



KYBERNETICKO-FYZIKÁLNE SYSTÉMY VO VÝROBE

CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS

Jaroslav ŠEMINSKÝ

Abstract: One of the most significant trends in the development of information and communication technologies are cybernetic physical systems (CPS). Cybernetic physical systems are systems of interconnected computer units that are associated with the surrounding physical world and the processes in it, while providing and using access to data and data processing. Cyber-Physical Systems in Production (CPPS), in consideration of the predictable development of information and communication technologies on the one hand, and manufacturing technologies on the other hand can lead to significant evolution, often referred to as Industry 4.0. The paper is devoted to basic problems in stated field.

Abstrakt: Jeden z najvýznamnejších trendov vo vývoji informačných a komunikačných technológií predstavujú kybernetické fyzické systémy (CPS). Sú to systémy navzájom prepojených počítačových jednotiek, ktoré sú spojené s okolitým fyzickým svetom a v ňom prebiehajúcich procesoch, pričom poskytujú a zároveň využívajú prístup k dátam a spracovaniu dát. Kyber-fyzikálne systémy vo výrobe (CPPS), vzhľadom na predvídateľný vývoj informačných a komunikačných technológií na jednej strane a výrobné techniky na strane druhej môže viesť k významnej evolúcii, často označovanej ako Industry 4.0. Príspevok je venovaný základným problémom v danej oblasti.

Keywords: Manufacturing systems, Industry 4.0, Cyber-physical systems, Cyber-physical production systems.

Kľúčové slová: Výrobné systémy, Industry 4.0, Kyberneticko-fyzikálne systémy, Kyberneticko-fyzikálne výrobné systémy.

Úvod

Štvrtá priemyselná revolúcia je aktuálnou témou ako v technickej oblasti, tak mediálne. Jedná sa o technologickú evolúciu, ktorá mení pohľad na systémy okolo nás. Koncept ďalšieho rozvoja výrobných technológií, postavený na myšlienke, kedy všetky zariadenia budú medzi sebou nezávisle zdieľať dáta a podľa nich sa autonómne riadiť, je často označovaný ako štvrtá priemyselná revolúcia [1] alebo skrátené Industry 4.0. Termín Industry 4.0 použil Kagermann (SAP) ako jeden z hlavných protagonistov tohto konceptu, keď roku 2012 pracovná skupina pod jeho vedením navrhla túto ideu rozvoja hospodárstva nemeckej spolkovej vláde. Veľmi dôležitým prostriedkom konceptu Industry 4.0 je interoperabilita. V podnikoch s týmto konceptom sú kyberneticko-fyzické systémy a ľudia prepojení cez internet vecí a služieb. Využitie spolupráce týchto prvkov je kľúčom k úspechu tohto konceptu. [2-3]

Priemysel 4.0 je v súčasnosti najvyššou prioritou pre mnoho firiem, výskumných centier a vysokých škôl [4-5], všeobecne prijímané chápanie tohto pojmu však neexistuje. V spojení s ďalšími technológiami ako digitálnym podnikom, kooperatívnymi robotmi spolupracujúcimi s ľuďmi, strojovým videním či prvkami umelej inteligencie získa výroba schopnosť určitého stupňa samoriadenia, resp. samoorganizácie. Pôjde o systém s decentralizovaným riadením a autonómnym rozhodovaním – tzv. inteligentná výroba, ktorú odborníci označujú pojmom kyberneticko-fyzikálny systém. [6]



Kyberneticko-fyzikálne systémy (CPS)

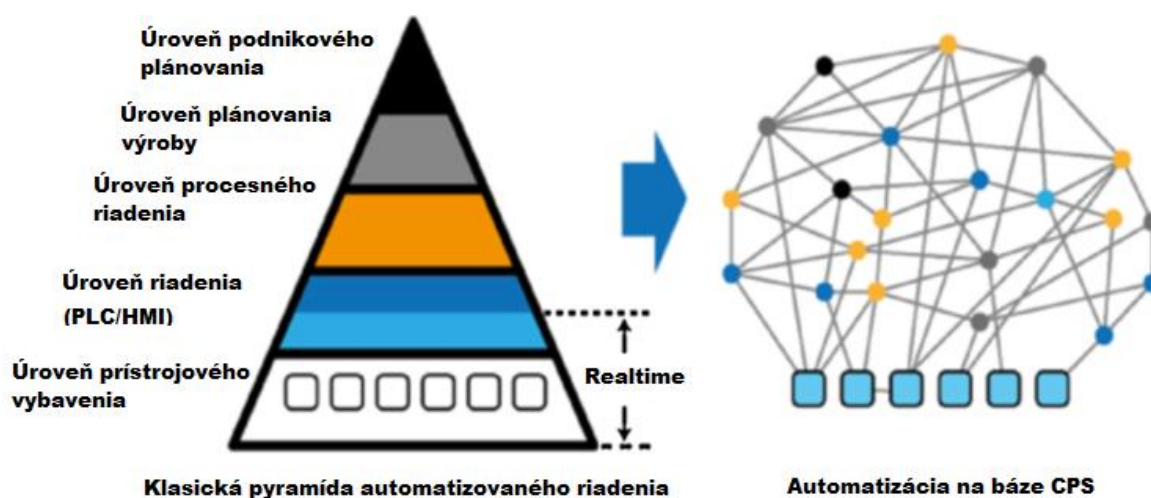
Jedným z najvýznamnejších inovácií vo vývoji informatiky, informačných a komunikačných technológií sú kybernetické fyzické systémy (Cyber-physical production systems - CPS). Kyberneticko-fyzikálny systém je systém, ktorý prepája fyzické objekty a procesy s virtuálnymi objektami a procesmi cez informačnú sieť, ktorá je buď lokálna alebo globálna. Sú to teda systémy navzájom prepojených počítačových jednotiek, ktoré sú spojené s okolitým fyzickým svetom a v ňom prebiehajúcich procesoch, pričom poskytujú a zároveň využívajú prístup k dátam a spracovaniu dát. [7]

