] GAŠOVÁ, M., GAŠO, M., ČECHOVÁ, I.: The innovative system of data collection in ergonomics. In: Aktuálne otázky bezpečnosti práce: 31. medzinárodná konferencia BOZP. - Košice: Technická univerzita v Košiciach. - ISBN 978-80-553-2784-6. - s. [1-6].
- [9] HOLUBČÍK, M., VODÁK, J., SOVIAR, J.: How to manage business in collaborative environment. In: Knowledge management in organizations [print, electronic]: proceedings. - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2018. - ISBN 978-3-319-95203-1. - s. 299-311.
- [10] HORVÁTHOVÁ, B., DULINA, L., KRAJČOVIČ, M., KASAJOVÁ, M.: The impact of Industry 4.0 on work activities. In: Aktuálne otázky bezpečnosti práce: 31. medzinárodná konferencia BOZP. - Košice: Technická univerzita v Košiciach. - ISBN 978-80-553-2784-6. - s.
- [11] Available on the internet: <<https://automation.isa.org/isa-uniquely-qualified-prepare-automation-professionals-challenges-future/>>.

Contact address

Ing. Miroslav Fusko, PhD.

University of Žilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia

e-mail: miroslav.fusko@fstroj.uniza.sk



USE OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY IN INDUSTRIAL ENGINEERING

Gabriela GABAJOVÁ – Beáta FURMANNOVÁ– Iveta MEDVECKÁ

Abstract: This paper describes the use of virtual and augmented reality technologies in various fields of industrial engineering. At the beginning, the concept of virtual and augmented reality is briefly explained within the virtual continuum. The article provides the brief description of how augmented or virtual reality contributes to the process improvement and how it can be used in this field. It is also focused on the characteristic areas and the best-known areas of industrial engineering

Keywords: virtual reality, augmented reality, advanced industrial engineering.

Introduction

Virtual and augmented reality as terms are well-known today and they are used in many sectors. These technologies have been used in a wide range of disciplines such as military, aviation, healthcare, but is most widely presented in the area of marketing, advertising and sales. The industry field is also not immune to progress in sophisticated information technology. Current virtual and augmented reality applications in this area get a very interesting view. The use of augmented reality in industry and manufacturing is still in the research and development phase, although the first initial projects are already underway.

Virtual and augmented reality within the virtual continuum

Virtual continuum is a continuous scale between a complete virtual reality and a real environment [1]. This scale includes all possible variants between the ratio of real and virtual elements. The area between these two extremes is called mixed reality. Mixed reality consists of augmented reality and augmented virtuality according to the proportion of virtual elements in the image. Virtual Reality (VR) is an environment modeled by means of computer simulating reality. The technology of virtual reality completely pulls users into the virtual environment. The user uses a Head Mounted Display (HMD) and head-mounted device that may or may not be connected to the computer. In the virtual reality environment, the user is immersed into the virtual world, and can interact with it in a meaningful way. The virtual environment experience has a wide range of information when stimulates all the senses. Visual and sound components are the most preferred, but in more sophisticated cases the other senses, such as smell and touch, are stimulated. System that provides user's feedback and touch interaction are called haptic system. User interaction is ensured by classic computer equipment such as keyboard and mouse, or specially tailored devices such as 3D glasses, clothing that sensing the movement and clothing that stimulates the touch, multi-channel sound, and the others. The environment created in this way can create an image of the real world [2].

Use of augmented and virtual reality in industrial engineering

The Department of Industrial Engineering is very intensively zealous for research in the field of using the virtual reality for industrial engineering. The main applicable areas of these new technologies include:

- **The area of goods picking, warehousing** - Storage and its correct functioning has significant impact on ensuring higher level of customer service and in protecting utility properties of goods [3]. Picking of goods forms an irreplaceable role in the logistics chain connected with the preparation and processing of order. With increasing pressure on quality

and timeliness of delivery as well as increasing diversity and number of picking items, new forms of organization are also developing and new technologies are applied to picking processes. In practice, they are starting to apply so-called free-picking systems. The advantage of these systems is mainly the replacement of the classic paper document by electronic order picking in combination with other technologies, enables to simplify, speed up and improve the process of searching and completing items into the picking order. An example of such a picking method is the so-called „pick-by“ systems [4]. The use of augmented reality in picking order (Fig.1) belongs to “pick-by-vision” system.

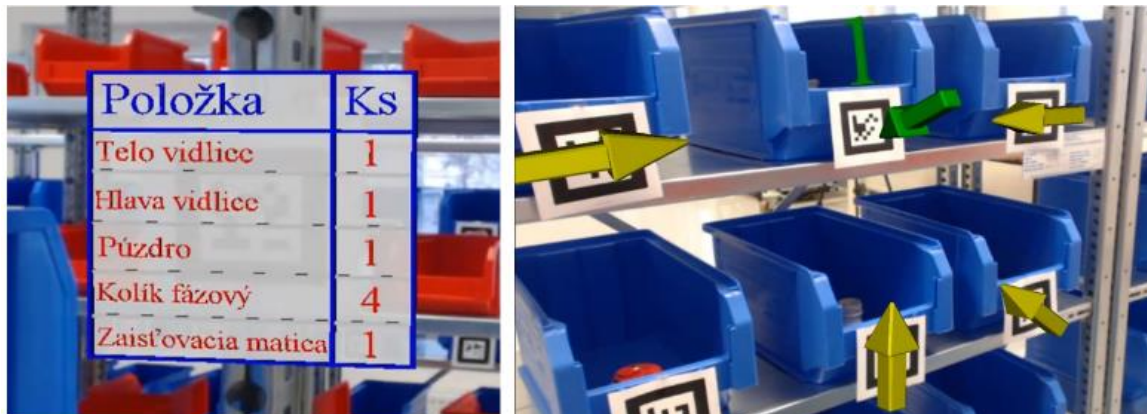


Fig. 1 Pick-by-vision system using augmented reality

- **Design of production and logistics systems** - Designing production and logistics systems is another potential area for the application of augmented reality resources. Nowadays, computer technology and its possibilities are widely used in designing production systems. Augmented reality provides the designer with the advantage of creating a digital model of the manufacturing system and putting it into the real environment. The principle consists in placing markers in the production space and assigning virtual objects to individual markers. With head mounted display or stereoscopic 3D glasses, the designer can view the proposed layout. Digital designing of production and logistics systems does not replace the classical design concept, but extends the capabilities of the designer, what is enhancing the design quality of the resulting layout [5]. The design and visualization of a production and logistics system in a digital environment requires the preparation of 3D models for all components from which the proposed system will be assembled (production machines and equipment, transport and handling equipment, handling units, storage facilities, auxiliary equipment, etc.). The created digital 3D models are then the cornerstone of the digital design of production and logistics systems in a computer environment. 3D modeling of the production system gives us an environment that allows the designer to perceive this modeled environment very much like his real model without the need for major investments to build a real production system [6]. At the same time, it enables the designer to verify several variants of the solution in a short time, which ensures that the resulting production system will be effectively designed already in the preparation phase. For designing production systems, we can use virtual reality technology using Unity 3D programming environment and HTC Vive Pro (Fig.2).



Fig. 2 Design of production system in virtual reality using HTC Vive Pro and Unity 3D

For detailed design of smaller workplaces, we can use augmented reality technology and 3D objects displaying using a tablet or cell phone (Fig.3).

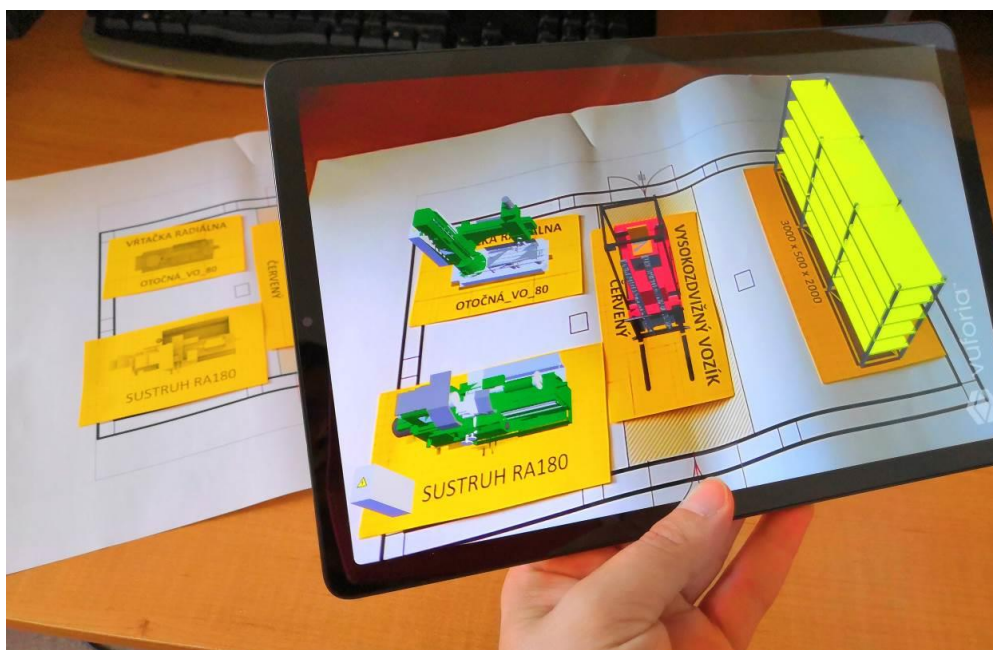


Fig. 3 Design of production system using augmented reality and tablet

- **Detailed design of assembly workplaces and visualization of assembly procedures** - A related area for the design of production and logistics systems is also the area of assembly design. In the conceptual design phase, several variants of workplace design are generally created and the advantages and disadvantages of individual designs are evaluated. It is very advantageous to create variants in 3D environment because of much better imagination and possibility of complex design verification [7]. Thanks to the third dimension of the models, we are much more aware of how the individual elements of the workplace interact and limit each other. Augmented reality can work on multiple technologies to assign virtual models to the real world. In this case, it is best to use a tracking system with markers (Fig.4). This

is because the easiest and the fastest to prepare and most stable to quickly place and move multiple models.

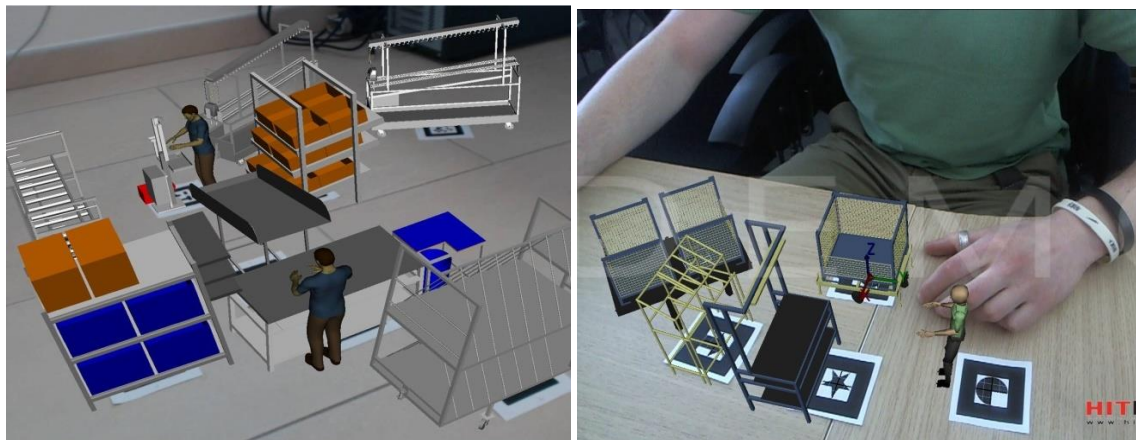


Fig. 4 Detailed design of production system using augmented reality with markers [7]

Augmented reality technology can be applied in many areas. Its use is realistic especially when displaying assembly and workflows, where the main idea is to remove paper instructions and replace them with animated visualization using augmented reality. Assembly means mostly the implementation of connecting technological operations. It is characterized by high intensity of material and information flow and short operation times. The greatest time consumption is spent on the operation manipulation and on the correct positioning of the component to be assembled. Augmented reality offers a solution to reduce this time consumption by providing visual information to the worker during assembly (Fig.5).



Fig. 5 Assembly with augmented reality

- **Service activities and maintenance** – Use of augmented reality in maintenance and service offers a range of options, from simple visualization of disassembly (Fig.6), assembly and replacement of components to visualization of complex service activities [8].



Fig. 6 Service activities with augmented reality [7]

- Ergonomics** - Ergonomics is a scientific discipline dealing with the relationships that emerge between man and the environment that surrounds him [9]. One of the mobile tools for rapid identification and risk analysis in the field of workplace design and ergonomics is CERA (Ceit Ergonomics Analysis Application). The idea of creating a mobile application as a screening tool came with the demand of larger companies that have hundreds of workplaces and are unable to identify risks with their own resources and tools. CERA is a mobile application for screening evaluation of workers' spatial conditions and working positions at potentially hazardous workplaces. It is created on the basis of legislation and technical standards, on its own platform, with the support of virtual and augmented reality [10]. One of the biggest advantages is that the user does not need to be an expert in ergonomics, basic knowledge of ergonomics and detailed design of workplaces is sufficient. In order to use the application effectively, the customer needs a tablet, an installed application, a marker and training for the applications (Fig.7). The main objective of the CERA assessment is to determine whether the workplace is at risk from an ergonomics perspective and whether a detailed assessment of the workplace and a proposal for remedial measures by second-level instruments are necessary, or what health risks to workers.

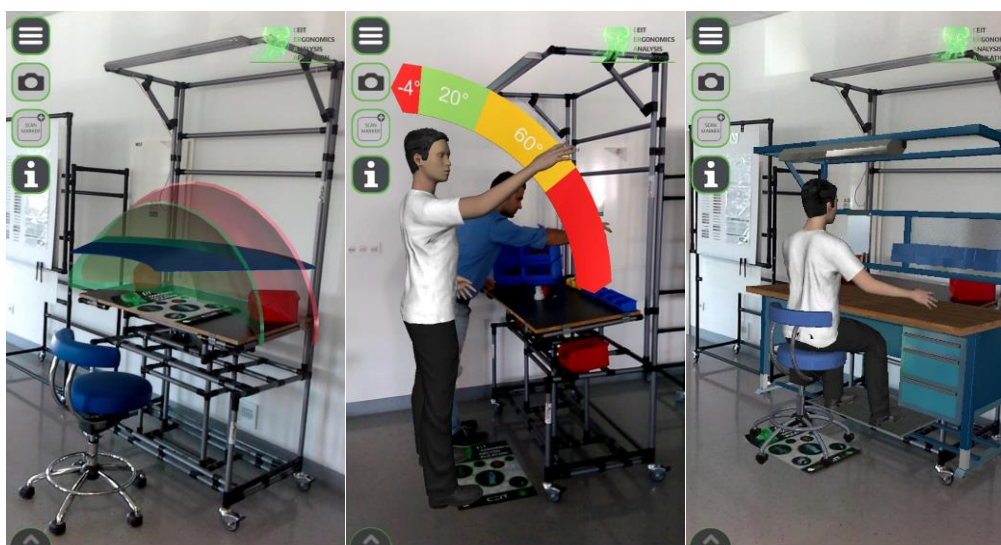


Fig. 7 CERA augmented reality evaluation examples [10]



- **Logistics area** - Despite the fact that the area of augmented reality in logistics, as in other areas of industrial applications, is only at the beginning of its deployment, it is a great contribution to improving logistics processes. For example, augmented reality allows logistics service providers to quickly access expected information anytime, anywhere. This is highly beneficial for the prospective and accurate planning and execution of tasks, such as optimizing delivery and handling, and extremely important in delivering higher-level customer service. As with the promotion of dynamic transport, augmented reality in this case serves primarily to assist the driver in navigating to the place of delivery. In this case, the augmented reality system can not only provide basic navigation but can also serve as an additional information presentation. For example, when the augmented reality device is directed to a particular building or block of buildings, the driver will be provided with additional information about the building (entrance position, unloading characteristics, unloading parking options, etc.). If no public database containing information about the location of the entrance or other local facts is available for that location, the augmented reality device can be used to position its own tags and thereby create its own independent database. When the next shipment arrives at the location, the augmented reality device makes the previously collected information available.

Conclusion

Virtual and augmented reality technologies currently represent a very dynamically developing area of information technology applications. Their deployment in industrial practice and at the same time in university teaching processes is becoming an everyday part. The use of new technologies in industrial engineering has its merits and brings significant process improvement.

This paper was supported by research project KEGA 017ŽU-4/2019 Digitalization in industrial engineering for students of technical focus.

References

- [1] MILGRAM, P., KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. In IEICE Transactions on Information System. Vol. E77-D, No. 12, 1994, p. 1321-1329, ISSN: 1745-1361.
- [2] KRAJČOVIČ, M., GRZNÁR, P. Projektovanie výrobných a montážnych systémov 1: návody na cvičenia. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita, 2016. 164 s., 978-80-554-1261-0.
- [3] BUČKOVÁ, M.; KRAJČOVIČ, M.; EDL, M. Computer Simulation and Optimization of Transport Distances of Order Picking Processes. Procedia Engineering 2017, 192, 69–74. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.012.
- [4] KRAJČOVIČ, M. Pick by vision - utilization of augmented reality in order picking system. In Advanced industrial engineering : new approaches in production management : monograph. Bielsko-Biala: Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, 2015, p. 103-119. ISBN 978-83-927531-7-9
- [5] PLINTA, D., KRAJČOVIČ, M. Production System Designing with the Use of Digital Factory and Augmented Reality Technologies. In Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques; Szewczyk, R., Zieliński, C., Kaliczyńska, M., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2015; Vol. 350, p. 187–196. DOI: 10.1007/978-3-319-15796-2_19.
- [6] KRAJČOVIČ, M., HANČINSKÝ, V. Projektovanie výrobných a montážnych systémov: návody na cvičenia. Žilina : Žilinská univerzita, 2014. 276 s., ISBN 978-80-554-0920-7.



- [7] KALL, F. Navrhovanie ručných montážnych pracovísk s využitím imerzívnych technológií: dizertačná práca. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2014. 159 s.
- [8] GABAJ, I. - KRAJČOVIČ, M. Use of Augmented Reality in Maintenance. In Transcom 2011, Published by University of Žilina, 2011. Part 1, s. 51-54, ISBN 978-80-554-0370-0.
- [9] DULINA, Ł. Augmented reality using in modern ergonomics. In Advanced industrial engineering: new approaches in production management: monograph. Bielsko-Biala: Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, 2015, p. 165-179, ISBN 978-83-927531-7-9.
- [10] GAŠOVÁ, M., GAŠO, M. Mobilná aplikácia CERAA a jej nové moduly. In ProIN, Roč. 18, č. 1 (2017), s. 19 – 22, ISSN 1339-2271.

Contact address

Ing. Gabriela Gabajová, PhD.

Department of Industrial Engineering – University of Žilina

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia

e-mail: gabriela.gabajova@fstroj.uniza.sk



NÁVRH SYSTÉMU ZRÝCHLENIA AKTUALIZÁCIE DÁT PRE SIMULÁCIE DESIGN OF SYSTEM FOR FASTER DATA ACTUALIZATION IN SIMULATION

Štefan MOZOL – Patrik GRZNÁR– Martin KRAJČOVIČ

Abstract: The main object of the article is a design system for faster data actualization in Tecnomatix Plant Simulation software through the AttributeExplorer function and Microsoft Excel. Many companies that use simulation as the optimization tool is meet the problem of the models up to date and actualization time demands. The designed system that uses the AttributeExplorer function of the Tecnomatix Plant Simulation reduces the actualization time demands for activities. The end part of the article contains a comparison of the normal manual data entry and time demands for the use of the designed system.

Keywords: data actualization, simulation, Tecnomatix Plant Simulation, Excel

Introduction

The use of simulation as a tool to streamline and optimise production and logistics processes is now a common way to improve the functioning of the enterprise. Simulation models are now being used in many sectors of work. It may be air transport, health, road and rail transport, metallurgy, supply chains, etc.. [1]. The growing demand for simulation models results in the necessity of processing large amounts of data to continue to remain up to date and reflect the real state of the processes. With the increasing complexity of simulation models, the time requirements for updating both as well as the risk of unsatisfactory validation of the simulation model are also rising [2,3]. The current progress of technology in the field of sensors allows us to actively collect data from the manufacturing process. When introducing a scanning technique in practice, we can meet two sensor approaches:

- Sensors are used for process control,
- The sensors are used for the management process and the information is sent to the database.

In companies, these data are further processed and are built to update Overall Equipment Effectiveness (OEE), Total Equipment Effective Performance (TEEP) or other key performance indicators. However, data from such databases are an appropriate basis for updating the data needed to create a simulation model. The simulation model loses value if it is not up to date [4]. The main objective of the article is to design a system to faster actualization large volumes of data for simulation models in the Tecnomatix Plant Simulation environment by using the Microsoft Excel software tool and the AttributeExplorer function.

Basic scheme

When updating the simulation model data, it can be based on two assumptions either the simulation model is already created or we are going to create one. The layout and its structure do not affect AttributeExplorer because the function shows the objects thus entities that represent the production machines or other devices. However, the model must be logically correct and the times of machine, material handling, other time and limitations correspond to the real state. On Fig. 1 we can see the process of linking between the objects (entities) of the

simulation model and actualization MS Excel [5], which is updated based on Excel to which data is inserted manually, from database or via a link from the sensors.

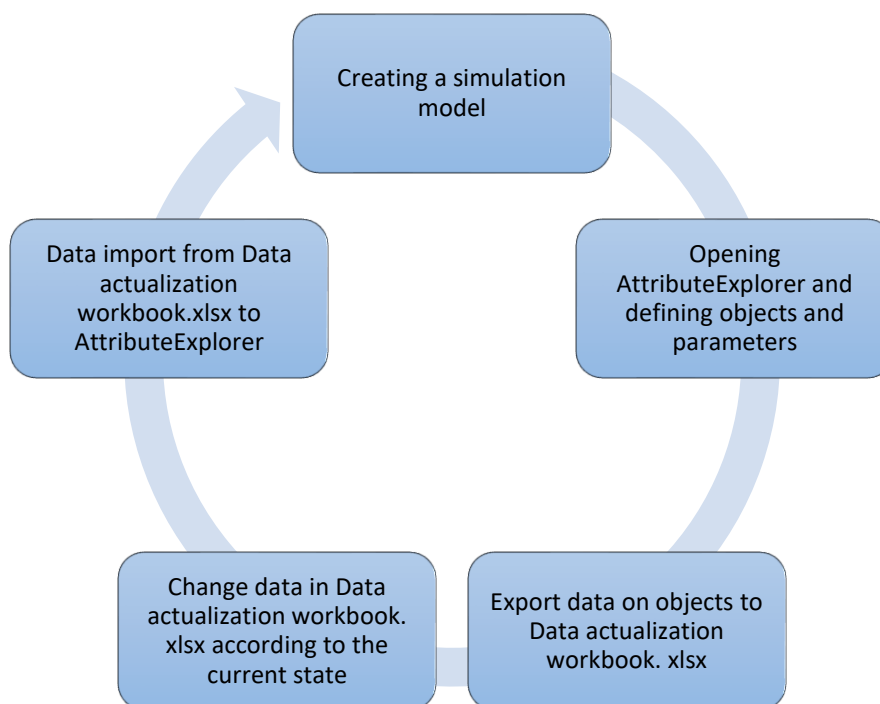


Fig. 1 Update cycle between actualization MS Excel and software Tecnomatix Plant Simulation

When linking Excel and SW Siemens Tecnomatix, AttributeExplorer is used to import and export object data.

An object can be understood by an entity that represents a production machine or device. The availability of equipment and its MTTR is not a static element but dynamic and tends to evolve constantly in time. It is, therefore, necessary that the simulation model contains parameters that correspond to the current availability and MTTR.

Creating a simulation model

The most important step in creating a simulation model is simplification the real system. The notion of simplification can be understood by the deletion of such elements which do not affect the simulation and cause an increase in computing difficulty [6,7]. The next step is to create a logical structure that corresponds to the real system.

Opening AttributeExplorer and defining objects and parameters

After is create the simulation model, it must be inserted AttributeExplorer. He is located in Toolbox under Information Flow. If it is not shown there is need to add it manually via the Home/Manage Class Library. After that Attribute Explorer can be set. In the Objects window, we click on editing and drag and drop objects whose parameters we want to update. It can be any entity that is defined by parameter. After the Apply changes take effect in other AttributeExplorer windows and you can set parameters in the Attribute window to be updated. After clicking on Show Attribute are with us inserting entities displayed the offered redefined parameters for common objects entities that are MTTR and availability at source, for example, it is interval and number etc. see Fig. 2.

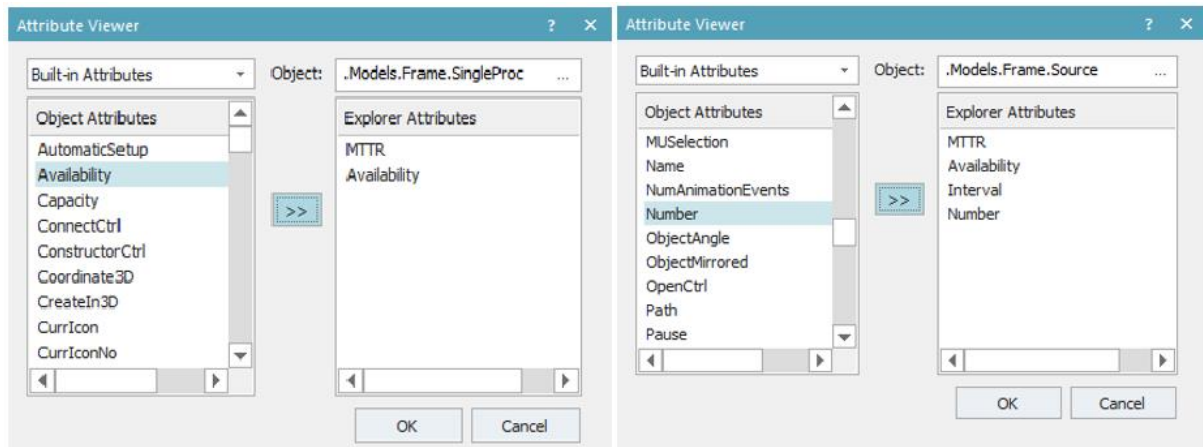


Fig. 2 Show Attributes window

After confirming click on Show Explorer there is a possibility to change the parameters. Due to an error in the software is necessarily insert one parameter that will be as recent in the table and just one object that will be the same last in the table and after the updates can be erased and must be inserted after the update.

Export data on objects to Data actualization workbook.xlsx

Most companies use MS Excel to keep up-to-date information that is possible to link precisely with AttributeExplorer. We click the right mouse button to click on its blue bar and we will select the Export and file with the data then save as Data actualization workbook. xlsx.

Change data in Data actualization workbook. xlsx according to the current state

When you open this created Excel, we see that the parameter values are displayed in cells. In this way, Excel can then be linked to cells or pivot table that summarize data with databases by using cells. Fig. 3 Preview of Excel view.

	A	B	C
1		Interval	Number
2	.Models.Frame.Input_of_shipment_truck_A_LM	7200	560
3	.Models.Frame.Input_of_shipment_truck_PP	12600	600
4	.Models.Frame.Input_of_shipment_truck_BA	14400	1000
5	.Models.Frame.Input_of_shipment_truck_B_MI	10800	510
6	.Models.Frame.Input_of_shipment_truck_B_KE	14400	550
7	.Models.Frame.Input_of_shipment_truck_B_MT	7200	510

Fig. 3 Example of simulation model parameters transferred to cells using Export

Data import from Data actualization workbook.xlsx to AttributeExplorer

After updating Excel with up to date data or forecast data, it is select in AttributeExplorer by right mouse click Import and chooses Data actualization workbook. xlsx then is select Apply. By this confirmation changes take effect on whole simulation model. An example is shown in Fig. 4.

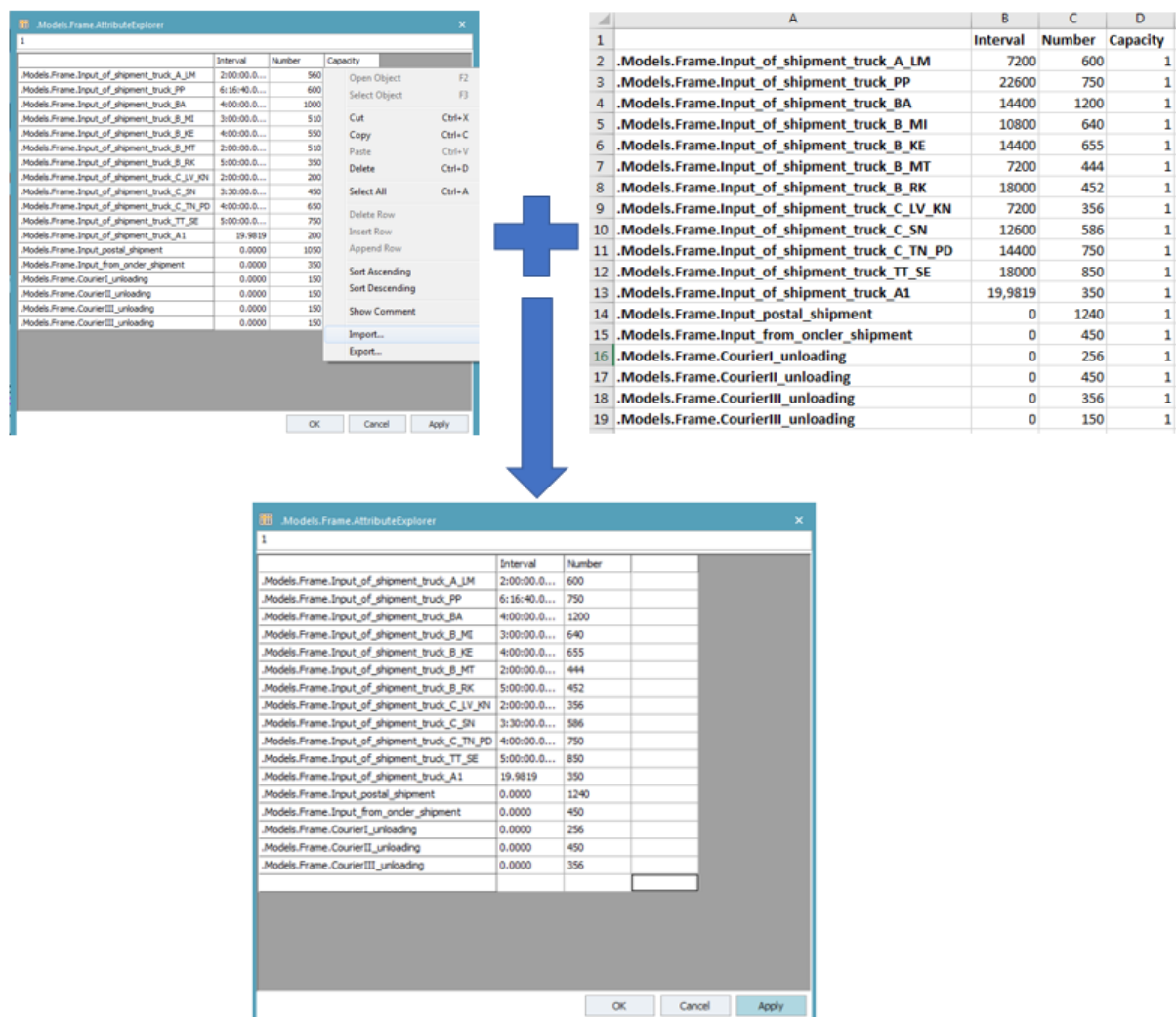


Fig. 4 Example of Import MS Excel data to the simulation model

Time demands comparison

To compare the creation time elaborateness and benefits that the AttributeExplorer offers has been created on the basis of a simulation model Fig. 5 table Tab. 1. This table contains the time demands on the setting of the AttributeExplorer, and the time demands to update the simulation model manually in simulation model and through AttributeExplorer.

Tab. 3 Table of experiments and results

Activity	The setting of 17 parameters	The setting of 34 parameters	The setting of 100 parameters	Average
Basic settings for AttributeExplorer	1 minute 20 seconds	2 minute 2 seconds ago	4 minutes 12 seconds	
Manual actualization in simulation model	2 minutes ago 50 seconds	5 minutes 55 seconds	18 minutes 45 seconds	
Manually actualization via Attribute Explorer	51 seconds	1 minute	4 minutes	

		45 seconds	47 seconds	
Decrease of time demands in (min)	-1 minutes 59 seconds	-4 minutes 10 seconds	-13 minutes 58 seconds	
Decrease of time demands in (%)	-70%	-70.42%	-74.49%	71.63%

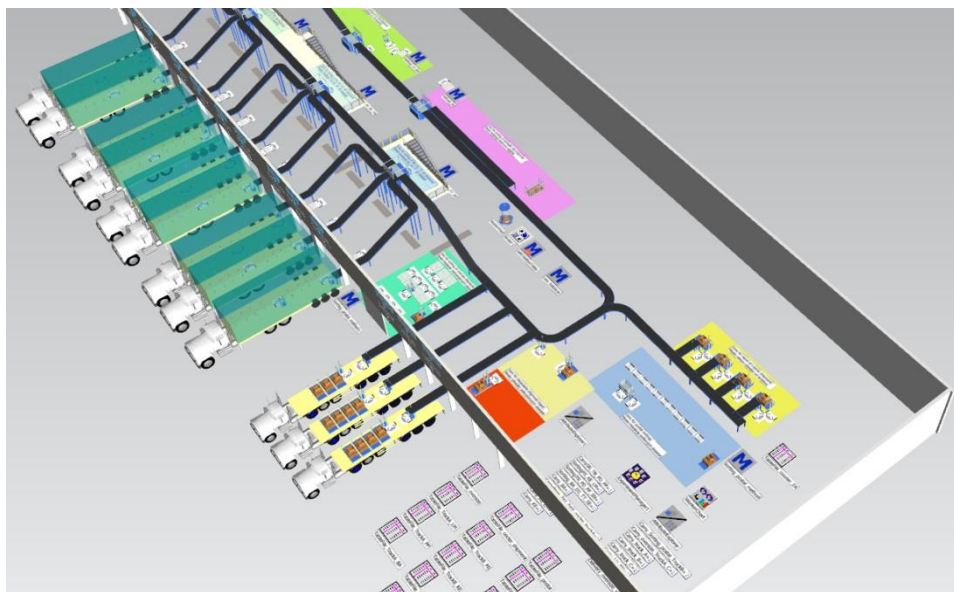


Fig. 5 Simulation model on which experiments were carried out

Conclusion

The use of simulations in the business process is on the rise not only in Slovakia but also abroad. Their main advantage is the ability to answer the question "What happens if". The ability to predict consequences is largely dependent on the accuracy of the simulation model and it is up to date. Business processes are very dynamic and the actuality is growing on importance. The article presented the design of a system to data actualization in one of most widespread software's Tecnomatix Plant Simulation by using MS Excel and function AttributeExplorer. Updating the data of more complex simulation models is high time-consuming so it is advisable to simplify such work. Tecnomatix Plant Simulation includes a feature that helps to update larger amounts of data. Excel as a tool allows you to link from Database tools and sensors that describe the state of processes. With this data we can actualizing and import them using AttributeExplorer into the simulation model to help reduce the time demands of update activities. Example of work can be seen on creating simulation model according to experiments on simulation model time demands can decrease by up to 71.63%.

Acknowledgements: This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-18-0522

Literature

[1] KELTON, W.D., SMITH, J.S., STURROCK, D.T.: Simio and Simulation: Modeling, Analysis, Applications, Third Editions, Published by Simio LLC, 2014, ISBN 9781492116424.



- [2] LAW, A.M.: Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill, New York, fifth edition, 2007, ISBN-13: 978-0073401324.
- [3] MARTINKOVIČ, M., SVITEK, R., BIŇASOVÁ, V., MIČIETA, B.: Tvorba simulačného projektu v montážnom podniku. In: Trendy a inovatívne prístupy v podnikových procesoch : zborník príspevkov. - Košice: Technická univerzita v Košiciach. S. 1-8. ISBN 978-80-553-3210-9. (2019) on-line
- [4] HOLLA, KZ., RISTVEJ, J., SIMAK, L.: Systematic method of risk assessment in industrial processes. Proceeding of the 7th International Conference on Computer Simulation in Risk Analysis and Hazard Mitigation, Algarve, Portugal, 13.09-15.09.2010, Brebbia, WIT PRESS, Southampton, England, 2010, pp. 115-126. DOI: 10.2495/RISK100111
- [5] BAUKNECHT, R.: Data interfaces – Database, SQLite, ODBC, EXCEL, XML – bi-directional data exchange, Plant Simulation Worldwide User Conference 2016, (citované 2019)
- [6] TREBUŇA, P., KLIMENT, M., EDL, M., PETRIK, M.: Creation of simulation model of expansion of production in manufacturing companies. In MODELLING OF MECHANICAL AND MECHATRONIC SYSTEMS, Proceeding of the 6th Conference on Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems (MMaMS), Vysoké Tatry, Slovakia, 25-27.11.2014, Procedia Engineering, Vol. 96, 2014, pp. 477-482. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.12.118
- [7] HRUBOS, M., et al.: Searching for collisions between mobile robot and environment. Proceeding of the ELEKTRO 11th International Conference, Slovakia, 16.5-18.5.2016, ELEKTRO 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE, 2016, pp. 406-411. DOI: 10.1177/1729881416667500

Contact address

Ing. Štefan Mozol

University of Žilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia

e-mail: stefan.mozol@fstroj.uniza.sk

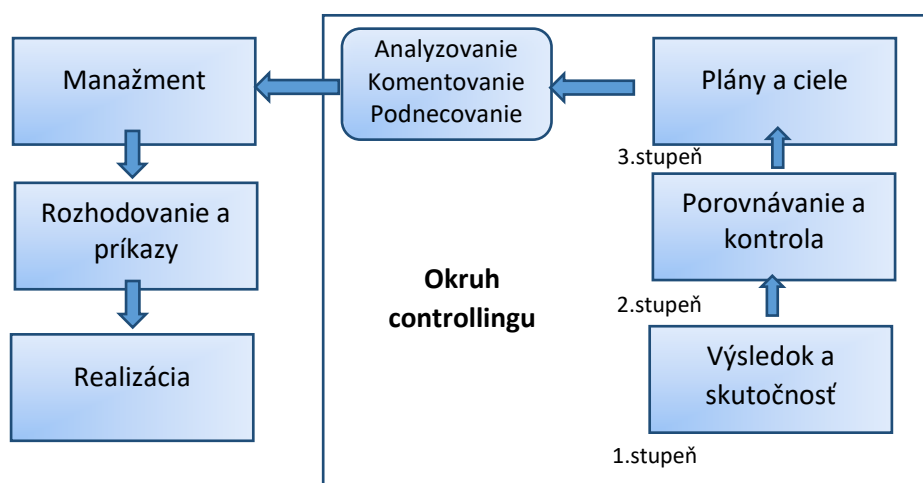
REPORTING PODNIKU A JEHO VIZUALIZÁCIA

Jaroslava KÁDÁROVÁ – Michaela KOČIŠOVÁ – Gabriel KÁDÁR

Abstract: Reporting as a part of corporate controlling exists for a longer period in companies. In recent years, it has become independent and emerged in the field of reporting itself. Reporting uses various tools oriented to internal and external reporting process. Various elements of software support and visualization of the resulting reports and analysis results are introduced.
Keywords: Reporting, Visualization, Controlling, Company.

Úvod

Podstatné je vymedziť vzťah medzi manažmentom a controllingovou funkciou v podniku. Controlling, **hodnotí, inšpiruje, analyzuje, kontroluje a dáva odporúčania**, zatiaľ čo **manažment rozhoduje, má zodpovednosť**. Controlling v podniku je vysokokvalifikovaným poradenstvom pre manažérov. Podľa postupu zavádzania controllingu úplnosti v podniku rozoznávame tri stupne controllingu, ktoré sú znázornené na obr. 1 [2].



Obr. 1 Controlling a manažment [2]

Jednotlivé stupne controllingu sú nasledovné:

1. stupeň je spätý s účtovníctvom, s využitím jeho funkcie registrácie dosiahnutej skutočnosti. Podstatné je, aby účtovníctvo a účtovné doklady zaznamenávali všetky informácie nevyhnutné pre riadenie.

Controlling sa orientuje na:

- budúcnosť,
- účtovníctvo,
- na minulosť a súčasnosť, preto mu poskytuje podnety, informácie pre budúce riadenie.

2. stupeň sa orientuje na sledovanie a porovnávanie odchýlok od plánu, od prijatých cieľov podniku. Controlling na rozdiel od kontroly zistené odchýlky nielen zaznamenáva, ale aj navrhuje zmeny a zlepšenia, hodnotí. Tu sa preukazuje mnohokrát spomínaná úloha controllingu čiže úloha navigátora.

3. stupeň uzatvára okruh controllingu, ktorý je orientovaný na riadenie podniku. Ide vlastne o všeobecnú podporu riadenia podniku pomocou plánovacích, kontrolných, hodnotiacich a korigujúcich informácií [2].

Súčasťou každého moderného podniku je controlling. Ten je zameraný na výsledok, ktorý prekračuje hranice funkcií a koordinuje plánovanie, informačný tok a kontrolu znázornené na Obr. 2.



Obr. 2 Systém controllingu v podniku

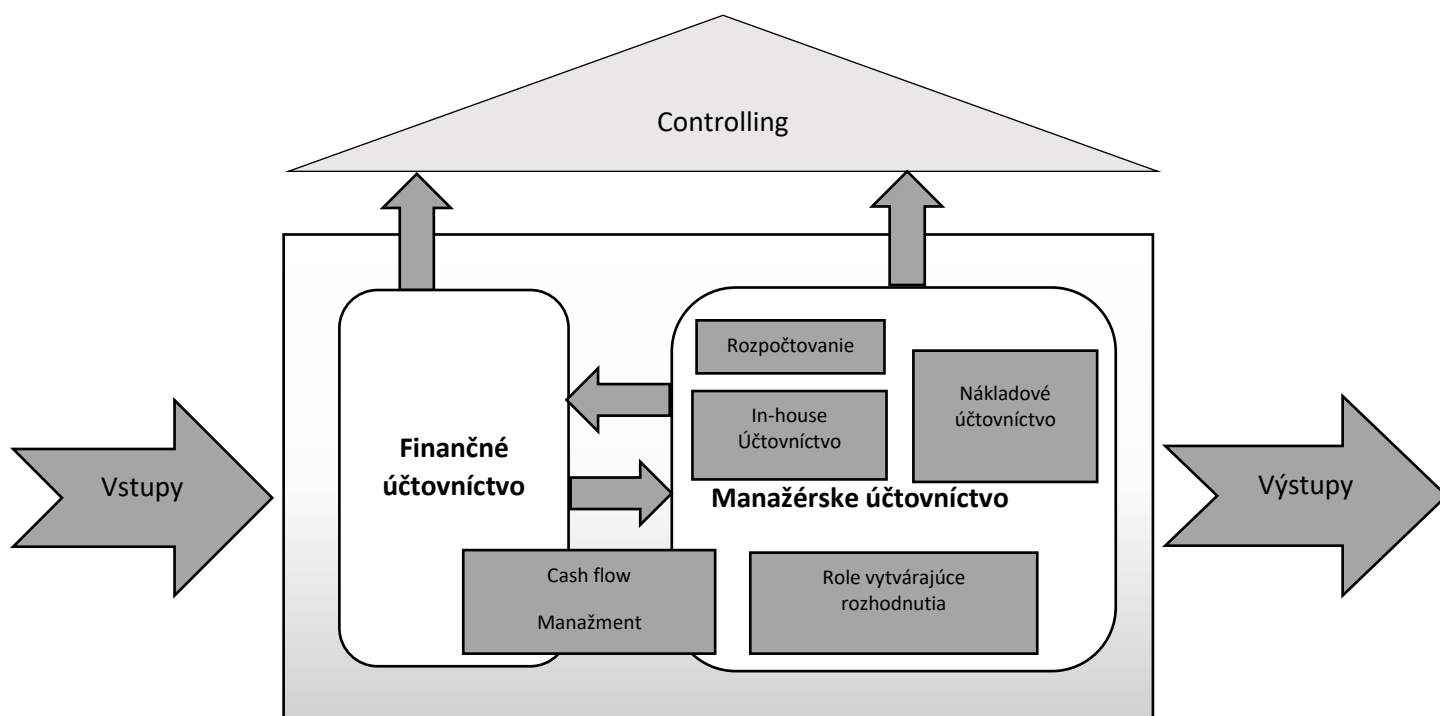
Samotná podstata controllingu pomáha podniku odhaľovať tzv. „úzke miesta“ a následne použitím vhodných metód riadenia nebezpečenstvo úspešne eliminovať. Dobre fungujúci controlling v podniku očakáva i správne organizačné začlenenie. Je funkciou, ktorá je momentálne nielen moderná, ale i veľmi potrebná. Controlling je nástroj, ktorý zabezpečuje manažment informáciami. Obsah controllingu nie je nový, ale ide o širšie aplikovanú metódu riadenia. Veľký dôraz je kladený na systematickosť a komplexnosť v identifikácii najdôležitejších udalostí a jeho okolí. Jeho úlohou je zaistiť zodpovedajúce informácie pre činnosť vrcholového manažmentu pri riadení podniku [5, 6].

Controlling je zameraná na tzv. úzke miesta, teda na najslabšie články podniku. Sú to miesta v organizačnej štruktúre podniku, v ktorých najskôr a najčastejšie vznikajú problémy. V prípade neriešenia úzkych miest môže dôjsť k nesplneniu vytýčených cieľov niektorou organizačnou jednotkou podniku, a to môže v konečnom dôsledku spôsobiť nesplnenie cieľov podniku ako celku. Vlastnosťou dobre fungujúceho controllingového systému je schopnosť predvídať správanie trhu. Podnik, ktorý dokáže včas predvídať smer vývoja trhu, môže neustále zvyšovať svoju konkurenčnú schopnosť. Dôležitou vlastnosťou controllingu je tiež umožniť včasnú informovanosť vedúcich pracovníkov podniku o potrebách súčasných i potenciálnych zákazníkov, čo umožňuje pružne reagovať a operatívne uspokojiť ich požiadavky. Väčšinou uvedených definícií zdôrazňuje, že controlling je nástroj zabezpečenia realizácie cieľov podniku pomocou využívania vhodného systému plánovania, kontroly a zabezpečenia

informáciami. Dominujúci význam sa popri tom všetkom pripisuje koordinácii a smerovaniu vývoja a činnosti podniku. V takomto ponímaní predstavuje controlling integrálnu funkciu riadenia, ktorá využíva sústavu vhodných zvolených nástrojov, umožňujúcich manažérom prijímať správne rozhodnutia vedúce k realizácii stanovených cieľov. [9]

Model ekonomických procesov

Na obr. 3 je znázornený model ekonomický procesov, ktorý zahŕňa tri základné časti: finančné účtovníctvo, manažérske účtovníctvo a controlling. Všetky tri procesy komunikujú medzi sebou a nemôžu existovať jeden bez druhého. Moderné informačné systémy zamerňajú množstvo funkcií, ktorých výstupy sú následne použité na všetkých úrovniach riadenia. Tieto funkcie sú skupina vzájomne prepojených komponentov, ktoré zhromažďujú dáta. Dáta spracúvajú a prevádzajú tieto dáta do formy informácií, ktoré poskytujú kontrétnu informáciu koncovým užívateľom a sú prezentované v podobe výstupov. Tieto výstupy môžu slúžiť aj ako spätná väzba kvality vstupov. [7]



Obr. 3 Ekonomické procesy v rámci podniku

Podniky v tomto výskume spadajú prevažne do kategórie malých podnikov. Podľa počtu zamestnancov (do 50 zamestnancov), je to približne 63%. Pri stredne veľkých podnikoch (do 249 zamestnancov) je to približne 30%. Malú časť tvoria veľké podniky s približne 7%. Ak sa berie do úvahy objem obrátu (približne do 10 miliónov EUR), potom 57% všetkých spoločností patrí do kategórie malých podnikov. Na Slovenskom trhu informačných systémov dominujú predovšetkým Slovenské výroby. Všetky zahraničné výrobky musia spĺňať podmienky Slovenského trhu. Hlavne pokiaľ ide o ich súlad so Slovenskými legislatívnymi požiadavkami. Riadenie ekonomických procesov je dôležitou súčasťou podnikových informačných systémov, ktoré ponúka. Ekonomika zahŕňa všetky finančné a in-house účtovné funkcie, rozpočtovanie, kalkulácie, rozhodovacie role a riadenie cash-flow a controllingu. Finančné účtovníctvo a in-house účtovné funkcie sú prevažne zastúpené v oblasti hospodárstva. 97% všetkých spoločností

používa informačné systémy týchto dvoch funkcií. Iba 3% všetkých podnikov riešia tieto oblasti informačných systémov na čiastočnej báze. Okrem toho je zrejmé, že funkcia pre riadenie finančných a in-house účelov účtovania sú ponúkané súbežne. Na obrázku je znázornené využitie informačného systému pre ekonomické procesy Slovenských podnikoch.



Obr. 4 Využitie informačného systému pre ekonomické procesy v Slovenských podnikoch

Z obrázku 4 je vidieť, že ako cash-flow (91% alebo 93%) tak aj controlling (77% alebo 75%) sú silne zastúpené v Slovenských podnikoch. Viac ako 71% všetkých podnikov využíva rozpočtovanie a asi 70% využívajú kalkuláciu. Rozhodovacie role majú výrazne menšie zastúpenie v oblasti riadenia podniku. Respondenti zoradili časti hospodárskeho procesu v súlade s ich prioritami v informačnom systéme. Nasledujúci obrázok odráža poradie častí ekonomického procesného riadenia v informačnom systéme. Výsledky ukazujú, že respondenti priradili najvyššiu prioritu finančnému účtovníctvu a riadeniu cash-flow.

Reporting ako nástroj controllingu

Fibírová a Šoljaková (2010) uvádzajú: „*Reporting predstavuje komplexný systém vnútropodnikových výkazov a správ, ktoré syntetizujú informácie pre riadenie podniku ako celku i jeho základných organizačných jednotiek.* Základnou súčasťou reportingu sú **kľúčové ukazovatele výkonnosti (KPIs).**

K hlavným kritériám na implementáciu a návrh podnikového reportingu patrí:

- Návrh a následné využívanie jednotného návrhu výstupných výkazov.
- Identifikácia koncových užívateľov reportov, analýza požiadaviek a potrieb z hľadiska formy, obsahu a času poskytovaných informácií.
- Voľba vhodného spôsobu distribúcie výkazu, oddelenie dôverných informácií od ostatných a zaistenie ochrany.
- Odlíšenie obsahu výsledných reportov podľa potrieb vonkajších a vnútorných užívateľov.
- Využitie spätnej väzby od koncových užívateľov reportov.

Controlling plní v podnikovom riadení veľké množstvo funkcií. Každá funkcia si vyžaduje rôznorodé nástroje.

Reporty môžeme v praxi rozdeliť na:

- **Interné reporty** – zahrňujú reporty určené predstavenstvu, dozornej rade a jednotlivým úsekom v rámci organizačnej štruktúry spoločnosti. Pri ich zostavovaní sa kladie mimoriadny dôraz na stručnosť, jasnosť a zrozumiteľnosť reportov
- **Externý reporting** - ide o reporting materskej spoločnosti. Vyplňuje sa on-line do reportingového systému. Štvrťročne sa do systému vkladajú výsledky za celú spoločnosť podľa medzinárodných účtovných štandardov.

Tab. 4 Porovnanie externého a interného reportingu

	EXTERNÝ REPORTING	INTERNÝ REPORTING
Dôvod zostavovania	Externé požiadavky	Interné riadenie podniku
Okruh príjemcov	Financial community	Manažment, vedenie podniku
Rozsah - Obsah	Jednoznačne určený	Voľne definovaný
Dohľad	Právna organizácia (podniková štruktúra)	Podnikateľská organizácia (segmentová štruktúra)
Cieľ	Finančné zobrazenie minulosti	Základ pre controlling orientovaný do minulosti a budúcnosti

Robí sa porovnávanie s rovnakým obdobím predchádzajúceho roka a s pevným plánom. Rovnako sú reportované strednodobé plány a ročné plány. Štandardne sa vyplňuje výkaz zisku a strát, súvaha, výkaz cash flow a výkaz ďalších ukazovateľov vyžadovaných materskou spoločnosťou.

Medzi hlavné ciele finančného reportingu možno zaradiť:

- **Dokumentáciu** - potreba dokumentácie vychádza z interných potrieb podniku a právnych predpisov.
- **Prenos informácií a vytváranie správ** - reporting má úzku nadväznosť na finančné účtovníctvo. Reporting sa zaoberá tvorbou reportov, čo predstavuje správy v určitej štruktúre a forme.
- **Podporu rozhodovacích procesov a ich kontrolu** - rozhodnutie závisí na osobe, čase a hlavne na informáciách, ktoré slúžia ako podklad pre rozhodnutie. Pre rozhodnutia sú potrebné informácie, ktoré kontrolujú výsledok a tak vytvárajú spätnú väzbu .
- **Podporu procesov a pracovných postupov** - v podniku denne prebieha množstvo aktivít [7]:
 - plánové,
 - rutinné - za opakujúcich sa podmienkach,
 - náhodné - potreba viac detailnejších informácií.

Druhy reportingu sa členia v závislosti na frekvencii, v ktorej sú výkazy poskytované a v závislosti na tom, komu sú tieto výkazy určené [7].

Podľa frekvencie poskytovania hovoríme o **štandardnom** a **mimoriadnom reportingu** a podľa jeho užívateľov sa delí na **interný** a **externý reporting**.

Ďalej možno reporting deliť podľa spôsobu vytvorenia a využitia jeho prínosu na: **statický, dynamický, centralizovaný, decentralizovaný** [7].

Reporting je dôležitou súčasťou controllingového systému. Reporting, výkazníctvo zobrazuje jeden z podsystémov controllingom koordinovaného podnikového informačného systému. Z účtovných zdrojov v rámci reportingu sú tvorené:

- správy,
- výkazy,

- štatistiky, s cieľom poskytnúť podniku dôležité informácie pre riadenie podniku a jeho vnútropodnikových jednotiek.

Hlavné princípy reportingu je možné definovať nasledovne [8]:

- orientácia na ciele je základným predpokladom úspešnosti reportingu. Na základe plánu a priebežnej kontroly dosiahnutých výsledkov musí manažment pružne reagovať na odchýlky a zabezpečiť želaný stav,
- prehľadnosť a jednoduchosť popisu hospodárskych procesov je možné zabezpečiť ich zostavením vo forme tabuliek aby umožnili rýchlu orientáciu,
- zúžený rozsah informácií, pre efektívne riadenie podniku na vrcholovej úrovni postačuje 10 % z celkového rozsahu dostupných informácií v podniku,
- orientácia na silné a slabé miesta umožňuje včasné eliminovanie rizík a správne využitie kvalitných a včasných informácií,
- efektívne riadenie výsledku hospodárenia je potrebné v prípade kladného aj záporného vývoja. Prebytky hospodárenia je potrebné investovať a negatívne výsledky eliminovať,
- systém zodpovednosti je nevyhnutný z dôvodu rýchlej reakcie na vzniknuté situácie a odchýlky od požadovaného stavu.

Faktory ovplyvňujúce podobu reportingu

Faktory, ktoré ovplyvňujú reporting sú [5]:

- subjekt,
- objekt,
- okolie.

Tieto faktory sú vo vzájomnej interakcii a navzájom na seba nadväzujú. Mnoho odborníkov sa zhoduje, že najdôležitejší je faktor okolia, pretože v jeho rámci sa ostatné dva pohybujú.

Subjekt

Zberom a prenášaním informácií sa zberá subjekt. Oznámenie tejto informácie druhému človeku sa považuje za prenos informácie. Informácie môžu mať pre každého z nich rozdielnu hodnotu, ktorá je závislá na jej príjemcovi a tvorcovi [5].

Tvorca - pri reportingu je osobnosť tvorca veľmi dôležitá a to z troch hľadísk:

1. **Pozícia tvorca** – zakladá sa na tom, z akého miesta tvorca reportu prístupuje k opisovanému objektu: mimo objektu alebo vo vnútri objektu. Pri prístupe z vnútra objektu - tvorca reportu prináša lepšie a detailnejšie informácie, má detailnejšie dáta, ale môže byť tiež viac ovplyvnený objektom reportingu a tým viac skresľovať realitu.
2. **Vzťah tvorca k objektu** – ak má tvorca kladný vzťah k objektu reportingu, jeho pohľad na objekt reportingu môže byť zaujatý a neskôr na samotný reporting môže byť ovplyvnený. Konkrétnu podobu výstupu reportingu ovplyvňuje motív tvorca.. Zamestnanec má potrebu ukazovať lepšie hospodárske výsledky, potláčať nedostatky a prezentovať úspechy. Najideálnejšie je, keď je tvorca nezávislý a udržiava si istý odstup.
3. **Zručnosti a znalosti tvorca reportingu** - schopnosť pochopiť súvislosti, kreativita, analytické myslenie v kombinácii s patričnými znalosťami tvorca, sú najlepšimi predpokladmi ku kvalitne vykonanému výstupu reportingu.

Príjemca - pre príjemcu informácia poskytnutá reportingom je využiteľná len v konkrétnej vhodnej situácii a okamihu. Ľudia znalí, odborníci a zapojení do danej problematiky, vyžadujú detailnejšie informácie na konkrétne témy, majú oveľa väčšie nároky na výstupy z reportingu,



aby získali informácie sú schopní používať prepracované prostriedky (softvér, informačné zdroje).

Laik prijíma pre neho zrozumiteľné informácie, orientuje sa na novinky, nepúšťa sa do detailov. Reporting musí odzrkadľovať očakávania príjemcu a tak uspokojiť jeho informačnú potrebu.

Objekt

Objekt reportingu zahŕňa napr. podnikové výkazy, finančné ukazovatele podniku, burzovú hodnotu. Objektom môže byť aj určitá situácia napr. situácie po zvýšení úrokových sadzieb alebo dianie na burze.

Okolie

Okolie pôsobí tiež aj na ostatné dva faktory - subjekt a objekt. Má rozhodujúci vplyv na tvorbu finančného reportingu.

Okolím sa myslí všetko, čo nás obklopuje:

- miesto pôsobenia subjektu,
- podmienky, ktoré ovplyvňujú správanie objektu,
- všetko, čo pôsobí na reporting a môže menej či viac ovplyvniť.

