

Porovnanie stratégií Priemyslu 4.0 na Slovensku a vo vybraných krajinách

Tatiana Hlušková¹

The Comparison of Industry 4.0 Strategies in Slovakia and in Selected Countries

Abstract

Due to globalisation, Industry 4.0 represents a major challenge for all economies, but mainly for countries with relatively high share of industry on GDP. Slovakia therefore needs to react on the trends in this area in order to stay competitive. Its Concept for Smart Industry for Slovakia is focused on the most important aspects that must be addressed in the near future to stay in touch with other countries, which are already responding to the Industry 4.0 development. The following article compares the concept with Industry 4.0 strategies in Germany and the Czech Republic as the major trade partners of Slovakia and countries with similar share of industry on GDP. While some of the aspects here can be found parallels in some of the aspects, there are also differences reflecting specific national conditions and priorities. Nevertheless, Slovakia as an extremely open economy dependent of foreign investment and trade to a large extent also needs to reflect and adjust to the situation in other countries.

Key words

Industry 4.0, automatization, business model, innovation

JEL Classification: L60, O32, O33

Úvod

Štvrtá priemyselná revolúcia alebo tiež Priemysel 4.0 bude mať významné vplyvy nielen ekonomické, ale aj sociálne, ktoré budú mať celospoločenský dosah. Jeden z názorov hovorí, že pokiaľ v priemyselnej oblasti pôjde skôr o evolúciu, práve v celospoločenskom meradle možno hovoriť o revolúcii, ktorá zasiahne nielen trh práce, ale aj ostatné oblasti každodenného života.

Predchádzajúce tri priemyselné revolúcie súviseli so zavádzaním pary, elektrickej energie a informačných a komunikačných technológií do výroby. Štvrtá priemyselná revolúcia je založená na ešte väčšej automatizácii výroby a vzájomnej prepojenosti a komunikácii jednotlivých systémov. Čo majú všetky tieto revolúcie spoločné je nahrádzanie ľudskej práce prácou technických zariadení. Na druhej strane však pri každej zásadnej zmene vo výrobe vznikajú aj nové profesie a pracovné miesta.

¹ Ing. Tatiana Hlušková, PhD.; Ekonomická univerzita v Bratislave, Obchodná fakulta, Katedra medzinárodného obchodu, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava; E-mail: tatiana.hluskova@gmail.com

Slovensku ako otvorenej ekonomike s pomerne vysokým podielom priemyslu na HDP a závislosťou na zahraničnom obchode hrozí, že ak sa dostatočne neadaptuje na túto novú situáciu, dôjde k významnému poklesu jeho konkurencieschopnosti.

V nasledujúcom texte sú analyzované stratégie Nemecka ako autora konceptu Priemysel 4.0 a najvýznamnejšieho obchodného partnera Slovenska, Českej republiky ako krajiny s podobným podielom priemyslu na HDP i štruktúrou priemyselnej výroby ako Slovensko, a nakoniec navrhovaná Koncepcia inteligentného priemyslu pre Slovensko. I keď každá stratégia vychádza zo špecifických podmienok danej krajiny, v súčasnom globalizovanom svete nemôžu ekonomiky fungovať izolovane a je potrebné reflektovať aj situáciu v iných štátoch.

1 Metodika práce

Cieľom príspevku je na základe porovnania stratégií Nemecka, Českej republiky a Slovenska týkajúcich sa Priemyslu 4.0. analyzovať ich prístup k týmto zmenám, vzájomné rozdiely a možné synergické efekty. Výber krajín pre porovnanie bol motivovaný ich významom ako obchodných partnerov Slovenska a podobnosťou štruktúry ekonomiky v zmysle relatívne vysokého podielu priemyslu na HDP.

Jednotlivé stratégie boli skúmané vedeckou metódou analýzy, aby následne mohli byť porovnané metódou komparácie. Keďže zvolená téma je vysoko aktuálna a podlieha dynamickému vývoju, je predmetom značného záujmu v odbornej a v niektorých krajinách i v laickej časti verejnosti. Príspevok je reakciou na nedávno zverejnený návrh Koncepcie inteligentného priemyslu pre Slovensko, ktorým sa u nás prvýkrát výraznejšie otvára diskusia na tému Priemysel 4.0.

2 Výsledky a diskusia

Koncept Priemyslu 4.0 zásadne zmení nielen výrobu, ale aj bežný život verejnosti. Na pochopenie praktického významu Priemyslu 4.0 je možné uviesť príklad súčiastky z auta, ktorá bude zhromažďovať dáta o svojom stave a upozorní na závažnejšie nedostatky, resp. na potrebu výmeny priamo výrobcu, ktorý ju vyprodukoval. Ten vyrobí náhradu a pošle ju na adresu servisu majiteľa auta. Informáciu o adrese a konkrétnom modeli auta rovnako odošle sama súčiastka.

Využitie sa však neobmedzuje iba na priemysel. Moderné traktory a kombajny zbierajú dáta napríklad o vlhkosti pôdy a obsahu živín v nej, ktoré následne posielajú do cloudových systémov, aby bolo možné využiť pôdu na maximum (Germany Trade and Invest, 2015).

Životný cyklus produktov, ktorý sa momentálne pohybuje v rozpätí niekoľkých rokov, sa dramaticky skráti. Priemyselná výroba sa začne podobat' softvérovým a internetovým spoločnostiam, ktoré aktualizujú svoje produkty v rádoch niekoľkých týždňov. Viacero spolupracujúcich výrobných jednotiek nahradí princíp výrobnéj linky. Tieto jednotky, resp. bunky a zariadenia v nich sa budú vedieť prekonfigurovať v krátkom čase, čím umožnia vytváranie nových produktových variácií podľa požiadaviek konkrétnych

zákazníkov. Nabehnutie na tento proces však bude podľa samotných firiem trvať 10 až 15 rokov.

Priemysel 4.0 kvôli svojmu celosvetovému dosahu spôsobenému globalizáciou, medzinárodnou deľbou práce a interdependenciou krajín a firiem v dodávateľských reťazcoch však čelí aj výzvam, ako je napríklad potreba vytvorenia medzinárodného jazyku pre vzájomnú komunikáciu strojov a zariadení (Machine to Machine – M2M). do roku 2020 by mohlo byť navzájom prepojených až 50 mld. strojov, ktoré si budú navzájom posilať dáta a príkazy.

