

Priemysel 4.0 - výzvy, očakávania, dôsledky

Ingrid Potisková¹

Industry 4.0 - Challenges, Expectations, Consequences

Abstract

Industry has experienced of its own revolutions in human history. Behind these revolutions has always been the inventions and the subsequent use of new production technologies. These revolutions were followed by a massive increase in production and an increase in production capacity. Today, we can observe a new industrial revolution that encourages rapid development and rapid deployment of new technologies. This is the so-called 4th Industrial Revolution often referred to as Industry 4.0. In order to select, name and describe selected Industry 4.0 piles, we collected information from available resources and processed them into the present article. The analysis of the individual parts of the selected problem allowed us to better understand the problem as a whole in its functioning, and in the synthesis we could observe the mutual and essential connections between the various components of the monitored issue.

Key word

Industry 4.0, Internet of Things, artificial intelligence, autonome cars

JEL Classification: O3

Received: 19.6.2018 Accepted: 23.10.2018

Úvod

Pod pojmom priemyselná revolúcia si predstavujeme obdobie zavádzania zmien výrobných technológií, ktorá sa úplne líši od tej, ktorá bola využívaná v minulosti. Priemyselné revolúcie zasiahli do života našej civilizácie niekoľkokrát a zakaždým ho výrazne zmenili. Prvá priemyselná revolúcia sa datuje do obdobia 18. storočia, keď sa začína využívať sila pary a keď tkáčske stroje nahrádzajú robotníkov v manufaktúrach. Presun pracovníkov z poľnohospodárstva do mestských fabriek zmenil tvár krajiny, aj sociálnu štruktúru spoločnosti.

Druhá priemyselná revolúcia sa začala v 19. storočí objavením elektriny a zavedením montážnej linky do výroby. Zvýšila a zlacnila produkciu automobilov a všetkého spotrebného tovaru. Zároveň opäť zredukovala potrebu počtu pracovníkov vo výrobe. Ekonomika to kompenzovala vytváraním nových pracovných miest v oblasti služieb.

Tento trend pokračoval aj s príchodom tretej priemyselnej revolúcie v polovici 20. storočia spojenej so zavádzaním automatizácie a robotizácie výroby, prostredníctvom čiastočnej automatizácie pomocou pamäťovo programovateľných ovládacích prvkov a počítačov. Od zavedenia týchto technológií sme teraz schopní automatizovať celý výrobný proces – bez pomoci človeka. Známym príkladom sú roboty, ktoré vykonávajú

¹ Ing. Ingrid Potisková, PhD., Ekonomická Univerzita v Bratislave, Obchodná Fakulta, Katedra informatiky obchodných firiem, Dolnozemska cesta 1, Bratislava, E-mail: ingrid.potiskova@euba.sk

naprogramované úlohy bez zásahu človeka. Roboty a manipulátory odbúrali v montážnych halách, a nielen tam, väčšinu fyzicky náročnej práce.

Najčastejšie používaný názov pre štvrtú priemyselnú revolúciu – Industrie 4.0 – prezrádza dve dôležité okolnosti. Namiesto angličtiny používa nemčinu, čo dnes vo svete hi-tech nebýva zvykom (hoci sa rýchlo presadzuje aj označenie Industry 4.0), lebo koncept má pôvod v Nemecku. Vznikol na podnet nemeckej vlády na začiatku tohto desaťročia, keď analyzovala dôsledky nových technológií na hospodárstvo krajiny.

„Priemysel 4.0“ vychádza z výsledkov tretej priemyselnej revolúcie. Výrobné systémy, ktoré už využívajú počítačové technológie, sa rozširujú prostredníctvom sieťového pripojenia a umožňujú komunikáciu s inými zariadeniami. Toto je ďalší krok v automatizácii výroby. Prepojenie sietí všetkých systémov vedie ku „kyberneticko-fyzickým výrobným systémom“. Vznikajú inteligentné továrne, v ktorých výrobné systémy, komponenty a ľudia komunikujú prostredníctvom jednej siete a výroba je takmer autonómna.

Každá z týchto revolúcií priniesla technológie, aj na základe ktorých mohla prebehnúť tá ďalšia.

