

## PROGRESÍVNE PRÍSTUPY V MANAŽMENTE VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

### PROGRESSIVE APPROACHES IN PRODUCTION SYSTEMS MANAGEMENT

MATEJOV Ľubomír

#### ABSTRAKT

Článok popisuje úvod, históriu, respektíve začiatky automatizácie. Paralely medzi štatistikami vývoja počtu zamestnancov výskumu a vývoja v rôznych vedných sférach a oblastiach, štatistiky sledovania nárastu nákladov na výskum a vývoj priemyselnej výroby, tak ako aj obsadenosť pracovných miest priemyselných odvetví, a teoretickým popisom, vysvetlením základných pojmov a teórie ako takej, zdôvodnením prínosov a nákladov automatizácie a priemyselnej revolúcie 4.0. V článku je taktiež zaradená prípadová štúdia, komparácia dvoch výrobných závodov nadnárodnej spoločnosti, pričom závod v Nemecku je automatizovaný, a závod na Slovensku je poloautomatizovaný. Na záver porovnanie poloautomatizovaný a plnoautomatizovaný lis, výhody, nevýhody, prínosy a náklady.

#### KLÚČOVÉ SLOVÁ

automatizácia, investícia, priemysel, priemyselná revolúcia 4.0, výrobné systémy

#### ABSTRACT

The article describes the introduction, history, and beginnings of automation. Parallels between statistics on the development of R & D personnel in various fields and fields of science, statistics on the increase in costs of research and development of industrial production, as well as the employment of industrial branches and theoretical descriptions, explanations of basic concepts and theory as such, justification of the benefits And costs of automation and industrial revolution 4.0. The article also includes a case study, a comparison of two manufacturing plants of a multinational company, the plant in Germany is automated, and the plant in Slovakia is semi-automated. In conclusion, a semi-automated and fully automated press, advantages, disadvantages, benefits and costs.

#### KEY WORDS

automation, investment, industry, the industrial revolution 4.0, production systems

#### ÚVOD

Automatizácia úplne, respektíve čiastočne eliminuje človeka z procesov manuálnej výroby, z procesov, kde je nevyhnutná prítomnosť človeka. Markantný nárast akosti, konkurencieschopnosti a množstva výrobkov zabezpečuje automatizácia a mechanizácia.

Prvé zmienky o mechanizácii, automatizácii a regulácii pochádzajú už zo starého Egypta, kde za pomoci veľmi jednoduchých mechanických zariadení boli vytvorené automatické systémy na mletie obilia a zavlažovanie polí (Velíšek, Košťál, 2007).

Prvé zmienky o zariadeniach, využívajúcich automatické prvky, siahajú až do antiky. V období približne 50 rokov pred našim letopočtom rímsky architekt Vitruvius, v jedenej zo svojich desiatich kníh o architektúre opísal aj spôsob regulácie výšky hladiny vodných tokov. Ďalšou významnou osobnosťou, zaoberajúcou sa automatizáciou, bol matematik, vynálezca, a najväčší experimentátor staroveku, Herón z Alexandrie, ktorý približne v rokoch 50 až 70 nášho letopočtu zostrojil viacero automatických zariadení, napríklad veterný mlyn alebo predchodkyňu dnešnej parnej turbíny, takzvanú *Herónovu guľu*. Jej činnosť sa zakladá na vytváraní pary, ktorá sa cez dýzy snaží dostať von, pričom prúd tejto pary vytvára rotačný pohyb gule (vedanadosah.cvtisr.sk, 2015).

Históriu automatizácie nepochybne tvoril aj Leonardo da Vinci. Zachovalo sa množstvo jeho dizajnov mechanických zariadení.

Príkladom zavádzania automatizácie do priemyslu koncom 18. storočia je vynález odstredivého regulátora otáčok parného stroja, ktorého autorom je James Watt okolo roku 1775. Rovnako významným pokrokom v priemysle bol tkáčsky stav od Josepha Jacquarda (okolo roku 1800), ktorý ukázal obrovské možnosti programového riadenia strojov v priemysle. Nasledovalo dlhé obdobie zdokonaľovania výrobných strojov, zvyšovala sa úroveň ich mechanizácie a začali sa objavovať prvky automatizácie výrobného procesu, najmä v sériovej a neskôr v hromadnej výrobe. (Oplatek, 2000).

Druhá svetová vojna priniesla okrem hrôz a následkov, ktoré tu zanechala aj nároky na zdokonaľovanie výroby formou mechanizácie a automatizácie. Cieľom bolo postupné nahrádzanie človeka v procese výroby, nárast produktivity priamo úmerný s nárastom kvality výroby. Produkčné mechanizmy sa stávali náročnejšími, z čoho vyplývala požiadavka automatizovať náročné riadiaco-obslužné funkcie strojov.

Rozvoj pružnej automatizácie, ktorá umožní efektívnu automatizáciu aj pri malom počte vyrábaných kusov začal v 50. rokoch 20. storočia. Prvý obrábací stroj s NC riadením bol predstavený v septembri 1952 v USA. Nástup mikroprocesorov v 70. a 80. rokoch 20. storočia umožnil, aby množstvo zariadení využilo mikroprocesor na svoje vlastné automatické riadenie. Mikroprocesor vytvoril možnosť vzniku pružnej automatizácie, kde k zmene automatizovaných funkcií stačí len rýchla výmena riadiaceho programu v pamäti riadiaceho počítača. Hromadná výroba štandardných elektronických obvodov používaných v týchto riadiacich systémoch a ich vysoká spoľahlivosť umožnila prudký pokles cien tohto druhu automatizačnej techniky, a tým aj jej veľké rozšírenie (Velíšek, Košťál, 2007).