Priemysel 4.0 bude mať významný vplyv aj na trh práce. Stredná trieda sa bude vracieť k remeselnej výrobe, založenej na kombinácii technológií a komunikačných zručností, aby mohla poskytovať špecializované a vysokokvalitné služby. J. Mokyr predpokladá, že v budúcnosti bude práca viac prepojená s vlastnou podnikateľskou činnosťou a ľudia budú mať viacero zamestnaní, pričom v ich vykonávaní im budú významne pomáhať informačné a komunikačné technológie. Pracovný čas bude menej striktný a zamestnanci budú pri vykonávaní práce viac autonómni, na druhej strane však budú čeliť vyššiemu riziku straty zamestnania (Schrager, 2016 b).

Vplyvom globalizácie a automatizácie sa zvyšuje neistota na pracovných trhoch väčšiny krajín, i keď v rôznej miere.

Počas tranzitívneho obdobia bude potrebné uľahčiť situáciu tým zamestnancom, ktorí už následky Priemyslu 4.0 pocítili, ale aj pripraviť ostatných pracovníkov na nadchádzajúce zmeny vo fungovaní ekonomiky. Jedným z riešení by mohlo byť prispôbenie vzdelávacieho systému na úlohy, ktoré v minulosti zastávali zamestnávateľia, teda školenie zamestnancov (v niektorých prípadoch firmy zakladali aj vlastné školy). V dnešnej dobe sa zamestnávateľia snažia vyhýbať investíciám do zamestnancov (teda aj školeniam), u ktorých je väčšia pravdepodobnosť odchodu z firmy ako v dobách, keď bolo zvykom celý svoj pracovný život stráviť u jedného zamestnávateľa.

Jedným z významných trendov na trhu práce je aj nástup zdieľanej ekonomiky (sharing economy), ktorú reprezentujú napríklad firmy ako Uber (taxislužba) alebo Air-BnB (krátkodobý prenájom vlastných bytov, najčastejšie turistom). Zdieľaná ekonomika vytvára nový druh „zamestnania“, u ktorého je však veľmi ťažké určiť, ako by mal byť status osoby vykonávajúcej určitú ekonomickú aktivitu definovaný – napr. v prípade Uberu je náročné určiť, či je vodič zamestnancom, podnikateľom alebo či je potrebné pre takýchto ľudí definovať úplne nové postavenie.

Je však takmer isté, že počty ľudí zarábajúcich v rámci zdieľanej ekonomiky budú v budúcnosti narastať. A. Krueger a L. Katz skúmali počty týchto príležitostných pracovníkov v USA. V období rokov 2005 až 2015 ich podiel na celkovej zamestnanosti stúpol z 9 % na 16 %, pričom najväčší podiel medzi nimi majú ľudia s určitým stupňom vysokoškolského vzdelania. Krueger a Katz nazvali týchto ľudí „nezávislými dodávateľmi“ (independent contractors), pričom do celkového počtu zarátali aj agentúrnych pracovníkov. Nezávislí dodávateľia pracujú pre viacerých „zamestnávateľov“ – objednávatel'ov získavajú šancu rozšíriť si svoje zručnosti a schopnosti viac, ako keby pracovali pre jednu firmu, ktorá od svojich zamestnancov vyžaduje a školí iba určitý súbor zručností, potrebných pre jej predmet činnosti (Schrager, 2016 a).

Takíto príležitostní pracovníci rovnako nezapadajú do súčasného nastavenia zdravotného a sociálneho poistenia, ale napríklad aj daňových povinností.

Brookings Institution (Krueger & Harris, 2015) navrhuje zavedenie sprostredkovateľov, ktorí by boli nezávislí od zamestnávateľov a zároveň by združovali nezávislých pracovníkov, pričom by im poskytovali služby ako zdravotné a sociálne poistenie alebo vykonávanie zrážok daní.

Konzultantská spoločnosť Roland Berger (Blanchet, 2014) zaradila Slovensko i Českú republiku do skupiny tradicionalistov, pokiaľ ide o pripravenosť na Priemysel 4.0. Tí sa vyznačujú pomerne solídnu priemyselnou základňou, ale zatiaľ dostatočne nezareagovali na nové výzvy spojené s Priemyslom 4.0. Hodnotenie založila na kombinácii podielu priemyslu na HDP a svojho vlastného Indexu pripravenosti, ktorý je rozdelený na dve časti: časť priemyselná excelentnosť zahŕňa faktory ako sofistikovanosť výrobného procesu, stupeň automatizácie, pripravenosť pracovnej sily a inovačná intenzita. Druhá časť, sieťová hodnota, obsahuje indikátory vysokej pridanej hodnoty, otvorenosti priemyslu, inovačných sietí a úrovne internetového pripojenia. Nemecko, ako pôvodca myšlienky Priemyslu 4.0, je zaradené do skupiny priekopníkov, ktorí majú rozsiahlu priemyselnú základňu a zároveň moderné technológie a podmienky pre podnikanie.

Medzi ďalšie európske krajiny, ktoré vypracovali iniciatívy a stratégie pre Priemysel 4.0 patria napríklad Belgicko, Fínsko, Francúzsko, Holandsko, Poľsko, Rakúsko, Švédsko, Taliansko, a Veľká Británia. Regionálne iniciatívy boli vypracované v Grécku a Španielsku, ale aj v niektorých predtým menovaných krajinách.

2.1 Slovensko

Koncepciu Inteligentného priemyslu pre Slovensko (ďalej len „konceptia“) predložilo Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky (ďalej len „MH SR“) do medzirezortného pripomienkového konania dňa 19. 8. 2016 (Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky, 2016). V tejto fáze legislatívneho procesu sa k materiálom môžu vyjadrovať ministerstvá a ostatné ústredné orgány štátnej správy, ale aj verejnosť či zástupcovia podnikateľských združení a zväzov. Po vyhodnotení pripomienok, ktoré predkladateľ v rámci pripomienkového konania od týchto subjektov dostal, by mala byť konceptia predložená na rokovanie vlády SR. MH SR pri tvorbe koncepcie spolupracovalo so zástupcami jednotlivých priemyselných odvetví.