1 Metodika práce

Industry 4.0 je všade okolo nás, len si to príliš nevšímame. Nositeľom týchto zmien je digitalizácia výrobkov, digitalizácia a optimalizácia všetkých podnikových procesov, vrátane služieb. Koncepty Industry 4.0 už dnes prenikajú do výrobných procesov firiem, rovnako ako aj do každodenného života jednotlivca. Pprejav Industry 4.0 môžeme sledovať napríklad v tom, že sme prešli od kníhkupectva k elektronickej knihe, od Zlatých stránok k internetovému obchodu, či od klasického taxi k aplikácii na zdieľanie vozidla.

Svet Industry 4.0 je postavený na tom, že ľudia, stroje, zariadenia, logistické systémy a produkty dokážu navzájom priamo komunikovať a spolupracovať. Výsledkom toho je využitie obrovského množstva doteraz nezachytených a nespracovaných informácií pre podstatne rýchlejšie a lepšie rozhodovanie o výrobnom procese, či rozhodovanie o bežných veciach.

S cieľom selektovať, pomenovať a popísať vybrané piliere Industry 4.0 sme z dostupných zdrojov zbierali informácie a spracovali ich do predkladaného článku. Analýza jednotlivých častí vybraného problému nám umožnila lepšie poznať daný problém ako celok v jeho fungovaní a ďalej v rámci syntézy sme mohli sledovať vzájomné a podstatné súvislosti medzi rôznymi zložkami sledovanej problematiky.

2 Výsledky a diskusia

Momentálne sme súčasťou štvrtej priemyselnej revolúcie. Medzi dôležité piliere tejto revolúcie patrí Internet vecí (Internet of Things (IoT), inteligentné továrne a efektívne plánovanie výroby a tiež umelá inteligencia). Hlavnou myšlienkou všetkých procesov je, že komponenty a výrobné stroje zbierajú a zdieľajú dáta v reálnom čase.

Niektorí autori porovnávajú toto obdobie k „druhému veku strojov“ v zmysle efektu digitalizácie a umelej inteligencie na ekonomiku a poukazujú na dôležitosť tohto pokroku tiež v biologických technológiách. Ako súčasť tejto revolúcie pozorujeme vznikajúce technologické prelomy v odvetviach ako umelá inteligencia, robotika, internet vecí, autonómne vozidlá, 3D tlač, kvantové počítače a nanotechnológie.

Priemysel 4.0 v kontexte technologicko-výrobných firiem sa skladá zo 4 dizajnových princípov celého konceptu. V súlade s týmito princípmi pristupujú výrobné spoločnosti k tvorbe a implementácii vlastných scenárov Priemyslu 4.0.

- **interoperabilita:** Ide o schopnosť strojov, zariadení, senzorov a ľudí sa navzájom spájať a komunikovať prostredníctvom IoT alebo Internet of People (IoP). Implementáciou IoT je možné do veľkej miery automatizovať celý proces výroby.
- **informačná transparentnosť:** Ide o schopnosť informačných systémov vytvoriť virtuálnu kópiu fyzického sveta obohatením digitálnych tovární o dáta zo senzorov. Tento proces vyžaduje zoskupenie fyzických dát zo senzorov do komplexnejších a hodnotnejších kontextových informácií.
- **technická asistencia:** Pod týmto pojmom rozumieme schopnosť asistenčných systémov podporovať ľudských pracovníkov tak, že zhromažďujú a vizualizujú zrozumiteľné informácie. Cieľom tohto procesu je tvorba rozhodnutí a riešení urgentných problémov v krátkom časovom pásme.
- **decentralizované rozhodnutia:** Ide o schopnosť kyber-fyzikálnych systémov tvoriť vlastné rozhodnutia a vykonávať úlohy čo najviac autonómne. Sú úlohy delegované, na vyššiu úroveň inteligentnej továrne sú úlohy delegované iba v prípade výnimiek, intervencií alebo konfliktných cieľov.

