

PRIEMYSEL 4.0, ČO MU PREDCHÁDZALO A ČO HO CHARAKTERIZUJE – GEOGRAFICKÉ SÚVISLOSTI

Dagmar Popjaková, Tatiana Mintálová

*Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra geografie a geológie,
e-mail: dpopjakova@umb.sk, tatiana.mintalova@umb.sk*

Abstract: Latterly, the terms like “smart industrial systems”, “smart phones”, “smart cities”, “smart house”, etc., resonate in the society. This story is about the Industry 4.0. All these terms are twinned with a new era of social evolution. We are at its threshold. Similarly to the past, this new era is linked with fundamental changes in the industry which reflect the progress in the science and new technologies implemented in the industrial production. This article, a kind of *recherché*, presents when the notions of Industry 4.0 and industrial revolution appear for the first time, what are their features, what kind of changes they brings to the industrial production and how the society and the individuals reflect or will reflect these changes. This article provide a review of the industry’s evolution in the past since its beginnings, it means since the industrial revolution too.

Keywords: industry, industrial revolution, Industry 4.0, fourth industrial revolution, industrial internet of things, cyber physical systems, artificial intelligence, robotisation

1 ÚVOD

Priemysel je významná hospodárska aktivita človeka. Reálne ho predstavujú všetky činnosti, ktoré spĺňajú podmienku, že v ich priebehu dochádza k premene primárnych surovín, materiálov, prípadne iných produktov na výrobky, ktoré sa dajú hodnotiť ako *nové*. Výstupom výrobného procesu sú teda nové produkty. Zároveň sú to výrobky ďalej určené na spracovanie v priemysle alebo priamo na spotrebu (SK NACE, 2019). Či už *výrobnú spotrebu*, t. j. ide o hotové výrobky (stroje, zariadenia, materiály...), ktoré majú použitie opäť v priemysle vo forme výrobných prostriedkov zabezpečujúcich ďalší výrobný proces. Alebo sú určené na *konečnú spotrebu*, to znamená, že sú široko využívané buď ako spotrebné predmety vo všetkých hospodárskych a sociálnych oblastiach ľudskej aktivity, alebo sú použité na priamu jednorazovú spotrebu obyvateľstvom (Krajíček, 1982; Kortus, 1986; Popjaková, 1997; Korec, 2005; Conti, 2009; Gregory, 2009 ai.). Štatisticky do priemyslu patrí, v prísne vyčerpávajúcom ponímaní, produkcia spadajúca pod ťažobný priemysel,

odvetvia spracovateľského priemyslu, ale tiež výroba a dodávky elektriny, plynu a vody, čistenie vody a spracovanie odpadov – klasifikácia SK NACE (2019), sekcie B až E. V užšom ponímaní, je priemysel stotožňovaný len so spracovateľským priemyslom a jeho odvetviami (sekcia C SK NACE).

Tak ako sa vyvíja ľudská spoločnosť v priebehu histórie, tak sa rozvíja aj priemyselná výroba. Presnejšie, objavenie a zavádzanie priemyselnej strojovej výroby vo fabrikách postupne od konca 18. storočia, t. j. *priemyselná revolúcia*, zásadne ovplyvnila spoločenský vývoj. *Priemyselná revolúcia* priniesla so sebou dovtedy rozsahom a kvalitou nezaznamenaný zvrät v spôsobe života ľudí a celej spoločnosti (Stobart, 1996; Yusuf a Nabeshima, 2010; Hayter, 2013). Všeobecne sa prijíma tvrdenie, že dynamika rozvoja priemyslu, uplatňovania vedecko-výskumných poznatkov a technologického pokroku v priemysle, vždy určovala aj dynamiku a stupeň spoločenského rozvoja (Dosi et al., 1988; Walli, 2014). Vo vývoji priemyslu sa dajú identifikovať obdobia zásadnejších zlomov, ktoré sa začali nedávno označovať prívlastkami prvá, druhá, tretia priemyselná revolúcia. Od druhého desaťročia 21. storočia čoraz viac v odborných kruhoch prevládnych, informačno-komunikačných, akademických, rezonuje pojem *Priemysel 4.0*. Vzhľadom na najmodernejšie technológie, na ktorých je založený, vzhľadom na rozsah investícií, opatrení a aktivít naviazaných naň v globálnej mierke a aj na úrovni štátov, prípadne regiónov je zrejme, že *Priemysel 4.0* sa formuje ako nový medzník vo vývoji priemyselnej výroby, s dosahmi na celú spoločnosť.

Kedy sa objavuje a prečo práve termín *Priemysel 4.0*? Čo mu predchádzalo a na čo nadväzuje? Môžeme hovoriť aj o *Priemysle 1.0 – 3.0* v tomto kontexte? Čo charakterizuje *Priemysel 4.0*? Čím sa líši *Priemysel 4.0* od tradične vnímaného priemyslu? Či a aké geografické súvislosti je možné očakávať a budú vyplývať z naplňania zámerov *Priemyslu 4.0*? To sú otázky, ktoré si príspevok kladie za cieľ zodpovedať. Taktiež je zámerom článku zosumarizovať, a tak ozrejmiť publikované, všeobecne rozšírené, a aj nové poznatky o vývoji priemyslu v celosvetovom, globálnom kontexte. Príspevok má rešeršný, konštatívny charakter, nemá formu empirickej výskumnej štúdie. Jeho obsah je rozdelený do troch častí: v prvej je analyzovaný priemysel ako hospodárske odvetvie, jeho význam a typické črty (i), na vývoj priemyslu od jeho počiatkov až do súčasnosti je zameraná jeho druhá časť (ii) a hodnotenie *Priemyslu 4.0* tvorí tretiu časť štúdie (iii).

2 CHARAKTER A SPOLOČENSKÝ VÝZNAM PRIEMYSLU

Priemysel je rozhodujúcim odvetvím svetového hospodárstva. Modernizácia hospodárstva a spoločnosti je daná modernizáciou priemyselnej produkcie. Priemysel od svojich počiatkov ovplyvňoval všetky ostatné odvetvia hospodárstva, hlavne rozvoj dopravy, poľnohospodárstva, stavebníctva a obchodu (Mareš, 1988; Gregory et al., 2009 ai.). V tom spočíva význam a nezastupiteľnosť postavenia priemyselnej výroby v socioekonomickom systéme spoločnosti. Krajiny západnej Európy, v ktorých sa priemysel vytváral v priebehu 19. storočia patria k najvyspelejším, naj-

bohatším a najvplyvnejším (Ivanička, 1983). Industrializácia aj v krajinách strednej a východnej Európy v období po druhej svetovej vojne, a tiež neskôr v krajinách juhovýchodnej Ázie a niektorých latinskoamerických štátoch, znamenala a bola nevyhnutným predpokladom získania hospodárskej suverenity, modernizácie a rastu životnej úrovne. Priemysel patrí k najvýznamnejším zdrojom národného príjmu, špeciálne v krajinách s nízkou a strednou úrovňou príjmu (Grabowiecki, 1991 in Korec, 2001; Yusuf a Nabeshima, 2010). Priemysel tým ovplyvňuje rozvoj celého hospodárstva a podieľa sa významnou mierou na úrovni rozvoja spoločnosti.

