

Základné predpoklady a požiadavky pre implementáciu Smart factory v praxi

The requirements and basic preconditions for Smart Factory implementation in practice

Peter Juhás, Merchant, s. r. o.

Abstract: The emergence of new technologies and their massive expansion in the manufacturing sector provide a revolution that can change all industrial processes, supplier - client procedures, product lifecycle and approach of consumers. An intelligent factories of the future are very different from the present state. The creation of such Smart Factories and their future depends on the direction of future research, design and definition of structures, technologies and purpose of devices.

Key words: Smart Factory, Industry 4.0, concept, proposal

Abstrakt: Vznik a masívne rozšírenie nových technológií vo výrobnjej sfére prinášajú revolúciu, ktoré môže zmeniť všetky priemyselné procesy, životný cyklus výrobkov, dodávateľsko - odberateľské postupy a prístup spotrebiteľa. Inteligentné továrne budúcnosti sa výrazne líšia od súčasného stavu. Vznik takýchto chytrých tovární (Smart Factory) a ich budúcnosť závisia na smere budúceho výskumu, vzniku definícií a návrhu štruktúry, technológie a účelu zariadení.

Kľúčové slová: Smart Factory, Industry 4.0, concept, návrh

1. Úvod do problematiky

Žijeme v dobe technického pokroku, rýchleho vývoja nových technológií, digitálnej transformácie priemyslu a máme možnosť byť svedkami nástupu štvrtej priemyselnej revolúcie. V odbornej praxi je často spomínaná ako Industry 4.0, prípadne zavádzanie štandardov Industry 4.0. do výrobnjej praxe. Spomínaná terminológia je široko používaná v celej Európe, najmä v Nemecku v priemyselnom sektore. V Spojených štátoch a anglicky

hovoriacom zvyšku sveta sa používa všeobecnejšia terminológia – Smart Factory (SF) (1) alebo Cyber-Physical systems (CPS) (3). Niektorí autori vo svojej práci (2) definujú všeobecný pojem Ubiquitous Manufacturing (UM) a popisujú model unifikácie výroby tak, aby bola nezávislá na type výrobku. Model je naviazaný bezdrôtovú komunikáciu (napríklad RFID) a inteligentný výrobok. Horizont reálnej existencie takejto výroby je však pri stave súčasnej techniky ďaleko. Ďalej sa pri návrhu SF v literatúre stretne s pojmami ako Internet of Things (IoT) (4) , Smart Product (5), Smart Machine a Augmented Operator (1).