2.1 Technológie pre novú priemyselnú revolúciu

Viaceré technológie, ktoré sú vyvíjané v rámci konceptu Industry 4.0, sú už dnes k dispozícii, na vývoji ďalších sa intenzívne pracuje. Celé továrne sa vďaka nim stanú rekonfigurovateľné. Budú schopné sa rýchlo transformovať a využitie umelej inteligencie spôsobí, že ich správanie sa bude čoraz viac podobať živým organizmom. Podmienkou je, aby v inteligentnej továrni došlo k ich prepojeniu. Spoločne prinesú úplne novú kvalitu do priemyselnej výroby a postupne aj do spracovateľského priemyslu.

Cieľový stav firmy je digitálny podnik. V ňom budú digitálne prepojené a riadené všetky podnikové procesy. Cez SMART prístup bude komunikácia prebiehať digitálne so zákazníkmi, s dodávateľmi, s ostatným prostredím. V rámci tejto komunikácie sa budú využívať inteligentné siete, SMART budovy, SMART logistika.

Moderná továreň bude mať:

- **inteligentné stroje** – stroje schopné M2M (machine-to-machine) komunikácie, komunikácie s inými zariadeniami a samozrejme so svojimi ľudskými kolegami.
- **inteligentné zariadenia** – v tejto kategórii sú zahrnuté prepojené zariadenia ako napríklad senzorové zariadenia, mobilné zariadenia, operačné zariadenia a iné.

- **inteligentné výrobné procesy** – ide o dynamickú, efektívnu, automatizovanú a real-time komunikáciu procesov pre management a kontrolu dynamického výrobného prostredia podporovaného IoT.
- **inteligentnú logistiku** – ktorá sama sa organizuje a dokáže okamžite reagovať na nečakané zmeny v produkcii.

Veľmi dôležitou podmienkou na ceste k vytvoreniu digitálneho podniku je zber všetkých dát a ich masívne spracovanie. Dnes firmy mnohé dáta majú, len ich nespracovávajú a nevyhodnocujú dostatočne. Na zabezpečenie tých dát, ktoré sú potrebné a zatiaľ sa nezbierajú, stačia pritom často veľmi jednoduché senzory, napríklad obyčajné čítačky čiarových kódov a nasadenie primeraného softvéru, ktorý dáta zozbiera, vyhodnotí a zašle na centrálnu spracovanie. Rovnako dôležitým prvkom v každom podniku sú komunikácia a informovanosť. Tým, že podnik svoje procesy digitalizuje, zbiera a vyhodnocuje dáta, má každý pracovník okamžite dostupné všetky informácie potrebné na prácu.

Nástroje digitálneho podniku sa rozširujú najmä v automobilovom priemysle, ktorý naliehavo potrebuje flexibilitu, pružnú reakciu na požiadavky zákazníkov, potrebuje skracovať výrobné časy, zvyšovať kvalitu a efektívnosť. V automobilke schádza z výrobných linky každú minútu iný model auta s rozličnou výbavou, čo prináša úplne nové nároky na systémy riadenia na všetkých úrovniach. Technológie digitálneho podniku však postupne prenikajú aj do iných odvetví spracovateľského priemyslu.

Takýto výrazný pokrok v oblasti výrobných technológií bude mať dopad nielen na to, ako to vidíme, samotný proces výroby, ale najmä na to akým spôsobom sa budú spoločnosti vyrovnávať s morálnou stránkou automatizácie, a to najmä z pohľadu nahradzovania ľudských pracovných pozícií výrobnými strojmi.

2.2 Umelá inteligencia

Výskum v oblasti umelej inteligencie (ďalej UI) je rozdelený do niekoľkých odvetví, ktoré sa zameriavajú na špecifické problémy, vedú k špecifickým výsledkom a využívajú vybrané nástroje na dosiahnutie týchto cieľov. Hlavnými problémami, ktorými sa zaoberá výskum UI, sú uvažovanie, znalosť, plánovanie, učenie sa, spracovanie prirodzených jazykov, predvídanie a schopnosť hýbať a manipulovať objektmi. Hlavným cieľom všetkých snažení je vytvorenie Všeobecnej umelej inteligencie (Artificial general intelligence), ktorá by dokázala vykonať hocakú úlohu, ktorú dokáže vykonať človek.

