

# Industry 5.0

## – koncept, technológie, ciele (2)

V sérii Industry 5.0 sme si určili za cieľ poskytnúť bližší pohľad na tento koncept a tiež ho porovnať s už existujúcimi konceptmi. Predchádzajúca, prvá časť série poskytla úvod a opis Industry 4.0 a Industry 5.0 [1]. V druhej časti sa zameriame na koncepty podobné Industry 5.0. Z prvej časti seriálu je zrejmé, že Industry 5.0 sa má vo väčšej miere zamerať na ľudí a neodmysliteľnou súčasťou je aj udržateľnosť. Tieto ciele neboli ako hlavné pri Industry 4.0, kde hlavným cieľom je najmä technologický pokrok. Od predstavenia Industry 4.0 však prešlo už desaťročie a pred zavedením Industry 5.0 Európskou komisiou vzniklo viacero konceptov odvodených od Industry 4.0. Niektoré z nich opíšeme v tejto časti seriálu.

### Ciele udržateľného rozvoja

Organizácia Spojených národov (OSN) v roku 2015 predstavila 17 cieľov udržateľného rozvoja (SDG – Sustainable Development Goals) ako plán rozvoja na obdobie rokov 2015 – 2030. Agenda 2030 pre trvalo udržateľný rozvoj, ktorú prijali všetky členské štáty OSN, poskytuje spoločný plán udržania mieru a prosperity pre ľudí a planétu teraz aj v budúcnosti. Tieto ciele by mali poskytovať významnú podporu a budovanie kapacít pre trvalo udržateľný rozvoj a súvisiace tematické otázky vrátane tém ako čistá voda a hygiena, dostupná a čistá energia, ochrana klímy a oceánov, dôstojná práca a ekonomický rast, zodpovedná spotreba a výroba. Všetkých 17 cieľov je na obr. 2 [2].

Medzi najpodstatnejšie ciele z pohľadu Industry 5.0 patria:

- dostupná a čistá energia (č. 7) – zabezpečiť prístup k cenovo dostupným, spoľahlivým, udržateľným a moderným zdrojom energie pre všetkých,
- priemysel, inovácie a infraštruktúra (č. 9) – vybudovať odolnú infraštruktúru, podporovať inkluzívnu a udržateľnú industrializáciu a inovácie,
- udržateľné mestá a komunity (č. 11) – vytvoriť inkluzívne, bezpečné, odolné a udržateľné mestá a komunity,
- zodpovedná spotreba a výroba (č. 12) – zabezpečiť zodpovednú spotrebu a výrobu,
- ochrana klímy (č. 13) – prijať bezodkladné opatrenia na boj so zmenou klímy a zvládanie jej vplyvu,
- život pod vodou (č. 14) – chrániť a udržateľne využívať oceány, moria a morské zdroje na zabezpečenie udržateľného rozvoja,
- život na pevnine (č. 15) – chrániť, obnovovať a podporovať udržateľné využívanie suchozemských ekosystémov, udržateľne hospodáriť s lesmi, potláčať rozširovanie



Obr. 2 Všetkých 17 cieľov udržateľného rozvoja – OSN [2]

púšťa, zastaviť a následne zvrátiť degradáciu pôdy a zastaviť úbytok biodiverzity, partnerstvá za ciele (č. 17) – oživiť globálne partnerstvo pre udržateľný rozvoj a posilniť prostriedky jeho uplatňovania.

Tieto ciele sú veľmi podobné dvom kľúčovým elementom Industry 5.0 – odolnosť a udržateľnosť. Zároveň je myšlienka spomenutých bodov aplikovaná v jednej z kľúčových technológií Industry 5.0 – technológie zabezpečujúce energetickú efektívnosť a dôveryhodnú autonómiu. Samotný koncept Industry 5.0 by teda mal spĺňať viacero cieľov udržateľného rozvoja, v ideálnom prípade všetky. Z tohto pohľadu teda možno povedať, že elementy odolnosti a udržateľnosti neopisujú revolúciu, ale vhodnú evolúciu systémov.

