

INTELENTNÁ VÝROBA V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSE

INTELLIGENT PRODUCTION IN THE AUTOMOBILE INDUSTRY

Ing. Peter Malega, PhD.

Ing. Veronika Kacsenyáková

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra priemyselného a digitálneho inžinierstva

Park Komenského 9, 042 00 Košice,

peter.malega@tuke.sk

Abstract: We call the industrial revolution in production Industry, and we are right in the middle of its fourth part. The task of this part is to digitize the production system. We believe that this system directly competes in tomorrow's world, that is, it helps factories to keep up with the times that are characterized by high demands and ever-increasing demand for goods. Nowadays, it is said that the level of intelligence that is offered today is only the beginning of what is to come in the future.

Key words: intelligent factory, intelligent production, Industry 4.0, digital twin

Úvod

Priemysel 4.0 opisuje produkciu budúcnosti. Technologické inovácie sľubujú, že budú môcť zvládnuť obrovský sortiment variantov, kratšie životné cykly a vyššiu efektívnosť vo výrobe. Cieľom je vyniknúť medzi globálnymi konkurentmi. To je dôvod, prečo v dnešnom svete výrobné spoločnosti jednoducho nemajú inú možnosť, ako sa vysporiadať s priemyslom 4.0. [3]

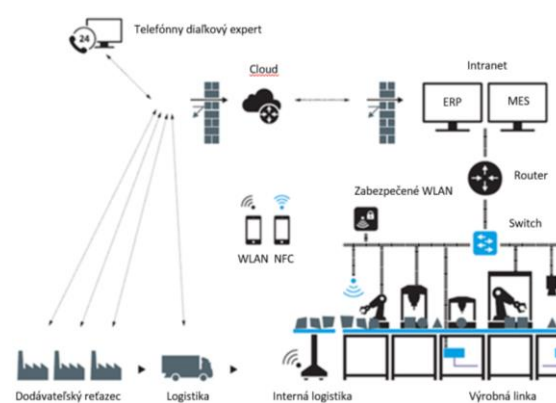
Rýchle zmeny v informačných a komunikačných technológiách (IKT) prerušili hranice medzi virtuálnou realitou a skutočným svetom. Myšlienka priemyslu 4.0 je vytvoriť sociálnu sieť, kde stroje môžu komunikovať so sebou, tzv. Internet vecí (IoT) a s ľuďmi, tzv. Internet ľudí (IoP). Týmto spôsobom môžu stroje komunikovať medzi sebou a s výrobcami vytvoriť to, čo teraz nazývame kyberneticko-fyzický výrobný systém (CPPS). To všetko pomáha priemyselným odvetviam integrovať reálny svet do virtuálnej reality a umožniť strojom zhromažďovať živé dáta, analyzovať ich, a dokonca rozhodovať na základe nich.

Koncept inteligentnej továrne

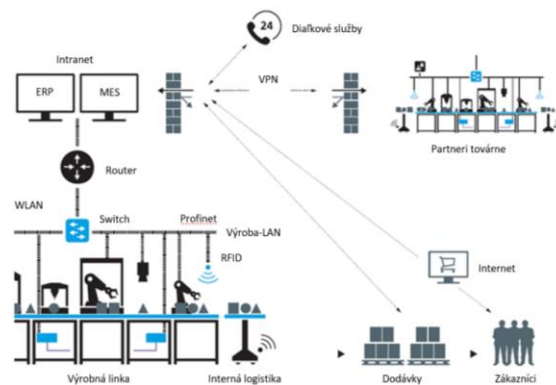
Každá továreň patrí do veľkej siete s množstvom komponentov. Platí to pre fyzické predmety, ako napr. surové časti či hotové výrobky alebo rôzne údaje.

Tento nový priemysel prináša významné výhody prostredníctvom optimalizácie a zintenzívnenia vytvárania sietí na všetkých úrovniach. Okrem toho prostredníctvom vytvárania sietí a správy údajov vytvára obchodné príležitosti na základe veľkých dát a cloudových aplikácií. [6]

Opiera sa o rôzne technológie a integruje ich do celkového systému. Dôležitá funkcia je inteligencia jednotlivých komponentov a ich vytváranie sietí do inteligentnej továrne. Nielen technické porozumenie, ale aj nové možnosti aplikácie a aplikácie pre toto odvetvie, sú uvedené pomocou príkladu na Obr. 1 a Obr. 2.