Metódy, ktorými umelá inteligencia rieši problémy a hľadá riešenia, sú preberané od zaužívaných postupov, ktorými sa riadia ľudia. Môžeme teda povedať, že umelá inteligencia tvorená ľuďmi bude z väčšej časti vždy vzorom svojho stvoriteľa. Ako hlavné nástroje pre výpočty sú zaužívané vyhľadávanie a matematická optimalizácia, neuronové siete, metódy založené na štatistikách, pravdepodobnosť a ekonomika. V dnešnej dobe odbor umelej inteligencie zasahuje do väčšiny hlavných inžinierskych a vedeckých odvetví. Patria sem aj informačné technológie, matematika, psychológia, lingvistiká, filozofia, neurológia, umelá psychológia a mnohé iné.

V 70. a 80. rokoch minulého storočia sa vývoj umelej inteligencie sústredil na metódy rozpoznávania reči, textu, obrazu či hlasových správ. V súčasnosti sú tieto technológie široko dostupné v mnohých aplikáciách. Aktuálne sa vývoj orientuje na strojové

učenie sa, autonómne rozhodovanie, spracovanie a využívanie poznatkov. Vyvíjajú sa aj programy, ktoré sú schopné učiť sa na základe prebiehajúcej komunikácie.

Počítače, ktoré boli iba bezduchými strojmi pracujúcimi na základe svojho operačného systému a aplikačných programov, nepredstavovali žiadny problém. Boli to síce šikovné zariadenia, ale stále len stroje. Zavedením umelej inteligencie sa však vykonal kvantový skok, v ktorom sme stroje posunuli na vyššiu úroveň. Dalo by sa povedať, že človek počítače oživil. Riziko neželaného správania teda nepochybne hrozí aj zo strany umelej inteligencie. Pokiaľ bude disponovať slobodnou vôľou, bude schopná porušiť nastavené pravidlá, ak dôjde k Záveru, že z toho bude mať prospech. A to by mohol byť problém.

Ako to môže dopadnúť, sa s istotou zatiaľ predpovedať nevie. Okrem katastrofických scenárov prichádzajú do úvahy aj menej hrozivé možnosti. Ak nás umelá inteligencia prekoná „rozdielom triedy“, možno ľudstvo prestane byť pre ňu zaujímavé.

Virtuálna realita a umelá inteligencia nepochybne zmenia náš svet a to nielen fyzický. Ak podľa filozofov je obraz našej reality len odrazom nášho myslenia, a zmyslové vnímanie takisto, aké svety dokáže stvoriť umelá inteligencia?

Prostredníctvom virtuálnej reality môžeme do týchto svetov vstúpiť a dokonca v nich žiť a možno byť aj šťastnejší. Niektorí vedci sa vyjadrujú v tom zmysle, že existencia inteligentného vedomia vo fyzickom tele človeka je len istým vývojovým štádiom. Tým ďalším a dokonalejším vraj môže byť digitálna obdoba nesmrteľnej duše, ktorá v podobe umelej inteligencie môže fungovať a rozvíjať sa večne.

Elon Musk² navrhuje vytvoriť symbiózu ľudského mozgu a umelej inteligencie pomocou čipových mozgových implantátov. Takéto „nalievanie“ vedomostí a schopností do biologického mozgu by nám vraj pomohlo držať krok s umelou inteligenciou v počítačoch a v robotoch. Takýto „duševný exoskeleton“ sa môže stať pomôckou, ktorá umelým spôsobom prinesie ľuďom zdokonalenie v mnohých schopnostiach. Samotná premena na kyborgov by bola dobrovoľná a, analytici predpokladajú, dokonca populárna a žiadaná, tak ako sú dnes vyhľadávané plastické operácie s cieľom krajšieho vzhľadu.

Umelá inteligencia, ktorá nahrádza správanie ľudí, bude preberať čoraz viac rutinných každodenných činností od nakupovania po riadenie automobilu. Ľudia tak budú mať viac času na komplexnejšie a kreatívne činnosti. Skutočnosť však nemusí byť až taká optimistická – UI časom pripraví o prácu nielen robotníkov, ale aj mnoho tvorivých pracovníkov, pretože dokáže komponovať hudbu, písať básne, alebo kresliť na nerozoznanie od ľudí, ale lacnejšie.