Objem priemyselnej produkcie, ktorý je považovaný za výstižný ukazovateľ hospodárskej úrovne každého štátu, neustále rastie (rôznym tempom pri rôznych odvetviach priemyslu). Priemysel sa významnou mierou podieľa na zamestnanosti a na tvorbe hrubého domáceho produktu. Všeobecne platí, že krajiny, ktoré označujeme ako hospodársky vyspelé, s rozhodujúcou úlohou v rozvoji svetového hospodárstva, sa vyznačujú relatívne vysokým podielom priemyslu na hrubej hodnote spoločenského produktu (HDP – hrubý domáci produkt). Opačne krajiny, ktoré vykazujú nižší podiel priemyslu a vysoký podiel poľnohospodárstva na tvorbe HDP a zároveň v priemysle majú zamestnaný výrazne nižší podiel ekonomicky aktívneho obyvateľstva v porovnaní s poľnohospodárstvom, patria medzi najmenej rozvinuté. Zatiaľ čo v prvej skupine ekonomicky vyspelých krajín je zamestnaných v priemysle priemerne 15 – 25 % ekonomicky aktívnych obyvateľov a podiel priemyslu na zamestnanosti nepretržite mierne klesá, v menej rozvinutých krajinách sa tento podiel, až na výnimky, dlhodobo pohybuje pod 15 % a mierne stúpa (Korec, 2001; tab. 1).

Tabuľka 1 Vývoj zamestnaných v priemysle z celkového počtu ekonomicky aktívnych medzi 1951 – 2019 (v %)

Skupina štátov	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2019
Hospodársky vyspelé štáty	26,8	29,4	28,9	25,0	22,4	17,1	15,2
USA	29,3	27,5	25,9	22,3	19,6	14,1	12,6
Štáty západnej Európy	28,8	32,5	31,9	28,1	24,7	19,6	17,0
Japonsko	19,8	24,8	27,7	25,3	23,2	19,2	17,5
Menej rozvinuté štáty	7,7	9,7	11,2	13,0	17,1	13,2	13,8
Štáty Latinskej Ameriky	14,3	15,1	17,8	17,9	19,2	14,8	13,8
Južná a východná Ázia	7,6	10,0	11,5	14,1	18,2	13,4	14,6
Afrika	4,4	4,9	5,2	6,1	8,3	8,6	8,5
Československo	19,7	22,6	31,2	37,5	-	-	-
Slovensko	13,8	18,6	28,4	35,6	29,6	28,8	26,9

Zdroj: Korec, 2001; ILOSTAT, 2018

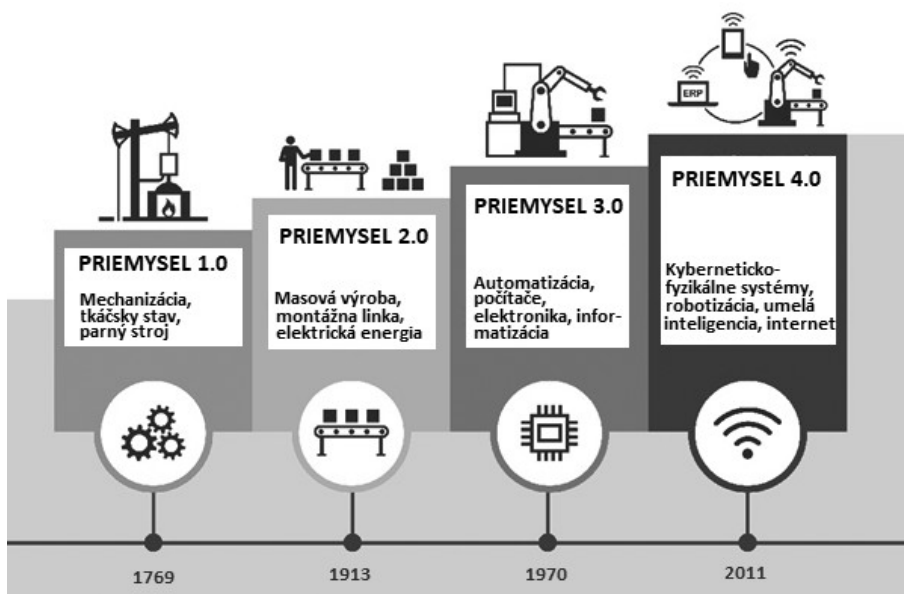
O význame priemyslu v moderných dejinách vypovedá aj vyčleňovanie troch zásadných období vo vývoji globálnej ekonomiky a celého globálneho sociálno-ekonomického systému, práve na základe úlohy priemyslu, ktorú v danom období zohrával:

- 1/ **predindustriálne obdobie** spred prvej priemyselnej revolúcie, do približne polovice 18. storočia, kedy základnou hospodárskou aktivitou bola poľnohospodárska výroba a remeslá,

- 2/ **industriálne obdobie** viazané na obdobie industrializácie, masívneho rozmachu priemyslu, a to od druhej polovice 18. storočia do začiatkov tretej priemyselnej revolúcie na prelome 60. a 70. rokov 20. storočia,
- 3/ **postindustriálne obdobie**, ktoré je spájané s obdobím intenzifikácie priemyslu a rozvojom informačných technológií, v ktorom sa relatívny význam priemyslu v spoločnosti znižuje, predovšetkým v prospech rastúceho podielu služieb na hrubej pridanej hodnote a zamestnanosti (Korec, 2005).

3 ETAPY VÝVOJA PRIEMYSLU V GLOBÁLNYCH SÚVISLOSTIACH

Priemyselná revolúcia z konca 18. storočia je považovaná za najvýznamnejší impulz spoločenského vývoja. Pomenovanie ďalších významných zvrátov vo vedecko-technickom rozvoji a aplikácii nových poznatkov vo výrobe, využívaní technologických inovácií v histórii vývoja priemyslu, so spoločenským presahom v globálnej mierke, nebolo zaužívané. Charakterizovali sa vždy len etapy, ktoré tieto prahy oddeľovali – *etapa priemyslu parného stroja, fordizmu, posfordizmu* (napr. Popjaková, 1997). Až s objavením sa termínu *Priemysel 4.0* sa začali spätne spomínané medzníky označovať v dlhej forme ako prvá, druhá, tretia priemyselná revolúcia, skrátene *Priemysel 1.0, 2.0, 3.0* (obr. 1).