Business Intelligence

Business Intelligence (BI) je súhrn technológií, procesov, znalostí, riešení a aplikácií, ktorých cieľom je účinne a účelne podporovať riadiace aktivity v podnikoch. Podporujú analytické, plánovacie a rozhodovacie činnosti podnikov na všetkých úrovniach a vo všetkých oblastiach podnikového riadenia.

Aplikácie Business Intelligence by mali v podniku:

- monitorovať a hodnotiť podnikové ukazovatele na definovanom rozsahu podnikových údajov,
- umožniť analyzovať ukazovatele podľa rôznych hľadísk a dimenzií a ich rôzne kombinácie v reálnom čase,
- analyzovať vývoj podnikových ukazovateľov a ich vývoj v čase podľa rôznych úrovni detailnosti hodnotenia ukazovateľov,
- prezentovať výstupné informácie, v čo najvyššom grafickom zobrazení a zabezpečiť užívateľovi rýchlu orientáciu vo výstupných zostavách informácií.

Vizualizácia informácií

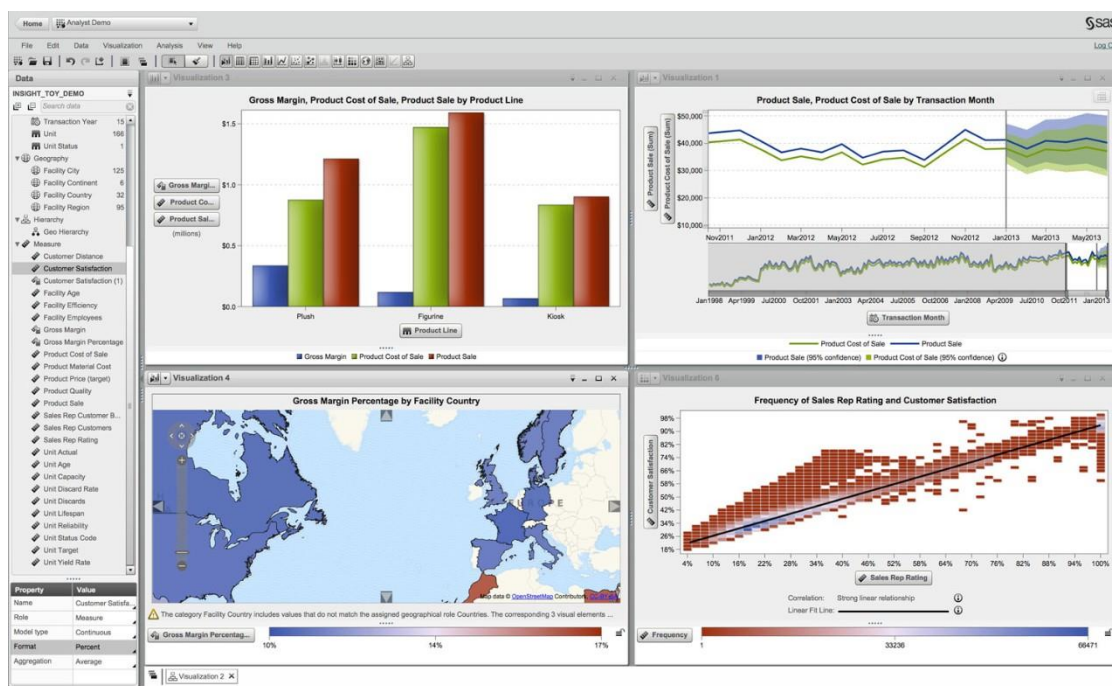
Vizualizácia je využívanie komunikačných alebo programových, technických, teoretických prostriedkov pre viditeľnosť určených objektov. Tabuľky a grafy, rovnako ako aj ďalšie pokročilé vizualizácie dát pomáhajú užívateľom lepšie pochopiť ich dáta a tak poskytujú rýchly a zmysluplnejší pohľad v súvislostiach a to najmä pri porovnávaní dát.

Informácie poskytované by mala vizualizácia efektívne predávať. Či je za účelom vzdelávanie, propagácia informácií, alebo je vizualizácia nástrojom, ktorý človek používa pri práci a rozhodovaní grafické znázornenie musí zodpovedať cieľom projektu. Každý jeden z týchto zámerov vyžaduje mierne odlišný prístup k tvorbe reprezentácie. Je vhodné pri voľbe obrazového znázornenia vychádzať z teórie vizuálnej komunikácie a to napr. typografie, zásad grafického designu, teórie farieb, štylizácie informácií a vzťahov. Vizualizácia má človeku slúžiť, pomôcť mu zorientovať sa vo všeobecných informáciách, pochopiť správu, ktorú znázornenie predáva, odhaliť dôležité údaje [14].

Proces vytvárania informačnej vizualizácie pozostáva z dvoch základných fáz:

- získania a spracovania dát.

- tvorby interaktívnej vizuálnej reprezentácie.



Obr. 5 Vizualizácia dát [6]

V dnešnom rýchlo sa meniacom obchodnom prostredí, skenovanie cez riadky dát môže byť časovo nepraktické a náročné. Mnoho obchodníkov chce ľahko vizuálne nástroje vidieť presné a v reálnom čase. Najmodernejšie vizualizačné nástroje vykazujú zhrnutie na vysokej úrovni o dôležitých dát. Predstavujú informácie v jasne vymedzených priestoroch pomocou tvar, veľkosť a farbu, aby kontext a zmysel pre užívateľov, ktorí môžu identifikovať trendy a nahliadnuť na prvý pohľad. Vizualizácia dát má veľkú presvedčovaciu silu.

Conclusion

With the process of electronization and digitization of the economy and business management, the level of information support is increasing and the use of innovated and new tools to provide aggregated and concrete outputs from data analysis. The current trend is to use visualized reports for management and decision-making in companies that improve and accelerate these processes.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu KEGA č. 026TUKE-4/2017 Implementácia inovatívnych edukačných prístupov a nástrojov pre posilnenie rozvoja kľúčových kompetencií absolventov študijného odboru Priemyselné inžinierstvo.

References

- [1] LANDA M. - POLAK, M.: *Ekonomické řízení podniku*. Computer Press, a.s., Praha 2008.
- [2] JAKUBOVCOVÁ, E. – VIDOVÁ, J.: *Účtovníctvo*. TUKE SjF, Košice 2003.
- [3] PONIŽČIAKOVÁ, O. - GOGOLOVÁ, M.: *Podnikový controlling*. Žilinská univerzita v Žiline. Žilina 2017.
- [4] BUBENIK, P., *Manažérske informačné systémy*. Žilinská univerzita v Žiline. Žilina 2016.
- [5] SEDLÁK, M.: *Základy manažmentu*. 2012
- [6] STACHO Z. - STACHOVÁ, K.: *Organizácia manažérskej práce*. 2017.



- [7] ESCHENBACH R. - SILLER, H.: *Profesionální controlling*. 2012.
[8] CHODASOVÁ, Z.: *Podnikový controlling*. 2012.
[9] GÁLA, L. - ŠEDIVÁ, Z. - POUR, J.: *Podniková informatika*. 2016.
[10] NOVOTNÝ, O. et al.: *Řízení výkonnosti podnikové informatiky*. 2011.

Contact address

doc. Ing. Jaroslava Kádárová, PhD.

Ing. Michaela Kočíšová, PhD., MBA

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: jaroslava.kadarova@tuke.sk

michaela.kocisova@tuke.sk



BUSINESS PROCESS REENGINEERING – EFFECTIVE WAY TO CHANGE

Peter MALEGA

Abstract: This paper deals with business process reengineering, which in today's competitive environment is the right way to change and effective way of transformation for businesses. This paper is divided into two main sections. First section treats the essence and the procedure of business process reengineering and you can find there cycle of business process reengineering. Second section is oriented on the critical aspects and key success factors of business process reengineering and there are facts about visible and invisible aspects of business process reengineering and facts about importance of key factors in the realization of business process reengineering.

Keywords: business process reengineering (BPR), aspects of BPR, key factors of BPR, BPR procedure

Introduction

The concept of reengineering in the business of a company reflects the extensive transformation of the business. It means radical changes in business processes because of business performance parameters. Almost every company in its lifecycle gets into a situation that requires a radical change, either to increase performance, to reduce costs, to increase competitiveness, or to put the company in a position to put pressure on it to meet its obligations.

However, these necessities for change don't only apply to small local businesses, but also to large multinational companies, while there are companies from different industries. Business process reengineering is thus an extensive method used by different companies around the world. [9]

The essence and the procedure of business reengineering process

Reengineering could generally be explained as transformation, radical change or restructuring. In terms of management, reengineering represents a radical change in the enterprise for the purpose of improvement the performance of the enterprise.

Business process reengineering (BPR) is a procedure (Fig. 1) that optimizes business processes to deliver maximum impact while optimizing enterprise resource consumption. The object of reengineering is the fundamental rebuilding of business processes to radical improvement of performance. The result of BPR is a group of substantial changes not only in business processes, but also in the organizational and qualification structure of the company, in the way of organization of work and management. [7]

BPR includes a radical redesign of major business processes with a goal to achieve a rapid improvement of productivity, quality, and cost and cycle time reduction. In reengineering of business processes, the company reviews existing processes to deliver more value to customers. Mostly, they will adopt a new value system that puts more emphasis on customer necessities. Companies reduce their organizational layers and eliminate unproductive activities in two key areas. First, businesses redesign their organization into interoperable functional teams. Secondly, businesses will introduce technology to improve the distribution of data and information in the enterprise, thereby speeding up and improving decision-making processes.

Business process reengineering is designed mainly for companies with a large number of employees, which working with a lot of information, with many conducted activities and with processes that are more complex.

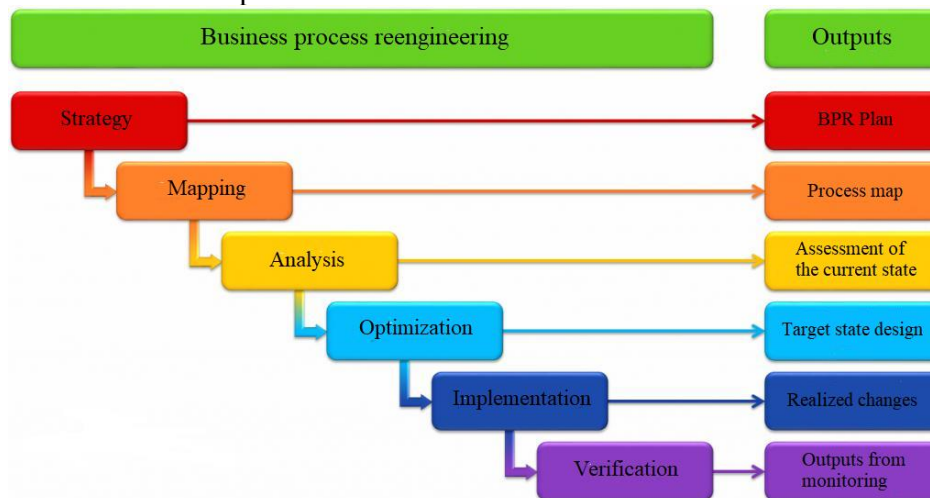


Fig. 1 Procedure of business process reengineering [1]

In the further text, we will clearly specify six phases that are in Fig. 1.

1. **Strategy** – the first step in strategy for BPR creation is to identify the current state of the organization, in particular to identify the current state of management, organization, planning and control in the company. Another, very important step is to define the goals of business process reengineering. These goals can be, for example, reduction of the costs in the company (in different areas), optimization of the organizational structure, clarification and optimization of business processes, introduction of an information system, reduction of the utilization of selected departments and removal of bottlenecks. However, it is essential to choose these goals correctly, without excessive expectations.
2. **Mapping** – in the mapping phase, individual processes of the organization are identified and the main, managerial and support processes are recognized. The output of this mapping phase is the compilation of a process map in the organization, which is the basis for the following analysis and setting of new rules for the organization. Process maps are compiled in the form of diagrams, and software tools are often used to produce them.
3. **Analysis** – during the process analysis, the current state of processes is evaluated and processes are classified in terms of duration, costs, human and technical resources, information systems, etc. Simulation analyses the performance of individual processes and identifies bottlenecks in the system. The output of this analysis is a document that contains the analysis of the current state and level of process management in the organization.
4. **Optimization** – the aim of process optimization is to propose a solution of the target state and possibilities to improve the problematic areas in the organization in accordance with the set goals of business process reengineering. The optimization phase could be divided into the following steps:
 - Interpretation of current state analysis results,
 - Identification of the areas for improvement according to defined goal.
 - Definition of proposals for improvement.
 - Verification and evaluation of proposals (simulation).

5. Implementation – the implementation is based on the results of analysis and optimization proposals and is focused mainly on changes in organizational structure, business processes and information systems. The result of implementation are implemented changes, such as the emergence of new or changing existing processes, changing human and technical resource requirements, purchase of new or modification of an existing information system, or change of the organization's management system. It is important to provide comprehensive support and guidance to key employees when making changes to practice so that the implementation of change will be as effective as possible.
6. Verification – the verification takes place after implementation of reengineering changes by measuring organization performance, processes and information systems. Monitoring will identify and quantify improvements in target areas. By evaluating the verification phase, the entire business process reengineering is terminated.

However, the business process reengineering procedure can also be seen as a continuous cycle (Fig. 2).

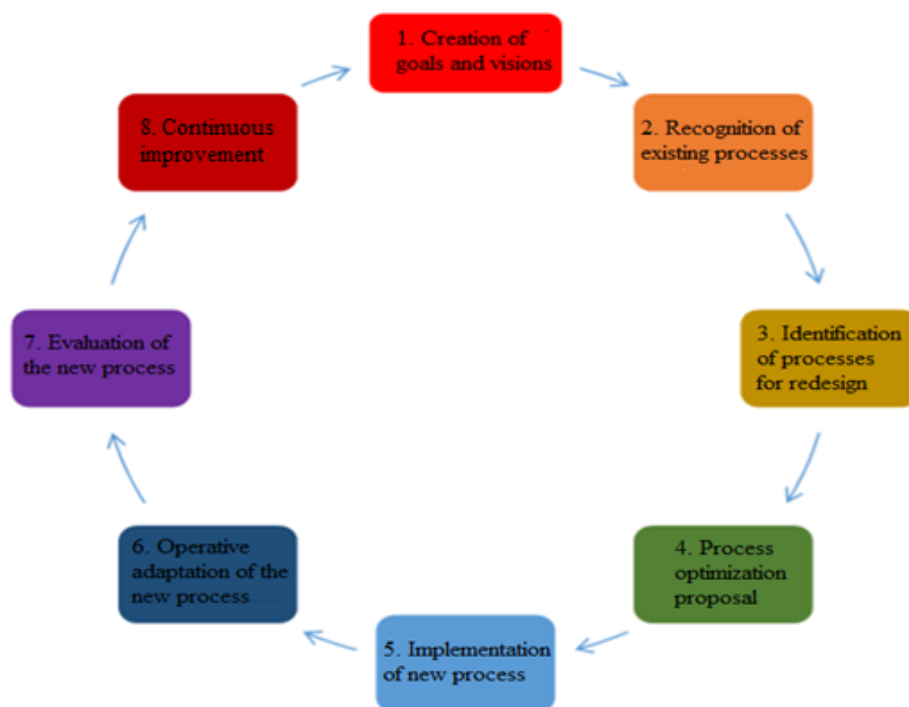


Fig. 2 Cycle of business process reengineering [2]

The first step – creation of goals and visions – is a step that create a strategy according to will be reengineering managed. Recognition of existing processes is the phase of mapping process in the organization. After mapping processes and creation of the process map, it is advisable the analysis of these processes and identification of processes that need fundamental changes and redesign. The proposal for the optimization of the new process and its implementation are the same steps as described above. After the implementation, the new process comes into operative adaptation to ensure that the process is better adapted in the business. The next phase of the business process reengineering is the evaluation or verification of the new process directly in practice. This assessment also evaluates the success of reengineering itself. After this evaluation, the company returns to a state of continuous improvement until a radical reengineering intervention will be necessary to repeat the entire cycle. [3]

Critical aspects and key success factors of business process reengineering

For successful management of the business process reengineering, it is necessary to consider its key aspects (Fig. 3). The first step in a successful business process reengineering is the company's focus on the customer. Business processes should be based on customer necessities and market trends. Thus, the process has to be organized in a way to best meet customer requirements for products or services. In addition to the processes themselves, a new organizational structure is also necessary and new tasks are assigned to the individual organizational units. The new organizational structure results in increased demands on the skills of managers, while the transformation of the management system of the company and corporate culture is usually necessary for the successful business processes reengineering. [4]

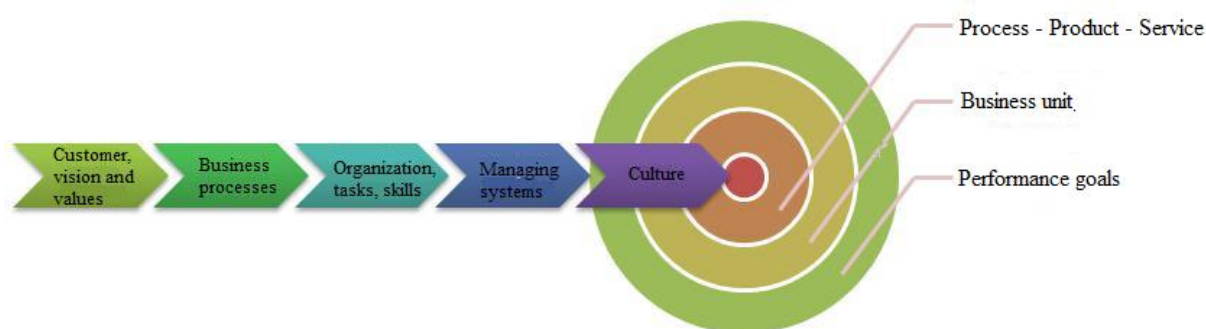


Fig. 3 Aspects of BPR success [4]

All these aspects are also modified in the framework of technology development, especially information, corporate identity (rules, values, priorities, relationship to innovations, etc.) and corporate strategy (mission, company goals, business and marketing strategy, competitive advantage). All successful efforts within the business reengineering process aim at huge increase of the performance parameters of the selected business unit through the processes that create the desired products or services. [6]

Expert experience in business process reengineering points at two groups of aspects that is necessary to analyse, if we want to achieve superior results – visible and invisible aspects (Tab. 1). [5, 13]

In practice, it appears that the management of most Slovak companies focuses on its visible aspects when they applicate business process reengineering. Visible aspects are easier to identify and solve, but ignorance and disregard for invisible aspects can be a major obstacle for the successful application of business process reengineering. [7]

Tab. 1 Visible and invisible aspects of business process reengineering [5, 13]

Aspect	Visible	Invisible
Business processes	Tasks/working procedures	View at overall processes
	Services/materials	Cost of waiting/property
	Resource levels	Performance and obstacles
	Procedures	Hidden assumptions
	Inputs and outputs	Value for customers
Organization Mission Skills	Job description	Current skills
	Position names	Informal influences
	Organization chart	Informal relations
	Save of tasks in a project	Career

	Decision-making levels	Performance feeling
Managerial system	Performance measurement	Unforeseen behaviour
	Performance feedback	Feedback effects
	Financial rewards	Non-financial rewards
	Managerial practices	Managerial paradigm
Company Culture	Established commitments	Current thinking
	Behaviour and styles	Culture scene
	Writing, symbols, language	Teamwork
Technology	Product and service functions	Ability
	Technology costs	Know-how
	Technological solutions	Benefits of technology
	Hardware/Software	Unknown problems
	Data, news, visibility	Shadow systems
Corporate identity	Decisions and solutions	Rules and systems of opinions
Strategy	Business strategy	Change strategy

Application experience with the business process reengineering shows that it is possible to generalize the key factors that lead to reengineering success. These key factors are as follows:

- Idea,
- Skills,
- Motivation,
- Resources,
- Action Plan.

For these factors, it is necessary to respect each one of them in their logical sequence. The absence of any of these key factors leads to the failure of the business process reengineering (Fig. 4). [8, 12]

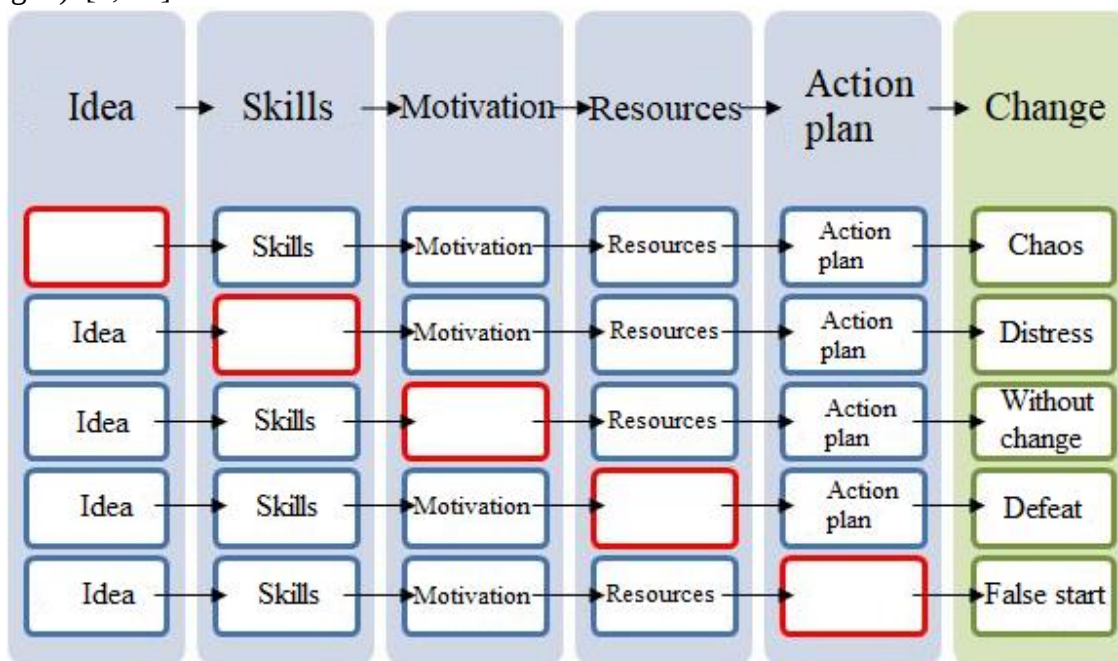


Fig. 4 Importance of key factors in the realization of business process reengineering [8]

Conclusion

Every business is sometimes in the lifecycle in the position that it is necessary to change. If radical change is necessary, business processes reengineering is a suitable method for solution.



Business process reengineering means extensive redesign of business processes, with the task of improving business performance. It is mainly about reducing costs, increasing the production quality and the products themselves, shortening production times and improving the quality of services offered. [10]

Business process reengineering is used worldwide and in businesses in all industries. Nevertheless, its role remains the same – to detect bottlenecks in business processes and to design and implement changes in processes that enable businesses to meet their goals and increase their productivity. Business process reengineering is still a used and very popular method for optimization of business processes. [11]

This article was created by implementation of the grant project KEGA 026TUKÉ-4/2017 “Implementation of innovative educational approaches and tools to enhance the development of the core competencies graduate study program Industrial Engineering” and grant project KEGA 030TUKÉ-4/2017 “Implementation of innovative instruments for increasing the quality of higher education in the 5.2.52 Industrial Engineering field of study”.

References

- [1] ALBIZU, E., OLAZARAN, M.: BPR implementation in Europe: the adaptation of a management concept, Blackwell Publishing Ltd, Volume 21 (1), 2006. pp. 43-58.
- [2] AL-MASHARI, M., IRANI, Z. AND ZAIRI, M.: Business process reengineering: a survey of international experience, Business Process Management Journal, Vol. 7 (5), pp. 437-455., MCB University Press, 2001. ISSN 1463-7154.
- [3] CARR, D. K., JOHANSSON, H. J.: Best Practices in Reengineering: What Works and What Doesn't in the Reengineering Process. McGraw-Hill, 1995, 288 s., ISBN 978-0070-112-24-7.
- [4] HAMMER, M., CHAMPY, J.: Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. HarperBusiness, 2006 (revised and updated version), 272 s., ISBN 978-0060-559-53-3.
- [5] KASSAY, Š.: Business Process Reengineering. STRATEG, Nove Zámky, 1999, 102 p., ISBN 80-88988-01-2.
- [6] KOVÁČ, M., KOVÁČOVÁ, Ľ.: Reengineering in the praxis. TUKE, Kosice 2006, 113s., ISBN 80-8073-686-3.
- [7] MALEGA, P.: Reengineering of logistics processes in today's competitive environment. In: Transfer inovácií. Vpl. 11, No. 16, 2010, pp. 64-67. ISSN 1337-7094.
- [8] MODRÁK, V.: Enterprise Reengineering. TUKE, Kosice 2006, 59 p., ISBN 80-8073-538-7.
- [9] STRAKA, L.: New Trends in Technology System Operation. Proceedings of the 7th conference with international participation, Presov, pp. 385, 2005.
- [10] SUTAJ-ESTOK, A., LIBERKO, I., SIRKOVA, M.: Process management in relation to the systems thinking. In: Management 2012 : research management and business in the light of practical needs. - Prešov : Bookman, 2012. p. 214-218. ISBN 978-80-89568-38-3.
- [11] VAVRINČÍK, P.: Creation and Operation of the Reengineering Teams, Ekonomický časopis, 2/2002, 257-276 s.



-
- [12] W.J. KETTINGER, J.T.C. TENG, S. GUHA: Business process change: a study of methodologies, techniques, and tool, MIS Quarterly 21, 1997. pp. 55–80.
- [13] WU, ING-LONG: A model for implementing BPR based on strategic perspectives: An empirical study, Information & Management (Elsevier) 39, 2002. pp. 313–324.

Contact adress

Ing. Peter Malega, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

E-mail: peter.malega@tuke.sk

VÝVOJ A POROVNANIE PRODUKTIVITY NA SLOVENSKU A V KRAJINÁCH EURÓPSKEJ ÚNIE

Jaroslava JANEKOVÁ – Daniela ONOFREJOVÁ

Abstract: The paper is focused on comparing the performance of Slovakia with the European Union countries using selected indicators of productivity - labor productivity, capital and human capital. It describes in more detail the average annual labor productivity growth of countries in the region of Central and Eastern Europe.

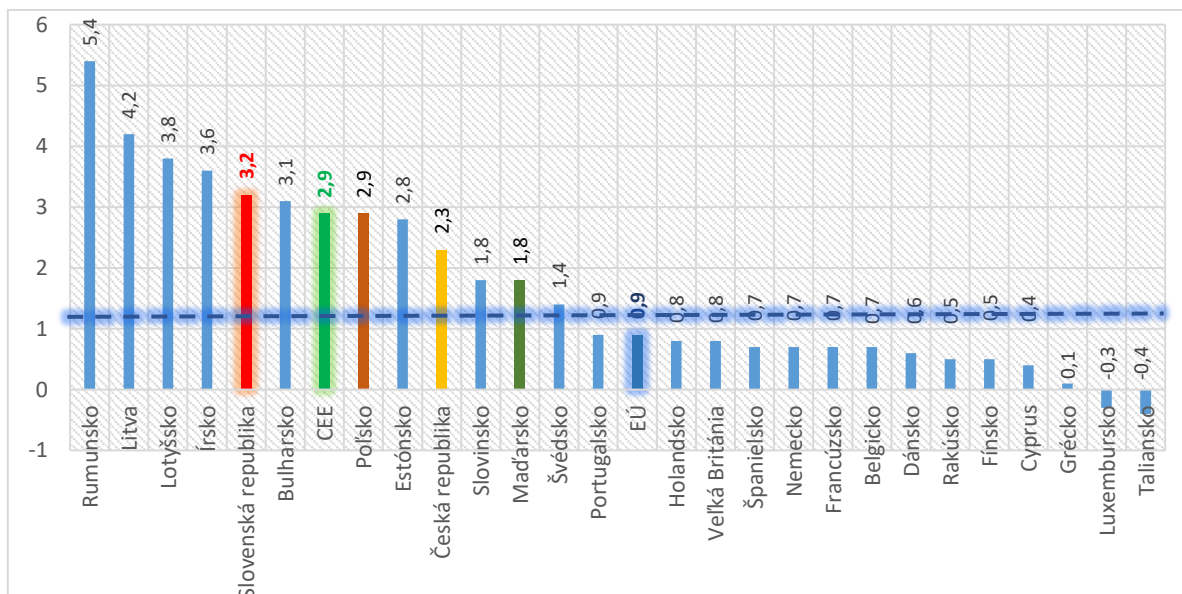
Keywords: Labor productivity, capital productivity, productivity of human capital.

Úvod

Produktivita odzrkadľuje schopnosť produkovať väčší objem produkcie lepším kombinovaním vstupov, vďaka novým nápadom, technologickým inováciám a obchodným modelom. Inovácie, ako parný stroj, elektrifikácia a v súčasnej dobe digitalizácia, viedli a vedú k radikálnym zmenám vo výrobe výrobkov a služieb, zvyšovaniu životnej úrovne a blahobytu. Veľké rozdiely v príjmoch na obyvateľa pozorované v jednotlivých krajinách väčšinou odrážajú rozdiely v produktivite práce. Predpokladá sa, že produktivita bude v nasledujúcich 50-tich rokoch hlavnou hybnou silou hospodárskeho rastu a blaha prostredníctvom investícií do inovácií a kapitálu založeného na vedomostiach.

Produktivita práce

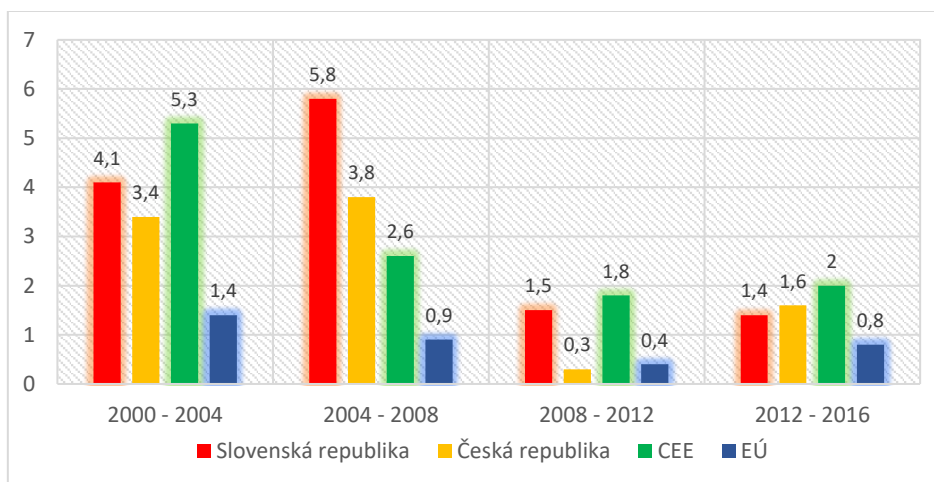
Produktivita práce sa výrazne líši naprieč krajinami Európskej únie (EÚ). Percentuálny priemerný ročný nárast produktivity práce v krajinách EÚ, v rokoch 2000 až 2016, zachytáva obrázok 1. V tomto období sa produktivita práce v regióne strednej a východnej Európy (CEE) zvyšovala v stálych cenách v priemere o 2,9 % ročne. Produktivita práce v tomto regióne sa zvýšila z 23 % priemeru EÚ v roku 2000 na 40 % v roku 2016.



Obr. 1 Priemerný ročný rast produktivity práce v krajinách EÚ za roky 2000 - 2016, v stálych cenách (v %)

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Koršňák, 2018, EUROSTAT, 2018

V rokoch 2000 - 2004 (Obr. 2) najrýchlejší rast produktivity práce dosiahli krajiny regiónu CEE. Produktivita práce narastala o 5,3 % ročne (v stálych cenách), pričom k priemeru EÚ sa v tomto období priblížili z 23 % priemeru EÚ v roku 2000 na 28 % v roku 2004. Rast produktivity práce bol podporený úsilím krajín regiónu úspešne zaviesť asociačný proces do EÚ. Bolo to obdobie reforiem, prílevu zahraničného kapitálu, know-how, modernizácie ekonomiky a následného rastu produktivity práce.



Obr. 2 Priemerný ročný rast produktivity práce SR a ČR (v %)

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Koršňák, 2018, EUROSTAT, 2018

V období rokov 2004 - 2008 rástla produktivita práce v krajinách CEE o 2,6 % ročne (v stálych cenách). Produktivita práce sa v tomto období posunula k priemeru EÚ z 28 % v roku 2004 na 39 % v roku 2008. Hoci sa dynamika rastu produktivity práce spomalila, konvergencia sa v tomto období zrýchlila. Významné miesto v nominálnej konvergencii mala cenová konvergencia a zmena štruktúry ekonomiky smerom k produktívnejším odvetviám.

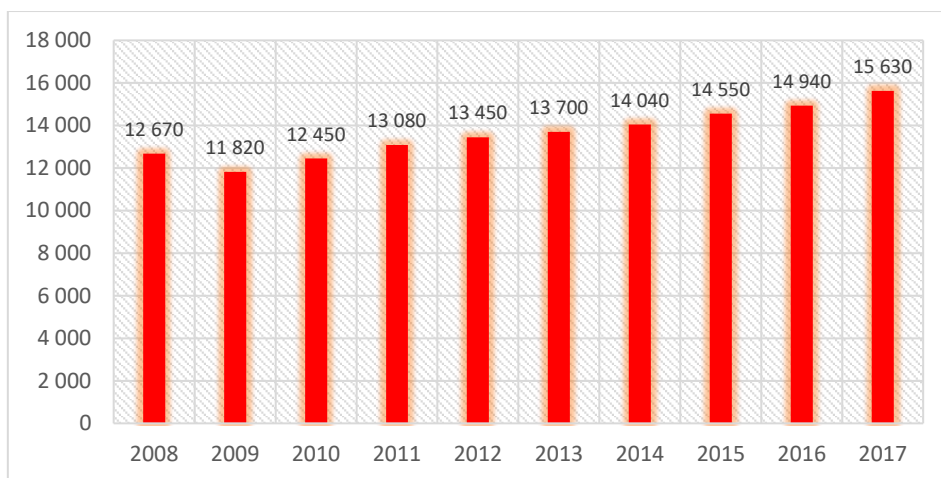
Roky 2008 - 2012 sú spojené s krízou a snahou krajín vyrovnať sa s ňou. Rast produktivity práce v regióne CEE sa spomalil. Produktivita práce sa v danom období zvyšovala v priemere už „len“ o 1,8 %. Krajiny CEE síce dokázali vyrovnať krízový pokles z roku 2009 už v priebehu nasledujúcich dvoch rokov, avšak výraznejší nárast produktivity práce sa nepodarilo dosiahnuť, ostala na úrovni 39 % priemeru EÚ. V tomto období sa dôraz kládol na úsporu nákladov, vrátane mzdových, čo sa prejavilo v čase zotavovania ekonomického rastu v opatrnejšom prijímaní nových zamestnancov a silnejšom raste produktivity práce vo vnútri sektorov v rokoch 2010 - 2012.

V období rokov 2012 - 2016 sa rast produktivity práce v krajinách CEE síce zrýchlil z 0,5 % ročne v rokoch 2008 - 2012 na 2,8 % ročne v rokoch 2012 - 2016, stále však zaostával za dynamikou rastu pred roka 2008, kedy sa pohyboval na úrovniach okolo 4 – 5 % ročne. Rastu produktivity práce pomáhala zmena štruktúry ekonomiky (zodpovedná za približne štvrtinu rastu produktivity práce v stálych cenách), avšak rast produktivity práce vo vnútri odvetví sa spomalil.

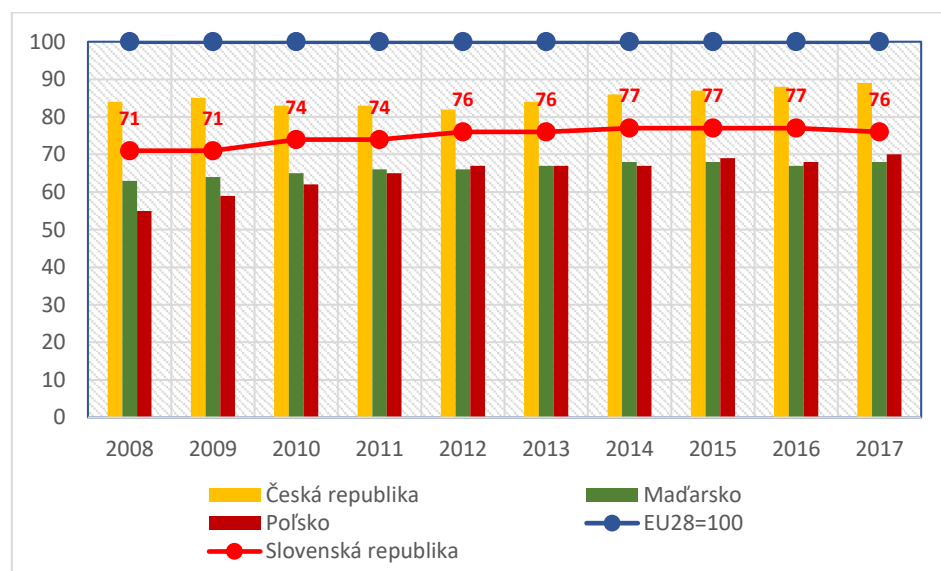
Vývoj produktivity práce na Slovensku bol oproti priemeru krajín CEE mierne oneskorený, nakoľko sa krajina musela ešte vyrovnáť s obdobím „vlastnej cesty“ z deväťdesiatych rokov.

Najsilnejší rast i konvergenciu zaznamenalo Slovensko v rokoch 2004 - 2008, pričom pozitívne efekty ešte čiastočne doznievali aj v rokoch 2008 - 2012.

Na Slovensku za obdobie rokov 2008 až 2017 hodnota produktivity práce vyjadrenej pomocou HDP na obyvateľa vzrástla o 23,4 %, čo predstavuje pozitívny trend (Obr. 3). Z krajín V4, v sledovanom období, najväčší nárast HDP na obyvateľa zaznamenalo Poľsko. HDP na obyvateľa Poľska vzrástol o 32,6 %. Česká republika a Maďarsko dosiahli takmer identický nárast (cca o 12,5 %) tohto ukazovateľa v sledovanom období. Na obrázku 4, okrem vývoja ukazovateľov HDP na obyvateľa krajín V4, je vidieť aj vzdialenosť v hodnotách sledovaného ukazovateľa jednotlivých krajín od priemernej hodnoty HDP na obyvateľa za krajiny EU28. K priemerným hodnotám EU28 je najbližšie Česká republika.



Obr. 3 Vývoj HDP na obyvateľa SR v rokoch 2008 – 2017 (v EUR)
Zdroj: Vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR, 2018



Obr. 4 Vývoj HDP na obyvateľa v krajinách V4 v porovnaní s priemerom EU28=100 v rokoch 2008 – 2017

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa EUROSTAT, 2018

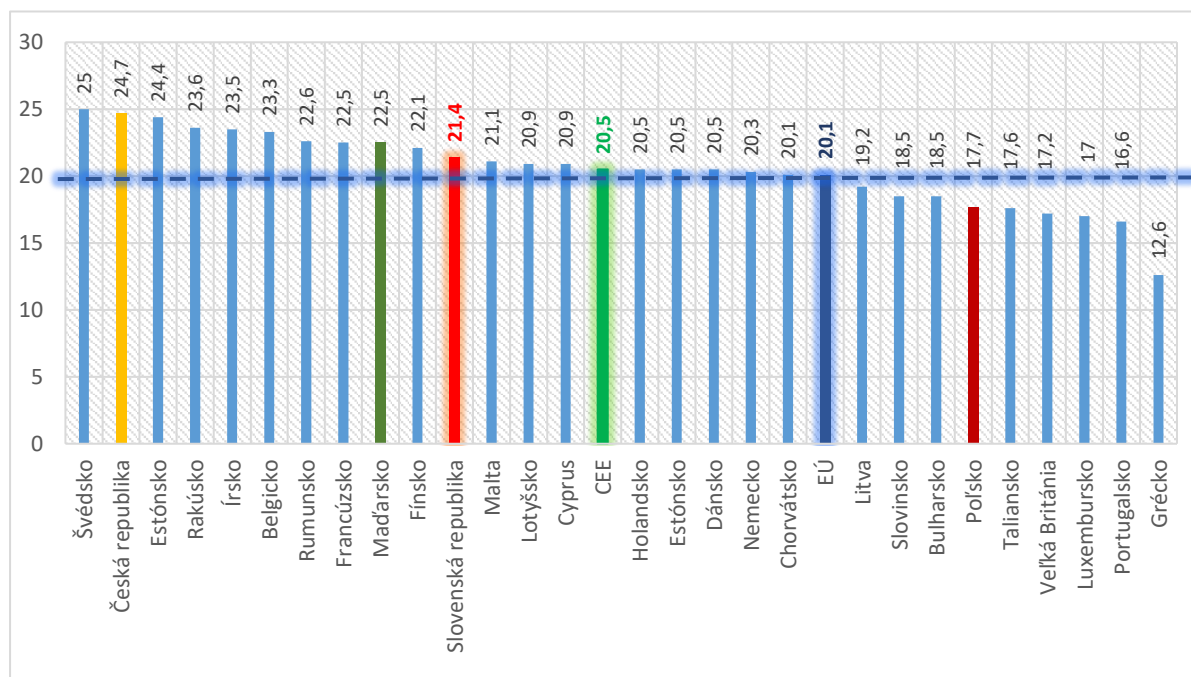
Rast produktivity práce na Slovensku sa v posledných rokoch spomaľuje. Dôvody sú rôzne. Jednoduchá konvergencia v produktivite práce (rast z nízkej úrovne, prezamestnanosť,

modernizácia výroby) je už z väčšej časti vyčerpaná. Ďalší rast produktivity práce bude vyžadovať okrem iného aj posun od „montážnej dielne“ k znalostnej ekonomike založenej na inováciách.

Koršňák (2018) uvádza, že produktivita práce na Slovensku narastá smerom od malých k veľkým podnikom a smerom od podnikov kontrolovaných tuzemským kapitálom k zahraničným podnikom. Produktivita práce vo veľkých podnikoch (nad 250 zamestnancov) je až 2-krát vyššia ako v malých podnikoch (do 20 zamestnancov), v zahraničných podnikoch je 1,5-krát vyššia ako v tuzemských podnikoch. Produktivitu práce, najmä u malých podnikov môže znižovať aj vysoká administratívna záťaž. Tá je podľa prieskumu Svetového ekonomického fóra na Slovensku štvrtá najvyššia spomedzi krajín EÚ (vyššiu má len Taliansko, Grécko a Chorvátsko). Dôvody dosahovania nižšej produktivity v tuzemských podnikoch na Slovensku môžu byť rôzne, napríklad chýbajúca tradícia podnikania (z čias socializmu); vyššie zastúpenie malých podnikov medzi domácimi podnikmi, ktoré prirodzene vykazujú nižšie výnosy z rozsahu (a tým aj produktivitu); koncentrácia podnikov v menej sofistikovaných odvetviach s relatívne nízkou pridanou hodnotou.

Produktivita kapitálu

Najviac investujúcimi krajinami EÚ sú Švédsko a Česká republika. V roku 2017 miera investícií vo Švédsku dosahovala až 25,0 % a v Česku 24,7 % HDP. Slovensko vykázalo v rámci EÚ mierne nadpriemernú mieru investícií na úrovni 21,4 % HDP (Obr. 5). Je zrejmé, že budúci rast ekonomiky a najmä produktivity práce ovplyvňuje nielen úroveň investícií v krajine, ale aj ich kvalita. Slovensko v kvalite investícií zaostáva nielen za priemerom EÚ, ale aj za svojou regionálnou konkurenciou. Štruktúra investícií v krajine potvrdzuje „nálepku slovenskej ekonomiky ako montážnej dielne“. Väčšina investícií smeruje do budov a strojového vybavenia, ekonomike chýbajú inovácie.

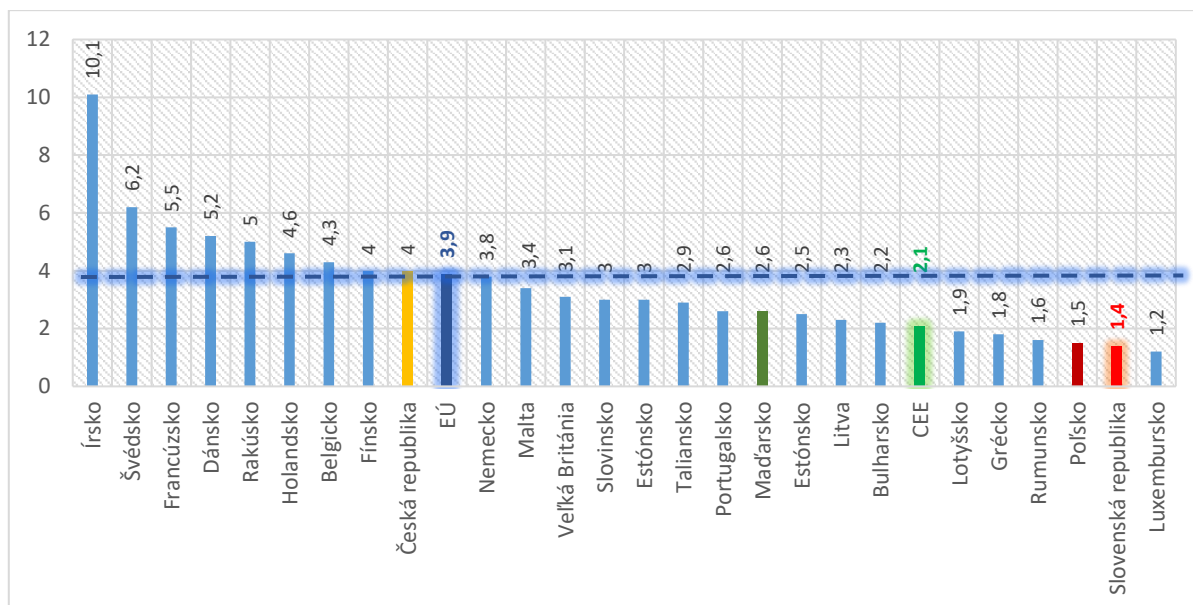


Obr. 5 Fixné investície – miera investícií v krajinách EÚ v roku 2017 (% HDP)

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Koršňák, 2018, EUROSTAT, 2018

Produktivita ľudského kapitálu

Na Slovensku výrazne zaostávajú investície do intelektuálneho kapitálu, ktoré by v budúcnosti mohli priniesť vyšší ekonomický rast a rast produktivity práce. V roku 2017 ich výška vyjadrená k HDP dosahuje len 1,4 % (Obr. 6), čo je po Luxembursku druhá najnižšia hodnota spomedzi hodnotených krajín EÚ.



Obr. 6 Fixné investície do intelektuálneho kapitálu v krajinách EÚ v roku 2017 (% HDP)

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Koršňák, 2018, EUROSTAT, 2018

Negatívnym zistením je, že kým vo väčšine krajín EÚ i región CEE sa v poslednej dekáde objem investícií do intelektuálneho kapitálu zvyšoval (v priemere v stálych cenách o 2,4 % ročne) a ich podiel na celkových investíciách i HDP narastal, Slovensko investície posledných desať rokov nezvyšovalo. Zdá sa, že ekonomika zlyháva v transformácii smerom k znalostnej ekonomike. Jedným z dôvodov môže byť aj slabé školstvo, či nízka podpora štátu sofistikovanejších „intelektuálnych“ investícií s vyššou pridanou hodnotou.

Záver

Spoločnou črtou všetkých krajín je, že každá má priestor na ďalšie zlepšovanie. Podľa Saadia Zahidi, riaditeľa Centra pre novú ekonomiu a spoločnosť, sa všetky krajiny môžu stať viac prosperujúcimi. Hovorí: „Štvrtá priemyselná revolúcia vytvára priestor na ekonomické napredovanie, cezhraničné šírenie inovatívnych nápadov alebo nové formy vytvárania hodnôt a dáva príležitosti všetkým krajinám. Samotné technológie však nestačia. Krajiny musia investovať do ľudí a inštitúcií, aby z technológií vytiahli maximum“.

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a KEGA 026TUKE-4/2017 Implementácia inovatívnych edukačných prístupov a nástrojov pre posilnenie rozvoja kľúčových kompetencií absolventov študijného odboru Priemyselné inžinierstvo.

Literatúra

[1] EUROSTAT. 2018. Economic indicators. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/economy/desktop/index.html>.



- [2] KÁDÁROVÁ, J., JANEKOVÁ, J. 2019. Riadenie a ekonomika podnikov Podnikateľské prostredie. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 252 s. ISBN 978-80-248-4252-3.
- [3] KORŠŇÁK, Ľ. 2018. Analýza nákladov a produktivity práce. UniCredit Bank. Dostupné na: https://iness.sk/sites/default/files/documents/pdf/other/unicredit_bank_special_notes_2018.pdf.
- [4] KUCHARČÍKOVÁ, A. et. al. 2011. Efektívni výroba. Využívejte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích. Brno: Computer Press, a.s., 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.
- [5] Štatistický úrad Slovenskej republiky 2018. STATdat. Verejná databáza údajov. Dostupné na: <https://www.statdat.statistics.sk/>.

Kontaktná adresa

Ing. Jaroslava Janeková, PhD.

Ing. Daniela Onofrejová, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta,

Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva

Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovenská republika

e-mail: jaroslava.janekova@tuke.sk, daniela.onofrejova@tuke.sk



PREDIKTÍVNE RIADENIE KVALITY PROCESOV HUTNICKEJ DRUHOVÝROBY

Ján Rusnák – Vladimír Rudy

Prediktívny systém sledovania kvality produkcie má schopnosť korigovať projektované kvalitatívne odchýlky výrobného procesu na základe dát o stave objektu výroby, získaných z predchádzajúcich realizovaných operácií na danom komponente.

V tomto článku sa venujem kontrole kvality povrchu na studenej valcovni čo predstavuje proces morenia na kontinuálnej moriacej linke a proces valcovania na tandemovej valcovacej trati v podmienkach kontinuálnej výroby. Príspevok je zameraný na zvýšenie produktivity procesu valcovania so špecializáciou na zníženie prestojov potrebných na vykonávanie kontroly kvality vyvalcovaného pásu. Proces valcovania je kontrolovaný sériou rôznorodých snímacích prvkov, ktoré sú schopné autonómne na základe získaných dát riadiť, kontrolovať a vyhodnocovať výrobné procesy. Dávajú spätnú väzbu o technologickom procese umožňujú prediktívne riadiť údržbu zvyšujú efektívnosť výroby k hodnotám ktoré boli v minulosti nedosiahnuteľné.

Keywords: predictive system, implementation of advanced technologies, Big-data, Smart manufacturing, Internet of Things, Industry 4.0

Úvod

Úsilie udržať si vedúceho postavenia v hutníckom priemysle je späté s nevyhnutnosťou zavádzanie digitálnych prediktívnych technológií do skvalitňovania procesov v celom reťazci výroby a druhotného spracovania ocele. Sú zárukou ochrany pred nekvalitou, znižujú čas na kontrolu kvality a náklady spojené s riešením odchýlok výstupných parametrov výrobku.

Kontrolné metodiky a systémy súčasnosti sa realizujú na základe dát získaných „ex-post“ alebo v lepšom prípade v reálnom čase. Existuje množstvo dát, ktoré boli zosnímané a zaznamenané ako „druhoradé“, s menším vplyvom napr. na kvalitu a pod. Tieto ostávajú zaznamenané v systémoch (napr. zosnímate v predošlých procesoch výroby), no ostávajú „nepotrebné“. Avšak v prípade vzniku výrobných odchýlok a vád vyskytujúcich sa na výrobkoch je nutné tieto informácie analyzovať, vyhodnotiť a zohľadniť pri korekcii procesov spôsobujúcich kvalitatívne odchýlky výroby (prediktívny systém kontroly kvality).

Disponujú prostriedkami a technológiami schopné vyhodnocovanie informácií vstupujúcich do procesu, porovnávajú a hodnotia mieru nezhody procesu, typ nezhody, rozsah, umiestnenie a opakovateľnosť. Odchýlku od žiadaných parametrov je prediktívny systém schopný korigovať zmenou výrobných parametrov za účelom minimalizácie alebo úplnej eliminácie nedokonalosti produktu. V procese výroby valcovaných oceľových pásov zohráva dôležitú úlohu kontrola kvality povrchu pásu. Pásu

Prediktívne riadenie moriacej linky plechov

Divergencia parametrov teplého pásu od referenčných parametrov výrazne ovplyvňuje proces morenia. Exponovanými parametrami teplého pásu sú : geometria pásu, povrchové defekty, mechanické vlastnosti a rozmerové odchýlky. Geometria teplého pásu má kardinálny vplyv na vedenie pásu v procese morenia. Vedenie pásu v moriacej linke zásadne ovplyvňuje výkon moriacej linky. V prípade nevyhovujúcej geometrie teplého pásu je pravdepodobnosť vybočenia pásu počas procesu morenia a môže dôjsť k nežiadúcim udalostiam ako je deštrukcia okrajovej časti pásu. Poškodenie okrajovej časti je neprípustné z hľadiska možnej prietrže pásu v procese morenia a taktiež poškodená hrana pásu predstavuje vysoké riziko v ďalšom procese výroby mimoriadne v procese valcovania za studena. Moriace linky disponujú zariadením ktoré udržiava pás v osy linky, štandardne tieto zariadenia zabezpečujú požadovanú pozíciu pásu v linke.

V prípade nadmernej divergencie od referenčných parametrov teplého pásu môže nastať stav keď pás vybočí z bezpečnej zóny, následky vybočenia pásu sú spomenuté vyššie. Vysokovýkonné kontinuálne moriace linky majú implementované slučkové zásobníky ktoré umožňujú kontinuálne vysoko kapacitné morenie pásu.

Riziko, ktoré predstavuje odchýlka od žiadanej geometrie je prioritne najexponovanejšie práve v diskutovaných zásobníkoch. Eliminácia spomenutého rizika je možná znížením stupňa naplnenia zásobníka. Zásobníky pracujú na základe posunu slučkovacieho voza ktorý sa posúva v priestore zásobníka čím vytvára previs pásu medzi kormidlovým valcom a slučkovým vozom. Pozícia pásu na slučkovom voze priamoúmerne koreluje so vzdialenosťou pásu od kormidlového valca a geometrie separátorov. Geometria separátorov je a priori nastavená na referenčné parametre geometrie teplého pásu. V prípade divergencie geometrie teplého pásu dochádza k vybočeniu pásu v zásobníku. Eliminovať diskutovaný nežiadúci jav je možné znížením stupňa zaplnenia zásobníkov.

V prípade spracovávanía pásu s nevyhovujúcimi parametrami rovinnosti so zvýšeným rizikom vyosenia pásu v moriacej linke je požiadavkou na SMART výrobu import dát ktoré disponujú parametrami úrovne odchýlky od referenčných hodnôt geometrie pásu a polohou v dĺžke pásu. Dátový PDI telegram je načítaný z Level 2 a zahŕňa štandardné dáta okrem týchto deskriptívnych dát v prostredí SMART výroby je nevyhnutné aby obsahoval aj diskutované dáta o divergencii rovinnosti pásu. Na základe dát z Level 2 riadiaca úroveň Level 1 riadi proces výroby s aspektom na optimalizáciu výkonu a minimalizáciu rizika havárie v procese výroby.

Tento prediktívny systém reguluje polohu slučkového voza v zásobe korelujúcim s úrovňou odchýlky rovinnosti. V časovej synchronizácii polohy voza a polohy kritickej polohy pásu kde odchýlka od rovinnosti kulminuje s cieľom minimalizácie zaplnenia slučkového zásobníka čo vo výraznej miere znižuje pravdepodobnosť vzniku kritickej udalosti z dôvodu havárie v slučkovom zásobníku.

Štruktúra dát výstupného dátového telegramu snímaných procesov je ilustrovaná na obr. 1.