2. Možnosti nasadenia v praxi

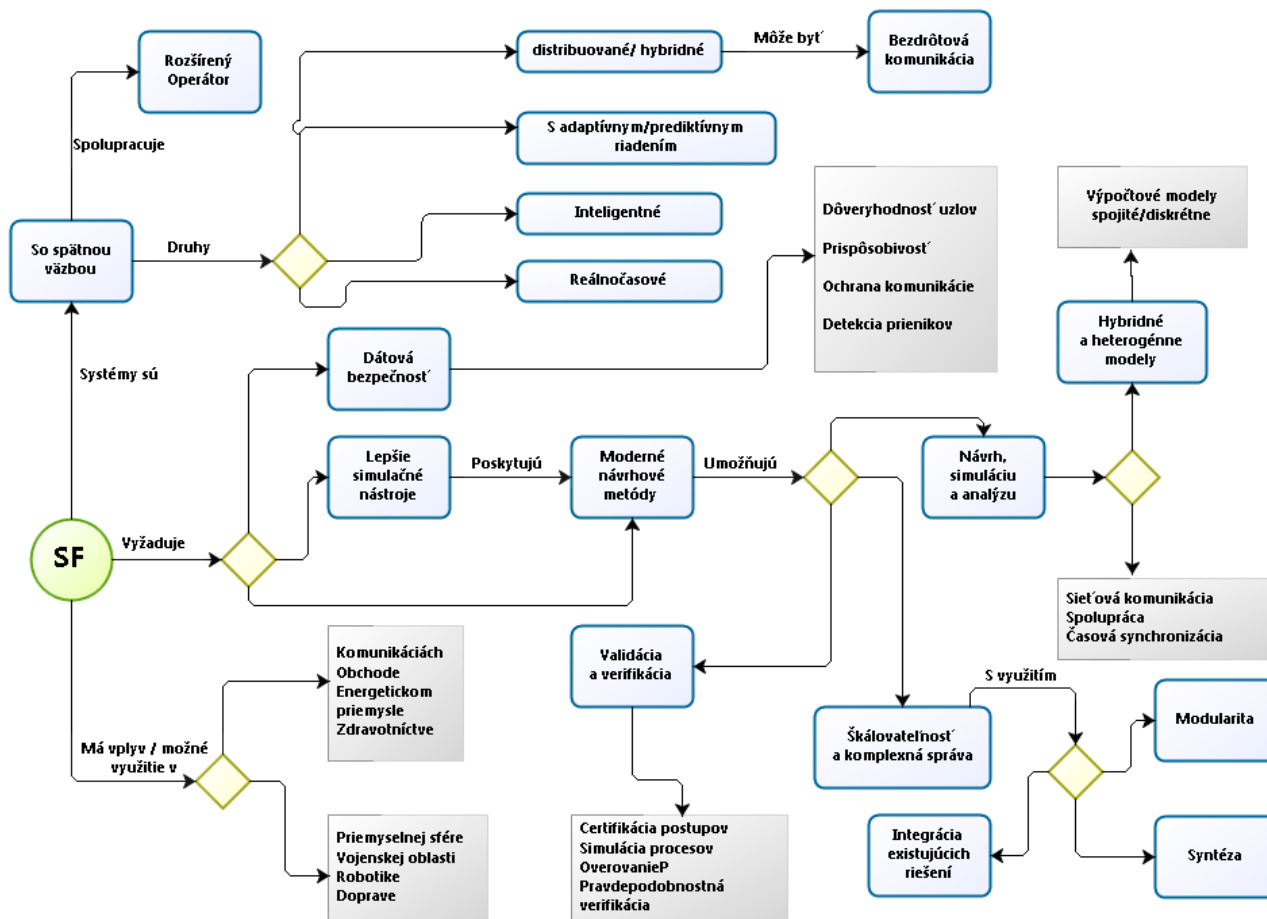
Uvedené pojmy, majú priamy súvis so štandardom Industry 4.0, kde existencia inteligentných výrobkov, komunikujúcich medzi sebou navzájom, je jedným z predpokladov realizácie inteligentnej výroby. Pre verejnosť je sú pravdepodobne známejšie pojmy Internet of Things (IoT) (4) a Smart product, teda internet vecí a chytrý výrobok, ktoré predstavujú novú generáciu produktov a komunikáciu medzi nimi. Operátor s rozšírenými možnosťami (Augmented operator) sa naopak vyskytuje hlavne v priemyselnej praxi. V tomto prípade ide o potrebu ľudského operátora vo výrobe, ktorý disponuje prostriedkami na interaktívnu komunikáciu s konkrétnym strojom, prípadne so samotným procesom výroby. Všetky tieto pojmy a koncepty reprezentujú fakt, že tradičné výrobné a produkčné metódy sú v urputnom boji s digitálnou transformáciou a priemyselné procesy v stále väčšej miere prijímajú moderné informačné technológie (IT).

Na základe množstva prác zaoberajúcich sa problematikou realizácie SF (2),(6),(7),(8),(10) je zrejmé, že takéto výrobné celky je možné realizovať jedine hlbokou integráciou výpočtových a komunikačných systémov s fyzikálnymi procesmi. V prípade reálnej existencie SF je jasné, že integrované výpočtové jednotky musia byť súčasťou v každej entite, musia neustále sledovať a kontrolovať fyzikálne procesy, komunikovať medzi sebou a na základe spätnej väzby modifikovať relevantné výpočty. Takáto technológia je v podstate rozšírením existujúcich zariadení (PLC). Z pohľadu šírky nevyhnutných budúcich inovácií však môžeme povedať, že samotný, v súčasnosti široko využívaný, systém riadenia procesov a ovládania zariadení pomocou programovateľných logických automatov je zastaraný a odsúdený na zánik.

