Priemysel 4.0 v podmienkach automobilového priemyslu – nové riziká

Industry 4.0 in the Conditions of the Automotive Industrie – New Risks

Juraj Sinay*, Zuzana Kotianová, Juraj Glatz

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta

ABSTRAKT

Automobilový priemysel je rozhodujúcim priemyselným odvetvím a hybnou silou rozvoja národných ekonomík vyspelých štátov sveta. Potenciál Priemysel 4.0 poskytuje príležitosti pre zvyšovanie efektivity výrobných a distribučných procesoch. Tým sa vytvárajú podmienky na kvalitu konečného produktu vo forme automobilu podľa potrieb zákazníka. Na ich realizáciu je potrebná aplikácia na využívanie potenciálu automatizácie prostredníctvom procesov digitalizácie. Formulujú sa nové požiadavky na podniky, ktoré musia prispôbovať svoju činnosť zmenám. Zmeny, ktoré nastali v automobilovom priemysle sa odzrkadľujú vo vysokej automatizácii procesov, čo sa premieta do požiadaviek na zmenu riadenia, najmä potreby on-line sledovania výroby automobilov. Tieto postupy prispievajú k zníženiu rizík v rámci životného cyklu automobilov. Vytvárajú sa podmienky pre vhodné pracovné prostredie zamestnancov, ktorí sú zárukou kvalitného automobilu na konci výrobného procesu.

Kľúčová slova: automobilový priemysel, životný cyklus, bezpečnosť, priemysel 4.0, snímače.

ABSTRACT

The automotive industry is a decisive industry and a driving force for the development of the national economies of the developed countries of the world. The potential of Industry 4.0 provides opportunities to increase the efficiency of production and distribution processes. This creates conditions for the quality of the final product in the form of a car according to the customer's needs. For their implementation, an application is needed to use the potential of automation through digitization processes. New requirements are being formulated for companies that need to adapt their activities to change. The changes that have taken place in the automotive industry are reflected in the high automation of processes, which is reflected in the requirements for change of management, especially the need for online monitoring of car production. These practices contribute to reducing risks throughout the life cycle of cars. Conditions are being created for a suitable working environment for employees, who are a guarantee of a quality car at the end of the production process.

Keywords: automotive industrie, life cycle, safety, industry 4.0, sensors.

1. ÚVOD

Automobil je v súčasnej dobe fenomén, s ktorým je každý deň konfrontovaných viac ako 1/3 a v niektorých krajinách sveta až 1/2 polovica obyvateľstva našej planéty. Automobilový priemysel je rozhodujúcim priemyselným odvetvím a hybnou silou rozvoja ekonomík vyspelých štátov. Výroba automobilov je zdrojom pracovných príležitostí pre občanov vo všetkých vyspelých krajinách sveta. Vytvárajú sa tak podmienky pre ich plnohodnotný život, napĺňanie životných túžob a tým aj vytváranie podmienok pre udržateľný vývoj spoločnosti.

Požiadavky zákazníkov na kvalitu automobilov podmienili aj zmeny v rámci výrobných a distribučných technológií. Zmeny, ktoré nastali v súčasnej dobe v automobilovom priemysle vychádzajú so

zvyšujúceho sa podielu automatizácie pri jednotlivých výrobných procesoch ako aj v rámci celoživotného cyklu automobilu. Tento trend podmieňuje aplikáciu požiadaviek na zmenu riadenia, najmä potreby on-line sledovania výroby automobilov.

Pomocou procesov digitalizácie sa pripravujú vstupné informácie pre realizáciu automatizácie procesov v rámci životného cyklu konečného produktu. Charakter automobilového priemyslu vo svojom širokom diapazóne výrobných a distribučných technológií vytvára priaznivé možnosti pre aplikáciu Stratégia Priemysel 4.0, so všetkými jej prvkami. Vytvárajú sa tým podmienky pre rozširovanie výrobných kapacít, presadzovanie sa v konkurenčnom prostredí prostredníctvom zvyšovania produktivity a kvality vyrábaných produktov. Súčasťou tohto smerovania je aj aplikácia účinných systémov riadenia rizík vo všetkých etapách životného cyklu