Cieľovou skupinou koncepcie sú priemyselné podniky v SR (vrátane malých a stredných firiem). Materiál chce osloviť zúčastnené subjekty za účelom identifikácie najdôležitejších oblastí, ktoré by mali byť analyzované, pričom ďalším krokom bude vypracovanie akčného plánu s konkrétnymi opatreniami. Tieto opatrenia budú charakteristické prepojením priemyslu, firiem, štátnej správy, školstva a verejnosti.

V záujme zachovania, resp. zvýšenia jeho konkurencieschopnosti by prioritami priemyslu na Slovensku mali byť:

- automatizácia výroby,
- digitalizácia riadiacich systémov,
- využívanie komunikačných sietí pre zabezpečenie interoperability a flexibility podnikových procesov.

Tieto zmeny prispievajú k užšiemu prepojeniu dodávateľov, výrobcov, distribučných kanálov a zákazníkov.

Nevyhnutným predpokladom úspechu koncepcie je informovanie dotknutých subjektov o podstate a pozitívnych a negatívnych stránkach koncepcie, ktorá je v oblasti systémovej podpory výskumu, vývoja a inovácií v súlade so Stratégiou výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu (RIS3) (Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky, 2013).

Informovanosť je dôležitá najmä u subjektov, pre ktoré nástup Priemyslu 4.0 predstavuje najväčšie riziká, teda tradičné priemyselné odvetvia a malé a stredné podniky, ktoré sú súčasťou dodávateľských reťazcov.

Významnou zložkou koncepcie je aj podpora aplikovaného výskumu a komercializácie jeho výsledkov. Materiál tiež popisuje agendu výskumu orientovanú na priemysel 4.0.

Dôležitým faktorom pri zapájaní sa firiem do Priemyslu 4.0 je aj financovanie výskumu a vývoja. Koncepcia preto navrhuje prepojenie zdrojov štátneho rozpočtu a štrukturálnych fondov EÚ. Nástrojmi financovania môžu byť inovatívne verejné obstarávanie, inovatívne partnerstvá či pilotné projekty v jednotlivých oblastiach ako sú energetika, zdravotníctvo, doprava a mestá.

Úlohou štátu bude prispôbenie legislatívneho rámca do podoby, ktorá bude podporovať inovácie.

Jasným cieľom koncepcie Smart Industry je informovať verejnosť o nevyhnutnosti zmien slovenskej ekonomiky a jej prispôbenia sa trendu Industry 4.0.

Úvodné činnosti spojené s implementáciou koncepcie je možné rozdeliť na tri oblasti.

- **Vytvorenie Platformy Inteligentného priemyslu:** táto platforma by mala fungovať ako riadiaci orgán koncepcie. Mala by mať interdisciplinárny charakter, pričom jej účastníkmi by boli odborníci zo štátnych inštitúcií a ďalších subjektov kľúčových pre inteligentný priemysel. V rámci platformy budú vybraní ambasádori pre každé priemyselné odvetvie, resp. prioritu, ktorí budú presadzovať a podporovať implementáciu odporúčaní relevantných pre oblasť, ktorú bude ambasádor zastupovať.
- **Vykonanie analýz v jednotlivých odvetviach:** tieto analýzy by mali vyhodnotiť potenciálne vplyvy navrhovaných aktivít a poskytnúť podklady pre nižšie uvedený akčný plán a pre rozhodovanie o potrebe vykonania ďalších krokov v konkrétnom sektore.
- **Vytvorenie akčného plánu pre jednotlivé odvetvia:** v tomto akčnom pláne by mali byť určené strednodobé a dlhodobé ciele v prioritných oblastiach definovaných v stratégii RIS3 (napríklad informačné a komunikačné technológie, materiálový výskum a nanotechnológie, udržateľná energetika a energie, atď.). Plán by mal rovnako navrhovať ciele, činnosti a projekty viažuce sa na slovenské subjekty, ale aj medzinárodnú spoluprácu. Akčný plán by mal vzniknúť v prvom polroku 2017.

Koncepcia obsahuje odporúčania rozdelené do šiestich oblastí.

1. Zvyšovanie povedomia a spolupráca:

- informačná kampaň o technológiách inteligentného priemyslu a ich výhodách,

- pilotné projekty a testovacie prostredia pre internet vecí,
- vypracovanie manuálu implementácie Inteligentného priemyslu,
- zlepšenie pripravenosti tradičných odvetví (vrátane malých a stredných firiem) na internet vecí (prístup k financiám a vzdelávanie v obchodných zručnostiach)
- internacionalizácia firiem.

2. Výskum orientovaný na Priemysel 4.0

- podpora aplikovaného výskumu v záujme dosiahnutia jeho pomeru k základnému výskumu 70:30
- vypracovanie Výskumnej agendy orientovanej na priemysel 4.0 v súlade so stratégiou RIS3
- vytvorenie sektorovo orientovaných konzorcií, zložených z predstaviteľov priemyslu, startupov a akademickej sféry zaoberajúcich sa aplikovaným výskumom; úlohou konzorcií bude viesť výskum, vývoj a komercializáciu technológií,
- informovanie o možnostiach zapojenia sa slovenských výrobcov do výskumných projektov EÚ.

3. Inteligentné továrne a výroba

- podpora vývoja a zavádzania nových technológií a materiálov,
- Referenčná architektúra – štandardizácia pre firmy, produkty, služby a digitálne platformy ako nástroj horizontálnej integrácie,
- dodávateľské reťazce ako sieť spolupracujúcich a integrovaných inteligentných tovární, prepojených internetom vecí,
- podpora digitálnych dodávateľských sietí na základe zásad Digital Single Market (DSM – Jednotný digitálny trh EÚ), ktoré budú využívať Big Data.

4. Prístup k financovaniu

- prepojenie súkromných investícií z financiami z verejných zdrojov,
- podpora inovácií prostredníctvom inovatívnych partnerstiev a inovatívneho verejného obstarávania; cieľom inovatívneho partnerstva je podľa Zákona o verejnom obstarávaní (Úrad pre verejné obstarávanie, 2016) vývoj a následný nákup tovaru, stavebných prác alebo služieb, ktoré sú výsledkom vývoja, za predpokladu, že zodpovedajú požiadavkám a maximálnym nákladom zmluvne dohodnutými medzi verejným obstarávateľom a partnerom alebo partnermi,
- financovanie, ktoré umožní kratšie obdobie vývoja a rýchlejšie zavádzanie jeho výsledkov do praxe.