Nasadenie štandardov Smart factory v praxi predpokladá oveľa vyšší stupeň dynamiky pri riadení fyzikálnych procesov a ide o celkový komplex softvéru a zariadení, ktoré spolu

poskytujú vysoký stupeň abstrakcie pri modelovaní, návrhu, testovaní a riadení. Na základe uvedenej literatúry a získaných poznatkov môžeme reprezentovať nasledovnú štruktúru (obr. 1). Schéma zobrazuje dopad implementácie SF technológií na celý proces riadenia výroby.

Z uvedeného je jasný široký dopad na všetky oblasti techniky – riadenie a modelovanie procesov, komunikácia, bezpečnosť.



Obrázok 1: Závislosti a vplyv SF

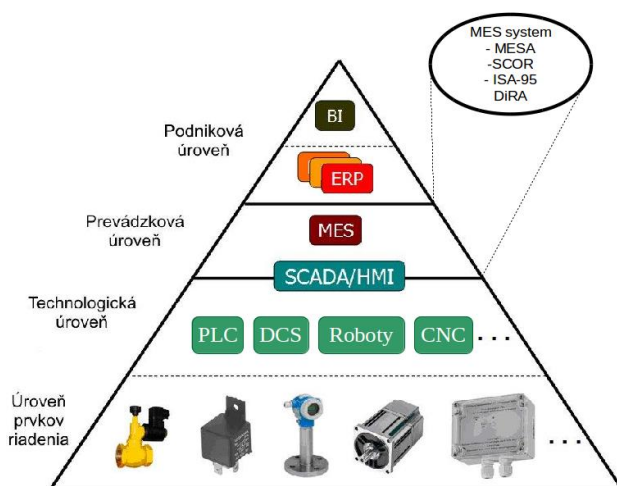
Zdroj: Asare, P., Broman, D., Lee, E. A., Tornngren, M., Sunder, S. S.: Cyber-Physical Systems – a concept map.

Z obrázku sú jasné tri základné vetvy, ktoré Smart Factory technológia ovplyvňuje, prípadne potrebuje pre svoju funkciu. V prvom rade ide o samotné systémy, ktoré môžeme považovať za vhodné na využitie pri aplikácii moderných štandardov. Tieto musia spĺňať viaceré podmienky. V rámci dynamiky riadenia musia obsahovať kvalitnú spätnú väzbu. Pritom sa často v rámci definície SF uvažuje nasadení algoritmov reagujúcich na zmenu vstupu zo snímačov zmenou riadiaceho signálu. Stabilita takýchto dynamických systémov je dobre spracovaná v oblasti klasickej teórie riadenia. V rámci SF však je nutné rozšírenie tejto teórie

na zariadenia obsahujúce celú dynamiku procesu, vrátane stability jednotlivých podsystémov a navyše zahrnúť fakt, že väčšina riadiacich informácií predpokladá využitie bezdrôtových komunikačných sietí. V takomto systéme je nutné riešiť stabilitu z pohľadu veľkého množstva vstupných parametrov a rátať aj s výpadkami komunikácie a stratou dátových paketov. Výhodou však je, že sieť bezdrôtových snímačov a akčných členov poskytuje také možnosti v procese riadenia, ktoré nie je možné realizovať formou klasickej drôtovej komunikácie.

Najviac problémov pri implementácii je jasne spôsobené nedostatočnou úrovňou flexibility automatizačnej techniky všeobecne. Zariadenia na najnižšej úrovni sú vysoko špecializované na konkrétnu funkciu a maximálnu efektívnosť. To má za následok zlú variabilitu a nízky stupeň kompatibility.

Druhou vetvou je potreba nástrojov potrebných na zabezpečenie správnej funkčnosti moderných podnikov. Jedným z hlavných problémov pri nasadzovaní štandardov Industry 4.0 (resp. SF) do praxe je hlavne nedostatok softvérových nástrojov na špecifikáciu, návrh, simuláciu a analýzu takýchto zložitých výrobných štruktúr. Navyše v praxi chýbajú unifikované a jednoducho použiteľné nástroje na riadenie celého systému. Napríklad v súčasnosti bežne používaný MES systém integrovaný do štruktúry podniku (obr. 2). V rámci platformy existuje viacero štandardov (MEAS, SCOR, ISA-95) , ku ktorým momentálne pribudol ďalší štandard DiRA (11).