<pre> <DATA> <PDI_DATA PARENT_COIL_ID="1940211030100" PROCESS="4" AIM_GAUGE= OPERATION="B" INCOMING_COIL_LENGTH="00586.820" HOT_BAND_AVERAGE_GAUGE="3.041" HOT_BAND_COILING_TEMP="612.68 HOT_BAND_FINISHING_TEMP="847.997" GAUGE_TOLERANCE_PLUS="07.73 GAUGE_TOLERANCE_MINUS="07.735" GRADE="0589" COIL_ENTRY_WEIGHT COIL_WIDTH="1275.000000" NEXT_OPERATION="0222" HOT_CROWN="00 SHIM_SIZE="00.017088" WELD_DIST_1="0" WELD_DIST_2="0" WELD_DIS FLATNESS_TARGET_INDEX="4" FLATNESS_TARGET_AMPLITUDE="30" CUSTO WELD_RELIABILITY="0" FINAL_OPERATION="6710" C="0.0400" MN="0.19 SI="0.0130" P="0.0070" S="0.0120" AL="0.0390" SEL="0.0360" MO="0. TI="0.0010" V="0.0010" NB="0.0020" ZR="0.0010" B="0.0002" CA="0.0 CU="0.0240" NI="0.0110" CO="0.0000" ASS="0.0010" SN="0.0020" SB= CR="0.0190" TE="0.0000" N2="0.0063" H2="0.0000" O2="0.0000" /> </DATA> </pre>	Time: 2019-08-26 00:47:18.231 Telegram-Name: TLPINC, Telegram-ID: 3000 PPS_Coil_ID[16] = '1940309060100' Production_Program_No = 64139 Coil_Sequence_No = 363608 Creation_Date[23] = '26.08.2019 00:47:18' Dummy_Coil = 0 Input_Steel_Grade_Code[8] = '0893' Output_Steel_Grade_Code[8] = '8511' Input_Material_Grade[30] = 'HX340LAD+Z' Output_Material_Grade[30] = 'HX340LAD+Z' Coil_Weight = 13590 Coil_Diameter = 1611 Coil_Inner_Diameter = 600 Exit_Coil_Inner_Diameter = 500 Strip_Length = 874.833008 Strip_Width = 986.000000 Strip_Thickness = 2.007000 Target_Strip_Thickness = 2.000000 Str_Thick_Tolerance_Pos = 0.140000 Str_Thick_Tolerance_Neg = 0.140000 Zinc_Surface_Type = 1
dátový telegram vo formáte HTML	časť PDI diagramu vo formáte txt
Obr. 6 Príklad PDI dátový telegram	

Povrchové defekty plechov

Povrchové defekty v procese morenia je možné rozčleniť na:

- Vstupujúce do procesu morenia
- Vznikajúce v procese morenia

Defekty vstupujúce do procesu morenia vznikajú v procesoch predchádzajúcich samotnému procesu morenia. Rozhodujúcimi pre proces morenia sú defekty ktoré vznikajú v procese kontinuálneho odlievania brám a v procese valcovania za tepla. Pre splnenie základnej myšlienky prediktívneho riadenia výroby je rozhodujúci transfer dát medzi jednotlivými výrobnými procesmi v toku výroby. V procese kontinuálneho liatia brám vznikajú aj defekty ktoré sú eliminovateľné alebo vo výraznej miere je možné znížiť nežiadúce následky v ďalšom toku výroby za predpokladu ich detekcie, monitorovania a odstránenia vo vhodnej procesnej operácii počas výroby na rôznych agregátoch. Medzi defekty vznikajúce v procese kontinuálneho liatia brám patria:

- Nekovové vtrúseniny
- Troskové hniezda
- Výrony kovu
- Trhliny
- Cudzí predmet
- Prechodová brána
- Zádery
- Šupiny



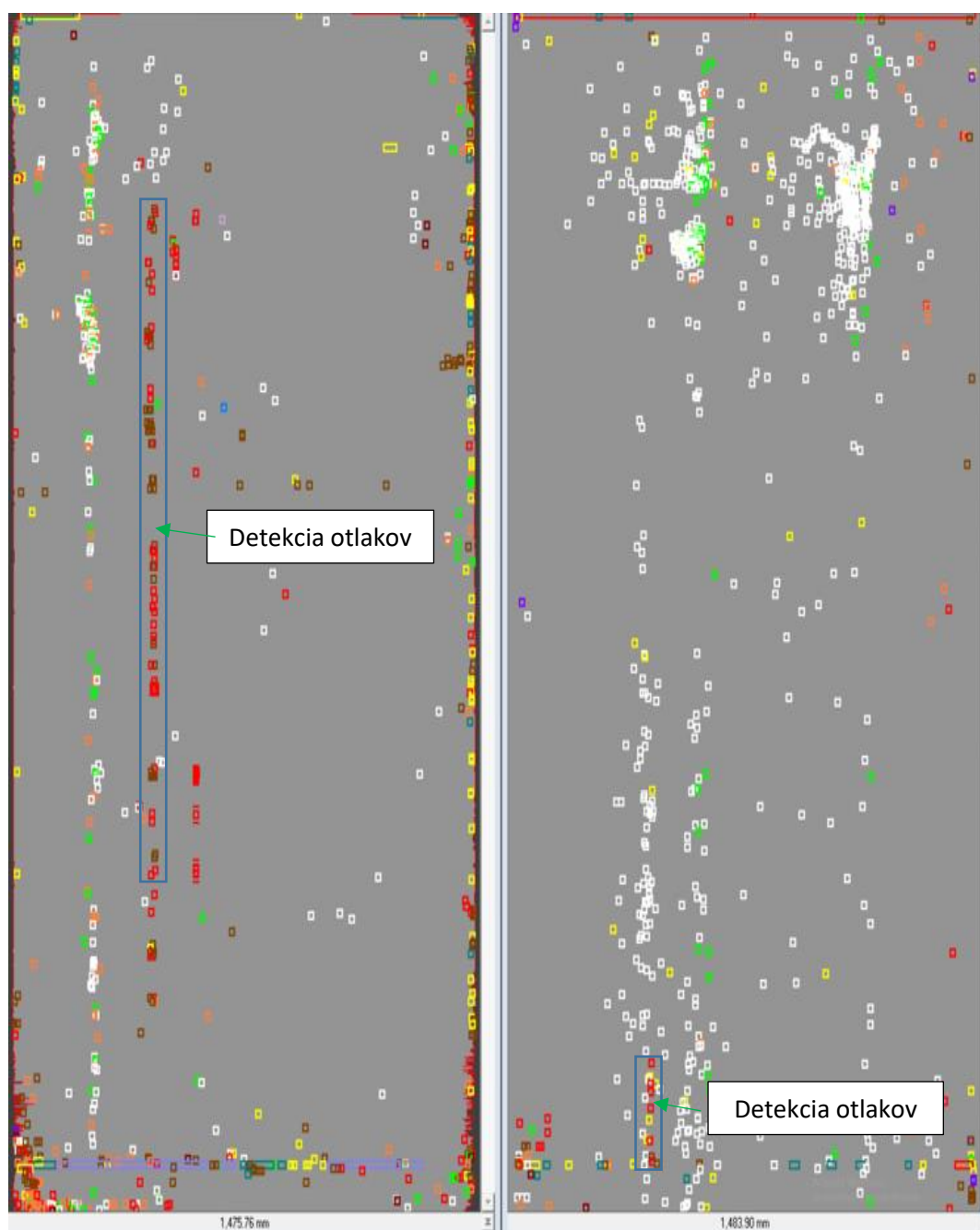
Defekty vzniknuté v procese odlievania brám sa v procese valcovania za tepla vplyvom procesu majú tendenciu meniť svoj tvar a polohu a je možnosť vnorenia defektov pod povrch pásu a získať tak latentnú vlastnosť. Táto latentná vlastnosť predstavuje riziko vo vzťahu k nasledujúcim procesom v podobe havárie a samozrejme výraznou mierou ovplyvňuje kvalitu výsledného produktu. V procese valcovania za tepla sa kvalita povrchu kontroluje vo forme pravidelných kontrol zvitkov na vopred určenom poradí. Napríklad každý desiaty zvitok sa vyčlení na kontrolu. Kontrola kvality spočíva v od pálení vrchných závitov za súčasnej vizuálnej kontroly povrchu pásu. V prípade pozitívnej kontroly povrchu pásu sa predmetný zvitok zastaví v toku výroby a zisťuje sa príčina nekvality v procese. Defekty zistené sa zaznamenávajú v hold systéme, dáta z detekovaných defektov sa neprenášajú automatizovaným spôsobom do nasledujúcich produkčných procesov. V procese valcovania za tepla vznikajú defekty: okoviny - jazvy po okovinách - otlaky - zábery – pošitie. Inovačné projektové metódy hutníckych produkčných liniek a prediktívne kalkulujú a projektujú dátové toky v súvislostiach s tokom materiálu a prenosom jednotlivých divergencií v kvalite s ohľadom na ich elimináciu v nasledujúcom toku. Exaktne v procese morenia je nevyhnutné aby z procesu teplého valcovania boli presne definované povrchové defekty a všetky parametre ako sú: druh defektu – jeho poloha – opakovateľnosť – rozsah. Na základe exaktnej definície parametrov defektu v PDI telegrame boli distribuované dáta a v tejto súvislosti boli parametre morenia nastavené s cieľom odstránenia defektov. V procese morenia je možné odstrániť defekty z predošlých agregátov nie všetky. Proces morenia disponuje schopnosťami eliminovať nasledovné defekty – okoviny. Okoviny je možné eliminovať znížením rýchlosti procesu morenia. PDI telegram obsahuje dáta o mieste výskytu okovín v mieste výskytu okovín je požadované zníženie rýchlostí procesu morenia súčasne exponovaním parametrov ťahového lámača okovín čo spôsobuje narušenie okovinovej vrstvy a zvyšuje tak účinnosť procesu morenia. Výsledok eliminácie sa verifikuje na výstupnej časti moriacej linky prostredníctvom kamerového systému. Jazvy po okovinách predstavujú defekt ktorý je kritický pre finálnu kategóriu výrobku morený pás. Jazvy na povrchu pásu sú neprípustné pre finálne spracovanie moreného pásu pre výrobky ako sú disky kolies automobilov alternatívne na ďalšie produkty ktoré majú vysoké nároky na povrchovú kvalitu finálneho produktu. V prípade pozitívneho povrchu prediktívny systém riadenia kvality odošle telegram s požiadavkou na presmerovanie pásu na výrobný smer valcovania za studena na oddelenie logistiky ktoré určí náhradné riešenie pro daný zvitok s cieľom minimalizácie straty z pohľadu trhovej realizácie pásu. Na produktoch ktoré sú v ďalšom procese valcované za studena jazvy sú prípustné z dôvodu eliminácie defektu v procese valcovania. Elimináciu defektu je potrebné verifikovať na výstupe valcovacej trate. Z hore uvedených dôvodov je nutné vychádzať pri klasifikovaní povrchu pásu z finálneho smeru určenia. Otlaky v procese teplého valcovania vznikajú v prípade defektu na valcoch, v prípade nalepenia nečistôt na valce. V prípade zistenia defektu na teplej valcovni prichádza informácia v SMART prostredí prostredníctvom PDI telegramu do procesu morenia kde dochádza k verifikácii a vyhodnoteniu rozsahu a závažnosti defektu s ohľadom na ďalšie smerovanie produktu. Vymorený odhalený pás dáva výrazne lepšiu možnosť vyhodnotenia rozsahu a závažnosti defektu. Na uvedenom príklade sú zobrazené otlaky zachytené kamerovým systémom v procese valcovania za tepla. Mapa zvitku zobrazuje distribúciu defektov na povrchu pásu teplého pásu. V prostredí SMART výroby a prediktívneho riadenia kvality je samozrejmosťou zdieľanie výskytu defektu na páse vo vzťahu k nasledujúcemu agregátu v toku výroby so zámerom minimalizácie následkov výskytu defektov na páse a s cieľom maximálneho zhodnotenia produktu napriek určitej miere nedokonalosti. Hodnotenie závažnosti defektu na povrchu pásu sa kalkuluje na základe vlastností defektu získaných z kamerového systému. Determináciou optických vlastností objektu. Defekty



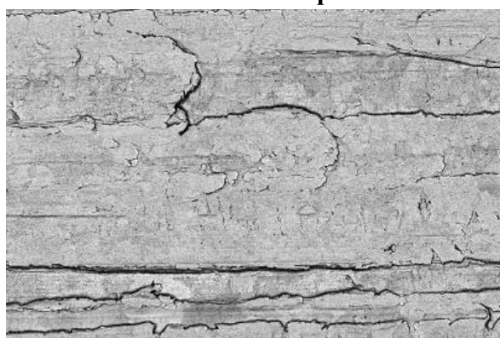
ktorých kontúry sú viditeľné na BF aj DF pohľade kamerového systému zasahujú hlbšie do povrchu materiálu z hľadiska povrchovej kvality sú kritické. V procese atestácie finálneho použitia sa berie na zreteľ finálny účel použitia. V prípade materiálu moreného priamo určeného zákazníkov sú defekty viditeľné na BF aj DF neakceptovateľné. Pokiaľ je pás s predmetnými defektmi určený na ďalšie spracovanie formou valcovania za studena tak sa v procese atestácie kalkuluje samozrejme s finálnou technológiou spracovania. V prípade povlakovaného finálneho produktu ako sú pásy pozinkované alternatívne lakoplastované je hodnotenie menej kritické než v prípade produkcie nepovlakovaných pásov.

Zábery patria medzi mechanické defekty vznikajúce v procese výroby v momente keď dynamický pás prichádza do kontaktu so statickou časťou výrobnéj linky. Zábery sú dislokované rovnobežne v smere toku substrátu, Zasahujú do hĺbky materiálu z hľadiska kvality produktu predstavujú kritický defekt. Z hľadiska výroby moreného pásu priamo expedovaného zákazníkovi sú neprípustné. Pre výrobky určené na ďalšie valcovanie sú kritické do takej miery ako budú významné po procese valcovania. V súčasnosti takáto predikcia závažnosti defektu po procese valcovania nie je k dispozícii, zmyslom tejto práce je prediktívne riadiť kvalitu z tohto aspektu je navrhnutý model predikcie následkov defektu. V modeli predikcie následkov defektu je potrebné kalkulovať s hĺbkou defektu, redukciou počas valcovania, akosťou ocele a finálnou hrúbkou. Všetky variácie a následky nie je možné exaktne kalkulovať matematickým vzťahom mimoriadne dôležité sú empirické skúsenosti a v kombinácii s pokročilými štatistickými metódami je možné sa dopracovať k vysoko efektívnemu prediktívnemu systému ktorý bude vysoko efektívne riadiť systém riadenia kvality s vlastnosťami SMART výroby. Výskyt záderov na páse je nutné verifikovať na kamerovom systéme za VT a analýzou vzhľadu po VT na základe parametrov defektu na ML. Komparácia rozsahu defektu na výstupnej časti valcovacej trati s rozsahom a vzhľadom defektu na výstupe moriacej linky je základnou podmienkou tvorby prediktívneho systému riadenia kvality. V procese analytickej analýzy big data je podmienkou analýza historických dát z technologických procesov výroby kde sú zaznamenané nasledovné parametre:

- Rozsah a vizuálne vlastnosti defektu na moriacej linke
- Konzervovanie na moriacej linke
- Redukcia v procese valcovania
- Drsnosť valcov v procese valcovania
- Technologický kód ocele

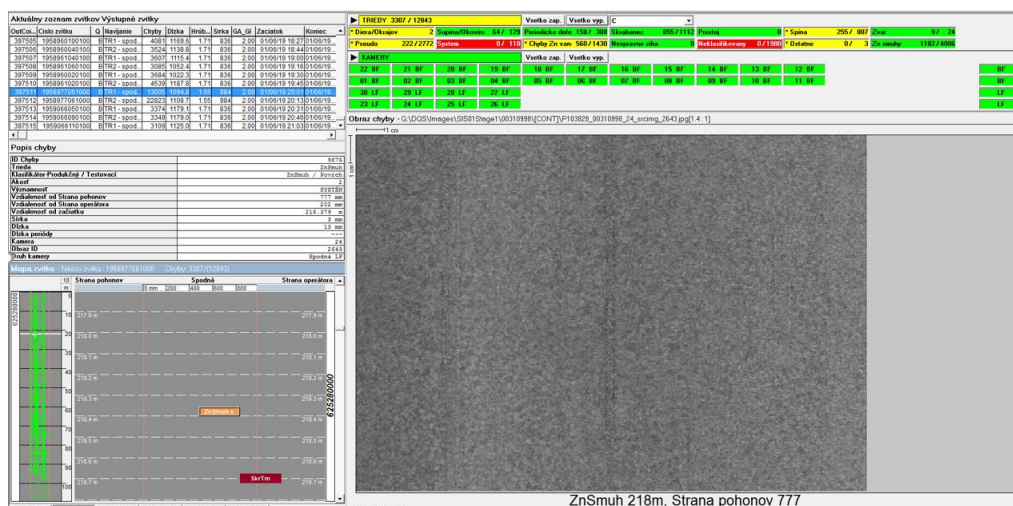


Obr. 2 Distribúcia defektov na povrchu ML



Obr. 3 Morfológia záderu

Kvalita v procese pozinkovania je signifikantne ovplyvnená kvalitou vstupujúceho substrátu. Empirické skúsenosti z procesu výroby potvrdili koreláciu a regresiu vo vzťahu k výskytu a závažnosti povrchových defektov v predchádzajúcich procesoch. Reťazová verifikácia defektov v postupnosti výrobného procesu počnúc prvou detekciou a verifikáciou na nasledujúcom agregáte výrazným spôsobom zvyšuje výťažnosť materiálu, znižuje náklady a výrazným spôsobom umožňuje úspešnú alokáciu na trhu aj v prípade že materiál nie je možné uplatniť na pôvodnú zákazku. SMART manažment kvality v procese hodnotenia vzniknutého a klasifikovaného defektu hodnotí defekt taktiež z hľadiska použitia u zákazníka, táto informácia je importovaná v systéme z kúpnej zmluvy kde je zadefinované finálne použitie. V prípade finálneho použitia na vnútorné diely karosérie, konštrukčné diely je možné akceptovať určitú mieru a druh defektov v prípade povrchových dielov karosérie, vonkajších dielov spotrebičov alternatívne je tolerancia výskytu defektov nulová.



Obr. 4 Záder 5897706 identifikovaný po pozinkovaní

Základnou podmienkou SMART manažmentu a prediktívneho riadenia kvality v hutníckom procese je aplikácia výkonných kamerových systémov so schopnosťou generovania dostatočného množstva dát a podporných aplikácií ktoré disponujú schopnosťou efektívne a v reálnom čase spracovávať, uchovávať a vyhodnocovať veľký objem dát za súčasného zdieľania dát medzi jednotlivými subsystémami celku.



Obr. 5 Záznam z kamerového systému teplej valcovne plechov (TVa)



Záver

V procese valcovanie je nevyhnutné kalkulovať nielen so vstupujúcimi defektmi ale aj s defektmi vznikajúcimi priamo v procese valcovania. Tieto je nevyhnutné identifikovať v momente vzniku. Incidenty a následné defekty vznikajúce priamo v procese valcovania dokážu identifikovať operátory valcovacej trate. V prípade incidentu priamo na valcovacej trati operátor spustí alarm „Rolling mill issue“ nasleduje proces ako v prípade pozitívneho výsledku kontroly kvality obsluha vykoná činnosti za účelom odstránenia následkov incidentu a riadiaci systém prevedie kalkuláciu nasledujúcej kontroly kvality súbežne s optimalizovaným návrhom ďalšieho spracovania zasiahnutých jedincov tento postup je zaznamenaný v jednotlivých úrovniach riadiacich systémov s cieľom minimalizácie negatívnych vplyvov na efektívnosť výroby.

Literatúra

- [1] Gilchrist, A.: Industry 4.0 The industrial internet of things. Apress New York, 2016.
ISBN: 978- 1-4842-2046-7
- [2] Fletcher, R.: Practical Methods of Optimization – 2. edition. Wiley, Dundeem, 2000.
ISBN: 0- 471-91547-55.
- [3] Kováč J., Rudy V., Kováč J.: Metodika projektovania výrobných procesov 2. inovačné projektovanie výrobných systémov. 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 240 s. [print]. - ISBN 978-80-553-2873-7.
- [4] Naqib Daneshjo, Rudy V... [et al.] Intelligent industrial engineering - Innovation potential / Naqib Daneshjo ... [et al.] - 1. vyd. - San Antonio : FedEx Print & Ship Center - 2018. - 297 s. ISBN 978-0-578-40289-5.
- [5] Bubeník, P., Bubeníková, E., Korbel, P., Nagy, P.: Informačné technológie pre podnikovú prax. Edis, ŽU v Žiline, 2004, ISBN 80-8070-288-8
- [6] Roberts, W.: Cold rolling of steel, : Marcel Dekker New York.: INC 1978.: ISBN 0-8247-6780-2

Kontaktná adresa

Ing. Ján Rusnák
USS Košice, Slovensko
e-mail: JanRusnak2@sk.uss.com

doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.
Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: vladimir.rudy@tuke.sk



PRODUCTION SYSTEM VS. PRODUCTION PROCESS AND THE WAY OF THEIR OPTIMIZATION

Peter MALEGA – Jozef KOVÁČ

Abstract: This paper deals with two very important concepts – namely production system and production process and it is also oriented on the way of their optimization. This paper is divided into three main sections. First section treats with production system; while you can find there model of production systems and summarized principles of production system. Second section is oriented on the production process, which is the basic part in production companies and errors in production process have a significant impact on the company. Third main section is about optimization of production process and production system, while there are debated stages of optimization and optimization as the necessary criterion of successful company.

Keywords: production system, production process, optimization

Introduction

Mass production is considered as the 20th century production system and optimized production is referred as the 21st century production system. Optimization of production processes is a concept applicable for company at any stage of development. In addition, there are situations where it is simply necessary to optimize production, because otherwise the company will be unprofitable.

If profitability is achieved in terms of cheap labour, cheap raw materials and energy, due to the availability of these resources, then, as prices of these factors increase, production becomes more expensive and thus less cost-effective. The company must reduce costs and apply more efficient production technologies.

Production system

Today's markets place high demands on production. This leads to the necessity to optimize all processes in companies as much as possible and to make quick decisions in company management. [10] Primarily, it is important to organize the company's production system so that production costs decrease and that quality is not only maintained but also increased. In this point of view, the development of such systems in companies is carried out in accordance with different criteria and becomes a priority. [11]

The production system is a system to convert demand information into products. This system is composed of humans, machinery and the space provided by normally a kind of building. They are generally called resources, human resource and mechanical resource. Sometimes we also include utility because this is also a type of resource. Using these resources, the production system converts demand information into the products to be supplied. The conventional view is to regard raw materials or parts as input into the production system, which converts them into the products.

Production management includes the following obligatory components [1]:

- Identification and purpose of goals, where units involved in production should be directed.
- Collection and analysis of information about the current state of the production sectors of company.
- Creation of production system, tasks and programs that are economically justified.

A well-functioning and efficient production system of the company must meet the following requirements [2]:

1. Compliance with the principle of direct production due to the appropriate location of units in the company.
2. Cooperation and specialization of workplaces, respectively production workplaces.
3. Organization of the activities without duplication of links and steps.
4. Maximum simplification of the production structure: the composition of the units should be minimal but sufficient for work.
5. Flexibility and mobility of the entire structure, allowing it to be quickly renewed without being fragmented and adapted to new market conditions and requirements.
6. Development of a production system without bottlenecks, with respect to the proportionality of units, capacity and capacity of machines.

The first feature of the production system is its effectiveness. It is responsible for the ability to produce finished goods or services. By assigning common goals, all elements of the structure act in a coordinated and productive manner. Since the company is complex with different purposes, its production system is characterized as multi-purpose.

The openness of production systems is a feature that makes it possible to exchange various data, materials and even energy with the outside world.

Specific features are the decisive factor in which production will be organized in the company. They are built on different types of relationships between structural elements and are influenced proportionally, with variables such as profit of production system, parallel actions, production rhythm, continuity, and direct flow process.

When a system of this class is developed and improved in the working environment, certain characteristics are achieved. The main of these characteristics are [3, 5]:

- Reliability – is the system's ability to function continuously despite changes in internal or external conditions to maintain balance even after unpredictable failures in individual areas. Internal reserves and managerial tools regulate this feature. The higher the reliability, the more limited the frequency and range of phenomena that interfere with its stable operation.
- Efficiency – is the property of the production system in the production of finished products or services. The result is displayed when the structure is properly organized.
- Manageability – is an indicator of management effectiveness. Managed is a recognized system that achieves a goal in a given time and material condition.
- Uncontrollable system – is one that doesn't solve assigned tasks or is poorly managed – one that reaches the goal, but not too precisely, with a basis for temporary or material constraints.
- Level of manageability – is characterized by the proportion of processes that are accessible and not subject to modification.
- Flexibility – is a feature of the system to adapt to new market conditions without losing integrity and efficiency.

Model of production system is shown in Fig. 1.

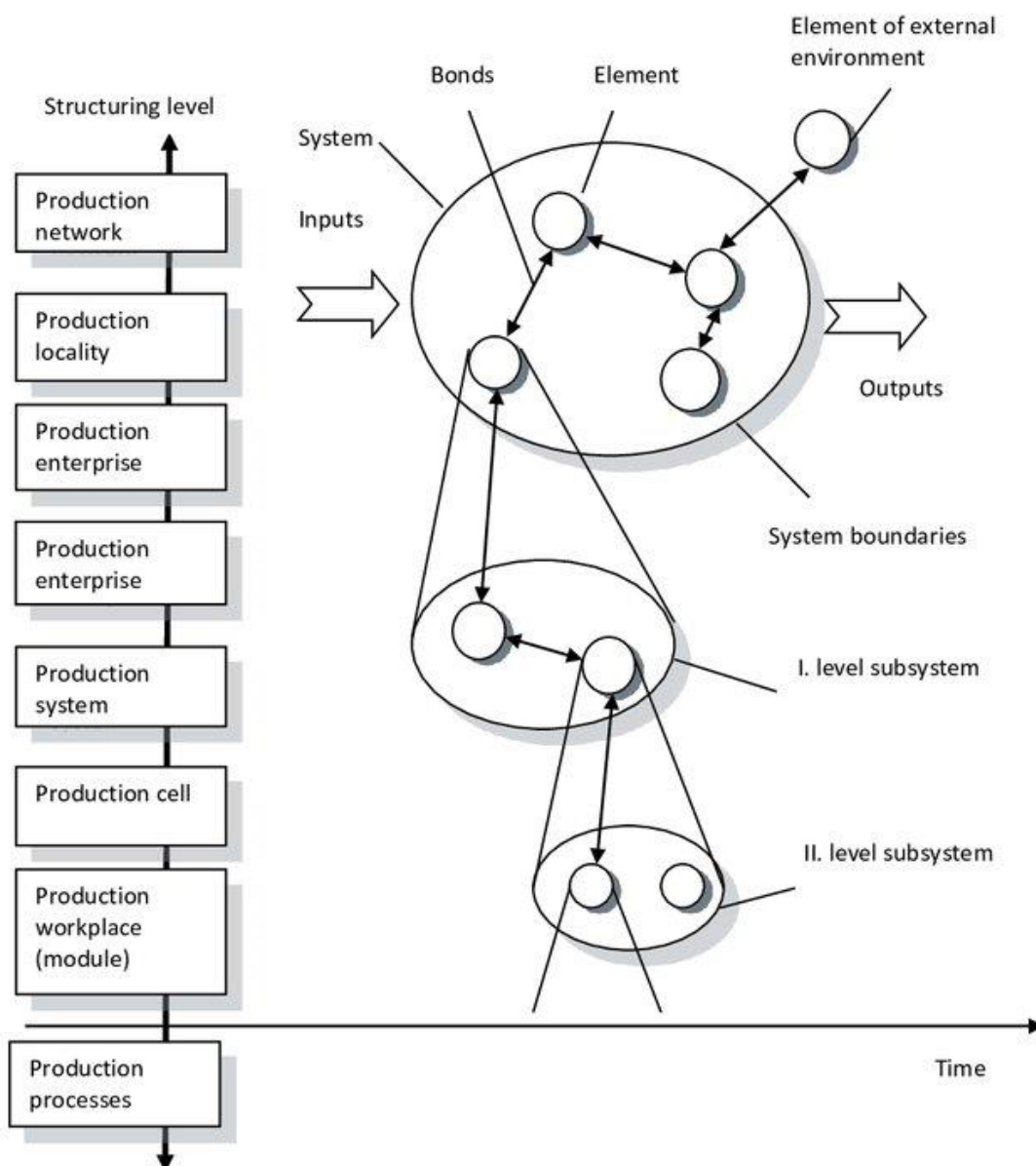


Fig. 1 Model of production system [5]

We can also summarize principles of production system (Tab. 1).

Tab. 1 Principles of production system [8]

Principle	Basic characteristics
Proportionality	Proportional productivity per unit of time of all production divisions in the company (workrooms, workplaces) and job positions.
Differentiation	Department of the production process for production of identical products between individual business units (for example, for technological processes).
Combination	Unification of all parts or parts of different production processes of a certain product type within one workplace, trade, production.
Concentration	Performance concentration of certain production operations to produce technologically homogeneous products or to perform functionally homogeneous work in certain areas and at certain workplaces.

Specialization	Forms of labour division in business. Providing a limited range of works, operations, parts and products for each business division.
Universalization	A particular workplace or production unit is engaged in the production of products and parts of a wide range or in the execution of various production operations.
Standardization	According to the principle of standardization in the organization of the production is meant the development, creation and application of uniform conditions that ensure its best flow.
Parallelism	Simultaneous execution of the technological process on all or some of its activities. The implementation of this principle significantly shortens the production cycle of the product.
Directness	The requirement for directness of motion of work objects during the technological process, i.e. on the shortest route of the product passing through all the stages of the production process without returning to it.
Continuity	Minimization of all breaks in the production process of a particular product.
Rhythmicity	Realization regularly the same number of products.
Automation	Maximum possible and economical release of personal from the cost of manual work based on the use of automatic equipment.

Production process

The production and economic activities of any company are aimed at production of a certain types of products. The production process is at the heart of the company's production activity. It is the sum of all the people's actions and work tools, which are necessary for the company to produce final product. Fig. 2 shows the basic scheme of production process. [4, 12]

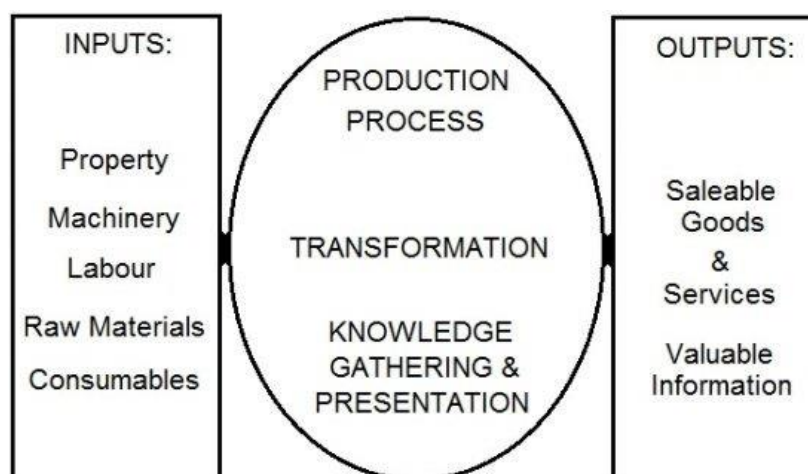


Fig. 2 Basic scheme of production process [4]

The production process is based on the technological process. It contains targeted steps that are focused on change and determine the status of the work. The finished part of the technological process, carried out at one workplace by one or more workers, is called technological operation. Basic technological operations are focused directly on the change of the subject of the work (change of form, molecular composition, state, appearance, size). Examples include: crushing, oxidation, extraction, polymerization, etc. In addition to technological core operations, the main product production process also includes a number of auxiliary operations (transport, control, product sorting, etc.) designed to facilitate basic operations. [6]



The production process consists of work and automation processes as well as natural processes that usually don't require work. In factories that produce complex products, production processes are very diverse. In a rational arrangement, it is necessary to classify production processes according to the most important properties.

The economic efficiency of the rational organization of the production process is reflected in the:

- reduction in the product cycle,
- reduction in production costs,
- improvement in the use of tangible assets,
- increase in working capital turnover.

Optimization of production processes and systems

In a modern market economy, companies are competitive, if they are one or two steps ahead of their competition. It is about timely assessing the requirements of consumers, respectively doing their job faster and better. It can be done in different ways. One of the way is the optimization of business processes.

Optimization is the improvement of the business processes with the aim of achieving the best results under appropriate conditions. Optimization is necessary, if [7]:

- there is an increase in errors and a worsening in the quality of work,
- it is necessary to increase corporate manageability,
- increase the transparency of their activities,
- there has been a change in the positions like managers or director,
- the state company goes into private ownership,
- the task is to introduce information systems,
- an integrated company is under construction,
- business management has decided to change direction or simply expand production.

This process can happen once in a life cycle, but it can also become a permanent process. However, qualitative implementation of optimization requires certain conditions. First, the availability of internal work resources - experts who are aware of optimization activities. Secondly, it requires the enthusiasm and moral preparedness of team and managers. Third, there is a risk of errors or damage.

After all moral and other preparations, an optimization team will be set up, which includes heads of departments and managers. Those start the optimization, whose classical procedure consists of five stages (Fig. 3):

1. Process description – "what is the process".
2. Process description – "as it should be".
3. Development improvement.
4. Making improvements.
5. Monitoring of improved processes.

The first stage of optimization is the description of business processes. There are two ways to do this at this stage – first describe all the processes currently in progress in the company, or verbally choose the few with the highest priority for improvements and already work with them.

In the first case, after describing everything, team gains a complete picture of the processes in the company and selects the priority. This can be done from priority criteria. The priority criteria are shown in Tab. 2.

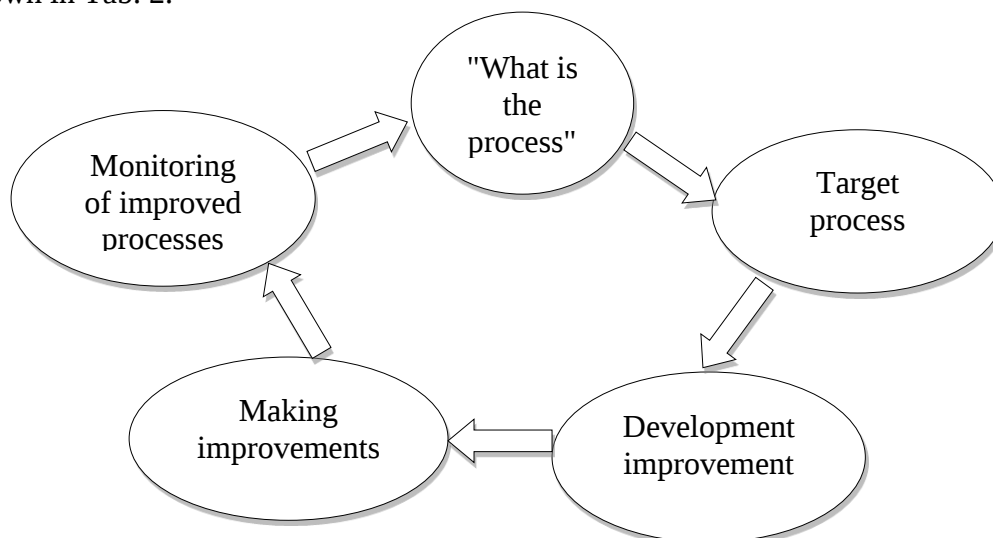


Fig. 3 Stages of optimization [9]

Tab. 2 Priority criteria [10]

Criteria	Characteristics	Impact on process selection
Severity of the process	It characterizes the degree of contribution of the process to achieving the company's goals.	Most important for the selection of business processes.
Problem of the process	It shows the degree of process inconsistency, requires efficiency indicators.	The selection is stopped on the processes, where the difference between current and necessary efficiency indicators is greatest.

Conclusion

Nowadays the creation of the product is very difficult. Input has to pass from many levels and hands to become the output. Moreover, the coordination of men, money, material and machine is also necessary. Also technology is developing rapidly and the adaptation of emerging technology to daily life is very fast. Within this context, production technologies are developing rapidly and parallel to this production instrument's costs are decreased. In this way, producers can make investments more easily by getting current technology. In parallel with industrial development, some parameters such lost time, labour, raw materials must reduce. When considering expected product variety, especially modification on the produced product is a difficult process. Revising of the production system according to the final product is substantially increased the amount of lost time. In addition, in this revision process previously realized investment is becoming inert and this quite increases costs. It is almost impossible the creation of a separate production line for each product in a company which has a lot of variety of products. Nowadays in this needed speed production process, instead of conventional production systems flexible manufacturing systems began to be preferred in the industry.

This article was created by implementation of the grant project KEGA 026TUKE-4/2017 "Implementation of innovative educational approaches and tools to enhance the



development of the core competencies graduate study program Industrial Engineering” and grant project KEGA 030TUKE-4/2017 “Implementation of innovative instruments for increasing the quality of higher education in the 5.2.52 Industrial Engineering field of study”.

References

- [1] CYBEL, N. Y., MESER, S. D.: Theory of Business Process Optimization. Real Problems of Economic Theory and Practice: A Collection of Scientific Works, 1. edition. VA Sidorova, 2015, 18: 35-41.
- [2] DILIGENSKY, N. V.; DYMOVA, L. G.; SEVASTYANOV, P. V.: Fuzzy Modeling and Multicriterial Optimization of Production Systems in Uncertainty: Technology, Economy, Ecology. Moskva: Mashinostroenie-1, 2004.
- [3] FLETCHER, R.: Practical Methods of Optimization - 2 edition. Wiley, Dundeem, 2000. ISBN: 0-471-91547-55.
- [4] KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O.: Modern approaches to production management. 3. Edition. Praha: C.H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [5] KOVÁČ, J., RUDY, V., MAREŠ, A., KOVÁČ, Ju., MALEGA, P.: Integrated designing of production systems on the physical and virtual modelling base. In: Acta Mechanica Slovaca. Vol. 16, No. 1, 2012, p. 30-40, ISSN 1335-2393.
- [6] LEŠČIŠIN, M., STERN, J., DUPAL, A.: Production management. Bratislava: Ekonom, 2002, ISBN 80-968881-0-2.
- [7] MALEGA, P., KOVÁČ, J.: Design of Assembly System – Mixed Reality Modelling In: DAAAM 2016. - Vienna : DAAAM International, 2016, p. 289-297. - ISBN 978-1-5108-3300-5.
- [8] PANNEERSELVAM, R.: Production and operations management. Phi Learning, 2010. ISBN: 812-032-767-5.
- [9] RUDY, V., MALEGA, P., KOVÁČ, J.: Production management. Košice: TU – Sjf, 2012. ISBN 978-80-553-1265-1.
- [10] STRAKA, L.: New Trends in Technology System Operation. Proceedings of the 7th conference with international participation, Presov, pp. 385, 2005.
- [11] SUTAJ-ESTOK, A., LIBERKO, I., SIRKOVA, M.: Process management in relation to the systems thinking. In: Management 2012: research management and business in the light of practical needs. - Prešov : Bookman, 2012.p.214-218. ISBN 978-80-89568-38-3.
- [12] WIENDAHL, H., P., REICHARDT, J., NYHUIS, P.: Handbook Factory Planing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-662-46390-1, ISBN 978-3-622-46391-8 (e-Book).

Contact adress

Ing. Peter Malega, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

E-mail: peter.malega@tuke.sk

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

E-mail: jozef.kovac@tuke.sk

PROAKTÍVNY MANAŽMENT PRIEMYSELNÝCH PODNIKOV

Jaroslava KÁDÁROVÁ – Michaela KOČIŠOVÁ – Jozef MIHOK

Abstract: The digitization of the company shortens reaction times and forces companies to use appropriate approaches, principles, tools and methods of business management. In addition to reactive and active behavior, companies also include a proactive approach in their principles. It is based on foresight, innovativeness and creating your own market opportunities.

Keywords: Proactiveness, Proactive Management, Industry Company.

Úvod

Proaktivita je najmä v organizačnej a zamestnaneckej psychológii, označenie pre spôsob konania, keď odpoveď na vonkajší, napr. teplo, farba, hluk, alebo vnútorný podnet, napr. pocit hladu, smädu, bolesti, je výsledkom slobodnej a vedomej voľby, ktorá je spojená s prebratím iniciatívy a prijatím zodpovednosti za ňu a za jej následky. Proaktivita je opak reaktivity, keď odpoveďou na podnety sú predprogramované odpovede.[7]

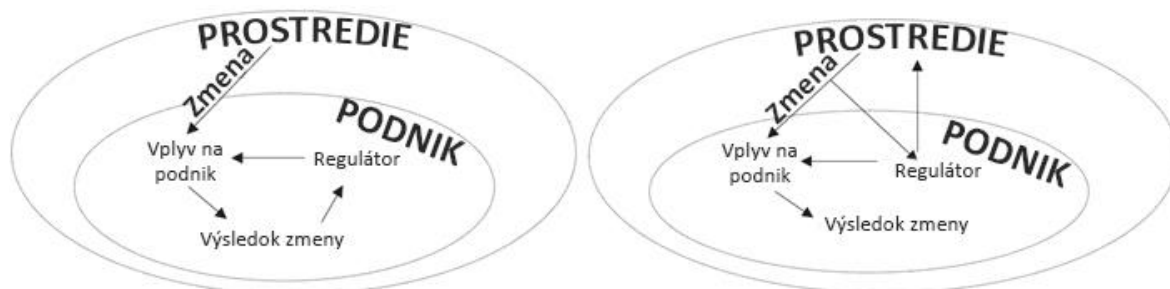
Vzťah proaktivity a reaktivity

Pojmy proaktivita a reaktivita sa v posledných desaťročiach často používajú v literatúre z oblasti strategického manažmentu. Značná časť literatúry o strategickom správaní podnikov odráža dichotómiu medzi reaktívnym a proaktívnym strategickým postojom.

Reaktívne správanie sa tiež nazýva **vyvinuté**. Namiesto formulovania stratégie pre nepredvídateľné zmeny v prostredí, podniky reagujú na zmeny po tom, čo k nim dôjde. Potvrdilo sa, že *plánovať budúcnosť je pomerne bezvýznamné v prípade turbulentného podnikateľského prostredia* a aj to, že podniky namiesto hľadania istoty tam, kde ju nie je možné vidieť, musia žiť s neistotou a chaosom.

Podľa teórie systémov by sa reaktívne správanie dalo nazvať **reguláciou chýb**, pretože je zamerané na korekciu odchýlok súladu medzi podnikom a prostredím. Podľa zákona dynamickej rovnováhy (homeostázy), ak dôjde k zmene prostredia, zmení sa aj systém, avšak len do takej miery, aká je nevyhnutná pre udržanie súladu s prostredím.

Podľa obrázka 1 môže regulátor pocítiť výsledok vyplývajúci zo zmeny v prostredí, hneď, keď k nemu došlo. Regulátor v type reaktívneho správania predstavuje monitorujúce, skúmajúce a nápravné opatrenia systému podniku.



Obr. 1 Reaktívne a proaktívne správanie v podniku



Pri konfrontácii s dôležitými zmenami reaktívne podniky bojujú o prežitie. V pomalšie sa meniacom prostredí si však môžu poradiť s prispôbením sa novej situácii. Problémom reaktívneho správania je obvykle potreba rýchleho zákroku, inými slovami nedostatok času a málo možností na výber. V tom spočíva riziko tohto správania, ak sa z neho stane hlavný nástroj krízového riadenia podniku.

Reakcia na zmeny prostredia je pre väčšinu podnikov zložitý proces, nakoľko zahŕňa obrovské množstvo rozhodnutí a behaviorálnych zmien na mnohých úrovniach. Jednoduché nie je ani analyzovať reakcie na zmeny, nakoľko ide o vzájomne pôsobiace nelineárne prvky, ktoré sú ovplyvňované množstvom reťazcov spätných väzieb. Analýza reaktívneho správania, pre pochopenie prepojenia podniku s prostredím, nepostačuje. Je rovnako dôležité zvážiť proaktívne správanie.

Analýza pojmu proaktivita nemá hlboké korene. (Pre)aktívnu stratégiu definovali Jauch a Glueck ako: „*stratégiu, v ktorej stratégovia konajú skôr, než sú nútení reagovať na príležitosti a hrozby okolia.*“ Preto sa zdá, že proakcia je občas reakciou, pričom nejde o reakciu na zmeny okolia, ale skôr na **náznaky prichádzajúcich zmien**. Toto správanie možno nazvať i **anticipačná regulácia**. Jeho cieľom je kompenzovať nežiaduce účinky rušivých podnetov na činnosť a výsledky podniku. **Anticipácia predstavuje riadenie súčasnosti, keďže nie je možné riadiť budúcnosť, za využitia informácií o minulosti, prítomnosti i budúcnosti.**

I proakciu možno vnímať ako úmysel podniku ovplyvňovať prostredie a navyše iniciovať zmeny. Bateman a Crant proakciu definovali ako: „*pomerne stabilný zámer uskutočniť zmeny v prostredí*“ a „*správanie priamo meniace prostredie.*“ Podobne i Aragon-Correa vyhlásil strategickú proaktivitu za: „*zámer podnikov skôr iniciovať zmeny vo svojich rôznych strategických taktikách, než reagovať na udalosti.*“ To odráža skutočnosť, že si podnik uvedomuje, že disponuje schopnosťami pre aspoň čiastočné ovplyvňovanie a vytváranie si vlastnej budúcnosti. Vedenie podniku si môže predstaviť výroby, služby a celé odvetvia, ktoré ešte neexistujú a následne ich vytvoriť.

V dôsledku toho sa zdá, že **koncept proaktivity** zahŕňa **anticipáciu** aj **ovplyvňovanie**.

Proaktivita je *schopnosť vytvoriť príležitosti, alebo schopnosť, rozpoznať alebo anticipovať a konať v súlade s príležitosťami alebo hrozbami, keď sa same ponúkajú.*“ Proaktivita obsahuje aj reakciu na náznaky prichádzajúcej zmeny v podnikovom prostredí a vytváranie samotných zmien.

Odlíšujúcim prvkom medzi proaktivitou a reaktivitou sa zdá byť **čas**. Proaktivita vždy naznačuje konanie pred zmenou v prostredí a jej priamym vplyvom na podnik a v praxi je jej súčasťou často reakcia na náznaky prichádzajúcich zmien.

Niektorí výskumníci porovnávali proaktivitu s podnikaním. Avšak rozdiel medzi obomi koncepciami je ten, že podnikanie sa zvyčajne chápe ako objavovanie, vyhodnocovanie a využívanie nových príležitostí, kým súčasťou proaktivity je *objavovanie, zhodnotenie a riadenie zmien v prostredí, ktoré by mohli pre podnik predstavovať hrozby a nielen príležitosti*. Proaktivitu je pomerne ťažké pozorovať, pretože ide predovšetkým o myšlienkový proces. Existujú vlastnosti podnikov, ktoré ich radia k proaktívne zmýšľajúcim:

- Aktívne zhromažďovať informácie o ľuďoch mimo spektra zákazníkov a konkurentov a o možných zmenách v prostredí.
- Predvídať v oblasti priemyslu. Predvídavosť je založená na obširnom nahliadnutí do budúcich trendov (v oblasti životného štýlu, technológií, demografie a geopolitiky), ktoré sa dajú využiť pri prepisovaní pravidiel v priemysle a vytvorení nového konkurenčného priestoru.
- Osvojovať si prístup, ktorý hľadá príležitostí. Ide o rozvoj a využívanie príležitostí, využívanie nápadov a kreatívneho potenciálu pri formovaní vzťahov s prostredím.

- Usilovať sa stať lídrom nie nasledovníkom. Často sú potrebné významné investície s cieľom posilniť vedúce technologické postavenie podniku.
- Hľadiť smerovať dopredu. Podnik by mal formovať prostredie, a nie byť formovaný zmenou.
- Dokázať premeniť negatíva na pozitíva. Popasovať sa s obmedzeniami (napr. predpismi či rozdielnymi vyhlídkami) kreatívnym spôsobom.

Efektívna komunikácia v podniku je jedným z predpokladov jeho fungovania, či už je to komunikácia prostredníctvom informačného systému alebo medzi manažérmi a zákazníkmi, resp. dodávateľmi, pracovníkmi či verejnosťou. **Proaktívna komunikácia** vytvára v podniku správnu pracovnú klímu, najmä pri stanovení cieľa, jeho plnení a vyrovnávaní sa s problémami. Rozdiely medzi proaktívnou a reaktívnou komunikáciou sú uvedené v tabuľke 1.

Tab.1 Rozdiely medzi proaktívnou a reaktívnou komunikáciou

Reaktívny jazyk	Proaktívny jazyk
Nemôžem s tým nič robiť.	Pozriem sa, aké sú možnosti.
To nemôže vyjsť.	Môžem pripraviť presvedčivú prezentáciu.
Je to proste tak, ako to je.	Viem ukázať iný prístup.
Tento zákazník ma frustruje.	Ovládam svoje pocity / reakciu.
Nemôžem si to dovoliť.	Mám efektívne riešenie.
Nemôžem.	Preferujem / Zvolím si – rozhodnem sa.
Musím.	Rozhodol som sa.
Som už raz taký.	Môžem byť iný.
Keby...	Budem...

Proaktívne podniky robia vždy nad rámec prispôbovania sa podmienkam trhu. Pokúšajú sa predpovedať zmeny a podniknúť kroky skôr, ako sú nútené. Cieľom proaktívnej stratégie je rozvrátiť zaužívané pravidlá a vytvárať trvalé konkurenčné výhody.

Tab. 2 Reaktívny verzus proaktívny postoj podniku

	Reaktívny postoj	Proaktívny postoj
Stratégie podniku	Prispôbuje sa okolnostiam.	Buduje zmeny na trhu.
Orientácia marketingových činností	Zameriava sa na uspokojovanie potrieb zákazníkov a boj s konkurenciou.	Zameriava sa na vytváraní nových potrieb a pravidiel.
Inovácie	Vníma ich ako proces založený na požiadavkách.	Vníma ich ako proces, ktorý by mal zatriasť trhom.

Byť reaktívny nestačí. Najlepšie spoločnosti dokazujú, že trh musí niekto ovládať a formovať podľa svojich záujmov a podnikateľské prostredie musí byť pretvárané. Vytvorenie vlastných pravidiel, teda ovládanie a formovanie trhu proaktívnym prístupom, je výhodnejšie.

Proaktívne podniky

Proaktívne podniky nereagujú na zmeny, ale ich prognózujú. Ich pohľad na skutočnosť je nezávislý. Zastávajú názor, že podnikateľské prostredie sa môže pretvárať v závislosti od trhových stratégií. Realitu si budujú a nevnímajú ju ako čosi, čo je im predurčené, preto ich budúcnosť začína už dnes, nie zajtra. Menia pravidlá hry, čo má za následok vznik úplne novej hry. Vytvárajú vlastné pravidlá, a to im rapídne zvyšuje šancu na získanie dominantného postavenia na trhu.

Proaktívne podniky neinvestujú snahu do udržania si podielu na trhu. Samy ho určujú. Sú rovnocennými partnermi, nezávislými od jeho aktuálnych požiadaviek. Riadia miesto toho, aby boli riadené.

Podnik sa ale nestáva proaktívnym na základe vlastného rozhodnutia či túžby. Zavedenie tohto typu stratégie si vyžaduje predošlý rozvoj určitých schopností a využívanie analytických modelov a nástrojov na pretvorenie proaktivity do konkrétnych činov.

Tab. 3 Hlavné rozdiely medzi reaktívnym a proaktívnym podnikom

REAKTÍVNE PODNIKY	PROAKTÍVNE PODNIKY
Reagujú na udalosti.	Predvídajú udalosti.
Sú závislé od predošlých udalostí - prostredie vytvára pravidlá.	Sú nezávislé - sami si vytvárajú pravidlá.
Budúcnosť vnímajú ako niečo, čo treba predvídať - budúcnosť začína zajtra.	Budúcnosť vnímajú ako niečo, na čom sa dá podieľať. Budúcnosť začína dnes.
Snažia sa stať najlepšími hráčmi.	Snažia sa zmeniť pravidlá hry.
Trh určuje ich vývoj.	Určujú vývoj trhu.
Sú závislé od trhu.	Sú rovnocenní partneri.
Nasledujú trh.	Riadia trh.
Kľúčové slová: adaptácia, reakcia, odozva, obrana, príčina a následok, nevyhnutnosť, náhodnosť, prispôsobivosť, dostatočnosť, uspokojenie	Kľúčové slová: anticipácia, vytváranie, riadenie, zmena, voľba, vplyv, stimulácia, nezávislosť, iniciatíva, príležitosť
Motto: uverím, až to uvidím.	Motto: uvidím, až tomu uverím.

V závislosti od reakcie podnikov na zmenu v prostredí je možné podniky deliť na štyri základné typy (obrázok 2). Rozhodujúcim momentom v typológii je podnet, ktorý vznikne v prostredí a vytvára zmenu v porovnaní s predchádzajúcim stavom. Čas, vzniku tohto podnetu, je označovaný ako nulový moment M_0 . moment

Každý podnik sa s nulovým momentom M_0 vyrovnáva inak. Niektoré sa zameriavajú na anticipáciu. Stratégiou reaktívnejších podnikov je obvykle reagovať na požiadavky plynúce z podnikateľského prostredia. Tretí typ podnikov, zmeny, buď zaskočia, poprípade ich dynamika prostredia úplne paralyzuje. Proaktívny typ správania vykazujú podniky v stave pohotovosti.

Orientácia podniku vzhľadom na trh

		Proaktívna	Reaktívna
Reakcia na trh	Nie	Aktívny podnik	Paralyzovaný podnik
	Áno	Podnik v stave pohotovosti	Adaptujúci sa podnik
		Pred M_0	Po M_0
Čas, v ktorom konajú			

Obr. 2 Typológia podnikov s ohľadom na nulový moment

Charakteristika štyroch typov podnikov podľa ich reakcie na zmeny je uvedená v tabuľke 4.

Tab. 4 Charakteristika podnikov s ohľadom na nulový moment

Typy podnikov	Charakteristika podnikov
Paralyzované podniky („Čo sa stalo?“)	– nedokážu predvídať zmeny na trhu alebo reagovať na ne ani s oneskorením – väčšinu času nie sú ani schopné zachovať si reaktívny postoj – charakteristickými znakmi sú inertnosť a pasivita voči dynamike prostredia – neschopnosť kráčať rukou v ruke s vývojom na trhu - podnik neschopný akejkolvek odpovede
Adaptujúce sa podniky („Čo sa deje?“)	– konajú až po tom, čo došlo k momentu zmeny podobne ako paralyzované – snažia sa reagovať na zákazníkov, konkurentov i zmeny v podnikateľskom prostredí vo chvíli, keď sú dôsledky zmien cíteľné – konajú iba v nevyhnutných prípadoch, kedy sa vedľa prispôbiť svižne a účinne – sú neustále v pohotovosti, čo vedie k unáhleným rozhodnutiam a výdavkom
Podniky v pohotovosti („Čo sa stane?“)	– vedľa odhaliť náznaky zmien v porovnaní s konkurentmi podstatne skôr – neustále monitorujú prostredie s cieľom nájsť náznaky zmien, to im umožňuje zachovať si k trhu proaktívny prístup a reagovať na zmeny pred momentom ich výskytu – charakterizujúca je pre neresponzívna anticipácia - reakcia na udalosti pred tým, než je nevyhnutné – informácie filtrujú, aby sa zaoberali len relevantnými, ktoré im umožnia predvídať udalosti, poprípade sa prichystať na hrozby, aké by nulový moment so sebou mohol priniesť - v tejto diagnostike sú rýchlejší a lepší než ich konkurenti
Aktívne podniky („Čo sa má stať?“)	– konajú pred výskytom bodu nula - pokúšajú sa o vytváranie zmien na trhu, konajú v prítomnosti v snahe vytvoriť budúcnosť – vytvárajú vlastné nulové momenty a spôsobujú prevrat na trhu, nebývajú zaskočené, naopak - prekvapujú iných a vytvárajú nové možnosti v predstihu, teda praktizujú kreatívnu anticipáciu – sú epicentrom zmien, kladú si originálne otázky a na staré nechávajú odpovedať iných – riadia ich stratégie so silnou vierou v neohrozenosť, ambície a odvahu vytvárať nové príležitosti

Uvedené kategórie (tabuľka 4) neslúžia na označovanie stavu podnikov, možno nimi označiť konkrétne situácie, v ktorých sa podniky nachádzajú. Podnik môže byť raz reaktívny, inokedy zase proaktívny. Je dokonca možné uplatniť obe stratégie súčasne. Iným príkladom môže byť zase situácia, keď podnik v paralýze prehodnotí svoje zmýšľanie a nasmeruje ho proaktívnym smerom. Platí, že každý podnik pri orientácii na trh preferuje jeden z týchto prístupov.

Autori knihy Proactive Companies Araújo L. a Gava R. charakterizovali proaktívny podnik ôsmymi schopnosťami, ktorými by mal disponovať:

- Schopnosť podstúpiť riziko.
- Schopnosť robiť chyby a poučiť sa z nich.
- Schopnosť predstaviť si možné situácie.
- Schopnosť zvládať krátkodobé tlaky.
- Schopnosť inovovať.
- Schopnosť flexibilného riadenia.
- Schopnosť proaktívne viesť.
- Schopnosť rozpoznávať proaktívne založených ľudí a rozvíjať túto vlastnosť.

Kooperácia ôsmich schopností odкрýva nový spôsob myslenia, proaktívny mentálny prístup odlišujúci sa od prístupu podnikov zameraných výhradne na reakciu na požiadavky trhu. Mentálny prístup je podstatnou zložkou, nakoľko sa na uskutočnení proaktívnej stratégie a dosiahnutí pozitívnych výsledkov významne podieľa. V tabuľke 10.5 je uvedené porovnanie proaktívneho a reaktívneho spôsobu zmýšľania s ohľadom na osem uvedených schopností.

Tab. 10.5 Reaktívne verzus proaktívne zmýšľanie podnikov podľa

Schopnosti	Reaktívne zmýšľanie	Proaktívne zmýšľanie
Ako sa podnik vyrovnáva s rizikom?	Túžba po okamžitých finančných výsledkoch zabraňuje podstupovaniu rizika.	Podpora vzniku rizík - neodmysliteľná súčasť zmien.
Aký má názor na chyby?	Omyly v teoretickej rovine sú akceptované, chyby v praktickej potrestané.	Chyby - príležitosti nadobudnutia nových skúseností a poznatkov.
Zvažuje pri tvorbe stratégií možné situácie?	Stratégia sa zameriava na aktuálne príležitosti a hrozby.	Podnik sa neustále pokúša predpokladať nové situácie na trhu.
Bráni tlak vytváraný na dosahovanie krátkodobých výsledkov v prognózovaní budúcich udalostí?	Možný budúci zisk je menej dôležitý než aktuálne výsledky.	Aktuálne výsledky často padajú za obeť budúcim možným ziskom.
Je inovácia riadená trhom?	Inovácie sú zvyčajne odpoveďou na požiadavky trhu.	Inovácia je proces zameraný na narúšanie súčasných trhových modelov.
Ako sa na proaktivitu díva z hľadiska jednotlivcov?	Ide o prirodzenú, takpovediac vrodenú črtu.	Proaktivitu je potrebné stimulovať a rozvíjať.
Spomaľuje prílišná byrokracia a dodržiavanie pravidiel voľný tok myšlienok/nápadov?	Súčasný stav zabraňuje prezentovaniu nových postojov a myšlienok.	Ľudia môžu svojvoľne vyjadrovať myšlienky a názory.
Aký spôsob riadenia preferuje?	Tradičný - zameraný na kontrolu a hierarchiu.	Transformatívny - založený na autonómii a slobode.

Proaktívne podniky sa s rizikami, chybami a krízami vyrovnávajú úplne inak, ako podniky reaktívne. Pre proaktívny spôsob zmýšľania je riziko neodmysliteľnou súčasťou procesov zmien, a preto je potrebné ho stimulovať. Odišný prístup zastávajú reaktívne podniky, kde tlak vyvíjaný na výsledky a obavy z rizík často bránia hľadaniu príležitostí na zmeny. To im bráni v zmene prístupu.