## **AUTOMATIZÁCIA A MECHANIZÁCIA**

Dobu, ktorú začala pred zopár rokmi, je možné klasifikovať ako dobu plnú technologických inovácií, nielen v rôznych sférach na poli elektroniky, kde sa o prvenstvo bijú dvaja giganti Apple a. s. a Samsung s. r. o., ale najmä v oblasti produkcie, v podobe automatizácie výroby.

Už len podľa (Slovstat, 2017) je badateľný medziročný priemerný percentuálny nárast zamestnancov výskumu a vývoja v nasledujúcich sektoroch:

- a. Podnikateľský sektor,
- b. Vládny sektor,
- c. Sektor vysokých škôl,
- d. Súkromný neziskový sektor.

Tabuľky 1, 2, 3, a 4 zobrazujú počet pracovníkov v odvetví výskumu a vývoja v jednotlivých sektoroch vo vednej oblasti – technické vedy. Na základe údajov v tabuľkách je možné zhodnotiť, že nárast zamestnancov nebol kontinuálny, a že dochádzalo nepravidelne k striedaniu rastu a poklesu nárastu zamestnancov, kým sa dostal vývoj procesu do roka 2015. V sektoroch – podnikateľský sektor, vládny sektor a sektor vysokých škôl, priemerný medziročný percentuálny nárast zamestnancov sa pohybuje na úrovni od 1 – 5%, pričom v súkromnom neziskovom sektore bol markantný priemerný ročný percentuálny nárast, a to o 261%.

**Tab. 1** Štatistika vývoja počtu zamestnancov výskumu a vývoja vo sfére podnikateľský sektor – vedná oblasť: Technické vedy, zdroj: vlastné spracovanie

Podnikateľský sektor - vedná oblasť: Technické vedy			
Rok	Počet pracovníkov v odvetví	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [počet osôb]	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [%]
2015	5292	809	18
2014	4483	631	16
2013	3852	-46	-1
2012	3898	168	5
2011	3730	12	0
2010	3718	700	23
2009	3018	-224	-7
2008	3242	264	9
2007	2978	-235	-7
2006	3213	-43	-1
2005	3256	295	10
2004	2961	190	7
2003	2771	0	0
<i>Priemerný 5% medziročný rast zamestnancov</i>			

**Tab. 2** Štatistika vývoja počtu zamestnancov výskumu a vývoja vo sfére vládny sektor – vedná oblasť: Technické vedy, zdroj: vlastné spracovanie

Vládny sektor - vedná oblasť: Technické vedy			
Rok	Počet pracovníkov v odvetví	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [počet osôb]	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [%]
2015	468	-48	-9
2014	516	-12	-2
2013	528	-173	-25
2012	701	19	3
2011	682	-20	-3
2010	702	2	0
2009	700	71	11
2008	629	34	6
2007	595	-84	-12
2006	679	-52	-7
2005	731	160	28
2004	571	-9	-2
2003	580	0	0
<i>Priemerný 1% medziročný pokles zamestnancov</i>			

**Tab. 3** Štatistika vývoja počtu zamestnancov výskumu a vývoja vo sfére sektor vysokých škôl – vedná oblasť: Technické vedy, zdroj: vlastné spracovanie

Sektor vysokých škôl - vedná oblasť: Technické vedy			
Rok	Počet pracovníkov v odvetví	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [počet osôb]	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [%]
2015	4864	-157	-3
2014	5021	-352	-7
2013	5373	-74	-1
2012	5447	-272	-5
2011	5719	383	7
2010	5336	205	4
2009	5131	1460	40
2008	3671	-219	-6
2007	3890	372	11
2006	3518	-28	-1
2005	3546	66	2
2004	3480	343	11
2003	3137	0	0
<i>Priemerný 4% medziročný rast zamestnancov</i>			

**Tab. 4** Štatistika vývoja počtu zamestnancov výskumu a vývoja vo sfére súkromný neziskový sektor – vedná oblasť: Technické vedy, zdroj: vlastné spracovanie

Súkromný neziskový sektor - vedná oblasť: Technické vedy			
Rok	Počet pracovníkov v odvetví	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [počet osôb]	Ročný nárast/pokles počtu pracovníkov [%]
2015	45	23	105
2014	22	-15	-41
2013	37	2	6
2012	35	0	0
2011	35	-16	-31
2010	51	46	920
2009	5	-12	-71
2008	17	2	13
2007	15	3	25
2006	12	-4	-25
2005	16	-64	-80
2004	80	77	2567
2003	3	0	0
<b>Priemerný 261% medziročný rast zamestnancov</b>			

**Tab. 5** Štatistika vývoja rastu výdavkov na výskum a vývoj vo sfére priemyselnej výroby a vývoja, zdroj: vlastné spracovanie