Kyberneticko-fyzikálny systém je evolúciou embedded systémov a distribuovaných systémov riadenia. Vývoj CPS je charakterizovaný tromi fázami. Prvou generáciou sú identifikačné technológie, ako napríklad RFID tagy, ktoré sú využívané pre jednoznačnú identifikáciu a sledovanie. Druhou generáciou sú CPS vybavené senzormi s obmedzeným rozsahom funkcií. CPS tretej generácie sú schopné uchovávať a analyzovať údaje, sú vybavené senzormi a sú zapojené do siete. Internet vecí (IoT) vytvára spojenie na jasne definované objekty (veci) s virtuálnou reprezentáciou v štruktúre internetu. Nielen ľudia, ale aj "veci" sú účastníci v tomto internete. Prostredníctvom IoT môžu komunikovať veci s objektmi navzájom pomocou unikátnych adresovacích schém. Tým možno chápať veci ako objekty, ktoré majú svoje unikátnu adresnú schému. Základom je spolupráca samostatných riadiacich jednotiek, ktoré sú schopné sa autonómne rozhodovať, riadiť zverený technologický celok a najmä sa stať samostatným a plnohodnotným členom komplexných výrobných celkov.

Potenciál CPS je v mnohých ohľadoch obrovský a môže pokrývať odbory ako autonómna doprava, inteligentné budovy, osvetlenie alebo inteligentná elektrická sieť, ale aj robotiku a inteligentnú výrobu. Ako príklady takýchto systémov môžeme vidieť napríklad senzorové siete, koordinované skupiny robotov, automatické výrobné linky alebo sklady či systémy údržby. [8]

Industrial Internet of Things – IIOT

V priemyselnej sfére sa IoT rozširuje do podoblasti označovanej ako priemyselný internet vecí (Industrial Internet of Things - IIoT). V oblasti riadenia ide o uplatnenie CPS vo výrobe, kde systémy CPS označované ako kyberneticko-fyzikálne systémy výroby (Cyber-physical production systems - CPPS) budú vytvárať novú úroveň distribuovaného riadenia (Obr. 1).



Obr. 1 Transformácia klasického riadenia na distribuované riadenie na báze CPS (podľa VDA upravené autorom) [9]



Podobne ako v internete predpokladá sa rozdelenie spracovania dát do úrovní. Na prvej úrovni sú vytvorené organizačné a štrukturálne podmienky na implementáciu CPS, štyri vyššie úrovne sa týkajú spracovania informácií a znalostí a aspektov spolupráce. Generovanie informácií odráža potrebu dát v reálnom čase a dostupnosť pre všetky súvisiace aktivity CPS. Spracovanie informácií označuje existujúce agregáčne nástroje na odvodenie nových poznatkov. Na dvoch najvyšších úrovniach informačné prepojenie označuje adaptáciu procesov CPS založenú na spolupráci, zatiaľ čo „interaktívne kyberneticko-fyzické systémy“ sú najsofistikovanejšou vrstvou, ktorú možno dosiahnuť iba nezávislými schopnosťami na riešenie problémov spolupráce CPS. (Tab.1)

Tab. 1 Model predpokladaného vývoja CPPS

Úroveň spracovania dát		Nový stav
5.	Samoorganizácia	Vzájomná interakcia CPS
4.	Zvýšenie úrovne rozhodovania	Prepojenie informácií
3.	Zvýšenie úrovne spracovania informácie	Spracovanie informácie
2.	Vytváranie transparentnosti	Generovanie informácie
1.	Základná	Všeobecné technické podmienky

CPPS [10] pozostávajú z autonómnych a kooperačných prvkov a subsystémov, ktoré sú prepojené na základe kontextu vo všetkých výrobných úrovniach a medzi nimi, od procesov cez stroje až po výrobné a logistické siete.

V súvislosti s riadením sa zdôrazňujú tri hlavné charakteristiky CPPS:

- Inteligencia t. j. prvky sú schopné získať informácie z ich okolia a konajú autonómne.
- Konektivita, t. j. schopnosť vytvoriť a používať spojenia s inými prvkami systému - vrátane ľudských bytostí - pre kooperatívne alebo kolaboratívne chovanie pre získanie znalostí a služieb dostupných na internete.
- Reakcia na vnútorné a vonkajšie zmeny.