Obr. 1 Príklad inteligentnej továrne, časť 1 [2]



Obr. 2 Príklad inteligentnej továrne, časť 2 [2]

Výhody Industry 4.0 v automobilovom priemysle

Dnes väčšina automobilových výrobcov a dodávateľov ochotne vstúpilo do cesty priemyslu 4.0, kde trasa vedie k väčšej ziskovosti. Spotrebitelia stále žiadajú o väčšiu konektivitu s ich automobilmi, a tak ďalej tlačia priemysel sa vyvíjať. [1]

Priemysel 4.0 ponúka nespočetné výhody pre automobilový priemysel, ktoré majú vplyv na organizáciu podniku [12]:

- Agilný dodávateľský reťazec: Odvoláva sa na používanie odozvy, schopností, flexibility a rýchlosti pri riadení toho, ako dobre pôsobí subjekt dodávateľského reťazca na dennej báze. Na rozdiel od bežného dodávateľského reťazca využíva údaje v reálnom čase a aktualizované informácie oproti prognóze dopytu, čo pomáha zlepšiť celkovú efektivitu a produktivitu daného subjektu.
- Self-monitoring schopností: Keďže zariadenia sa čoraz viac pohybujú smerom k 24-hodinovej produkcii, spoľahlivosť zariadenia sa stáva kritickou. Pre priemysel 4.0 sú stratégiou robustné monitorovacie systémy na identifikáciu potenciálnych problémov s údržbou pred tým, než spôsobia prestoj. Tá istá technológia môže byť použitá v samotných automobiloch na zníženie neočakávaných porúch.
- Kapacita pre prispôbenie: Dnešní vodiči automobilov dôsledne vyjadrujú túžbu prispôbiť si konfiguráciu ich vozidla. Tradičný automobilový výrobný proces neumožňuje takéto prispôbenie. Avšak, vývoj priemyslu 4.0 by mohol zaručiť auto-výrobcom schopnosť nielen prispôbiť jednotlivé vozidlá, ale aj skrátiť dodacie lehoty pre tieto vozidlá.
- Flexibilita siete: Priemysel 4.0 umožní výrobcovi strategicky prepojiť svoje automobilové pobočky. Ak je produkcia alebo dopyt premenlivý, operácie sa môžu podľa potreby posunúť medzi zariadenia.

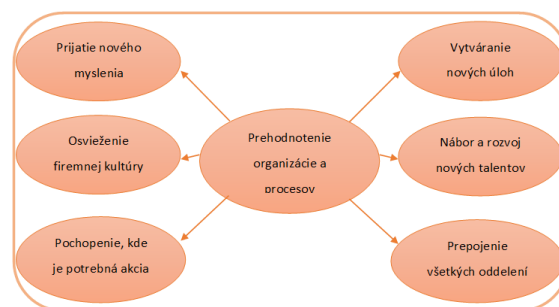
Výzvy Industry 4.0 v automobilovom priemysle

Priemysel 4.0 naďalej mení spôsob, akým komunikujeme so svetom okolo nás, a tak vznikajú nové výzvy. Je dôležité si uvedomiť podstatné skutočnosti Industry 4.0, aby podniky a organizácie prijali nové myslenie, resp. pochopenie sily interkonektivity realizovaných novými technológiami [4, 8]:

- Integrácia zhotoviteľa: automobilový priemysel sa vo veľkej miere spolieha na zmluvnú výrobu, čo umožňuje väčšiu flexibilitu pri riešení krátkodobých zmien dopytu.
- Zabezpečenie údajov: aktuálny priemyselný model predstavuje akúsi uzavretú informačnú slučku, kde údaje nikdy neopustia individuálnu organizáciu. Priemysel 4.0 žiada o otvorenie tejto slučky, ktorú robí každý výrobný podnik zraniteľným voči hrozbám kybernetickej bezpečnosti. To je obzvlášť nebezpečné pre automobilový priemysel, kde by kupujúci automobilov mohli utrpieť vážne škody, ak by ich pripojené vozidlá mohli byť napadnuté (hacknuté).

