

Industry 5.0

– koncept, technológie, ciele (1)

Koncepty na princípe Industry 4.0/Smart Industry sa v poslednom desaťročí stali globálne akceptovanými a adoptovanými. Mnohé krajiny zaviedli svoju stratégiu a svoje vlastné pomenovanie. Výskum a vzdelávanie ovplyvnili a posunuli vývoj a implementáciu riešení v rôznych odvetviach priemyslu. Po 10 rokoch existencie pojmu Industry 4.0 vydala Európska komisia oficiálny dokument o Industry 5.0. Uvádza sa v ňom, že základný rozdiel medzi nimi vyplýva z toho, čím sú hnané, riadené. Industry 4.0 je hnaný technológiami (technology-driven) a Industry 5.0 hodnotami (value-driven). Koexistencia týchto dvoch časovo veľmi blízkych (r)evolúcií zákonite vyvoláva otázky a diskusie k ich koncepcii, vnímaniu a dosahu z rôznych pohľadov. Ako ciele v Industry 5.0 Európska komisia uviedla tri kľúčové elementy – udržateľnosť (sustainability), odolnosť (resilience) a zameranie na človeka (human-centric).



V sérii článkov o Industry 5.0 sa pokúsime poskytnúť bližší pohľad na tento koncept a tiež ho porovnať s už existujúcimi konceptmi. Prvá časť série poskytuje úvod a opis Industry 4.0 a Industry 5.0.

Industry 4.0

Kým predstavíme Industry 5.0, treba vysvetliť aj pojem Industry 4.0. Industry 4.0 opisuje množinu rýchlo sa rozvíjajúcich oblastí priemyslu, ktoré zahŕňajú návrh, výrobu, operabilitu a servis systémov a výrobkov v priemysle. Označenie 4.0 hovorí o tom, že ide o štvrtú priemyselnú revolúciu nasledujúcu po predchádzajúcich troch priemyselných revolúciách (1.0 – parný stroj, 2.0 – elektrifikácia, 3.0 – automatizácia). Avšak stále sa vedú debaty aj o tom, či ide o revolúciu alebo len evolúciu. Odpoveď stále nie je jasná a prevažne záleží na uhle pohľadu.

Vízia Industry 4.0 bola prvýkrát predstavená v roku 2011 (Hannover Fair, Nemecko), avšak detailný dokument/koncept bol publikovaný až v roku 2013. Koncept bol reakciou na Smart Manufacturing Leadership Coalition v USA a bol pomenovaný Evolúcia od zabudovaných systémov ku kyberfyzikálnym systémom. V zásade sa hovorí o tvorbe inteligentnej distribuovanej siete rôznorodých entít pozdĺž celého výrobného procesu, a teda naprieč výrobnými, ekonomickými, obchodnými, logistickými a ďalšími úsekmi. Všetky tieto úseky/subsystémy by mali pracovať autonómne a zároveň musia byť schopné navzájom komunikovať.

Industry 4.0 sa opiera o niekoľko základných technologických konceptov:

- CPS (kyberfyzikálne systémy) – monitorujú fyzikálne procesy, vytvárajú virtuálne kópie a realizujú decentralizované riešenia vrátane decentralizovaného riadenia.
- IoT (internet vecí) – umožňuje vzájomnú spoluprácu medzi subsystémami a ich spoluprácu s človekom.
- IoS (internet služieb) – ponúka najrôznejšie služby vnútri výroby, podniku, organizácie aj naprieč organizáciami.

- Big Data, cloud – umožňujú zber dát, ukladanie a analytické spracovanie rozsiahlych súborov dát.

Základné princípy, ktoré by mali zabezpečovať tieto úlohy [1]:

- Interoperabilita – schopnosť kyber-fyzikálnych systémov, ľudí a všetkých komponentov inteligentných tovární spolu komunikovať prostredníctvom internetu vecí a internetu služieb.
- Virtualizácia – schopnosť prepojenia fyzických systémov s virtuálnymi modelmi a simulačnými nástrojmi (napr. aj digitálne dvojča – digital twin).
- Decentralizácia – rozhodovanie a riadenie prebieha autonómne a paralelne v jednotlivých systémoch (cloud computing, ale aj výpočty na hrane siete – edge computing).
- Práca v reálnom čase – dodržanie požiadavky reálneho času je kľúčovou podmienkou ľubovoľnej komunikácie, rozhodovania a riadenia v systémoch reálneho sveta.
- Orientácia na služby – preferencia výpočtovej filozofie typu ponúkanie a využívanie štandardných služieb; vedie smerom na architektúry typu SoA (servisne orientované architektúry).
- Modularita a rekonfigurovateľnosť – systémy by mali byť maximálne modulárne a schopné autonómnej rekonfigurácie na základe automatického rozpoznania situácie.