Priemyselná výroba a technológia - výdavky na výskum a vývoj			
Rok	Výdavky [€]	Ročný nárast/pokles výdavkov [€]	Ročný nárast/pokles výdavkov [%]
2015	227490,760	46304,330	26
2014	181186,430	-20838,850	-10
2013	202025,280	47469,850	31
2012	154555,430	37853,290	32
2011	116702,140	-19923,784	-15
2010	136625,924	46037,882	51
2009	90588,042	20539,181	29
2008	70048,861	6886,244	11
2007	63162,617	1932,583	3
2006	61230,034	0	0
<b>Priemerný 16% medziročný rast výdavkov na výskum a vývoj</b>			

Nárast počtu zamestnancov je úmerný vývoju rastu a poklesu výdavkov na vedu a výskum, čo pri pohľade na tabuľku 5 znázorňujú čísla. Pri vysvetľovaní hodnôt v jednotlivých tabuľkách 1 – 5, je možné skonštatovať, že sa jednotlivé odvetvie priemyslu a všetky hlavné sektory národného hospodárstva snažia vynakladať finančné prostriedky na vedu a výskum.

**Tab. 6** Priemerný počet zamestnaných osôb podľa kategórií a špeciálnych zoskupení priemyselných odvetví klasifikácie ekonomických činností (SK NACE Rev.2) v osobách, indexy, zdroj: vlastné spracovanie

Priemerný počet zamestnaných osôb podľa kategórií a špeciálnych zoskupení priemyselných odvetví klasifikácie ekonomických činností (SK NACE Rev.2) v osobách, indexy		
Rok	Osoby	Indexy, romr = 100
2016	482500	104,1
2015	463606	102,2
2014	453535	101,8
2013	445301	99,1
2012	449126	99,4
2011	452006	105,0
2010	430658	96,2
2009	447685	84,0
2008	532853	-

Pri pohľade na tabuľku 6 je zrejmé, že počet zamestnancov v oblasti priemyselnej výroby poklesol z roka 2008, kedy počet zamestnancov dosahoval sumu 532 853 na hodnotu 482 500, čo predstavuje pokles približne o 9,5 %. Rovnakú vypovedaciu hodnotu má aj tabuľka 7, ktorá naopak, zobrazuje voľné pracovné miesta v pracovnej sfére – priemyselná výroba.

**Tab. 7** Voľné pracovné miesta podľa ekonomických činností (SK NACE Rev. 2) indexy a miera voľných pracovných miest - priemyselná výroba, zdroj: vlastné spracovanie

Voľné pracovné miesta podľa ekonomických činností (SK NACE Rev. 2) indexy a miera voľných pracovných miest - priemyselná výroba			
Rok	Priemyselná výroba	Index voľných pracovných miest (romr = 100)	Miera voľných pracovných miest v [%]
2016	12808	134,5	0,8
2015	9528	115,4	0,6
2014	8328	139,6	0,6
2013	6022	96,5	0,4
2012	6436	84,3	0,5
2011	7595	103,3	0,6
2010	7386	128,2	0,6
2009	5895	32,6	0,4
2008	18918	0,0	1,1

#### PRIEMYSELNÁ REVOLÚCIA 4.0

Svet ako taký, sa neustále vyvíja, míľovými krokmi sa posúva vpred, inovuje sa. Evolúcia posúva kvalitu života na vyššiu úroveň. Je neudržateľné, neprispôsobovať sa súčasnému pokroku, neudržiavať kontakt „s dobou“! Pri vnímaní pokroku vo vzťahu k organizácii, držať sa starých, zaužívaných pravidiel, postupov, procesov, predstavuje pre firmu z každého hľadiska stratu, a každú sekundu sa prehlbujúcu čoraz väčšiu dieru, vzdialenosť, respektíve dištanciu, dobehnúť rozbehnutý vlak priemyselnej revolúcie.

Technologická revolúcia je predo dvermi, pričom jej príchod a následná aplikácia významne ovplyvní všetky oblasti pracovného, tak ako aj osobného života a komunikácie. Veľkosťou a rozsahom nebude možné vykonať akúkoľvek komparáciu s jej predchodcami z minulosti. Vývoj technologickej zmeny nie je v súčasnosti možné predpovedať, ale s určitosťou je možné vysloviť tvrdenie, bude nevyhnutné, aby následná odozva bola úplná a celistvá, realizovaná celosvetovo a zahŕňala všetky zainteresované strany, od profesionálnej sféry po tú osobnú.