- Manažment údajov: automobilový priemysel produkuje obrovské objemy dát. Kým Cloud Computing rieši jednoduchú problematiku ukladania dát, mnoho výrobcov automobilov sa stále snaží využiť svoje dáta a získať užitočné poznatky. Preto budú musieť strategicky prijať softvér na riadenie logistiky, ktorý zahŕňa pokročilé analytické a strojové učenie.

Na Obr. 3 môžeme vidieť ostatné výzvy v automobilovom priemysle.



Obr. 3 Ostatné výzvy Industry 4.0 v automobilovom priemysle

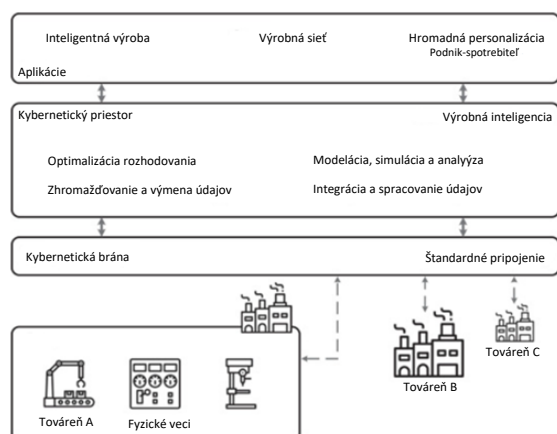
Aby prekonal tieto výzvy bude musieť automobilový priemysel pokračovať v rámci dodávateľského reťazca v presadzovaní viditeľnosti a automatizácie. Na základe svojich schopností podporovať princípy priemyslu 4.0 by sa mali hodnotiť akékoľvek logistické softvéry alebo ERP.

Inteligentná výroba

V inteligentnej výrobe je dramaticky intenzívnejšie uplatňovanie "výrobnej inteligencie" v celom výrobnom a dodávateľskom reťazci podniku. Zahŕňa porozumenie v reálnom čase, uvažovanie, plánovanie a riadenie všetkých aspektov výrobných procesov. [9]

V inteligentnej výrobe je fyzická "vec" v továrni pripojená k priemyselnému internetu prostredníctvom štandardných kybernetických brán ako digitálne dvojča v kybernetickom priestore. Kybernetické systémy ukládajú a spracovávajú streamované údaje z prepojených fyzických objektov. Tieto údaje sa používajú na modelovanie, simuláciu a predpovedanie stavu každého fyzického objektu za dynamických pracovných podmienok.

Všadeprítomné využívanie inteligentných technológií, ako napr. spracovanie veľkých dát a umelá inteligencia, umožňuje v každom okamihu výrobných činností extrakciu výrobnej inteligencie. Kolektívna inteligencia v lokálne prepojených továrňach a v kybernetickom priestore pripravuje pôdu pre niektoré dramatické zmeny z aspektov vnútropodnikovej prevádzky, spolupráce medzi podnikmi a modelu výroby, ako je znázornené na Obr. 4. [7]



Obr. 4 Vízia inteligentnej výroby [10]

Inteligentná výroba: výrobné systémy rozšírené s kognitívnou inteligenciou môžu prevziať viac a viac výrobných pracovných miest. Prepojené a sebaorganizačné výrobné systémy budú riešiť nové výrobné úlohy s vysokou účinnosťou a flexibilitou. Zmení sa aj vzťah medzi ľuďmi a strojmi; továrne sa stane plne vtiahnutý človek a stroj so svojou spoluprácou v priestore. [9]

Inteligentná výrobná sieť: pripojené kyberneticko-fyzikálne výrobné systémy budú tvoriť globálnu výrobnú sieť, ktorá môže reagovať na dynamické zmeny v miestnych výrobných systémoch a vo vonkajšom dodávateľskom reťazci. Výrobná sieť adaptívnych a self-optimalizačných výrobných systémov môže umožniť autonómnú konfiguráciu a plánovanie výrobných činností pre výrobné pracovné miesta na meniaci sa váhy, na dosiahnutie zdravých ekonomických, environmentálnych a sociálnych vplyvov. [5]

Hromadné prispôsobenie: výrobný model sa bude pohybovať od modelu push-type hmotnostnej výroby až po ťahovú masovú personalizáciu. Inteligentné továrne, ktoré sú plne reagujúce na zmeny a nároky z továrne, dodávateľského reťazca a zákazníckeho bloku, môžu dosiahnuť produkciu s vysokou účinnosťou a flexibilitou. [11]

