

Metodika pre tvorbu a realizáciu projektov zákaznícky orientovaných výrobných budúcností

Peter Malega, Juraj Kováč, Vladimír Rudy

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice

peter.malega@tuke.sk

juraj.kovac@tuke.sk

vladimir.rudy@tuke.sk

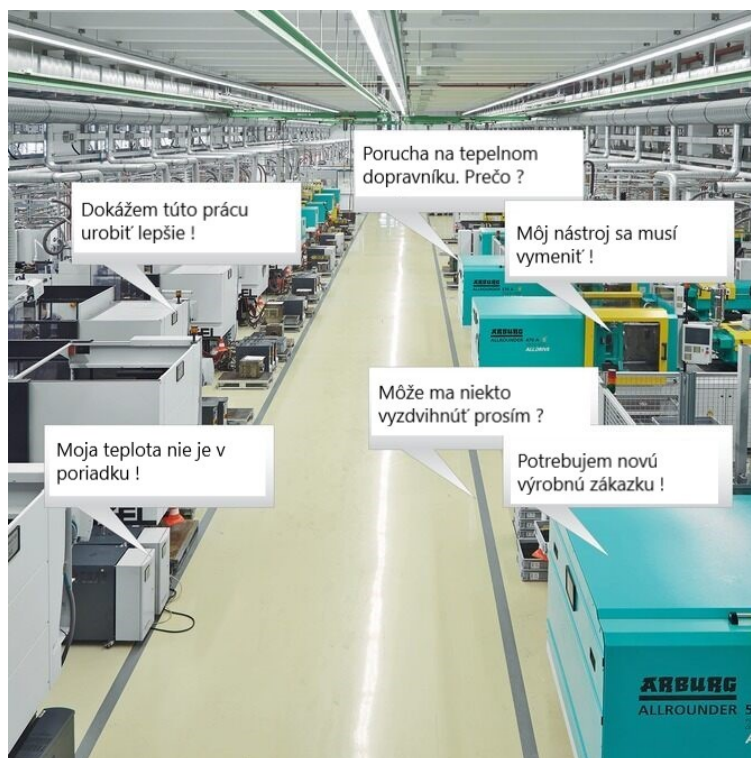
Anotácia: Zákazníci neustále prichádzajú s novými požiadavkami. Ak chceme tieto potreby naplniť, musíme neustále sledovať vývoj a vnímať názory a podnety zákazníkov, aby sme našli optimálne riešenie, ktoré prispeje k ich maximálnej spokojnosti. Konceptie výrobných systémov tovární budúcností budú projektované ako systémy nových generácií. Väčšinou sú zastúpené komplexnými integrovanými riešeniami s aplikáciou najnovšieho softvéru, informačných a komunikačných technológií a inteligentných výrobných systémov zoskupených do nových decentralizovaných a adaptabilných výrobných a organizačných štruktúr. Cieľom takýchto riešení je zvýšenie produktivity bez straty flexibility, skrátenie času výroby, zvýšenie kvality, zvýšenie hodnoty produktov a služieb a pod.

1 Úvod

Každá spoločnosť vo výrobnjej sfére počas svojej existencie potrebuje často používať rôzne metodiky pre tvorbu a realizáciu svojich projektov. Môže sa jednať o jednoduché metódy, ktoré zamestnanci ovládajú z praxe v danej spoločnosti, alebo nové inovatívne metódy, s ktorými sa ešte nestretli a používajú ich podľa inštrukcií z inej organizácie, alebo manuálu. [1] Nie každý projekt je úspešne ukončený, ale s rizikom sa počíta už pri tvorbe projektu. Metódy pri výrobe budúcností nie sú stále rovnaké a jednoznačné, a to z dôvodu, že nevieme vopred predvídať výsledok projektu, ktorý si naplánujeme ukončiť napr. o takých 30 rokov.

2 Autonómne a adaptívne výrobné závody pre optimalizáciu výrobných procesov

V dnešnej dobe musia byť stroje a zariadenia digitálne, univerzálne a inteligentné. Vďaka zjednoteniu ľudí, objektov a systémov vznikajú dynamické, samoorganizujúce sa siete, ktoré vytvárajú hodnoty, ktoré je možné optimalizovať podľa rôznych kritérií. Príklad, ako by medzi sebou mohli komunikovať výrobné zariadenia, zobrazuje Obr. 1.