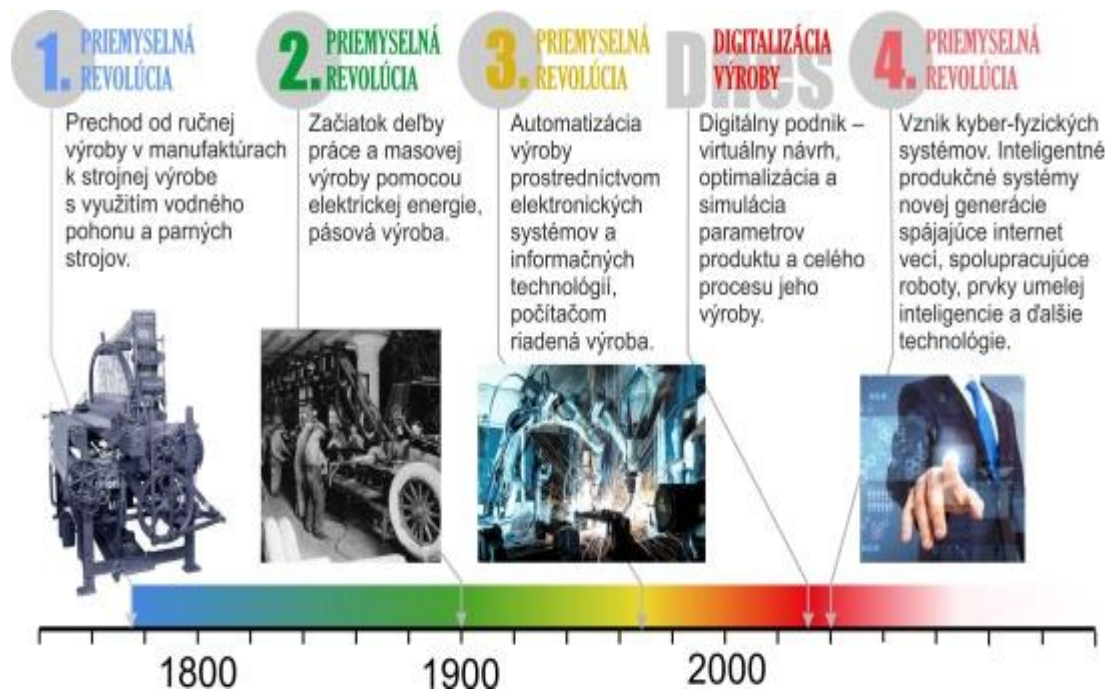
Nastupuje štvrtá priemyselná revolúcia, klasifikovaná ako digitálna revolúcia, ktorej začiatok sa počíta približne od 50tych rokov 20. storočia. Definuje sa prepojením technológií, mažúcimi bariéry medzi hmotnými, digitálnymi a vedeckými odborníkmi.

„Existujú tri dôvody, prečo sa dnešná transformácia predstavuje nielen ako predĺženie tretej priemyselnej revolúcie, ale skôr príchod štvrtej a to:

- a. Rýchlosť,
- b. Rozsah,
- c. Vplyv systémov“ (industry4.sk).

Intenzitu aktuálnych vynálezov je absolútne nemožné vzťahovať k akejkoľvek predchádzajúcej prípadovej štúdii z minulosti. Súčasná priemyselná revolúcia sa vyvíja oveľa rýchlejšie ako uplynulé revolúcie. Oblasť, ktorú pokrýva, zasahuje do všetkých odvetví priemyslu, v každej krajine celosvetovo. Rozsah a hĺbka transformácie je tak rozmerná, že nielen čiastkové zmeny budú nevyhnutné, ale aj bude potrebná komplexná obmena produkčnej sústavy a manažmentu. Žijeme v dobe informačných technológií, kde miliardy bežných ľudí disponujú technológiami s okázalým výkonom, že majú okamžitý prístup

k akejkoľvek databáze informácií s neobmedzenými úložnými možnosťami zosilnenými objavmi na poli informatiky a informačných technológií.



Obr. 1 Od prvej k štvrtej priemyselnej revolúcii, zdroj: vedanadosah.cvtisr.sk, 2016

## AUTOMATIZÁCIA A MECHANIZÁCIA

### ZÁKLADNÉ POJMY

**Automatizácia** – proces zavádzania automatických strojov a zariadení (v užšom slova zmysle nahrádzania ľudského činiteľa strojmi) či už vo výrobnom procese, v sektore služieb, domácnosti a pod (www.avir.sk, 2017).

**Komplexná automatizácia** – plne mechanizovaný proces, ktorý je automaticky riadený. Funkcia človeka spočíva len v strategickom riadení a kontrole (Velíšek, Košťál, 2007).

**Priemyselný robot** – automaticky riadený, programovateľný, viacúčelový manipulátor pre činnosť v troch alebo viacerých osiach (ISO 8373:1994).

„V dnešnej dobe sa skoro v každej výrobe používa mechanizácia a automatizácia. Mechanizácia sa chápe ako nahrádzovanie ručných pracovných prostriedkov strojmi a mechanizmami. Automatizácia má za úlohu zabezpečovať dopravu, skladovanie a manipuláciu, ale hlavne synchronizáciu a koordináciu všetkých procesov podieľajúcich sa na pohybe tovaru, materiálu, ľudí a informácií. Dôležité je naučiť sa efektívne rozhodovať o použití metód, techník a postupov pri navrhovaní systémov automatizácie, ich projektovaní a nasadzovaní a pri analýze prevádzkových stavov systémov a bezpečnosti ich prevádzky. Pomocou získaných vedomostí v oblasti mechanizácie a automatizácie je možné uplatniť sa vo výskume, vývoji a projekcii riadiacich a automatizačných systémov, pri návrhu systémov informačného zabezpečenia v technicko-ekonomických a manažérskych podmienkach a v oblasti riadenia zložitých technických systémov“ (Javorová, Matúšová, 2006).

Sekvenciou krokov riešenia úlohy a následne riadenie týchto krokov je možné charakterizovať ako automatizáciu.

**„Prínosy automatizácie:**

- a. zefektívnenie práce,
- b. ďalšia možnosť optimalizácie procesov, možnosť spätnej kontroly vykonaných krokov,
- c. flexibilita pri zavádzaní procesných zmien, formalizácia procesov“ (Javorová, Matúšová, 2006).