Obrázok 2: Štandardy MES

Z uvedeného vyplýva vysoká potreba štandardizácie všetkých procesov a entít, ktoré sa vyskytujú v celom modeli podniku realizovaného v súlade s požiadavkami štandardu Smart Factory. Jedná sa pritom o hardvérový aj softvérový zásah do základných prvkov súčasnej

automatizácie. To vyžaduje komplexný prístup a riešenie na vyššej úrovni. Súčasný stav je však opakom.

Pre realizáciu SF je potrebné vo výrobnom a plánovacom procese splniť nasledovné podmienky:

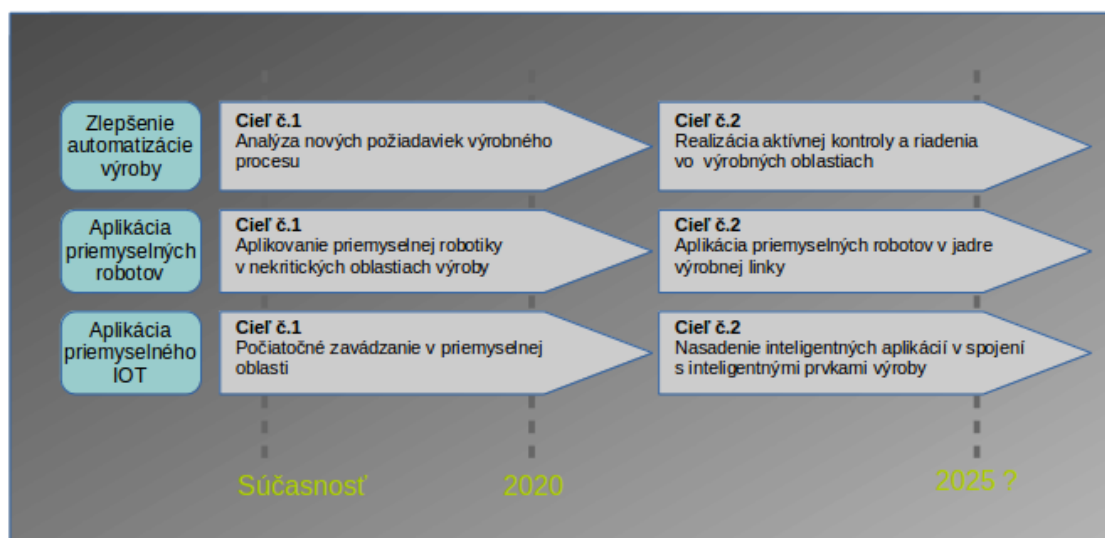
- potreba štandardizácie komunikačných protokolov
- potreba štandardizácie konektorov a fyzických rozhraní
- potreba štandardizácie výmeny dát (štandardizácia aplikácií)
- nevyhnutnosť existencie štandardizovaného systému riadenia (chýba jednotný ERP alebo MES system)

Samotný proces nasadenia reálneho nasadenia SF v praxi navyše predpokladá výrazný pokrok vo vývoji kľúčových technológií, ako sú:

- umelá inteligencia, neurónové siete (inteligentná robotika)
- spracovanie a analýza „big data“
- automatické získavanie znalostí, samo-učenie, samo-adaptovanie, samo-optimizácia v dynamickom prostredí
- úplne zautomatizovanie a možnosť virtualizácie a simulácie procesov vo všetkých fázach výrobného cyklu produktov (spracovanie suroviny – dodávateľ – výroba – odbyt -odpad/recyklácia)
- zlepšenie interakcie vo vzťahoch človek – stroj, vnímanie prostredia, správania človeka a zjednodušená komunikácia so zariadeniami

2.1.1. Perspektívy nasadenia SF

Je samozrejme zjavné, že všetky uvedené oblasti a technológie predpokladajú existenciu dostupného výpočtového výkonu pre všetky operácie v spojení s nízkou energetickou náročnosťou. Samotný proces nasadenia SF nejakom dohľadnom v časovom horizonte je potom otázkou celkového stupňa rozvinutosti techniky a fázy implementácie nových technológií sú pochopiteľne závislé na nižších stupňoch (obr. 3). Môžeme len odhadovať časový vývoj (9).