5. Trh práce, vzdelávanie a zručnosti

- analýza požiadaviek priemyslu na jednotlivé zručnosti a krátkodobých a strednodobých nedostatkov poskytovania týchto zručností
- vytvorenie osnov v súlade s požiadavkami Priemyslu 4.0,
- poskytovanie nových, špecializovaných zručností v oblastiach ako napr. informatika, programovanie, obchodné zručnosti atď.,
- integrované vzdelávacie platformy priemyslu a akademickej obce za účelom prenosu poznatkov a inovačného inžinierstva,

- podpora Národnej koalície pre digitálne povolania, založenej IT Asociáciou Slovenska a Digitálnym lídrom Petrom Pellegrinim v roku 2014.

6. Legislatívne prostredie umožňujúce inovácie a e-Government

- rozvíjanie potrebných zručností vo verejnom sektore,
- Open Data a Big Data – zabezpečenie získavania, toku a komerčného používania údajov a ich ochrany,
- inteligentná štátna správa založená na využívaní údajov,
- transparentný a efektívny plán digitalizácie verejného sektora, vrátane Mobile e-Government,
- regulácie pripravené na budúcnosť (future-proof regulation), ktoré nepredstavujú prekážky inovácií; posudzovanie vplyvov na digitalizáciu (DIA – Digital Impact Assessment) a inovácie (IIA – Innovation Impact Assessment) v rámci procesu posudzovania vplyvov (RIA – Regulatory Impact Assessment),
- aktívne zapojenie štátnych inštitúcií pri implementácii Inteligentného priemyslu.

2.2 Nemecko

Nemecko je krajinou kde bol pojem Priemysel 4.0 (v nemčine INDUSTRIE 4.0) prvýkrát použitý a dôležitosť tejto koncepcie pre konkurencieschopnosť krajiny si uvedomuje aj vláda. Priemysel 4.0 a inovácie vo všeobecnosti sú predmetom niekoľkých vládnych dokumentov (Germany Trade and Invest, 2014).

Prvým z nich je High-tech stratégia, ktorá bola odštartovaná v roku 2006. Bol to prvý celonárodný koncept, ktorý spojil najdôležitejších záujmové subjekty v oblasti inovácií a technológií.

Na ciele tejto stratégie nadviazala a rozšírila ich High-tech stratégia 2020, spustená v roku 2010. Táto inovovaná stratégia má za cieľ prezentovať Nemecko ako vedúceho poskytovateľa vedeckých a technologických riešení v oblastiach klímy a energetiky, zdravia a výživy, dopravy, bezpečnosti a komunikácie.

Na inovovanú stratégiu nadväzuje Akčný plán High-tech stratégie 2020. INDUSTRIE 4.0 je jednou z 10 súčastí (nazývaných ako Future Projects) nemeckého Akčného plánu High-tech stratégie 2020, ktorý sleduje inovačné ciele v rozpätí 10 – 15 rokov. Je to príležitosť zabezpečiť si postavenie technologického lídra a najdôležitejšieho trhu a dodávateľa pre Priemysel 4.0. Už spomínaných 10 oblastí je vnímaných ako kritických pre dosiahnutie cieľov inovačnej politiky. Na oblasť INDUSTRIE 4.0 bolo v rámci Akčného plánu vyčlenených 200 mil. €.

Na implementácii vízie INDUSTRIE 4.0 spolupracuje mnoho vládnych inštitúcií, výskumných centier a firiem, napr. Národná akadémia vied a strojárstva, Nemecké výskumné centrum pre umelú inteligenciu, Bosch, SAP či Wittenstein.

Zásadným prvkom INDUSTRIE 4.0 sú inteligentné stroje, systémy a siete založené na informačných a komunikačných technológiách, ktoré sú schopné vymieňať si a reagovať na informácie a riadiť výrobný proces.

INDUSTRIE 4.0 predstavuje medzistupeň štvrtej priemyselnej revolúcie na ceste k Internetu vecí, dát a služieb. Je to zmena paradigmy od centralizovanej k decentralizovanej výrobe.

Podľa materiálu „INDUSTRIE 4.0 Smart Manufacturing for the Future“ (Germany Trade and Invest, 2014) sú v Nemecku unikátne podmienky na uskutočnenie INDUSTRIE 4.0, a dokonca sa v ňom uvádza, že takéto podmienky neexistujú nikde inde vo svete. Ide o dlhodobú pozíciu nemeckého priemyslu ako jedného z najviac konkurencieschopných a inovatívnych, a líderstvo v oblasti výskumu a vývoja v priemyselnej výrobe. V porovnaní s inými vyspelými krajinami si Nemecko dokázalo udržať stabilitu pracovnej sily vo výrobe pri súčasnom zapojení nových technológií do priemyselných výrobkov a procesov.

V prípade naplnenia vízie INDUSTRIE 4.0 bude Nemecko schopné výrobcom poskytnúť vyššiu produktivitu a kvalitu výroby ako ostatné krajiny, čo môže viesť k spätnému presunu výroby z ázijských krajín alebo relokácii z USA.

Celoštátne zavedenie INDUSTRIE 4.0 by malo k hospodárskemu rastu Nemecka prispieť 1,7 %, pričom najviac výhod by malo plynúť do odvetví produkcie výrobných zariadení, automobilového, elektrotechnického a chemického priemyslu.

Rovnako sa vytvorí, resp. významne rozšíri odvetvie inteligentných služieb (Smart Services), ktoré sa bude venovať spracovaniu a využitiu obrovského množstva dát získaných z výrobného procesu, ale aj zo samotných produktov.

Základom budúceho úspechu INDUSTRIE 4.0 sú dlhodobo silné priemyselné sieťové zoskupenia, líderstvo v oblastiach výroby, automatizácie a vložených systémov (embedded systems) na softvérovom základe.

Vložené systémy sú inteligentnými centrálnymi kontrolnými jednotkami, ktoré sú súčasťou produktu prepojeného s vonkajším svetom prostredníctvom senzorov a ovládacích prvkov, ktoré umožňujú prepojenie produktov navzájom aj s internetom. Nemecko je svetovým lídrom v odvetví vložených systémov.