Dodáno do redakcie: 30. 4. 2020

Recenzií řízení: od 12. 5. 2020 do 31. 5. 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2020.2.25>

*Korespondenční adresa: juraj.sinay@tuke.sk

automobilu včítane jeho prevádzky na cestných komunikáciách a ich začlenenie do komplexných manažérskych systémov firiem na úrovni koncových výrobcov OEMs ako aj rôznych stupňoch dodávateľského reťazca kategórie TIER 1 až 3 v súlade s princípom „Bezpečnosť na prvom mieste“ alebo vo svete známy sloganom „Safety first“.

2. PRIEMYSEL 4.0

Pod pojmom *Priemysel 4.0* – obr.1 sa rozumie spôsob riadenia činnosti v rámci technológií, kde výrobné a logistické procesy a v rámci nich stroje a výrobky navzájom komunikujú a organizujú si jednotlivé kroky v rámci výrobného procesu autonómne pri súčinnosti s ľudským faktorom.

Prepojenie jednotlivých subjektov v rámci komplexných výrobných procesov má viesť k zvýšeniu ich produktivity. Tento trend v sebe skrýva šance ale aj riziká. Predovšetkým v dôsledku aplikácie kyberneticko-fyzikálnych systémov, ktorých hlavnou úlohou je sieťovanie človeka prostredníctvom informácií s pracovnými prostriedkami napr. jednotlivými strojmi a prostriedkami internej a vonkajšej logistiky – manipulácie s materiálom. Proces integrácie otvára možnosti pre projektovanie nových typov pracovísk ako aj pracovných procesov.

Priemysel 4.0 zahŕňa predovšetkým:

- prepojenie výrobného procesu s informačno-komunikačnými technológiami tak, aby boli k dispozícii

informácie o všetkých operáciách realizovaných v rámci spoločnosti (firmy) v závislosti na reálnom čase,

- možnosti realizovať požiadavky zákazníka priamo prostredníctvom mobility dát formou komunikácie so strojmi a zariadeniami,
- komunikáciu medzi súčasťami výrobných a distribučných procesov navzájom,
- autonómne získavanie a spracovanie dát na vertikálnej aj horizontálnej úrovni,
- decentralizované riadenie,
- realizovanie výroby prostredníctvom komunikácie medzi polotovarmi a strojovými zariadeniami a manipulačnými prostriedkami.

Cieľom aplikácie Stratégie Priemysel 4.0 je prispieť pomocou komunikácie objektov v systéme človek-stroj k znižovaniu rizík v pracovnom prostredí a tým k zvyšovaniu výkonnosti a pohody zamestnancov pre ich pracovné a ale aj osobné aktivity.

3. SYSTÉMY RIADENIA RIZÍK

Systémy riadenie rizík sa musia prispôbiť zmenám v súvislosti s novým zavedeným modelom priemyslu a priemyselnej výroby. V rámci Priemyslu 4.0 sa riziká nemôžu posudzovať izolovane len pre jednu firmu. Firma sa stáva súčasťou tak horizontálne ako aj vertikálne prepojených výrobných jednotiek, ktoré medzi sebou

Obr. 1 Priemysel 4.0 [5]
Fig. 1 Industry 4.0 [5]

komunikujú pomocou internetu, využívajú cloudovské technológie na spracovanie údajov, najčastejšie vo forme Big Data.

Spoločné procesy zamerané na zaistenie komplexnej bezpečnosti v smart fabrikách sú zamerané na oblasti ako systémový prístup, definovanie ohrození (hrozieb), aplikácia analýz rizík, realizácia navrhnutých opatrení na ich minimalizáciu alebo elimináciu rizík a ich validácia. Je zrejme, že rovnako ako sa venuje pozornosť ochrane človeka v rámci vytvorenia bezpečného pracovného prostredia, tak sa chráni aj citlivé firemné údaje a informácie. Klasický prístup v rámci systému riadenia rizika je rozšírený o oblasť ochrany relevantných informácií súvisiacich s digitalizáciou podnikových procesov.