Reaktívny postoj sa stáva neudržateľným, keď chyby a omyly, ku ktorým v rámci realizácie došlo, podliehajú ráznej kritike. Podniky s proaktívnejším prístupom vnímajú chyby, ako k príležitosti umožňujúce nadobudnúť nové poznatky a skúsenosti. Preto sa im nesnažia vyhýbať. Obom druhom zmýšľania tiež zodpovedajú ich rozdielne strategické vízie budúcnosti. Proaktívne zmýšľanie vytvára stratégie, na báze nejestvujúcej reality. Reaktívne zmýšľanie sa orientuje na súčasné príležitosti a hrozby. Reaktívny prístup považuje budúcnosť za menej dôležitú kvôli krátkodobým tlakom, keďže tie oslabujú vieru v budúci zisk. Proaktívne podniky, naopak chápu, aké výsledky môže priniesť obetovanie aktuálnych ziskov pre znásobenie budúcich

Poloha podniku v reaktívno-proaktívnom kontinuu

Proaktivita a reaktivita sú považované za rozhodujúce faktory jednotlivých skupín podnikov. Niektorí autori vyzdvihujú fakt, že oba pojmy majú sklon tvoriť skôr kontinuálnu, než dichotomickú konštrukciu. Podnik môže prijať rôzne stupne proaktivity, nájsť jej miesto v reaktívno-proaktívnom kontinuu a v prípade potreby zmeniť polohu, vzhľadom k jednému z extrémov (obrázok 3). [4]

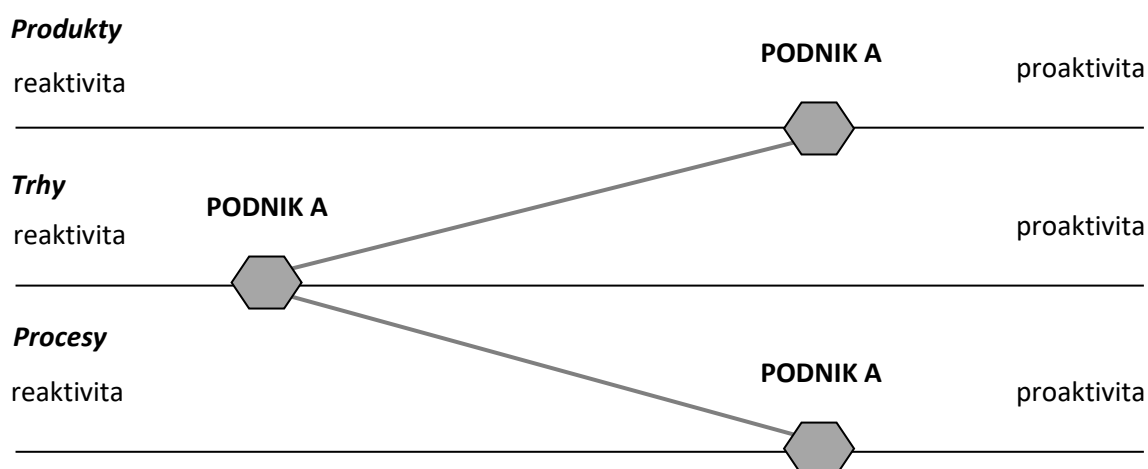


Obr. 3 Poloha podniku v reaktívno-proaktívnom kontinuu

Schopnosť zmeniť polohu je dôležitá z hľadiska efektívneho využitia zdrojov podniku. Proaktivita je nákladná. Monitorovanie zákazníkov a konkurentov, dlhodobé monitorovanie trhu a nákladný lobbying, sa obvykle nezaobídu bez značného obetovania obmedzených zdrojov. Je jasné, že ak by bolo možné čakať a reagovať, podnik by bol v pokušení uprednostniť reaktivitu.

Uvážené správanie podniku v medziach reaktívno-proaktívneho kontinua, môže mať za následok prílišné zjednodušenie zložitého a mnohostranného podnikového správania. Možnosť využiť niekoľko reaktívno-proaktívnych kontinuí súčasne je znázornená na obrázku 4. [1]

Proaktivitu možno analyzovať oddelene v rôznych funkčných oblastiach podniku, ako napríklad výskume a vývoji, financiách, výrobe, marketingu, medzinárodnej a manažérskej/štruktúrálnej organizácii. Ďalšou možnosťou je rozlišovať medzi proaktivitou súvisiacou s produktom, trhom a procesom. Existuje mnoho reaktívno-proaktívnych kontinuí a podnik sa musí umiestniť na každom z nich.



Obr. 4 Polohy podniku v určitých reaktívno-proaktívnych kontinuiách

Úroveň produktov súvisí s proaktivitou a reaktivitou vo výskume a vývoji produktu a inžinierstve a spracovateľskom priemysle. Podniky, ktoré sa v tomto smere zachovávajú reaktívne, produkujú napodobeniny alebo modifikácie výrobkov, ktoré už na trhu sú. Naopak, podniky s proaktívnym prístupom uvádzajú na trh prelomové výrobky a usilujú sa vyťažiť z prvenstva.

Podnik zachovávajúci si reaktívny postoj voči trhu reaguje na vzniknuté okolnosti po tom, čo bol nimi ovplyvnený. Proaktívny podnik koná skôr, ako je priamo ovplyvňovaný vzniknutými okolnosťami.

Pri procesoch postupy často sklzávajú do rutiny, ktorá môže tlmiť reakcie podniku na zmeny prostredia. Úroveň proaktivity podniku by mala byť chápaná ako model zložený z jeho pozícií

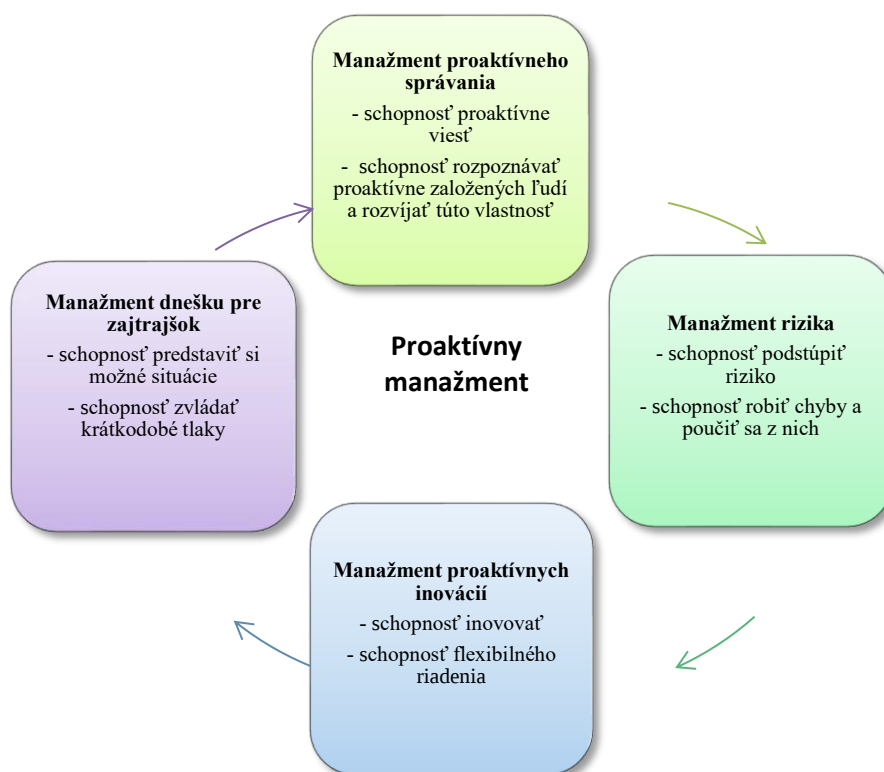
vo viacerých kontinuách. Napríklad podnik A na obrázku 4 sa zdá byť proaktívny na úrovni produktov i procesov, pokiaľ však ide o úroveň trhu, je stále pomerne reaktívny.

Podnik by mal zachovať rovnováhu medzi proaktivitou a reaktivitou. Rovnováha je potrebou samotnej praktickej reality. Žiadny podnik si nemôže dovoliť ignorovať existujúce podmienky na trhu. Absolútne sa podriadenie podmienkam, však robí podniky konformnými. Každý podnik musí odhaliť najlepší spôsob, akým vyčleniť priestor pre proaktívne i reaktívne kroky vo svojich stratégiách.

Proaktivita a reaktivita musia byť vnímané ako prvky kontinua, nie ako protichodné póly, ktoré medzi sebou nekomunikujú. Podnik musí byť niekedy proaktívny, inokedy reaktívny. To sa dá docieľiť zdrojmi dostupnými v danom okamihu, alebo za mimoriadnych trhových udalostí. Úroveň proaktivity a reaktivity sa bude meniť na základe vnútorných i vonkajších okolností, ktorým podnik čelí.

Proaktívny manažment

Proaktívny manažment kombinuje všetkých osem schopností proaktívneho podniku, ktoré sa realizujú na štyroch rôznych úrovniach (obrázok 5). Každá z nich zahŕňa práve dve schopnosti. Šípky spájajúce jednotlivé úrovne naznačujú súdržnosť a ich vzájomné prepojenie. Fungujú ako celok a navzájom sa dopĺňajú. Spolu znamenajú schopnosť trhovej proaktivity, teda vyššiu, nadradenú schopnosť, prevyšujúcu rozvoj jednej z nich.



Obr. 5 Zložky proaktívneho manažmentu

Rozdelenie schopností do štyroch oblastí uľahčuje ich riadenie. Okrem toho krok založený na dvoch schopnostiach patriacich do tej istej oblasti, dovoľuje podniku ľahšie si predstaviť vzťahy medzi kritickými bodmi, a tiež posúdiť, do akej miery je potrebné súčasne pracovať na oboch schopnostiach.

Oblasti (zložky) proaktívneho manažmentu sú pre podnik základom rozvoja schopností:

- **Manažment dneška pre zajtrajšok** reprezentuje nový spôsob vnímania budúcnosti, ako niečo, na čom je možné sa podieľať, a ktorú je možné v prítomnosti budovať. Ide o vylepšenú schopnosť stratégov konať v prítomnosti, berúc do úvahy budúcnosť. Jej účinnosť je v praxi možné vidieť iba vtedy, ak sú podniky schopné preniesť sa cez krátkodobé tlaky a predstaviť si situácie, aké v budúcnosti môžu nastať. Druhá zo spomenutých schopností je pre podniky základnou podmienkou pri monitorovaní a objavovaní nulových momentov. Schopnosť prekonať krátkodobé tlaky, naopak predstavuje prístup, ktorý dokáže zrovnávať požiadavky kladené na výsledky a ciele a osvojiť si stratégie s dlhotrvajúcim vplyvom. V rámci strategického programu netreba počítať s okamžitým ziskom.

- **Manažment rizika** sa zaoberá vždy prítomnými prvkami, a to rizikami a chybami. Strach z neznámeho predstavuje najväčšiu prekážku pre trhovú proaktivitu. Prijatie rizika a zmena prístupu častokrát predstavuje hranicu medzi úspechom a neúspechom. Proaktívne podniky už prišli na to, že rizikovejšie než podstúpiť riziko je vyhnúť sa mu.

- **Manažment proaktívnych inovácií** odkazuje na schopnosti inovácie a flexibilného riadenia. Proaktívna inovácia predstavuje nový prístup k inovačným procesom. Zameriava sa na zmenu aktuálnych pravidiel fungujúcich na trhu, rozvrátenie reaktívnych inovačných modelov. Tie sa stále objavujú v mnohých podnikoch a spôsobujú reaktivitu trhu. Manažment proaktívnych inovácií okrem schopnosti inovovať proaktívnym spôsobom vyžaduje od podnikov vyššiu mieru flexibility.

- **Manažment proaktívneho správania** súvisí so schopnosťami proaktívne riadiť a rozpoznávať ľudí s proaktívnymi vlastnosťami. Proaktívne riadenie je riadenie zamerané na podporu takého správania a konania, ktoré vedú k anticipácii, tvorivosti a budovaniu nových spôsobov práce. Proaktívni lídri sú flexibilní a sú opakom tradičného spôsobu riadenia, pre ktorý je charakteristická kontrola a dozor. Takýto štýl riadenia je úzko spätý s druhou schopnosťou, a to rozvíjaním proaktivity u jednotlivcov. Podniky musia vedieť rozpoznať ľudí s proaktívnym postojom a vlastnosťami, ktoré pozitívne vplyvajú na realizáciu plánovaných stratégií, lebo na rozdiel od talentu, s ktorým sa musíme narodiť, je proaktivita jednotlivcov niečo, na čom sa dá pracovať. Je teda pre podnik dôležité, aby bol schopný u nich proaktivitu rozvíjať, a takisto udržať v rámci pracovných tímov. Rovnako ako aj iné schopnosti, i tejto treba venovať čas na tréning. Proaktívne podniky sa na ľudí dívajú ako na jednotlivcov s potenciálom, ktorý treba využiť. [2]

Conclusion

Proactive management not only allows businesses to respond to market needs and requirements, but can create needs before they are identified and expressed as a requirement. The ability of proactive thinking is the current trend in corporate governance and gives the opportunity to extend the life cycle of a business.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu KEGA č. 026TUKE-4/2017 Implementácia inovatívnych edukačných prístupov a nástrojov pre posilnenie rozvoja kľúčových kompetencií absolventov študijného odboru Priemyselné inžinierstvo.

References

- [1] Annual ICM crisis report Institut for crisis management. <http://www.crisisexperts.com/2016CR.pdf>
- [2] BOOTHMAN, N.: Tréning obchodní komunikace. Portál Praha, 2004. ISBN 80-7178-904-6.



- [3] KÁDÁROVÁ, J. – KÁDÁR, G. - KOBULNICKÝ, J.: Controlling inovácií priemyselných podnikov. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 2018. ISBN 978-80-248-4251-6.
- [4] KÁDÁROVÁ, J. - MARKOVIČ, J. - MIHOK, J.: Corporate management in the conditions of crisis. PA NOVA SA, Gliwice 2015. ISBN 978-83-940150-6-0.
- [5] KÁDÁROVÁ, J. - TURISOVÁ, R.: Model proaktívneho krízového riadenia priemyselných podnikov. In: Journal of innovations and applied statistics. Roč. 4, č. 1 (2014), s. 54-59. ISSN 1338-5224.
- [6] KOBULNICKÝ, J. - KÁDÁROVÁ, J. - KALAFUSOVÁ, L.: Proaktívny prístup v manažmente. In: Transfer inovácií. Č. 28 (2013), s. 162-164. ISSN 1337-7094.
- [7] TEPLICKÁ, K.: Uplatnenie manažmentu výkonnosti na Slovensku. In: Manažment v teórii a praxi. Roč. 12, č. 4 (2016), s. 4-11. ISSN 1336-7137.
- [8] TREBUŇA, P et al.: Metódy a systémy riadenia výroby v priemyselnom inžinierstve. Technická univerzita v Košiciach, Košice 2019. ISBN 978-80-553-3280-2.

Contact address

doc. Ing. Jaroslava Kádárová, PhD.

Ing. Michaela Kočíšová, PhD., MBA

Dr.h.c. mult. prof. Ing. Jozef Mihok, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: jaroslava.kadarova@tuke.sk

michaela.kocisova@tuke.sk

jozef.mihok@tuke.sk



ENVIRONMENTÁLNO-EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ IMPLEMENTÁCIE ENVIRONMENTÁLNEHO MANAŽÉRSTVA PODĽA EMAS III

ENVIRONMENTAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IMPLEMENTATION - EMAS III

Milan MAJERNÍK – Jana NAŠČÁKOVÁ – Naqibullah DANESHJO
– Jaroslav DUGAS

Abstract: Economic activities, whether production or support, including services, are dependent on the extraction of natural resources and raw materials and often consume disproportionate volumes of materials, water and energy, produce hazardous emissions and waste, and thus gradually become unsustainable. One of the tools for solving these problems in an integrated way is the worldwide standardized experimental management systems according to ISO1400X and the European Environmental Management and Audit Scheme EMASIII.

The authors present their researches in this area, focused on methodological aspects of assessment of environmental-economic efficiency and development sustainability of production through functional standardized systems EMAS III and ISO 14001 and their extension ISO 14051 for cost accounting of material and energy flows of organizations.

The elaborated theoretical and methodological aspects are applicable and dimensioned for the conditions of the Italian national company operating in the agricultural industry in the wine and fruit sector. The proposed production sustainability matrix is decomposed and reflected through environmental performance and economic efficiency indicators in 2014-2018 into the model concept for further reporting of environmental costs and revenues of production, including the recommendation of supporting software products to intensify management processes.

Keywords: production sustainability, environmental management, environmental-economic efficiency, standardization of management, wine-fruit production

Úvod

Každá organizácia vykonáva ekonomické aktivity, ktoré majú aj environmentálny vplyv. Dôležité je zamerať sa nie len na znečisťovanie, ktoré je spôsobené týmito aktivitami, ale rovnakú váhu pozornosti si zaslúži aj spôsob, akým organizácia získava a používa svoje zdroje a ako manažuje svoje činnosti vo vzťahu k produkcii odpadu.

V súčasnosti sa aplikujú dva najčastejšie používané štandardné systémy na implementáciu Environmentálno-Manažérskych Systémov. Prvým je medzinárodná Certifikácia podľa štandardu ISO 14 001 a druhým je Európska Regulácia EMAS (Eco-Management and Audit Scheme). EMS môžeme definovať ako súčasť inovatívneho manažérstva organizácie. Predstavuje dobrovoľný nástroj, ktorým je organizácia schopná smerovať k neustálemu zlepšeniu svojho environmentálneho správania sa nad rámec bežných regulácií a noriem. Teda v konečnom dôsledku ho môžeme zaradiť aj medzi marketingové praktiky, ktoré potvrdzujú a vyzdvihujú dobré meno organizácie na globalizovanom trhu.

Aplikácia tohto systému si vyžaduje súlad a interakciu jednotlivých prvkov spoločne pracujúcich na manažovaní a meraní environmentálnych aspektov, či vplyvov z jednotlivých činností. A teda implementácia EMS predstavuje komplex činností, ktorý v sebe zahŕňa



organizačnú štruktúru, plánovanie aktivít, určenie zodpovedností, praktiky, procedúry, procesy, systém komunikácie či prvky, ktoré zabezpečia úspešnú implementáciu systému. Nevyhnutná je pritom tiež kontrola a udržanie environmentálnej politiky podniku.

Predovšetkým výrobné činnosti a činnosti spojené s výrobou sú závislé na ťažbe prírodných surovín, pričom sa spotrebúvajú obrovské objemy vody a energií, produkujú emisie a odpady. Iróniou je fakt, že aj napriek vysokej energetickej náročnosti výroby je úžitková hodnota mnohých výrobkov relatívne krátka a väčšina z nich sa tak po skončení svojej životnosti premení na nevyužitelný odpad, ktorý je potrebné zneškodniť. To však predstavuje ďalšie energetické nároky. Organizácie by preto mali svoje aktivity posudzovať a riadiť práve s ohľadom na životné prostredie, jeho tvorbu a ochranu. Mali by začať lepšie nakladať s odpadom, hľadať úspory vo výrobe, vytvárať havarijné plány a inovovať technológie.

1 EMAS ako nástroj udržateľnosti produkcie

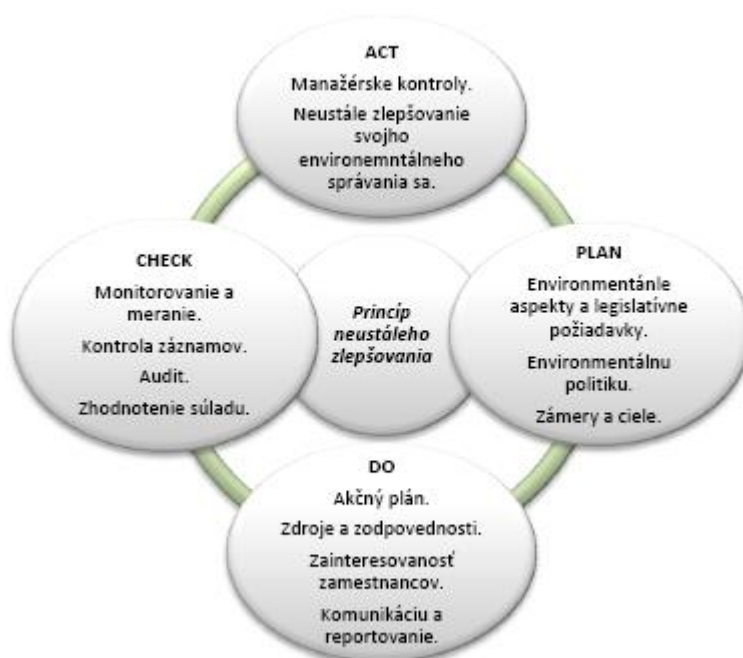
Formalizovaný nástroj EMAS prezentuje dobrovoľne implementovaný európsky systém cielený organizáciám, ktoré majú v záujme pravidelne zlepšovať svoje environmentálne správanie a verejne komunikovať o týchto aktivitách, cieľoch a úspechoch. Pôvodný bol zameraný najmä na podniky aktívne v priemyselnom odvetví, neskoršie jeho revízie však umožnili participáciu ktorejkoľvek organizácii ochotnej pravidelne zlepšovať nie len svoje environmentálne správanie, ale rovnako aj produkčný proces, marketing a vzťahy s verejnosťou či inými externými subjektmi. V súvislosti s touto udalosťou Európska Únia spustila niekoľko pilotných podporných projektov cielených na zistenie možného záujmu aj zo strany non-industriálnych sektorov (Ec.europa, 2016).

Môžeme konštatovať, že systém EMAS je síce efektívnym nástrojom pre znižovanie environmentálnych dopadov na úrovni podniku, avšak jeho celkový význam je kvôli zapojeniu malého množstva organizácií zatiaľ nedostatočný. Z tohto dôvodu bolo jedným z hlavných cieľov revízie EMAS III zvýšenie počtu organizácií zapojených do Programu a to predovšetkým pomocou zjednodušenia administratívnych procedúr, zvýšenia atraktivity Programu a rozšírením jeho rámca aj mimo hranice Európskej Únie (Ec.europa, 2016). Uskutočnené zmeny v systéme EMAS z hľadiska samotného systému environmentálneho manažérstva zobrazuje obrázok č. 1

Intenzifikácia schémy	•Organizácia musí jasne dokumentovať, že spĺňa príslušné právne požiadavky a má vytvorený systém na udržanie súladu s environmentálnou legislatívou. •Definovanie kľúčových environmentálnych ukazovateľov, ktoré musia vykazovať všetky organizácie: indikátory sa týkajú energetickej účinnosti, materiálnej účinnosti, spotreby vody, produkcie odpadu, biodiverzity a emisií. •Sú vytvorené referenčné dokumenty obsahujúce informácie o najlepšej praxi environmentálneho riadenia a definované environmentálne vhodné indikátory pre daný odbor. •Silnejšia harmonizácia akreditačných, verifikačných a registračných postupov a logická štruktúra Nariadenia -jeden dokument – užívateľsky príjemnejší EMAS.
Inštitucionálne zabezpečenie	•Registrácia klastrov a korporácií - organizácia s viacerými pobočkami v rôznych štátoch môže získať jednu celoeurópsku registráciu. •Zjednodušenie podmienok používania loga EMAS, avšak s vylúčením jeho použitia na výrobkoch a obaloch. •Možnosť registrácie organizácií so sídlom mimo EÚ. •Zjednodušenie administratívnych procedúr a možnosť využitia vlastného textu Nariadenia •Zakotvenie povinnosti Európskej komisie preskúmať a navrhnuť potrebné zmeny do 5 rokov od vstupu do systému EMAS.
Previazanosť s inými nástrojmi EP	•Previazanie EMAS s ďalšími nástrojmi a politikami ako napríklad : - IPKZ - Na medzinárodnej úrovni je v súčasnosti integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania upravená smernicou EPaR č. 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách. - SEVESO (Zákon č. 261/2002 Z.z. - § 27 ods. 5 písm. c) umožňuje organizáciám predĺžiť interval kontrol SIŽP z 12 na 18 mesiacov). - Ekolabeling - Regulácia Európskej komisie č. No 66/2010 článok 14, :20 % alebo 15% zľava z poplatku. - Zelené verejné obstarávanie (Zákon č. 25/2006 Z.z. - § 30).

Obrázok 1 Signifikantné zmeny 2. Revízie EMAS- EMAS III

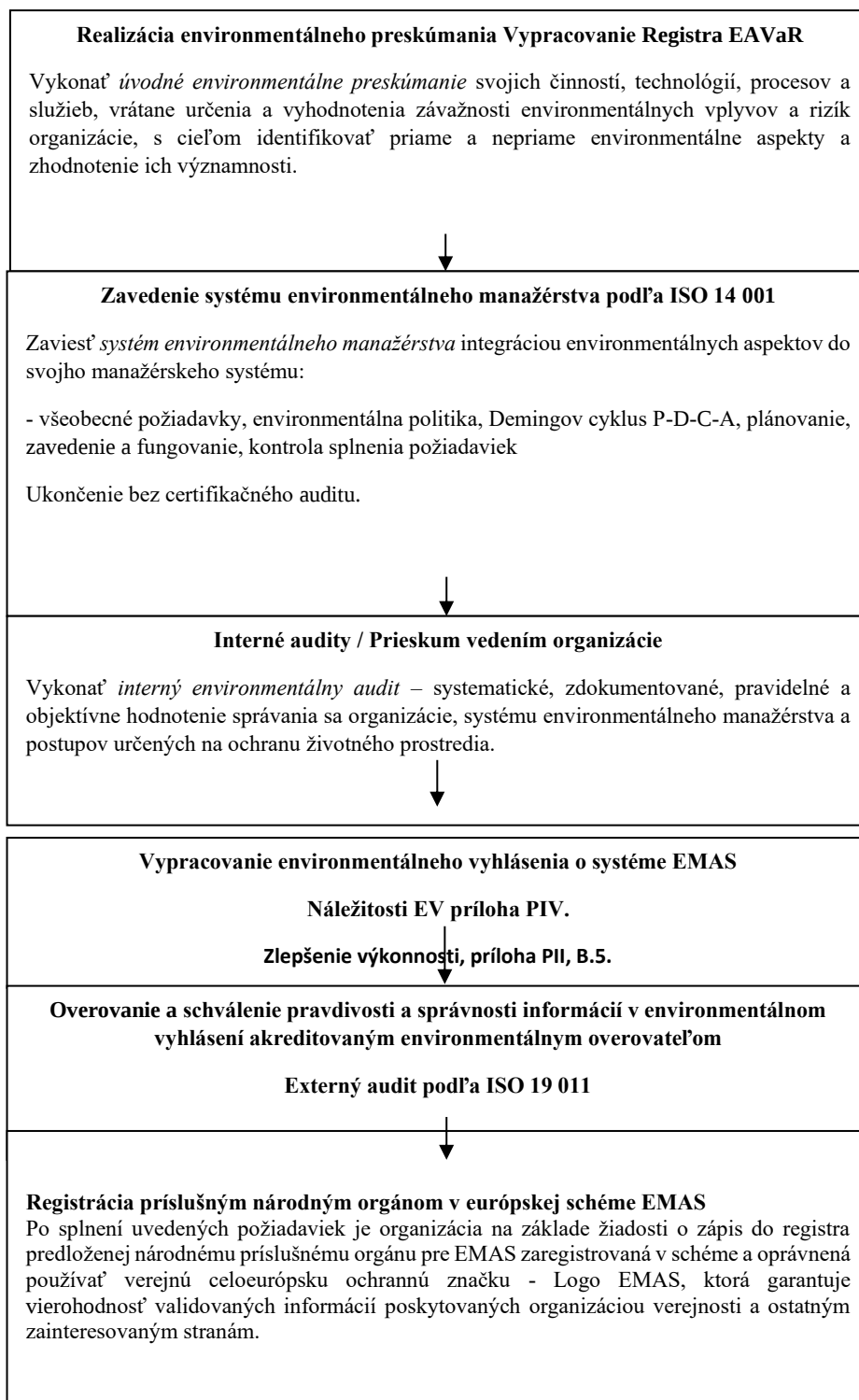
Na rozdiel od niektorých normatívnych prístupov, systém EMAS nevyžaduje minimálny stupeň zlepšenia výkonnosti, ale úvodné zosúladenie manažérskych procedúr podniku je nutné. Rovnako indikuje nástroje potrebné na dosiahnutie požadovaných cieľov, ktoré sú nezávisle determinované danou organizáciou. Tie je možné dosiahnuť práve určením rolí a zodpovedností, nástrojov, zdrojov, procedúr, ale aj sprostredkovanými školeniami, pravidelným monitorovaním či správnym komunikačným systémom. Jednotlivé prvky charakteristiky systému EMAS a jeho princípy podľa Demingovho cyklu zobrazujú obrázok č. 2



Obrázok 2 EMAS III v Demingovom cykle PDCA

Postup implementácie systému EMAS

Organizácie, ktoré chcú deklarovat' svoj zodpovedný prístup k životnému prostrediu prostredníctvom schémy EMAS musia splniť kroky, podľa obr. č. 3



Obrázok 3 Postup implementácie systému environmentálneho manažérstva podľa schémy EMAS III

Globálna podpora EMAS



Jednou z posledných modifikácií schémy EMAS, bolo vytvorenie EMAS GLOBAL Regulácie, ktorá umožňuje organizáciám obchodujúcim na medzinárodnom trhu (prevažne korporáciám), splniť environmentálne štandardy požadované vládami a zainteresovanými stranami.

Existujú 3 možnosti ako aplikovať EMAS globálne (Elsevier, 2017):

1. EU Korporátna Registrácia - umožňuje registráciu podnikateľských jednotiek umiestnených v rôznych európskych krajinách prostredníctvom jednej procedúry a teda organizácie môžu využiť jednotný proces registrovania sa, zjednodušiť tak audit a zostaviť jednotnú Environmentálnu Správu.

2. Globálna Registrácia – organizácia registruje svoje podnikateľské jednotky v jednej alebo viacerých mimo európskych krajinách.

3. Globálna Korporátna Registrácia – predstavuje kombináciu globálnej registrácie a registrácie krajín EU. Umožňuje organizácii uplatniť jednotnú registráciu pre krajiny v rámci EU aj tie mimo nej, zjednodušiť tak audit a zostaviť jednotnú Environmentálnu Správu.

Medzi krajiny, v ktorých je EMAS GLOBAL v súčasnosti dostupný patria Taliansko, Fínsko, Španielsko, Dánsko, Rakúsko, Belgicko a Portugalsko. Náš výskum bol realizovaný v agrikultúrnom priemysle Talianska v spoločnosti pôsobiacej vo vinárskom a ovocinárskom sektore.

S prijatím piateho Akčného Environmentálneho Programu (5EAP) v roku 1992, si európske inštitúcie plno uvedomovali dôležitosť a potrebu zavádzania modelov udržateľného rozvoja, no o čo viac, začali si postupne uvedomovať aj existenciu spoluzodpovednosti jednotlivých podnikov. Keďže je úloha klastrov v talianskej ekonomike značne esenciálna, v roku 2005 vytvoril Národný Kompetenčný Orgán EMAS Cluster Certifikát. Ten predstavuje efektívny nástroj na zlepšenie environmentálnej výkonnosti v danom sektore a taktiež schopnosť podporiť dobré meno klastrov. Cieľom tejto Regulácie bolo podporiť účasť a záujem zainteresovaných strán o udržateľný rozvoj, vytvoriť a posilniť spoluprácu a zjednotiť EMAS registráciu (Elsevier, 2017).

2 Zelená ekonomika a zelené financie v Taliansku

V Taliansku prechod na „green economy“, t.j. nízko karbónové, zdrojovo efektívne a naturálne zdroje napreduje v pozitívnom trende. Môžeme taktiež pozorovať prudký nárast tkz. „core green businesses“ a teda podnikov, ktoré produkujú tovary a sprostredkujú servis na „eco-friendly“ báze alebo „go green“ spoločností a teda také, ktoré neinvestujú do environmentálnych produktov, avšak inovujú tieto environmentálne procesy a stratégie pravidelne. V roku 2012, podľa výskumu vedeného pod záštitou Foundation Center, dosiahli green businesses v Taliansku 42 % z celkového počtu podnikov (Sustainable Development Foundation, 2015). Väčšina z týchto zelených firiem sú agrikultúrne a to 40,6 %, nasleduje stavebníctvo s 38,8 % a priemysel s 35,4 % (Statigenerali, 2015).

Taliansko je hlavný líder vo využívaní obnoviteľných zdrojov a udržiavaní energetickej efektivity. V roku 2015 až 17,5 % z celkovej národnej energetickej konzumácie bolo pokrytých prostredníctvom obnoviteľných zdrojov a to dokonca viac ako vo Francúzku, Nemecku či Spojenom kráľovstve. Výsledkom toho sa Taliansko stalo ako jediná krajina EÚ, ktorá dosiahla Cieľ 2020 ešte pred rokom 2020 (Eurostat, 2015).

Obnoviteľné zdroje a zelené technológie sú dva hlavné a najrýchlejšie rastúce investičné sektory v Taliansku, s približným obrátom €25 miliárd ročne. Niekoľko uskutočnených udalostí ako napríklad Italian PV Summit v roku 2009 či Solar Expo vo Verone, vyzdvihli európsky záujem na energetickom trhu a upevnili spoluprácu na projektoch (Elsevier, 2017).



Talianska vláda sprostredkúva fondy do sfér týkajúcich sa energetickej efektivity a taktiež vybudovala štandardizovaný rámec na ohodnotenie energetickej efektivity podľa EU smernice o energetickej výkonnosti. V roku 2005 Taliansko ako prvá krajina na svete predstavila obchodovateľné Biele Certifikáty alebo tkz. Energeticky Efektívne Cenné Papiere (Energy Efficiency Securities) aplikovateľné na 10 spoločností produkujúcich elektrinu a 20 plyných spoločností (Sd-network, 2010).

Akokoľvek, pozitívny trend využívania týchto obnoviteľných zdrojov sa za posledné roky spomalil. Možnými podnetmi sú rôzne prepracovania regulačného rámca ako aj klimatické zmeny. Pokiaľ ide o energetickú efektívnosť, Taliansko sa môže pýšiť dobrým výkonom, pretože množstvo energie potrebné na vyprodukovanie jedného eura z HDP je druhé v poradí hneď po Spojenom kráľovstve z pomedzi hlavných európskych krajín (Eubusiness, 2016).

2.1 Environmentálna certifikácia a udržateľnosť talianskych podnikov

Na konci roku 2015 celkový počet EMAS registrácií v Taliansku nadobudol hodnotu 1745. Pre lepšiu predstavu a porovnanie je tiež zaujímavé podotknúť, že počet organizácií s certifikovaným systémom podľa štandardu ISO 14 001 od roku 2015 sa vyšplhal na 10 929 a taktiež, že v Taliansku od roku 2013 môžeme zaznamenať približne 4.36 milióna existujúcich podnikov. V súčasnosti je pod schémou EMAS registrovaných približne 1016 organizácií (Academic Star Publishing Company, 2017).

Na druhej strane suspendovanie, resp. zrušenie systému EMAS nastalo predovšetkým v malých a stredných podnikoch a reprezentuje až 45% zo všetkých suspendovaných respektíve zrušených organizácií. Hlavné príčiny môžu pochádzať z nepriaznivých ekonomických situácií a absencie očakávaných návratov najmä čo sa týka zviditeľnenia loga a spoločenského uznania. Nanajvýš okrem toho pre malé a stredné podniky je to nedostatok procesných a ekonomických výhod a zjednodušenosť procesov (ISPRA, 2015).

V ankete ISO 2015, sa Taliansko umiestnilo ako tretia krajina, hneď po Číne a Japonsku, ktorá disponuje najvyššou mierou certifikácie podľa ISO 14001. V Európe jej teda patrí prvenstvo. V roku 2016 bolo zaznamenaných skoro 1800 talianskych organizácií registrovaných v schéme EMAS, pričom môžeme pozorovať stúpajúci trend registrovaných talianskych organizácií od roku 1997.

EMAS alebo ISO 14 001 certifikácie patria medzi prvotné podmienky, ktoré sa vyžadujú byť splnené agentúrami aplikujúcimi CAMs (minimálne environmentálne kritéria) v súvislosti s „Procurement Code“. Existuje výrazné zvýšenie kvality v rámci správy o životnom prostredí ako v kvalitatívnej tak aj kvantitatívnej stránke.

3 Zelená udržateľnosť skúmanej organizácie

Hlavnými hodnotami, ktoré Gruppo Mezzacorona háji už vyše jedného storočia sú hodnoty etické a sociálne s rešpektom k bezpečnosti pracoviska a rovnako rešpektom voči prírode, v ktorej vinári pracujú. Tá je hlavným zdrojom podnikovej činnosti.

Kombinácia týchto hodnôt počas pôsobenia spoločnosti neprestala nikdy fungovať. Ba naopak, s odvahou a dušou pre inovatívnosť dopomohla podniku stať sa nie len priekopníkom v zmene vínného priemyslu v oblasti Trentino, ale aj celkovo v agrikultúrnom priemysle. Podnik sa vypracoval na pozíciu podnikateľskej jednotky, ktorá operuje na globálnom trhu.

Politika podniku, ktorej hlavné motto je : „Z pôdy do fľaše.“ je založená na manažérstve kvality, na ochrane biodiverzity a vyústila do finálnej produkcie so špeciálnou hodnotou produktu.

3.1 Matica aspektov udržateľnosti produkcie

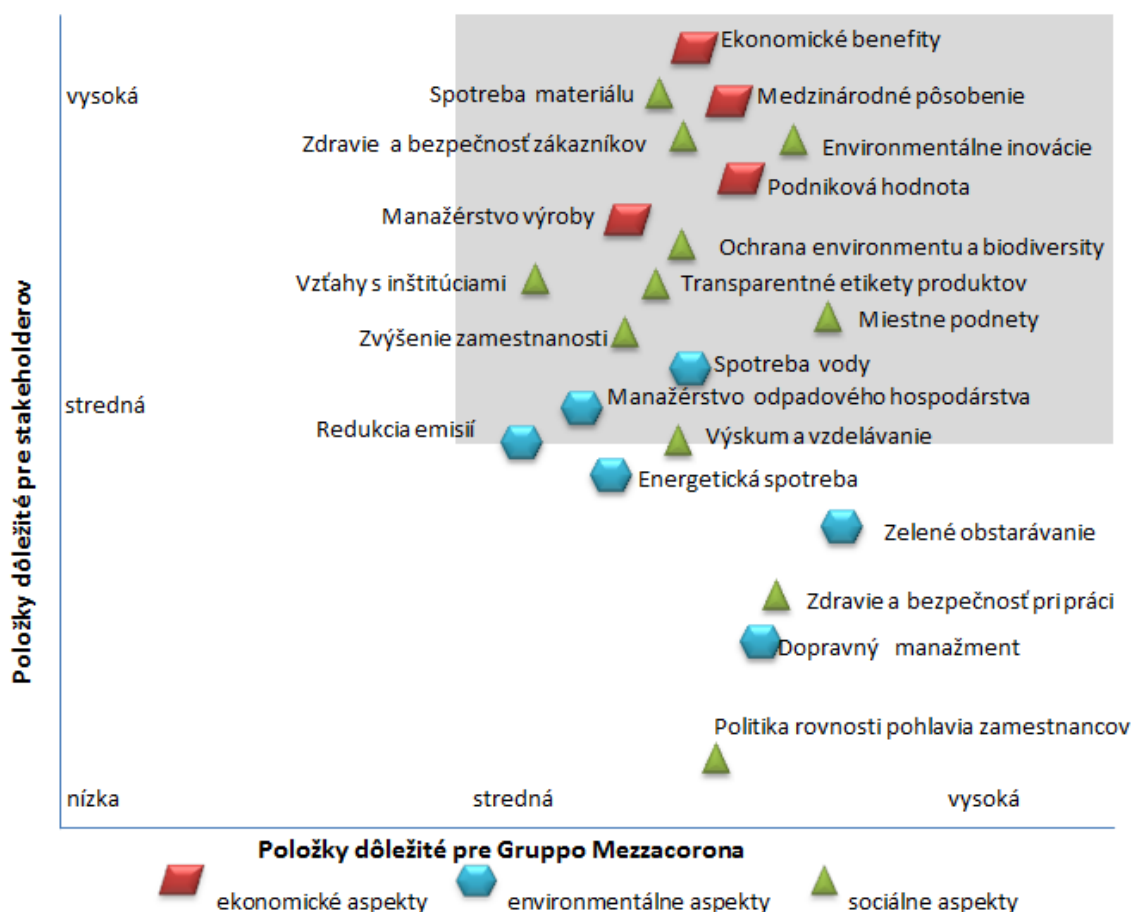
Matica je nástrojom, ktorý pomáha organizácii určiť dôležitosť jednotlivých aspektov týkajúcich sa zelenej udržateľnosti a identifikuje váhu jednotlivých indikátorov vo vzťahu k podielnikom.

Bola zostavená na základe rozhovorov a metódy brainstormingu s internými subjektmi počas trvania 6 mesiacov. Hlavným cieľom bolo identifikovať hodnoty a vplyvy pochádzajúce zo systému produkcie.

Vytvorenie tejto matice si vyžadovalo zozbieranie a spracovanie dát pochádzajúcich z interných zdrojov organizácie: názory top manažérov, oblastných manažérov ako aj obchodných partnerov.

Matica umožňuje identifikovať aspekty pre organizáciu aj jej podielnikov. Na vertikálnej osi je znázornená dôležitosť preskúmaných aspektov udržateľnosti pre podielnikov a na horizontálnej osi je znázornené v akej veľkej miere môže ich manažovanie ovplyvniť aktivity spoločnosti.

Zahŕňa celkom 21 aspektov (4 ekonomické, 11 sociálnych a 6 environmentálnych) s možnosťou ich ďalšieho dopĺňania. Aspekty vyznačené v sivom poli sú kľúčové.



Obrázok 4 Matica aspektov udržateľnosti



Environmentálne správanie sa organizácie a environmentálna bezpečnosť

Cieľom skúmanej organizácie je byť príkladom pre proces výroby vína, ktorý je environmentálne vhodný a kompatibilný s okolitým prostredím a kde existuje iba minimálny vplyv na životné prostredie a zdravie. Podnik získal titul prvej vinice v Taliansku už v roku 2002 registrovanej v schéme EMAS II – registrácia a certifikácia vytvorená Európskou Úniou na environmentálnu udržateľnosť a manažérstvo.

Vďaka neustálemu zlepšovaniu v rámci produkčného cyklu prostredníctvom UNI-EN-ISO 14001 certifikácie vytvorila organizácia environmentálne prijateľný proces výroby vína.

Bola prvá, ktorá začala používať biologický tkz. „pest control systém“, teda hubenie škodcov na ekologickej báze. Ten je alternatívou k používaniu chemických substancií. Propagovala praktiky integrovanej produkcie a predstavila tzv. „drip irrigation systém“ na maximalizovanie efektivity využívania vodných zdrojov, keďže tento systém umožňuje aplikáciu vody priamo do koreňov rastlín.

Spoločnosť sa rozhodla pre environmentálne orientovanú investíciu (solárne panely a fotovoltaičné panely), ktorá priniesla redukcii energetickej spotreby a zvýšenie obnoviteľnej energie zo zdrojov. Vďaka investícii do čistiarňí vôd, používaniu eko-kompatibilných čistiacich prostriedkov a nepretržitej spolupráci všetkých zamestnancov, sa podniku podarilo redukovať spotrebu vody a skvalitniť obsah odpadovej vody, ktorej zloženie je pravidelne monitorované v laboratóriách. Investície uskutočnené v sfére výskumu a inovácií spôsobili redukcii v množstvách surových materiálov používaných na finálne balenie produktov, stále zabezpečujúc vysokú bezpečnosť, hygienu a štandardy kvality. Veľká pozornosť je upriamená aj na redukcii odpadu a oxidu uhličitého, emisií, environmentálnemu správaniu a neustálemu zlepšovaniu. Jedna zo sicílskych dcérskych spoločností na základe záväzku ochraňovať prírodu získala registráciu v schéme EMAS, hlavne so zameraním na :

- Inštaláciu solárnych a termálnych fotovoltaičných článkov.
- Rekonštrukciu a novú konštrukciu vodných odtokov a potrubia na zber dažďovej vody.
- Používanie zavlažovacieho zariadenia vo všetkých častiach viníc.
- Skvalitnenie a posilnenie environmentálneho okolia a udržanie lokálnej flóry.

Hlavný cieľ, ktorý sa organizácia snaží dosiahnuť v budúcnosti a súvisí s environmentálnym manažérstvom, je členstvo v Národnom Systéme Kvality (Sistema di Qualità Nazionale di Produzione Integrata - SQNPI). Pokračovanie vo výskume techník na pestovanie hrozna s nízkym negatívnym vplyvom na zdravie a environment, súlad s politikou udržateľnosti, zelené obstarávanie či redukcii spotreby zdrojov aj zníženie produkcie odpadu sú ciele, ktoré sa spoločnosti darí dodržiavať pravidelne.

Neustále zlepšovanie

Vo svojej vízii sa organizácia vytrvalo zameriava na udržanie princípu komplexnej kvality. Nastavenie hodnôt sa zameriava prioritne na vnútornú charakteristiku produktu (na produkt vo svojej podstate) rovnako ako aj na spôsob ako je produkcia dosiahnutá. Zahŕňa všetky fázy produkcie s priamym a nepriamym ekonomickým, environmentálnym, etickým a sociálnym aspektom. Cesta neustáleho zlepšovania je postavená najmä na etike pri práci, ktorá je vyjadrená profesionalizmom a tiež v plnom rešpekte k ľuďom, produktom a prírode. Dynamická filozofia založená na konštantnom hľadaní riešení, ktoré hľadajú ďaleko do budúcnosti, ale sú založené na súčasnej skúsenosti, privádza manažérov k environmentálnemu štýlu rozhodovania a zmýšľania. Medzi hlavné ciele organizácie v súčasnosti patrí:

- Prírastok výhod konkrétnym územiam, pokiaľ ide o mieru nezamestnanosti a garantovanie rastu priamych a nepriamych pozitívnych efektov na ekonomiku na lokálnej úrovni.
- Naďalej spolupracovať a posilniť spoluprácu s univerzitami či spustiť nové projekty s inými inštitúciami.
- Stať sa súčasťou atrakcie pre zábery rozšírenia turizmu v provincii.
- Zvýšiť bezpečnosť zberu a aplikovať také metódy dozrievania, ktoré redukujú vplyv na ľudské zdravie a environment prostredníctvom certifikácie a integrovanej produkcie hrozna.

Environmentálne náklady a výnosy

Prevádzkové náklady a z nich identifikované environmentálne náklady a výnosy sú uvedené za jednotlivé roky v Tab. 1 a Tab. 2. Netreba pri tom zabúdať na fakt, že výška jednotlivých environmentálnych nákladových položiek je závislá od veľkosti podniku, environmentálneho profilu, rozsahu poradenských služieb a rozsahu už zavedených a fungujúcich prvkov starostlivosti o ŽP.

Tabuľka 1 Náklady organizácie za jednotlivé roky

Bilancio I.A.S/ I.F.R.S , Stato Patrimoniale- Conto Economico Výkaz nákladov 31/7/2014-2018 Sumy v €					
	2018	2017	2016	2015	2014
Celkové náklady Gruppo Mezzacorona	183 630 018	188 804 416	166 232 780	165 317 861	162 458 922
Z toho environmentálne náklady	7 250 203	7 299 710	7 880 279	8 595 300	9 110 795

Zdroj: interné materiály spoločnosti

Tabuľka 2 Výkaz environmentálnych výnosov k 31/7/2014-2018

Výkaz environmentálnych výnosov k 31/7/2014-2018 (sumy v €)					
Podpory a dotácie	5 200	4 895	5 180	4 384	5 379
Ďalšie výnosy z predaja odpadov a zhodnocovania energií	4 840	4 990	4 510	4 530	4 120
SPOLU	10 040	9885	9690	8914	9499

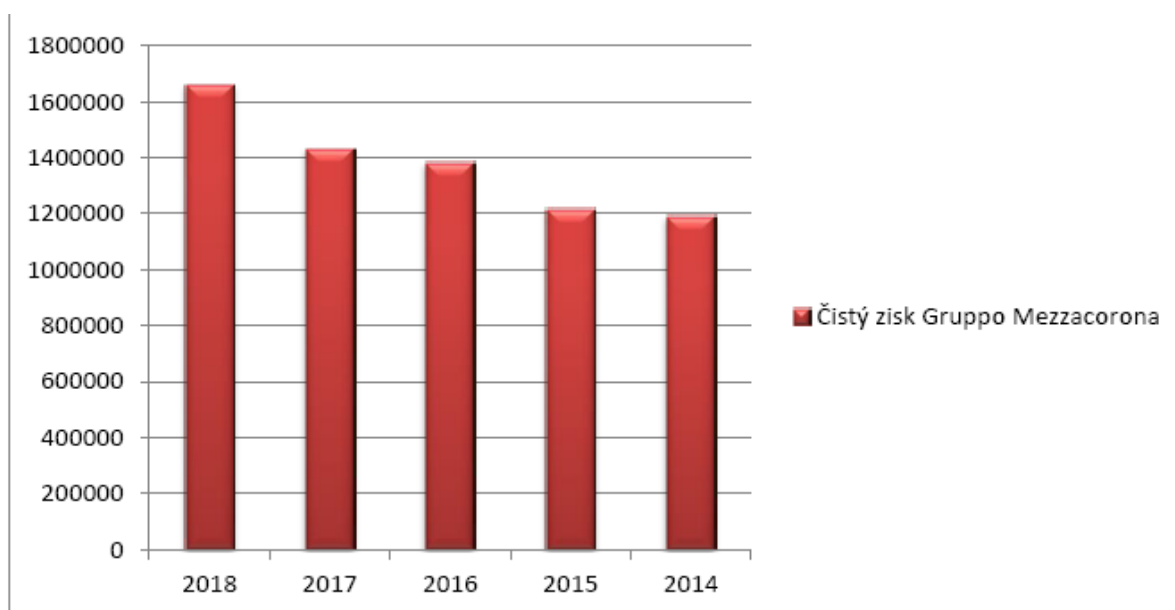
Zdroj: interné materiály spoločnosti

Vďaka svojmu prístupu a silnému odhodlaniu pracovníkov sa podniku úspešne darí za posledné roky zvyšovať svoj zisk. Zisky po zdanení za jednotlivé roky zobrazuje tabuľka č. 3 a obrázok č. 5.

Tabuľka 3 Čistý zisk organizácie

Bilancio I.A.S/ I.F.R.S , Stato Patrimoniale- Conto Economico Čistý zisk 31/7/2014-2018 (sumy v €)					
	2018	2017	2016	2015	2014
Čistý zisk Gruppo Mezzacorona	1 661 216	1 428 802	1 381 467	1 215 299	1 190 584

Zdroj: Bilancio I.A.S/ I.F.R.S , al 31/7/2014-2018, Stato Patrimoniale - Conto Economico



Obrázok 5 Čistý zisk organizácie

Zdroj: Bilancio I.A.S/ I.F.R.S , al 31/7/2014-2018, Stato Patrimoniale- Conto Economico

Spotreba vody a odtokový systém

Spotreba vody predstavuje pre spoločnosť jeden z najdôležitejších environmentálnych aspektov a jej environmentálneho manažérskeho systému a to nie len vo fáze obrábania ale aj vo fáze vínneho kvasenia a balenia fliaš. Vďaka investíciám do inovatívnych technológií akým je napríklad už spomínaný „drip irrigation systém“ či modernizácia čistiarny odpadových vôd, sa dosiahlo zníženie spotreby vody.

Ako môžeme vidieť v tabuľke č. 4, spotreba vody v produkcii sa výrazne znižovala aj vďaka poklesu potreby na výrobný proces a zavlažovanie. Podľa správy o udržiavateľnosti z roku 2017 predstavuje úžitková voda spotrebovaná na umývanie a ochladzovanie 86% z celkovej vodnej energetickej spotreby . Pre zavlažovací systém a pitnú vodu je to 13 % .

Tabuľka 4 Spotreba vody pri produkcii

Spotreba vody (m ³)	2017	2016	2015	2014	2013
	326 632	310 390	326 432	427 775	501 749

Zdroj: interné materiály spoločnosti

Náklady na energiu a obnoviteľné zdroje

Náklady na energetickú spotrebu v rámci podniku závisia na spotrebe a zásobách elektriny, metánu a dieselového paliva. Tabuľka č. 5 zobrazuje energetickú spotrebu jednotlivých zdrojov využívaných v podniku. Elektrina sa používa na osvetľovanie a klimatizačné zariadenia v kanceláriách počas letného obdobia, rovnako aj pre bežný chod strojov a iných zariadení. Metán je používaný na ohriatie vody používanej na kúrenie a na ohriatie pary používanej na sterilizáciu

fľaš ako aj iné ďalšie základné procesy. Dieselové palivo je používané na pohon motorových vozidiel a internú logistiku.

V súlade s legislatívou a nariadením No. 102/2014, boli jednotlivé prevádzky ohodnotené a diagnostikované na základe energetickej spotreby a environmentálnej zodpovednosti. Vzápätí na to sa prijali špeciálne implementované opatrenia, ktoré dopomohli znížiť spotrebu energií a to:

- 75% pivníc je lokalizovaných pod zemou čím sa dosahuje optimálna požadovaná vlhkosť a teplota.
- Úprava interiéru kancelárií dopomohla k vyššej miere používania denného svetla a tým redukovala mieru umelého osvetlenia.
- Zaobstaranie solárnych fólií a ich aplikovanie na okná optimalizovali tepelnú izoláciu.
- Modernizácia klimatizačných jednotiek, ktoré kontrolujú a regulujú teplotu v miestnosti.

Tabuľka 5 Energetická spotreba jednotlivých zdrojov

Energetická spotreba(GJ)	2017	2016	2015	2014	2013
Elektrina	37 433	34 350	32 296	35 495	36 899
Metán	35 193	34 768	38 320	38 321	41 851
Dieslové palivo	2 459	2 672	2 848	2 412	2 623
Fotovoltaická energia	2 325	2 208	1 916	1 612	1 407
Solárna a termálna energia	1 187	994	1 027	1 125	1 089
SPOLU	78 597	74 993	76 407	78 965	83 869

Zdroj: Sustainability report, 2017 Edition, Gruppo Mezzacorona

Proces balenia

Závazok, ktorý si spoločnosť stanovila v závislosti s balením je veľmi jasný - redukovať objem baliacich jednotiek, zvažujúc váhu fľaše za posledných 5 rokov. Spoločnosť kooperuje s výrobcem fliaš, ktorého fľaše spĺňajú štandardy kvality a bezpečnosti, ale tiež umožnili redukciiu spotreby skla na konečnú jednotku produktu. Táto politika dopomohla k celkovej redukcii v používaní skla a to 2,223 ton v porovnaní so spotrebou skla na fľašu pred piatimi rokmi. Pokiaľ ide o používanie uzáverov a zátok, je v súčasnosti používaných niekoľko recyklovateľných syntetických korkov. V porovnaní s predchádzajúcimi piatimi rokmi, sa output premenil z 1 milióna na 15 miliónov fliaš so 100 % recyklovaným hliníkovým vrchnákom. Pred 5 rokmi spoločnosť používala na uzatváranie kartónov lepidlo založené na olejovej báze (Ethylene-Vinyl Acetate). S investíciou do operatívnych strojov sa jej podarilo znížiť spotrebu lepidla až o polovicu a to - 8000 kg lepidla ročne. Ďalšou udalosťou, ktorá priniesla významnú redukciiu v balení bolo predstavenie tzv. „slip systému“, ktorý umožňuje redukciiu v objeme a váhe transportovaného tovaru. Používané sú výhradne iba znovu použiteľné palety pochádzajúce od EPAL-EUR and CHEP.

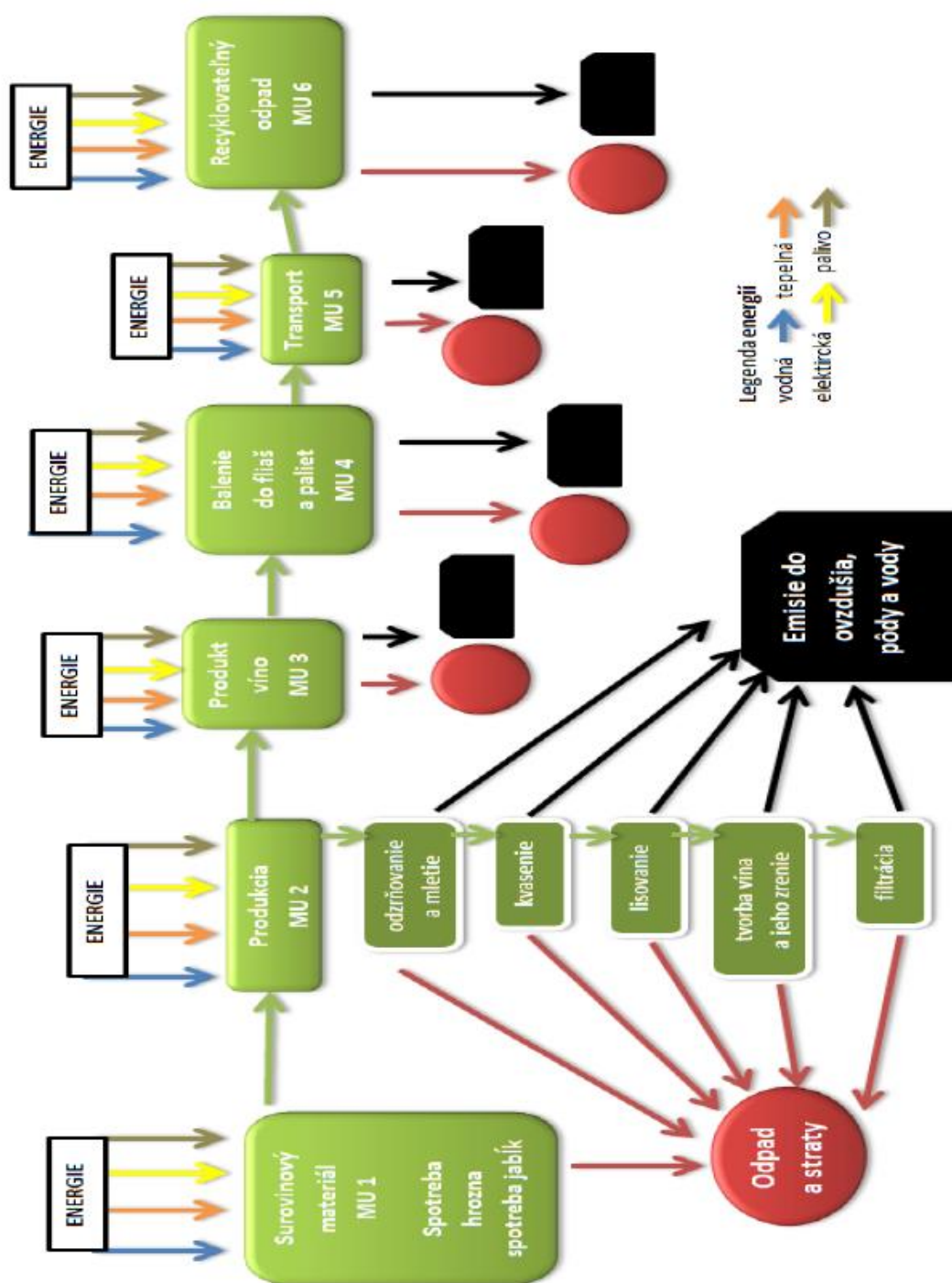
4 Návrh pre Výkaz Environmentálnych Nákladov a MFCA

Po zhodnotení jednotlivých položiek obsiahnutých v environmentálnom systéme podnikového účtovníctva, sme sa rozhodli navrhnúť podrobnejší výkaz environmentálnych nákladov za účelom lepšej prehľadnosti jednotlivých materiálových a energetických tokov. V tabuľke č. 6 je uvedená len základná štruktúra nákladov, ktoré boli aj bližšie špecifikované.