Obrázok 1 Priemyselné revolúcie. Zdroj: upravené podľa Cline, 2017

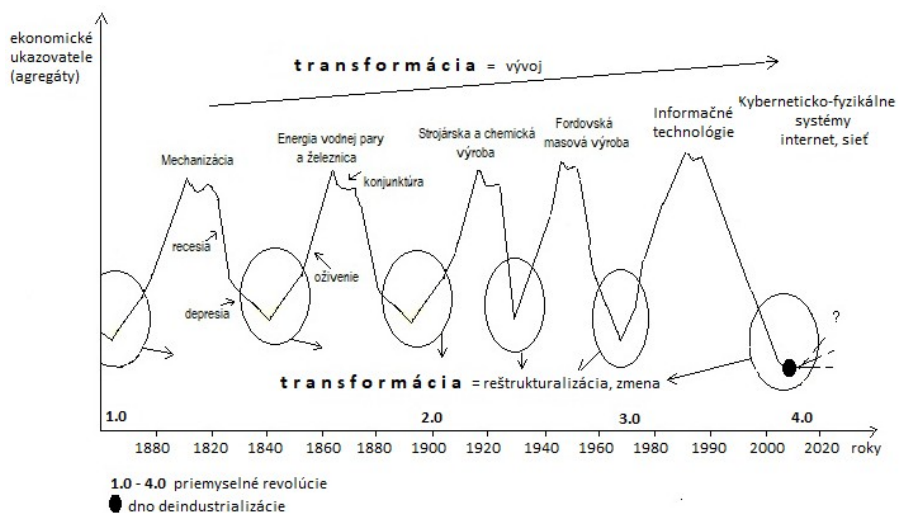
Pre priemyselnú revolúciu, ktorá začala v Anglicku koncom 18. storočia, sa neskôr ustálil pojem **prvá priemyselná revolúcia**. Znamenala prechod z remeselnej ručnej výroby na strojovú výrobu. Priemyselná revolúcia vyvolala masívnu *industrializáciu* a zároveň podnietila a prebiehala paralelne spolu s *urbanizáciou*. Tieto dva procesy zásadne menili vzorce priestorového usporiadania sídelnej štruktúry krajiny, sociálne usporiadanie spoločnosti, vzorce správania a spôsobu života ľudí. Obyvateľstvo sa masívne sťahovalo a koncentrovalo v mestách, niektoré rástli do aglomerácií, a boli impulzom formovania neskorších konurbácií až megalopolisov. Životné návyky a aktivity spojené s mestským spôsobom života a prácou v továrňach sa odlišovali od kvality života, ktoré poskytoval v tom čase niekde i postupne vyľudňovaný vidiek (Korčák, 1929; Ivanička, 1983; Mládek, 1990; Hampl, 1998).

Druhá priemyselná revolúcia z prelomu 19. a 20. storočia je spojená s počiatkami využívania elektriny, technologickým rozvojom v chémii a vznikom nových odvetví chemického priemyslu, predovšetkým petrochémie, nástupom dynamického rozvoja strojárenského, vrátane automobilového priemyslu, tiež počiatkami výroby lietadiel. Toto obdobie je označované niekedy ako slávna doba nových revolučných vynálezov, ako boli: masívna produkcia pohonných hmôt, pásová výroba automobilov na báze výrobných liniek, rozvoj železničnej dopravy, let prvého lietadla, prvé moderné bicykle, elektrifikácia miest, rozvoj telekomunikácií a využívanie telefónu, rozvoj filmovej produkcie, vynájdenie gumených pneumatík, zavádzanie vodovodných systémov (Patro, 2018; Ford, 2019).

Tretia priemyselná revolúcia, na rozdiel od Jeremy Rifkina (2011), ktorý ju zasadzuje až do 21. storočia a spája s progresívnymi zmenami v komunikačných technológiách, je väčšinou analytikov stotožňovaná so zmenami na prelome 60. a 70. rokov 20. storočia. Bolo to obdobie, v ktorom doznieval ekonomický boom po druhej svetovej vojne, spojený s masovou produkciou, nadprodukciou a masovou spotrebou, ktorá však neskôr produkciu nedokázala nasávať. Uvedený proces súvisel s nástupom využívania automatizácie vo výrobe a jej riadením počítačmi, zavádzaním elektronických systémov a informačných technológií do výroby. Technológia digitálnych logických obvodov sa stala revolučným vynálezom využitým v oblasti rozvíjajúceho sa internetu, osobných počítačov, tiež mobilných telefónov. Preto je tretia priemyselná revolúcia označovaná aj pojmom *digitálna revolúcia* (Patro, 2018).

Zatiaľ je ako posledný prah technologického rozvoja priemyslu identifikovaný tzv. *Priemysel 4.0*, ktorý predstavuje **štvrtú priemyselnú revolúciu**. Znamená významný posun smerom k digitalizácii priemyslu, digitalizácii automatizácie a robotizácie výroby, založenej na kybernetickom prepojení výrobných informačných systémov v priemyselných podnikoch, teda digitalizácii vo všetkých troch atribútoch výrobného procesu – softvéru, zariadení a ľudí. *Priemysel 4.0* predstavuje aplikáciu konceptu siete digitálneho prepojenia objektov a vymieňania, geodistribúcie dát medzi nimi v priemyselných podnikoch. Niekedy sa tento priemysel budúcnosti založený na kyberneticko-fyzikálnych systémoch a sieťach prirovnáva k „ekosystému“ vyššie spomínaných troch aspektov výroby (WEF, 2015-19).

Na priebeh vývoja priemyslu aplikoval Strykiewicz (1999) *Kondratievovu teóriu dlhých vln cyklického vývoja* ekonomických systémov z 20. rokov 20. storočia. Podľa nej sa práve priemysel, ktorý ovplyvňuje celý ekonomicko-spoločenský systém, vyvíja v sérii dlhých vln, ktorá začína na konci 18. storočia. Každá vlna trvá približne 50 rokov. Je spojená so zmenou technológií v priemysle, ktorú Kondratiev označuje ako zmenu technologicko-ekonomickú paradigmy. Vývojová vlna pozostáva zo štyroch fáz: 1) konjunktúry, 2) recesie, 3) depresie a 4) ozdravenia, oživenia hospodárstva (obr. 2).