Rozdiely v ponímaní bezpečnosti sú evidentné. Na jednej strane je to fyzické poškodenie zdravia ako dôsledok vykonávania práce a/alebo poškodenie stroja na strane Safety na druhej strane je to „poškodenie“ informácií a v dôsledku toho prerušenie výroby príp. zneužitie citlivých informácií na strane Security. Riziká v rámci Safety je možné lokalizovať a následne riadiť. Riziká v rámci Security sú však, vzhľadom na charakter digitálnej spoločnosti (fabriky), riadené náročnejšie v dôsledku ich difúznemu charakteru a schopnosti flexibilne meniť štruktúru výrobného procesu. Skúsenosti z praktických aplikácií ukazujú, že riziká sa v kontexte Security vzťahujú tak na aplikácie informačných technológií ako aj ich akceptácie ľuďmi v pracovnom procese, teda ich pripravenosti na ich správne aplikovanie [12].

Priemysel 4.0 vyžaduje v oblasti bezpečnosti intenzívnejší proaktívny prístup ako doteraz. Ide predovšetkým o integrovaný prístup k Safety + Security v rámci konštrukcie a plánovania strojov a komplexných technológií. Je účelné aby sa dôkaz o bezpečnosti objektov, strojov a ich súčastí zabezpečil pomocou identifikácie a kvantifikácie rizík už v rámci procesu ich návrhu, kde je ich možné identifikovať a kompenzovať. Následne počas ich prevádzky pomocou informácií od užívateľov je možné definovať výsledné riziko komplexného technologického systému.

Stále intenzívnejšie využívanie princípov Priemyslu 4.0 podmieňuje aj zmenu pri začleňovaní systémov riadenia rizík

do komplexných manažérskych systémov firmy. Je možné predpokladať, že sa bude znižovať dôraz kladený na aplikáciu pravidiel a záväzných predpisov, ktoré prikazujú firmám realizovať konkrétne opatrenia pre znižovanie rizík a tým zvyšovať účinnosť bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci ako aj bezpečnosti strojov a strojových systémov na pracoviskách. Nový prístup k minimalizácii rizík bude presadzovaný v podmienkach firmiem účinným zavádzaním kultúry bezpečnosti do povedomia zamestnancov na všetkých úrovniach, pričom významnou skupinou musia byť vrcholoví riadiaci pracovníci firmy. Ukazuje sa, že cieľom týchto opatrení musí byť priblíženie sa k strategickému cieľu každej modernej fabriky v súlade s princípmi filozofie „Vízia nula“, dosiahnuť stav, v ktorom sa nevyskytne úraz príp. nehoda alebo porucha. Je však potrebné zdôrazniť, že sa jedná o víziu, pričom jej naplnenie bude dlhodobo predmetom odborných diskusií všetkých priamo zainteresovaných subjektov, ktoré majú zodpovednosť za procesy minimalizácie rizík nielen vo firmách, spoločnostiach ale aj v ostaných oblastiach spoločenského a verejného života.

4. AUTOMOBILOVÝ PRIEMYSEL VERSUZ PRIEMYSEL 4.0

Automobilový priemysel (AP) je v súčasnej dobe globálne pôsobiace odvetvie. Ich produktom je automobil, ktorý možno považovať za technologicky komplexný celok skladajúci sa z niekoľko tisíc súčiastok. Súčasťou tohto odvetvia je množstvo rôznych výrobcov. Automobil je produkt konečného výrobcu označovaného skratkou OEM (Original Equipment Manufacturer), ktorý však spolupracuje s veľkým počtom dodávateľov jednotlivých konštrukčných celkov a súčastí vrátane rôznych typov materiálov, v automobilovej praxi označovaných TIER 1 až 3. Súčasťou komplexného životného cyklu podľa obr. 2 [12] je postupný, na seba nadväzujúci sled procesov. Definovanie požiadaviek kladených na konečný produkt, teda na automobil, je úlohou

Obr. 2 Životný cyklus automobilu.
Fig. 2 Car life cycle.

odborníkov pre prieskum trhu a v konečnom dôsledku zákazníka. Súčasný trh je charakterizovaný požiadavkami na množstvo verzií konečného produktu – automobilu. Tým je definovaný aj vysoký počet skupín a súčiastok!