Cieľom spomenutých konceptov a princípov by mala byť zvýšená produktivita, masová prispôbitelnosť, zvýšená rýchlosť vývoja, zvýšená kvalita produktov aj produktivity samotnej. Zároveň by mali byť zákazníci viac zapojení do procesu návrhu, výroby a distribúcie produktu [1].

Implementácia takýchto konceptov na vyššej úrovni vyžaduje aj národnú stratégiu. Mnoho štátov zaviedlo podobné princípy do svojich dlhodobých plánov, avšak nie všetci sa zhodli na pomenovaní Industry 4.0. Niekoľkými prípadmi môžu byť napríklad stratégie týchto štátov: Austrália – Industry 4.0 Testlabs, Belgicko – Made Different, Francúzsko – Industrie de Futur, Japonsko – Society 5.0, Holandsko – Smart Industry, Čína – Made in China 2025, UK – The Future of Manufacturing, USA – Advanced Manufacturing Partnership, Slovensko – Smart Industry for Slovakia.

Industry 5.0

Industry 5.0 má svoje korene v koncepte Industry 4.0, avšak pôvodný koncept Industry 4.0 sa menej zameriaval na princípy sociálnej spravodlivosti a udržateľnosti, ale viac na digitalizáciu s cieľom zvýšenia efektívnosti a flexibility výroby. Koncept Industry 5.0 poskytuje odlišné zameranie, zdôrazňuje dôležitosť výskumu a inovácií na podporu priemyslu v jeho dlhodobej službe ľudstvu a rešpektuje hranice našej planéty [2].

Industry 5.0 poskytuje víziu priemyslu, ktorej ciele presahujú len efektívnosť a produktivitu. Vízia posilňuje úlohu a prínos spoločnosti do priemyslu, umiestňuje fyzickú a psychickú pohodu pracovníka do centra a využíva nové technológie na poskytnutie prosperity nielen za účelom zefektívnenia pracovnej sily a rastu spoločnosti, ale dbá aj na limity planéty a udržateľnosť. Priemyselné odvetvia by mali zohrávať dôležitú úlohu pri poskytovaní riešení výziev pre spoločnosť vrátane ochrany zdrojov, zmeny klímy a sociálnej stability. Industry 5.0 by malo zároveň priniesť výhody pre priemysel, pracovníkov a spoločnosť. Tento koncept uprednostňuje modely obehovej výroby a podporuje technológie, ktoré zefektívňujú využívanie prírodných zdrojov. Revízia existujúcich hodnotových reťazcov môže tiež zvýšiť odolnosť priemyslu voči vonkajším vplyvom, napríklad voči aktuálnej kríze Covid-19 [3].

Industry 5.0 sa opiera o niekoľko základných technologických konceptov [2]

Zameranie sa na potreby ľudí (human-centric solutions) a vhodné **interakcie medzi človekom a strojom** pomocou technológií, ktoré prepájajú a kombinujú silné stránky strojov a ľudí – viacjazyčné rozpoznávanie hlasu, rozpoznávanie gest, kolaboratívne roboty, rozšírená realita, exoskelety, zvýšenie kognitívnych schopností ľudí.

Biotechnológie a smart materiály umožňujú vytvárať produkty s integrovanými senzormi a pokročilými funkciami z recyklovateľných materiálov – samoopravovacie, ľahké, recyklovateľné, biosenzory, integrácia so živými materiálmi.

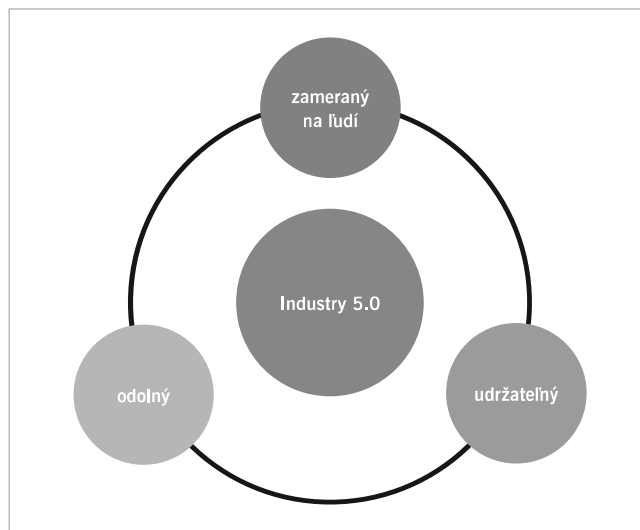
Digitálne dvojča a simulácie v reálnom čase na modelovanie, kontrolu a dohľad nad celým systémom – digitálne dvojča, virtuálna simulácia a testovanie, plánovaná údržba, simulácie a meranie vplyvu na životné prostredie.