Obrázok 2 Kondratievove dlhé vlny a cykly vývoja priemyselnej výroby. Zdroj: upravené podľa Strykiewicz, 1999, s. 43; Popjaková, 2008, s. 4

Z princípu inovácií v organizácii priemyslu a obchodu vychádzajú aj *Forresterove 200-ročné cykly*, tiež dlhodobé *Schumpeterove cykly*. Známe sú cykly s krátkodobejšou periodicitou – *Junglarove*, *Kuznetzove cykly*, atď. (Blažek et al., 2002; Šledzik, 2013). O veľmi dlhých vývojových vlnách hovorí A. Toffler (Toffler et al., 1996). Obdobne z cyklického vývoja supersystémov vychádza *všeobecná teória vývoja* I. Prigogina, belgického fyzika a chemika ruského pôvodu (Prigogine, 1973, 1979). Prigogin na prelome 60. a 70. rokov vysvetlil synergetický mechanizmus evolúcie spoločenských systémov pomocou fyzikálnych zákonov. Podľa tejto teórie sú spoločenské systémy veľké samoregulujúce sa komplexy, v ktorých trajektórii vývoja zohrávajú dôležitú úlohu fázové prechody, fluktuácie, bifurkácie, disipatívne štruktúry (Ivnička, 1980). Oni umožňujú systémom brániť sa voči autodeštrukcii a vyvíjať sa v istých časových momentoch skokom, t. j. podstatne sa meniť v relatívne krátkom čase smerom k formám, spravidla na vyššej kvalitatívnej úrovni. Tieto revolučné fázové prechody, v ktorých dochádza k zásadným zmenám vo vývoji spoločenských entít, je možné označiť pojmom *transformácia* v užšom zmysle. Transformácia, v tomto zmysle ako reštrukturalizácia, zmena, je teda ponímaná ako relatívne krátke obdobie zásadných nevyhnutných zmien spoločenských systémov (napr. aj priemyselných), ktoré sú nevyhnutné na to, aby sa tieto supersystémy vyvíjali

v ich evolučnom procese a zdokonaľovali. Aj tu môžeme hovoriť o *transformácii*, avšak v širšom slova zmysle ako o dlhodobej evolúcii systémov (Obr. 2). Takýmto samoregulačným vývojom prechádzajú kvalitatívne rôznorodé komplexy na hierarchicky a priestorovo rôznych úrovniach, navzájom sa môžu prelínať a ovplyvňovať (Popjaková, 2008, s. 4).

3.1 Prvá etapa – Priemysel parného stroja

Začiatky prvej etapy vývoja priemyslu siahajú do druhej polovice 18. storočia, kedy začal proces postupnej transformácie manufaktúr na moderné priemyselné podniky, resp. kedy sa začali zakladať továrne so strojovou výrobou. Proces, ktorý označil v roku 1827 Jérôme-Adolphe Blanqui termínom *priemyselná revolúcia* (Démier, 1979; Malý, 1993), znamenal nástup kapitalizmu ako nového spoločensko-ekonomického systému. K zavádzaniu strojov do výroby došlo najskôr vo Veľkej Británii, kde boli vytvorené najpriaznivejšie predpoklady pre tento proces, a to špecifické podmienky v poľnohospodárstve (i), sústreďovanie obyvateľstva v mestách (ii), rozvoj obchodu, jednotný vnútorný trh, export (iv), a na základe toho, dostatok kapitálu pre financovanie nových technológií (v) (Harenberg et al., 1992). Aj keď boli prvé mechanické stroje využívané pri výrobe textilu, zásadný význam mal vynález parného stroja patentovaný Jamesom Wattom v roku 1769 a jeho použitie v železnej hute. Rozvíjalo sa železiarstvo, hutníctvo železa. Na báze hutníctva prebiehali historické zmeny vo vývoji dopravy, hlavne železničnej, ktoré spätne vplývali na rozvoj priemyslu. Dochádzalo k znižovaniu nákladov na dopravu, aj zvyšovaniu rýchlosti prepravy ľudí a materiálu. Pre priemyselnú výrobu v tejto etape je charakteristický nízky podiel fixného kapitálu (základných prostriedkov), vysoký podiel živej práce, nízka konkurencia na trhu, relatívne vysoká pružnosť výrobcov a veľmi malá zložitosť výrobkov. Z hľadiska organizácie výroby, vtedajšie továrne boli malé s 20 – 100 pracovníkmi, obvykle mali dvojstupňovú hierarchickú štruktúru. Na čele podniku bol vlastník, ktorý bol zároveň manažérom (Malý, 1993).

Priemyselná revolúcia vytvorila z Veľkej Británie v priebehu 19. storočia svetovú veľmoc. Od začiatku 19. storočia industrializácia prebiehala na európskom kontinente, zasiahla Belgicko, Holandsko, Francúzsko, neskôr Nemecko usilujúce sa o politickú jednotu a aj USA. Formovali sa *priemyselné oblasti sveta* (Kasala, 1992) zamerané na textilnú výrobu – stredné Anglicko, okolie francúzskeho Lyonu, Nové Anglicko v USA, juh USA, a priemyselné oblasti formované na miestach ťažby uhlia a železnej rudy, tzv. *staré priemyselné oblasti* – stredné a severné Anglicko, Južný Wales, neskôr oblasť Pittsburgu, Nové Anglicko v USA, Porúrie v Nemecku, severné Francúzsko a pod. Predstih Veľkej Británie pred ostatnými štátmi trval do poslednej tretiny 19. storočia. Zaostávanie ostatných štátov sveta bolo spôsobené tým, že v nich chýbali predpoklady rozvoja priemyslu, ktoré sa uplatňovali vo Veľkej Británii. Vo Francúzsku sa negatívne prejavoval merkantilistický systém hospodárenia, v Nemecku politická rozdrobenosť, v oboch krajinách chýbala vrstva podnikateľov. V USA sa podmienky na rozvoj hospodárstva vytvorili až po tzv. veľkej vlne prisťahovalectva v roku 1850 (Harenberg et al., 1992).