Podniku sa za posledné roky darí zvyšovať svoj zisk aj vďaka rozumnému environmentálnemu manažérskemu rozhodovaniu a environmentálne orientovaným investíciám. Môžeme konštatovať, že implementácia systému EMAS im pomáha k neustálemu zlepšovaniu, profitovaniu a rovnako aj k lepším vzťahom s investormi a zákazníkmi. Odporúčali sme podniku investovať do počítačového softvéru pracujúceho na báze Sankeyho diagramu - tabuľka 6:

Tabuľka 6 Návrh základných okruhov pre Výkaz environmentálnych nákladov, pri energiách GJ/m³

Náklady na zamestnancov
Tvorba zákonných rezerv
Spotreba materiálu a energie
Náklady na zneškodňovanie odpadov, nakladanie s odpadovými vodami a emisiami do ovzdušia
Mimoriadne náklady
Environmentálne služby
Environmentálne dane, poplatky a pokuty z omeškania
Odpisy, rezervy a opravné položky nákladov
Ostané náklady
SPOLU NÁKLADY



Obrázok 6 MU1-MU6-Množstevné uzly pre určovanie nákladov materiálového toku (MFCA)

5 Diskusia

Hodnotenie efektívnosti implementácie manažérskeho systému podľa schémy EMAS III v nami vybranom skúmanom podniku sme sa upriamili najmä na identifikáciu



environmentálnych nákladov a environmentálne orientovaných investícií. Podnik zaviedol environmentálne manažérstvo od samotného začiatku podnikania, v súčasnosti disponuje certifikáciou funkčného systému, podľa štandardu ISO 14 001 a registráciou v európskej schéme EMAS. Z dostupných informácií sme identifikovali a kvantifikovali vynaloženia environmentálnych nákladov a teda s tým spojených aj nákladov na implementáciu schémy EMAS a zistili sme pravidelne za zvyšujúci zisk podniku. Zásahu na zvyšovanie zisku a udržaní konkurencieschopnosti majú jednoznačne aj environmentálne orientované investície, vďaka ktorým sa výrobný proces stal aj ekonomicky efektívnym. Optimalizované boli aj materiálové a energetické toky, čo sa prejavilo aj po finančnej stránke. Pozitívnu stránkou, ktorú účasť v schéme EMAS prináša je zodpovedné pristupovanie podniku voči prírode a spoločnosti ako celku. To sa odráža v kvalite produktov, pracovného prostredia a vzťahov s verejnými subjektmi.

Zhodnotili sme environmentálne riadenie a správanie skúmanej organizácie a navrhli exaktný Výkaz environmentálnych nákladov a výnosov. Ten by mohol dopomôcť organizácii ako interný riadený dokument, prostredníctvom ktorého je jednoduchšie posúdiť jednotlivé environmentálne náklady nie len z pohľadu účtovníctva ale aj z pohľadu environmentálno-ekonomickej efektívnosti materiálových a energetických tokov. Teda zaviesť štandardizáciu hodnotenia podľa EN ISO 14 051 (MFCA- material flow cost accounting), ktorá slúži ako nástroj pri dôležitých strategických rozhodovaniach k udržateľnosti rozvoja.

V tejto súvislosti je možné odporučiť aj investovanie do počítačového softvéru na báze Sankeyho diagramu. V súčasnosti je dostupných na trhu niekoľko druhov takýchto programov, napríklad:

- e!Sankey 4 – zriadené nemeckou softvérovou firmou IFU Hamburg (licencia 240-480€)
- S.DRAW 5.x – zriadené rakúskou softvérovou firmou STENUM (licencia 485-504 US \$)
- Sankey Editor 2011 - zriadené rakúskou softvérovou firmou STENUM (licencia 149 €, demo verzia k dispozícii)
- DrawSankey.m – zriadené Jamesom Spellingom a Germain Augsburgom EPFL
- Iné verzie na internete sprostredkované pre používateľov bezplatne, resp. “na vyskúšanie” – možná chybovosť výpočtov, preto ich neodporúčame.

Záver

Zodpovedný prístup organizácií dokáže ochrániť životné prostredie preventívnym spôsobom. Dodržaním všetkých potrebných legislatívnych požiadaviek, noriem a regulácií je podnik schopný sa podieľať na pravidelnom zlepšovaní svojho environmentálneho správania sa. V rámci našich doterajších výskumov bol navrhnutý koncept modelu pre udržiavanie manažérskeho systému podľa schémy EMAS III. Implementácia tohto štandardu so sebou prináša zvýšenú ekonomickú výkonnosť, úsporu surovínových zdrojov, efektívnejšie spracovanie materiálu a nakladanie s odpadom, lepšie vzťahy v očiach verejnosti, dodávateľov a investorov či vyššiu dôveryhodnosť zo strany zákazníkov.

Zhodnotením vynaložených environmentálnych nákladov, poukázaním na znižovanie spotreby energetických zdrojov a znižovanie tvorby odpadu a emisií sme preukázali, že nami skúmaná organizácia pravidelne zvyšovala svoj čistý zisk.

Riešením danej problematiky sme došli k záveru, že proaktívny spôsob implementácie environmentálneho manažérstva a auditu podľa schémy EMAS III. dokáže dopomôcť organizácii profitovať aj napriek relatívne vysokým vynaloženým nákladom na jeho implementáciu a zabezpečuje dlhodobú udržateľnosť produkcie aj v oblasti agrikultúry.



Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu VEGA 1/0251/17 a KEGA 026EU-4/2018

Literatúra

- [1] Academic star publishing company. EMAS, New Applications and Evolution in Italy and EU [online]. ©Academic Star Publishing Company, 2017 [cit. 23.3.2019]. Dostupné na: www.academicstar.us
- [2] Elsevier. Evaluation of Italian Companies' Perception About ISO 14001 and Eco Management and Audit Scheme III: Motivations, Benefits and Barriers [online]. ©Elsevier, 2017 [cit. 23.3.2019]. Dostupné na: www.elsevier.com
- [3] European Commission Final Report. Study on the cost and benefits of EMAS to registered organisations. 2009. Dostupné online: http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/news/costs_and_benefits_of_emas.pdf [14.4.2012]
- [4] Eurostat. European Commission. Sustainable Development in the EU-monitoring report of the sustainable development strategy. © 2015 [cit. 23.3.2019]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5719477/CH_11_2010-EN.PDF/4beae767-3c71-421e-a146-41c93d5486c4
- [5] HILLARY, Ruth. 2004. Environmental management systems and the smaller enterprise. In Journal of Cleaner Production. ISSN 0959-6526, 2004, vol. 12, issue 6, p. 561 – 569.
- [6] Interné materiály a zdroje organizácie, MEZZACORONA SCA, Bilancio I.A.S/ I.F.R.S , al 31/7/2014-2018, Stato Patrimoniale- Conto Economico
- [7] Interné materiály a zdroje organizácie, Sustainability report 2017
- [8] MARAZA, Diego – BANDINI, Vittoria – CONTIN, Andrea. 2010. Ranking environmental aspects in environmental management systems: A new method tested on local authorities. In Environmental International. ISSN 0160-4120. 2010, vol. 36, issue 2, p 168-179.
- [9] Nariadenie Európskej únie a Rady (ES) č. 1221/2009 z 25. novembra 2009 o dobrovoľnej účasti organizácií v schéme Spoločenstva pre environmentálne manažérstvo a audit (EMAS), ktorým sa zrušuje nariadenie (ES) č. 761/2001 rozhodnutia Komisie 2001/681/ES a 2006/193/ES.
- [10] Stati Generali. Relazione sullo stato della green economy 2015. [online]. ©2018 [cit. 23.3.2019]. Dostupné na www.statigenerali.org

Kontaktná adresa:

[prof. h. c. prof. Ing. Milan Majerník, PhD.](#)

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach, Tajovského 13, 040 01 Kosice, Slovakia

e-mail: milan.majernik@euke.sk

VIRTUÁLNA A DIGITÁLNA TRANSFORMÁCIA A GENEROVANIE ŠTRUKTÚR VÝROBNÉHO PROSTREDIA

Vladimír Rudy – Juraj Kováč

Budúcnosť inteligentných výrobných systémov bude érou Smart technológií spätých s komplexnou automatizáciou, robotizáciou a umelou inteligenciou. Už dnes sa virtualizácia a digitálna transformácia výrobných systémov, snaha o aplikovanie prvkov Priemysel 4.0 a platformy priemyselného internetu veci stavajú prítomnosťou. Nástup a virtuálnych a digitálnych technické prostriedky a prelomových projekčných technológií umožňujúcich realizáciu komplexného, „na mieru šitého výrobného prostredia“ prináša množstvo všeobecné proklamovaných benefitov vo forme produktivity, flexibility, kvality produkcie, vrátane absolútnej ústretovosti pri plnení rôznorodých a stúpajúcich nárokov zákazníkov na úžitkové vlastnosti výrobkov. Výhody koncipovania štruktúr výrobných systémov ako virtuálnych modelov a ich následná digitalizácia sú všeobecne známe a spolu flexibilitou plnenia narastajúcich nárokov zákazníkov dominujú.

Každá takáto kvalitatívna zmena výrobného prostredia znamená „vedomostnú zaťaž“ na tvorcov takýchto výrobných štruktúr. Musia byť kreované na báze najlepších praktík, poznatkov a znalosti ktoré aplikujú metódy, postupy, nástroj, techniky a modely zlepšovania a skracovania výstavby, resp. transformácie (reštrukturalizácie) výrobného prostredia.

Keywords: projektovanie výrobných systémov, Priemysel 4.0, výrobné prostredie, virtuálne projektovanie, digitalizácia výroby.

Industry 4.0, production environment, virtual design, production digitization.

Úvod

Projektovanie štruktúr výrobného prostredia je zložitý mnohoúrovňový systém, ovplyvňovaný veľkým počtom faktorov, vonkajších i vnútorných protirečení. Ich prekonávanie je základom metodík projektových činnosti, ktoré sú technický a technologický vysoko intelektuálne náročné a cielene orientované na realizáciu inovácií, modernizáciu, respektíve reštrukturalizácií výroby. Technologický projekt výrobného prostredia je základným modelom štruktúry budúcej výroby. V súlade s konkurencieschopnosťou a technologickosťou výrobku vytvára predstavy možných modelov jeho budúcej výroby.

Vývoj projekčných metodík kráča ruka v ruke s konkurencie schopnosťou, potrebami trhu a inováciami výrobok. Postaviť investičné a prevádzkovo rentabilný výrobný systém schopný rýchlo zhmotňovať meniacim sa, často nepredvídateľné nároky na úžitkové vlastnosti výrobkov, reagovať na kolísanie odbytu a pod. znamená projektovať modernými technológiami umožňujúcimi priestorovú vizualizáciu budúceho výrobného prostredia, technologickú simuláciu procesov, ich kvalitu, výkonové charakteristiky systému, vrátane ekonomických dopadov na firmu, atď. Táto cesta je schodná len zdokonaľovaním projekčných metodík, ich integráciou do produktívnych informačných a znalostných systémov zabezpečujúcich žiadanú kvalitu a životnosť realizovaných projektov. Veda o projektovaní výrobného prostredia (teória projektovania, filozofia projektovania) je charakterizovaná ako súbor logický zoskupených znalosti a informácií o inžinierskom projektovaní. Projektovanie je preto komplexná oblasť teórií, metód, postupov a techník zahrňujúca široké pole inžinierskych činností.



Inovatívne metodiky projektovania výrob budúcnosti.

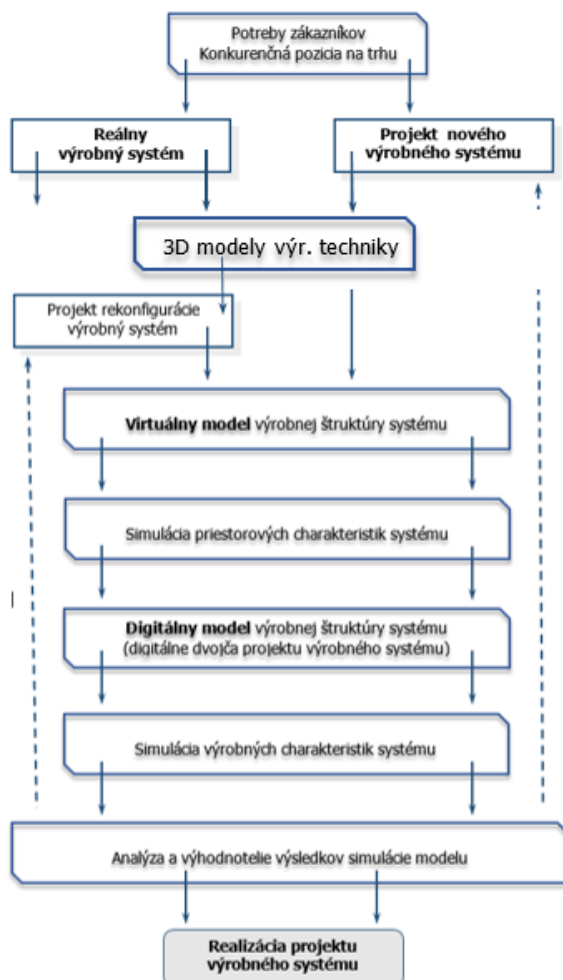
Projektovanie dnešných výstavbovo zložitých a rôznorodých výrobných systémov si vyžaduje komplexnú analýzu ich činnosti v troch priestorových dimenziách a v čase. Len tento prístup je zárukou identifikácie, optimalizácie, resp. eliminácie nedostatkov projektov ešte pred ich budúcou fyzickou implementáciou. Projektant výrobných zoskupení musí byť profesionál a špecialista. Musí disponovať tvorivosťou a hlbokými odbornými teoretickými i praktickými vedomosťami v problematike, ktorú v projekte rieši. V technických riešeniach projektov musí mať zmysel pre precíznosť a riešenie detailov, ako limitnej požiadavky úspešnosti realizácie a prevádzkovania budúceho projektu. Musí zvládnuť sledovanie vývojových trendov projektovania nových výrobných štruktúr a smerovanie ich vývoja. Neostať v rovine výberu zastaraných, dobou prekonaných technických riešení, aplikovaných technológiách a technických prostriedkoch. Pre projektovania výrobných systémov sú dlhodobovo vyvíjané adekvátne metodické postupy, algoritmy a nástroje, ktoré v jednotlivých etapách projektového procesu zabezpečia vyššiu efektívnosť riešení. Tvorivý charakter projektových činností vytvára tlak na interaktívne generovanie variantov riešení, ich hodnotenie, optimálny výber a detailné rozpracovanie. Ak je cieľom vysoká kvalitatívna úroveň riešenia projektov, je nevyhnutné uvažovať s vysokou variantnosťou. Táto vyplýva z reálnej podstaty strojárskych výrobných procesov, typológie, štrukturálneho usporiadania, lokalizácie výrobných systémov v priestore, čase, ich ekonomickej efektívnosti a pod. Metodické postupy projektovania využívané v jednotlivých etapách riešenia musia byť úzko previazané.

Etapy riešenia sú najčastejšie prezentované modelmi, v ktorých je dekomponovaná projektová činnosť do hierarchických úrovní. Filozofia inovatívneho, interaktívneho projektovania je založená na predpoklade, že riešenie projektových problémov prebieha v troch základných etapách [1] :

- Vytvára sa množina variantov riešení projektových úloh v súlade so stanovenými cieľmi. Pre stanovenie variantov referenčných riešení môžu byť využívané rôzne metódy (analytické, morfológické, hierarchické generovanie a pod.). Potrebné je vytvoriť väčší počet variantov a v ďalšej etape vymedzovať prípustné riešenia. Pri menej zložitých úlohách je možné využívať intuitívne spôsoby generovania variantov na základe referenčných typových vzorov.
- Vymedzujú sa prípustné riešenia. V rámci tejto etapy je potrebné vylúčiť nevhodné varianty riešenia buď na základe intuitívnych prístupov, resp. na báze využívania logických a matematických metód. Výhodné je hodnotiť varianty pomocou metód, ktoré sú založené na funkčnej a parametrickej prípustnosti. V prvom prípade je možné hodnotiť najmä funkčné väzby celkovej štruktúry riešenia (grafy, modely väzieb, matematicko-logické modely a pod.). V druhom prípade je potrebné špecifikovať súbor kritických, t.j. neprekročiteľných parametrov riešenia.
- Vyberá sa optimálny variant riešenia projektových úloh ako záverečná etapa. Optimálny variant môže byť získaný na základe porovnávacích metód (referenčné projekty), na základe simulačnej činnosti a pod.

Metodiky projektovania sú založené na tvorbe 3D modelov výrobnéj techniky a ich transformácii do virtuálnych scén umožňujúcich digitalizáciu a následnú simuláciu ich ľubovoľných výrobných charakteristík (napr. realizovateľnosť operácii na výrobnéj technike,

overenie vypočítaných operačných časov výroby a pod.). Prvotným podkladom pre kreovanie 3D, resp. virtuálnych pracovísk môžu byť využité jednoduché variantne návrhy spracované v 2D modifikáciách priestorovej štruktúry výrobného prostredia. Rámcová metodická postupnosť tvorby projektu výrobnjej štruktúry zaručujúcej jeho realizačnú a prevádzkovú úspešnosť je ilustrovaná na obr. 1.



Obr. 1 Ilustrácia metodiky projektovania novej výrobnjej štruktúry

Najvýznamnejším prínosom virtuálneho projektovania je skrátenie inovačného cyklu výrobného systému pri jeho rekonfigurácii, resp. celkového vývojového cyklu pri koncipovaní novej výrobnjej štruktúry. Funkčnosť návrhu ako celku a jeho komponentov je kontrolovaná po každej vykonanej operácii počas celej doby práce s modelom. Testy a simulácia takto pomáhajú odhaľovať chyby a nedostatky, ktoré by vyšli najavo až pri realizácii projektu finálnej výroby a vyžadovali by si spätné, časovo i ekonomicky náročné zmeny. Toto je podstatný prínos špičkovej technológie oproti klasickej technickej príprave výroby. Keďže sa výrazne skracuje cyklus inovácie výrobku, možno výrobky inovovať častejšie alebo rýchlejšie reagovať na meniace sa požiadavky trhu a takto zvyšovať konkurencieschopnosť. Podmienkou je integrácia virtuálnych technológií s inými technológiami CAx, ktoré sú v prevádzkovaní výrobnjej štruktúry používané a sú známe pod pojmom PDM systémy. Inovačné zmeny umožnil najmä pokrok dosiahnutý v hardvérových, softvérových a informačných technológiách a zobrazovacej technike. Vyspelá reprografická a prezentačná technika integrovaná



interaktívnymi softvérovými systémami umožňuje dnes nový spôsob práce projektantov výrobných systémov. Virtuálne modely projektov výroby sú projektované v postupnosti :

- 1) spracovanie 3D modelov výrobnej techniky začlenenej do riešeného projektu,
- 2) spracovanie modelov výrobnej haly, v ktorej projekt bude situovaný, vrátane jej prevádzkovej infraštruktúry (kúrenie, klimatizácia, odsávanie, rozvody technických médií a pod.),
- 3) kreovanie dispozičného riešenia 3D výrobnej štruktúry budúcej výroby,
- 4) transformácia modelu do virtuálnej reality (napr. prevod 3D modelu do formátu VRML).

3D modelovacie techniky umožňujú len vytvorenie vizuálnej ilúzie „umelého“ výrobného priestoru z pohľadu pozorovateľa. Na virtuálnych modeloch sa realizuje simulácia priestorových charakteristík budúceho systému (účelnosti, optimálnosť dispozičného rozmiestnenia výrobnej techniky, priestorové charakteristiky veľkosti skladov a pomocných plôch, veľkosti uličiek, dopravno-manipulačné charakteristiky, ergonómia obsluhy výrobnej techniky a manipulácia s objektami výroby, merania a pod.). Virtuálne modely existujúcich reálnych výrob, ktoré v minulosti neboli spracované ako 3D projekty, napr. pri potrebe technologickej rekonfigurácie výrobného systému (zmena výrobnej techniky, zmena priestorovej konfigurácie výrobných priestorov a pod.) sú modelované v postupnosti :

- 1) priestorová digitalizácia (skenovanie) výrobnej štruktúry (výrobný priestor, výrobná technika, napr. 3D skenery SCAN in a BOX Structured Light),
- 2) koncept priestorovej štruktúry systému,
- 3) transformácia dát do virtuálneho prostredia.

Technika pre vizualizáciu modelov a zobrazovacie metódy v súčasnosti poskytujú viaceré možnosti transformácie fyzických modelov projektov výrobných systémov do 3D zobrazovaných scén. Dnešný trh disponuje širokou ponukou SW i HW prostriedkov. Vývoj týchto zariadení kopíruje pokroky vo vývoji virtuálnych technológií a má veľmi dynamický charakter :

- technické zariadenia pre veľkoobjemové skenovanie (výrobných hál, výrobnej techniky),
- 3D kamerové systémy (stacionárne, mobilne, drony),
- softvérové technológie pre vizualizáciu pracovných postupov vo virtuálnej realite (SW Twinmotion, Taracos, Plavis, Factory Design Suite, Vuforia studio). Twinmotion je program, ktorý funguje na princípe vizualizácie v reálnom čase.
- technické prostriedky pre tréning, pocitové vnímanie a vzdelávanie vo virtuálnej realite (napr. Oculus Touch Controller - ovládač na virtuálnu manipuláciu s objektami),
- HW prostriedky pre virtuálnu manipuláciu s objektami (virtuálne helmy Oculus Rift, Samsung Gear VR, okuliare nReal Light, Olympus EyeTrek Insight EI-10 ...).

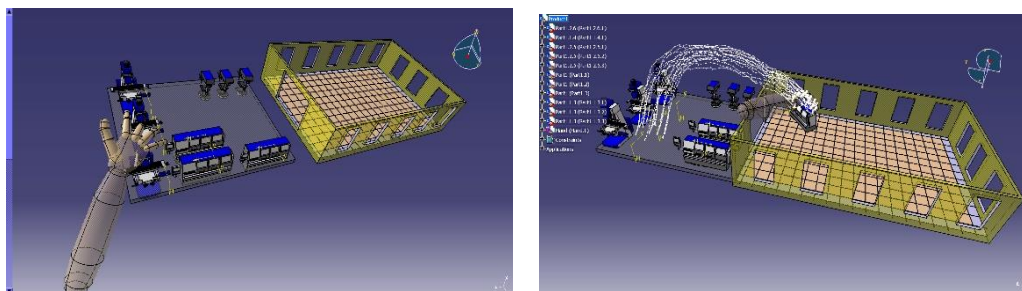
„Headset“ je komplet technických prostriedkov pre tréning, pocitové vnímanie a prácu vo virtuálnom svete. Pozostáva z Oculus Rift virtuálnej helmy s OLED binokulárnym displejom rozlíšenia 1080x1200 pixela a obnovovacou frekvenciou 90Hz a integrovanými slúchadlami, pravým a ľavým snímačom polohy a dvomi ručnými jednotkami pre ovládanie pohybu - Oculus Touch. Používané sú v SW aplikácii Oculus Home a majú široko spektrálne využitia od hier až po výskumne aktivity. Ilustrácia projekčnej práce je na obr. 2.



Obr. 2 Overovanie rozmiestnenia výrobnéj techniky vo virtuálnej scéne

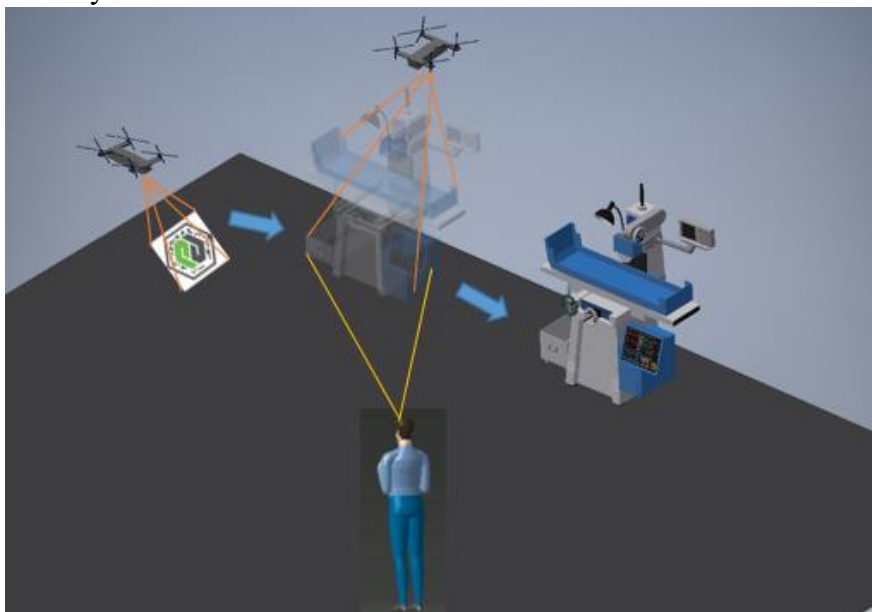
Projektant 3D model projektu výrobnéj štruktúry) môže realizovať z podkladov 2D dispozičných riešení, ktoré môžu byť čiastočne priestorovo optimalizované alebo manipulovať s modelmi výrobnéj techniky priamo v 3D prostredí, resp. tvoriť ich virtuálne modifikácie priamo vo virtualnej realite. Ilustrácia koncipovania virtuálneho projektu výrobnéj štruktúry prostredníctvom rukavíc (DataGloveII) je na obr. 3. Pri interaktívnom projektovaní výrobných systémov vo virtuálnej realite sa odporúča dodržiavať zásady špecifikované v uvádzaných metodických postupoch projektovania. Spôsob usporiadania výrobných prostriedkov môže byť rôzny (pozdĺžne, priečne, šikmé, nepravidelné). Príklad inovatívneho prístupu riešenia rozmiestňovacích úloh výrobnéj techniky pri výstavbe, resp. rekonfigurácii výrobnéj dispozície v zmiešanej realite pomocou drona ilustruje obr.4.. Dron je vybavený mini projektorom, ktorý postupne podľa projektu finálneho variantu výrobnéj

Obr. 3 Manipulácia s 3D modelmi vo virtuálnej scéne pomocou dátovej rukavice Data Glove II



štruktúry premieta špeciálne vytvorený QR kód (VuMark) vytvorený v prostredí SW Vuforia studio na reálnu podlahu výrobnéj haly. Projektant prostredníctvom virtuálnej helmy Oculus Rift, resp. pomocou kamery smartfonu alebo tabletu sleduje polohovanie modelu stroja, resp. projektor zobrazuje len pôdorysný pohľad zariadenia viditeľný voľným okom. Po označení polohy stroja, resp. jeho umiestnení na vyznačenú pozíciu sa dron presúva na ďalšiu pozíciu v zmysle projektu. Podmienkou presnosti rozmiestnenia výrobnéj techniky je spracovanie modelu výrobnéj štruktúry v mierke 1:1. To zaručuje, že model zobrazovaný v zmiešanej realite

rozmerovo zodpovedá fyzickému výrobnému zariadeniu, ktorý ma byť na danom výrobnom priestore umiestnený.



Obr.4 Tvorba reálnej výrobnej štruktúry pomocou drona

Výrobné systémy budúcnosti

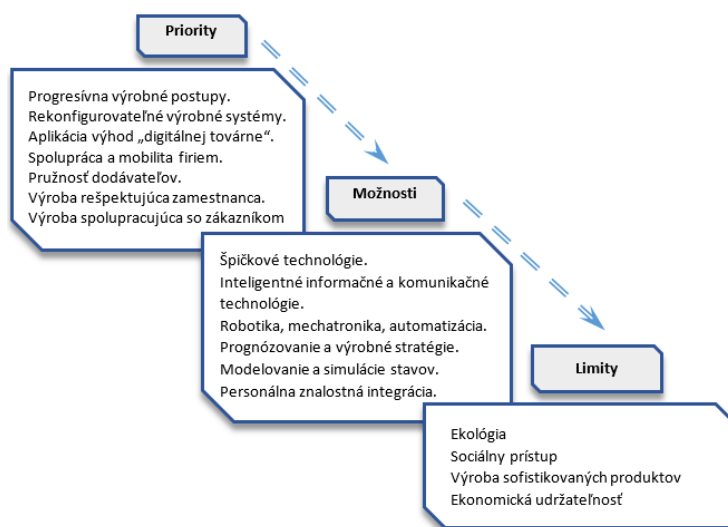
Výrobné systémy budúcnosti sú projektované ako systémy novej generácie, v ktorých výroba je založená na znalostiach. V projektoch sú aplikované najvyspelejšie softvérové, informačné a komunikačné technológie. Organizované sú v nových decentralizovaných a adaptabilných výrobných štruktúrach. Vízia budúceho vývoja výroby je zameraná hlavne na oblasť vývoja nových výrobkov a služieb s vysokou pridanou hodnotou, nových výrobných technológií, nových výrobných systémov, systémov organizácie a riadenia a pod., podporená infraštruktúrou vzdelávania, výskumu a vývoja. Kvalitný technologický projekt je prvým podkladom pre realizačné etapy a od neho závisí budúca úroveň výroby v novom resp. rekonfigurovanom systéme. Predstavuje budúci obraz o charaktere a podmienkach výroby. Preto je nutné, aby bol nositeľom všetkých znakov modelu. Len tak bude minimálne vzdialený od optimálneho riešenia vo funkciách, štruktúre, parametroch, atď. Spracovanie dobrých projektov nových výrob znamená nájdenie optimálneho, tímového kompromisu názorov na celý rad strategických otázok, ktoré musia byť zodpovedané skôr, ako sa prikrčí k technickému riešeniu. Dostatok komplexných a hodnoverných podkladov je potrebné mať tak v koncepcných ako aj detailných etapách riešenia príslušného projektu. Najmä inovátori, ktorí pracujú na zmenách vo výrobe, musia svoje postupy orientovať na využívanie najnovších a najmodernejších technických poznatkov. Informácie a poznatky je potrebné využívať tak v experimentálnej ako aj praktickej činnosti. Pri rozhodovaní musí byť pritom uvažovaný zložitý súbor technických, ekonomických, sociálnych a environmentálnych faktorov. Tieto výroby musia byť budované ako systémy, v ktorých výroba je šetrná ku „ko

mfortu života na zemi“ (obr.5).



Obr. 5 Ekologická dimenzia projektov závodov budúcnosti

Ekologická dimenzia ich prevádzkovania musí byť súčasťou predrealizačných analýz a simulácií projektov. V kritických prípadoch musí byť nadriadená prevádzkovým (technickým, technologickým a ekonomickým) kritériám realizovateľnosti daného výrobného systému. Simulačné analýzy musia garantovať, že produkcia takýchto výroby bude „čistá“ a hospodárna. Výroba šetrná k životnému prostrediu a človeku, maximálne recyklovateľná, energeticky šetrná, tichá, fungujúca na „ohľaduplných technológiách“ (zápach, hlučnosť, prašnosť, vibrácie ...). Modifikované budú ako ucelené filantropické komplexy so špecifickou firemnou kultúrou. Budú manažované na komunikačnej a informačnej platforme so zodpovedným a ohľaduplným prístupom k zamestnancom, tak aby generovali poznatky pre vlastný rozvoj. Projektová činnosť sa bude musieť stať ešte pružnejšou, tak aby sa dokázala prispôbiť tlaku trhu v časových a ekonomických limitoch zaujímavých pre zákazníka. Aj preto je nutné mať dostatok komplexných a hodnoverných podkladov, tak v koncepčných ako aj detailných etapách riešenia príslušného projektu. Pri pohľade na budúcnosť je zjavné, že projekčné organizácie čakajú podstatná zmeny celkového riadenia, používaných prostriedkov a projektových zdrojov. Výskum a vývoj výrobných prostriedkov nadobúda čoraz viac internacionálny charakter. Projektová činnosť moderných výrobných štruktúr bude stále náročnejším problémom. Bude sa musieť stať pružnejšou, aby sa prispôbila obchodnému tlaku, rôznorodým výrobným kultúram, spolu partnerskej integrácii a pod. Do popredia budú vystupovať problémy štandardizácie a normalizácie, pre ktoré bude treba hľadať adekvátne zdroje v systémových teóriách. Množstvo informácií, ktoré je treba získať, zhromažďovať, prenášať, ukladať a vyhľadávať, sa bude prenikavo zvyšovať. Bude naďalej narastať decentralizácia a špecializácia. Zatiaľ čo teraz pri tvorbe projektov postačuje SW vybavenie solo PC techniky, v budúcnosti sa budú realizovať projekty v projekčných systémoch, len na báze počítačových sietí. Hybnou silou bude zvýšený dôraz na uspokojovanie zákazníkov a potrebu vytvárať čo najnižšie náklady. Následkom licencií a diverzifikácii projektov bude treba súbežne riešiť väčšie množstvo projektov. Bude sa vynakladať úsilie, aby sa projekty podľa možnosti dostali čo najrýchlejšie do fázy rozhodnutia o tom, či sa v nich bude alebo nebude pokračovať. To si bude vyžadovať od vedenia projektov prácu s množstvom informácií, bude sa musieť naučiť ich rýchle usporiadať pri rozhodovaní o dielčích cieľoch. Charakteristiky limitujúce riešenia budúcich projektov, koncepčne modelované na princípoch závodov budúcnosti sú ilustrované na obr. 6.



Obr. 6 Medzne charakteristiky koncepcii výrob budúcnosti.

Externé zložky firemnej kultúry budú povýšené na úroveň bezprostrednej, neformálnej spolupráce s dodávateľmi. Dodávateľské firmy budú organizované v globálnych výrobných sieťach, koordinované na zásadách vysokej pružnosti a spoľahlivosti dodávok. Zákazník sa stane partnerom firmy a výrobným „on-line koordinátorom“ svojej zákazky v celom hodnotovom reťazci jeho výroby. Tieto skutočnosti do značnej miery ovplyvnia aj projektové koncepcie usporiadania a štruktúry administratívnych priestorov takýchto výrob a pod.

Príspevok vznikol za podpory projektu APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov.

Záver

Firmy budúcnosti by mali mať menej cieľov a viac radosť z každodennej práce. Bude v nich menej kontrol plnenia cieľov a viac nadšenia z nových nápadov a výsledkov.

prof. Košturiak Ján

Literatúra

- [1] Kováč J., Rudy V., Kováč J.: Metodika projektovania výrobných procesov 2. inovačné projektovanie výrobných systémov. 1. vyd. Košice. Technická univerzita v Košiciach. 2018. - 240 s. [print]. ISBN 978-80-553-2873-7.
- [2] Gregor M., Mičieta B., Krajčovič M. a kol.: Súbor prednášok 50. rokov – Katedra priemyselného inžinierstva. Žilinská univerzita v Žiline.
- [3] [Gregor M., Medvecký, Š., Mičieta, B., Matuszek, J., Hrčková, A.: Digitálny podnik. Ústav konkurencieschopnosti a inovácií, 2006, ISBN 80-969391-5-7
- [4] Bubeník, P., Bubeníková, E., Korbel, P., Nagy, P.: Informačné technológie pre podnikovú prax. Edis, ŽU v Žiline, 2004, ISBN 80-8070-288-8

Kontaktná adresa

Ing. Juraj Kováč, PhD.

Technická Univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovensko
e-mail: juraj.kovac@tuke.sk



COMPARISON OF TWO WAYS OF WAREHOUSE PICKING OPTIMIZATION IN A WHOLESALE WAREHOUSE

Juraj ŠEBO – Marek VOLOŠINYI

Abstract: The article deals with the topic of picking orders in wholesale warehouse conditions. The aim of the study is to compare selected indicators of labor productivity in two ways of picking, using a simple rule and experience of the warehouse worker. The indicators were calculated on the basis of the average values from a long-term measurement, which was carried out in standard operation, as well as a one-off measurement, in which the same items were picked first without the reader and then with the reader. All calculated indicators are against the use of the reader if we want to achieve higher labor productivity.

Keywords: picking, warehouse, route, labor productivity.

Introduction

Order picking is the operation of retrieving goods from specified storage locations based on customer orders (Lu, et al., 2016). Scientific literature shows that order picking operation is composed of several aspects which can be improved such as: picking, layout design, storage assignment, zoning, batching or routing (De Koster, et al., 2007). In a classical industrial warehouse, the order picking operation optimization methods are most of the time based on the traveling salesman problem (TSP). Numerous papers deal with approximate or exact methods inspired by the TSP in order to solve the picking order problem. In some cases, the exact methods are not sufficient to solve the order picking problem, this is why approximate methods may be used to save computation time (Beroule, et al., 2017).

The aim of our study is to compare selected indicators of labor productivity in two ways of picking, using a simple rule and experience of the warehouse worker.

Methodology

Depending on the resources available, a variety of ways can be used to determine the shortest way to pick items in a warehouse, including "simple rule", "warehouse worker experience" or more complex optimization methods. In some cases, it may also be appropriate to use the so-called "brute force", i.e. calculating all possible routes and selecting the shortest. An example of a simple rule is barcode readers with built-in software that select a route based on the location of items in the warehouse, from left to right. This means that the warehouse worker is guided by a barcode reader to pick items gradually from the left side of the warehouse to the right. In this study, we compare productivity indicators when using a simple rule (or using a barcode reader) and when using the warehouse operator's experience (or without using a barcode reader). The warehouse worker experience is not formalized in this study, in other words, the search for a suitable route by the warehouse worker is like a black box whose rules we do not know; In our case study, an experienced warehouse worker is considered to be a warehouse worker who has been working in the warehouse for several years.

Warehouse description and measured values

The subject of labor productivity analysis is a wholesale warehouse with an area of 2000 m² with 30 000 stock items (Fig. 1).

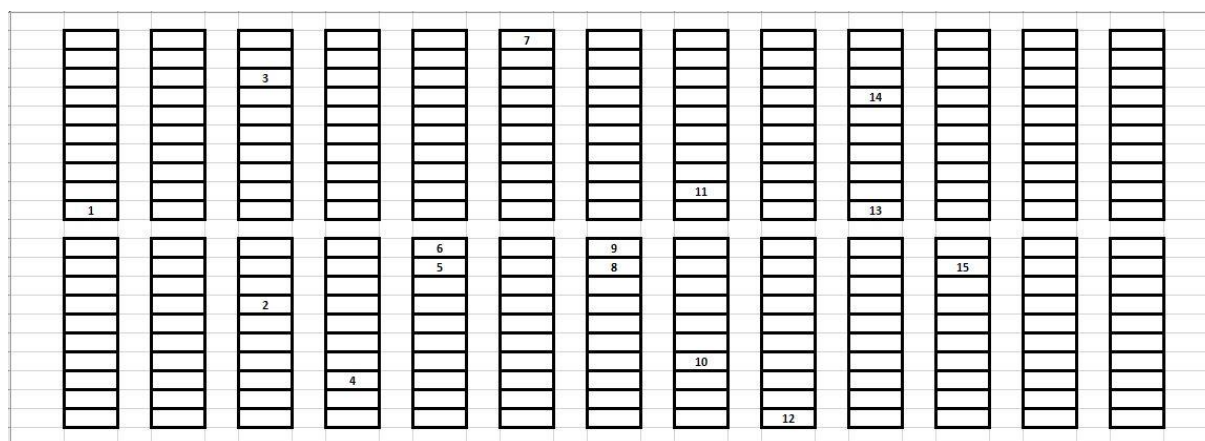


Fig. 1 Warehouse layout

In the warehouse there are two basic processes, namely stocking and picking. Stocking means stocking items (goods), that come from an exclusive supplier, in the appropriate shelf in the warehouse. Picking means picking items (goods), which are intended for specific customers, from specific shelves in the warehouse to the place at the delivery door of the warehouse. Common transport trolleys as in supermarkets are used for stocking and picking. Standard barcode scanners are used in the warehouse.

For the analysis below, we have focused exclusively on picking items that are already stored in warehouse shelves. Warehouse worker was measured for several days. Since one of the aims was to verify whether the use of automation elements (in our case bar code scanners) has contributed to increasing picking productivity, the measurement was performed separately for two picking methods. The first was picking without a barcode reader. In this way, the warehouse worker removes the items based on his own experience using a printed list of items as a tool. The second method is picking with a barcode reader. A barcode reader is a device that, according to the retrieved list of items, navigates the warehouse worker towards the next item, placing the item among the loaded items when the code is retrieved. In this way, the loading of the correct item and the loading of all items are ensured in this method of picking. The measurement itself was carried out using a pedometer, by means of which the number of steps was measured and the distance traveled was then derived. The number of items and their value were also recorded. The measurement was performed during picking for the selected customer under the conditions of standard operation. The measured values are shown in Table 1.

Tab. 1 Measured values when picking items for selected customer

	Number of steps	Distance traveled [km]	Number of picked items [pcs]	Value of picked items [€]
No Reader (Average per day)	2228,8	1,44	130,2	3091,8
With reader (Average per day)	2903,6	1,88	98	2339,2

Source: data from (Vološinyi,2016)

Since the long-term measurement was carried out in standard operation, where each picking is unique, its results may have been influenced to some extent by the variation of the picked items, therefore, in addition to this long-term measurement, an even shorter one-off picking measurement was performed in which the same items (namely 15 identical items) were picked first without the reader and then with the reader (Fig. 2 and 3). The intention was to identify

more precisely the differences in the picking methods examined compared to the results obtained from the previous measurement method. The measured values are shown in Table 2.

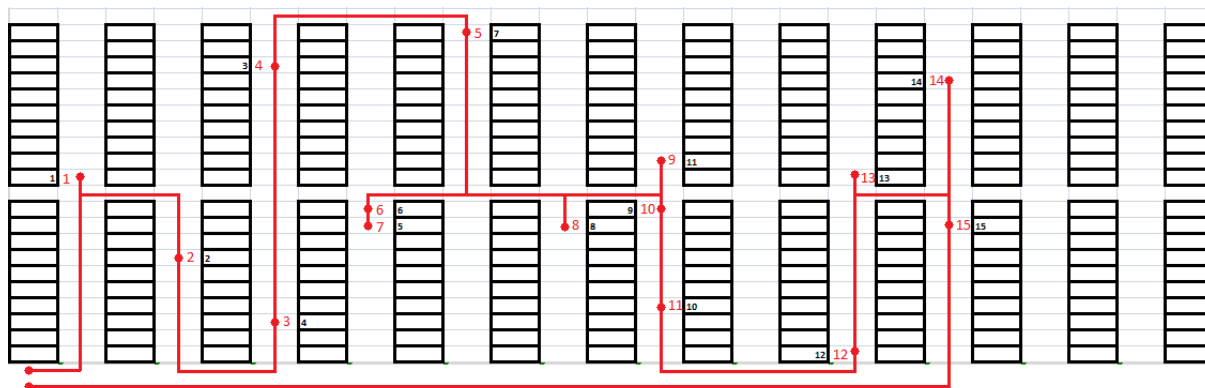


Fig. 2 Illustrative example of a picking route of 15 items without a barcode reader based on the warehouse operator's experience (Source: (Vološinyi, 2018))

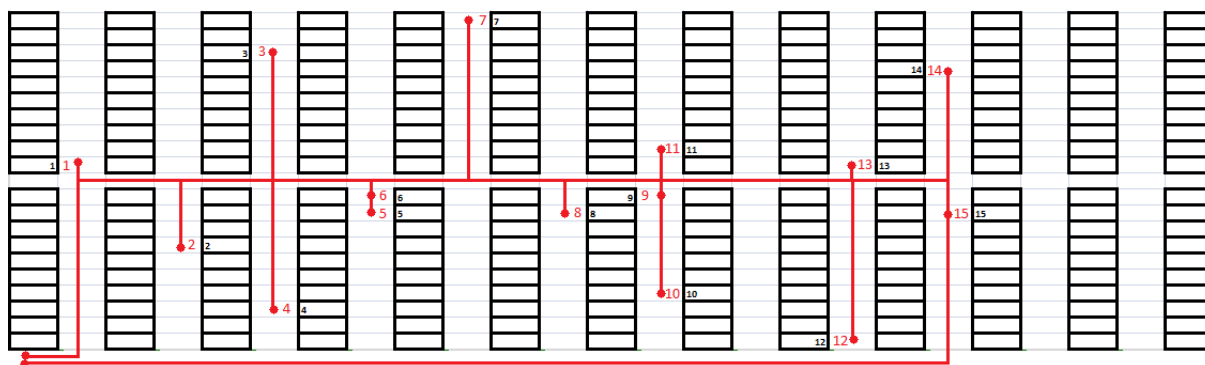


Fig. 3 Illustrative example of picking route of 15 items with barcode reader (Source: (Vološinyi, 2018))

Tab. 2 Measured values when one-off picking of the same items

	Number of steps	Distance traveled [km]	Number of picked items [pcs]	Value of picked items [€]
No Reader	2371	1,5	107	2768
With Reader	2598	1,7	107	2768

Source: data from (Vološinyi,2016)

Picking analysis using labor productivity indicators

Labor productivity indicators are among the basic indicators of employee performance measurement. The basic formula for calculating productivity is the ratio of output to input (e.g. labor). It is obvious from the given formula that productivity will increase if outputs with lower working inputs remain unchanged, respectively, if we can produce higher value outputs with the same work inputs.

Calculations of selected indicators are presented in the following tables. In Table 3, selected productivity indicators for the selected customer are calculated based on average values from long-term measurements over several days. In Table 4, selected productivity indicators related to the picking of the same items for the selected customer are calculated based on data obtained from a one-off measurement.

Tab. 3 Selected productivity indicators (calculated on the basis of long-term average values)

	Labor productivity [item / hour]	Labor productivity [€ / hour]	Demandingness of picking on walking [steps / item]	Demandingness of picking on walking [km / item]	Demandingness of picking on walking [steps / €]	Demandingness of picking on walking [km / €]
No Reader (Average per day)	32,55	772,95	18,76091358	0,012144265	0,756608	0,000489
With reader (Average per day)	24,5	584,8	30,04629752	0,019437783	1,2525	0,00081

Source: data from (Vološinyi,2016)

As can be seen from Tab. 3 labor productivity is higher when working without a reader. On average, the warehouse worker picked up items for € 773 without an reader, while with a reader only € 585. As can be seen further, to pick one item with a reader, an average of 30 steps is required and without a reader only 19 steps. This difference was then also reflected in another indicator, namely the ratio of steps to euro picked. With a reader you need an average of 1.25 steps for 1 € of picked items, and without a reader we need only 0.76 steps.

Tab. 4 Selected productivity indicators for the same items picking (calculated on the basis of one-off measurements).

	Labor productivity [item / hour]	Labor productivity [€ / hour]	Demandingness of picking on walking [steps / item]	Demandingness of picking on walking [km / item]	Demandingness of picking on walking [steps / €]	Demandingness of picking on walking [km / €]
No Reader	28,16	728,42	22,2	0,014	0,85	0,00054
With Reader	26,75	692	24,3	0,016	0,94	0,00061

Source: data from (Vološinyi,2016)

The second measurement was performed when picking exactly the same items with and without the reader. From Tab. 4 we can see that when the reader was not used for picking, labor productivity was higher (728 € of picked items) than when using it (692 € of picked items). On average, 22 steps were required to pick one item without a reader, and up to 24 steps with a reader. Similarly, without a reader, we only need to take 0.85 steps to pick up 1 € items, while a reader requires 0.94 steps.

Discussion

Significant differences of indicators to the detriment of the reader are due to the fact that the reader navigates us to work gradually from left to right (in terms of warehouse layout), while using the experience of a warehouse worker, the worker has paper with items to be removed and can adapt (“optimize”) its route accordingly. On the other hand, the reader reads the barcode at least three times faster than it would take with manual writing and with much higher accuracy. Manual data entry causes an error every 300 entries on average, barcodes reduce the error rate to 1 millionth.



Conclusion

All measured values based on one-off as well as long-term measurements and consequently all calculated indicators speak to the disadvantage of using the reader if we want to achieve higher labor productivity. Although it appears from the calculations that the warehouse worker's work without a reader has higher productivity, we must not forget the accuracy factor, respectively, more likely to occur mistakes when working without a barcode reader. The refinement of the calculation of the indicators presented taking into account the different error rates for the different ways of picking may be an appropriate extension of this analysis in the future. It is also advisable for practice to upgrade the software in barcode readers, which will enable the use of the latest knowledge in the field of route optimization in the warehouse management.

Acknowledgement

This contribution was supported by the research grant KEGA 026/TUKE-4/2017 Implementation of innovative educational approaches and tools to enhance the development of the core competencies graduate study program Industrial Engineering

References

- [1] Beroule, B., Grunder, O., Barakat, O. & Aujoulat, O.: Order Picking Problem in a Warehouse Hospital Pharmacy. IFAC PapersOnLine, 50(1), 2017, pp. 5017-5022.
- [2] De Koster, R., L.-D. T. & Roodbergen, K.: Design and control of warehouse order picking: A literature review.. European Journal of Operational Research, 182(2), 2007, p. 481–501.
- [3] Lu, W., McFarlane, D., Giannikas, V. & Zhang, Q.: An algorithm for dynamic order-picking in warehouse operations. European Journal of Operational Research, 2016(248), 2016, pp. 107-122.
- [4] Vološinyi, M.: Optimalizácia trasy operátora v sklade s využitím genetického algoritmu. diplomová práca, 2018
- [5] Vološinyi, M.: Hodnotenie produktivity práce zamestnancov v logistickom centre. bakalárska práca, 2016

Contact address

doc. Ing. Juraj Šebo, PhD.

Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovakia
e-mail: juraj.sebo@tuke.sk



E-LEARNING AS AN INNOVATIVE METHOD OF EDUCATION

Martina KUPEROVÁ – Monika ZATROCHOVÁ

Abstract: Main goal of a submitted contribution is the focus on the need of information and communication technologies in education by applying E-Learning at the Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology in Bratislava. During processing of the contribution, we used basic scientific methods as observation, analysis, synthesis, comparison, abstraction, induction and deduction. We are planning to set up in the KEGA project on the Department of Chemical and Food Technologies, Institute of Management at the Slovak University of Technology enforcement and improving computer literacy of all students (bachelor and engineer).

Keywords: E-Learning, skills, university education.

Introduction

E-Learning can be characterized as an electronic form of self-studying, electronic education using information and communication technologies. It provides a flexible and versatile learning tool that allows learning to adapt to the circumstances. In practice, it refers to the services that are based on this type of education and the tools that support it. The use of the Internet is typical for E-Learning, but it is not the displaying of study materials on the Internet, but an organized form of instruction according to the established curriculums. It is used as a suitable complement to full-time study (allows easy practice), or full distance study.

E-Learning education uses a variety of multimedia contents such as presentations, texts, links, videos, animated sequences, voice comments, shared desktops, custom notes, and the entire course is usually completed with a test.

E-Learning tools usually allow creation, actualisation, distribution, evaluation of the learning content, communication between students and educators and managing the entire learning process.

E-Learning solution is:

- Cost-effective - eliminates the cost of travel, organizing, providing printed materials, space, teacher presence,
- Time-saving - minimizes the time needed to pass information, allows learning at a preferred time,
- Updatable - information is always up-to-date and adequate,
- Customizable - allows students to learn at their own pace at optimal time,
- Motivating - provides an overview and records of the course of education,
- Relevant - the topic is tailored to the educational needs and objectives,
- Engaging – use of creative multimedia and interactive learning tools to engage students and enhance subject matter memorability.

Benefits of using E-Learning:

- Reducing the cost of education (both student and organizer),
- Rapid training of large numbers of students,
- Independence of students' locality (geographical independence);
- Maintaining a certain degree of knowledge for all learners;
- Evaluation of all students according to the same rules,
- Immediate feedback.



Every university should develop and improve soft skills techniques in addition to teaching hard skills.

Hard skills are the professional knowledge and skills. These include, for example, expertise, professional qualification, blue collar skills, language skills, computer skills, working with technology, accounting, legal skills, etc. Education helps to acquire and improve hard skills. They are recognized by diplomas and certificates which have a great value in the labor market. Hard skills are an integral part of the business requirements of the jobs, i.e. the requirements on competence to carry out certain work of the profession. In general, gaining of higher qualifications or a certain professional level skill gives greater chance of obtaining quality employment.

Soft skills are the skills in the field of human behavior, also known as interpersonal skills. It is the ability of people to communicate, work together, to act, to resolve conflicts, to organize, make decisions, etc. They have a good attitude to emotional intelligence (EQ). These include communication skills, critical thinking, skills in problem solving, creativity, ability to work in a team, negotiating skills, personal management, public speech, time management, conflict resolution, general knowledge, responsibility, empathy, work ethic, coolness or good manners, etc. Soft skills are more required for managerial and business professions, and less important in professional and blue-collar professions where vocational skills are more needed. Every person has innate and developed some of the soft skills, abilities and personal characteristics, which make it better or worse to carry out a profession. Even if a person does not have innate soft skills (he has no natural talent), it is possible, in the course of life to learn them (obviously with some restrictions). Of course, it requires some training.

In the labor market, employers most often require skills that are taught at schools: English language skills, MS Office management, communication skills, analytical thinking, but also pleasant outcomes. (job portal Profesia.sk)

If students could change their university training in view of the expectations they have for their careers, they would improve, in particular, the practical and applied elements of training, foreign language and work in an international environment, transferable soft skills and the possibility to combine different objects and create a personalized profile. They would not improve the theoretical and methodological training or transferable hard skills like project management, economics, law, etc. and hard portable skills related to information and communication technologies. If students could define a model of study that would best suit them, the dominant part (more than 70%) would prefer to gain one skill in depth and at the same time an overview of related skills in order to gain the ability to cooperate between the fields. Only 18% would concentrate on the excellent mastery of one skill, and 10% would prefer the study bringing a general overview and wide range of knowledge and skills in various fields. [1] “Education in modern perception is ensuring the readiness to perform certain work, occupation or activity. Constantly higher demands are placed not only on jobseekers, fresh graduates of secondary schools and universities, but also on educators who have the possibility and ability to provide, shape and influence students' education”. [3]

The project is focused on innovation and integration of educational methods to financial literacy within the study programs of the Slovak University of Technology (both bachelor and master degrees of university study). The project also addresses the needs to innovate the existing program of study – Control of Technological Processes in Chemical and Food Industries provided by the Faculty of Chemical and Food Technology, innovation of educational technologies, the preparation of teaching aids as well as technical development of the pedagogical process in the planned direction.

The project is innovative with elements of the education system such as on-line education and E-Learning techniques which can help students increase their economical and managerial education and benefit from the technological-economic link that is currently required by labour statistics in the labour market. In recent years financial institutions have been characterized by a rapid pace of development, resulting in the introduction of many technological innovations and the expansion of offering increasingly complex financial services and products.

Department of Chemical and Food Technologies, Institute of Management of the Slovak University of Technology in Bratislava, within project KEGA No. 031STU-4/2018 "Innovation in Teaching Economic and Managerial Subjects at FCHPT STU in Bratislava" we plan to create a concept of a new information system of E-Learning education for the needs of students of FCHPT STU. Increase of the attractiveness of higher education should be based more on the cooperation of schools and employers in the preparation of skilled workers according to the needs of the labour market, that of course is the same for education at technical schools, mainly in the field of vocational subjects, then basic economic knowledge and entrepreneurial skills. The advantage of studying the technical directions is that they often tend to be linked with the practice. Students acquire experience in the field.

In a survey conducted in the academic year 2019/2020, we looked at the question of using the Internet to study whether students met electronic forms of publications needed for study and whether they would be interested in studying in the form of E-Learning. The survey was attended by 124 students of the Faculty of Chemical and Food Technology of the Slovak University of Technology in Bratislava. We used a questionnaire method. The questionnaire contained 12 closed questions. The scope of this paper does not allow us to give an evaluation of all questions and therefore we present answers only to selected questions.

Of the 124 respondents, 77 respondents (62%) were bachelor students (1st degree) and 47 students (38%) were engineering students (2nd degree) (Fig. 1).

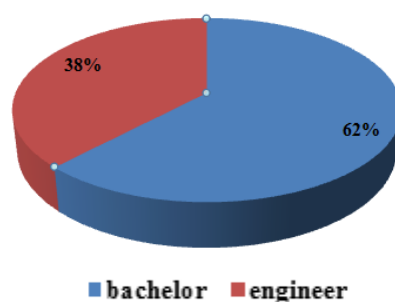


Fig. 1 Questionnaire distribution
Source: own processing

At the boarding school live 61 students (49%) and 63 students (51%) don't live at the boarding school (Fig. 2).

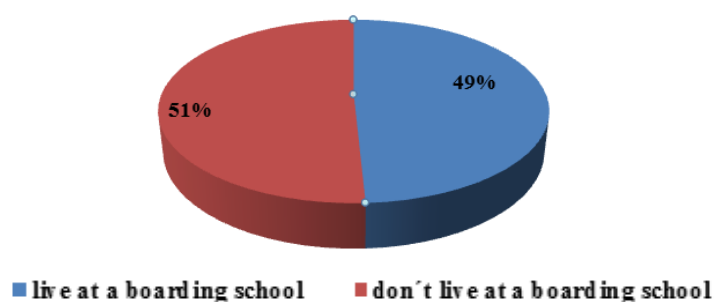


Fig. 2 Boarding school accomodation
Source: own processing

How often do you use the Internet in the study process?

The aim of this question was to find out which access to the Internet students have. 86 students (69%) reported having permanent internet access. 35 of students (28%) using the Internet regularly. Answer: “I use the Internet from time to time”, reported 3 of students (3%) (Fig. 3). This finding provides a good prerequisite for introducing E-Learning into the teaching process. Students living at a boarding school have good internet connection too. Internet access is also available on the faculty.