Po zadaní objednávky sa aktivuje proces zabezpečenia prípravy výroby tým, že sa identifikuje finálna fabrika typu OEM, kde sa požadovaný typ automobilu vyrába. Následne sa zadajú jeho požadované parametre a odošlú sa výrobcovi, ktorý definuje jednotlivé postupy a formy v rámci technológie výroby. Proces výroby je zakončený výstupnou kontrolou kvality výsledného produktu. V prípade on-line zákaziek je automobil priamo distribuovaný do krajiny zákazníka bez potreby jeho skladovania. Zákazník si ho prevezme. Súčasťou prevádzky (využívania) automobilu sú servisné prehliadky a nutné opravy. Ukončenie technického života formou jeho likvidácie využíva rôzne druhy recyklačných technológií tak, aby sa čo najviac komponentov automobilu v rôznych formách mohlo opäť efektívne využiť. On-line sledovanie etáp životného cyklu a efektívne spracovanie relevantných informácií vzhľadom na ich rozsah využíva koncepciu Big data s možnosťou ich zhromažďovania a spracovania pomocou cloudových technológií.

Automobilový priemysel je jedným z najinovatívnejších odvetví v súčasných podmienkach globálnych svetových trhov. Dôsledkom toho je intenzívne využívanie princípov Priemyslu 4.0 založených na vysokom stupni automatizácie, ktorá je v podstatnej miere realizovaná pomocou výrobných a montážnych procesov využívajúcich roboty. Ich využívanie si vyžaduje digitálnu formu vstupných informácií o jednotlivých pracovných postupoch na pracoviskách, ako súčasti výrobných procesov, montáže a internej logistiky. Efektívnosť procesov výroby je možné charakterizovať výkonom Hubera Waltera člena koncernu AUDI pre

výrobu v roku 2016 „Tempo digitalizácie sa musí aj v budúcnosti zvyšovať. Všetky informácie, ktoré je možné v rámci etáp životného cyklu automobilu digitalizovať majú byť v digitálnej forme“.

Základné charakteristiky Stratégie Priemysel 4.0 vo výrobnom procese automobilov:

- integrácia výroby a logistiky (konečný výrobca OEM zadá objednávku každé 2 minúty subdodávateľom, ktorí pôsobia v okruhu napr. 30 km a do 4 hodín musí byť výrobok na montáži automobilu),
- prepojenie plánovania a výroby v súlade s obr. 2,
- aplikácia Internetu vecí (IoT) do výroby – vytvorenie možnosti sieťovania pracovísk v reálnom čase aj formou inteligentných riešení s cieľom vyrobiť automobil podľa požiadaviek zákazníka,
- zabezpečenie mobility pre zbieranie informácií/dát z výrobného procesu v úložiskách (cloudoch),
- zvyšovanie intenzity digitalizácie v rámci výrobných, montážnych a distribučných procesov.

Charakteristickým príkladom aplikácie princípov Priemysel 4.0 v automobilovej výrobe sú napr.:

- výrobné linky, na ktorých sa vyrábajú rôzne typy automobilov (karosérií),
- montážne robotické centra (hniezda) pre rôzne typy automobilov (karosérií),
- logistické aplikácie pri zabezpečení dodávok častí pre montážnu linku – zabránenie kolízii dodávok.

Rastúci podiel automatizácie v rámci výrobného procesu automobilu znamená aj zvyšovanie počtu nasadených robotov, pričom v súčasnosti sú známe výrobné linky v halách, kde pracuje

Obr. 3 Riziká v rámci životného cyklu automobilu v kontexte Priemyslu 4.0.
Fig. 3 Risks within the car life cycle in the context of Industry 4.0

Obr. 4 Riziká v rámci výrobného procesu „A“.
Fig. 4 Risks in the „A“ production proces.

viac ako 900 robotov a počet obslužného personálu je cca 300. Tieto trendy v podstatnej miere prispievajú k zmene charakteru pracovných procesov, čoho dôsledkom sú aj zmeny typov rizík.