### Operátor 4.0 a H-CPS

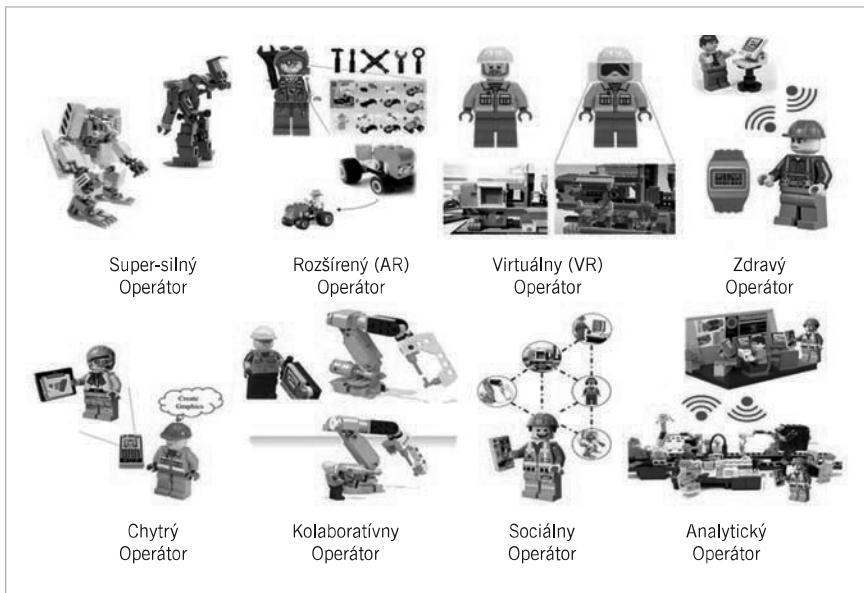
V roku 2016 D. Romero (Mexiko) zdefinoval pojem Operátor 4.0. V publikácii [3] píše o tom, že Industry 4.0 umožňuje nové typy interakcií medzi človekom a strojmi, interakcie, ktoré zmenia pracovnú silu a budú mať výrazný dosah na charakter práce.

Dôležitou súčasťou tejto transformácie je dôraz na ľudí v týchto nových „továrňach budúcnosti“. To umožňuje posun paradigmy od obvyčajnej automatizácie ľudských činností k symbióze človek – stroj (H-CPS – Human-Cyber-Physical Systems, ľudské kyber-fyzikálne systémy) [4]. Navrhnuté by mali byť tak, aby nenahrádzali zručnosti a schopnosti ľudí, ale skôr aby s ľuďmi koexistovali a pomáhali im byť efektívnejšími.

H-CPS systémy sú navrhnuté tak, aby:

- zlepšovali ľudskú schopnosť dynamicky interagovať so strojmi v kybernetickom a fyzickom svete pomocou inteligentného rozhrania medzi človekom a strojom, pričom by podporovali kognitívne a fyzické potreby operátorov;
- zlepšili ľudské fyzické, vnímacie a kognitívne schopnosti pomocou rôznych technológií (napr. pomocou nositeľných zariadení).

Obidva ciele H-CPS sa majú dosiahnuť pomocou výpočtových a komunikačných techník podobných adaptívnej automatizácii (AA – Adaptive Automation) a systémom využívajúcim princíp „človek v slučke“ (HITL – human-in-the-loop). Príklady, ako



Obr. 3 Rôzne druhy operátorov budúcnosti [5]

dokážu tieto techniky zlepšiť schopnosti ľudí, sú znázornené na obr. 3 a bližšie sú opísané v odkazovanej literatúre.

Koncept Operátor 4.0 teda obohacuje Industry 4.0 o princípy a technológie, ktoré majú pomôcť so začlenením človeka do meniaceho a modernizujúceho sa prostredia. To je aj jedným z troch hlavných elementov Industry 5.0 – zameranie sa na ľudí (human-centric). Navyše je táto myšlienka definovaná aj ako jeden z hlavných technologických princípov Industry 5.0 – 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. Z tohto pohľadu teda možno povedať, že tento technologický cieľ a jeden z troch elementov Industry 5.0 nie je revolúciou, ale skôr evolúciou a začlenením už existujúcich konceptov priamo do konceptu Industry 5.0 Európskej komisie.

## Society 5.0

V roku 2016 Japonsko predstavilo svoj vlastný koncept digitalizácie s názvom Society 5.0 (voľne preložené Spoločnosť 5.0) [6]. Táto krajina má svoje špecifické výzvy a rovnako ako, je Industry 4.0 digitálnou transformáciou výroby, Spoločnosť 5.0 si kladie za cieľ riešiť niekoľko výziev tým, že ide ďaleko nad rámec samotnej digitalizácie ekonomiky smerom k digitalizácii na všetkých úrovniach japonskej spoločnosti a (digitálnej) transformácii samotnej spoločnosti. Japonsko definuje tento koncept ako „spoločnosť zameranú na človeka, ktorá vyvažuje ekonomický pokrok s riešením sociálnych problémov systémom, ktorý vysoko integruje kyberpriestor a fyzický priestor“. Spoločnosť 5.0 bola navrhnutá v 5. základnom pláne pre vedu a techniku ako budúca spoločnosť, o ktorú by sa Japonsko malo usilovať. Nadväzuje na poľovnícku spoločnosť (Spoločnosť 1.0), poľnohospodársku spoločnosť (Spoločnosť 2.0), priemyselnú