Ďalším krokom v evolúcii od vložených systémov sú kyber-fyzické systémy, ktoré umožňujú prepojenie virtuálneho a reálneho sveta a vytvorenie zosieťovaného prostredia, v ktorom produkty medzi sebou navzájom komunikujú a interagujú.

Kyber-fyzické systémy (Cyber-physical systems, CPS) sú tvorené inteligentnými strojmi, logistickými systémami a výrobnými zariadeniami, ktoré za pomoci uplatnenia informačných a komunikačných technológií umožňujú vertikálnu integráciu a zosieťovanie výroby.

CPS by mali prispieť k zvýšeniu bezpečnosti, efektívnosti, pohodlia a zlepšeniu zdravotného stavu na úplne novej (a vyššej) kvalitatívnej úrovni. Mali by zohrať významnú úlohu pri riešení problémov spôsobených demografickými zmenami, nedostatkom prírodných zdrojov, udržateľnosťou dopravy a zmenami v energetike. Štyrmi hlavnými oblasťami uplatnenia CPS teda budú energetika (rozvodné siete), doprava (zosieťovanie dopravy), zdravotníctvo (telemedicína, vzdialená diagnostika) a priemysel (automatizácia výroby).

Najvhodnejším príkladom prepojenia virtuálneho a reálneho sveta prostredníctvom CPS budú inteligentné továrne (Smart Factories), v ktorých bude dochádzať k prepojeniu technických a obchodných procesov. Smart Factory radikálne zmení dote-

rajšie hodnotové reťazce a biznis modely. Bude úspornejšia pokiaľ ide o čas a zdroje ako klasická továrň. Zároveň poskytne možnosť prepojenia s ostatnými továrňami, ktoré ale nemusia nutne patriť tomu istému subjektu, resp. nemusia ním byť riadené.

Táto výrobná revolúcia predstavuje nové trhové príležitosti. Smart Factory má veľa výhod oproti konvenčnej výrobe, napríklad:

- výrobné procesy optimalizované prostredníctvom CPS - jednotlivé samostatné jednotky továrne sú schopné samy určiť, nakonfigurovať a riadiť svoje aktivity a zároveň komunikovať s ostatnými jednotkami;
- optimalizácia individuálnych zákazníckych vzťahov z hľadiska produktových vlastností, nákladov, logistiky, bezpečnosti, spoľahlivosti, času a udržateľnosti;
- efektívnosť využívania zdrojov vo výrobe;
- prispôbenie výrobného procesu a fungovania strojov/robotov na mieru pracovnému cyklu zamestnancov – ľudí.

Inteligentné továrne budú schopné samy sa riadiť, umožnia masovú výrobu produktov, ktoré ale budú prispôbené individuálnym požiadavkám konkrétnych zákazníkov a tieto produkty zároveň budú schopné komunikovať so strojmi, ktoré ich vyrábajú počas produkčného procesu i po ňom – počas ich užívania zákazníkmi. Výsledkom teda budú výrobné prostriedky a produkty vyrábané pomocou nich, ktoré budú schopné medzi sebou navzájom komunikovať.

Továrne budú schopné fungovať s minimom odpadu a prestojov, keďže stroje budú vedieť predvídať a zabrániť nedostatku zdrojov, resp. výrobných vstupov a technickým problémom. „Reálne“ továrne (fyzicky existujúce) budú dopĺňané virtuálnymi továrňami, ktoré budú simulovať výrobný proces krok po kroku a určia alternatívy umožňujúce usporiť zdroje a čas, a teda aj náklady. Firmy budú podľa odhadov nemeckej Národnej akadémie vied a strojárstva môcť týmto spôsobom zvýšiť svoju produktivitu až o 30 %.

Smart Factory bola aj jednou z ekonomických priorít pri tvorbe nemeckej vládnej koalície v roku 2013. Vláda sa zaviazala investovať do výskumných projektov pre digitálnu ekonomiku 430 mil. € do roku 2018.

Jeden z pilotných projektov realizuje firma Adidas, ktorá na základe finančnej podpory od vlády pripravuje spustenie plne automatizovanej továrne, ktorá by umožnila práve prispôbovanie produktových charakteristík na mieru jednotlivým zákazníkom. Podľa firmy bude továrň tak efektívna, že môže spôsobiť návrat výroby z Ázie späť do Nemecka (Germany Trade and Invest, 2015).

Vyšším stupňom od kyber-fyzických systémov je Internet vecí, dát a služieb, ktorého príkladom bude Smart City – teda mesto využívajúce riešenia z Priemyslu 4.0 na optimalizáciu svojho fungovania napr. v doprave či odpadovom hospodárstve. Všetky systémy zapojené do internetu vecí a služieb však musia byť navrhnuté tak, aby boli schopné odolať hackerom a narušeniu ich bezpečnosti, resp. krádeži dát.

2.3 Česká republika

„Národní iniciativa Průmysl 4.0“ bola v Českej republike zverejnená v septembri 2015 (BusinessInfo.cz, 2015). Pod záštitou Ministerstva priemyslu a obchodu sa na jej

tvorbe podieľali odborníci zo štátnych inštitúcií, akademickej a podnikateľskej sféry, aj predstavitelia priemyselných zväzov. Minister Jan Mládek pokladá udržanie a rozvíjanie konkurencieschopnosti českej ekonomiky a vysokej miery podielu priemyslu na HDP i zahraničnom obchode za záväzok voči verejnosti. a štvrtú priemyselnú revolúciu vníma ako najvýznamnejšiu inovačnú výzvu dneška s celospoločenským dosahom.

Práve kvôli významným vplyvom na celú spoločnosť by podľa iniciatívy mali byť súčasťou diskusie okrem štátnych inštitúcií aj predstavitelia sociálnych partnerov, firiem, škôl, výskumných a mimovládnych organizácií.

Dňa 24. 8. 2016 bola vládou ČR schválená „Iniciatíva Průmysl 4.0“ (Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky, (2016), ktorá je oproti prvej verzii značne rozšírená a zaoberá sa aj konkrétnymi oblasťami ako aplikovaný výskum, bezpečnosť práce, štandardizácia, trh práce či vzdelávanie. Dokument v jednotlivých oblastiach popisuje súčasný stav, smerovanie budúceho vývoja a dôležité výzvy, na ktoré je potrebné reagovať kvôli zabezpečeniu pripravenosti ČR na princípy Priemyslu 4.0. Podľa autorov je však iniciatíva viac ako o technológiách predovšetkým o podpore pre zmeny myslenia celej spoločnosti.