Ďalší technický pokrok v 19. storočí znamenal rozvoj ťažkého priemyslu, zbrojárstva aj dopravy. Koncom 19. storočia, v roku 1878, zostrojil americký inžinier Thomas Alva Edison elektromotor ako decentralizovaný zdroj energie, ktorý bolo možné umiestniť priamo k výrobnému zariadeniu, vynájdená bola metóda rafinácie ropy, vyvíjané boli nové dopravné prostriedky (Benko, 1993; Malý, 1993). Nové technológie v železiarskom a oceliarskom priemysle, a predovšetkým uplatnenie elektrickej energie v praxi, sa stali impulzom rozvoja mladších priemyselných oblastí, v ktorých sa pokrokové technológie aplikovali jednoduchšie ako v zabehnutých rozsiahlych železiarňach vo Veľkej Británii. A tak v druhej polovici 80. rokov 19. storočia predbehli Veľkú Britániu vo výrobe surového železa a ocele USA a na prelome storočí aj Nemecko. S touto etapou vývoja priemyslu je spojený aj proces rozširovania *kolonializmu*. Spomínané dva historické procesy, industrializácia a kolonializmus, sa podpísali na delení krajín sveta na vyspelé a málo rozvinuté. Prvá etapa vývoja priemyslu končí práve v období klesajúcej hegemonie Veľkej Británie vo svetovom hospodárstve.

3.2 Druhá etapa – Fordizmus

Druhá etapa rozvoja priemyslu označovaná v literatúre termínom *fordizmus* sa dá časovo ohraničiť od obdobia nástupu druhej priemyselnej revolúcie na prelome 19. a 20. storočia. Termín *fordizmus* pochádza z roku 1971 od talianskeho intelektuála Antonia Gramsciho (1971 in Pavlínek, 1997; Lan, 2017). Bol odvodený od zavedenia nového spôsobu výroby automobilov s použitím montážnej linky *Henrym Fordom* v roku 1913 v Highland Parku v Michigane. Fordizmus sa používa hlavne na označenie hospodárskeho a sociálneho systému, ktorý sa vytvoril v USA pred a v západnej Európe a Japonsku po druhej svetovej vojne, a ktorý sa začal rozpadáť koncom 60. a začiatkom 70. rokov 20. storočia. Fordizmus je „systém založený na masovej produkcii štandardizovaných výrobkov, spojený so systematicky rastúcim trhom masového konzumenta, ktorý je regulovaný keynesiánskymi makroekonomickými opatreniami“ (Stryjakiewicz, 1994).

Počiatok tejto vývojovej etapy bol charakteristický nenasýteným trhom. Na túto situáciu sa snažili reagovať výrobcovia rozširovaním svojich výrobných kapacít. Hodnota fixného kapitálu začala narastať. Nový spôsob výroby, ktorý predstavovala pásová doprava a montážne linky, umožňovali zvyšovať produkciu a produktivitu práce. Zvyšujúci sa objem výroby nútil výrobcov hľadať ďalších potenciálnych zákazníkov. To bolo však možné len relatívnym znížením ceny výrobkov. Predpokladom znižovania cien bolo znižovanie nákladov cestou sériovej výroby. Čím viac kusov produktov sa vyrobilo, tým boli náklady na jeden kus nižšie. Preto cieľom bolo maximálne racionalizovať prácu. Organizáciu práce fordizmu vedecky prepracoval *Frederick Winslow Taylor* (Malý, 1993). Taylorizmus bol založený na rozdelení výrobného procesu do série jednoduchých pracovných úkonov. V organizácii výroby sa postupne začalo presadzovať divizionálne usporiadanie výroby z dôvodu, že mnoho firiem sa rozrástlo na také rozmery, že centralistický spôsob riadenia prestal vyhovovať. Bolo nutné vyriešiť problém, ako pri decentralizácii činnosti zaručiť jednotnú centrálnu politiku firmy. Túto koncepciu prepracoval *Alfred Pritchard Slo-*

an a v roku 1920 ju predložil vedeniu spoločnosti General Motors. Podstata spočívala v tom, že spoločnosť bola rozdelená na relatívne samostatné časti, divízie, ktorých vedúcim bola pridelená značná právomoc, operatívno-výrobná aj obchodná. Samostatnosť divízií nebola absolútna, pretože ústredné funkcie, ako perspektívny rozvoj firmy, alokácia investícií, zlučovanie s inými firmami, boli riadené vrcholovým vedením firmy. Charakteristická pre túto etapu je tzv. *tvrdá automatizácia*. Vyrába sa veľké množstvo daného druhu produktu, typická je *masová výroba*. Pružnosť výroby je malá, sortiment výrobkov obmedzený a ich zložitosť vysoká. Akákoľvek zmena výrobkov je investične veľmi nákladná. Typické sú veľké firmy s počtom pracovníkov aj niekoľko tisíc. Vlastníci sa oddeľujú od profesionálnych manažérov. Zanikajú rodinné podniky, prevažujú akciové spoločnosti alebo spoločnosti s ručením obmedzeným. Pracovná sila je úzko špecializovaná, sociálne koncentrovaná a odborovo silne organizovaná. Od tridsiatych rokov bola posilnená úloha štátu pri kontrolovaní ekonomiky.

Krajiny, ako Veľká Británia, Francúzsko, Belgicko, Holandsko, USA, Nemecko, v ktorých prebiehala táto revolúcia, sa rozvíjali ako v tom čase moderné krajiny. Charakteristický pre etapu je nástup nových priemyselných mocností USA, Nemecka, neskôr Japonska, Ruska. Politickou izoláciou Ruska po roku 1917 a vznikom európskych socialistických štátov po druhej svetovej vojne, dochádzalo k narušeniu jednotného európskeho trhu (Holub, 1994). V prvej polovici 20. storočia sa dotvára priemyselná mapa sveta, rozširuje sa o ďalšie priemyselné oblasti – severné Taliansko, Bavorsko, oblasť Paríža, Tokia, oblasť Uralu. Rozvíjajú sa nové priemyselné odvetvia, ako automobilový a letecký priemysel, strojársky – výroba ťažkých, obrábacích strojov, a elektrotechnický a chemický priemysel (Kasala, 1992). Medzinárodné ekonomické pohyby prebiehali hlavne medzi vyspelými krajinami a ich kolóniami, neskoršími rozvojovými krajinami. Rozdiely medzi vyspelými a zaostalými krajinami sa v tomto období prehľbovali.

Dlhé obdobie stabilného vývoja hospodárstva v 50. a 60. rokoch potvrdzovali, že uplatňovaná makroekonomická politika neoklasickej syntézy, ktorú reprezentovala keynesiánska štátno-intervencionistická, dopytovo stimulatívna hospodárska politika, založená na kombinácii finančnej a úverovej politiky, navždy vyriešila problémy cyklického vývoja hospodárstva. Vznikali rôzne koncepcie štátu blahobytu, ktoré šíрили ilúzie o všemohúcnosti štátnych zásahov do ekonomiky a štátnomopolistického makroekonomického regulovania. Neskôr sa však ukázalo, že úspech tejto makroekonomickej politiky v období po druhej svetovej vojne bol spojený práve s historickými špecifikami povojnového ekonomického vývoja, ktoré predstavovala vysoká miera nenasýtenosti trhov, cenovo dostupné energetické, surovinné zdroje a technologický rozvoj (Lisý, 1991).