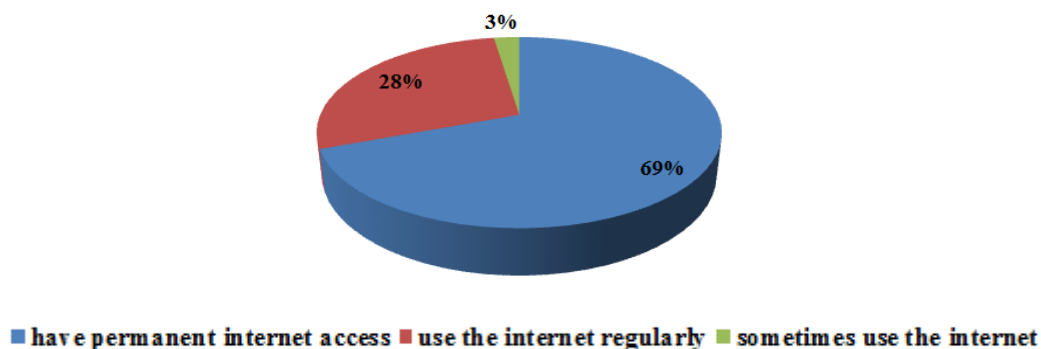
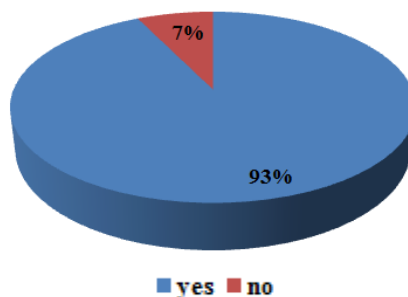


Fig. 3 Use the Internet in the study process
Source: own processing

Is internet access necessary for university studies?

The question was to examine the opinion of the students about how they perceive the use of the Internet when studying at the university. Majority considers (115 students; 93%) the Internet to be essential for the successful completion of university studies (Fig. 4).



Source: own processing

Would you like the option to learn via E-Learning?

This question was answered positively by 114 respondents (92%) (Fig. 5). Students are willing to acquire knowledge through E-Learning.

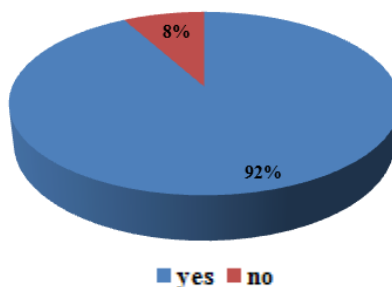


Fig. 5 The option to learn via E-Learning
Source: own processing

Have you come across literature in electronic form?

This question was answered positively by 111 addressed respondents (90%) (Fig. 6) encountered literature in electronic form. This trend is likely to increase (also regarding environmental protection and paper saving).

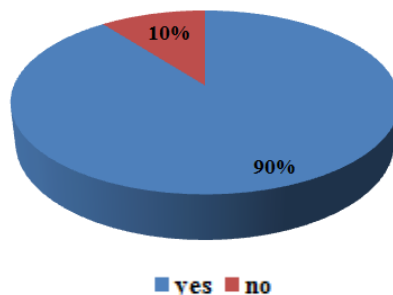


Fig. 6 The option to learn via E-Learning
Source: own processing

If you had the choice between a printed form of textbooks and scripts and an electronic version, which form would you choose?

On this question was answered 71 students (57%) stated that they prefer printed form of textbooks and scripts, 12 students (10%) prefer electronic form and 41 students (33%) stated for both of them (Fig. 7).

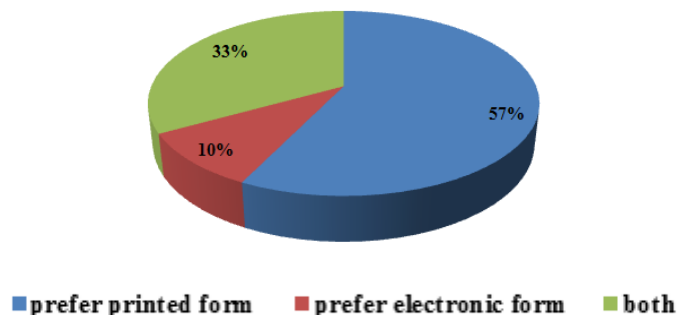


Fig. 7 The option to learn via E-Learning
Source: own processing

Are you interested in electronic education?

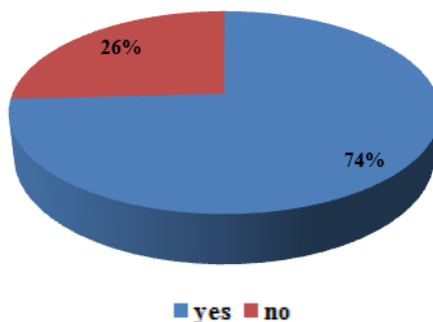


Fig. 8 The option to learn via E-Learning
Source: own processing

Approximately the same number of respondents showed interest and the lack of it in electronic education. This balanced state may change in the future by introducing E-Learning.



We assumed interest and lack of interest in the electronic form consists of approximately the same number of respondents. 92 students (74%) showed interest in electronic education, which represents 28% of all respondents.

The results of our own quantitative survey, which we conducted through questionnaires, point that students have permanent internet access. We identified, that 93% of students consider using E-Learning as necessary for the studies. 92% of respondents would like to have this option. We found out, that 90% of students came across the literature in the electronic form. Survey clearly states, that young generation is for the internet usage and it's use throughout the studies.

In comparison with the experience from practice studying doesn't reflect the effect of the Internet and isn't adequate and systematic. Therefore, it is necessary to change the form of student's education. On this basis we decided to apply E-Learning into both bachelor and engineer studies. We proposed measures not only in this field. Profile of the Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology in Bratislava graduate contains articles from the fields of Economics and management, which does not require direct practice, however professionally complete the picture with respect to general economic education.

To achieve positive economic results from the long term period, to ensure the required profitability and financial stability putting pressure on implementation of information systems and especially accounting information systems, which are being used during the decision making processes in small and medium sized enterprises. Conclusions of research bring new knowledge and suggestions for small and medium sized enterprises, allowing them increase their performance, competitiveness and profitability. [4]

As innovation it would be appropriate to include subjects good for gaining presentation and communication skills, especially languages that students currently have as optional or selective, which could significantly increase the awareness and thus the interest of students in this type of education.

Conclusion

Education and technology are interconnected. Nurture and education are one of the basic activities that are essential for the further personal and professional development of everyone. Classrooms in our school are equipped with data projectors and teaching is done through presentations, but we now feel the need to move forward with new forms of education. Therefore, we decided to introduce the missing element in teaching, by online learning through E-Learning. The introduction of E-Learning cannot be reproduced just as the availability of material resources in the educational process. The application of new forms of education should bring students the missing skills.

The contribution is a partial output of the KEGA research task No. 031STU-4/2018 "Innovation in Teaching Economic and Managerial Subjects at FCHPT STU in Bratislava" conducted at the Institute of Management of the STU in Bratislava.

References

- [1] "A summary of the most interesting findings from a survey among students of Slovak universities 2018". [online]. [quoted on February 9, 2019]. Available at <http://www.cem-uk.sk/projekty/prieskumy/sumar-najzaujimavejsich-zisteni-prieskumu-medzi-studentmi-slovenskych-vysokych-skol-2018/>.
- [2] GLATZ, M. - MIŠOTA, B. – KUPEROVÁ, M.: Digital Educational Applications Possibilities within the Extended Teaching of Economic Subjects. In: 11th annual International



Conference of Education, Research and Innovation, ICERI2018, SEVILA 2018, 12-14 November, 2018, Seville, Spain, pp. 10367-10374. ISBN: 978-84-09-05948-5. ISSN: 2340-1095. DOI: 10.21125/ICERI.2018.0914.

[3] KAJANOVÁ, J. 2013. Podnikanie ako výzva pre moderné vzdelávanie. In: Podnikanie - pedagogické aspekty jeho uplatnenia v praxi. Bratislava: Ekonóm, 2013. ISBN 80-224-0775-5, pp. 62.

[4] KAJANOVÁ, J. 2014. Performance analysis in SMEs through the Usage of Accounting Information Systems, In: 9th International Conference on Applied Business Research (ICABR). Talca, Chile. ISBN:978-80-7509-223-6. WOS:000389579800037.

[5] KUPEROVÁ, M.: Zameranie vysokoškolského vzdelávania na zdokonaľovanie mäkkých zručností. IN MANEKO (MANažment a EKOnomika podniku). Vedecký časopis Oddelenia manažmentu chemických a potravinárskych technológií Ústavu manažmentu STU v Bratislave. Ročník 10, 2018, č. 2. Bratislava, december 2018, s. 205-212. ISSN: 1337-9488.

[6] PLCHOVÁ, J. - KUPEROVÁ, M.: Availability of Qualified Labour Force as a Limiting Factor for Competitiveness of Slovak Enterprises. IN Management and Economics in Manufacturing [elektronický zdroj] : Proceedings of Scientific Papers : Global Scientific Conference, 5th - 6th October 2017, Zvolen, Slovakia. 1. vyd. Zvolen : Technická univerzita, 2017, S.68-73. ISBN 978-80-228-2993-9. WOS: 000431393000010.

[7] ZATROCHOVÁ, M. - KUPEROVÁ, M. - JANÁKOVÁ, H.: Innovative Education of Absolvants of Technical Schools as a Factor for Competitiveness. IN 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI2018, SEVILA 2018, 12-14 November, 2018, Seville, Spain, pp. 10198-10204. ISBN: 978-84-09-05948-5. ISSN: 2340-1095. doi: 10.21125/iceri.2018.0914.

Contact address

Ing. Martina Kuperová, PhD.

Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Management, Vazovova 5, 812 43 Bratislava, Slovakia

e-mail: martina.kuperova@stuba.sk

Doc. Ing. Monika Zatrochová, PhD.

Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Management, Vazovova 5, 812 43 Bratislava, Slovakia

e-mail: martina.kuperova@stuba.sk



NÁVRH ZJEDNOTENIA VÝROBNÉHO PROCESU NA LINKE POVRCHOVÝCH ÚPRAV A HODNOTENIE JEJ VLASTNOSTÍ POMOCOU SIMULÁCIE

Marek KLIMENT – Peter TREBUŇA – Ladislav ROSOCHA – Štefan KRAL – Richard DUDA

Abstract: The paper deals with the evaluation of properties on the steel surface treatment line. We worked out the simulation models of the line activity in the original state and compared them with the design of their connection in to the parallel process. The proposal consists of extending the handling crane at the next track and the hoist. Each chain hoist will therefore simultaneously operate one production process to prevent the continuity of production processes from being disturbed. In addition, daily production of processed parts per line is increased.

Abstrakt: Príspevok sa zoberá hodnotením vlastností na linke povrchových úprav ocele. Za pomoci simulačného modulu Tecnomatix Plant Simulation sme spracovali výrobný proces pôvodného stavu linky. Zamerali sme sa na problémy vo výrobe a na požiadavky zákazníkov, ktoré v súčasnom stave spoločnosť nie je schopná flexibilne plniť. Pre lepšiu flexibilitu linky sme navrhli a odsimulovali zjednotenie výrobného procesu dvoch povrchových úprav do jedného súbežného procesu. Návrh pozostáva z rozšírenia manipulačného žeriavu pri linke o ďalšiu dráhu a kladkostroj. Každý kladkostroj by tým pádom súbežne obsluhoval jeden výrobný proces, čím by sa nenarušila plynulosť žiadneho z výrobných procesov. Navyše by sa navýšila denná produkcia spracovaných výrobných dávok na linke.

Keywords: Surface Treatment, Alkaline Blackening, Phosphating of zinc, Simulation, Flexibility, Plant Simulation

Kľúčové slová: Povrchová úprava, alkalické čierne, zinočnaté fosfátovanie, simulácia, flexibilita, Plant Simulation

Úvod

V odvetví strojárskoho priemyslu, sa okrem priamych výrobných procesov, ako sú napríklad sústruženie, frézovanie, vŕtanie a podobne, nachádzajú aj takzvané dokončovacie procesy. Tieto procesy zahŕňajú často požiadavky zákazníkov na vizuálne a povrchové vlastnosti opracovaných súčiastok. Jednou, z takýchto požiadaviek zákazníkov je často aj povrchová úprava súčiastok. Touto službou sa zaoberá niekoľko firiem, ktoré ponúkajú rôzne typy povrchových úprav. Tieto úpravy sú závislé aj na druhu a charaktere materiálu. V tomto príspevku sa zaoberáme linkou na povrchové úpravy oceľových súčiastok. Ide o povrchové úpravy za pomoci termo-chemických procesov. Za pomoci týchto procesov je na povrch súčiastky nanášaná požadovaná ochranná vrstva. Ide o alkalické čierne, známe aj ako brunírovanie a zinočnaté fosfátovanie. Medzi základné vlastnosti čierne, ktoré je známe najmä z výroby zbraní a meradiel, patri:

- zvýšenie oteruvzdornosti,
- zlepšenie odolnosti voči korózii v kombinácii s vhodnou impregnáciou,
- rozmerová stálosť ošetrovaných súčiastok, povlak tvorí od 0,5 do 2,5 μm ,
- dlhodobá životnosť.

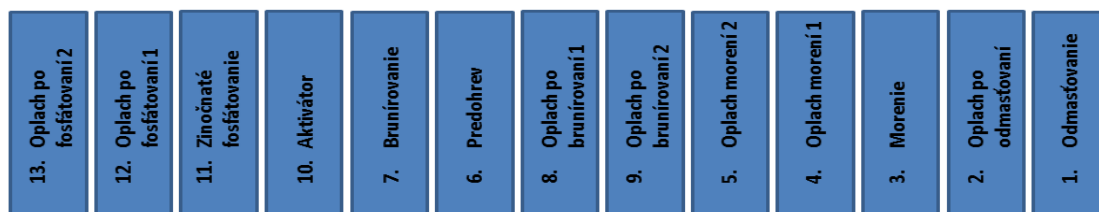
Zinočnaté fosfátovanie, inak známe aj ako parkerizácia, alebo bonderizácia, vytvára antikoročné povlaky, minimalizuje povrchové trenie, čím vylepšuje oteruvzdornosť. Výhodami sú:

- povlak slúži ako izolátor,
- výborná schopnosť viazať na seba ďalšie vrstvy adhezív,
- rozmerová stálosť súčiastok, vrstva má hrúbku cca 2 μm .

Popis súčasného stavu a možností na linke povrchových úprav

Spoločnosť zaoberajúca sa poskytovaním tejto služby využíva v súčasnej dobe linku, ktorá pozostáva z:

- 13 vaní objemu 180 l s chemickými roztokmi a vodnými oplachmi (Obr.1),
- portálového žeriavu na manipuláciu s materiálom,
- odsávacieho systému na elimináciu chemických výparov,
- pracoviska prípravy materiálu,
- pracoviska balenia a výstupnej kontroly materiálu.



Obr. 7 Schematické zobrazenie vaní na linke povrchových úprav

Rozdelenie jednotlivých výrobných procesov

1. Alkalické čistenie: tento výrobný proces pozostáva z 9 vaní s chemickými roztokmi a vodnými oplachmi (Tab.1). Z toho sú vane s chemickými roztokmi ohrievané na teploty, ktoré sú nevyhnutné pre ich správnu účinnosť. Ide o vaňu č. 1 odmasťovanie, vaňu č. 6 s predohrevom a vaňu č. 7 s čierniacim chemickým roztokom.

Tab. 5 Technologický postup alkalického čistenia

Poradie vaní	Teplota	Čas	Popis výroby
		10 min.	Prijatie a príprava vstupného materiálu
Vaňa č. 1	55-99°C	1-6 min.	Odmasťovanie dielov
Vaňa č.2	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach dielov po odmasťovaní
Vaňa č.3	15-30 °C	5-15 min.	Morenie- roztok 15% HCl, zbavovanie zvyškov korózie
Vaňa č. 4	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po morení č.1
Vaňa č. 5	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po morení č.2
Vaňa č. 6	60-70 °C	3-5 min.	Predohrev a ekonomický oplach
Vaňa č. 7	135-142 °C	12-20 min	Brunírovanie (čistenie) čas a teplota je závislá na zložení materiálu dielov
Vaňa č. 8	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po čistení č. 1
Vaňa č. 9	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po čistení č.2
			Sušenie a následné ošetrenie dielov konzervačným olejom, následné balenie hotových výrobkov

2. Zinočnaté fosfátovanie: tento výrobný proces pozostáva taktiež z 9 vaní s chemickými roztokmi a oplachmi (Tab. 2). Podobne ako v predchádzajúcom procese je nevyhnutné niektoré vane s chemickými roztokmi ohrievať na potrebné teploty. Okrem odmasťovania je v tomto procese ohrievaná ešte vaňa s roztokom pre zinočnatý fosfát.

Tab. 6 Technologický proces zinočnatého fosfátovania

Poradie vaní	Teplota	Čas	Popis výroby
		10 min.	Prijatie a príprava vstupného materiálu
Vaňa č. 1	55-99°C	1-6 min.	Odmastenie dielov
Vaňa č.2	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach dielov po odmasení
Vaňa č.3	15-30 °C	5-15 min.	Morenie- roztok 15% HCl, zbavovanie zvyškov korózie
Vaňa č. 4	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po morení č.1
Vaňa č. 5	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po morení č.2
Vaňa č.10	15-30 °C	3-5 min.	Aktivátor zinočnatého fosfátu
Vaňa č. 11	65-70 °C	3-5 min	Zinočnaté fosfátovanie
Vaňa č. 12	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po fosfátovaní č. 1
Vaňa č. 13	Tepl.okolia	30 sek.	Oplach po fosfátovaní č.2
			Sušenie dielov a následné balenie hotových výrobkov

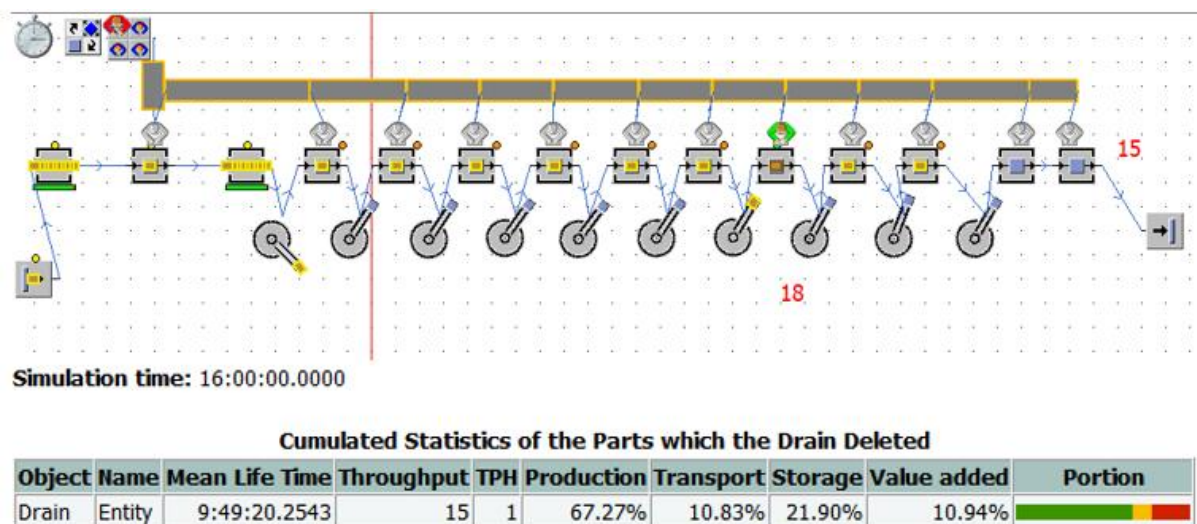
Vane, z ktorých pozostávajú obidve výrobné procesy, sú súčasťou jednej spoločnej linky (Obr.2). Pri výstavbe linky sa pristúpilo k takémuto riešeniu z dôvodu podobnosti obidvoch procesov a s cieľom ušetriť priestor vo výrobnej hale. Na tejto linke je v súčasnosti možné vykonávať len jeden z uvedených výrobných procesov, bez toho aby proces nebol blokový a fungoval plynule. Podľa objemu objednávok preto výroba prebieha v striedavom režime. To znamená, že jeden pracovný deň sa vykonáva proces alkalického čistenia a na ďalší deň proces zinočnatého fosfátovania. Prípadne sa viac dní po sebe opakuje ten istý proces, podľa potrieb zákazníkov. Vo väčšej miere je požadovaná povrchová úprava alkalické čistenie, ide zhruba o 70% celkovej produkcie. Jeden pracovník obsluhujúci portálový žeriav, je schopný obsluhovať len jeden výrobný proces. Vo výrobnom procese v obidvoch prípadoch figuruje ešte jeden pracovník, ktorý zabezpečuje prípravu materiálu. Tento pracovník má na starosti aj sušenie dielov a ich následnú finálnu kontrolu a balenie hotových výrobkov. Znamená to, že činnosť linky je v súčasnosti pri oboch výrobných procesoch zabezpečovaná dvomi pracovníkmi.



Obr. 8 Linka povrchových úprav

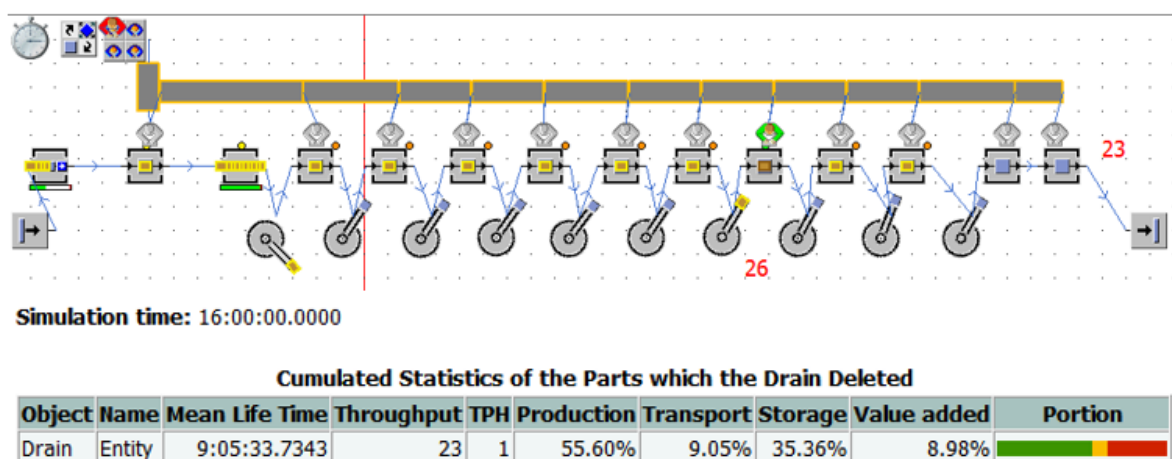
Ako je z technologických postupov (Tab. 1, 2), ako aj schematického znázornenia linky (Obr.1) viditeľné obidve povrchové úpravy sú vo väčšej miere rovnaké. Odlišujú sa v hlavnej časti,

ktorá vykonáva požadovaný efekt na povrchu súčiastky. Ako je zrejme, proces alkalického čiernenia je časovo náročnejší. Hlavná operácia trvá 20 minút. Naproti tomu hlavný proces zinočnatého fosfátovania trvá 5 minút. Vytvoril sme si simulačné modely oboch výrobných procesov v pôvodnom stave. Každý jednotlivito v trvaní jedného celého pracovného dňa, teda dvoch pracovných zmien.



Obr. 9 Simulačný model alkalického čiernenia v pôvodnom stave

Ako je zrejme zo simulačného modelu a kumulatívnej štatistiky celkovo vyrobených výrobkov (Obr. 3) počas jedného výrobného dňa, linka celkovo dokončí 15 výrobných dávok alkalického čiernenia. Na počítadle, ktoré je nastavené na hlavnú časť výrobného procesu, na operáciu čiernenie, počas výrobného dňa prebehne 18 výrobných procesov na tomto pracovisku. Miera pridanej hodnoty stanovená simulačným softvérom Tecnomatix Plant Simulation je na úrovni 10,94%

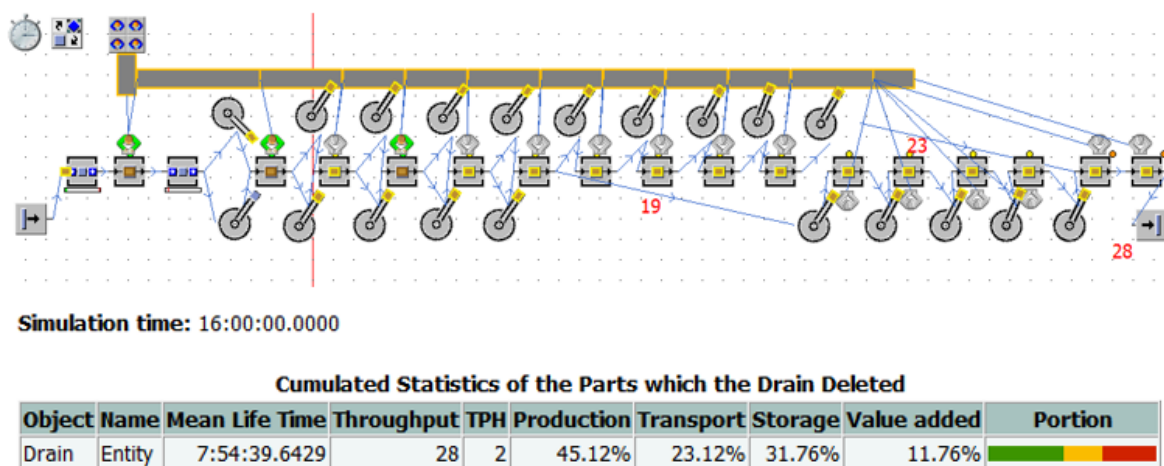


Obr. 10 Simulačný model zinočnatého fosfátovania v pôvodnom stave

Na Obr. 4 je znázornený simulačný model procesu zinočnatého fosfátovania. Vzhľadom na menšiu časovú náročnosť sa v tomto procese počas jedného pracovného dňa dokončí o 8 výrobných dávok viac, ako pri procese alkalického čierneja teda 23 výrobných dávok. Hlavnou operáciou v tomto výrobnom procese je fosfátovanie a počas celého výrobného dňa touto operáciou prejde 26 výrobných dávok. Miera pridanej hodnoty je v tomto výrobnom procese podľa štatistík Tecnomatix Plant Simulation na úrovni 8.98%.

Návrh zjednotenia oboch výrobných procesov do jedného súbežného výrobného procesu a hodnotenie jeho vlastností.

Častým problémom vo výrobnom procese je splnenie požiadaviek zákazníkov. Zákazníci často požadujú časovú flexibilitu výrobného procesu a krátku dobu splnenia požiadavky na potrebnú povrchovú úpravu. Pri súčasnom striedavom režime výroby, je problematické splniť častú požiadavku zákazníkov na expresnú povrchovú úpravu. Tento typ povrchovej úpravy znamená, že zákazník si dohodne konkrétny termín počas ktorého požaduje objednanú povrchovú úpravu vykonať na počkanie, prípadne v čo najkratšom časovom horizonte. Častou požiadavkou je, vykonanie oboch povrchových úprav čo najskôr. V súčasnej dobe to znamená, že pokiaľ je požiadavka na alkalické čierneja aj zinočnaté fosfátovanie súčasne, trvá splnenie tejto požiadavky minimálne 2 pracovné dni v závislosti od veľkosti výrobného dávky. Pomocou simulačného modelu v softvérovom module Tecnomatix Plant Simulation bol vytvorený návrh zjednotenia oboch povrchových úprav do súbežného výrobného procesu. Tohto návrhu bolo nevyhnutné zahrnúť aj rozšírenie portálového žeriavu o druhu koľaj a kladkostroj. V tomto návrhu má každá povrchová úprava svoj vlastný kladkostroj, pomocou ktorého sa manipuluje s materiálom počas výroby. Pre obsluhu druhého kladkostroja ako aj pre zachovanie plynulosti bolo potrebné pridať do výrobného procesu aj ďalšieho zamestnanca. V nastavení simulácie návrhu bolo nevyhnutné zohľadniť skutočnosť početnosti objednávok na jednotlivé povrchové úpravy 70% alkalické čierneja a 30% zinočnatý fosfát.



Obr. 11 Simulačný model návrhu zjednotenia povrchových úprav do súbežného procesu

Z vytvoreného simulačného modelu návrhu (Obr. 5) zjednotenia výrobných procesov do súbežného procesu vyplýva, že počas dvoch zmien v jednom pracovnom dni linka súbežne vyrobí celkovo 28 výrobných dávok. Pri pohľade na čiastkové počítadlá, ktoré sú nastavené na



hlavné výrobné procesy v oboch povrchových úpravách je viditeľné, že linka spracuje 19 výrobných dávok alkalického čiernenia a 23 výrobných dávok zinočnatého fosfátovania. Celková pridaná hodnota súbežnej činnosti linke je 11,76%.

Záver

Z hľadiska funkčnosti a zlepšenia flexibility výrobného procesu na linke sa javí návrh zjednotenia výrobného procesu ako efektívny a prijateľný. Pri súbežnom fungovaní obidvoch procesov povrchových úprav alkalické čiernenie aj zinočnaté fosfátovanie je pri pohľade na kumulatívnu štatistiku vyrobených výstupov zrejmé, že pri porovnaní obidvoch predchádzajúcich procesov nastalo zlepšenie efektívnosti oproti obidvom procesom. Treba vziať do úvahy aj skutočnosť, že pri uplatnení návrhu sa počas jedného pracovného dňa poskytne služba oboch dostupných povrchových úprav a zlepší sa možnosť rýchlejšie plniť požiadavky zákazníkov v prípade požiadavky na obidve povrchové úpravy súčasne.

Pod'akovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby, KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov

References

- [1] GREGOR, M., HODON, R., BIŇASOVÁ, V., DULINA, L., GAŠO, M.: Design of Simulation-Emulation Logistics System. In: MM Science Journal, pp. 2498-2502, (2018).
- [2] DULINA, L., RAKYTA, M., SULIROVA, I., ŠELIGOVA, M.: Improvement of the Production System. In: Smart City 360°. 2nd EAI international Summit: revised selected papers. Ghent: EAI, (2017).
- [3] STRAKA M., KHOURI S., ROSOVA A., CAGANOVA D., CULKOVA K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018
- [4] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: „Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems“. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, , č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768, (2013)
- [5] STRAKA, M., LENORT, R., KHOURI, S., FELIKS, J.: „Design of large-scale logistics systems using computer simulation hierarchic structure“, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 1, pp. 105-118, (2018)
- [6] KŁOS S.: Implementation of the AHP method in ERP-based decision support systems for a new product development. Communications in Computer and Information Science. ISSN 1865-0929, (2015)
- [7] SANIUK, S., SANIUK, A., LENORT, R., SAMOLEJOVA, A.: Formation and planning of virtual production networks in metallurgical clusters, Metalurgija, Vol. 53, pp. 725-727. (2014).
- [8] STRAKA M., MALINDZAKOVA M., ROSOVA A., TREBUNA P.: The simulation model of the material flow of municipal waste recovery, Przemysl Chemiczny, Vol. 95, No. 4, pp. 773-777, (2016).



- [9] WICHER, P., STAŠ, D., KARKULA, M., LENORT, R., BESTA, P., “A computer simulation-based analysis of supply chains resilience in industrial environment.”, *Metalurgija*, 54(4), (2015)
- [10] BÁRDY, M., KUDRNA, J., ŠRÁMKOVÁ, B.B., EDL, M., “Interactive game supporting SMED method.” *Applied Mechanics and Materials*, 474, 141-146, (2014)
- [11] ROSOVA, A., MALINDZAKOVA, M., “Material flow - starting point for recovery of inputs in the production company.” *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 3(5)*, 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference and EXPO, SGEM Albena; Bulgaria, (2014)
- [12] KOBLASA, F., ŠÍROVÁ, E., KRÁLIKOVÁ, R.: The Use of Process Thinking in The Industrial Practice – Preliminary Survey. *The Journal Tehnički vjesnik – Technical Gazette (TV-TG)* [online]. 2019, June 2019, 26(3) [cit. 2018-11-12]. DOI: 10.17559/TV-20150617135306. ISSN 1848-6339.

Contact address

Ing. Marek Kliment, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: marek.kliment@tuke.sk

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

JUDr. Ladislav Rosocha

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: ladislav.rosocha@tuke.sk

Ing. Štefan Král', PhD.

Slovak legal metrology n. o., Hviezdoslavova 1124/31 974 01 Banská Bystrica, Slovakia
e-mail: kral@slm.sk

Ing. Richard Duda

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: richadr.duda@tuke.sk



VPLYV INDUSTRY 4.0 NA TRANSFORMÁCIU LOGISTIKY NA LOGISTIKU DIGITÁLNU

Miriam PEKARČÍKOVÁ – Peter TREBUŇA – Milan EDL - Ladislav ROSOCHA

Abstract: The power of the European industry in the context of digitization is primarily in the automotive industry, security, energy, telecommunications, business software, laser, and sensor technologies. The digital single market requires good access to digital goods and services, the creation of suitable conditions for the development of digital networks and innovation, the creation of platforms for the application of digital technologies in businesses and skilled people. The driving force behind this trend is the rapidly growing digitization of the economy and industry. Digital technologies promote innovation, impact on changes in established business models, business behaviors and practices. It is assumed that artificial intelligence and autonomous software agents will play a major role soon not only in the manufacturing sector but also in people's daily lives.

Abstrakt: Sila európskeho priemyslu v súvislosti s digitalizáciou je predovšetkým v automobilom priemysle, bezpečnosti, energetike, telekomunikačnej technike, podnikových softvéroch, laserových a senzorových technológií. Jednotný digitálny trh si vyžaduje dobrý prístup k digitálnym tovarom a službám, vytvorenie vhodných podmienok pre rozvoj digitálnych sietí a inovácií, vytvorenie platforiem pre aplikáciu digitálnych technológií v podnikoch a kvalifikovaných ľudí. Hnacu silou vývoja je rýchlo rastúca digitalizácia ekonomiky a priemyslu. Digitálne technológie podporujú vznik inovácií, majú vplyv na zmeny v zaužívaných podnikových modeloch, na správanie sa a zvyklosti podnikov. Je predpoklad, že umelá inteligencia a autonómni softvéroví agenti budú v blízkej budúcnosti zohrávať veľkú úlohu nielen vo výrobnom sektore, ale aj v každodennom živote ľudí.

Keywords: digitalization, logistics, supply chain, modeling, simulation, information and communication technologies

Kľúčové slová: digitalizácia, logistika, dodávateľský reťazec, modelovanie, simulácia, informačno-komunikačné technológie

Úvod

Keďže výrobné podniky, obchodné spoločnosti, dopravné spoločnosti, atď. sú závislé na včasnom zabezpečovaní vstupných materiálov, realizácii manipulačných a prepravných činností vo výrobe a distribúcii produktov, zabezpečovaní činností v skladoch, je práve logistika kľúčovým činiteľom, ktorý disponuje vhodnými metódami, technikami a nástrojmi pre efektívne zvládnutie týchto činností. Integrovaný logistický systém v podniku má vychádzať z podnikovej stratégie a zabezpečiť skracovanie inovačných cyklov, globálne prepojenie dodávateľ – podnik - zákazník, kustomizácia produktov aj logistických služieb využitím integrovaných informačno-komunikačných technológií. Logistiku teda možno chápať ako zákaznícky orientované plánovanie a riadenie podnikových hodnotových reťazcov prostredníctvom informačno-technologickej podpory.

Decentralizácia riadenia a autonómia jednotlivých štruktúr podniku, ktoré sú synergicky zosynchronizované sa stali základom pre aplikáciu kyberneticko-fyzikálnych systémov/CPS do výroby, vytváranie informačno-komunikačných sietí medzi objektmi a systémami, zavádzanie systémov pre zber, analýzu a vyhodnocovanie veľkého objemu dát a vytvorenie virtuálneho priestoru pre kontakt medzi interným a externým prostredím. Jedná sa o nové prístupy v organizácii a riadení výroby. Namiesto klasických tlakových systémov



riadenia výroby sa bude každý produkt (inteligentný prvok) riadiť sám, t.j. vyberie si sekvenciu spracovania a určí stroj, resp. zariadenie pre danú operáciu v potrebnom čase, zabezpečí prostriedky pre jeho spracovanie a manipuláciu (nástroje, prípravky, prepravné prvky). Výrobné zariadenia a logistické prvky sa taktiež budú regulovať samostatne a spolu s produktom budú prepojené prostredníctvom vysoko efektívnych informačno-komunikačných systémov. Prepojenie technológií s výrobnými procesmi prostredníctvom komunikačných technológií a zavedením metód tzv. Self –X vlastností (samoregulácia, samokonfigurácia, samodiagnostika, samooptimalizácia, samoochrana) umožňujú autonómne resp. čiastočne autonómne činnosti strojov a zariadení, resp. logistických prvkov, čo zvyšuje flexibilitu a efektívnosť. Otvára sa možnosť spracovať veľké množstvo dát v reálnom čase, bez zásahu do skutočných systémov a procesov vytvoriť virtuálne prostredie, využitím digitálnej techniky a implementáciou digitálnych modelov vytvoriť digitálne prostredie, čo vytvára nové prostredie pre rozvoj Industrie 4.0. Komunikácia a kooperácia ľudí, inteligentných strojov, zariadení, logistických prvkov a produktov je hlavným zmyslom Industrie 4.0

Charakteristika Logistiky 4.0

V Industry 4.0 sú produkty, výrobné systémy, sklady napojené na globálne produkčné site. Takto je možná vzájomná komunikácia, presúvať si dostupné dáta, spúšťať procesy, pričom stále týmto subjektom ostáva priestor pre autonómne sebaovládanie a seba optimalizáciu. Inteligentné produkty je možné jasne identifikovať v rôznych fázach, poznať ich históriu, reálny stav a navrhovať alternatívne spôsoby dokončovania. Inteligentné výrobné systémy sú zapojené do obchodných procesov iných spoločností, do IT – systémov a zohrávajú dôležitú úlohu v rámci hodnotového reťazca v rámci produkčnej siete.

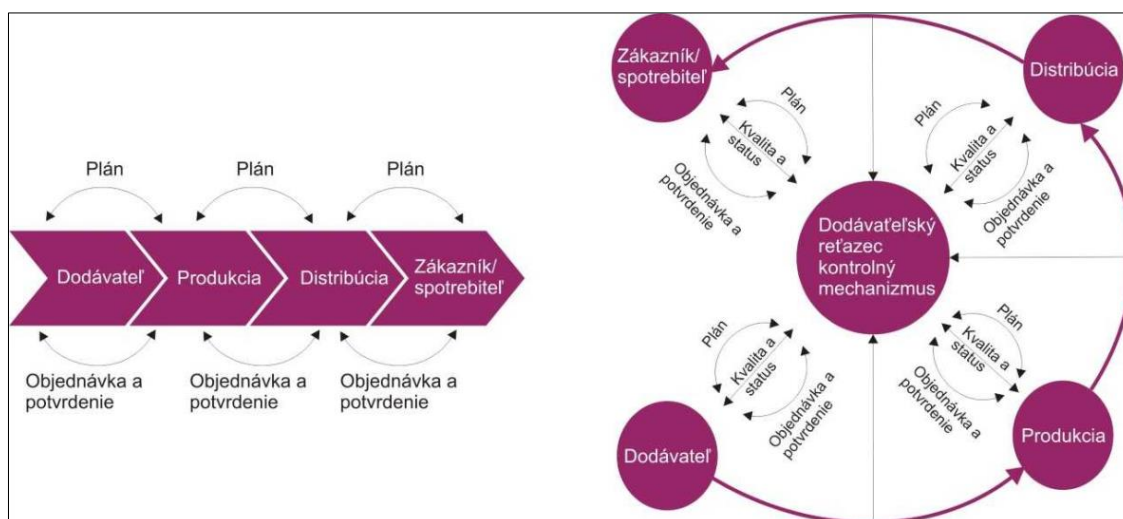
Súčasným podnikom ukladajú množstvo informácií a dát o svojich výrobkoch, variantoch, výrobných procesoch, pracovníkoch, dodávateľoch, odberateľoch v rámci svojich podnikových softvéroch, ktoré však nie sú schopné dáta z rôznych oblastí kompletizovať a efektívne spracovávať. Pri prechode na tzv. smart výrobu podporenú smart logistikou je potrebné v prvom rade dáta elektronicky zaznamenávať, usporiadať, kompletizovať a pomocou softvérovej podpory vytvoriť informačnú sieť podniku, ktorá vytvorí možnosť riadenia a koordinácie všetkých výrobných a nevýrobných operácií – výroba, logistika, kontrola kvality, údržba apod.

Táto informačno-komunikačný systém umožní dostávať a spracovávať informácie v reálnom čase a riešiť potrebné opatrenie. Manažér výroby bude presne vedieť kde sa aký diel vo výrobe nachádza, aká operácia sa na ňom vykonáva, v akej fáze výrobného cyklu sa nachádza, kto je operátorom pri danom stroji, aká porucha vznikla, na akom stroji, kedy došlo k náprave, ako dlho trvala oprava, kto ju realizoval, atď. Toto všetko sú veľmi dôležité informácie, ktoré zefektívňujú výrobný proces v reálnom čase. Čo sa týka nevýrobných procesov sú k dispozícii informácie týkajúce sa skutočných nákladov, dodávateľoch, odberateľoch, prehľadu pohybu a stavu zásob v vstupných skladoch, distribučných skladoch, skladoch náhradných dielov, informácie ohľadom komisionalizácie. Je to podmienené implementáciou kľúčových prvkov:

1. implementácia snímačov pre neustály automatický zber dát z výrobných zariadení, výrobných liniek, dopravných zariadení, skladovacích zariadení a skladov, materiálov, dielcov,
2. vytvorenie informačno-komunikačnej siete medzi všetkými objektmi a subjektmi hodnotového toku podniku,
3. aplikácia softvéru pre tvorbu inteligentných dát, t.j. zhromažďovanie, spracovanie, analýza a vyhodnocovanie nahromadených dát.

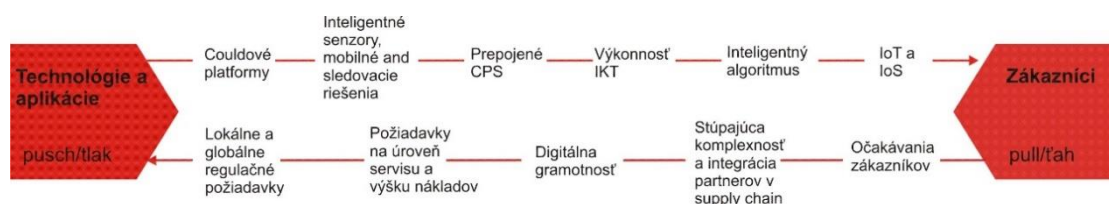
Trendy v digitálnom Supply Chain

Cieľom digitálneho Supply Chain, t.j. dodávateľského reťazca je integrované plánovanie a riadenie logistických systémov a sietí na základe digitálnych modelov, metód a nástrojov, ktoré sú postavené na spoločnej flexibilnej informačnej a komunikačnej platforme. V súčasnosti známe a využívané nástroje sa zameriavajú na tvorbu digitálneho podniku, kde digitálne modely môžu byť heterogénne, resp. využiteľné vo viacerých projektoch. Indikátorom transformácie dodávateľského reťazca do smart Supply Chain je na jednej strane tlak zo zavádzania nových technológií do podnikových procesov a systémov vplyvom Industry 4.0 a na strane druhej stále náročnejšie požiadavky zákazníkov na kustomizáciu produktov a služieb, ktorým je podnik nútený sa prispôbovať. Vytvára sa nový koncept obstarávania vstupov v kombinácii s riadením kapacít pre zabezpečenie flexibilného dimenzovania dodávok. Integrovaná obstarávacia logistika má za cieľ včas, v dlhodobom a strednodobom plánovacom horizonte vytvárať prognózy potrieb produktov. Metódy a techniky predpovedania budúcej spotreby sa vyvíjajú a snažia, čo najviac a najpresnejšie zohľadňovať priebeh spotreby v minulosti. Komplexnosť Supply Chain je zobrazený na obr. 1.



Obr. 12 Komplexnosť digitálneho Supply Chain

Na rozdiel od tradičných zásobovacích systémov, nový dynamický prístup k riadeniu zásob je v tom, že zohľadňuje jedinečné spôsoby obstarávania, jedinečný dopyt a toky produktu výrobným procesom. Snahou je definovať aká úroveň zásob vie zabezpečiť požadovanú úroveň dodávateľského servisu, zabezpečiť efektívnosť hmotných tokov vo výrobe a vyrovnávať výkyvy v dopyte. Kľúčovú úlohu pri bilancovaní dodávok a dopytu zohráva optimalizácia skladových zásob podniku. Riešenie príčin preplnených skladov je taktiež možné prostredníctvom moderných informačno-komunikačných technológií. Dôležité je získať kontrolu nad tým, čo sa v sklade nachádza a aký rozsah činností sklad zabezpečuje. Cieľom je zabezpečiť systémovú podporu logistických procesov využitím princípov Lean Manufacturing t.j. elektronická evidencia pohybov jednotlivých položiek na sklade, riadení materiálových tokov pri prijíme, kontrole kvality, zaskladňovaní, výdaji zo skladu do výroby a príprave na expedíciu. Vplyvy tlaku technológií a ťahu dopytu v digitálnom Supply Chain sú zobrazené na obr. 2.



Obr. 13 Vplyvy tlaku technológií a ťahu dopytu v digitálnom Supply Chain

Hlavným prínosom zavádzania nových informačno-komunikačných technológií v kombinácii s robotizáciou, štandardizáciou logistických procesov je dosiahnuť zrýchlenie materiálového toku, zníženie chybovosti pri manipulácii s materiálom a efektívne využitie skladových plôch, spresnenia informačného toku a práca s informáciami v reálnom čase. Úspešná realizácia technológie internetu vecí do logistiky si vyžaduje intenzívnu spoluprácu a vysokú mieru účasti jednotlivých subjektov pri tvorbe hodnoty pozdĺž celého Supply Chain, pričom cieľom bude vytvoriť prosperujúci informačno-komunikačný priestor, t.j. vytvoriť prepojenú inteligentnú logistickú sieť výrobného procesu, ktorá bude vytvárať pridanú hodnotu prostredníctvom komunikácie medzi relatívne autonómnymi entitami a tým sa docieli rýchlosť, flexibilita a kvalita toku hodnôt. Konvergencia fyzického sveta so svetom digitálnych je v súčasnosti novou paradigmou autonómneho a decentralizovaného sveta výroby.

Záver

Všestrannosť využitia logistických metód a techník je v možnosti ich aplikácie pozdĺž celého hodnotového reťazca. Logistika buduje a neustále prispieva k zlepšovaniu celého hodnotového systému podniku. Cieľom logistiky je prispievať prostredníctvom tvorby efektívnych procesov s pridanou hodnotou k spokojnosti zákazníkov a k dlhodobému zvyšovaniu hodnoty podniku. Dnešní zákazníci požadujú variabilitu, flexibilitu, kvalitu a nízku cenu produktov. Podnik sa v tejto súvislosti snaží o výrobu bez akýchkoľvek strát a plytvania, orientuje sa na zavádzanie prvkov štíhlej výroby. Logistika je prostriedok ako zdokonaľovať služby zákazníkom, zvyšovať efektívnosť procesov v podniku aj preto je neoddeliteľnou súčasťou strategického plánovania podniku, pričom výsledky aplikácie logistických riešení sa prejavujú v operatívnych zlepšeniach ako znižovanie zásob, skracovanie dodacích cyklov, zefektívnenie materiálových tokov, zefektívnenie skladovacích procesov, čo spätne vedie k tvorbe strategických výhod oproti konkurentom. Pôvodne logistické procesy v rámci racionalizačných a optimalizačných aktivít smerovali k fyzickým dopravným a manipulačným systémom podniku. Súčasnosť je ovplyvnená akceleráciou vývoja a využívania informačných technológií, ktoré ovplyvňujú vo veľkej miere ďalší smer rozvoja priemyselnej logistiky a vytláčajú klasické metódy a techniky na úrok nových dynamickejších nástrojov a technológií. Často najmodernejšie informačno-komunikačné technológie ponúkajú väčší prínos ako napr. zavádzanie inovácie manipulačnej techniky. Podniky, ktoré sa prispôbia tejto výzve si budujú potenciál pre udržanie sa vo vysoko konkurenčnom prostredí už v podstate v každej oblasti priemyslu, či obchodu.

Podakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby, KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov



References

- [1] HEIZER, J., RENDER, B., MUNSON, Ch.: Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management, Pearson, USA, ISBN 10: 0-13-413042-1 (2017)
- [2] GREGOR, M., HODON, R., BIŇASOVÁ, V., DULINA, L., GAŠO, M.: Design of Simulation-Emulation Logistics System. In: MM Science Journal, pp. 2498-2502, (2018).
- [3] HERCKO, J., BOTKA, M.: Intelligent logistic management, Next Generation Logistics: Technologies and Applications, SPH – The Scientific Publishing Hub, (2017)
- [4] KOBLASA, F, ŠÍROVÁ, E., KRÁLIKOVÁ, R.: The Use of Process Thinking in The Industrial Practice – Preliminary Survey. The Journal Tehnicki vjesnik – Technical Gazette (TV-TG) [online]. 2019, June 2019, 26(3) [cit. 2018-11-12]. DOI: 10.17559/TV-20150617135306. ISSN 1848-6339.
- [5] KŁOS S.: Implementation of the AHP method in ERP-based decision support systems for a new product development. Communications in Computer and Information Science. ISSN 1865-0929, (2015)
- [6] STRAKA, M., LENORT, R., KHOURI, S., FELIKS, J.: „Design of large-scale logistics systems using computer simulation hierarchic structure“, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 1, pp. 105-118, (2018)
- [7] HOFMANN, E., RÜSCH, M.: Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, Computers in Industry, Vol. 89, (2017)
- [8] LACIAK, M., SOFRANKO, M.: Designing of the technological line in the SCADA system PROMOTIC, Proceedings of the 2013 14th International Carpathian Control Conference, Rytro, Poland. (2013)
- [9] HOLMAN, D., WICHER, P., LENORT, R., DOLEJŠOVÁ, V., STAŠ. D., GIURGIU, I.: Sustainable logistics management in the 21st century requires wholeness systems thinking, *Sustainability*, 10 (12), ISSN 2071-1050 (2017)
- [10] DULINA, L., RAKYTA, M., SULIROVA, I., ŠELIGOVA, M.: Improvement of the Production System. In: Smart City 360°. 2nd EAI international Summit: revised selected papers. Ghent: EAI, (2017).
- [11] BOUSONVILLE, T.: Logistik 4.0: Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette, Springer Gabler, Wiesbaden, ISBN 978-3-658-13012-1 (2017)
- [12] FURMANN, R., FURMANNOVÁ, B.: Logistics and digital twin, InvEnt 2017: Industrial Engineering –Invention for Enterprise, Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, ISBN 978-83-947909-0-5, Szczyrk, PL, (2017)

Contact address

Doc. Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: miriam.pekarcikova@tuke.sk

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

doc. Ing. Milan Edl, PhD.

University of West Bohemia, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering and Management, Univerzitni 8, 301 00 Plzen, Czech Republic



e-mail: edl@fst.zcu.cz

JUDr. Ladislav Rosocha

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: ladislav.rosocha@tuke.sk

WORKPLACE DESIGN BASED ON ANALYSIS OF MATERIAL FLOW

Daniela ONOFREJOVÁ – Jaroslava JANEKOVÁ

Abstract: Value flow management, quality in the logistics chain without unnecessary waste, optimization of transport, standardization of logistics processes are considered as significant characteristics of Lean logistics. The paper focuses on the analysis and evaluation of existing material flow at the manufacturing operation. The assessment is based on comparing the total distance traveled during the transport of material due to given time consumption. And due to financial indicators, the costs necessary for the operation of the production workplace are monitored. In the efficient operation of the production system, efforts are made to minimize traffic routes, thereby reducing transport costs as well as the need for means of transport.

Keywords: value flow management, lean logistics, material flow efficiency, material flow analysis, Industry 4.0.

Introduction

Nowadays, designing in a virtual environment is mainly used in the automotive, engineering and aerospace industries. This is used mainly because these industries have been working on creating three-dimensional computer databases for several years.

The current topic in the engineering and especially the automotive industry is the creating and designing of workplaces. Program and advanced digital design concepts are used to develop design-based operations and processes. Such designing of workplaces is carried out by means of CAD systems, which are extended by means of virtual designing.

In the manufacture of each product, the manufacturer must: to solve its development and technology, how the individual parts will be machined, manufactured and assembled. Next step is designing tools, preparations and equipment for production itself. It is also necessary to deploy individual elements of production in space.

To achieve high quality, low cost, short lead times and flexibility in manufacturing process, the continuous flow of material through the entire production process, standardization of processes and the elimination of losses have to be implemented (Fig. 1) [1] [6].

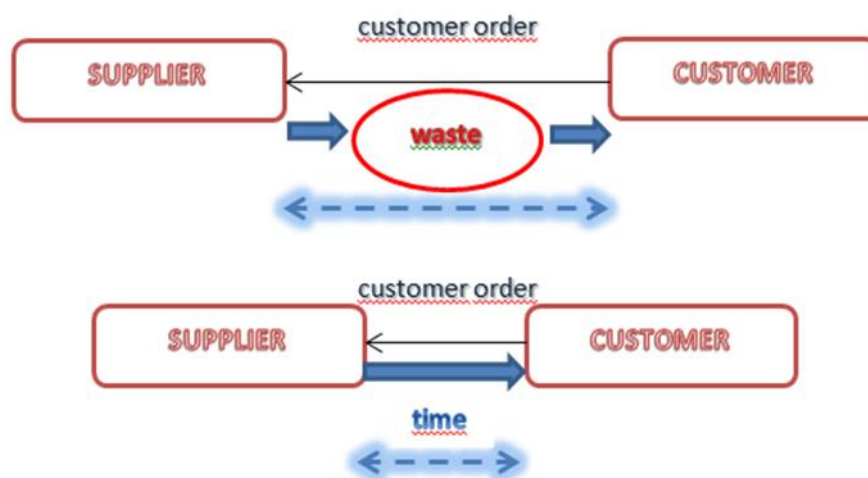


Fig. 1. Reduce time between customer and supplier and eliminate waste



Flexible production is able to respond to a changing production system. To efficiently optimize a primary production layout and configuration, a modelling and optimization based on the material flow and machine utilization analysis capabilities in AutoCAD was used to reveal possible improvements for the factory layout. In AutoCAD, once stations, products, and routings are established, modifications to the layout can be tested, producing immediate analysis of the layout efficiency. Adjusting the locations of stations, optimizing the layout based on the transportation data, performing a machine utilization analysis and adjusting the processing time of operations to acceptable levels can be realized in the designed digital model.

Research advances in digital factory design has led to a number of simulation techniques and tools which have the capability to represent aspects of the lifecycle of manufacturing systems. Although this is the case, analysis of key performance indicators (such as cost) are not very advanced when compared with other digital manufacturing simulation applications. [3-5]

Autodesk Factory Design Tools As An Evaluation Tool For Material Flow

The issue analyzed in the paper focuses on following forms of waste:

- Waiting - waiting for parts, material, information, the next step in the processing process, waiting for stock depletion, downtime and failures, and capacity problems.
- Transport or relocation that is not necessary.
- Redundant stocks of raw materials, semi-finished products or finished products cause longer running times, obsolescence, damage, transportation and storage costs and delays.

Software tool Autodesk Factory Design (further referred to as AFD) was used to create process optimization, design of digital manufacturing process models. The entire program is based on a CAD system. It allows digitally display and to optimize the manufacturing building and interior, as well [7]. The benefits of AFD consist of system of several modules that are interconnected and used not only for 2D display, but also for the 3D display of manufacturing systems as closely as possible. It also allows creating and displaying a conveyor system, robotized work-places and lines. Software package offered by AFD can be used to design workplaces, buildings, operations, or simulate logistic and material flow in 2D view. [7]

Results

Based on the analysis of the proposed material flow, the differences in the proposals that were created were monitored. As input data, the following items were used: machine setup costs, machine work costs, workplace utilization, consumed energy. Nearly the same conditions were created for each workplace [8]. Also, the data needed for the production system, such as the production batch and the total number of units produced, were also entered to generate material flow results.

Selected possibility of evaluation was the choice of material flow calculation. The generated program results are shown in Fig. 2. Table 1 shows monitored parameters – distance, transport, time, transport costs, total costs. The calculations estimate that the total cost of transport is 1530,-€ for two-shift operation. The total cost, together with operating costs, is 209,15 €. The transport time of the material on this proposal was calculated by the AFD software at 15: 20.42 minutes. The total material path is 25.8 km.

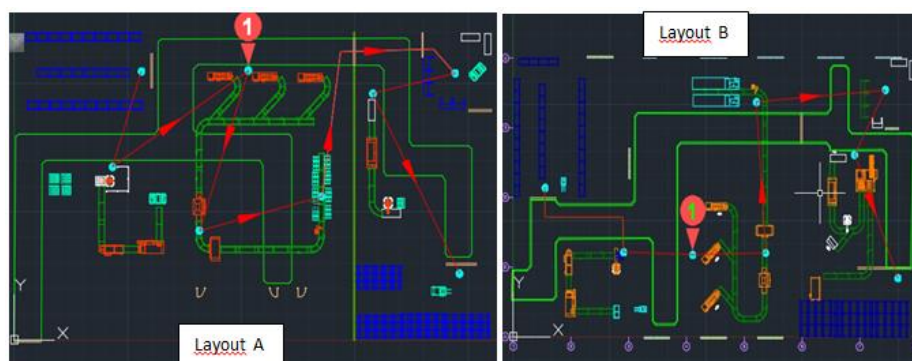


Fig. 2. Analysis of material flow in both variants - A and B

The following graph (Fig. 3) shows the difference between the total travel distance traveled and the time needed to transport the material.

Table 1. Results from analysis of material flow in Autodesk Factory Design for variants A, B.

Parameters	Variant A	Variant B
Distance (km)	25,3	16,2
Transport time (min)	15:20:47	13:58:22
Transport costs (€)	1.530	1.400
Total costs (€)	290.150	289.810

The design A implies that the distance to transport the material is much larger and thus takes up more time than design B [8]. The costs of transport consumed on the two shifts operation and the costs necessary for the overall management of the enterprise. The graph (Fig.3) shows that due to the longer transport distance for design A, transport costs are higher than for design B and this also affects the total cost of running the business and also shows a higher value than for design B (Tab. 2).