Ak si uvedomíme, že UI nie je len obyčajná technológia, ale v konečnom dôsledku technológia, ktorá sa dokáže učiť a vyvíjať sama a ľahko sa môže pobrať vlastnou, nepredvídanou cestou, zistíme, že scenáre vývoja sú neisté.

Je možné očakávať, že umelá inteligencia zmení každodenný život, ako aj biznis, v mnohých ohľadoch od základov. Aby sa táto zmena neudiala neželaným spôsobom, bude potrebné UI držať pod kontrolou a v prípade potreby si ponechať v zálohe „hlavný vypínač“. V histórii vieme nájsť dosť príkladov, keď sa vynálezy a technológie obrátili proti

² Elon Reeve Musk, FRS je inžinier, vynálezca, vizionár, podnikateľ a filantrop. Má juhoafrické, kanadské a americké občianstvo. Je generálnym riaditeľom automobilky Tesla, Inc., a zároveň jej najväčším akcionárom. Vlastní firmu SpaceX, ktorá pôsobí v aerokozmickom priemysle.

svojim tvorcom. Žiadny z nich však nedosahoval kalibru umelej inteligencie, preto je opatrnosť namieste.

2.3 Internet vecí

Na základe dostupných definícií možno stručne konštatovať, že pojem internet vecí (ďalej IoT) zahŕňa zariadenia navzájom komunikujúce cez internet, človeka nevynímajúc.

Internet vecí je základným pilierom štvrtej etapy priemyselnej revolúcie. Očakáva sa, že v najbližších desiatich rokoch budú stroje i niektoré súčiastky v nich schopné spolu komunikovať. V spojení s ďalšími technológiami, ako sú digitálny podnik, inteligentné roboty spolupracujúce s ľuďmi, v spojení s obrovským množstvom dát, strojovým učeníím či v spojení s prvkami umelej inteligencie, získa výroba schopnosť samoriadenia a samoorganizácie. Bude to systém s decentralizovaným riadením a autonómnym rozhodovaním – vznikne inteligentná továreň, ktorú odborníci označujú pojmom kyberneticko-fyzikálny systém. Očakáva sa rast produktivity priemyslu. Čas uvedenia nového produktu na trh sa skrúti na viac ako polovicu a výrobcovia budú schopní rýchlo reagovať na požiadavky trhu. Zákazníci získajú individualizovaný a špecializovaný tovar za cenu na úrovni masovej produkcie.

Internet vecí, to nie sú iba inteligentné továrne, zasahuje aj do bežného prostredia. Ako príklad je možné uviesť televízor pripojený na internet, inteligentný automobil, chladničku pripojenú na internet alebo elektronické zámky hotelových izieb.

Počiatky IoT sa spájajú s RFID (Radio Frequency Identification). V tejto oblasti sa časom začali objavovať nové, čoraz sofistikovanejšie zariadenia. Miniaturizácia a výrazný pokles cien základne súčiastok umožnili výrobu, ako aj hromadné nasadenie lacných senzorov a zariadení, ktoré dokážeme veľmi jednoducho pripojiť do siete. To, čo bolo kedysi doménou veľkých firiem venujúcich sa automatizácii, dnes sa stáva súčasťou Internetu. Dá sa povedať, že Internet priniesol automatizáciu aj do domácností. A nie len tam. V súčasnosti môžeme pozorovať dva hlavné trendy rozvoja IoT.

Prvým je IoT, zvyčajne prezentovaný ako služba. Denne sa stretávame s pojmami *Smart Home*, *Smart City*, *Intelligent building* či *Intelligent vehicle*. Za týmito pojmami sa skrýva veľké množstvo zariadení či komponentov, poskytujúcich nám požadovanú službu.

Jediným obmedzením pre zariadenia tohto typu je schopnosť vzájomne komunikovať v sieti. Celé toto spektrum zariadení sa dá podľa spôsobu komunikácie zariadenia s aplikáciou rozdeliť do týchto kategórií:

- pasívne,
- aktívne,
- riadené.

Typickým predstaviteľom pasívneho senzora sú EAN, QR kód alebo RFID čip. Prostredníctvom skenera, čítačky, sa z nich načítava informácia. Ich masové využitie v domácnosti možno očakávať napríklad s príchodom inteligentných chladničiek.