Obrázok 3: Perspektívy SF

Zdroj: Defang Li, „Perspective for Smart Factory in Petrochemical Industry“ in Computers and Chemical Engineering 2016

Tretia vetva (obr. 1) je všeobecne zjednodušená a vyjadrená iba heslovite vymenovaním najdôležitejších oblastí. Dôvodom je, že aplikácia štandardov SF má za následok momentálne ešte nepredvídateľné zmeny v celom spektre činností a priemyselných oblastí, ako aj reálneho spoločenského života.

3. Záver

V článku boli popísané niektoré konkrétne formy aplikácie technológií Smart Factory v praxi. Po preštudovaní je zrejmé, že sú problémy pri realizácii VE v reálnom svete. Definovali sme problém, ktorý spočíva za prvé vo veľkej heterogenite (rozmanitosti) výrobkov, množstve surovín a spôsobov ich spracovania a s tým súvisiacim množstvom technologických procesov. Za druhé aj v rámci podobnej produktovej a surovinovej bázy sa používa mnoho štandardov na úrovni hardvéru a softvéru výrobných liniek a zariadení. A nakoniec je potrebné prihliadať aj na bezpečnosť a to zvlášť pri časovo kritických systémoch, otvorených smerom do všeobecnej komunikačnej siete – internetu. Úspech nasadenia Industry 4.0 však pravdepodobne závisí od vytvorenia vhodných nových štandardov, ako aplikačných (SW), fyzických (HW), tak aj komunikačných.

Pod'akovanie

Tento článok vznikol vďaka podpore MŠVVaŠ SR riešenia projektu „Projekt priemyselného výskumu technológie autonómneho výrobného cyklu v súlade s konceptom Industry 4.0“ 2015 -10869/33303:2-15F0.

Zoznam bibliografických odkazov

- (1) Stephan Weyer, Mathias Schmitt, Moritz Ohmer, Dominic Gorecky: „Towards Industry 4.0 -Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi - vendor productionsystems” in IFAC-PapersOnLine, Volume 48, Issue 3, pp 579-584, 2015
- (2) I. Veza, M. Mladineo, N. Gjeldum, “Managing Innovative Production Network of Smart Factories“in International Federation of Automatic Control, pp. 555 – 560, 2015.
- (3) Jay Lee, Hung-An Kao, Shanhu Yang: „Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment“ in Product Services Systems and Value Creation. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, pp. 3-8, 2014
- (4) Yongrui Qin, Quan Z. Sheng, Nickolas J.G. Falkner, Schahram Dustdar, Hua Wang, Athanasios V. Vasilakos, „When things matter: A survey on data-centric internet of things“ in Journal of Network and Computer Applications vol. 64, pp. 137–153, ISSN: 1084-8045, 2016
- (5) Paulo Leitão, Nelson Rodrigues, José Barbosa, Claudio Turrin, Arnaldo Pagani, „Intelligent products: The grace experience“ in Control Engineering Practice vol. 42 pp. 95–105, ISSN: 0967-0661, 2015
- (6) H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 Final Report of the Industries 4.0 Working Group (2013) available at http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf, 2013

- (7) Lihui Wang, Martin Törngren , Mauro Onori, „Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing.” In Journal of Manufacturing Systems 37, pp. 517-527, ISSN: 0278-6125, 2015
- (8) Syed Imran Shafiq, Cesar Sanina, Edward Szczerbicki, Carlos Toroc, „Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: A specialized form of Cyber Physical System for Industrie 4.0“ in 19th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering, pp. 1146-1155, 2015
- (9) Defang Li, „Perspective for Smart Factory in Petrochemical Industry“ in Computers and Chemical Engineering 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.03.006>, accepted paper
- (10) Asare, P., Broman, D., Lee, E. A., Torngren, M. , Sunder, S. S.: Cyber-Physical Systems – a concept map. [online] <http://cyberphysicalsystems.org/>
- (11) Reference Architecture Framework for Discrete manufacturing [online] <https://enterprise.microsoft.com/en-us/industries/discrete-manufacturing/reference-architecture-framework-for-discrete-manufacturing/>

4. Adresa autora:

Peter Juhás, Ing.
Merchant, s. r.o.
Štúrova 844/21
927 01 Šal'a
peter.juhas@merchant.sk