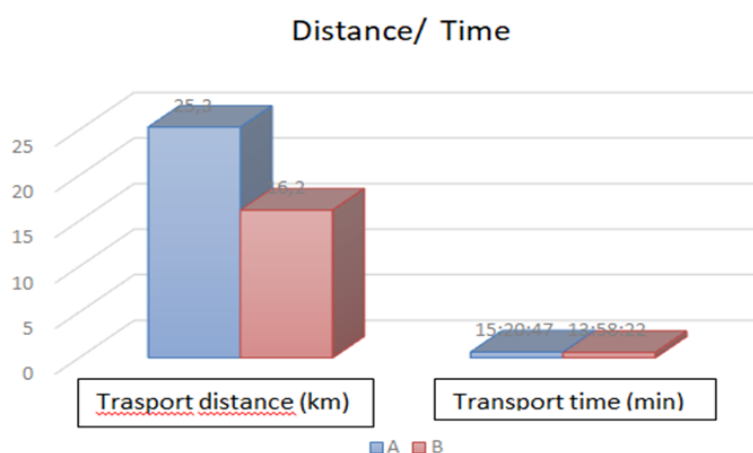


Fig. 3. Evaluation of transport distance and transport time between variant A and B

The design of variant B for the given results is based on a better possibility to evaluate the implementation of this type of production [8]. The distance that passes through the B design is

36.95% less than design A. The costs that are only needed for in-process transport as such are less by 130,-€. The overall operating costs of the business and workplaces are smaller by 340,-€.

Tab. 2 Comparison of variants in terms of length and duration of material flow, transport and total costs

Design	Transport length (km)	Transport time (min)	Transport costs (€)	Total costs (€)
A	25,3	15:20:47	1530,0	290 150,0
B	16,2	13:58:22	1400,0	289 810,0

Financial indicators are also needed for the overall evaluation of the proposal [9]. In the production system, it is important how much will cost the work performed at the workplace, the machine costs, how much it will cost to transport the material from one workplace to another, and how it affects the company [10]. A graph presented in Fig. 4 shows the transport costs consumed in a two-shift operation and the costs necessary for the overall management of the manufacturing plant. The chart shows evidence that because of the longer transport distance in design A, the transport costs are higher than costs of design B, and this also affects the overall cost of the business. Total costs of the company in the design A shows a higher value than design B.

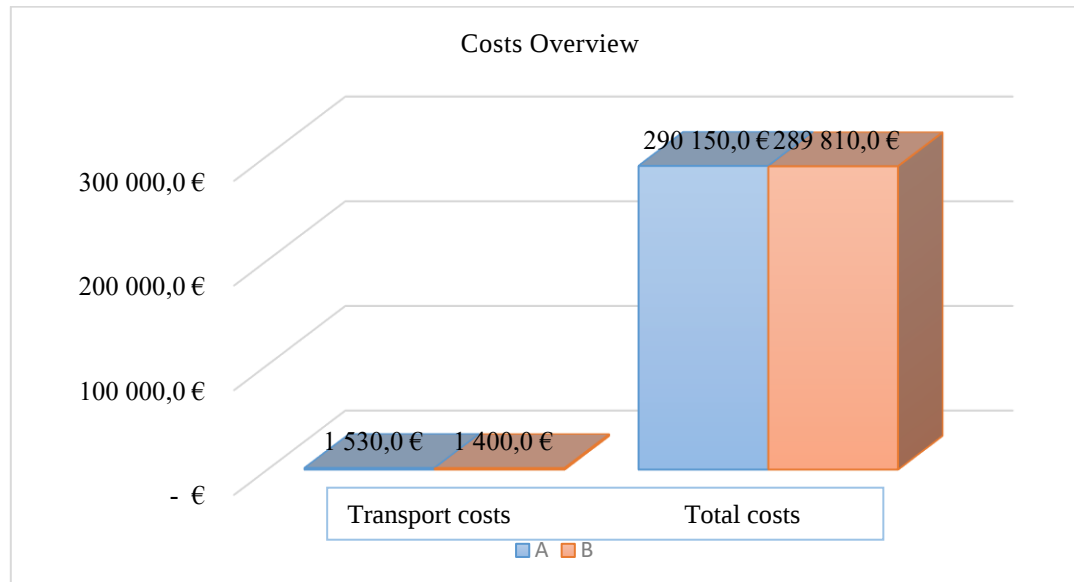


Fig. 4 Transport and operating costs in the enterprise

Conclusion

The following graph shows the difference between the total travel distance traveled and the time needed to transport the material. The design A implies that the distance to transport the material is much larger and thus takes up more time than design B. the costs of transport consumed on the dual-shift operation and the costs necessary for the overall management of the business. The following graph shows that due to the longer transport distance for design A,



transport costs are higher than for design B and this also affects the total cost of running the business and also shows a higher value than for design B.

The design of variant B for the given results is based on a better possibility to evaluate the implementation of this type of production. The distance that passes through the B design is 36.95% less than design A. The costs that are only needed for in-process transport as such are less by 130,-€. The overall operating costs of the business and workplaces are smaller by 340,-€.

Finally, from results can be concluded that, out of the two proposals that were created for the purpose of smart environments, a B design is better and more economically advantageous on the basis of a material flow assessment. In general, the design of such a manufacturing system with elements belonging to the Industry 4.0 is economically burdensome, especially when it comes to purchasing machines and being included in IoT (Internet of Things) implementation, but on the other hand it creates a system with which these resources have an expected return on energy savings due to intelligent building management and control, bringing comfort and convenience and time savings service activities. Therefore, changes of a similar nature will be introduced gradually in enterprises, depending on the availability of enterprise resources.

Acknowledgment

This work has been supported by the Slovak Grant Agency KEGA 030TUKE-4/2017 Implementation of innovative tools for improving the quality of higher education in the field of study 5.2.52 Industrial engineering.

References

- [1] WOMACK, J. P., JONES, D. T.: Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon & Schuster, Inc., New York, NY 2003, ISBN 0-7432-4927-5.
- [2] AGYAPONG-KODUA, K., ASARE, K.B., CEGLAREK, D.J.: Digital Modelling Methodology for Effective Cost Assessment. In: Procedia CIRP. Vol. 17 (2014), ISSN 2212-8271, pp. 744-749.
- [3] BAUERHANSL T., HOMPEL, M., VOGEL-HEUSER, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Sprienger Vieweg, Springer Fachmedien Wiesbaden 2014, ISBN: 978-3-658-04681-1.
- [4] Ottomotors.com: What is the smart factory and its impact on manufacturing, <https://ottomotors.com/blog/what-is-the-smart-factory-manufacturing>, last accessed 2018/03/02.
- [5] FEI T., JIANGFENG CH., QINGLIN Q., MENG Z., HE, Z., FANGYUAN S.: Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 9-12(94) (2018), ISSN 1868-5145, pp. 3563–3576.
- [6] SIMSIK D. et al.: Identification, modelling and simulation of systems. Edition of educational literature, Kosice 2017, ISBN 978-80-553-3178-2. (in Slovak)
- [7] Synergycad: Feige filling: Autodesk factory design suit increases competitive edge, <https://synergiscadblog.com/2013/09/19/feige-filling-autodesk-factory-design-suite-increases-competitive-edge/>, last accessed 2018/04/50.
- [8] ONOFREJOVA, D., SIMSIK, D.: Change in concept from conventional to digital factory of the future. In: MM Science Journal (2019), ISSN 1805-0476. (in print)
- [9] FABIANOVA, J., JANEKOVA, J., ONOFREJOVA, D.: Cost analysis of poor quality using a software simulation. In: Amfiteatru Economic. Vol. 19, No. 44 (2017), pp. 181-196.



[10] YANG, S. L.; XU, Z. G.; WANG, J. Y.: Modelling and Production Configuration Optimization for an Assembly Shop. In: International Journal of Simulation Modelling, Vol. 18, No. 2 (2019), ISSN 1726-4529, pp. 366-377.

Contact address

Ing. Daniela Onofrejová, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: daniela.onofrejova@tuke.sk

Ing. Jaroslava Janeková, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: jaroslava.janekova@tuke.sk



START-UP AKO MODERNÁ FORMA ZAČATIA PODNIKANIA VS. CHYBY PRI ICH ZAKLADANÍ

START-UP AS A MODERN FORM OF STARTING BUSINESS VS. ERRORS IN THEIR FOUNDATION

Peter MALEGA

Abstract: The aim of this paper is to clarify the new perception of the start-up concept, because in the past, the concept was perceived only as a company stage, and today it is a business unit that is hidden in an innovative idea with a global ambition. It can be stated that start-ups are significantly involved in the future development of a well-functioning economy. Innovative technology companies have rapid product or service development, fast growth potential, but also a rapid disappearance in the event of failure compared to conventional companies.

Abstrakt: Cieľom tohto príspevku je objasniť nové vnímanie pojmu start-up, pretože v minulosti bol pojem vnímaný len ako štádium firmy, pričom dnes je týmto pojmom označovaná podnikateľská jednotka, ktorá je ukrývaná v inovatívnej myšlienke s globálnou ambíciou. Možno konštatovať, že start-upy sa výrazne podieľajú na budúcom vývoji dobre fungujúcej ekonomiky. Inovatívne technologické firmy majú rýchly vývoj produktu alebo služby, rýchly rastový potenciál, ale aj rýchly zánik v prípade neúspechu v porovnaní s klasickými firmami.

Keywords: start-up, business, entrepreneur, innovative company

Kľúčové slová: start-up, podnikanie, podnikateľ, inovatívny podnik

Úvod

Inovatívne start-up podniky (obzvlášť tie, ktoré sú založené na technológiách), výrazne ovplyvňujú hospodársky rast ekonomiky. Technologicky založené startupy prispievajú k inováciám, produktivite a konkurencieschopnosti. Krajina by mala naďalej prijímať nové nápady a nové talenty, a preto vláda Slovenskej republiky by mala otvárať hranice a uľahčovať podmienky slovenským start-up podnikom. V novovznikajúcom start-up prostredí je vysoký potenciál a je nutné vytvoriť vhodné podmienky pre rozvoj ekosystému start-upov na Slovensku. [2]

Slovensko by si malo brať príklad od krajín akými sú napríklad Nemecko alebo Veľká Británia, ktoré podporujú inovatívne podniky na oveľa lepšej úrovni a to rôznymi programami, ktoré majú v ponuke pre startupy. Slovenský trh ukazuje, že aj keď má pred sebou ešte dlhú cestu, postupne je schopný poskytnúť inovatívnym nápadom stále lepšie a lepšie zázemie pre získanie finančných prostriedkov na ich realizáciu. [4]

Start-up ako moderná forma podnikania

Možno konštatovať, že jednoznačná a všeobecne platná definícia start-upu neexistuje. Najmä v našich končinách časť ľudí považuje za start-up akýkoľvek začínajúci podnik bez ohľadu na jeho predmet činnosti, počet zakladateľov, či iné faktory.

Dokonca aj Európska asociácia private equity adventure kapitálu (EVCA) definuje start-up ako podnik, ktorý je v procese štartu podnikania alebo krátko po štarte podnikania, ale zatiaľ nedosahuje tržby.

Z najvýznamnejších definícií start-upov je možné vybrať tie, ktoré sú uvedené v Tab. 1.

Tab. 1 Definície start-upov [8]

EVCA	Podnik, ktorý je v procese štartu podnikania alebo krátko po štarte podnikania ale zatiaľ nedosahuje tržby.
Graham	Je start-up podnikom, ktorý je predurčený na rýchly rast.
Wells, Jeng	Podnik, ktorý sa posúva zo štádia podnikateľského nápadu a pripravuje sa na produkciu, marketing a predaj samotného produktu.
Ries	Podnik, ktorý je stanovený na to, aby dodával nový produkt, alebo novú službu cieľovým zákazníkom v podmienkach extrémnej neistoty.
Janovčík, Herčko, Klacková	Je vznikajúca právnická osoba zameraná na zavedenie nového výrobku alebo marketingu do praxe.

„Steve Blank dodáva, že start-up vyhľadáva opakovateľný a tzv. škálovateľný biznisový model („scalable business model“). Tento model je založený na potenciáli dosahovať významný rast tržieb bez výrazného zvyšovania nákladov. Jednoduchým príkladom je mobilná aplikácia – či už sa predá 100 aplikácii alebo milión, náklady sú prakticky rovnaké, no tržby (a zisk) sú výrazne vyššie. Škálovateľný biznisový model je teda kľúčovým predpokladom pre dosahovanie rýchleho rastu.

Novovznikajúce firmy v počiatočnej fáze ich existencie označuje pojem start-up. Pojem start-up sa stal fenoménom v období „internetovej horúčky“ počas rokov 1996 až 2001. Označenie start-up dostávali najčastejšie internetové spoločnosti v USA. [5]

V dnešnej dobe startupy opäť zažívajú renesanciu. Medzi základné znaky startupov môžeme priradiť vyššie podnikateľské riziko, začiatkové náklady a potenciálne vyššiu finančnú návratnosť zdrojov.

Medzi základné znaky start-up podnikov, podľa Ľudovíta Šrenkela, patria nasledujúce body:

- už nejde iba o podnikateľskú myšlienku, to znamená, že zakladatelia pripravujú reálne kroky súvisiace so vstupom na trh,
- start-up ponúka nový (inovatívny, resp. inovovaný) produkt alebo službu, pričom tento produkt doteraz nebol otestovaný na trhu (a teda riziko neúspechu je veľmi veľké),
- po vstupe na trh sa očakáva rýchly rast,
- start-up uplatňuje škálovateľný biznisový model,
- má medzinárodné / globálne ambície.

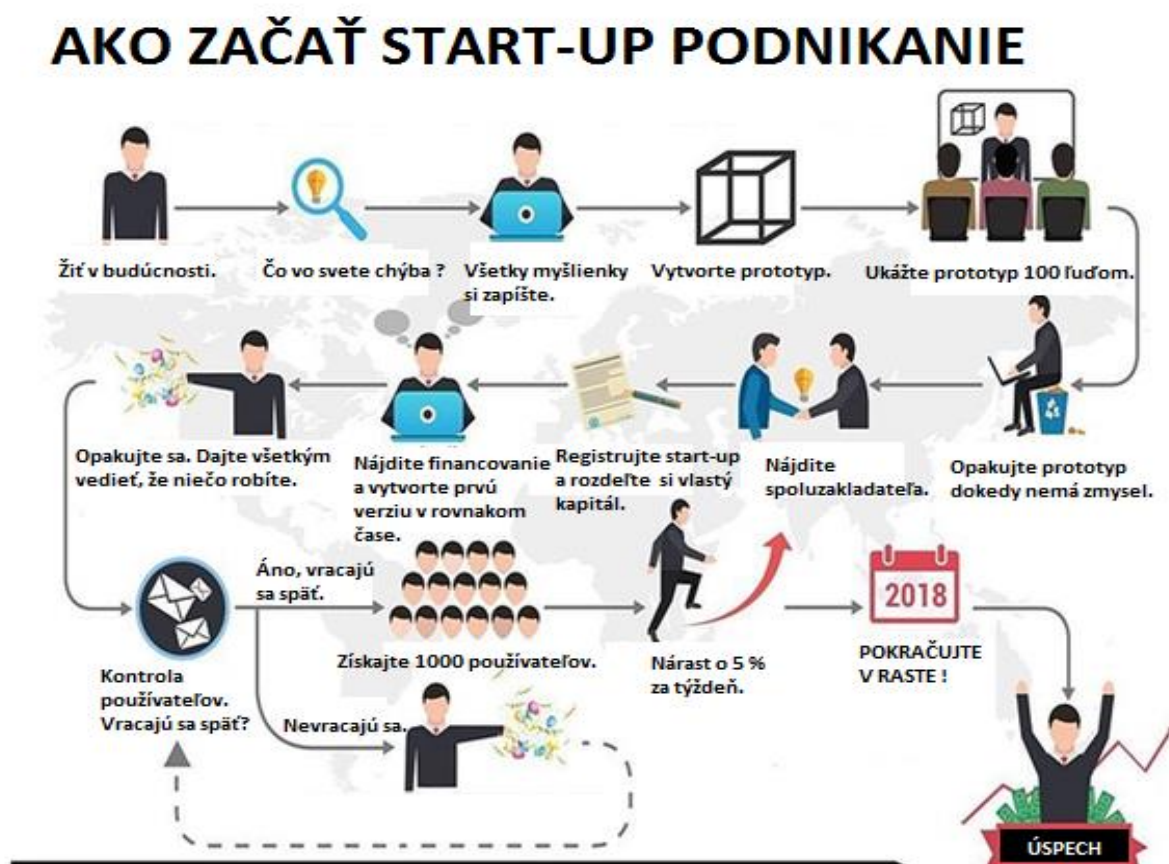
Každý podnikateľ má iný príbeh o dôvodoch, prečo sa rozhodol pre podnikateľský skok. [6] Paul Graham, britský programátor a spoluzakladateľ amerického akcelérátora YCombinator, definoval start-up ako: „spoločnosť vytvorená k rýchlemu rastu. Spoločnosť nie je start-upom, pretože je novozaložená. Pre start-up nie je potrebné pracovať výlučne v IT oblasti alebo byť financovaný rizikovým kapitálom. Jediná podstatná vec je rast.“ [9]

Pri startupe už ide o skutočné podnikanie, ktoré musí mať aj zákazníkov. Dá sa sledovať rast zákazníkov, resp. mesačný prírastok príjmov. Okamžitá ziskovosť nie je dôležitá. Dôležité je, že príjmy rastú a biznis nestagnuje, ale napreduje. Medzi znaky startupu patria: hotový web, nie však stabilný, pretože sa môže kedykoľvek zmeniť a flexibilita. Startup je však viac než jedna osoba. [7]

Kroky pri začatí start-up podnikania

Každý podnikateľ má iné dôvody pre ktoré sa rozhodol rozbehnúť start-up. Motivácia pre nový podnik je definovaná pull a push faktormi. Pull faktory môžu vznikať z túžby po samostatnosti, potreby pre úspech a uznanie, impulzu pre osobný rozvoj alebo zo sklonu ku kreativite a umeniu.

Na Obr. 1 je znázornený postup začatia start-up podnikania podľa Funders and Founders.



Obr. 1 Postup začatia start-up podnikania [3]

Obr. 1 znázorňuje celkový prehľad jednotlivých krokov, ktoré je potrebné urobiť, ak si chceme vytvoriť start-up. Ďalej si podrobnejšie rozoberieme start-up podnikanie v jednotlivých krokoch [3]:

1. Žiť v budúcnosti. Väčšina z nás žije v minulosti alebo v súčasnosti. Je ľahšie analyzovať, čo bolo úspešné a myslieť na spôsoby, ako napodobniť úspech. Je to analogické myslenie. Je to jeden z platných spôsobov myslenia, odhliadnuc od toho, že to nie je cesta pre vytvorenie veľkého start-up podniku.
2. Pozrite sa, čo chýba svetu. Pravdepodobne ste si všimli, že jazdy taxíkom pred Uberom neboli príjemné. Pravdepodobne ste si všimli, že pred SpaceXom sa ľudia menej



zaujímal o priestor. Ale už je to minulosť. Čo chyba teraz ? Čo je ešte dôležité vo vašom živote ?

3. Napíšte to. Bez ohľadu na to, ako ste rozumní, nebudete si spomínať na všetky svoje poznatky. Vaše rozhovory s ostatnými, náhodné pozorovanie, nové myšlienky, ktoré stojí za to sledovať. Je potrebné si všetko zapísať, inak sa to stratí.
4. Vytvorte prototyp. Väčšina vašich myšlienok, dokonca aj tých najlepších, nikdy nevyjde „na povrch“. Zabudnete ich, aj keď si ich zapíšete. Jedinou výnimkou sú tie myšlienky, ktoré sa prototypujú. Vytvorte ich fyzicky, ak viete - naprogramujte ich, navrhňte ich, urobte čokoľvek, čo z nich urobí viac ako len myšlienky. Väčšina ľudí sa zastaví priamo tu. Takže ak to urobíte, už ste pred pomyslenou krivkou.
5. Ukážte prototyp 100 ľuďom. Pri tomto kroku budete musieť vystúpiť z vašej zóny pohodlie a vyhľadať ľudí, ktorí budú hodnotiť Váš prototyp. V ideálnom prípade sú to ľudia, ktorých už poznáte, alebo neznáme osoby. Prečo 100? Pretože potrebujete širokú perspektívu a dúfajme, že vzor spoznáte zo všetkých spätných väzieb.
6. Opakujte. Len niekoľko ľudí to urobí na prvý pokus, no vy to pravdepodobne nebudete.
7. Nájdite spoluzakladateľa. Keď prototyp začne mať zmysel, nájdite ďalšiu osobu, ktorá bude vedieť uplatniť svoje mnohoročné skúsenosti do projektu.
8. Zaregistrujte svoju firmu. Rozdelenie vlastného imania. Nájdite si právnik, ktorý zaregistruje vašu spoločnosť. Dajte svojmu spoluzakladateľovi pocit rovnosti, aby si robil svoju prácu ešte usilovnejšie.
9. Pozrite sa na financovanie a vytvorte verziu jedna. Pokiaľ nemáte dostatok úspor na vybudovanie verzie jedna, choďte nájsť investora. Musíte však pokračovať v budovaní, pretože neexistuje žiadna záruka, kedy alebo, či nájdete investora. Nepredpokladajte, že sa Vám to podarí, keď aj ostatné start-up podniky sú tak financované. Radšej predpokladajte najhoršie a posilnite svoj produkt.
10. Spustenie. V čase, keď je v produkte minimálna kvóta užitočnosti, spustite ho. Ďalšie funkcie, lepšie rozhranie, rýchlejšie načítanie a ďalšie optimalizácie pravdepodobne nebudú fungovať, ak základné funkcie nemajú žiadny význam.
11. Kontrola používateľov. Vracajú sa používatelia späť? Zistite, prečo nie.
12. Znova spustite. Spustite toľkokrát, koľko je potrebné. Ak sa aspoň niekoľko desiatok používateľov vráti na vlastnú päsť, pravdepodobne sa Vám niečo cenné podarilo.
13. Získajte nad 1000 používateľov. Nemusí to vyzeráť ako veľa, ale prvých 1000 používateľov zobrazí slabé stránky toho, čo ste vytvorili. Pravdepodobne ich budete musieť dostať manuálne. Ako manuálne ? Vezmite si počítač a otvorte pre nich webovú stránku. Za akúkoľvek cenu.
14. Rast. Paul Graham povzbudzuje začínajúcich podnikateľov k rastu najmenej 5% týždenne. Ak budete toľko rásť, do 4 rokov dostanete 25 miliónov užívateľov. Inými slovami, budete jedným z najväčších začínajúcich podnikov.
15. Úspech - čokoľvek to je. Môžete predáť svoju firmu niekomu inému, alebo ostať súkromníkom s tým, že presvedčíte investorov, že nastane situácia, kedy bude vyššia likvidita. [11]

Chyby pri zakladaní startupu

Na Obr. 2 sú znázornené najčastejšie chyby pri zakladaní startupu.



Obr. 2 Najčastejšie chyby pri zakladaní startupu [1]

18 najčastejších chýb start-upov, ktoré zostavil Paul Graham [1]:

1. Jediný zakladateľ - ako jediný zakladateľ máte takmer nulovú šancu získať finančné prostriedky, tvrdí Paul Graham. Pretože nie je náhoda, že zakladatelia, ktorí uspeli, tvorili tím najmenej dvoch ľudí.
2. Zlé umiestnenie - môžete zmeniť čokoľvek na dome, ale nie jeho polohu. Čiže, ak váš start-up je zle umiestnený, nemôžete to zmeniť.
3. Okrajová medzera – ak si vyberiete okrajovú medzeru, môže start-up ostať v rohu. Toto nie je cesta ako sa vyhnúť súpereniu, ak sa ho obávate.
4. Odvodená myšlienka – mať jedinečnú myšlienku znamená, že ponúkate niečo, čo iný produkt, alebo iná služba na svete nemá. Zamerajte sa na jedinečné miesta vášho produktu alebo služby a zdôraznite ich. Čo ponúkate, čo nikto iný nevie?
5. Tvrdohlavosť- alebo neschopnosť prispôbiť sa, zabíja start-up podniky, ktoré by prežili, keby neboli príliš tvrdohlavé a počúvali čo ich používatelia potrebujú. Zostaňte flexibilní a otvorení.
6. Prenájom zlých programátorov – Poznanie dobrého programátora od zlého. Zlý väčšinou trvá na tom, že je dobrý, alebo, že má dôveryhodnú osobu vo svojom tíme. Výnimočný programátor je vždy nedostatočný, takže šance sú ukryté proti prenájmu dobrých.
Ak váš start-up bude technickým typom firmy a neviete si know-how sami naprogramovať, asi vás bude lákať nájsť si lacného a šikovného programátora – no z dlhodobého hľadiska by to bolo veľmi nákladné. Urobte to iba raz.
7. Výber nesprávnej platformy – podobne ako vyššie, možno ste vybrali nesprávny programovací jazyk. Ak nie ste technický podnik, možno ste si vybrali nesprávny formát pre vašu firmu, napr. ako fyzický obchod, aj keď väčšina vášho predaja je online. Urobiť

- si prieskum je veľmi dôležité, aby ste sa uistili, že ste vybrali najefektívnejšiu platformu pre váš start-up.
8. Pomalé spustenie – čas je vzácny a takisto aj hybnosť. Ak vaša firma získa nejakú pozornosť, uistite sa, že ju využijete – nenatáhujte svoj štart mesiac po mesiaci, alebo dokonca roky.
 9. Príliš skorý štart – ak je kvalita vášho produktu príliš slabá, alebo vôbec nemáte žiaden produkt, alebo ak nie ste pripravený na požiadavky zákazníkov so správnym systémom a infraštruktúrou zvyšuje pravdepodobnosť, že svojim zákazníkom poskytnete zlú skúsenosť s nákupom.
 10. Nezameriavajú sa na konkrétneho zákazníka – prieskum trhu je kľúčom k spusteniu úspešného start-upu. Neviete pre koho predávate, ak nemáte na mysli špecifické publikum, tým pádom vôbec neviete kto bude na trhu.
 11. Pomalý rast peňazí – získavate len to, čo strávite. S príliš malým ziskom nebudete môcť plne využiť svoj produkt a jeho plný potenciál.
 12. Míňanie príliš veľa peňazí – míňať neprimerané množstvo peňazí a nemať splnené ciele rastu často vedú k zániku start-upu.
 13. Zvyšovanie nákladov – nemusí sa to zdať ako veľký problém, no zbytočné zvyšovanie počiatočných nákladov môže byť naozaj problematické. Môže to oddialiť štart start-upu. Je vhodnejšie najprv vytvoriť minimálny životaschopný produkt a až neskôr ho vylepšovať.
 14. Slabý manažment investorov – spolupráca s investormi môže byť veľmi problematická, ak ste si vybrali nesprávnych investorov, alebo im priradili príliš veľa zodpovedností, alebo právomoci v rámci podnikania. Nakoniec si ich budete musieť kúpiť, čo bude pravdepodobne náročné a drahé.
 15. Uprednostnenie zisku pred zákazníkmi – zisk je dôležitý, ale udržanie si stálych a spokojných zákazníkov prináša viac používateľov, čo prináša dlhodobější zisk.
 16. Neochota nadväzovať vzťahy - problémy sa nedajú neustále schovávať. Podniky sú postavené na vzťahoch. Choďte von a stretnite sa s dôležitými ľuďmi.
 17. Boj medzi zakladateľmi – konflikty zakladateľov sú príliš častým problémom. Aby ste sa im vyhli, zostaňte úprimní a vyjadrite včas váš nesúhlas.
 18. Nedostatočné úsilie – začatie podnikania musí mať všetku vašu vôľu a nadšenie.

Záver

Neexistuje start-up bez nápadu. Nápad môžeme prebrať, prediskutovať s ostatnými spoločníkmi, no je nutné urobiť pre to čo najviac inak daná myšlienka ostane iba nápadom, pričom najdôležitejšia je kvalitná realizácia. Z myšlienky sa stáva projekt vtedy, ak sa na nej začne pracovať. Projekt sa oproti myšlienkam nachádza omnoho ďalej, pretože sa naozaj realizuje. [10]

Start-upy a inovatívne firmy sú veľmi dôležité pre ekonomiku Slovenska. Argumenty na tento pohľad sú rôzne. Jedni majú názor taký, že inovatívne spoločnosti vytvárajú práve tu malú, ale za to dôležitú časť, hospodárstva a ekonomiky. Kultúrne a sociálne dôsledky nie sú pre nich také dôležité ako pri iných, väčších, usadených spoločnostiach. Na druhej strane sa treba na nich pozeráť z rôznych uhlov pohľadu. V prvom rade, pozitívne sociálne a kultúrne dôsledky majú vplyv na tvorivosť a rozširujú pôsobnosť záujmu širšej skupiny spoločnosti, hlavne študentov a mladých ľudí, ktorí si hľadajú vzory v úspešných podnikateľoch, ktorí vedia ako to správne robiť v celosvetovom meradle. Podnikanie umožňuje študentom experimentovať a zúčastňovať sa na rôznych akciách, kde získavajú cenné zručnosti.



V druhom rade, ak sú startupy úspešné a podarí sa im rozšíriť svoje pôsobenie po celom svete, tiež vytvárajú ekonomické a sociálne hodnoty pre mesto, región a krajinu. Vlajkové spoločnosti na Slovensku ako napríklad ESET, Sygic alebo Pixel Federation sú veľmi dobre známe po celom svete a vytvárajú tak pozitívny obraz o našej krajine.

Príspevok bol riešený v rámci projektu KEGA 026TUKE-4/2017 Implementácia inovatívnych edukačných prístupov a nástrojov pre posilnenie rozvoja kľúčových kompetencií absolventov študijného odboru Priemyselné inžinierstvo a KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo.

Použitá literatúra

- [1] ADIOMA - 18 Startup Mistakes - Infographic [online].USA.2015. [cit. 2019-15-07] Dostupné na internete: < <https://blog.adioma.com/startup-mistakes-infographic>>
- [2] CROSSAN M., APAYDIN, M.: A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review Of The Literature. Journal of Management Studies, 47, 115-1191.2010.
- [3] MRÁZOVÁ, M.: Inovatívne start-up podniky a ich vplyv na konkurencieschopnosť slovenskej republiky. Bakalárska práca. Sjf TUKE. 59 s. 2018.
- [4] JANKELOVÁ, N.: Inovatívne prístupy v manažmente a ich vplyv na konkurencieschopnosť a úspešnosť podnikov v podmienkach globalizujúcej sa ekonomiky: zborník z konferencie. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálnych štúdií, z.ú., 2017. ISBN 978-80-7556-025-4.
- [5] KIERNAN, M.: J. Inovuj, nebo nepřežiješ!: zásady strategického řízení pro 21. století. Přeložil Hana ŠKAPOVÁ. Praha: Management Press, 1998. ISBN 80-85943-56-5
- [6] KOŠTURIÁK, J., CHAL J.: Inovace: vaše konkurenční výhoda!. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1929-7
- [7] KOVÁČ, M.: Tvorba a riadenie inovácií. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Univerzitná knižnica, 2011. ISBN 978-80-553-0824-1.
- [8] ŠRENKEL, L. : Čo je start up? [online]. Slovensko. 2015. [cit. 2019-15-07] Dostupné na internete: < <https://www.podnikajte.sk/inspiracia/c/2186/category/priprava-na-start/article/co-je-startup.xhtml>>
- [9] TROTT, P.: Innovation Management and new product development (5th ed.). Harlow, England: FT / Prentice Hall. 2012.
- [10] ZWILLING, M.: Follow Seven Rules for a Creative Startup Culture [online]. USA. 2011. [cit. 2019-15-07] Dostupné na internete: <<https://www.forbes.com/sites/martinzwilling/2011/04/10/follow-seven-rules-for-a-creative-startup-culture/#19f5212c3fae>>

Kontakt

Ing. Peter Malega, PhD.

Technická univerzita, Strojnícka fakulta, Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice, e-mail: peter.malega@tuke.sk



VYUŽITIE SIMULÁCIE A MANAŽÉRSKÝCH METÓD PRI ZEFEKTÍVŇOVANÍ PROCESU MONTÁŽE KOMPONENTOV PRE AUTOMOTIVE

Marek KLIMENT – Peter TREBUŇA – Ladislav ROSOCHA – Štefan KRÁL – Richard DUDA

Abstract: The paper deals with a production line that covers assembly in the production of car door handle assemblies. This process consists of several assembly stations. At each assembly station, the assembly is expanded by the necessary components until the final product is finished. The paper contains a brief description of individual production positions. The production process was analyzed, and a snapshot of work activities was created, we created a simulation using the Tecnomatix Plant Simulation software tool. In addition to the software module, we also used the Hoshin method, which is commonly used in industrial companies, to increase efficiency. Hoshin Kanri is used as a system management tool in a company to develop an annual tactic that aims to implement it in all departments and functions within the company. Hoshin Kanri is for organizations looking for ways to create an effective plan for the future. It is a composition of tools and principles that we can say are helpful in a set of change management and planning systems.

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá výrobnou linkou, ktorá zastrešuje montáž pri výrobe montážnych celkov kľúčiek dverí automobilu. Tento proces pozostáva z niekoľkých montážnych staníc. Na každej montážnej stanici sa montážny celkom rozrastá o potrebné komponenty až po dokončenie finálneho výrobku. Príspevok obsahuje stručný popis jednotlivých výrobných postov. Výrobný proces bol podrobený analýze a bola vytvorená snímka pracovných činností, vytvorili sme jeho simuláciu za pomoci softvérového nástroja Tecnomatix Plant Simulation. Pre zvýšenie efektívnosti sme využili okrem softvérového modulu aj metódu Hoshin, ktorá je bežne používaná v priemyselných podnikoch. Hoshin Kanri sa využíva ako nástroj riadenia systémov v spoločnosti na vypracovanie každoročnej taktiky, ktorej snaha je implementovať ju do všetkých oddelení a funkcií v podniku. Hoshin Kanri je pre organizácie, ktoré hľadajú cestu ako vytvoriť efektívny plán do budúcnosti. Je to zloženie nástrojov a zásad, o ktorých môžeme povedať, že sú nápomocné v zostave systémov riadiacich zmeny a plánovanie.

Keywords: Efficiency, Simulation, Plant Simulation, Hoshin, Manufacturing Process

Kľúčové slová: Efektívnosť, simulácia, Plant Simulation, Hoshin, výrobný proces

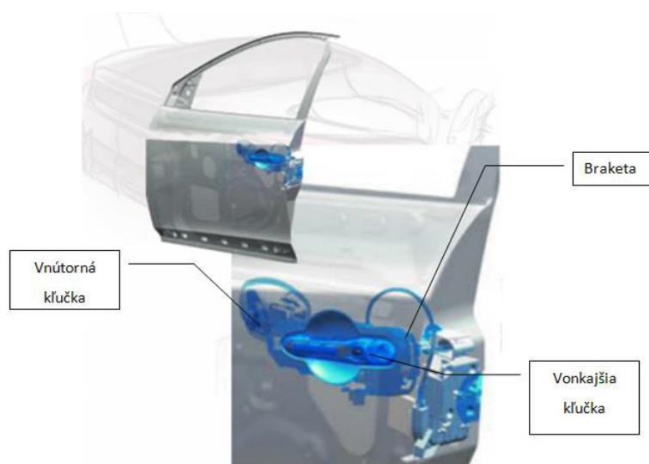
Úvod

Príspevok je orientovaný do oblasti výroby komponentov pre automobilový priemysel. Ide o výrobu a montáž komponentov do kľúčiek automobilov. Opisuje priebeh montáže jednotlivých dielov potrebných pre funkčný montážny celok, každodenne využívaný ľuďmi pri otváraní a zatváraní automobilu. V bežnom živote si ani neuvedomujeme, aký náročný proces a aké súčasti sú potrebné pre vykonanie úplne bežnej činnosti otvárania dverí na aute. Každý podnik má za cieľ, aby všetko fungovalo čo najviac efektívne a aby bolo dosiahnutého maxima za minimum vynaložených prostriedkov. V zlepšovaní každého procesu je nevyhnutné dostupné využiť nástroje pre dosiahnutie najvyššieho stupňa efektívnosti ako pre podnik tak aj pre koncového zákazníka, ktorý si často ani neuvedomuje čo všetko stojí za bežnými vecami každodennej spotreby. Takýmito prostriedkami sú aj simulačné softvéry a rôzne manažérske

metódy. Tieto prostriedky využívame aj riešení problémov a nedostatkov v každej výrobe.. Je nevyhnutné sa zaoberať životným cyklom výrobku a prostriedkami, ktoré sa v rámci neho spotrebovávajú a vplývajú na jeho konečnú cenu. Ide o výrobky a súčasti výrobkov, ľudské ako aj materiálne zdroje vchádzajúce do transformačného procesu. Pri návrhu zvýšenia efektívnosti sa budeme zaoberať niekoľkými možnými variantami, ako tento cieľ dosiahnuť. Ide o modifikácie súčasných strojov, prehodnotenie počtu operátorov a rozmiestnenie jednotlivých pracovných postov. Pre zvýšenie efektívnosti a hĺbkovej analýze bolo potrebné ísť do detailov. Bolo potrebné rozčlenenie operácií na menšie časti a použitie metódy MTM. V rámci tohto návrhu bola snaha o zosúladenie operácií a tým vylepšiť celkové výrobné časy. Dané riešenia sú hlbšie spomenuté v ďalších kapitolách.

Charakteristika výrobného procesu

Výrobný proces, ktorým sme sa zaoberali je držiak kľučky. Je to časť komponentu, ktorá sa nachádza medzi vonkajšou a vnútornou kľučkou automobilu (Obr. 1). Pomocou držiaka kľučky sa kľučky montujú a držia sa spolu. Držiaky kľučky sú veľmi podstatným komponentom v automobiloch, pretože pomocou nich dokážeme pohybovať kľučkami. Výrobná linka je schopná za zmenu vyrobiť 1 650 kusov. Čas na zhotovenie jedného držiaka kľučky je 110 sekúnd. Každých 13 sekúnd musí vyjsť z linky jeden hotový výrobok. Na každom poste je operátor. Na tejto výrobnéj linke je 10 operátorov a podľa potreby sa ich počet môže meniť. Každý komponent má svoju špecifikáciu, napr. rozmery, vzhľad, materiál a podobne.

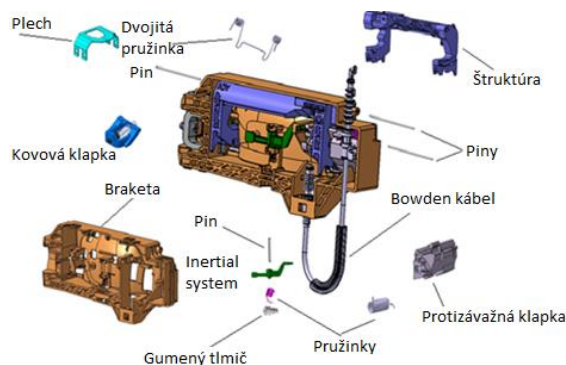


Obr. 14 Znáozornenie brakety

Tento montážny proces sa skladá z montážnych a testovacích operácií. Montážne operácie pozostávajú z ôsmich postoch, kde dochádza k spájaniu komponentov. Výsledkom je hotový produkt. Pri montážnych operáciách na jednotlivých postoch je potrebné rozlišovať:

- ľavého vodiča a pasažiera,
- pravého vodiča a pasažiera.

Komponenty z ktorých sa skladá celý mechanizmus držiaka kľučky vidíme na Obr. 2



Obr. 15 Dekompozícia držiaka kľučky

Prvá montážna stanica – Vkladanie gumeného tlmiča do klapky protizávažia.

Druhá montážna stanica – Vkladanie slider a pružiny do klapky protizávažia

Tretia montážna stanica – Mazanie sedla a vkladanie bowden kábla

Štvrtá montážna stanica – Vkladanie dvojitej pružiny a fixačných pinov

Piata montážna operácia – Vkladanie a mazanie kinematického slideru a vkladanie pinu

Šiesta montážna etapa – Vkladanie a zatlačenie pinov

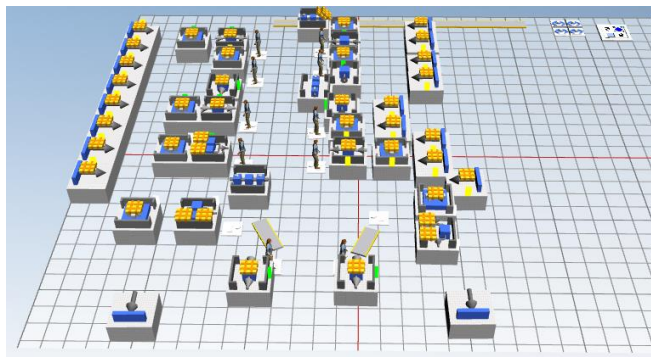
Siedma montážna etapa – Montáž inercial systému

Ôsma montážna operácia – Zatlačovanie pinov do inercial systému

Testovacie stanice – Testovanie produktu

Simulácia výrobného procesu

Celý výrobný proces sme si premietli do simulácie pomocou softvérového modulu Tecnomatix Plant Simulation. Simulácia (Obr.3) zároveň znázorňuje aj schematickým pôdorysom celého výrobného procesu a spôsob rozmiestenia pracovísk.



Obr. 16 Simulácia výrobného procesu výroby držiaka kľučky dverí automobile

Na layoute výroby môžeme vidieť 12 pracovných postov na jednotlivých pracovných pozíciách. V kapitolách vyššie bolo spomínané, že linku obsluhuje 10 pracovníkov. V simulácii je možné vidieť chodník po ktorom prichádzajú operátori na linku ale aj dve kratšie chodníky priamo pri linke. Po týchto sa dvaja operátori presúvajú medzi pracovnými pozíciami na linky a zastávajú vo výrobnom procese 2 posty.

Návrhy pre zvýšenie efektívnosti výrobného procesu

Na základe analýz a skúmania výrobného procesu sa snažíme nájsť tie najefektívnejšie varianty, ktoré v budúcnosti môžu pomôcť zvýšiť efektívnosť.

Medzi zlepšovacie návrhy patrí:

- modifikácia stroja,
- skrátenie výrobného času.

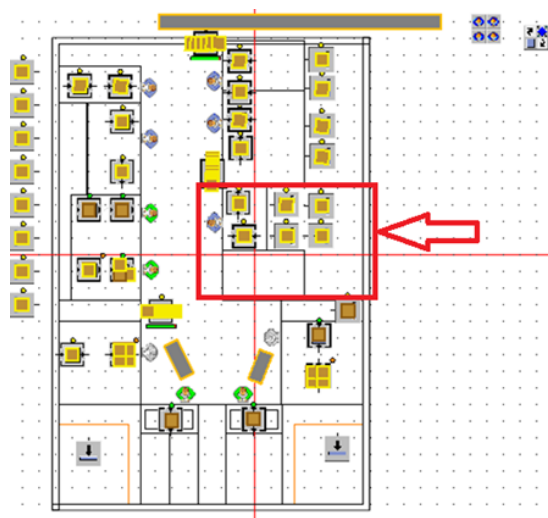
Modifikácia stroja

Prvým navrhovaným variantom zefektívnenia výrobného procesu je modifikáciu stroja.. Pojem modifikácia stroja znamená, že upravíme určité parametre stroja, resp. pridáme zmeny vo výrobnom procese, ktoré bude vykonávať stroj. Modifikáciu daného stroja by vykonala spoločnosť, ktorá dodala konkrétny stroj. Naším cieľom je ušetriť čas pri vykonávaní montážnych prác. Ušetriť čas dokážeme, ak spojíme operácie vykonávané na prvej a druhej výrobnej stanici. Týmto návrhom dokážeme ušetriť jedného operátora. Návrh spočíva v tom, že vkladanie gumeného tlmiča do klapky protizávažia bude automaticky strojom. Operátor na druhom výrobnom poste namaže klapku protizávažia, vloží do nej pružinku, slider a následné vkladá do stroja. Gumené tlmiče budú automaticky vložené do stroja počas fixácie klapky protizávažia v stroji. Detekcia prítomnosti gumeného tlmiča bude rovnaká ako teraz. Čas a rozmery stroja budú bez zmeny.

Pri vkladaní strojom nie je riziko zlého založenia gumového tlmiča. Operátor sa pri tejto nenáročnej operácii zdržiaval cez 10 sekúnd.

Pri pozorovaní výrobného procesu a meraní časov sme zistili, že čas potrebný na vykonanie operácie na prvej stanici je 10,6 sekúnd a čas na druhej stanici je 15,3 sekúnd. Spojením týchto dvoch procesov pomocou modifikácie dokážeme dve operácie urobiť za 12,3 sekúnd. Ušetríme tým 13,6 sekúnd.

Návrh môžeme vidieť aj premietnutý do simulácie Obr.4



Obr. 17 Návrh modifikácie stroja

Skrátenie výrobných operácií pomocou metódy Hoshin

Druhým variantom zvýšenia efektívnosti výrobného procesu je skrátenie výrobných operácií. Pri tomto variante sme využili metódu Hoshin a metódu MTM. Na danej výrobní linke sme robili analýzu, ktorá spočívala v meraní časov. Na výrobní linke sme urobili 20 meraní počas jednej zmeny. Merali sme od uchopenia komponentu až po dokončenie produktu.

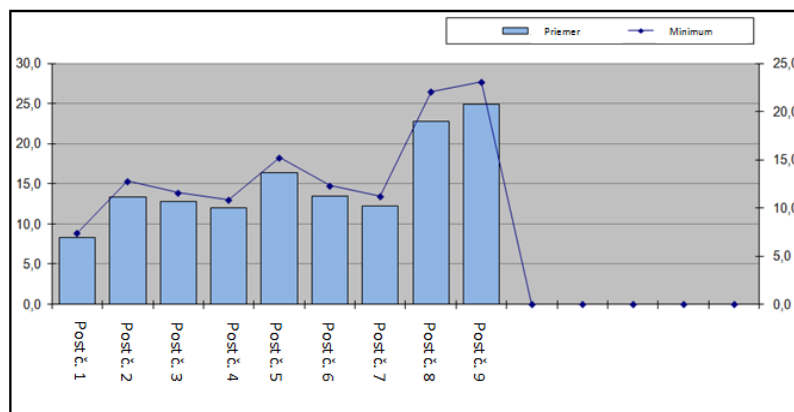
Tab. 7 Čas výrobných operácií

Meranie č.	Pos. nr. 1	Pos. nr. 2	Pos. nr. 3	Pos. nr. 4	Pos. nr. 5	Pos. nr. 6	Pos. nr. 7	Pos. nr. 8	Pos. nr. 9
1.	7,4	14,0	13,8	12,5	16,2	13,0	12,1	22,5	26,9
2.	7,8	14,1	12,3	12,3	16,1	13,3	13,5	23,6	24,7
3.	8,6	13,3	11,6	12,5	16,3	14,3	13,5	23,7	24,3
4.	8,7	13,1	12,4	13,5	16,8	13,7	13,2	22,6	24,7
5.	8,8	13,1	12,1	11,8	16,2	13,9	12,5	24,4	25,1
6.	8,1	13,1	12,9	12,2	15,3	14,9	12,6	23,5	23,1
7.	8,7	13,2	14,1	12,0	15,7	12,8	12,1	22,1	24,4
8.	8,9	12,7	13,2	11,3	16,3	13,3	12,1	22,1	24,8
9.	8,8	13,7	14,1	10,8	15,7	13,5	11,4	22,4	24,7
10.	8,8	14,1	13,1	11,9	16,4	13,7	11,8	23,0	24,3
11.	8,1	13,5	12,1	11,3	15,2	13,6	13,1	22,1	24,9
12.	8,5	13,3	13,1	12,1	17,4	13,8	11,6	22,7	24,4
13.	7,8	13,1	13,3	12,1	16,3	13,9	12,4	22,5	26,8

14.	8,1	13,3	13,2	12,7	15,9	12,6	12,1	22,6	25,4
15.	8,9	13,1	12,5	12,5	16,9	12,6	11,4	22,1	25,1
16.	8,1	13,7	12,1	13,2	17,4	12,3	11,7	23,0	25,8
17.	8,0	13,6	12,5	12,6	17,7	12,9	11,4	22,7	24,6
18.	7,8	12,9	12,5	11,5	15,9	13,1	11,2	22,5	24,4
19.	8,8	13,8	12,6	11,2	17,3	13,5	12,5	23,1	25,3
20.	8,1	12,8	13,7	11,1	17,1	15,4	11,9	22,5	24,6
Celkovo	166,8	267,4	257,1	241,1	328,0	269,9	244,0	455,5	498,0
Priemer	8,3	13,4	12,9	12,1	16,4	13,5	12,2	22,8	24,9
Minimum	7,4	12,7	11,6	10,8	15,2	12,3	11,2	22,1	23,1
%	13%	5%	11%	11%	8%	10%	9%	3%	8%

V tab. č. 1 sú znázornené merania na výrobnjej linke. Pozícia číslo 9 zahŕňa v sebe jednu testovaciu stanicu a skenovanie štítkov na produkte. Časy jednotlivých operácií nie sú rovnaké, ale sú tam malé odchýlky.

V grafe (Obr. 5) môžeme vidieť ako sa jednotlivé operácie na postoch pohybujú nerovnomerne. Naším cieľom je jednotlivé operácie rozbiť na menšie operácie. Zvolíme si optimálny čas, na základe ktorého budú operácie približne v rovnakom čase. Malé odchýlky sú prípustné.



Obr. 18 Časy výrobných operácií

Pri tomto zlepšovacom návrhu použijeme metódu Hoshin. Vykonávali sme väčšie množstvo meraní. Naším cieľom bolo spojiť niektoré operácie. Pri zvýšení efektívnosti pôjdeme až do hĺbky. Rozdelenie operácií na menšie operácie vykonáme pomocou metódy MTM.

Operácie vykonávané na výrobnjej linke sme si rozdelili na malé a podrobnejšie operácie. Pri tomto zlepšovacom návrhu sme počítali aj s variantom č. 1 teda s modifikáciou stroja.

Tab. 8 Rozdelenie operácií

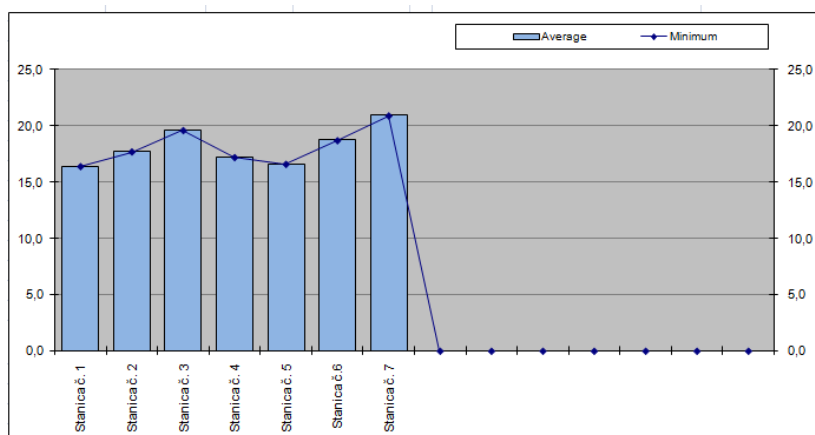
Stanica	Operácia	Čas v sekundách
Stanica č. 1	Mazanie protizávažnej páky	12,3 s
	Vkladanie slidera	
	Vkladanie pružinky	
	Vkladanie bumpera	
Stanica č. 2	Mazanie brakety	4,1 s
	Fixácia kábla	3,2 s
	Založenie leveru	5,6 s
Stanica č. 3	Mazanie pružiny	4,1 s
	Zakladanie pružiny	4,8 s
	Založenie kolíka do levera	3,2 s
Stanica č. 4	Založenie slidera do internej štruktúry a mazanie	7 s
	Založenie internej štruktúry a kolíka	9,4 s
Stanica č. 5	Vloženie kolíka	3,6 s
	Pinovanie	9,9 s
Stanica č. 6	Mazanie inertial systému	3,7 s
	Vloženie pružiny do inertial systému	3,9 s
	Vkladanie inertial systému do brakety	4,6 s
Stanica č. 7	Pinovanie inertial systému	18,7 s
	Zakladanie plechu	4,1 s
Stanica č. 8	Vloženie kovovej vidlice do brakety	4,0 s
	Testovanie brakety	13,6 s
Stanica č. 9	Balenie brakety	7,3 s

Pri tomto zlepšovacom návrhu sme sa snažili operácie zosúladiť tak, aby na jednotlivých výrobných postoch neboli časové skoky. Naším cieľom bolo vylepšiť výrobné časy a znížiť počet operátorov na danej výrobnéj linke

Tab. 9 Zosúladenie výrobných operácií

Stanica	Operácia	Čas v sekundách	
Stanica č. 1	Mazanie protizávažnej páky	12,3 s	16,4 s
	Vkladanie slidera		
	Vkladanie pružinky		
	Vkladanie bumpera		
	Mazanie brakety	4,1 s	
Stanica č. 2	Fixácia kábla	3,2 s	17,7 s
	Založenie leveru	5,6 s	
	Mazanie pružiny	4,1 s	
	Zakladanie pružiny	4,8 s	
Stanica č. 3	Založenie kolíka do levera	3,2 s	19,6
	Založenie slidera do internej štruktúry a mazanie	7 s	
	Založenie internej štruktúry a kolíka	9,4 s	
Stanica č. 4	Vloženie kolíka	3,6 s	17,2
	Pinovanie	9,9 s	
	Mazanie inertial systému	3,7 s	
Stanica č. 5	Vloženie pružiny do inertial systému	3,9 s	16,6
	Vkladanie inertial systému do brakety	4,6 s	
	Zakladanie plechu	4,1 s	
	Vloženie kovovej vidlice do brakety	4,0 s	
Stanica č. 6	Pinovanie inertial systému	18,7 s	18,7
Stanica č. 7	Testovanie brakety	13,6 s	20,9
	Balenie brakety	7,3 s	

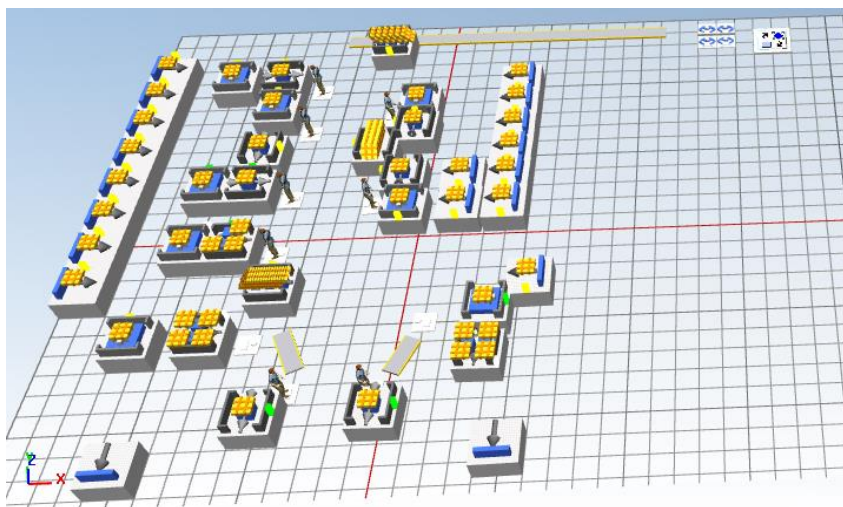
V tab. 3 sme zosúladili výrobné operácie, pomocou metódy Hoshin a MTM. Z deviatich staníc sme dospeli na sedem staníc.



Obr. 19 Graf výrobných operácií po zosúladiení

V grafe (Obr.6) môžeme vidieť pohyb časov na jednotlivých postoch po zosúladiení časov vo výrobných operáciách. Je viditeľné, že pohyb časov je oveľa rovnomernejší ako v prvom prípade.

Návrh pri zosúladených operáciách sme si preniesli aj do simulácie. Ako môžeme vidieť na linke nám pri tomto návrhu ubudol ďalší operátor a z vyššie uvedeného grafu je viditeľné, že sa zlepšila aj plynulosť výrobného procesu.



Obr. 20 Simulácia návrhu zosúladienia operácií

Záver

Ako je vidieť z uvedených návrhov a funguje to tak aj v bežnej podnikovej praxi, že pre dosiahnutie zlepšenia vo výrobnom procese často nestačí využiť len jeden prostriedok hodnotenia a zlepšenia, ale je potrebné kombinovať a využiť viacero dostupných metód. V tomto prípade sme využili simuláciu v kombinácii s metódou Hoshin a MTM, aby došlo k efektívnejšiemu zosúladieniu pracoviska, úspore časového fondu a taktiež k úspore v oblasti ľudských zdrojov. Uvedené metódy sa vzájomne dopĺňajú a pomáhajú manažérom v danej spoločnosti prijať správne rozhodnutie o spôsobe a možnostiach daný výrobný proces vylepšiť.



Pod'akovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby , KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov

References

- [1] GREGOR, M., HODON, R., BIŇASOVÁ, V., DULINA, L., GAŠO, M.: Design of Simulation-Emulation Logistics System. In: MM Science Journal, pp. 2498-2502, (2018).
- [2] DULINA, L., RAKYTA, M., SULIROVA, I., ŠELIGOVA, M.: Improvement of the Production System. In: Smart City 360°. 2nd EAI international Summit: revised selected papers. Ghent: EAI, (2017).
- [3] STRAKA M., KHOURI S., ROSOVA A., CAGANOVA D., CULKOVA K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018
- [4] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: „Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems“. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, , č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768, (2013)
- [5] STRAKA, M., LENORT, R., KHOURI, S., FELIKS, J.: „Design of large-scale logistics systems using computer simulation hierarchic structure“, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 1, pp. 105-118, (2018)
- [6] KŁOS S.: Implementation of the AHP method in ERP-based decision support systems for a new product development. Communications in Computer and Information Science. ISSN 1865-0929, (2015)
- [7] WICHER, P., STAŠ, D., KARKULA, M., LENORT, R., BESTA, P., “A computer simulation-based analysis of supply chains resilience in industrial environment.”, Metalurgija, 54(4), (2015)
- [8] ROSOVA, A., MALINDZAKOVA, M., “Material flow - starting point for recovery of inputs in the production company.” International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 3(5), 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference and EXPO, SGEM Albena; Bulgaria, (2014)
- [9] KOBLASA, F., ŠÍROVÁ, E., KRÁLIKOVÁ, R.: The Use of Process Thinking in The Industrial Practice – Preliminary Survey. The Journal Tehnički vjesnik – Technical Gazette (TV-TG) [online]. 2019, June 2019, 26(3) [cit. 2018-11-12]. DOI: 10.17559/TV-20150617135306. ISSN 1848-6339.
- [10] LACIAK, M., SOFRANKO, M.: Designing of the technological line in the SCADA system PROMOTIC, Proceedings of the 2013 14th International Carpathian Control Conference, Rytro, Poland. (2013)

Contact address

Ing. Marek Kliment, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: marek.kliment@tuke.sk



prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

JUDr. Ladislav Rosocha

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: ladislav.rosocha@tuke.sk

Ing. Štefan Kráľ, PhD.