Koncom 60. rokov 20. storočia sa stimulačné účinky vyčerpávali a stali neúčinné. Začala sa objavovať *kríza fordizmu*: – *kríza dopytová* z nadprodukcie spôsobená tým, že vnútorné trhy boli nasýtené predmetmi hromadnej výroby a na zahraničných trhoch zúrila ostrá konkurencia; – *kríza surovinnovo-energetická*, spôsobená vyčerpávaním zásob kvalitných, resp. ľahšie dostupných surovín, následným zvyšovaním ich cien, s vyvrcholením tzv. *ropnej krízy* v roku 1973; – *kríza ekologická* ako

priamy dôsledok rozvoja odvetví priemyselnej výroby, ktoré významne znečisťovali životné prostredie – ťažobný priemysel, priemysel čiernej metalurgie, ťažké strojárstvo, výroba elektrickej energie, ťažká chémia. Klesajúca produktivita práce nútila výrobcov znižovať mzdy, čo viedlo ku kríze ziskovosti. Krízu fordizmu v USA a v západnej Európe prehlbovala internacionalizácia výroby a rastúca konkurencia zo strany novo industrializovaných krajín, hlavne Japonska. Kríza bola spojená s nepokojným rokom 1968 i vojnou vo Vietname atď.

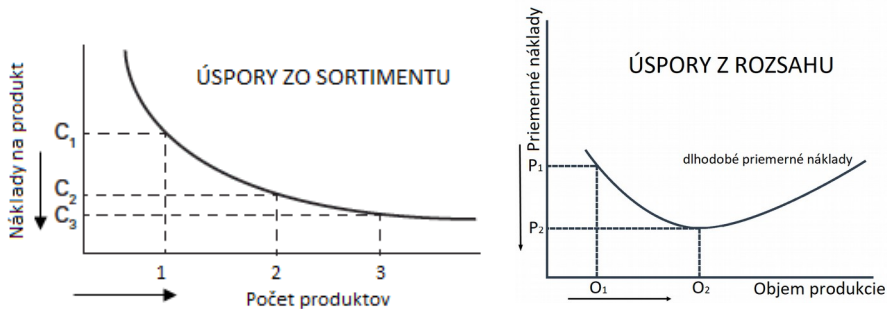
3.3 Tretia etapa – Postfordizmus

Tretia etapa vo vývoji priemyslu je vo všeobecnosti označovaná ako *postfordizmus*, je vnímaná ako synonymum termínov *postmodernizmus*, *postindustrializmus*. Začína od 70. rokov 20. storočia, obdobia vyvrcholenia fordizmu a nástupu tretej priemyselnej revolúcie. V tom čase dochádza k prehodnocovaniu a zmene prístupu vo využívaní ropy, energetických surovín a surovín a materiálov vôbec, a k znečisťovaniu životného prostredia. Tradičné priemyselné odvetvia sú nahrádzané novými sofistikovanými priemyselnými odvetviami, ako sú výroba elektronických zariadení, nových materiálov, špeciálnych obrábacích strojov, automobilov, letecký a kozmický priemysel, kozmetický, farmaceutický priemysel a pod. Spolu s ďalšími súvisiacimi hospodárskymi zmenami, dostala táto etapa v literatúre označenie *globálna transformácia priemyselnej výroby*, resp. *reštrukturalizácia*, *globálna ekonomická transformácia* (Pavlínek, 1993; Dicken, 1986 in Olds, 2004, s. 509).

V odbornej literatúre bolo prepracovaných viacero teórií transformácie spojenej s postfordizmom (Storper, 1985; Tödling, 1994; Yeung, 1994; Pavlínek, 1997), podľa ktorých je táto etapa charakterizovaná nasledovnými prejavmi (Popjaková, 2008):

- Štruktúrálna transformácia hospodárstva v smere znižovania podielu priemyslu, ktorá dostala označenie **deindustrializácia** resp. terciarizácia ekonomiky (Martin et al., 1986); ide o systematické relatívne znižovanie miery investícií do priemyslu a rast významu terciárnych a kvartérnych aktivít, hlavne bankovníctva, poisťovníctva, financií, reklamy, poradenských a obchodných služieb, vedy, výskumu, informačného sektora, telekomunikácií, tiež cestovného ruchu (i);
- Štruktúrálné zmeny v priemysle, ktoré možno označiť termínom **reindustrializácia**, v zmysle zmeny vnútornej, odvetvovej štruktúry priemyslu v prospech sofistikovaných odvetví tzv. *odvetví vysokých technológií* (ii);
- **Priestorové zmeny** podmienené novými lokalizačnými faktormi nových odvetví priemyslu ako sú vedecko-technické informácie, napojenie výrobných subjektov na univerzity, vedecké inštitúcie, kvalitná dopravná infraštruktúra a výhodná poloha vzhľadom na diaľnice medzinárodného významu, letiská, neznečistené, neprehustené prostredie a výhody aglomerácie spojené s koncentráciou vedy a techniky, a trhu (iii);
- Zvyšovanie **významu informačných technológií, inovácií, vedy a výskumu** v priemyselnej výrobe. Rast technologického pokroku umožnil skracovať životný cyklus výrobkov a technológií, a tým urýchlil proces zavádzania inovácií. Nové technológie umožnili automatizáciu výroby, jej racionalizáciu

a relokáciu do nízko nákladových oblastí. Zredukovala sa uniformná masová výroba a posilnila výroba špecializovaných produktov *customized products*, čo podnietilo získavanie výhody zo sortimentu *economies of scope* (obr. 3) (iv);



Obrázok 3 Úspory zo sortimentu a z veľkosti. Zdroj: upravené podľa MEC, 2011 – 2018; IE, 2019