4.1 Riziká v rámci automobilového priemyslu

Aj keď sa všetky etapy životného cyklu vyznačujú existenciou rizík – obr. 3, ukazuje sa, že sú to práve koneční výrobcovia (OEMs) – obr. 4, ktorí musia systémy riadenia rizík implementovať do ich integrovaných manažérskych systémov.

Jedným z príkladov typického rizika v rámci OEMs sú rozhrania medzi človekom a robotmi. Doteraz sa realizovali

Obr. 5 Robotické výrobné bunky.
Fig. 5 Robotic production cells.

Obr. 6 Pracovisko s kolaboratívnym robotom (kobotom).
Fig. 6 Workplace with a collaborative robot (cobot).

robotické pracoviská prevažne formou výrobných buniek. Sú charakterizované ich izoláciou od vonkajšieho prostredia, ktorá pôsobí na človeka nie len ako objektívna, ale aj ako psychologická bariéra – obr. 5.

Vývoj nových senzorických technológií, aplikácie systémov spracovania získaných informácií z reálneho pracovného prostredia a ich spracovanie pri použití postupov, ktoré umožňujú procesy Big data sa vyvíjajú a aplikujú systémy priamej spolupráce robotov s ľuďmi (kolaboratívne roboty) – obr. 6. Súčasťou týchto riešení v súvislosti s integráciou princípov Prevencie 4.0 [10] je vytváranie systémov, ktoré monitorujú prevádzkové stavy pracoviska a sú osadené snímačmi pri zohľadnení princípov diverzity (rôznych fyzikálnych princípov ich činnosti). Ich cieľom je identifikovať, či sa človek nachádza v zóne dosahu robota príp. iného strojového zariadenia v pracovnom priestore.

Súčasnne koncepcie senzorických systémov vychádzajú z využitia napr.:

- kamerových systémov,
- ultrazvukových snímačov,
- svetelných bariér,
- podlahových krytín osadených snímačmi,
- pracovného oblečenia osadeného snímačmi.

V tejto súvislosti je aktuálne poznať odpoveď na otázku či sú takto koncipované senzorické systémy schopné prispieť k minimalizácii rizika tak, ako ochranné bariéry klasických robotických výrobných buniek. Pokiaľ bude toto porovnanie v prospech konceptov aplikácie senzorov, sú vytvorené podmienky na efektívnu aplikáciu nových typov pracovísk s kolaboratívnymi robotmi.

Fabriky zhromažďujú informácie o procesoch v rámci všetkých činností týkajúcich sa ich výrobného programu. Realizujú to tak, že ich získavajú z rôznych informačných zdrojov vo forme neštruktúrovaných dát. Tieto sa ukladajú, s cieľom ich spracovania, do špeciálnych databáň (pokiaľ je to mimo firmy ide o internetové úložisko – cloud), kde sa vyhodnocujú.

V štruktúre súčasných technológií v rámci výrobných procesov automobilov, ktoré by mali byť prioritne predmetom analýzy rizík patria [12]:

- činnosť snímačov,
- pracovné činnosti v nových podmienkach,
 - robotické výrobné linky,
 - robotické výrobné bunky,

- kolaboratívne roboty(koboty),
- mobilita dát – citlivosť a zraniteľnosť dát (cybersecurity),
- vnútorné procesy v externých úložiskách (cloudoch),
- kvalifikovanosť a kompetentnosť zamestnancov.

OEMs sú strategické subjekty v rámci výrobných procesov automobilov, ktoré definujú požiadavky na dodávateľov komponentov ako aj na procesy montáže. Súčasne definujú požiadavky na systémy riadenia rizík (BOZP) aj v podmienkach ich strategických subdodávateľov ako aj procesy certifikačných postupov s cieľom zabezpečiť kvalitu subdodávok tak, aby konečný produkt bol vyrobený v súlade s požiadavkami zákazníka.