**VÝZNAM MECHANIZÁCIE A AUTOMATIZÁCIE**

- a. Zjednodušenie výroby,
- b. Zvýšenie kvality a produktivity výroby,
- c. Oslobodenie pracovníkov od fyzicky únavnej práce, alebo práce v škodlivom či
- d. Nebezpečnom prostredí,
- e. Úspora pracovných síl,
- f. Zníženie nákladov na výrobu (Velíšek, Košťál, 2007).

**ROZVOJ PRUŽNÝCH AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMOV (PVS)**

Ako uvádza (Rybanský, Drahňovský, 2009) „rozvoj pružných automatizovaných výrobných systémov v našich strojárskych podnikoch zahŕňa predovšetkým tieto priemyselné odbory:

- a. obrábacie a tvarovacie stroje,
- b. textilné a polygrafické stroje,
- c. stroje pre automobilový priemysel,
- d. cestné a stavebné stroje,
- e. výrobu nástrojov, strojov a zariadení pre poľnohospodársku výrobu,
- f. gumárenské stroje, atď“.

„Na rozdiel od porovnateľnej zahraničnej technológie sa PVS zavádzané v našom strojárstve vyznačujú väčším počtom technologických pracovísk, rozsiahlym používaním výškových skladov a regálových zakladačov a väčším súborom opracúvaných súčiastok. V hospodárstve však doteraz citelne chýbajú spoľahlivé technické prostriedky riadenia a väzby na predvýrobnú etapu“ (industry4.sk, 2017).

Rozhodujúcou úlohou aplikácie pružnej automatizácie strojárenského priemyslu Slovenskej republiky je rozmach kvality výrobkov, produktivity práce, zníženie fyzickej námahy, psychickej únavnosti práce a uvoľnenie pracovných síl. Prostriedkom, ako to dosiahnuť je hospodárska decentralizácia, ktorej dôsledkom bude samobytnosť v otázkach investícií a následných inovácií.

„V Európe a Japonsku poprední riadiaci pracovníci pokladajú automatizáciu skôr za dlhodobý strategický proces. V USA, kde sa praktizujú štvrťročné hlásenia o komerčných úspechoch, sa sústreďujú výrobcovia na krátkodobejšie ciele a výsledky. V európskych krajinách je väčšinou inštalácia modernej techniky subvencovaná až 20% zo štátnych alebo verejných prostriedkov, je tu ale podmienka, že v závodoch musia byť inštalované stroje tuzemskej výroby“ (industry4.sk, 2017).

Primárnym cieľom pri dizajne priemyselných, respektíve pružných výrobných systémov je automatizovaná prevádzka.

Niekoľko posledných rokov možno charakterizovať ako roky priemyselných investícií na pôde Slovenskej republiky. Jednotlivé vklady industriálnych podnikov sa v prevažnej väčšine zameriavajú na automobilový priemysel. Kapitál, pritekajúci z pasív nadnárodných spoločností je prerozdeľovaný medzi nové investície, respektíve, možno ho rozvrstviť a následne distribuovať dvoma smermi: Na jednej strane ide o nové investície, sú to vklady podnikov, ktoré predtým na území Slovenskej republiky nerealizovali svoje podnikateľské

plány, ako napríklad Jaguar Land Rover v regióne Nitra, a Amazon v lokalite Sereď. Naproti tomu, spoločnosti, ktoré konkretizujú vlastné obchodné ciele niekoľko rokov, čiže rozširujú výrobné portfólio o nový produkt, prostredníctvom prichádzajúcich finančných prostriedkov generovaných prerazovaním zisku predstavenstvom a investičných stimulov vytváraných a schvaľovaných Vládou Slovenskej republiky. Medzi firmy, ktoré v súčasnosti rozširujú výrobný program, teda, formujú podmienky, a zároveň vykonávajú proces alokácie zdrojov pre budúci rast podniku, je možné zaradiť ZF Slovakia, a. s. a PCA Slovakia, s. r. o.. Proces investovania zahŕňa veľké množstvo aktivít, ktoré by mohli byť generalizované, respektíve, všetky aktivity, by mohli byť zovšeobecnené, súhrnne pomenované pojmom transformačný proces podniku. Je nevyhnutné, aby všetky veličiny, zabezpečujúce funkciu transformačného procesu podniku, boli pripravené v požadovanej kvalite, množstve, a čo je najpodstatnejšie, všetky vstupy musia byť na realizáciu pripravené včas. Medzi výrobné faktory možno zaradiť: pôda, ľudia, kapitál.

Ľudské zdroje predstavujú jeden z troch hlavných základných vstupných pilierov do transformačného procesu podniku. Súčasná podniková prax sa snaží vysporiadať s problémom nedostatku kvalifikovanej pracovnej sily. Príčin je mnoho. Nízke platové ohodnotenie, vysoká fluktuácia zamestnancov, nespokojnosť s prácou, neodbornosť, respektíve nedostatočná kvalifikácia zamestnancov, zamestnancov práca nezaujima. Podniky, sa snažia riešiť tento problém pri vyčerpaní možností personálneho oddelenia priamo v spoločnosti, prostredníctvom personálnych agentúr, respektíve, snažia sa pritiahnúť pracovnú silu zo zahraničia, kde je mzda stále nižšia ako na Slovensku. Veľakrát sa toto riešenie neosvedčilo.