- **Globalizácia ekonomicko-sociálnych väzieb** reflektovala rozvoj dopravy, komunikácií, telekomunikácií, informatiky. USA strácajú ekonomickú dominanciu a presadzuje sa tzv. multipolárny vzor (Tödling, 1994). Rastie význam nadnárodných korporácií, medzinárodných podnikov, resp. podnikov s medzinárodnou kapitálovou účasťou a ekonomických inštitúcií (v);
- **Organizačné a inštitucionálne zmeny** sú späté so zvyšovaním významu malých a stredných (MaS) podnikov (Julien a Morel, 1986); medzifirmových vzťahov, t. j. vytváraním rôznych priestorovo-funkčných typov produkčných sietí *production networks, klastrov* (vi);
- **Zmeny priemyselnej zamestnanosti** charakterizuje a) flexibilita v pracovných vzťahoch a na trhu práce, b) dopyt po kvalifikovanej pracovnej sile, c) požiadavky na tzv. multifunkčného pracovníka (Malý, 1993) a na flexibilitu pracovnej sily (Clarke in Pavlínek, 1993), d) problém zabezpečenia dostatku pracovnej sily, e) migrácia pracovných síl, vrátane zahraničnej migrácie (vii);
- **Zmeny v ekonomickom myslení, správaní, motiváciách**, t. j. premena obsahu a foriem práce a životného štýlu, stieranie pevných hraníc sociálneho prostredia, nové usporiadanie medziľudských vzťahov na makro i mikroúrovni (medzi štátmi, národmi, regiónmi, politickými hnutiami, združeniami, pracoviskami, v rodine), genéza a interiorácia nových hodnotových stupníč, nový tvar osídlenia, trás migrácie obyvateľstva (Kasala, 1993, s. 307; Kolektív, 1991), ktoré vyplývali zo zmien demografického správania obyvateľstva, konkrétne reprodukčného a rodinného správania, a starnutia populácie (Mládek, 1998). Van de Kaa (1987) označil tento proces terminologickým spojením *druhý demografický prechod*, resp. *druhá demografická revolúcia*.

Pokrok od 70. rokov 20. storočia bol čiastočne podnietený prebiehajúcou studenou vojnou medzi kapitalistickým Západom, USA, západoeurópske štáty a., a Východom, štátmi východoeurópskeho socialistického bloku, a snahami vyrovnáť sa a predbehnúť svojho súperu (Patro, 2018). Nielen v technologickej oblasti, ale v celkovej úrovni spoločenského rozvoja, tento pomyselný súboj „vyhrali“ štáty Západu. Krajiny socialistického bloku zaostali za progresom Západu. Vysilené zbrojením, investíciami do vojenského sektora, nemali vnútorný potenciál na obdobné široké ekonomicko-sociálne zmeny, aké nastali v západných krajinách. Bol to jeden z faktorov, ktorý sa podpísal pod politické zmeny a neskoršiu ekonomicko-sociálnu transformáciu v štátoch socialistického tábora po roku 1989.

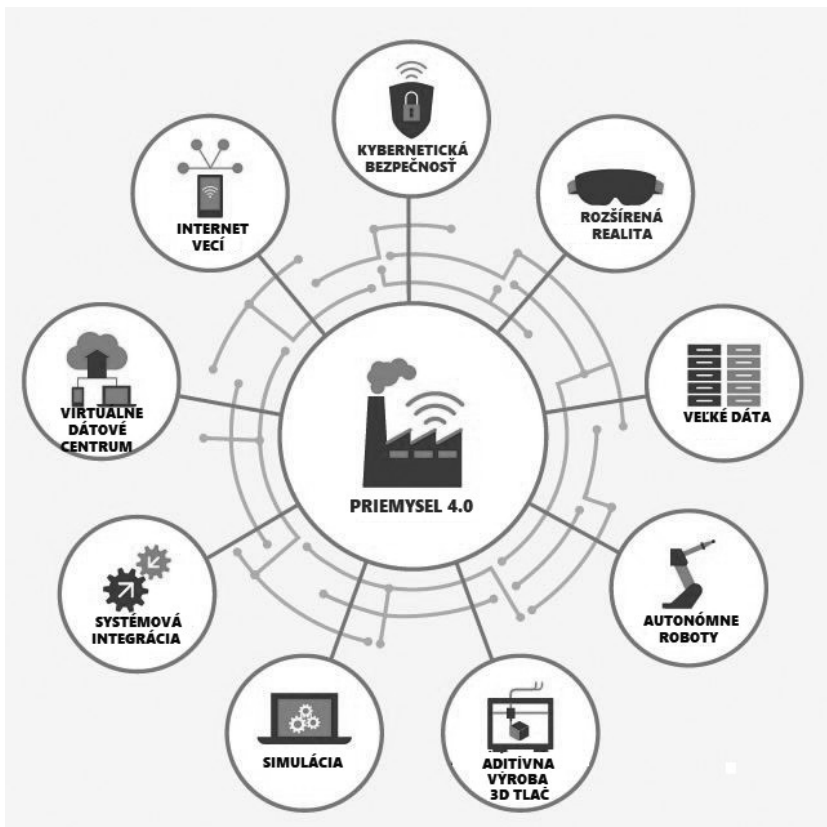
4 PRIEMYSEL 4.0

Počiatky novej etapy vo vývoji priemyslu možno hľadať na začiatku 21. storočia. Za prvú „lastovičku“ *Priemyslu 4.0* možno pravdepodobne považovať „softvér na monitorovanie materiálového toku v priemyselnom prostredí“, ktorý pripravila spoločnosť ANASOFT na základe objednávky svojho klienta už v roku 2003. Aj keď vtedy ešte neexistoval *internet vecí*, tento model sa postupne začínal formovať, a v roku 2008 spoločnosť vyvinula vlastný Smart Industry System, ktorý niesol názov EMANS. Ten využíval koncept internetu vecí za účelom riadenia výrobných procesov, čo zároveň predznamenovalo rozsiahlejšie prenikanie informačných technológií do výrobných procesov a ich digitálnu transformáciu (Bilík a Kudláč, 2019).