Väčšinu domácich senzorov či zariadení môžeme zaradiť medzi aktívne. Aktívne zariadenia sú charakteristické tým, že komunikujú iba jedným smerom. Sú iba zdrojom dát. Tieto dáta môžu odosielať nepretržite, v prípade zmeny alebo na vyžiadanie. Spektrum týchto zariadení je veľmi široké, počínajúc dverovými senzormi cez merače teploty či pohybové senzory a končiac pri kamerách. Vo všetkých prípadoch je smer komunikácie smerom zo zariadenia na aplikáciu.

Na druhej strane stojí svet priemyselného nasadenia IoT – Industrial Internet of Things (IIoT). Okrem týchto „viditeľných“ IoT zariadení existujú segmenty, ktoré by nás pravdepodobne ani nenapadlo do tejto kategórie radiť. Asi najviac sa táto oblasť IoT spája s logistikou. Ide o rýchle a pohodlné sledovanie pohybu tovaru prostredníctvom EAN či QR kódov, ale v poslednej dobe aj vďaka RFID čipom.

2.4 Autonómne automobily

Autonómne auto je auto bez šoféra, ktoré je schopné sledovať okolité prostredie a pohybovať sa v ňom bez ľudského zásahu.

Napriek tomu, že sa o autonómnych autách výrazne hovorí len posledné roky, myšlienky a testy s podobnými konceptmi tu boli už pred takmer sto rokmi. Už v roku 1925 spoločnosť Houdina Radio Control demonštrovala auto American Wonder, ktoré bolo na diaľkové ovládanie.

Za výhody autonómneho riadenia možno považovať napríklad zvýšenú bezpečnosť, znížené náklady na infraštruktúru a zníženie nehodovosti. Za najväčšie plus sú pri autonómnom riadení označované zlepšenie dopravnej situácie, zníženie nákladov na spotrebu paliva, zníženie potreby parkovacích miest a transformácia bežného modelu transportu na model zdieľania.

Na autonómne riadenie sa využívajú kamery, senzory a radary. Niektoré vozidlá disponujú profesionálnym systémom skenovania okolitého prostredia. Všetky autonómne vozidlá sa tiež spoliehajú na presnosť technológie GPS, ako aj na umelú inteligenciu, ktorá dokáže vyhodnocovať možné riziká.

V2V komunikácia

Pojem – V2V. Ide o komunikáciu Vehicle-to-Vehicle, čiže medzi jednotlivými vozidlami v premávke. Do tohto projektu sa vložila priamo americká administratíva. Federálne Ministerstvo dopravy USA začalo s prípravou legislatívnych nariadení, ktoré uložia výrobcom automobilov zabudovať do vozidiel čip s bezdrôtovým pripojením, cez ktorý budú autá vzájomne komunikovať.

Vozidlá si budú vedieť vymieňať základné dáta, napríklad o polohe a rýchlosti, frekvenciou 10-krát za sekundu.

2.5 Sieť 5G

Piata generácia bezdrôtových systémov 5G predstavuje novú sieť technológií navrhnutých tak, aby mobil a podobne aj ostatné bezdrôtové zariadenia fungovali *superrýchlo*. Rýchly internet – a ten mobilný zvlášť – čoraz viac ovplyvňuje naše životy. S nastupujúcim internetom vecí (IoT), inteligentných domov a miest, ale najmä s príchodom autonómnych áut jeho význam narastie do neobvyklých rozmerov.

5G nebude predstavovať len ďalšiu evolúciu s rýchlejším mobilným internetom, ako tomu bolo v podstate pri prechode od 3G k 4G. Hoci takéto tvrdenie je značne zjednodušujúce, faktom je, že 5G bude znamenať skutočný technický prevrat. Mohutná konektivita by mala zvládnuť nové formáty videa, ale aj holografické zobrazenie. Ďalšou oblasťou bude IoT, vrátane autonómnych áut. Siete 5G by mali zvládnuť na kilometer štvorcový až milión IoT zariadení. Ich dátové nároky budú síce väčšinou nízke, ale vzhľadom na obrovský počet on-line senzorov bude potrebná obrovská dátová priepustnosť. Zároveň vďaka parametrom, ktorými budú siete 5G vedieť konkurovať väčšine dnešných technológií fixného pripojenia do internetu, dôjde aj k migrácii zákazníkov z pevných sietí do mobilných. Pôjde o technologickú revolúciu s novou sieťovou architektúrou a množstvom úplne nových prístupov.