Digitálne dvojča v inteligentnej výrobe

Digitálne dvojča zohráva vo vízii inteligentnej výroby rotačnú úlohu. To umožňuje posun od analýzy minulosti na predpovedanie budúcnosti. Živé zastúpenie reality prostredníctvom digitálnych dvojčiat nám umožňuje vyvíjať sa zo zhromažďovania údajov a analýz smerom k obchodným praktikám v reálnom čase. Digitálne dvojča môže ovplyvniť budúcu výrobu z nasledujúcich aspektov [8]:

- Digitálne dvojča pre výrobné aktíva: výrobný majetok môže byť prepojený a abstraktovaný do kybernetického prostredia prostredníctvom digitálneho dvojčat'a. Výrobcovia môžu získať jasnejší obraz o reálnych výkonoch a

prevádzkových podmienkach výrobného majetku prostredníctvom údajov v reálnom čase zachytených z majetku a uskutočňovať proaktívne optimálne prevádzkové rozhodnutia. S pravdivými informáciami, ktoré vyplývajú z výrobného aktíva, môžu výrobcovia zlepšiť svoje situačné povedomie a zvýšiť odolnosť a flexibilitu operácií, najmä v kontexte hromadnej personalizácie.

- Digitálne dvojča pre ľudí: digitálne dvojčatá môžu tiež prepojiť pracovníkov v obchode. Zastúpenie osoby, vrátane osobných údajov, ako je váha, zdravotné údaje, údaje o aktivite a emocionálny stav, môže pomôcť vytvoriť modely na pochopenie osobného blahobytu a pracovných podmienok ľudí v továrni. Porozumenie pracovnej sile môže pomôcť navrhnuť stratégie spolupráce v oblasti ľudských strojov zamerané na človeka, aby sa zvýšila telesná a psychická zdravotná sila pracovníkov, ako aj dosiahnutie najlepšej výrobnéj výkonnosti.
- Digitálne dvojča pre továrne: digitálne dvojčatá a výrobné operácie riadené dátami môžu umožniť zriadenie samoobslužného výrobného prostredia s úplnou prevádzkovou viditeľnosťou a flexibilitou. Konektivita a sledovanie dát počas celého výrobného procesu umožňujú, aby sa továrenské operácie transformovali na údaje založené na dôkazoch, ktoré ponúkajú možnosti sledovania zdrojov chýb produktu, analyzovanie výrobných prekážok a predpovedanie budúcich požiadaviek na zdroje.
- Digitálne dvojča pre výrobné siete: prepojením výrobných aktív, osôb a služieb prostredníctvom digitálneho dvojčat'a môže byť každý aspekt podnikania prakticky zastúpený. Pripojenie distribuovaných digitálnych dvojčiat medzi spoločnosťami umožní spoločnostiam budovať prakticky prepojené výrobné siete. Táto stratégia poskytuje bezprecedentnú viditeľnosť do prevádzkového výkonu a vytvára možnosť predpovedať budúce potreby v sieti digitálnych dvojčiat.

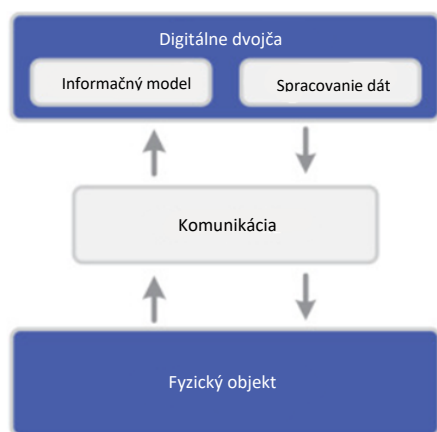
Referenčný model digitálneho dvojčat'a

Digitálne dvojča odráža obojsmerné dynamické mapovanie medzi fyzickým objektom a jeho virtuálnym modelom v kybernetickom priestore. Digitálne dvojča predstavuje middleware architektúru. V technickom jadre, vývoj digitálnych dvojčiat potrebuje tri zložky [8]:

1. informačný model, ktorý znázorňuje špecifikácie fyzického objektu,

2. komunikačný mechanizmus, ktorý prenáša obojsmerné údaje medzi digitálnym dvojčatom a jeho fyzickým kolegom,
3. modul spracovania údajov, ktorý môže extrahovať informácie z heterogénnych viaczdrojových údajov na výstavbu fyzického objektu.