Pobočky medzinárodných spoločností, realizujúce podnikateľské aktivity na území Slovenskej republiky, v značnej miere využívajú na obsluhu strojov ľudský faktor. V prevažnej väčšine sa napriek pokročilej automatizácii stále používajú na výrobu produktov manuálne a poloautomatizované výrobné linky. Príčinou, prečo nie sú implementované plne automatizované linky, je ich vysoká cena a lacná pracovná sila.

## **NÁKLADY MECHANIZÁCIE A AUTOMATIZÁCIE**

- a. Náklady na odborníkov, ktorí sa podieľajú na jednotlivých činnostiach pri spracovaní návrhu a jeho realizácie,
- b. Náklady na nákup jednotlivých automatizačných prostriedkov,
- c. Náklady na stavebné úpravy,
- d. Náklady na školenie pracovníkov,
- e. Náklady na úpravu už existujúcich výrobných procesov,
- f. Náklady na skúšobnú prevádzku,
- g. Prevádzkové náklady a materiál,
- h. Poplatky za rôzne konzultácie, poradenstvo atď.,
- i. Prípadné ďalšie náklady (Velíšek, Košťál, 2007).

## **PRÍNOSY MECHANIZÁCIE A AUTOMATIZÁCIE**

- a. Skrátenie priebežných časov a zvýšenie pružnosti výroby,
- b. Zvýšenie kvality výroby,
- c. Vysoká produktivita,
- d. Zníženie výrobných nákladov,
- e. Zvýšenie stability výrobného procesu,
- f. Optimalizácia výrobného procesu,
- g. Rýchle a aktuálne informácie o stave výrobného procesu,
- h. Ďalšie prínosy (Velíšek, Košťál, 2007).



**Tab. 8** Porovnanie výhod a nevýhod poloautomatizovaného a plnoautomatizovaného lisu, poloautomatizovanej montážnej linky a plnoautomatizovanej montážnej linky, zdroj: vlastné spracovanie

<b>Lisovanie</b>			
<b>Závod Slovenská republika</b>		<b>Závod Nemecko</b>	
<b>Poloautomatizovaný lis</b>		<b>Automatizovaný lis</b>	
<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Nižšia investícia	-	-	Vyššia investícia
-	Kontrola kvality - operátor	Kontrola kvality - robot	-
-	Odkladanie výliskov - operátor	Odkladanie výliskov - robot	-
-	Odkladanie nepodarkov - operátor	Odkladanie nepodarkov - robot	-
-	Manipulácia prepravky - operátor	Manipulácia prepravky - robot	-
-	Sledovanie poruchovosti stroja - operátor	Sledovanie poruchovosti stroja - robot	-
-	Nižšia kvalita produkcie	Vyššia kvalita produkcie	-
-	Nižšia rýchlosť výroby	Vyššia rýchlosť výroby	-
-	Operátor - žiadúci	Operátor - nežiadúci	-
-	Riadiaci pracovník - nežiadúci	Riadiaci pracovník - žiadúci	-
-	Vyššie mzdové náklady	Nižšie mzdové náklady	-
-	Žiadna signalizácia poruchy	Signalizácia poruchy	-
-	Nižšia bezpečnosť	Vyššia bezpečnosť	-
-	Nepredprogramovaný čas trvania cyklu	Predprogramovaný čas trvania cyklu	-
-	Vznikajú odchýlky trvania cyklu	Nevznikajú odchýlky trvania cyklu	-
<b>Montážna linka</b>			
<b>Poloautomatizovaná linka</b>		<b>Automatizovaná linka</b>	
<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Nižšia investícia	-	-	Vyššia investícia
-	Nižšia rýchlosť výroby	Vyššia rýchlosť výroby	-
-	Vyšší počet operátorov	Nižší počet operátorov	-
-	Vyššie mzdové náklady	Nižšie mzdové náklady	-

Tabuľka 8 - Porovnanie výhod a nevýhod poloautomatizovaného a plnoautomatizovaného lisu, poloautomatizovanej montážnej linky a plnoautomatizovanej montážnej linky, zobrazuje porovnanie výhod a nevýhod poloautomatizovaných a plnoautomatizovaných strojov, respektíve strojové vybavenie nadnárodnej spoločnosti dvoch rôznych pobočiek, pričom, jeden závod sa nachádza na Slovensku a druhý je situovaný v Nemecku. Z tabuľky možno jednoznačne vyčítať, že výhody plnoautomatizovaných strojov, napriek omnoho vyššej kúpnej cene, jednoznačne prevyšujú výhody poloautomatizovaných strojov, bez ohľadu na to, či sa jedná o lisovaciu jednotku alebo montážnu linku. Čo sa týka plnoautomatizovaných lisov, medzi hlavné výhody je možné zaradiť faktor, že na úlohy druhu – kontrola kvality, odkladanie výliskov, odkladanie nepodarkov, manipulácia prepravky a sledovanie poruchovosti stroja, tak ako aj samotná prítomnosť operátora, vykonávajúceho jednotlivé úlohy, nie je potrebná. Okrem toho, ako ďalšiu výhodu je možné kategorizovať vyššiu kvalitu produkcie. Kontrola kvality je realizovaná laserovou technológiou, čiže je minimálna šanca, že bude medzi kvalitatívne správne produkty zaradený nepodarok, ktorý má iba nepatrný povrchový nedostatok, avšak zákazníkom vnímaný ako kvalitatívne nedostačujúci, čo by ľudským okom mohlo zostať nepovšimnuté a vznikla by reklamácia. Potom vyššia rýchlosť výroby. Predprogramované procesy, presne definované pohyby ramena robota, trvanie cyklov jednotlivých procesov je v