Ďalším cieľom iniciatívy je mobilizácia zainteresovaných rezortov a predstaviteľov priemyslu na vypracovanie akčných plánov v príslušných oblastiach. Hospodársko-politickým rámcom iniciatívy je „Akční plán pro rozvoj digitálního trhu“, ktorého cieľom je podporenie rozvoja digitálnej ekonomiky.

Iniciatíva obsahuje aj SWOT analýzu ČR z hľadiska Priemyslu 4.0. Medzi silné stránky patria úzke previazanie českých firiem so svetovými technologickými lídrami a tradične vysoké povedomie o riadení kvality priemyselnej výroby, slabými stránkami sú aj obmedzené povedomie o Priemysle 4.0 v priemyselnej sfére aj v rámci širokej verejnosti a nedostatočný rozvoj infraštruktúry. Príležitosťami sú okrem iného skoré zachytenie trendu či ambícia byť regionálnym lídrom na základe postavenia českého priemyslu v porovnaní s inými európskymi krajinami. Medzi riziká autori iniciatívy zaradili nediverzifikovanú zahraničnoobchodnú orientáciu, nejasné vplyvy na trh práce či odliv kvalitných technologických pracovníkov za hranice ČR v prípade nevhodného nastavenia podmienok pre aplikovaný výskum.

Na základe potenciálnych smerov ďalšieho vývoja priemyslu v Českej republike boli identifikované aktuálne výzvy, ako aj návrhy na ich riešenie:

- **obmedzené povedomie o Priemysle 4.0 v priemyselnom sektore aj mimo neho:** vytvorenie firiem – benchmarkov, ktoré budú slúžiť ako príklady dobrej praxe; technická definícia Priemyslu 4.0 a jej zahrnutie do firemných stratégií; propagácia idey Priemyslu 4.0 v širokej verejnosti;
- **neschopnosť štátu rozhodnúť o prioritách orientovaných na digitálnu ekonomiku:** vymenovanie osoby zodpovednej za digitálnu ekonomiku; jasné podmienky podpory firemného výskumu a vývoja a spolupráce firiem a výskumných inštitúcií (vrátane daňových úľav);
- **nedostatočné chápanie interdisciplinarity:** nové študijné odbory na všetkých stupňoch vzdelávania, možnosť alternatívneho vzdelávania pod supervíziou firiem;
- **obavy z jednostranného zahraničného zamerania priemyslu:** podpora sťaží kvalifikovaných odborníkov zo všetkých technologicky vyspelých krajín; podpora transferu znalostí z rôznych krajín a priemyselných odvetví;

- **nejasný vplyv na trh práce:** komunikácia so sociálnymi partnermi, propagácia celoživotného vzdelávania, rekvalifikácií a získavania interdisciplinárnych znalostí;

Iniciatíva sa okrem priemyslu venuje aj ďalším, špecifickým témam. Pri každej z nich rovnako uvádza aktuálne výzvy a ich možné riešenia.

Technologické predpoklady a vízie: aby bola konkurencieschopnosť firiem, odvetví, ale aj štátov udržateľná, je potrebné zhromažďovať a vyhodnocovať príznaky zmien na súčasných dynamicky sa meniacich trhoch. Tieto zmeny môžu predstavovať nové trhové príležitosti. Na sledovanie signálov zmien sa využívajú aj čiastočne automatizované systémy. Dôležitými výzvami sú okrem riešenie problémov vedy a výskumu a ich komercializácie aj nedostatok znalostného a ľudského kapitálu pre implementáciu Priemyslu 4.0, problémy pri budovaní komunikačnej a dátovej infraštruktúry aj zabezpečenie kybernetickej bezpečnosti a ochrany osobných údajov.

Aplikovaný výskum: nie je možné, aby štát podporoval všetky výskumné odvetvia. Preto je potrebné, aby zameranie podpory vychádzalo z štruktúry firemných investícií do výskumu a vývoja, exportnej výkonnosti a pridanej hodnoty výroby, kvality a výsledkov existujúcej verejnej výskumnej infraštruktúry a predikcie technologického a spoločenského vývoja. Kľúčovú úlohu bude zohrávať odvetvie kybernetiky a umelej inteligencie. Výzvami v oblasti aplikovaného výskumu sú aj jeho financovanie a optimálne využívanie ochrany duševného vlastníctva.

Bezpečnosť systémov: jedným zo základných rysov Priemyslu 4.0 je čoraz väčšia prepojenosť systémov nielen v rámci firmy, ale aj v rámci dodávateľských reťazcov a mimo firemného prostredia, ktoré sú však navzájom prepojené a ovplyvňujú sa v národnom i medzinárodnom meradle. Do tejto oblasti okrem kybernetickej a informačnej bezpečnosti patrí aj bezpečnosť energetických, dopravných a sieťových súrovinových systémov.

Štandardizácia: úlohou štandardizácie alebo tiež technickej normalizácie je zabezpečiť bezpečnosť a očakávanú úroveň kvality výroby. Pre Priemysel 4.0 by nebolo efektívne vytvárať osobitné normy, keďže jednotlivé odvetvia alebo činnosti majú svoje vlastné štandardy. Pre potreby Priemyslu 4.0 je vhodnejšie, aby bola zabezpečená interoperabilita týchto čiastkových štandardov nielen na národnej, ale aj medzinárodnej úrovni.

Právne a regulačné aspekty: regulačný rámec ČR bude potrebné prispôbiť európskej legislatíve reagujúcej na Priemysel 4.0 i situácii v domácej ekonomike. Výzvami, ktoré bude potrebné riešiť sú neprehľadnosť českej legislatívy a posúdenie vplyvov regulácie z pohľadu digitálnej agendy v rámci procesu posudzovania vplyvov – RIA (Regulatory Impact Assessment).

Vplyvy na trh práce, kvalifikáciu pracovnej sily a sociálne vplyvy: štvrtá priemyselná revolúcia prináša nové princípy organizácie práce a zmeny štruktúry a pracovnej náplne profesií, pričom od pracovníkov budú vyžadované nové zručnosti. Preto bude potrebné prijímať opatrenia zabezpečujúce flexibilitu trhu práce a podporovať zmenu kvalifikácie zamestnancov na nové druhy pracovných pozícií. Zároveň bude potrebné v nadväznosti na politiku trhu práce prispôbovať novej situácii aj sociálnu politiku.