Obrázok 1 – Predpokladaná budúca komunikácia medzi výrobnými zariadeniami

Podniky sa často stretávajú s takou situáciou, že počas výrobného procesu je potrebné vykonať zmeny v konfigurácii výrobku. Je potrebné implementovať novú verziu schémy zapojenia, počet vyrábaných výrobkov sa zvyšuje, alebo sa otvárajú nové príležitosti zavedením nových výrobných prostriedkov. V takých prípadoch adaptívny systém reaguje rýchlosťou blesku a vykonáva príslušné úpravy výrobného procesu. [2]

Ako príklad samostatnej a adaptívnej aplikácie môžete určiť inštaláciu na výrobu vstupno-výstupných modulov. Problematika spočíva v tom, že je potrebné dosiahnuť ziskovosť v kontexte neustáleho zvyšovania počtu I/O modulov, z ktorých niektoré sa vyrábajú iba v malých dávkach a prototypoch jednotlivých modulov.

Moderné inštalácie na výrobu I/O modulov umožňujú prispôbiť výrobné procesy konkrétnym potrebám spoločnosti.

Môže sa to dosiahnuť vďaka možnosti bezplatnej kombinácie rôznych inštalčných modulov. Na tento účel bolo potrebné zjednotenie rozhraní a autonómna kontrola hlavných procesov. Tento koncept umožňuje súčasne vytvárať rôzne možnosti. Je možné pripojiť sa k výrobnému systému, resp. na všetky dostupné pracoviská, montážne stroje a ovládacie prvky, ktoré sú potrebné počas výrobného procesu vo vhodnej fáze.

Ľubovoľne rozšíriteľný dopravný systém na zaistenie obrobkov ponúka flexibilné možnosti kombinovania akýchkoľvek výrobných zdrojov do jedného výrobného systému. Okrem zodpovedajúceho dopravného systému je

potrebné zjednotenie elektrických a elektro-pneumatických konektorov, aby bolo možné využívať jednotlivé výrobné zdroje kdekoľvek vo výrobnom závode. Zahŕňa to aj manuálne pracoviská a moduly automatického označovania. Okrem toho všetky priťahované zdroje nezávisle riadia svoje hlavné procesy, ktoré nesúvisia s výrobkami, čo umožňuje ich decentralizovanú integráciu do výrobného systému. [3, 4]

Už teraz je možné vyrábať malé série výrobkov za cenu hromadnej výroby. Scenáre uvádzania nových výrobkov sa reprodukujú presnejšie. Okrem toho má výrobca schopnosť rýchlo reagovať na znížený dopyt. Na tento účel sa napríklad duplikujú procesy rovnakého typu.

Investície do výrobných aktív sa môžu uskutočniť v pravý čas a pri zohľadnení súčasných ukazovateľov predaja výrobkov. Okrem toho je jednoduchšie a rýchlejšie implementovať zlepšenia procesov na výrobných linkách. Je treba vymeniť preto iba jednotlivé výrobné moduly. [5]

3 Integrovaný dizajn optimalizácie procesu vývoja a výroby produktu

Na vývoj produktov sa využívajú viaceré inžinierske nástroje, ktoré sú optimalizované pre celý rad úloh. Preto každý z týchto nástrojov pracuje vlastným spôsobom, nie je vždy kompatibilný s ostatnými a poskytuje možnosť pripojenia iba prostredníctvom niektorých rozhraní. Na Obr. 2 môžeme vidieť proces prenosu údajov.