Klasické 5G zariadenie sa od predchádzajúcich bezdrôtových sietí líši podľa Elona Muska v jednej veci. 5G siete podporujú superskalárny model, ktorý je podobný torrentovým sieťam pre zdieľanie filmov a iného softvéru. V normálnych sieťach to funguje tak, že čím viac užívateľov sa prihlási do siete, tým viac je sieť presýtená požiadavkami na mobilné veže, až v nejakom okamihu sieť skolabuje. Siete 5G fungujú presne opačne. Sieť je o to rýchlejšia a o to viac priepustná, čím viac užívateľov sa do 5G siete pripojí. Ako je to možné? Každé koncové 5G zariadenie sa totiž stane súčasťou superskalárnej siete, kde každý prijímač je súčasne lokálnym vysielateľom. Ak budete posilať fotografiu, vaše 5G zariadenie sa nepripojí k jednému konkrétnemu vysielateľu operátora v mieste, ale rozošle dáta všetkým 5G zariadeniam v okolí. Tie ich odovzdajú ďalej a ďalej, a zase ďalej, bez účasti centrálnej mobilnej veže. To je superskalarita. Aby to fungovalo, určitá spolupráca operátora tam nastáva, ale iba lokálne.

Koncové mobilné 5G zariadenie pošle dáta najbližšiemu 5G vysielateľu s najvyšším výkonom a to je veža operátora. Táto veža inteligentne nájde trasu medzi lokálnymi 5G zariadeniami a pošle im inštrukcie, že majú váš dátový balíček doručiť cez svoju lokálnu konektivitu. Balíček tak vôbec nedoručí sieť operátora, ale doručia si ho medzi sebou koncové 5G zariadenia, ktoré sa nájdu vo svojom lokálnom dosahu. Príklad bude vyzeráť takto: Chcete poslať správu niekomu, kto býva na druhej strane mesta. Umelá inteligencia v sieti operátora zameria osoby, ktoré sú na trase a majú 5G zariadenie. Algoritmus zistí, či sú vo vzájomnom dosahu. Pre prenos je možné použiť mobilné telefóny, chytré hodinky, ale napríklad aj chytré chladničky, informačné 5G tabule na ulici a podobne. Jednotlivé zariadenia si vo svojom dosahu odovzdajú dátový balíček a doručia ho užívateľovi. Čím bude viac užívateľov 5G zariadení na trase, tým rýchlejšie a spoľahlivejšie bude doručenie.

Hneď ako sa vybudujú 5G siete, každé nové pridané 5G zariadenie sa pripojí do celosvetovej 5G siete a v rámci superskalarity ju posilní, ako na rýchlosti, tak hlavne na priepustnosti.

Cieľom 5G nie je nahradiť 4G

Cieľom mobilných sietí piatej generácie nie je nahradiť 4G, minimálne to nebude v krátkodobom horizonte. Siete 5G nebudú primárne určené mobilom, ale úplne iným typom zariadení. Očakáva sa, že výrobcovia prinesú na trh aj také čipy, ktoré umožnia smartfónom pripájanie sa do všetkých generácií sietí dvojkou počnúc a päťkou končiac. To ale nebude najdôležitejšie. Hlavným cieľom 5G je pripojiť na internet zariadenia, ktoré ešte dnes možno ani neexistujú. Znie to zvláštne, ale zariadenia určené na použitie v 5G sieťach môžu byť v podstate úplne čímkol'vek – od inteligentného skla, high-tech obojku pre psa či múdreho auta cez priemyselnú kameru až po obrovské stroje používané vo výrobe alebo pri ťažbe nerastných surovín. V budúcnosti bude pripojené skutočne čímkol'vek.