porovnaní s trvaním cyklov operátora nižší a na základe programu nevznikajú odchýlky. Jednou z ďalších výhod je prítomnosť riadiaceho pracovníka. Vzhľadom na to, že ide o plnoautomatizované lisovacie jednotky, ich činnosť je monitorovaná z riadiaceho strediska, to znamená, v prípade signalizácie poruchy, je možné okamžite zastaviť lis, a zamedziť tak výraznejšiemu poškodeniu stroja. Prítomnosť riadiaceho pracovníka a riadenie činnosti strojov, dovoľuje neprítomnosť operátora pri lise, jeho úplné odstránenie z výrobného procesu a z toho vyplývajúce podstatné zníženie mzdových nákladov.

Pri všetkých týchto zariadeniach sa dostáva do popredia otázka spoľahlivosti a schopnosti zabrániť havárii v prípade poruchy v priebehu automatickej činnosti. Z toho vyplýva požiadavka na rozvoj technickej diagnostiky (Oplatek, 2000).

Úlohou inžiniera je analyzovať používané a aj novo navrhnuté pracovné postupy, na nájdenie najlepšieho spôsobu na vykonanie danej práce (optimálneho pracovného postupu). Za najlepší pracovný postup sa všeobecne považuje ten, pri ktorom sú minimalizované náklady potrebné na výkon. Snahou je, aby jednotlivé pracovné úkony boli čo najkratšie a najjednoduchšie, aby sa dali ľahko naučiť a zároveň vyžadovali minimálne vynaloženie ľudskej sily (Velíšek, Košťál, 2007).

Napriek dodržiavaniu pravidiel bezpečnosti a zdravia pri práci, a pri zohľadnení práce pri lise, je veľa možností, ako sa môže prihodiť pracovný úraz. Plnoautomatizovaný lis si možno predstaviť ako uzavretý priestor, plochu, respektíve oblasť, v ktorej prebiehajú jednotlivé pracovné úkony. Do tohto priestoru je zákaz vstupu počas produkčných operácií, tak ako aj samotné usporiadanie, uloženie častí lisu a linky nedovoľujú vstúpiť do pracovného priestoru. Údržba sa môže vykonávať iba v stave, keď nie je lis zapojený do pracovného procesu, čo zvyšuje bezpečnosť a minimalizuje riziko pracovného úrazu.

Veľmi dobrým príkladom, respektíve ako lepšie obrazne vyjadriť výhody a nevýhody polo a plno automatizovaných strojov, je vhodné porovnanie dvoch pobočiek s rovnakým výrobným programom nadnárodnej priemyselnej spoločnosti, ktorej jedným z bodov portfólia je výroba vonkajších a vnútorných spätných zrkadiel, a smeroviek do vonkajších spätných zrkadiel. Ide o pobočky, z ktorých jedna sídli na Slovensku, v ktorej sa používajú poloautomatizované lisy a poloautomatizované montážne linky, naproti tomu závod sídliaci v Nemecku, ktorého strojový park je založený výlučne na plnoautomatizovaných strojoch. Proces výroby zrkadiel v spoločnosti funguje nasledovným spôsobom. Zrkadlá a smerovky sa skladajú z rôznych typov komponentov, avšak, zväčša, nosná časť zrkadla, je poskladaná z plastových dielov. Oba závody majú produkčné – strojové vybavenie – lisovacie jednotky a kapacity na výrobu plastových 1K komponentov. Každý lis v slovenskom závode je obsluhovaný jedným operátorom. Operátor, je okrem dodržiavania zásad BOZP a Kamishibai princípov a pravidiel zodpovedný za kontrolu jednotlivých výliskov, odkladanie výliskov, odkladanie nepodarkov, manipuláciu s prepravkami a odloženie na miesto, z ktorého sú potom premiestňované do skladu, a v tom momente pripravené na expedíciu k zákazníkom. Okrem toho, sa venuje obsluhu stroja v kontexte zabezpečenia plynulej dodávky materiálu potrebného pre lisovanie – granulátu a sleduje, či je lis v poriadku, to znamená, či nie je významne poškodený a je schopný poskytovať správnu funkciu. Na druhej strane, na rozdiel od slovenského závodu, je lisovanie v nemeckom závode plno automatizované. Konkrétny lis, nie je obsluhovaný žiadnym operátorom. Všetko je riadené programom, respektíve pracovníkom, ktorý sleduje a riadi pracovný proces z prostredia hardvérového a softvérového vybavenia.

V porovnaní s nemeckým závodom, nie je potrebná úloha operátora, zameraná na kontrolu kvality lisovaných dielov, pretože je uskutočňovaná robotom a laserovou technológiou. Nie je potrebná úloha operátora odkladať výlisky a nepodarky na miesto na to určené, pretože je tento úkon realizovaný ramenom robota. Nie je potrebná manipulácia operátora s prepravkami. Plynulosť dodávania materiálu na lisovanie je analyzovaná

prostredníctvom senzorov, tak ako aj poruchovosť stroja. Výlisky spĺňajúce požiadavky kvality sú odosielané do skladu a pripravené na expedíciu.