Obrázok 2 – Proces prenosu údajov

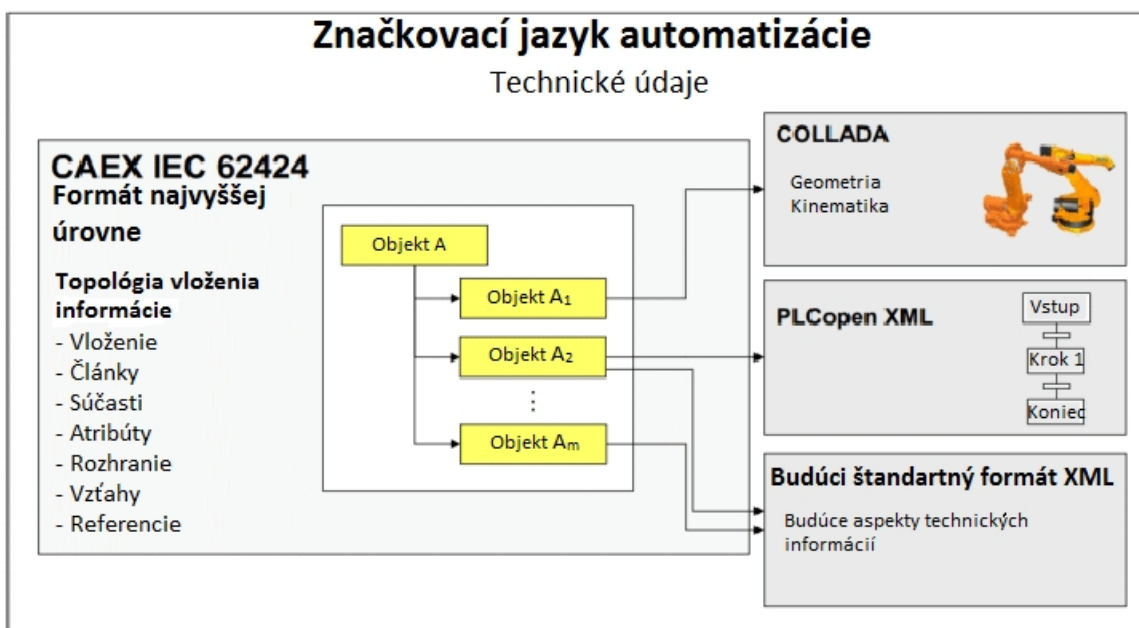
V tomto ohľade je prenos údajov do iného formátu v procese inžinierskeho projektovania spojený so značnými nákladmi. [6]

Príkladom môže byť skutočnosť, že v navrhovaní rozvádzača nie je jasne definovaná postupnosť použitia nástrojov. Napríklad sa najskôr vytvorí schéma zapojenia. Na tento účel je potrebný použiť vhodný nástroj, ktorý obsahuje rozhrania pre konfigurátory produktu.

Schéma zapojenia sa stane základom pre vytvorenie hotového terminálového bloku, ktorý umožní naplánovať štruktúru inštalácie. Montážna štruktúra sa zase stáva základom pre vývoj schém zapojenia. Dnes už existujú rozhrania pre také inžinierske reťazce, ale všetky sú nasmerované rovnakým smerom. Aj malé zmeny si vyžadujú veľa práce navyše. Ak neexistujú žiadne rozhrania, konštrukčné údaje sa musia často starostlivo prevádzať alebo dokonca prenášať manuálne. Okrem toho sa môžu stratiť údaje na ceste k rôznym inžinierskym nástrojom.

Riešenie takéhoto problému môže byť nasledovné:

AutomationML je formát výmeny technických údajov založený na XML, ktorý kombinuje rôzne formáty údajov. Na základe presného opisu výrobku môžu inteligentné technické systémy nezávisle rozpoznať výrobné stanice potrebné na výrobu výrobku. Na Obr. 3 je zobrazený AutomationML.



Obrázok 3 – AutomationML

Princíp AutomationML spočíva v tom, že technické nástroje pracujú s rovnakými údajmi. Každý nástroj navyše číta a zapisuje iba „svoju“ časť projektu. Aby nástroje získali všeobecnú predstavu o aspektoch opísaných v týchto aspektoch, zahŕňa AutomationML tzv. Knižnicu tried rol. Všetky objekty vo formáte na výmenu údajov musia mať priradenú triedu rolí, aby bola hodnota každého objektu jasná pre všetky inžinierske nástroje.

Tu vstupujú do hry eCl@ss. Na klasifikáciu a jasný popis výrobkov a služieb sa používa medzinárodný priemyselný štandard pre údaje o práci a výrobe. Zahŕňa asi 39 000 tried výrobkov a 16 000 charakteristík a pokrýva väčšinu tovaru a služieb dostupných na trhu. Štruktúry potrebné na zobrazovanie údajov v nástrojoch ECAD určuje systém.