Slovak legal metrology n. o., Hviezdoslavova 1124/31 974 01 Banská Bystrica, Slovakia

e-mail: kral@slm.sk

Ing. Richard Duda

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia

e-mail: richard.duda@tuke.sk



TX PROCESS SIMULATE AKO PROSTRIEDOK NA ZVÝŠENIE VÝROBY U-PROFILOV V PODNIKU

Jozef TROJAN – Peter TREBUŇA – Marek MIZERÁK – Richard DUDA

Abstract: The subject of this work is a production line in an unnamed enterprise. It is a production process of forming U-profiles of different thickness and structure. Our task was to thoroughly analyze the current situation of bending and cutting processes in the workplace, find manufacturing errors and design the assembly line with the Tecnomatix Process Simulate. Therefore, it was necessary to model the current state first so that it was possible to first detect any shortcomings and downtimes and only then optimize it. Subsequently, the proposed solutions were verified by means of modeled simulation of the selected workplace and by time analysis, time savings or other modifications leading to production optimization were found.

Abstrakt: Predmetom tejto práce je výrobná linka v nemenovanom podniku. Je to výrobný proces formovania U-profilov rôznej hrúbky a štruktúry. Našou úlohou bolo dôkladne zanalyzovať súčasný stav procesov ohýbania a rezania na pracovisku, nájsť výrobné chyby a navrhnúť montážnu linku pomocou Tecnomatix Process Simulate. Preto bolo potrebné najprv modelovať súčasný stav, aby bolo možné najskôr odhaliť všetky nedostatky a prestoje a až potom ho optimalizovať. Následne boli navrhované riešenia overené pomocou modelovej simulácie vybraného pracoviska a boli zistené časové analýzy, časové úspory alebo iné úpravy vedúce k optimalizácii výroby.

Keywords: Process Simulate, Simulation, Efficiency, Innovation, Optimization

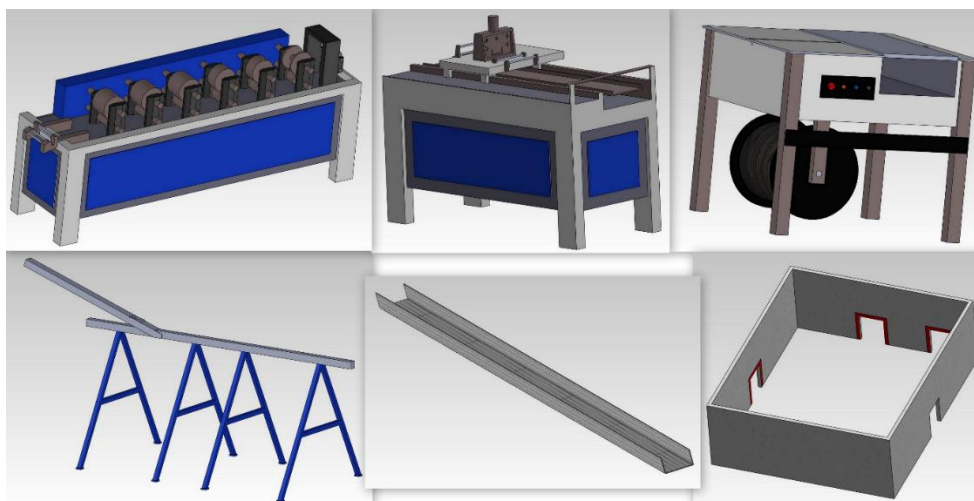
Kľúčové slová: Process Simulate, Simulácia, Efektívnosť, Inovácia, Optimalizácia

Úvod

V súčasnej dobe už každá spoločnosť a hlavne strojárské firmy potrebujú počas svojho životného cyklu zmeny. Pár rokov dozadu podniky používali testovanie a skúšanie rôznych alternatív na zlepšenie materiálového toku a výrobných procesov. Tieto metódy boli veľmi nákladné, časovo náročné a samozrejme to malo za následok zníženie výrobnéj kapacity [1]. V dnešnej dobe to je nemožné. Prechod na digitálnu výrobu sa stal čoraz populárnejším s rastom množstva a kvality počítačových systémov vo výrobných závodoch. Digitálny podnik môže byť definovaný ako druh stratégie, ktorou sa riadi podnik, keď využíva digitálne 3D modely reálnej výroby, kde môže vykonávať inovácie, zmeny a skôr než bude niektorá z alternatív zavedená do reálneho bežiacieho systému je možné vyskúšať viacero možností. Komplexné portfólio riešenia digitálnej výroby (tzv. digitálna továreň) predstavuje Tecnomatix. Digitálna továreň vďaka možnému prepojeniu všetkých výrobných disciplín od návrhu a plánovanie, cez simuláciu a overovanie až po samotnú výrobu pomáha inovovať. Tecnomatix je postavený na platforme Teamcenter Manufacturing PLM a poskytuje najvšestrannejšiu sadu výrobných riešení na dnešnom trhu. Tecnomatix sa skladá z niekoľkých modulov. V tejto práci je použitý modul Process Simulate ako digitálny nástroj, ktorý umožňuje prakticky overiť montážne plány od konceptu až po začatie výroby, aby pomohol znížiť riziká. Schopnosť využiť 3D dáta produktov a zdrojov uľahčuje virtuálne overenie, inováciu a uvedenie do prevádzky komplexných výrobných procesov, čo má za následok rýchlejšie štarty a vyššiu kvalitu výroby. Process Simulate umožňuje overovanie výstupov z jednotlivých segmentov výrobného procesu ako sú: montážne procesy, zváranie, pracovná sila, kontinuálne procesy ako je laserové zváranie a lepenie, a dostatočné množstvo robotických procesov simulovaných v rovnakom prostredí, čo umožňuje simuláciu virtuálne produkčnej oblasti. Simulácie verne napodobňujú reálne ľudské správanie, robotické regulátory domén a logiku PLC [2].

Modelovanie v 3D prostredí

Pre jednotlivé stroje a zariadenia nachádzajúce sa vo výrobnéj hale podniku sme postupne vytvorili virtuálne 3D modely pomocou softvéru SolidWorks. Pre začatie kreslenia samotného modelu potrebujeme si vybrať rovinu, v ktorej budeme modelovať. Na rovine modelovania až tak nezáleží, každý si vyberie rovinu, v ktorej je naučený kresliť alebo ktorú si v tej chvíli vyberie [3]. Roviny Front Plane, Top Plane a Right Plane nájdeme v strome modelu na ľavej strane ponuky. Na potvrdenie roviny klikneme na možnosť Sketch na hlavnom paneli nástrojov, pričom táto možnosť predstavuje začiatok kreslenia v nami zvolenej rovine nielen na začiatku, ale aj v priebehu modelovania daného modelu. Vo vybranej rovine v Sketchi už začíname samotné kreslenie modelu pomocou možností na hlavnom paneli. Pri vytváraní 3D modelov pre zadané pracovisko som postupoval podľa týchto krokov. Postupne som vytvoril steny, stĺpy, podlahu pracoviska, výrobnú linku na ohýbanie pásu plechu na U-profil, linku na rezanie týchto profilov, samotný U-profil, inovovaný odoberací stôl, baličku a ďalšie (Obr. 1).



Obr. 21 3D modely modelované v SolidWorks

Inovácia linky a optimalizácia skladov

Najprv musíme definovať produkt, to znamená, čo sa bude vyrábať. Produktu sa musia definovať všetky časti, z ktorých sa skladá. Ďalej musíme definovať zdroje, ktoré sú potrebné na výrobu produktu a v neposlednom rade je nutné definovať proces, čiže ako vyrábať produkt z využitím zdrojov [4].

a) Vytvorenie vlastnej knižnice

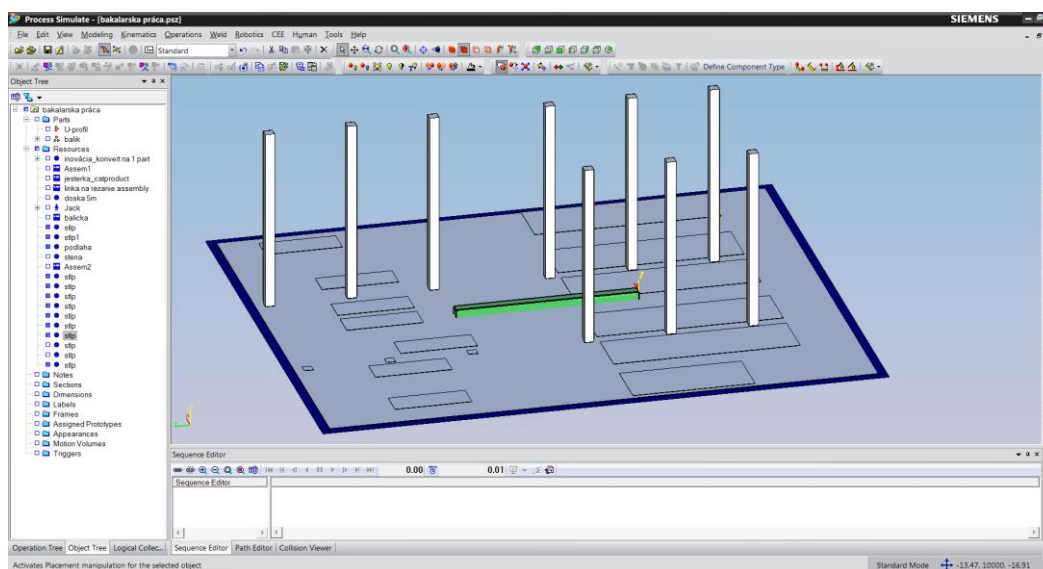
Do modulu Process Simulate je možné vkladať len jeden typ dát. Takže všetky mnou vymodelované 3D modely sme museli prekonvertovať do JT formátu prostredníctvom softvérov Autodesk Inventor a Solid Edge. Následne sme vytvorili na pevnom disku C priečinok s názvom TX_root a v ňom ďalší s názvom Library. Takýmto spôsobom bolo nutné vytvoriť našu knižnicu, v ktorej sme ďalej vytvorili priečinok Parts pre vyrábané produkty, v našom prípade U-profilu a druhý priečinok Resources, ktorý slúži na prekonvertované 3D modely a stroje. V týchto priečiinkoch sme museli vytvoriť adresáre pre jednotlivé modely, stroje a produkty s príponou .cojt (napr. U_profil.cojt), tak ako na nasledujúcom obrázku. Následne do jednotlivých adresárov sme premiestnili prekonvertované 3D modely už vo formáte JT [5].

b) Vytvorenie projektu

Po spustení softvéru je potrebné vytvorenie nového projektu cez možnosť File (na hlavnej lište) a kliknutím na New Study. Zadáme názov projektu a pre potvrdenie klikneme na OK a nový projekt je týmto vytvorený. Po vytvorení nového projektu musíme stanoviť cestu novovytvorenému projektu ku našej knižnici, umiestnenej na pevnom disku C, cez Option – Graphics Viewer a zadanie cesty ku knižnici. Ďalej je nutné priradiť všetkým JT súborom uloženým v priečinku Parts typ súboru PartPrototype a JT súborom uloženým v priečinku Resources typ súboru ToolPrototype prostredníctvom funkcie Define ComponentType, rozkliknutím prázdneho políčka vedľa jednotlivých súborov a následným vybratím typu súboru [6].

Po priradení typu k jednotlivým JT súborom je potrebné ich ešte vložiť do projektu. Vloženie modelov, ktorým už bol priradený typ súboru sa vykonáva cez možnosť Modeling, na hlavnej lište nástrojov, a vybratím položky Insert Component From File. Po kliknutí na túto položku sa nám zobrazí okno, kde si môžeme vybrať naše JT súbory, ku ktorým už pribudli aj súbory s názvom Tune Data, ktoré boli vytvorené po definovaní typu súborov. Pre vybratie súborov je nutné kliknúť na vybraný súbor a stlačiť Otvoriť. Tento zvolený súbor sa nám následne zobrazí v strome projektu na ľavej strane obrazovky. Musíme ale dávať pozor, že či pridávame party alebo súčasti. Pre zadávanie partov musíme mať označené Pats a až potom cez Modeling pridávame produkty a taktiež Resources pre pridávanie 3D modelov, strojov a ľudí [7].

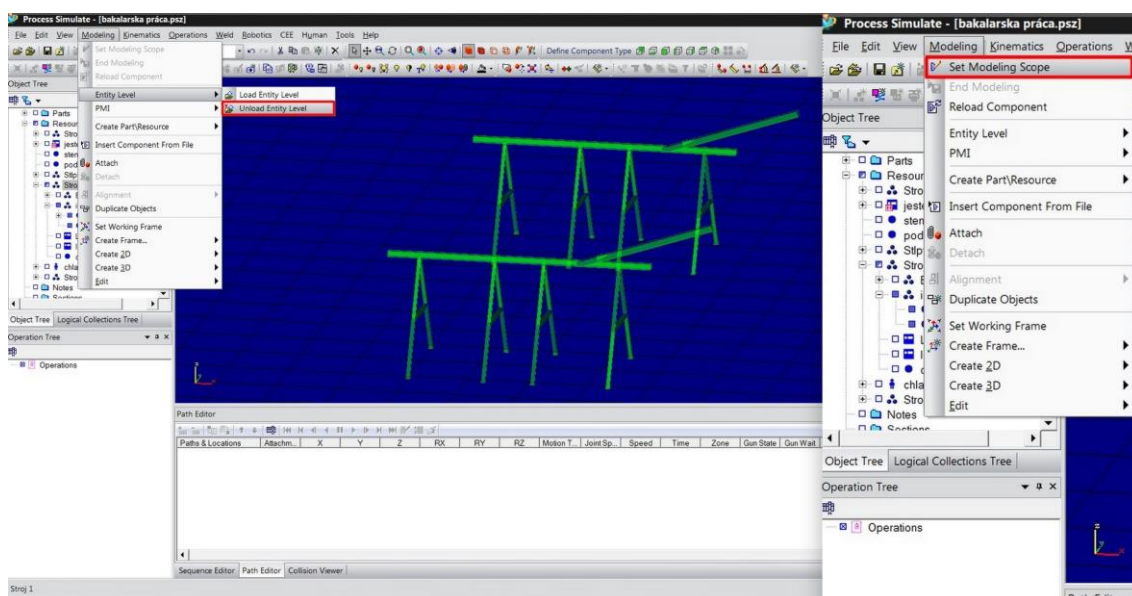
Ak sme si do projektu vložili všetky 3D modely, tak ďalej musíme tieto modely správne poumiestňovať podľa plánu rozmiestnenia strojov a skladov vo výrobní hali daného podniku. Takže začíname od umiestnenia steny, cez linky až po umiestnenie jednotlivých skladov. Pri umiestňovaní modelov je lepšie, ak si zobrazíme len model, ktorý chceme umiestniť a ostatné necháme skryté (Obr. 2).



Obr. 2 Umiestňovanie modelov

Obdobne umiestnime všetky prekonvertované 3D modely tak, ako boli umiestnené v danej hale výrobného podniku. Vložíme si aj vysokozdvížny vozík z knižnice, ktorý slúži na odoberanie už zabalených stohov z výrobnéj linky a následné uloženie na daný sklad a zároveň vloženie už existujúcich skladov a ich rozloženie. Taktiež si vytvoríme alebo vložíme pracovníkov, ktorý obsluhujú výrobnú linku a pracovníka, ktorý obsluhuje vysokozdvížny vozík [8].

Po vytvorení a poumiestňovaní pracovníkov sa vrátíme k našim modelom, konkrétne k inovácii výklopky. V prvom rade musíme našu inováciu rozbiť na jednotlivé entity, aby sme boli schopní ďalej nadefinovať pózy výklopky. Rozbitie vykonáme nasledovne, označíme si inováciu, zvolíme možnosť Modeling na hlavnom paneli, Entity Level a Unload Entity Level. Následne sa nám objaví možnosť Set Modeling Scope, taktiež v možnosti Modeling, na ktorú klikneme (obr. 3). Ďalej je potrebné nadefinovať kinematiku výklopky. Najprv si musíme označiť našu inováciu a pravým kliknutím na ňu vybrať možnosť Pose Editor, v ktorom si vytvoríme pózy otvorenia výklopky „open“ a uzavretia výklopky „close“.

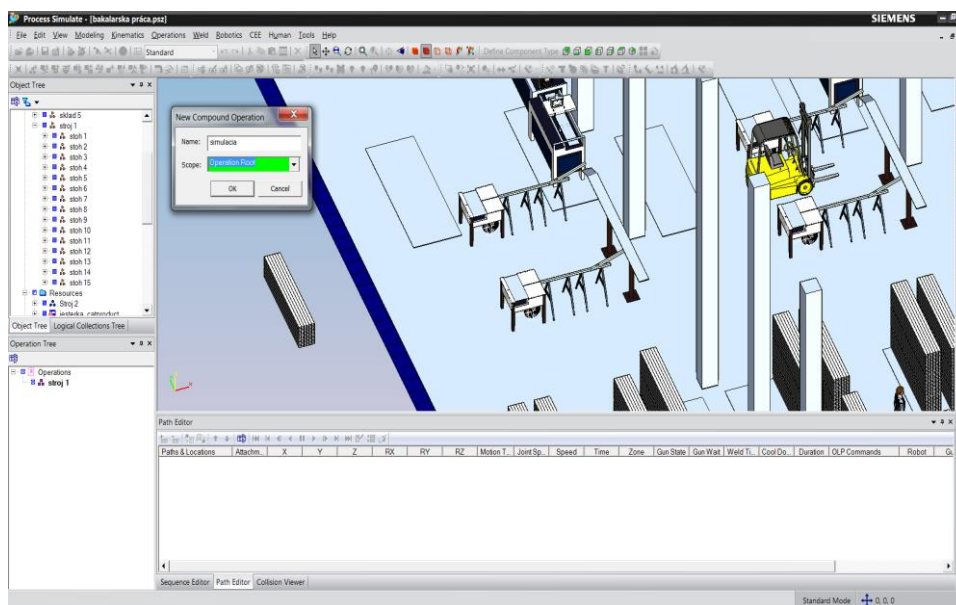


Obr. 3 Rozbitie modelu na jednotlivé entity

Rovnako nadefinujeme pózy aj pre ostatné Assembly modely ako je balička a vysokozdvížny vozík.

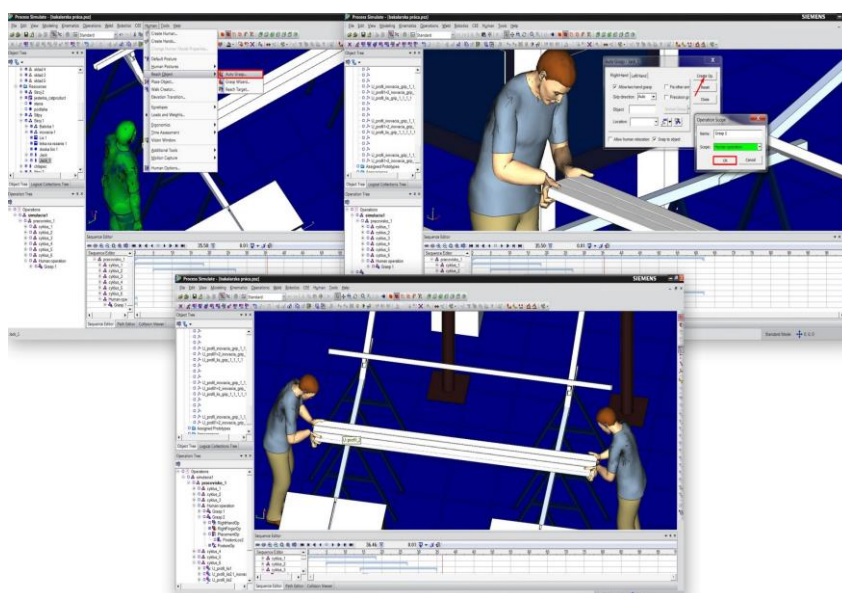
c) Simulácia

Po umiestnení a nakonfigurovaní všetkých premenných pristúpime k samotnej simulácii. So simuláciou budeme pracovať v ľavom dolnom rohu, kde sa nám jednotlivé kusky simulácií budú postupne zobrazovať. Novú simuláciu vytvoríme cez New Compound Operation, kde napíšeme meno simulácie, v mojom prípade „simulácia“ a Scope, čo znamená, že pod čím bude figurovať vytváraná simulácia, u mňa v Operation Root (Obr. 3).



Obr. 4 Vytváranie novej simulácie

Nastavíme dráhy pre U-profil až po výklopku. Pri výklopke vytvoríme novú operáciu cez New Device Operation. Zadáme meno operácie, Device, v našom prípade inovácia_konvert na 1part_1, Scope bude pracovisko_1. Ďalej definujeme From pose (začiatková póza) a koncovú pózu To pose zadáme „open“, ktorú sme si vytvorili už skôr v Pose Editore. Pri zdvihnutej výklopke znovu nastavíme cestu U-profilu cez Path Editor tak, aby nám U-profil vyšiel na zdvihnutú výklopku. Prvý U-profil zostane takto na výklopke dovtedy, až kým do neho nenarazí ďalší a tým prevráti prvý profil do seba [9]. Po spojení profilov sa výklopka spustí nadol a spojené U-profilu zotrvačnou silou sa spustia po naďefinovanej dráhe na odoberací stôl. Pri odoberacom stole stojí na každej strane jeden pracovník, ktorý je pripravený spoločne uchopiť a preniesť spomínané U-profilu do baličky (Obr. 5) [10].



Obr. 5 Uchopenie U-profilov pracovníkmi

Po umiestnení U-profilov do baličky je nutné, aby sme ešte zadali pracovníkom aj cestu späť cez Human, Walk Creator. Po zviazaní celého stohu v baličke treba ešte nadefinovať cestu pre vysokozdvížný vozík, ktorý ho zoberie a a odnesie na daný sklad.

Simulácia a skutočnosť

V simulácii sme sa zamerali hneď na dve nedostatky vo výrobe a v skladovaní. Vo výrobe sme zistili, že spomínaný stroj na ohýbanie a rezanie U-profilov bol nevyužitý. Podľa výpočtov nám vyšlo, že stroj pracoval len na 50%, čo znamenalo priemerne 35,4 sekundy na zabalenie jedného stohu U-profilov. Táto skutočnosť bola spôsobená ľudským faktorom, keď pracovníci odoberajúci stohy na baličku pri rýchlejšom takte stroja nestíhali odoberať. Pre riešenie tohto problému, sme navrhli inováciu vo forme výklopky umiestnenú na odoberacom stole. Simuláciou výrobného procesu sa zistilo ušetrenie času 5,7 sekundy na jeden stoh. Prepočítaním na jednu výrobnú dávku sa zistilo ušetrenie času až 1:54 minúty. Touto inováciou sme umožnili zrýchliť stroj až na 70%, pričom pracovníci stíhali odoberať spomínané stohy U-profilov (Obr. 6).



Obr. 6 Odoberací stôl v skutočnosti a po inovácii

V skladovaní sme zistili nesprávne rozmiestnenie skladov, pretože pracovník na vysokozdvížnom vozíku mal veľké problémy pri ukladaní vyrobených stohov, musel sa veľa-krát vytáčať a otáčať, aby ich správne uložil a taktiež pri hľadaní správnych stohov pri expedovaní zásielok. Vyexpedovanie jednej výrobnej dávky trvalo 3:20 minúty. Tento problém sme vyriešili lepšou orientáciou skladov, čo malo za následok skrátenie času na vyexpedovanie dávky na čas 2:50.



Záver

Predkladaná práca sa zaoberá inovovaním výrobnéj linky a rozloženíu skladov v podniku pomocou simulačného modulu Process Simulate od softvéru Tecnomatix. Zistili sme, že daná linka je využitá len na 50% svojej kapacity. Táto slabá využiteľnosť znamenala, že pri zvýšení objednávok profilov vyrábaných na danej linke (nakoľko nebolo možné vyrábať rýchlejšie) spôsobilo nutnosť zaviesť nadčasy a pracovné zmeny cez víkendy. Preto bolo nutné zrýchliť výrobu prostredníctvom inovácie linky vo forme výklopky na odoberacom stole. Po odsimulovaní výrobného procesu sa zistilo navýšenie výrobnéj kapacity o 20% bez navýšenia počtu pracovníkov, či zakúpenia nových strojov [11].

Ďalším riešeným problémom bolo rozloženie skladov. Pri pozorovaní orientációschopnosti pracovníkov v sklade sa zistili veľké prestoje pracovníka na vysokozdvížnom vozíku pri hľadaní objednávok pri ich expedícií odberateľom. Po zmene orientácie uloženia sa čas na vyexpedovanie jednej výrobnéj dávky skrátil o pól minúty.

Na záver môžeme náš výskum vyhodnotiť ako úspešný nakoľko boli splnené firemné požiadavky a rovnako aj naše vytýčené ciele. Taktiež táto inovácia sa nachádza v skúšobnej fáze v danom podniku [12].

Pod'akovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby, KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov

References

- [1] Bureš, M., Görner, T., Šimon, M., Sekulová, K. Využití digitálních nástrojů ergonomie v praxi. Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti (Journal of Safety Research and Applications) - JOSRA, 2011, roč. 4, č. 1, s. 1-7. ISSN: 1803-3687,
- [2] Poor, P., Basl, J. (2018). Czech Republic and Processes of Industry 4.0 Implementation, Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium, pp.0454-0459, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-20-4, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/29th.daaam.proceedings.067",
- [3] Fedorko, G., Molnár, V. The simulation model of experimental equipment for the research of pipe conveyor belts using ABAQUS software, In: Applied Mechanics and Materials. Vol. 611 (2014), p. 183-187. - ISSN 1660-9336,
- [4] Krehel, R., Kocisko, M., & Poor, P. (2016). Technical Diagnostics in the Paper Industry. Proceedings Of The 27Th International DAAAM Symposium 2016, 0775-0784. doi: 10.2507/27th.daaam.proceedings.112,



- [5] Straka M., Kacmary, P., Rosova A., Yakimovich B., Korshunov A. 2016. Model of unique material flow in context with layout of manufacturing facilities, *Manufacturing Technology*, Vol. 16, No. 4, pp. 814-820,
- [6] Trebuňa P., ... [et al.]. Increasing the efficiency of logistics flow in production system by the software tool tecnomatix process simulate - 2018. In: *MMS 2018 : 3rd EAI International Conference on Management of Manufacturing Systems*. - Gent (Belgicko) : European Alliance for Innovation s. 1-11 [online]. - ISBN 978-1-63190-167-6 - ISSN 2593-7642,
- [7] Straka, M.; Malindzakova, M., Trebuna, P., Rosova, A., Pekarcikova, M., Fill, M. Application of EXTENDSIM for improvement of production logistics' efficiency, *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 16, pp. 422-434, doi:10.2507/IJSIMM16(3)5.38. (2017),
- [8] Poór, P., Šimon, M., Karková, M. CMMS as an effective solution for company maintenance costs reduction. *Production Management And Engineering Sciences*, pp. 241-246, (2015),
- [9] Dulina, L., Rakyta, M., Sulirova, I., Šeligova, M. Improvement of the Production System. In: *Smart City 360°. 2nd EAI international Summit: revised selected papers*. Ghent: EAI, (2017),
- [10] Edl M., Kudrna, J. *Methods of industrial engineering*. 1nd. ed. Smart Motion, Plzen, Czech Republic. (2013),
- [11] Lenort, R., Stas, D., Samolejova, A. Heuristic Algorithm for Planning and Scheduling of Forged Pieces Heat Treatment, *Metalurgija*, Vol. 51, pp. 225-228. (2012),
- [12] Lerher, T. , Edl, M., Rosi, B. Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 70, no. 1-4, pp. 97-115, (2014).

Contact address

Ing. Jozef Trojan

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: jozef.trojan@tuke.sk

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

Ing. Marek Mizerák

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: marek.mizerak@tuke.sk

Ing. Richard Duda

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: richard.duda@tuke.sk



3D SKENOVANIE VEĽKÝCH VÝROBNÝCH HÁL

Peter TREBUŇA – Marek MIZERÁK – Štefan KRÁL – Jozef TROJAN

Abstract This paper discusses the capabilities of modern businesses to create 3D models of existing industrial halls. In the modern industry, a digital factory is based on the application of modern technologies that enable the digital form of various elements of the company. A digital factory is the application of elements such as 3D scanning to produce output called. “Digital twin of the company”, which is used in practice as a basis for optimization of material flow simulations in the company, virtual training and last but not least for the introduction of “paperless production”.

Abstrakt Tento príspevok sa venuje schopnostiam moderných podnikov v otázke vytvárania 3D modelov existujúcich priemyselných hál. V modernom priemysle je digitálny podnik založený na aplikácii moderných technológií, ktoré umožňujú získavanie digitálnej podoby rôznych prvkov podniku. Digitálny podnik je aplikáciou prvkov napríklad aj 3D skenovania pre vytvorenie výstupu tzv. „digitálneho modelu konkrétnej výrobnéj haly“, ktoré je využívané v praxi ako podklad pre optimalizáciu simulácií materiálových tokov v podniku, virtuálne tréningy a v neposlednej rade pre zavádzanie tzv. „bezpapierovej výroby“.

Keywords: 3D scanner, 3D scanning, digitalization, laser scanning.

Kľúčové slová: 3D skener, 3D skenovanie, digitalizácia, laserové skenovanie.

Úvod

Digitalizácia sa v dnešnej dobe stala nepostradateľným odvetvím rôznych oblastí priemyslu. Či už ide o strojársky alebo stavbársky priemysel. Digitalizácia je taktiež dôležitou súčasťou medicíny, umenia ale aj herného a filmového priemyslu. Postupom času sa vývoj počítačovej techniky dostal do úrovne, ktorá umožnila zavedenie 3D skenovania do oblastí priemyslu, ktoré následne poskytovalo skvalitnenie a zrýchlenie práce inžinierom. Taktiež rozvoj oblasti reverzného inžinierstva, ktoré je možné považovať za jeden zo zásadných pilierov konceptu Industry 4.0..

Základnou myšlienkou koncepcie Digitálneho podniku je vytváranie digitálnych modelov. Modely môžu byť rôzneho charakteru, ako príklad sa môžu uviesť rôzne reálne výrobky, výrobné linky a haly. Taktiež sa môže jednať o komponenty rozmanitých druhov. 3D skenovanie sa vyznačuje rýchlou a presnou metódou vytvárania 3D modelov objektov a rôznych veľkých priestorov. Túto technológiu 3D skenovanie využíva množstvo Digitálnych podnikov rôznych spoločností, kde sa využíva 3D skenovanie na digitalizáciu výrobných liniek a taktiež na digitalizáciu výrobných hál.

3D skenovanie veľkých výrobných hál

Laserové skenovanie je v súčasnosti najefektívnejšia metóda priestorového merania a následnej tvorby priestorových modelov (3D) z nameraných údajov. Zásadným rozdielom, ktorý ho odlišuje od klasických laserových diaľkomerov, spočíva v množstve zameraných bodov za relatívne krátky okamih. Laserový skener zameria v zornom poli tzv. „mračno bodov“. Je to v podstate mriežka bodov (raster), ktorý má pravidelné uhlové rozostupy.

3D digitalizácia nám reprezentuje proces transformácie reálneho objektu do virtuálnej podoby. Tento proces sa realizuje využívaním 3D skenerov, ktorých výsledkom je mračno bodov (Point cloud). Toto mračno bodov nám predstavuje geometrickú podobu skúmaného objektu vo virtuálnej forme.

3D skener, ktorý pracuje na vytvorení mračna bodov, vo svojej podstate vlastne vykresľuje vzdialenosti jednotlivých bodov objektu od polohy skenera. Pre lepšiu predstavu, kompletný model nám netvorí len jeden sken. Je potrebné viacero skenov a to z rôznych pozícií. Po zoskenovaní objektu nasleduje programová úprava, ktorá tieto skeny zjednotí a vytvorí kompletný model mračien.



Obr. 1 Skenovacie zariadenie Leica P30 pri skenovaní strechy výrobnéj haly

V dnešnej modernej dobe je možné vytvárať 3D modely výrobných hál prostredníctvom rôznych CAD systémov. Avšak vhodnosť jednotlivých softvérov je priamo definovaná požiadavkami, ktoré od daného modelu očakávame. Na základe stanovených požiadaviek pristúpime taktiež aj k vhodnému spôsobu zberu dát. V prípade existujúcej haly je najvhodnejšia alternatíva 3D skenovanie pre vytvorenie presného 3D modelu danej haly. V takomto prípade slúži mračno bodov ako podklad pre modelovanie v 3D softvéroch.

Výhodou 3D skenovania je tá, že zachytí všetky existujúce prvky nachádzajúcej sa v hale, aj takých ktoré nie sú zachytené v žiadnej projektovej dokumentácii. V prípade starších objektov sa vyskytuje častý problém aj s chýbajúcou výkresovou dokumentáciou a v takomto prípade je 3D skenovanie jeden z najvhodnejších a najpresnejších alternatív pre získanie obrazu



o skutočných rozmeroch jednotlivých konštrukcií a rozvodov oproti pracovnému získavaniu podkladov pomocou rôznych meracích zariadení [2].

Výsledkom takéhoto procesu je 3D model objektu, ktorý pri výbere správneho 3D BIM softvéru môže ďalej slúžiť na správu daného objektu, nakoľko prostredie BIM poskytuje užívateľovi všetky potrebné informácie pre správu budov. Jednou z nepopierateľných výhod takéhoto 3D modelu v prostredí BIM je v súčasnosti aj možnosť 3D prehliadky objektu pomocou funkcie virtuálna prehliadka.

Tvorba 3D modelov DMU (Digital Mock Up) rôznych rozmernejších objektov je v dnešnej dobe spojovacím elementom medzi realitou a virtuálnou realitou.

Obe je možné vytvárať 3D modely výrobných hál prostredníctvom rôznych CAD systémov. Avšak toto riešenie je vhodné len v prípade, ak daná hala ešte reálne neexistuje. V prípade, ak je výrobná hala už postavená, do úvahy ako najlepšia alternatíva pripadá vytvorenie modelu s využitím technológií Reverse Engineering využitím 3D laserového skenovania [2].

Postup digitalizácie veľkých objektov

- z dôvodu vysokej presnosti 3D modelu musia byť najskôr vo výrobné hale rozmiestnené trvalé pevné štítiky, od ktorých sú odvodené všetky ostatné rozmery v hale,
- v ďalšom postupe je nutné vyznačiť referenčné body pre 3D laserové skenovanie,
- získanie údajov o digitalizovanom objekte prostredníctvom reverzného inžinierstva. Jeho základom je počítačový model objektu DMU, ktorý sa získava 3D skenovaním reálnych, existujúcich objektov. Reverzné inžinierstvo umožňuje získanie počítačového modelu reálneho objektu, ku ktorému nie je dostupná výkresová dokumentácia.
- v prípade rozsiahlych objektov alebo objektov, ktoré sa budú digitalizovať na etapy, je vhodné vytvoriť vlastný podporný súradnicový systém daného objektu pre umožnenie napojenia skenov pri nasledujúcich etapách digitalizácie čo znamená že sa použije taký súradnicový systém, ktorý umožní prepojenie skenovania z rôznych častí objektu do jedného projektu. Napríklad v prípade firmy Schaeffler bol vymyslený systém pevných terčov umiestnených na nosných častiach budovy tak, aby sa zabránilo ich pohybu, respektíve posunutiu. Po umiestnení týchto terčov sa pristúpilo k ich zameraniu do jedného projektu. Vďaka týmto terčom je možné spájať rôzne - aj čiastkové skeny do jedného mračna celého objektu, ktoré je následne využité pre modelovanie objektu,
- následne sa pristúpi k modelovaniu vo vhodnom 3D CAD systéme,
- vytvorený 3D model je následne zapracovaný do digitálneho modelu digitálneho podniku, podľa zvyklostí jednotlivých spoločností,
- 3D laserové skenovanie je využité pre potreby tvorby 3D digitálneho modelu už existujúcej výrobné dispozície alebo pri analýze statických konštrukcií. Do vytvoreného 3D digitálneho modelu výrobné haly je transferovaný 3D digitálny model výrobného systému z prostredia digitálneho podniku .

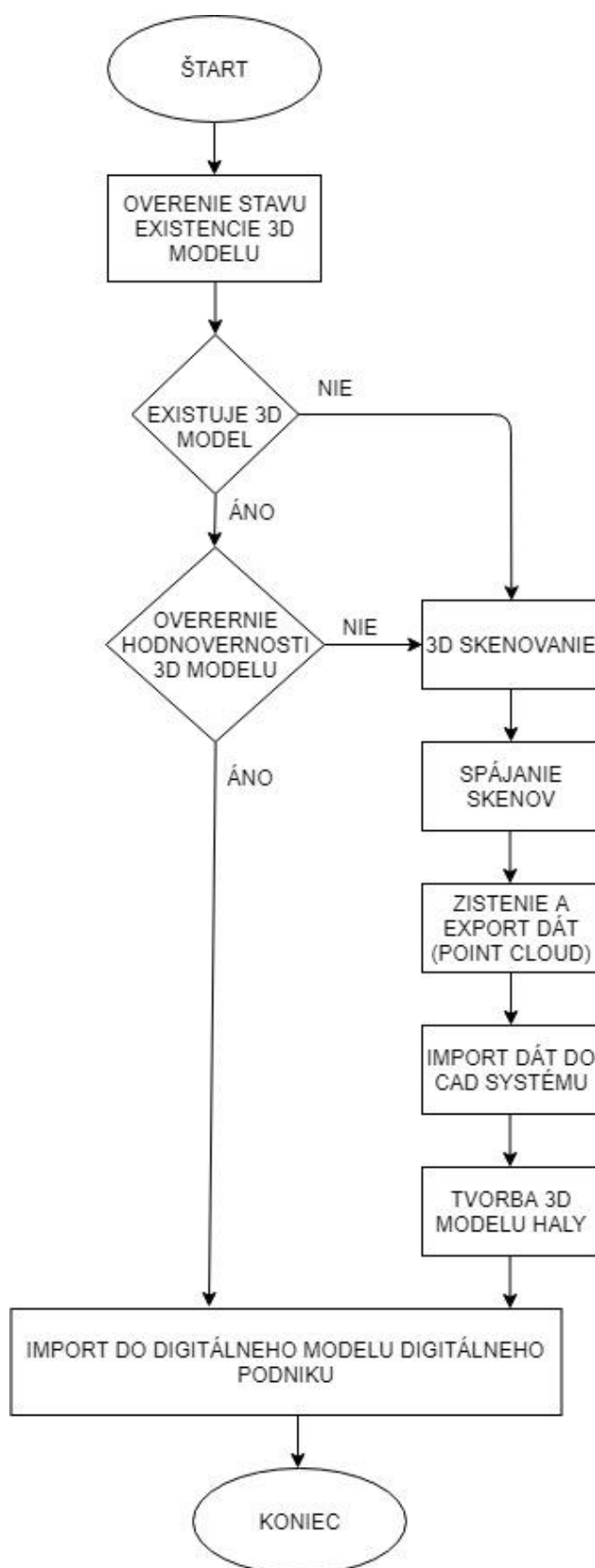
Hlavné problémy pri digitalizácii veľkých objektov

- súčasne prístupy riešia prioritne 3D digitálne modely hál, problematike vytvárania DMU zariadení a strojov nie je venovaná pozornosť, a vzhľadom na tento fakt získavanie dát a tvorba 3D modelov v konečnom dôsledku neprináša žiadnu prídavnú



hodnotu okrem vizuálneho zobrazenia haly, a vo svetle tohto faktu sa javí celý proces ako nákladný a pracný,

- DMU zariadení a strojov získané od ich návrhárov je potrebné zjednodušiť, aby ich bolo možné využiť v DMU hál,
- mnohé DMU existujúcich veľkých objektov vznikali rozšírením 2D modelov (vytiahnutie 2D modelu v CAD systéme). Tieto riešenia nezaručujú požadovanú presnosť (odchýlky viac ako 10 cm), pričom pri skenovaní sa jedná o maximálne odchýlky v milimetroch,
- neexistuje metodika a nie sú ani popísané prístupy k integrácii DMU zariadení, DMU budov a nadväzne tvorba FMU (Factory Mock Up),
- doposiaľ nebol vyvinutý postup pre cyklickú aktualizáciu existujúcich DMU (cyklické skenovanie a automatická identifikácia a porovnávanie zmien),
- neexistujú žiadne záväzne predpisy, ktoré by projektantom nových objektov prikazovali súčasne vytvoriť aj príslušný DMU a po skutočnom vyhotovení stavby skenovaním overiť mieru zhody reálneho objektu s DMU.



Obr. 1 Vývojový diagram postupu skenovania



Záver

Technológia 3D halového skenovania je v dnešnej dobe neodmysliteľnou súčasťou reverzného inžinierstva. V súčasnosti sa táto technológia rozmáha po všetkých podnikoch z dôvodu jej efektívnosti a taktiež pohľadu na jej ekonomické hľadisko. Svoje uplatnenie nenachádza len v strojárskom alebo stavbárskom priemysle ale aj v mnohých iných odvetviach ako v archeológií, zábavnom priemysle v právnej sfére a podobne.

Z dôvodu skracovania „Time to market“ je nevyhnutné orientovať sa v uvedenej oblasti, čoho jasným dôkazom je aj zavádzanie 3D halových skenerov do bežnej priemyselnej praxe z dôvodu vytvárania digitálnej odtlačkov existujúcich továrenských priestorov a lay-outov ale zároveň aj možnosti komparovať existujúce pracoviska s možnosťou optimalizácie materiálového toku, medziskladov rozpracovanej výroby a koncipovania nových kreatívnejších riešení projektovania výrobných závodov budúcnosti.

PodĎakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby, KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo a APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov

References

- [1] GREGOR, M., HODON, R., BIŇASOVÁ, V., DULINA, L., GAŠO, M.: Design of Simulation-Emulation Logistics System. In: MM Science Journal, pp. 2498-2502, (2018).
- [2] DULINA, L., RAKYTA, M., SULIROVA, I., ŠELIGOVA, M.: Improvement of the Production System. In: Smart City 360°. 2nd EAI international Summit: revised selected papers. Ghent: EAI, (2017).
- [3] STRAKA M., KHOURI S., ROSOVA A., CAGANOVA D., CULKOVA K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018
- [4] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: „Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems“. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, , č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768, (2013)
- [5] KRAJKOVIČ a kol.: Logistika, Žilinská univerzita, Žilina, 2003, ISBN 80-225-1142-0
- [6] BAŇASOVÁ, L., ČAMBÁL, M.: Identifikácia kľúčových manažérskych kompetencií ako nástroj zvyšovania konkurencieschopnosti podnikov. In: Fórum Manažéra. ISSN 1336-7773. - Č. 1 2010
- [7] Samir El-Omari, Osama Moselhi (2008) Integrating 3D laser scanning and photogrammetry for progress measurement of construction work [online]. Dostupné na internete : < <https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?publisherName=ELS&contentID=S0926580508000836&orderBeanReset=true>>



[8] Gregor, M., Medvecký, Š., Štefánik, A., (2007). Digitalizácia a modelovanie veľkých objektov s podporou reverzného inžinierstva a 3D laserového skenovania. Produktivita a inovácie, 4.4, S. 2-3.

Kontaktná adresa

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

Ing. Marek Mizerák

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: marek.mizerak@tuke.sk

Ing. Štefan Kráľ, PhD.

Slovak legal metrology n. o., Hviezdoslavova 1124/31 974 01 Banská Bystrica, Slovakia
e-mail: kral@slm.sk

Ing. Jozef Trojan

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: jozef.trojan@tuke.sk



PRIEMYSELNÉ INOVÁCIE V KONCEPTE INDUSTRY 4.0

Peter Trebuňa, Marek Kliment, Ján KOPEC

Abstract: The main purpose of this article is to show the innovations in the world of technology, in the shape of the 4th Industrial Revolution. The article deals with the description of Industry 4.0, characteristics of the key innovation elements in regards to Industry 4.0, principles and the contributions of the fourth industrial revolution to the industry, and consecutive integration of the innovative elements into factories.

Abstrakt: Hlavnou myšlienkou tohto článku je poukázať na inovácie vo svete techniky v podobe štvrtej priemyselnej revolúcie. Zaoberá sa popisom Priemyslu 4.0, charakteristikou kľúčových inovačných prvkov v koncepte Priemyslu 4.0, princípom a prínosom štvrtej priemyselnej revolúcie pre priemysel a následnou integráciou inovačných prvkov vo výrobných závodoch.

Keywords: Industry 4.0, Smart factory, Cyber-physical systems, Information and communication technology, Cyber-physical production systems, Internet of Things

Kľúčové slová: Priemysel 4.0, Inteligentný podnik, kyberneticko-fyzikálne systémy, informačné a komunikačné technológie, kyberneticko-fyzikálne výrobné systémy, internet vecí

Úvod

V dnešnej dobe narastá stále viac a viac technologických zlepšení, ktoré pomáhajú podnikom produkovať vyššie zisky a zjednodušovať proces výroby. Hlavnou výzvou pre podniky sa stala digitálna revolúcia. Jej princípom je komunikácia strojov medzi sebou za pomoci internetovej siete. Stroje tým pádom nahradia pracovníkov a výroba sa stane plynulejšia a bezchybnejšia. Stroje pomocou internetu budú mať prístup k databázam a poznatkom o materiáloch, technológiach a pracovnom postupe.

Hlavnou výhodou použitia priemyselných inovácií v koncepte “Industry 4.0” je zabezpečiť efektívnejšiu, čistejšiu, plynulejšiu výrobu. Pracovníci sa z výrobného procesu úplne nevytratia. Nebudú už priamo potrební pri procese výroby ale budú vykonávať kontrolné činnosti a vkladať informácie do databáz.

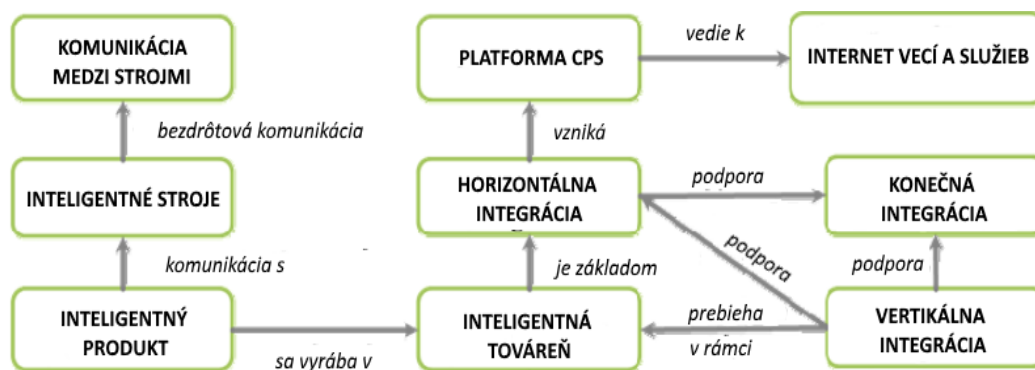
Koncept “Industry 4.0” prináša optimálnejšie zameranie sa na potreby zákazníka. Dnešní spotrebitelia požadujú od firiem kusovo vyrábané výrobky a poskytované služby. Inteligentné priemyselné stroje umožnia vyrábať kusové a dokonalejšie výrobky bez navýšenia nákladov. Práca na výrobných linkách vďaka inteligentným robotom bude zúšľachtovaná a humanizovaná.

Princíp konceptu “Industry 4.0”

“Industry 4.0” zahrňuje množstvo pokrokových technologických zmien v objeme výroby, ktorých hlavným cieľom je udržanie konkurencieschopnosti podniku a zároveň aj zlepšenie daného priemyslu. Predstavuje zapojenie a organizáciu výrobných procesov na základe vzájomnej komunikácie medzi strojmi, nástrojmi a zamestnancami podniku. Podstatou a cieľom celého konceptu je funkčné prepojenie jednotlivých častí podniku a vytvorenie tzv. “SMART FACTORY”, kde budú počítačové systémy viesť proces výroby, sledovať fyzikálne procesy, riadiť tvorbu virtuálneho modelu výrobku a autómne riadenie organizácie výroby.

Samotný koncept “Industry 4.0” a jeho funkčnosť a spoľahlivosť závisí na efektívnom využití CPS (kyberneticko-fyzikálnych systémov, angl. Cyber-physical systems), ktoré sú zamerané na vytvorenie inteligentných výrobných komponentov, inteligentných objektov a nových

výrobných procesov. V budúcnosti bude potrebné aby podniky čo najefektívnejšie reagovali na rýchlejší vývoj, t.j. pružnú výrobu v zložitom prostredí. Napomáhať v prograse podniku budú tiež CPPS (kyberneticko-fyzikálne výrobné systémy, angl. Cyber-physical production systems), spojenie IKT (informačné a komunikačné technológie, angl. Information and communication technology), IoT (internet vecí, angl. Internet of Things) a IoS (internet služieb, angl. Internet of Services) (Obr.1).



Obr.1 Prepojenie častí „Industry 4.0“

Hlavné prvky konceptu “Industry 4.0”

“Industry 4.0” môžeme vnímať vo vertikálnom a horizontálnom smere.

Vertikálna integrácia predstavuje stúpajúcu výmenu informácií a koordináciu medzi rôznymi odvetvami v rámci podniku. Do vertikálnej integrácie patrí:

- služby exponované pre určité časti podniku
- služby, ktoré je CPS schopné rozpoznať
- vybavenie a riadenie integrácie
- plánovanie určené pre odlišné systémy

Horizontálna integrácia zahrňuje úzko spätú spoluprácu väčšieho množstva podnikov, ktoré zdieľajú rovnaké hodnoty. Súčasťou horizontálnej integrácie sú:

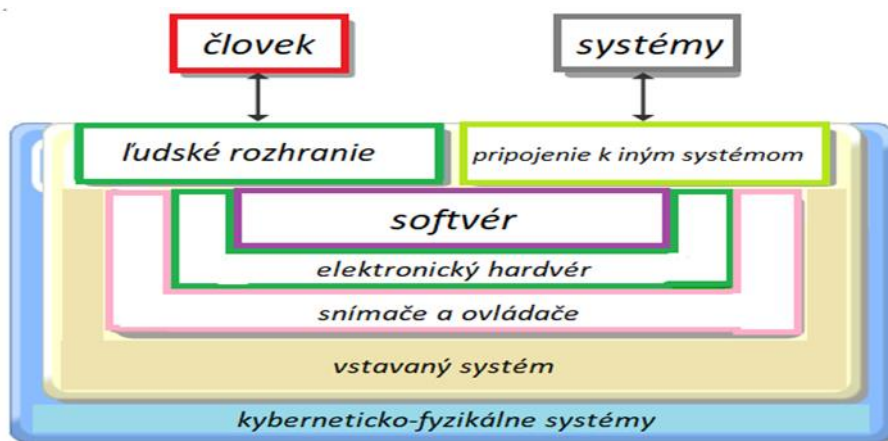
- prehľad využívania materiálu
- servisné upozornenia
- prepojenie medzi MES (výrobný vykonávací system, angl. Manufacturing executing system) a MOS (výrobný operačný system, angl. Manufacturing operating system)

Medzi hlavné znaky konceptu “Industry 4.0 patria:

- decentralizácia, funkcia kybernetických systémov rozhodovať a vyrábať priamo na mieste vďaka technológiám ako je 3D tlač.
- analýza dát, ktorá sa vykonáva okamžite
- modularita, čo predstavuje prispôbenie inteligentných tovární na zmenu požiadaviek
- virtualizácia, vytvorenie digitálnej kópie inteligentného podniku a prepojenie údajov prijatých zo senzorov. Prínosom je prístup k informáciám z akejkoľvek lokality na svete.

- kybernetické systémy, ktoré predstavujú prepojenosť strojov, inteligentných súčastí a človeka za účelom vzájomnej komunikácie.

Aby bol koncept využitý naplno, musí byť zabezpečené bezchybné prepojenie medzi človekom a strojom. Na zvládnutie tejto požiadavky pre podniky sa používajú kyberneticko-fyzikálne systémy, vstavané systémy, snímače, ovládače a softvér (Obr 2.).

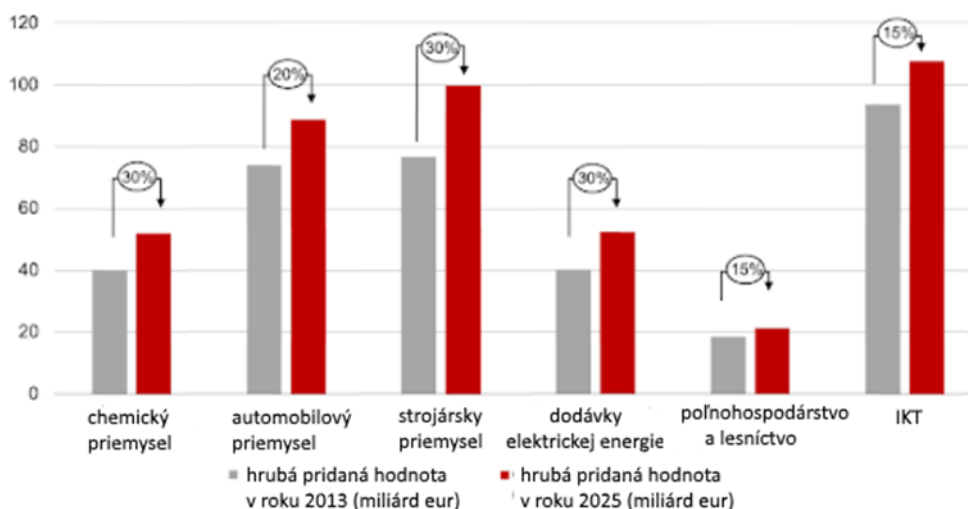


Obr.2 Interakcia ľudí a strojov prestredníctvom procesu CPS

Ekonomický potenciál konceptu “Industry 4.0”

Veľmi dôležitým faktorom, na ktorý podnik nesmie zabúdať je spĺňanie individuálnych podmienok zákazníka. Podnik aby bol konkurencieschopný musí byť flexibilný, čiže pripravený na následné zmeny, či už sa jedná o poskytnuté služby zákazníkovi alebo zmeny priamo v pracovnom procese. Rozhodovacia činnosť podniku musí byť optimalizovaná a veľmi dôležité je taktiež vytváranie príležitostí na získanie hodnoty podniku prostredníctvom nových ponúkaných služieb. Po vykonaní zmien sa musí rýchlo a presne reagovať na zmeny na pracoviskách, aby bol pracovný proces účinný.

Dané parametre majú zásluhu na potenciálnom zvyšovaní nákladov podniku. Vykonané zmeny a optimalizácia majú veľký vplyv na mzdové náklady, kapitálové náklady a náklady na energie. Nárast produktivity sa neočakáva len v strojárskom priemysle, ale aj chemickom, automobilovom priemysle, pri dodávkach elektrickej energie, poľnohospodárstve a lesníctve a v oblasti IKT (Obr.3).



Obr.3 Vzostupný ekonomický potenciál pre určité odvetvia

Záver

Koncept “Industry 4.0” je veľkým prínosom pre priemysel. Funkčné prepojenie prvkov automatizácie a digitalizácie podniku vytvárajú finančné zisky a následne je zvyšovaná aj kvalita výrobkov a poskytovaných služieb. Je potrebné adekvátne zvážiť množstvo využívaných inovácií konceptu “Industry 4.0” k objemu výroby. V dnešnej dobe je už skoro samozrejmé, že prebieha výmena informácií medzi strojmi a robotami. Zavedením konceptu “Industry 4.0” do podniku sa odstrániť ťažká a životu nebezpečná práca, ktorú pred tým museli vykonávať ľudia, pretože už bude vykonávaná pomocou strojov.

Štvrtá priemyselná revolúcia je veľkou príležitosťou pre všetky podniky, či už sa jedná o malý, stredný alebo veľký podnik, pretože podniky zvýšia konkurencieschopnosť a taktiež aj ziskovosť.

Digitalizácia, ktorá je najviac spájaná hlavne s digitálnym dvojčatom umožňuje lepšie zameranie sa na potreby a požiadavky zákazníka, čo vedie k vyššej spokojnosti zákazníkov.

Koncept “Industry 4.0” prináša prehľad do výroby, pretože autonómne stroje budú vedieť, čo je nutné vykonať, vyrábaný diel bude niesť informácie čo sa na ňom už urobilo a čo sa má ešte vykonať. Procesy vo výrobných podnikoch budú digitalizované a automatizácia bude určovať smer v podniku.

References

- [1] BARTODZIEJ, Christoph Jan. The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler, 2017. ISBN 978-3-658-16502-4.
- [2] ASME: Industry 4.0 and Cloud Manufacturing: A Comparative Analysis [online]. Dostupné na internete: <http://manufacturing-science.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2553191>
- [3] LogForum: DEVELOPING SMART SERVICES BY INTERNET OF THINGS IN MANUFACTURING BUSSINESS [online]. Dostupné na internete: <http://www.logforum.net>



- [4] ACCENTURE: Driving Unconventional Growth through the Industrial Internet of Things [online]. Dostupné na internete: <https://www.accenture.com/us-en/labs-insight-industrial-internet-of-things>
- [4] GILCHRIST, Alasdair. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. Bankgen: Apress, 2016. ISBN 978-1-4842-2046-7.
- [5] TOMEK, Gustav a Věra, VÁVROVÁ. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5.
- [6] DREAMSTIME: Industrial internet of things/ industry 4.0 concept [online]. Dostupné na internete: <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-industrial-internet-things-industry-concept-as-illustration-image59048635>
- [7] GREGOR, M., HODON, R., BIŇASOVÁ, V., DULINA, L., GAŠO, M.: Design of Simulation-Emulation Logistics System. In: MM Science Journal, pp. 2498-2502, (2018).
- [8] DULINA, L., RAKYTA, M., SULIROVA, I., ŠELIGOVA, M.: Improvement of the Production System. In: Smart City 360°. 2nd EAI international Summit: revised selected papers. Ghent: EAI, (2017).
- [9] STRAKA M., KHOURI S., ROSOVA A., CAGANOVA D., CULKOVA K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018
- [10] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: „Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems“. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, , č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768, (2013)

Contact address

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk

Ing. Marek Kliment, PhD.

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: marek.kliment@tuke.sk

Bc. Ján Kopec

Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering, Park Komenskeho 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: jan.kopec@student.tuke.sk