Vzdelávanie: kvalitné a dobre fungujúce vzdelávanie je podľa iniciatívy kritickým faktorom úspechu. V nadväznosti na Priemysel 4.0 preto bude potrebné vytvárať nové predmety, resp. študijné odbory ktoré budú na jednej strane o Priemysle 4.0 informovať a na druhej strane aj budú na zapojenie doň pripravovať budúcich pracovníkov. Problémom je aj nedostatočný počet technicky vzdelaných odborníkov a malý záujem o štúdium technických odborov.

Priemysel 4.0 a efektivita využívania zdrojov: Priemysel 4.0 poskytne priestor pre znižovanie energetickej i surovinovej náročnosti výroby. Na dosiahnutie tohto cieľa by mali byť využité Big Data a ich spracovanie a vyhodnotenie v reálnom čase. Optimalizácia by sa mala udiť na úrovni firiem (vnútro podniková logistika, preprava zamestnancov – napr. pri výkyvoch v potrebe pracovnej sily) i na úrovni miest (Smart City) a regiónov (Smart Region).

Investície podporujúce priemysel 4.0: prechod jednotlivých firiem, ale aj celej spoločnosti na Priemysel 4.0 bude finančne náročný a je potrebné adekvátne zabezpečiť tieto zdroje. Problémami, ktoré bude potrebné vyriešiť, sú chýbajúca definícia finančnej politiky v oblasti inovácií na národnej úrovni a určenie rezortu zodpovedného za túto oblasť, investície do výchovy talentov, resp. ich prilákajú späť zo zahraničia, investície do rekvalifikácie pracovnej sily či stanovenie kritérií na hodnotenie výskumu, či je kompatibilný s Priemyslom 4.0.

2.4 Porovnanie vybraných stratégií

Slovenská i česká stratégia sú si v niektorých hlavných aspektoch podobné: obe medzi svoje hlavné oblasti záujmu radia výskum (vrátane aplikovaného výskumu), financovanie, trh práce a regulačné aspekty.

Pokiaľ ide o výskum, česká iniciatíva sa venuje priamo aplikovanému výskumu a potrebe jeho naviazanosti na zloženie firemných investícií do výskumu a vývoja, exportnej výkonnosti a pridanej hodnoty, ale aj na výsledky verejného výskumu a predikciu budúceho vývoja. Na rozdiel od slovenskej koncepcie výskumne uvádza aj ochranu duševného vlastníctva.

Koncepcia inteligentného priemyslu pre Slovensko sa zameriava na výskum vo všeobecnosti, pričom aplikovaný by mal mať výraznejšiu podporu (70 % z celku). Oblasť výskumu by mali vychádzať z priorit určených stratégiou RIS3. Koncepcia zároveň predpokladá vytvorenie výskumných konzorcií zo zástupcov priemyslu, startupov i akademickej sféry.

Financovanie je v českej iniciatíve spojené s problémom určenia zodpovedného rezortu a chýbajúcej definície finančnej politiky v oblasti inovácií. Osobitná pozornosť je venovaná aj financovaniu v súvislosti so zmenami na trhu práce.

Slovenská koncepcia kladie dôraz prepojenie verejného a súkromného financovania, ale aj na zapájanie sa do výskumných projektov na úrovni EÚ. Zároveň zdôrazňuje inovatívne partnerstvá a inovatívne verejné obstarávanie.

Zmeny na trhu práce si podľa českej stratégie budú vyžadovať jeho väčšiu flexibilitu a nadväzujúcu zmenu sociálnej politiky, ale i dôraz na rekvalifikáciu pracovníkov. Vzdelávaniu je venovaná samostatná časť iniciatívy, pričom sa nespomínajú iba zmeny

týkajúce sa prípravy budúcich pracovníkov, ale aj informovania o Priemysle 4.0 v rámci vybraných predmetov.

Podľa slovenskej koncepcie bude potrebná zmena vzdelávania za účelom poskytovania zručností potrebných pre Priemysel 4.0, ale aj vytvorenie integrovaných vzdelávacích platforiem za účasti predstaviteľov priemyslu i akademickej obce, ktoré budú rovnako zamerané aj na rekvalifikáciu pracovníkov.

Obe stratégie zdôrazňujú nutnosť legislatívnych zmien a zohľadnenie digitálnej agendy v procese posudzovania vplyvov (RIA). Kým česká iniciatíva sa sústreďuje na súlad s európskou legislatívou a sprehľadnenie českej národnej legislatívy, slovenská koncepcia kladie dôraz skôr na pripravenosť štátnej správy na Priemysel 4.0 a jeho podporu a aktívne presadzovanie potrebných úprav legislatívy na úrovni EÚ. V oblasti RIA sa česká stratégia zameriava na digitálnu agendu vo všeobecnosti, kým slovenská stratégia sa bude snažiť o zavedenie posudzovania vplyvov na digitálnu ekonomiku (DIA) a osobitne na inovácie (IIA).

Odlíšnosti stratégií možno pozorovať v niekoľkých oblastiach. Slovenská koncepcia osobitne zdôrazňuje inteligentné továrne, vrátane fungovania dodávateľských reťazcov. Slovensko ako krajina výrazne zapojená do globálnych hodnotových reťazcov musí reagovať na zmeny, ktoré sa v nich v súvislosti s Priemyslom 4.0 udejú. Samostatná časť je venovaná aj zvyšovaniu povedomia a spolupráce, kde sa zdôrazňuje aj internacionalizácia firiem a príprava tradičných odvetví na zmeny. Ďalšou súčasťou je celonárodná informačná kampaň a vypracovanie manuálu pre zvýšenie pripravenosti na internet vecí.

Česká iniciatíva venuje osobitnú pozornosť snahe predvídať budúci vývoj aj s použitím automatizovaných systémov na sledovanie signálov. Ďalším rozdielom v porovnaní so slovenskou koncepciou je dôraz na bezpečnosť systémov, vyplývajúca z ich prepojenosti (a teda aj zraniteľnosti) v rámci firiem, v medzifiremnom i medzinárodnom prostredí. Odlíšnosť je aj v dôraze českej stratégie na nutnosť prispôbenia štandardov (technických noriem) na novú situáciu. Česká iniciatíva rovnako poukazuje na možnosť zvýšenia energetickej a surovinovej bezpečnosti využitím Big Data v reálnom čase.