spoločnosť (Spoločnosť 3.0) a informačnú spoločnosť (Spoločnosť 4.0). Spoločnosť 5.0 dosahuje vysoký stupeň konvergencie medzi kyberpriestorom (virtuálny priestor) a fyzickým priestorom (reálny priestor). V minulej informačnej spoločnosti 4.0 bolo bežnou praxou zbierať informácie prostredníctvom siete a dať ich analyzovať ľuďom. V Spoločnosti 5.0 sú však ľudia, zariadenia a systémy prepojené v kyberpriestore a optimálne výsledky sa dosahujú algoritmi umelou inteligenciou, ktoré presahujú schopnosti ľudí. Informácie budú prenášané späť do fyzického priestoru. Tento proces prináša nové hodnoty pre priemysel a spoločnosť spôsobmi, ktoré predtým neboli možné.

Dosiahnutie Spoločnosti 5.0 s týmito atribútmi by umožnilo nielen Japonsku, ale aj svetu realizovať ekonomický rozvoj pri riešení kľúčových sociálnych problémov. Prispelo by to aj k plneniu cieľov trvalo udržateľného rozvoja stanovených OSN. Cieľom Japonska je stať sa prvou krajinou na svete, ktorá dosiahne spoločnosť zameranú na človeka, kde si každý môže užívať vysokú kvalitu života. Plánuje to dosiahnuť začlenením pokročilých technológií do rôznych priemyselných odvetví a spoločenských aktivít a podporou inovácií s cieľom vytvoriť novú hodnotu.

Z opisu tohto konceptu možno vidieť veľký rozsah prekrytia s Industry 5.0 a tiež zameranie sa na ciele udržateľného rozvoja. Zrejme je aj to, že Spoločnosť 5.0 sa zameriava v prvom rade na ľudí a spoločnosť, zatiaľ čo Industry 5.0 aplikuje podobné princípy, ale so zameraním sa na priemysel.

## Záver

Na základe opísaných konceptov si teda opäť môžeme položiť otázku, či je Industry 5.0 revolúciou alebo „len“ evolúciou. Z uvedeného môžeme nadobudnúť pocit, že samotné technológie, na ktorých sa zakladá Industry 5.0, nie sú revolučné. Už

dávnejšie existujú koncepty, ktoré sú založené na podobných princípoch, no väčšinou neobsahujú všetky myšlienky Industry 5.0. Čo ak sa však zamyslíme nad vzájomným prepojením technológií a ich cieľmi? Môže byť výsledok takéhoto postupu revolúciou pre spôsob práce ľudí v priemysle, ale aj iných nevýrobných oblastiach? Samotné odpovede na tieto otázky necháme na čitateľov, keďže si myslíme, že (zatiaľ) neexistuje jednoznačná odpoveď. Aby sme sa priblížili k zodpovedaniu niektorých otázok, v ďalších častiach seriálu podrobnejšie rozoberieme samotné technológie podporujúce Industry 5.0.

## Podakovanie

Táto publikácia vznikla s podporou grantu APVV – ENISaC – Edge-eNabled Intelligent Sensing and Computing (APVV-20-0247).

## Literatúra

- [1] Zolotová, Iveta – Kajáti, Erik – Pomšár, Ladislav: Industry 5.0 – koncept, technológie, ciele (1). In: ATP Journal, 2021, roč. 28, č. 11, s. 42 – 43.
- [2] Organizácia spojených národov (OSN): 17 cieľov udržateľného rozvoja. [online]. Dostupné na: <https://sdgs.un.org/goals>; [https://unis.unvienna.org/unis/sk/topics/sustainable\\_development\\_goals.html](https://unis.unvienna.org/unis/sk/topics/sustainable_development_goals.html).
- [3] Romero, David – Bernus, Peter – Noran, Ovidiu et al.: The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation Towards Human-Automation Symbiosis Work Systems. [online]. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems. Dostupné na: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7\\_80](https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7_80).
- [4] Zolotová, Iveta – Papcun, Peter – Kajáti, Erik et al.: Smart and cognitive solutions for Operator 4.0: Laboratory H-CPPS case studies. [online]. Computers & Industrial Engineering. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.032>.
- [5] Romero, David – Stahre, Johan – Wuest, Thorsten: Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies. International Conference on Computers & Industrial Engineering 2016 ISSN 2164-8689.
- [5] Japan Cabinet Office. Society 5.0. [online]. Dostupné na: [https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html).

*Pokračovanie v ďalšom čísle.*

**Ing. Erik Kajáti, PhD.**  
**prof. Ing. Iveta Zolotová, CSc.**

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