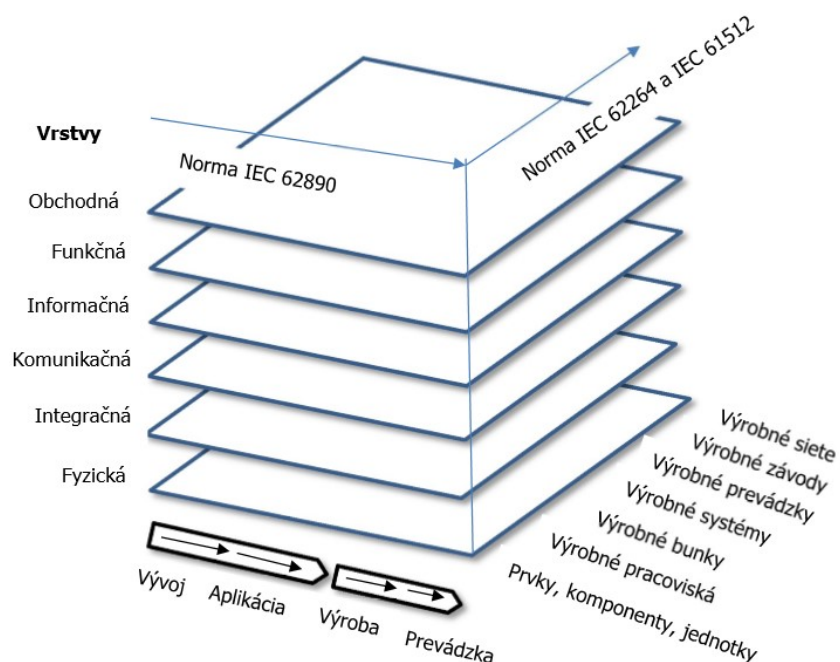
Použitie eCl@ss umožňuje, spolu so špecifickými počiatočnými údajmi produktu CAE, tiež určiť údaje o kabeláži, ktoré sú potrebné na automatické polozenie drôtových vedení v rozvádzači. Výrobcovia zariadení môžu preto teraz užívateľovi predkladať údaje v cieľovom formáte bez použitia mnohých rôznych výmenných formátov.

Integrovaný dizajn je kľúčom k efektívnemu vývoju výrobkov. Na tento účel potrebujú spoločnosti sadu technických nástrojov, ktoré môžu vzájomne spolupracovať prostredníctvom rozhraní a bežných formátov a zdrojov údajov. Použitie štandardizovaných formátov, ako sú AutomationML a eCl@ss, umožňuje spoločnostiam používať výsledok integrovaného návrhu - digitálny popis údajov - dokonca aj počas výroby. [7, 8]

4 Referenčný architektonický model RAMI 4.0

Referenčný architektonický dizajnový model pre budúci Industry 4.0 (RAMI 4.0) bol predstavený na Hannover Messe 2015.

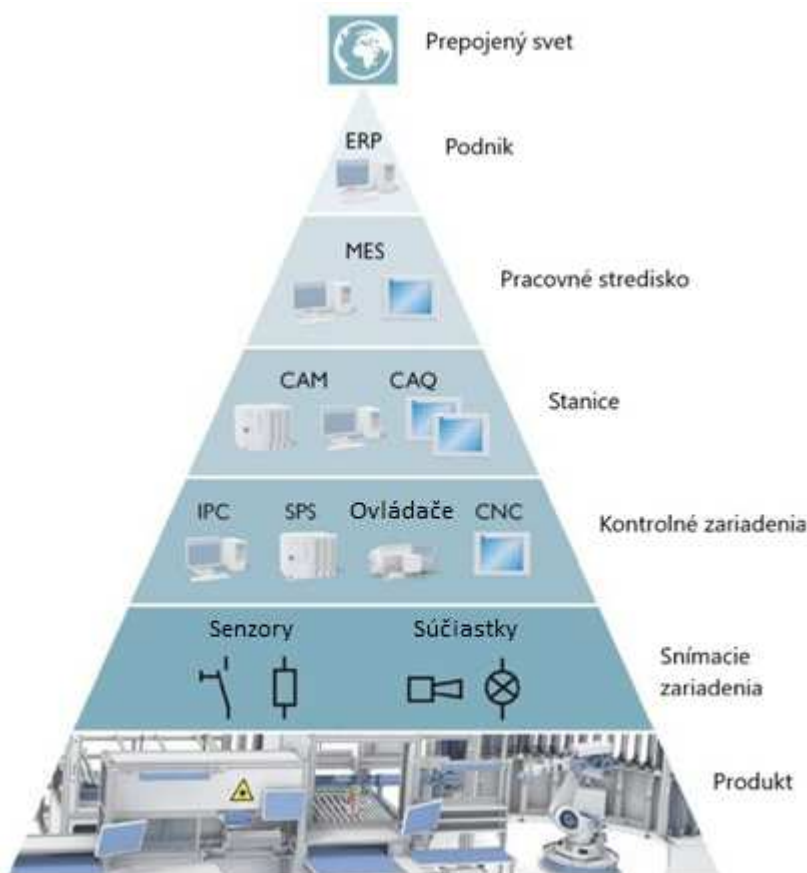
V niektorých prípadoch nie je použitie modelu RAMI 4.0 vzhľadom na jeho zložitosť a neobvyklú 3D reprezentáciu ľahkou úlohou. Obr. 4 zobrazuje referenčný architektonický model RAMI 4.0.