V porovnaní s oboma vyššie spomínanými je nemecká stratégia najďalej čo sa týka reálnych výsledkov vďaka vedúcemu postaveniu krajiny v oblasti priemyslu a priemyselných inovácií, i významnej podpore Priemyslu 4.0 zo strany vlády, ktorá sa prejavuje aj finančne. Výrazné je aj zapojenie samotných firiem, ktoré sa na implementácii vízie podieľajú. Nemecko sa snaží vychádzať zo svojich vlastných silných stránok a ďalej ich rozvíjať, pričom dôraz je na udržaní líderskej pozície a snahe byť benchmarkom pre ostatné krajiny. Predvídateľné je aj úsilie využiť prvotný záujem o tému a nadviazať naň čo najrýchlejšie aj konkrétnymi výsledkami v praxi.

Nemecko bude ako jeden z najdôležitejších obchodných partnerov Slovenska i Českej republiky a tiež najvýznamnejších investorov prirodzene pôsobiť ako katalyzátor ich prechodu na Priemysel 4.0, keďže práve nemeckým firmám ako investorom, resp. koncovým subjektom dodávateľských reťazcov sa budú musieť slovenské a české firmy prispôbiť, ak nebudú chcieť stratiť svoju konkurencieschopnosť. V prípade adaptácie aj ďalších krajín, resp. globálnej adaptácie na Priemysel 4.0 to bude dokonca nevyhnutnosť.

Implementácia INDUSTRIE 4.0 v Nemecku teda môže slúžiť práve na predvídanie budúcich trendov, ktorým by sa Slovensko i Česká republika mali prispôbiť. Okrem toho, práve Slovensko, ktoré sa v súčasnosti prezentuje brandingom založeným na myšlienkach (Good Idea Slovakia) by mohlo nielen reagovať na vývoj v iných krajinách, ale samo aktívne tento vývoj určovať v niektorých špecifických odvetviach, ktoré sú na Slovensku vysoko inovatívne, napríklad automobilový priemysel alebo materiálový výskum.

Záver

Priemysel 4.0 predstavuje pre krajiny hrozbu i príležitosť – závisí od nich, ako sa k tejto výzve postaví. Vývoj nových technológií v súčasnosti prebieha tempom, aké v histórii nemá obdoby. Preto je obzvlášť dôležitá rýchlosť reakcie krajín na tieto zmeny, resp. proaktívny prístup a snaha o určovanie trendov.

Slovensko ako krajina extrémne závislá na vývoji v iných krajinách i v celosvetovom meradle nemá inú možnosť, ako zapojiť sa do implementácie Priemyslu 4.0. Konceptia inteligentného priemyslu pre Slovensko je vhodným prvým krokom na začatie celospoločenskej diskusie na túto tému a zároveň na spustenie realizácie konkrétnych opatrení.

Vo všeobecnosti je nutné akékoľvek kroky v súvislosti s Priemyslom 4.0 uskutočňovať s ohľadom nielen na vnútorné podmienky v krajine, ale aj na aktivity iných štátov. Nemecko ako priekopník myšlienky Priemyslu 4.0 i významný partner Slovenska má v tomto smere výsadné postavenie. Keďže ďalším krokom vo vývoji je posunutie a využitie ideí Priemyslu 4.0 na celospoločenskej úrovni vo forme Internetu vecí, dát a služieb, ktorého prejavom bude koncept Smart City/Smart Region, pri súčasnej prepojenosti všetkých systémov iná možnosť ako medzinárodná spolupráca ani nebude možná.

Zoznam bibliografických odkazov

- Blanchet, M. et al. (2014). *INDUSTRY 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed*. Dostupné 29. 8. 2016, na https://www.rolandberger.com/en/Publications/pub_industry_4_0_the_new_industrial_revolution.html
- BusinessInfo.cz (2015). *Národní iniciativa Průmysl 4.0*. Dostupné 27. 8. 2016, na <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/narodni-iniciativa-prumysl-40-71386.html#!&chapter=1>
- Germany Trade and Invest (2014). *INDUSTRIE 4.0 Smart Manufacturing for the Future*. Dostupné 29. 8. 2016, na <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Service/Publications/business-information,t=industrie-40--smart-manufacturing-for-the-future,did=917080.html>

- Germany Trade and Invest (2015). *markets Germany INDUSTRIE 4.0*. Dostupné 30. 8. 2016, na <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Meta/Press/Markets/Markets-germany/Issues-2015/markets-germany-2015-02.html>
- Krueger, A. B. & Harris, S. D. (2015). *A proposal for modernizing labor laws for 21st century work: The "independent worker"*. Dostupné 26. 8. 2016, na <https://www.brookings.edu/research/a-proposal-for-modernizing-labor-laws-for-21st-century-work-the-independent-worker/>
- Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky (2013). *Stratégia výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu SR*. Dostupné 27. 8. 2016, na <http://www.economy.gov.sk/strategia-vyskumu-a-inovacii-pre-inteligentnu-specializaciju-sr/142232s>
- Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky (2016). *Návrh Koncepcie inteligentného priemyslu pre Slovensko*. Dostupné 24. 8. 2016, na <https://www.slov-lex.sk/legislativne-procesy/SK/LP/2016/830>
- Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky (2016). *Iniciativa Průmysl 4.0*. Dostupné 3. 9. 2016, na <http://www.mpo.cz/dokument176055.html>
- Schrager, A. (2016 a). *How to make an Uber-ized economy work in America*. Dostupné 3. 9. 2016, na <http://qz.com/644303/how-to-make-an-uber-ized-economy-work-in-america/>
- Schrager, A. (2016 b). *Technology is taking jobs away from men—and reviving a pre-industrial version of masculinity*. Dostupné 4. 9. 2016, na <http://qz.com/693351/technology-masculinity-under-threat/>
- Úrad pre verejné obstarávanie (2016). *Zákon o verejnom obstarávaní*. Dostupné 6. 9. 2016, na <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/343/20160418.html>