Technológie bezpečného kybernetického prenosu, ukladania a analýzy údajov zabezpečia spracovanie údajov a umožnia interoperabilitu systémov – kyberbezpečnosť, big data manažment, výpočty na hrane siete, dohľadateľnosť dát.

Umelá inteligencia, napríklad na detekciu kauzality v zložitých dynamických systémoch, pomáha zabezpečiť akčnú/vykonávateľnú inteligenciu (actionable intelligence) – schopnosť reagovať na nepredvídané situácie bez zásahu človeka, swarm inteligencia, vysvetliteľná umelá inteligencia.

Technológie zabezpečujúce energetickú efektívnosť a dôveryhodnú autonómiu z dôvodu zvýšenej energetickej náročnosti uvedených technológií – využívanie obnoviteľných zdrojov energie, nízkoenergetická výmena údajov, smart dust.

Uvedené koncepty by mali podporiť tri základné elementy Industry 5.0, a to: zameranie na človeka (jedným slovom to možno v slovenčine vyjadriť pojmom ľudskosť), udržateľnosť a odolnosť. Namiesto toho, aby sa nová technológia brala ako východiskový bod a skúmala sa jej schopnosť zvyšovať efektívnosť, riešenia so zameraním sa na potreby ľudí (human-centric) v priemysle kladú základné ľudské potreby a záujmy do centra výrobného procesu. Znamená to tiež zabezpečiť, aby používanie nových technológií nezasahovalo do základných práv pracovníkov, ako je právo na súkromie, autonómiu a ľudskú dôstojnosť. Priemysel by mal rešpektovať hranice planéty a musí byť udržateľný (sustainable). Potrebuje vyvinúť obehové procesy, ktoré opätovne využívajú, prehodnocujú a recyklujú prírodné zdroje, znižujú odpad a dosah na životné prostredie. Technológie ako umelá inteligencia a aditívna výroba tu môžu zohrávať veľkú úlohu tým, že optimalizujú efektívnosť zdrojov a minimalizujú



Obr. 1 Klúčové elementy v Industry 5.0

odpad. Odolnosť (resilient) sa vzťahuje na potrebu vyvinúť vyšší stupeň odolnosti v priemyselnej výrobe, lepšie ju vyzbrojiť proti externému rušeniu a zabezpečiť, aby mohla poskytovať a podporovať kritickú infraštruktúru v čase krízy. Geopolitické zmeny a prírodné krízy, ako je pandémia Covid-19, zdôrazňujú krehkosť nášho súčasného prístupu ku globalizovanej výrobe [3].

Industry 5.0 uznáva silu priemyslu dosiahnuť spoločenské ciele nad rámec pracovných miest a ekonomického rastu, aby sa stal odolným poskytovateľom prosperity tým, že priemysel rešpektuje hranice našej planéty a do centra výrobného procesu kladie fyzickú a psychickú pohodu pracovníkov v priemysle.

Záver

V závere tejto časti chceme ešte položiť niekoľko otázok, ktoré treba kriticky vnímať, premýšľať a diskutovať o nich a hľadať na ne odpovede. Tie treba v konečnom dôsledku aj aplikovať do reálneho života. Tieto aj ďalšie otázky sa pokúsime opísať a diskutovať o nich v nasledujúcich častiach tohto seriálu.

- Hovoríme teda o revolúcii alebo evolúcii?
- Sú podporné technológie v Industry 5.0 naozaj novými?
- Ako systematizovať pojmy, skúmať a vyučovať Industry 5.0?

Podakovanie

Táto publikácia vznikla s podporou grantu ENISaC – Edge-eNabled Intelligent Sensing and Computing (APVV-20-0247) a grantu ACNE – Accelerating computations on the network's edge (FEI-2021-81).

Zdroje

- [1] Davies, Ron: Industry 4.0 – Digitalisation for productivity and growth. European Parliamentary Research Service. 09/2015. PE 568.337.
- [2] European Commission, Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Directorate-General for Research and Innovation. 01/2021. DOI: 10.2777/308407.
- [3] Müller, Julian: Enabling Technologies for Industry 5.0. Directorate-General for Research and Innovation 2020 Prosperity, 09/2020. DOI: 10.2777/082634.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

prof. Ing. Iveta Zolotová, CSc.
Ing. Erik Kajáti, PhD.
Ing. Ladislav Pomšár

Technická univerzita v Košiciach FEI
Katedra kybernetiky a umelej inteligencie
Centrum inteligentných kybernetických systémov
<http://ics.fei.tuke.sk>