Obrázok 4 – Referenčný architektonický model RAMI 4.0

Referenčný model je definovaný v technickom slovníku VDI / VDE-GMA 7.21 Industrie 4.0 ako model, ktorý má univerzálny účel a používa sa na cielenú výrobu konkrétnych modelov.

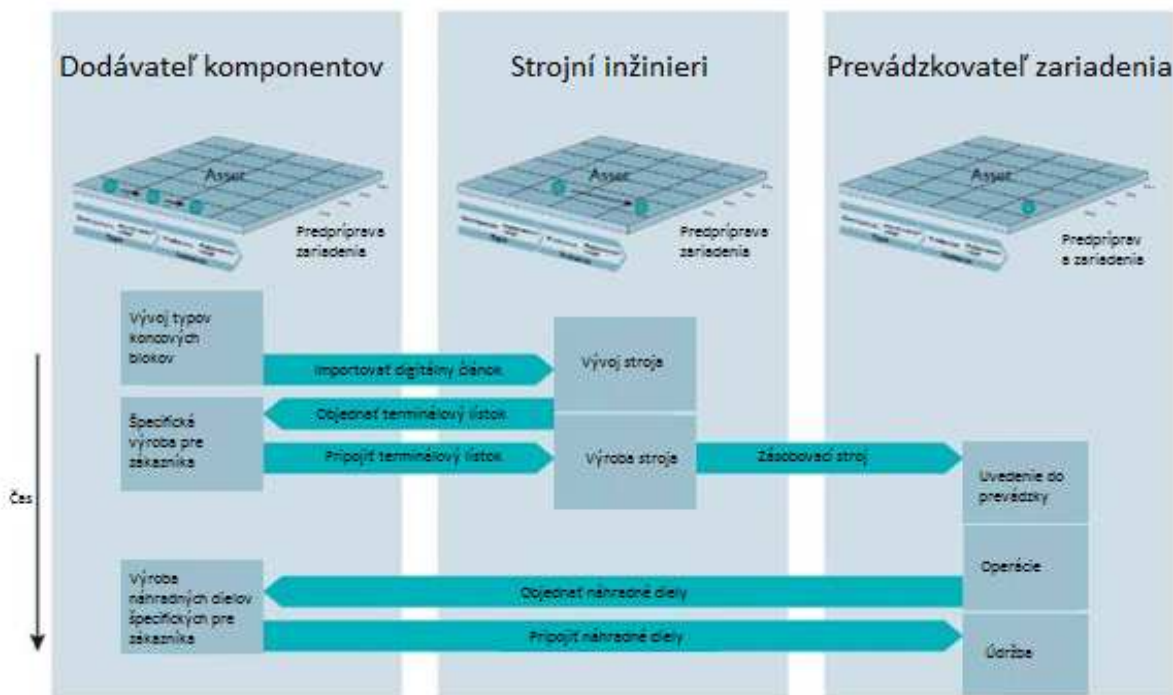
V technologickej oblasti existuje veľa príkladov. Sedemúrovňový model ISO/OSI ako referenčný model pre sieťové protokoly získal najväčšiu popularitu. [9, 10] Výhoda, ktorá vyplýva z použitia takýchto modelov, spočíva v tom, že dosahujú spoločné porozumenie súboru funkcií každej úrovne, ako aj prítomnosti určitých rozhraní medzi úrovňami. Takýto model je zobrazený na Obr. 5.