Dnešná typická úroveň riadenia procesov a prístrojového vybavenia, ktorá zahŕňa bežné PLC schopné riadenia v reálnom čase na jednej strane, zatiaľ čo na vyššej úrovni hierarchia a je charakteristická centralizovanejší spôsob fungovania. Predpokladá sa, že CPPS prelomia tradičný pohľad na riadiacu pyramídu (pravá strana Obr. 1).

Všeobecne sa predpokladá, že CPPS budú pozostávať z dvoch hlavných funkčných komponentov:

- spodná je zodpovedná za pokročilú konektivitu, ktorá zaisťuje získavanie údajov v reálnom čase z fyzického sveta a spätnú väzbu informácií z kybernetického priestoru,
- zatiaľ čo vyššia úroveň obsahuje inteligentný data-manažment, analytické a výpočtové schopnosti, ktoré vytvárajú kybernetický priestor.

Záver

Jednou z najdôležitejších tém Industry 4.0, sú inteligentné továrne (Smart Factory - SF). Tento termín predstavuje víziu výrobného prostredia, v ktorom sa zariadenia a logistické systémy do značnej miery samoorganizujú bez ľudského zásahu. Koncept využíva prvky ako IIOT, IOS a CPS, tak aby zariadenie a ľudia v inteligentných továrňach mohli spolu komunikovať. Vízia konkrétne rieši komunikáciu medzi nástrojom alebo produktom a výrobným zariadením, kde produkt nesie svoje vlastné výrobné informácie v strojom čitateľnom formáte. Tieto systémy následne zhromažďujú informácie, ako od skutočného tak virtuálnych sveta a plánujú ďalšie kroky v plánovaní výroby. Od aplikácie IIOT sa očakáva viacero zmien:



- CPPS umožnia prepojenie ERP a MES na nižšej úrovni
- Pre prenos nových poznatkov do technologickej praxe sú potrebné nové formy (Testbed)
- Rozsah informačného zabezpečenia výroby rastie a presahuje technosféru a zasahuje do spoločenskej sféry (Society 5.0)
- Implementácie nových ITK si vyžaduje adekvátne vzdelaných odborníkov – inovácia vzdelávania

Inteligentné a informačne prepojené technické systémy určite spôsobia značné zmeny v riadení výrobných procesov a systémov a konkurencieschopnosti firiem. Tento vývoj si vyžaduje silné interdisciplinárne partnerstvá medzi IT sférou, a výrobnou sférou ako aj vzdelávacou sférou.

Príspevok vznikol v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 054TUKE-4/2016 Inovácia výučby predmetov so zameraním na automatizáciu v reakcii na požiadavky priemyslu a služieb.

Použitá literatúra

- [1] ŠEMINSKÝ, J.: The etymology of term the forth industrial revolution. In: ITPB Journal, No. 11, 2016, p. 324-326, ISSN 2344 – 2409, Dostupné: <http://www.itpb.eu/index.php/ct-menu-item-3/14-engineering/417-11-cislo-clanok-61>
- [2] Ed.: Industry 4.0. In.: AUTOMA 11/2015, str. 43,
- [3] SCHWAB, K.: The Fourth Industrial Revolution, Dostupné: <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf>
- [4] MAŘÍK, V.: Průmysl 4.0 - Výzva pro Českou republiku. Management Press. 2016. ISBN: 9788072614400
- [5] MAŘÍK, J. Industry 4.0: Výzvy a hrozby, [online], FEL ČVUT v Praze, 2016. [cit. 13. 8. 2016], Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/5584775/>.
- [6] Konceptia inteligentného priemyslu pre Slovensko. Available from: <https://www.slovlex.sk/legislativne-procesy/-/SK/dokumenty/LP-2016-830>
- [7] ZÜHLKE, D., OLLINGER, L.: Agile Automation Systems Based on Cyber-Physical Systems and Service-Oriented Architectures. In. Advances in Automation and Robotics, Vol.1: Selected Papers from the 2011 International Conference on Automation and Robotics (ICAR 2011), Dubai, December 1–2, 2011 (pp.567-574)
- [8] ONOFREJOVÁ, D., ŠIMŠÍK, D.: Výskumné aktivity zamerané na budovanie platformy pre Priemysel 4.0. ATP Journal 4/2017, ročník XXIV, s 36-38 • ISSN 1335-2237
- [9] VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik. Status Report: Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) (Vol. 0). (2015). Dostupné: <http://www.zvei.org/Downloads/Automation/5305>
- [10] L. MONOSTORI, AI: Cyber-physical systems in manufacturing. CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 65, Issue 2, Pages 621-641

Kontakt

doc. Ing. Jaroslav Šeminský, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra automatizácie, riadenia a komunikačných rozhraní, Park Komenského 8, 042 00 Košice, SR

Tel.: +421556022348

e-mail: jaroslav.seminsky@tuke.sk