Slovenský závod má kapacitu 23 lisovacích jednotiek, to znamená že na jednej zmene pri plnej prevádzke je potrebných 23 operátorov. Lisovňa v nemeckom závode je schopná pokryť potrebu 23 operátorov jedným riadiacim pracovníkom.

## **ZÁVER**

Cieľom článku bolo poukázať na súčasnú situáciu, zvýšenie respektíve nárast počtu investícií v Slovenskej republike. Dôvody, prečo sa nadnárodné spoločnosti rozhodujú investovať je predovšetkým lacná pracovná sila. Avšak, v priemyselných podnikoch sa v súčasnosti alarmujúco navyšuje problém nedostatku ľudský výrobných zdrojov. Príčiny sú rôzne. Napriek tomu, existuje riešenie, ktoré by bolo zo začiatku finančne náročnejšie, ale vyriešilo by, respektíve minimalizovalo by problém nedostatku vstupu do transformačného procesu podniku. Riešením by bolo nahradenie poloautomatizovaných strojov plnoautomatizovanými, kde by prišlo k minimalizácii počtu potreby výrobných pracovníkov, znížili by sa mzdové náklady, skrátili sa výrobné cykly, prišlo by k zníženiu potreby počtu operátorov na montážnych linkách, pričom redukcia nákladov, by minimalizovala riziko zvýšenej investície pri kúpe plnoautomatizovanej linky.

Ako konštatuje (Rybanský, Drahňovský, 2009) „na základe skúseností v uvedených krajinách možno konštatovať, že zavedením pružných výrobných systémov sa dosiahlo skrátenie dodávateľských termínov o 70%, také isté je i percento zníženia počtu strojov, zvýšenie využitia strojov stúplo o 45%, zníženie výdavkov na kvalitu výroby a zníženie obežných prostriedkov dosiahlo 50%, zaznamenalo sa 25%-né zníženie prestojov na jednotku produkcie.

V súčasnosti sa moderné výrobné závody vyznačujú vysokou pružnosťou, vysokou výrobosťou a malou mierou účasti človeka na bezprostrednej transformácii materiálu na výrobok. Príkladom môžu byť veľké automobilky, ktoré vyrábajú niekoľko stotisíc automobilov ročne a pritom každý vyrobený automobil môže byť v podstate unikátny (Velíšek, Košťál, 2007).

Súčasným trendom v oblasti automatizácie je prepájanie jednotlivých riadiacich počítačov do lokálnych počítačových sietí, kde môžu spolu komunikovať a vzájomne koordinovať svoju činnosť s cieľom zefektívniť celý výrobný proces a nie len jeho jednotlivé časti (Oplatek, 2000).

„Skúsenosti uvádzajú, že zavedením pružných výrobných systémov sa dosiahlo 200 až 250-násobné zvýšenie produktivity práce, o 15–20% sa zvýšila návratnosť investícií a o 20–30% sa znížilo množstvo obežných prostriedkov. Koeficient využitia strojov vzrástol o 35–40% a zmienosť z 1,6 na 2,5 až 2,8. Skúsenosti z minulých rokov u nás ukazujú, že pomocou pružných výrobných systémov sa dosiahlo zvýšenie produktivity práce až na 300 %, zvyšuje sa využitie zariadení a strojov na 17 až 20 hodín denne a čas návratnosti investícií je 1,5 až 3 roky“ (Rybanský, Drahňovský, 2009).

## **ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV**

RYBANSKÝ, R. – DRAHŇOVSKÝ, J., 2009. *Manažment výroby II*. Trnava: AlumniPress. 206 s. ISBN 978-80-8096-085-8.

*Štatistika vývoja počtu zamestnancov*. 2015. [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné na internete: <http://www.slovstat.sk/>

Výdavky na výskum a vývoj. 2015. [online]. [cit. 2017-02-24]. Dostupné na internete: [http://www.statistics.sk/pls/elisw/objekt.send?uic=745&m\\_sso=7&m\\_so=13&ic=86](http://www.statistics.sk/pls/elisw/objekt.send?uic=745&m_sso=7&m_so=13&ic=86)

JAVOROVÁ, A. – MATÚŠOVÁ, M., 2007. *Mechanizácia a automatizácia. Návody na cvičenia*. Trnava: AlumniPress. 174 s. ISBN 978-80-8096-001-8

VELÍŠEK, K. – KOŠŤÁL, P., 2007. *Mechanizácia a automatizácia*. Bratislava: Vydavateľstvo STU. 187 s. ISBN 978-80-227-2753-2.

LACKO, B. a kol., 2000. *Automatizace a automatizační technika 1*. Praha: Computer Press.

OPLATEK, F a kol., 2000: *Automatizace a automatizační technika 4*. Praha: Computer Press.

Štvrťá priemyselná revolúcia. 2016. [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné na internete: <http://vedanadosah.cvtisr.sk/stvrta-priemyselna-revolucia>

Automatizácia – základné pojmy. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné na internete. <http://www.avir.sk/download/zsar02.pdf>

ISO 8373:1994. Manipulačné priemyselné roboty – slovník.

### **Kontaktné údaje na autora:**

**Ing. Ľubomír Matejov**

Slovenská technická univerzita v Bratislave,  
Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave,  
Ústav priemyselného inžinierstva a manažmentu;  
Jána Bottu 25, 917 24 Trnava, Slovak Republic;  
e-mail: [lubomir.matejov@stuba.sk](mailto:lubomir.matejov@stuba.sk)