Obrázok 5 – Sedemúrovňový model ISO/OSI

Pri vývoji RAMI 4.0 bola priemyselná výroba považovaná za hlavnú oblasť použitia. V tomto prípade sa spektrum rozširuje od diskrétnej po nepretržitú výrobu. Zameranie na priemyselnú výrobu odlišuje projekt budúceho odvetvia Industrie 4.0 od zásad IoT (Internet vecí) Medzinárodného konzorcia priemyselného internetu (IIC), formulovaného v širšom kontexte.

Architektonický model vyžaduje trojrozmerný obraz. Opis hierarchických úrovní výrobného závodu, sieťovo prepojených cez internet, životného cyklu závodu a výrobkov, ako aj IT prezentácia komponentov Industrie 4.0 sa vykonáva na troch osiach RAMI 4.0. Hierarchické úrovne sa v podstate zhodujú s úrovňami pyramídy automatizácie. Tieto úrovne zobrazuje Obr. 6.



Obrázok 6 – Hierarchické úrovne RAMI 4.0

Opis životného cyklu zariadení a výrobkov s pridruženými hodnotovými reťazcami sa riadi štruktúrou IEC 62890, ktorá rozlišuje medzi typom a inštanciou. Typ produktu sa vytvára v niekoľkých fázach procesu vývoja. Proces vývoja je ukončený po schválení špeciálnej verzie produktu. Na základe typu schváleného pre sériovú výrobu, následne inštalácia vytvorí produkty, ktoré sú inštanciami tohto typu. Ukončenie výroby komponentov, alebo aktualizácia môže vyžadovať zmeny produktu. Zmeny sa vykonávajú na type, alebo po dokončení a schválení úpravy pre výrobu sa získa nová verzia produktu.

Už dnes sa poskytuje digitálne množstvo údajov vygenerovaných prostredníctvom týchto troch procesných reťazcov. Potom sa spracujú v systémoch PLM a ERP. Výroba jednotlivých výrobkov vyžaduje schopnosť uchovávať údaje, ktoré zákazník preniesol výrobcovi na výrobu ich kópií, vo vhodnej forme a elektronicky v IT systémoch, spolu s údajmi o kópiách. Musia byť k dispozícii počas celého životného cyklu inštalácie a musia byť spojené s príslušným typom. [11, 12]

IT reprezentácia Industrie-4.0, je vizualizovaná na zvislej osi pomocou šiestich vrstiev naskladaných na seba. Vrstvy predstavujú prístup k porozumeniu obchodných procesov, funkčných popisov, obrazových údajov, komunikačných parametrov vrátane kvality služieb (QoS), ako aj k získavaniu zdrojov prostredníctvom integračnej vrstvy. Okrem takých fyzických prvkov, ako sú komponenty, stroje, zariadenia a káble, zahŕňa vrstva aktív aj údaje získané počas procesu vývoja. [13]

Ako prostriedok môžete tiež zväžiť údaje o konkrétnej inštancii získané počas výrobného procesu a čiastočne jedinečné pre každého klienta spoločnosti. Pridelovanie zdrojov poskytuje ďalšie funkcie správy aktív jedinečnou identifikáciou všetkých komponentov Industrie 4.0. Takýto scenár okrem toho zjednodušuje analýzu hrozieb pre výrobný závod, ktorý by sa mal vykonať na zabezpečenie informačnej bezpečnosti.

Pokiaľ ide o Priemysel 4.0, veľa používateľov sa pýta na umiestnenie uznávaných priemyselných komunikačných systémov, ako aj na to, či sa ich úloha v budúcnosti zmení. [14]

Je potrebné poznamenať, že protokoly, ako sú prostriedky (napríklad snímacie zariadenia), sú spojené prostredníctvom integračnej a komunikačnej vrstvy (napríklad Profinet). Ďalšie zjednodušenie komponentov Industrie 4.0 a zodpovedajúce administratívne úkony umožnia už v roku 2020 implementovať prvé komunikačné relácie podľa normy Industrie 4.0, ako aj technológiu prezentácie informácií a vykonávať testy v testovacích aplikáciách.