Tieto tri zložky musia pracovať spoločne pre výstavbu digitálneho dvojčata. Bez informačného modelu na abstraktné rysy fyzickej entity, údajov prenášaných do kybernetického prostredia stratia svoj význam a kontext. Bez mechanizmu synchronizácie údajov medzi fyzickým modelom a jeho informačným modelom sa odpojí pripojenie a odraz medzi týmito dvoma koncepmi. Vysokovýkonné spracovanie údajov je kľúčom k odstráneniu medzier medzi heterogénnym prúdom údajov a digitálnym dvojčatom informačného modelu. Na Obr. 5 je zobrazené digitálne dvojča.



Obr. 5 Digitálne dvojča [10]

Záver

Štvrtá priemyselná revolúcia dostáva automatizáciu výrobných procesov na novú úroveň zavedením prispôbených a flexibilných technológií hromadnej výroby. To znamená, že stroje môžu spolupracovať s ľuďmi pri vytváraní potrieb zákazníka, fungovať samostatne, hromadiť údaje, analyzovať a zatriedňovať.

Priemyselná revolúcia od začiatku prešla obrovským vývojom. Tento vývoj priniesol veľa pozitívneho aj negatívneho. Dnes má Industry 4.0 otvorené dvere všade vo vyspelých továrňach, pretože svojimi vlastnosťami značne uľahčuje výrobu a zvyšuje kvalitu výroby, po ktorej je v dnešnej dobe veľký dopyt.

Príspevok bol riešený v rámci projektu 019TUKÉ-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.

Literatúra

- [1] Shafiq, S. I., Velez, G., Toro, C., Sanin, C., & Szczerbicki, E. (2016). Designing intelligent factory: Conceptual framework and empirical validation. *Procedia Computer Science*, 96, 1801-1808.
- [2] Reimann, J., & Sziebig, G. (2019). The intelligent factory space—a concept for observing, learning and communicating in the digitalized factory. *IEEE Access*, 7, 70891-70900.
- [3] Pech, M., Vrchota, J., & Bednář, J. (2021). Predictive maintenance and intelligent sensors in smart factory. *Sensors*, 21(4), 1470.
- [4] Lin, Y. J., Wei, S. H., & Huang, C. Y. (2019). Intelligent manufacturing control systems: The core of smart factory. *Procedia manufacturing*, 39, 389-397.
- [5] Fang, H., & Li, R. (2022). The Application and Research of Intelligent Technology in Automobile Engine Production Line. *Advances in Engineering Technology Research*, 1(3), 192-192.
- [6] YANG, Y., YUAN, Z., PI, Z., XIA, W., JIANG, C., & GUO, K. (2018). Construction and implementation of intelligent transparent automobile factories. *China Mechanical Engineering*, 29(23), 2867.
- [7] Lee, J., Chua, P. C., Chen, L., Ng, P. H. N., Kim, Y., Wu, Q., ... & Moon, S. K. (2023). Key enabling technologies for smart factory in automotive industry: status and applications. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 1(1), 94-105.
- [8] Guo, K., Wan, X., Liu, L., Gao, Z., & Yang, M. (2021). Fault diagnosis of intelligent production line based on digital twin and improved random forest. *Applied Sciences*, 11(16), 7733.
- [9] Huang, Q. (2022). Intelligent manufacturing. In *Understanding China's Manufacturing Industry* (pp. 111-127). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [10] Kacsényáková, V. (2020). Prvky Industry 4.0 v automobilovom podniku na slovensku. *Bakalárska práca. TU SjF kosice*. p. 55.
- [11] Cheng, G. J., Liu, L. T., Qiang, X. J., & Liu, Y. (2016, June). Industry 4.0 development and application of intelligent manufacturing. In *2016 international conference on information system and artificial intelligence (ISAI)* (pp. 407-410). IEEE.
- [12] Zoubek, M., Poor, P., Broum, T., Basl, J., & Simon, M. (2021). Industry 4.0 maturity model assessing environmental attributes of manufacturing company. *Applied Sciences*, 11(11), 5151.