Nebude jeden typ 5G

Pojem 5G nebude vždy znamenať jeden konkrétny typ siete. Už dnes je to považované za súhrnné označenie pre celú rodinu štandardov a rôznych typov sietí. Niektoré budú používané v nákupných centrách a výrobných halách, iné na uliciach veľkých miest a odlišné siete z „5G rodiny“ budú operátori budovať na vidieku či v menej zastavaných oblastiach.

Rýchlosť nie je najdôležitejšia

V súvislosti s 5G sa hovorí o vysokých rýchlostiach. Oproti 4G by mohli byť rýchlejšie až 10-násobne a to nie je zanedbateľné. Avšak oveľa dôležitejšie je niečo iné. 5G vo všetkých svojich podobách kladie dôraz predovšetkým na hospodárne využívanie frekvenčného spektra, lebo frekvenčné spektrum je jediná komodita, ktorá sa nedá umelo navýšiť. Všetko nasvedčuje tomu, že do 5G bude možné pri využití rovnakých zdrojov pripojiť až 100-násobne viac zariadení, ako to dnes umožňujú 4G siete. To je extrémne dôležité, lebo počet zariadení, ktoré budú vyžadovať pripojenie, stále rastie a v súvislosti s internetom vecí bude rásť stále rýchlejšie.

Záver

Priemysel 4.0 so sebou prináša mnoho výziev, ktoré sa nedajú ignorovať a s ktorými sa bude musieť každá spoločnosť vyrovnáť. Medzi najväčšie patria:

- dôležitosť ochrany priemyselného „know-how“,
- nedostatok adekvátnych zručností na urýchlenie nástupu štvrtej priemyselnej revolúcie,
- hrozba nadbytočného množstva pracovníkov,
- všeobecná neochota podporovať zmeny,
- strata pracovných pozícií ľudí s nižším vzdelaním spôsobená automatizáciou a procesmi riadenými informačnými technológiami,
- nejasné právne podmienky a dátová bezpečnosť,
- nedostatočná kvalifikácia zamestnancov a mnohé iné...

Na základe analýzy získaných informácií sme dospeli k Záveru, že bude dôležité prihliadať na výzvy spojené s nasadzovaním technológií Industry 4.0, a to najmä vo fáze plánovania implementácie nových procesov. Bude potrebné myslieť na dôkladnú prípravu nasadzovania týchto nových technológií a zároveň nezabudnúť na morálny aspekt celého pokroku. Tento pokrok bude zároveň výzvou najmä v hľadaní nových pracovných príležitostí pre ľudí, ktorých v budúcnosti nahradia výrobné stroje a automatizácia celého výrobného procesu.

Koncept Industry 4.0 zahrnuli do svojich rámcových rozvojových stratégií aj kľúčové európske a vládne dokumenty Smart Industry či Oznámenie o digitalizácii európskeho priemyslu prezentované Európskou komisiou. Pre rozvoj inteligentného priemyslu na Slovensku bude nevyhnutné pripraviť legislatívne podmienky, školstvo, infraštruktúru či trh práce na to, že bude dochádzať k masívnej zmene na všetkých relevantných úrovniach. Dôležité bude, aby procesy prebiehali v spolupráci s praxou, boli kompatibilné a vychádzali zo zjednocujúcej základne.

Zoznam bibliografických odkazov

- Macko, O. (2017). *Industry 4.0 – štvrtá priemyselná revolúcia*, Dostupné 24 Januára 2019 na <https://touchit.sk/industry-4-0-stvrta-priemyselna-revolucia/>
- Pocházka, J. (2017). *Umelá inteligencia zmení náš svet*, Dostupné 24 Januára 2019 na <https://techbox.dennikn.sk/umela-inteligencia-zmeni-nas-svet/>
- Pocházka, J. (2017). *Umelá inteligencia – verný sluha, či ničivý démon?*, Dostupné 20 Januára 2019 na <https://techbox.dennikn.sk/temy/umela-inteligencia-rerny-sluhaci-nicivy-demon/>
- Sokol, I. (2018). *Internet vecí: Čo všetko je IoT a čo nie, čo sa za tým vlastne skrýva?*, Dostupné 22 Januára 2019 na <https://www.pcrevue.sk/a/Internet-veci--IoT---Co-vsetko-je-IoT-a-co-nie-je--co-sa-za-tym-skryva>