5. ZÁVER

Aplikácia požiadaviek Priemyslu 4.0 bude mať nevyhnutný dopad na kvalitu práce, na požiadavky na kvalifikáciu zamestnancov na všetkých stupňoch riadenia výrobných procesov, na nové spôsoby organizácie práce a zmeny na rozhraní človek-stroj-prostredie, ktoré si je v kontexte digitálnej fabriky možné predstaviť ako nové formy kolaboratívnej práce.

Bezpečnosť pri súčasnom pokroku využívania princípov Priemyslu 4.0 je sledovaná jednak z pohľadu úrovne dosiahnutého stupňa automatizácie firmy ako aj jej súčasti napr. robotických výrobných liniek a robotických pracovísk. Dôležitou súčasťou je systémová a komunikačná bezpečnosť dát a ich využívanie ako súčasti manažérskych činností.

Tento príspevok bol vytvorený realizáciou projektu VEGA 1/0121/18 Vývoj metód implementácie a verifikácie komplexného riešenia bezpečnosti v Smart Factory ako súčasti Stratégie Priemysel 4.0 ako aj vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj, pre projekt: Univerzitný vedecký park TECHNICOM pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií, kód ITMS: 26220220182, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

6. LITERATÚRA

- [1] Revolučný priemysel 4.0 po Daimlerovsky. [online] [cit. 2018-02-06] Dostupné z: <<http://mixmotor.eu/15042/revolucny-priemysel-4-0-po-daimlerovsky>>.
- [2] Základné prvky Industry 4.0 [cit 2018-02-06]. Dostupné z: <<http://industry4.sk/>>.
- [3] ORAVEC, M., TOMAŠKOVÁ, M., BALAŽÍKOVÁ, M. Vývoj a aplikácia metód riadenia rizík pre platformu Priemysel 4.0. 1. vyd., TU, Košice, 2017, 70 s. ISBN 978-80-553-2465-4.
- [4] Základné prvky Industry 4.0. [cit 2018-02-09]. Dostupné z: <<http://industry4.sk/>>.
- [5] Plattform Industrie 4.0. Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0). In plattform-i40.de [cit. 2018 – 02 – 05]. Dostupné z: https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/rami40-eine-einfuehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- [6] HUBER, W. *Industrie 4.0 in der Automobilproduktion*. Haar: Springer Vieweg. 2016, 303 s, ISBN 978-3-658-12732-9.
- [7] GREGOR, M. Industrie 4.0 – Priemysel 4.0. In: *ProIn*. 16(2), s. 44–46. ISSN 1339-2271.
- [8] OBERMAIER, R. *Industrie 4.0 als Unternehmerische Gestaltungsaufgabe*. Springer Fachmedien Wiesbaden – Universität Passau, Passau, 2016, 319 s. ISBN 978-3-658-08165-2.
- [9] HARTWIG, M. Arbeiten direkt neben dem Roboter, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund SRN v rozhovore s Christianom Schauderom pre noviny „Neue Osnabrücker Zeitung“, zo dňa 29. 12. 2014.
- [10] HUELKE, M. *Arbeitsschutz in der Industrie 4.0*. In: forum-protect.de [cit. 2017.4.1.]. Dostupné z: <http://forum-protect.de/vortraege/2016/HUELKE.pdf>
- [11] SINAY, J., KOTIANOVÁ, Z. Nové trendy v BOZP v kontexte stratégie priemyslu 4.0 / – 2017. In: *Advances in Fire and Safety Engineering 2017*, STU, Bratislava, 2017, s. 16–25. ISBN 978-80-8096-245-6.
- [12] SINAY, J., KOTIANOVÁ, Z. Automobilový priemysel v kontexte Stratégie Priemysel 4.0 – nové riziká. In: *Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci 2018*, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava, 2018, s. 73–75. ISBN 978-80-7385-202-3.

Správná citace:

SINAY, J., KOTIANOVÁ, Z., GLATZ, J. Priemysel 4.0 V podmienkach automobilového priemyslu – nové riziká. *Soudní inženýrství*, 2020, 31(2), 25–30. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2020.2.25>. ISSN 1211-443X.