5 Záver

Štvrtá priemyselná revolúcia vyzýva každú spoločnosť rýchlejšie sa prispôbiť a naskočiť na koľaje prosperujúcich technológií. Dnes sme svedkami situácie, keď úspech smeruje k tým spoločnostiam, ktoré sa snažia pracovať nad startupmi Silicon Valley, resp. predstavovať moderné technológie výroby. [14]

Nastal jedinečný okamih, kedy vzniká a rozvíja sa trh pre Industry 4.0, čo znamená pre veľa spoločností možnosť získať výhody zavedením zásad a metodík výroby budúcnosti. Ak sa spoločnosť chce stať podnikom budúcnosti, je potrebné reagovať hneď teraz a tým sa pokúsiť prebehnúť potenciálnu konkurenciu.

PodĎakovanie

Príspevok bol riešený v rámci projektu KEGA 002TUKE-4/2020, Implementácia inteligentnej techniky a pokrokových technológií pre podporu transformačných procesov a projektovanie výroby budúcnosti a KEGA 019TUKE-4/2022 Príprava manažérov nových výrobných štruktúr budúcnosti na princípoch „Overall Equipment Effectiveness“ (OEE) prostredníctvom vzdelávania študentov v predmete Manažment výroby v študijnom programe Priemyselné inžinierstvo.

Použitá literatúra

- [1] ADOLPH, S., TISCH, M., METTERNICH, J. Challenges and approaches to competency development for future production. *Journal of International*

Scientific Publications—Educational Alternatives, 2014, 12(1), 1001-1010. ISSN 1314-7277.

- [2] BENNETT, E. M., BALVANERA, P. The future of production systems in a globalized world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2007, 5(4), 191-198. ISSN 1540-9295.
- [3] DALLASEGA, P., RALLY, P., RAUCH, E. MATT, D. T. Customer-oriented Production System for Supplier Companies in CTO. *Procedia CIRP*, 2016, 57, 533-538. ISSN 2212-8271.
- [4] DOMBROWSKI, U., RICHTER, T., KRENKEL, P. Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis. *Procedia Manufacturing*. 2017, 11, 1061-1068. ISSN 2351-9789.
- [5] EROL, S., JÄGER, A., HOLD, P., OTT, K., SIHN, W. Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *Procedia CIRP*, 2016, 54, 13-18. ISSN 2212-8271.
- [6] JOLY, M., ODLOAK, D., MIYAKE, M. Y., MENEZES, B. C., KELLY, J. D. Refinery production scheduling toward Industry 4.0. *Frontiers of Engineering Management*. 5(2), 202-213. ISSN 2096-0255.
- [7] KOVÁČ J., RUDY V., KOVÁČ J. Metodika projektovania výrobných procesov. II. Inovačné projektovanie výrobných systémov. TU SjF: Košice, 2018. 240 s. ISBN 978-80-553-2873-7. 2018
- [8] LOPEZ, P., ROUBELLAT, F. Production scheduling. John Wiley & Sons: USA, 2013. 384 s. ISBN: 978-1-118-62402-9.
- [9] MAYR, A., WEIGELT, M., KÜHL, A., GRIMM, S., ERLI, A., POTZEL, M., FRANKE, J. Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia Cirp*. 2018, 72, 622-628. ISSN 2212-8271.
- [10] MRUGALSKA, B., WYRWICKA, M. K. Towards lean production in industry 4.0. *Procedia engineering*. 2017, 182, 466-473. ISSN 1877-7058.
- [11] NAGY, G., TÓTH, Á. B., ILLÉS, B., GLISTAU, E. Analysis of supply chain efficiency in blending technologies. In *Vehicle and Automotive Engineering*. Springer, Cham. 2018. p. 280-291. ISBN 978-3319-7567-69.
- [12] NICHOLAS, J. Lean production for competitive advantage: a comprehensive guide to lean methodologies and management practices. Boca Raton: Crc press, 2018. 613 s. ISBN 978-1498-7808-89.
- [13] PARENTE, M., FIGUEIRA, G., AMORIM, P., MARQUES, A. Production scheduling in the context of Industry 4.0: Review and trends. *International Journal of Production Research*. 2020, 58(17), 5401-5431. ISSN 0020-7543.
- [14] RYBOVIČ, M. Výrobné štruktúry zákaznícky orientovaných výrobných budúcností. Košice, 2020. Diplomová práca. Technická univerzita v Košiciach. Strojnícka fakulta.