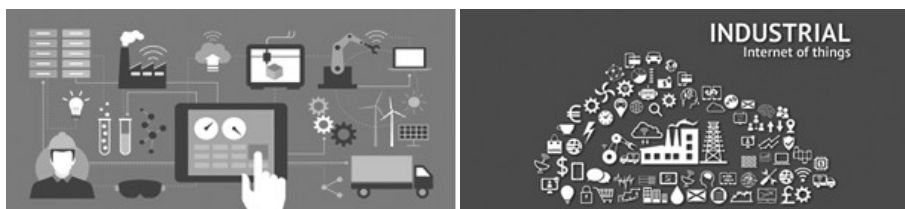
Štvrtá priemyselná revolúcia je založená na nových technológiách aplikovaných vo výrobnom procese, ako sú *robotika, umelá inteligencia, internet vecí* (IoT – z anglického Internet of Things), *autonómne vozidlá, 3D tlač, kvantové počítače, nanotechnológie* a ďalšie (Schwab, 2017; obr. 4). Uplatňuje sa, zatiaľ čiastočne, najmä v kozmickom, leteckom, automobilovom a elektronickom priemysle. Priemysel 4.0 znamená digitalizáciu a zosieťovanie vnútropodnikových procesov. Predstavuje akúsi aplikáciu IoT do výroby a vytvorenie *priemyselného internetu vecí* (IIoT – Industrial Internet of Things). Obdobne ako pri internete vecí hovoríme o inteligentnom mobile (smart phone, mobil), inteligentnej/zasieťovanej domácnosti (smart home), inteligentných mestách (smart cities), inteligentnom zdravotníctve (smart healthcare), priemyselný internet je základom konceptu tzv. *inteligentnej továrne* (smart factory, obr. 5) a *inteligentného priemyslu* (smart industry). Internet nespája len ľudí v sociálnych sieťach, ale môže spájať aj výrobné zariadenia, materiály, produkty, teda fyzickú realitu s virtuálnou. Jadrom inteligentného priemyslu je internet vecí prepojený s modernými riadiacimi systémami.

Predpokladá sa, že inteligentné fabriky budú schopné dosahovať vysokú produktivitu práce (vyššiu o 30 – 40 % oproti súčasnej), znížiť výrobné náklady (10 – 30 %), logistické/dopravné náklady (10 – 30 %), znížiť náklady na manažment (10 – 20 %), skrátiť čas uvedenia nového produktu na trh (o 50 %) a dosiahnuť výrobu individualizovaného a špecializovaného tovaru za cenu na úrovni masovej produkcie. Inteligentné továrne majú flexibilné a príjemné pracovné prostredie a vý-

znamným faktorom je, že výroba je viac ekologická, efektívnejšie sú vo výrobnom procese využívané prírodné zdroje a energia. Inteligentný priemysel má však v súčasnosti ešte rezervy v integrácii výrobných a informačno-komunikačných technológií (Rojko, 2017; Patro, 2018; Ustundag a Cevikcan, 2018; Bilík a Kudláč, 2019; CVTI, 2019).



Obrázok 4 Vybrané technológie Priemyslu 4.0. Zdroj: upravené podľa I-SCOOP EU, 2016 – 2020



Obrázok 5 Schémy inteligentnej továrne – kyberneticko-fyzikálneho systému. Zdroj: I-SCOOP EU, 2016 – 2020

Inteligentný Priemysel 4.0 sa na rozdiel od predchádzajúcich troch priemyselných revolúcií vyvíjal ako plánovaný koncept, dokonca stimulovaný štátom. Pôvod má v Nemecku (Schwab, 2017; Rojko, 2017). Bola to nemecká vláda, ktorá na základe analýzy dôsledkov nových technológií na ekonomiku, začiatkom druhej dekády 21. storočia iniciovala a podporila program, v nemčine označený ako *Industrie 4.0* (až v anglickom preklade sa neskôr rozšíril termín *Industry 4.0*). Jedným z hlavných dôvodov tejto iniciatívy bolo znovu podnietiť rozvoj priemyslu v Európe. Rozvoj európskeho priemyslu má byť založený a vychádza na jednej strane z priemyselných tradícií na európskom kontinente a na druhej, z inovačného potenciálu, ktorým disponuje (vedecko-výskumná základňa, univerzity, vzdelaní špecialisti...). Priemysel 4.0 je preto spájaný s procesom, tzv. *reindustrializácie* v zmysle oživenia industrializácie Európy. Hovorí o tom napríklad strategický materiál Európskej komisie, týkajúci sa priemyselnej politiky EÚ (EUC, 2012). Táto téma rezonovala aj napríklad na konferenciu REinEU v roku 2016 (CVTI, 2019) v Bratislave. Priemysel 4.0 by mal byť progresívnym impulzom opätovného zvyšovania významu priemyslu v európskej ekonomike. Zároveň cieľom rozvíjania konceptu inteligentného priemyslu bolo „zachytiť vlak“ a zastaviť začiatok zaostávania Európy v priemyselnej výrobe v porovnaní s rýchlo sa rozvíjajúcimi, hlavne ázijskými ekonomikami, ktoré okrem tradičnej lacnej pracovnej sily, začali v značnej miere modernizovať výrobu aj cestou automatizácie. Vzhľadom na nie veľmi priaznivý demografický vývoj v Európe, predovšetkým v zmysle starnutia jej populácie, sa ako jediná cesta zvýšenia konkurencieschopnosti európskeho priemyslu ukazuje práve jeho zásadná zmena spojená s aplikáciou nových inteligentných technológií *priemyselného internetu* (CVTI, 2019).

Prvýkrát sa termín *Priemysel 4.0* objavil na technologickom veľtrhu v Hannoveri v roku 2011. Ucelený koncept *Industrie 4.0*, podporovaný vládou Nemecka, vznikol za spolupráce nemeckých koncernov v priebehu rokov 2011 až 2013. Obdobné projekty inteligentného priemyslu boli postupne iniciované aj v ďalších krajinách. V USA to boli aktivity *General Electric company*, *Smart Manufacturing Leadership Coalition*, *Industrial Internet Consortium* od roku 2012; vo Francúzsku koncept *Industrie du futur* od 2015; v Číne *Made in China 2025* od 2015, výrazne inšpirovaná nemeckým programom; v Kórei stratégia *Manufacturing Industry Innovation 3.0*, ako spoločná investícia súkromného a verejného sektora od r. 2015; v Japonsku projekty a aktivity skupiny 30 firiem pod názvom *Industrial Value Chain Initiative* a pod. Pokiaľ ide o Slovensko, je predpoklad, že relatívne vysoká špecializácia jeho priemyslu na výrobu automobilov, môže znamenať, že prednosti a dôsledky zavádzania inteligentného priemyslu zasiahnu slovenskú spoločnosť intenzívnejšie ako iné krajiny. Aj keď bol u nás spracovaný *Návrh akčného plánu inteligentného priemyslu*, všeobecne je konštatovaná nepripravenosť slovenskej ekonomiky na nadchádzajúce trendy (Jeck, 2017; Rojko, 2017, p. 78; MH SR, 2018; AW, 2019).

Ako uvádza zakladateľ a výkonný riaditeľ Svetového ekonomického fóra (WEF) v Davose, profesor Klaus Schwab, autor bestselleru *The Fourth Industrial Revolution* (2017), Internet zmenil svet od 90. rokov pravdepodobne viac, ako

ktorýkoľvek iný faktor. V r. 2007 S. Jobs predstavil I-phone, do 10 rokov mali v rukách inteligentné *smart* telefóny stovky miliónov ľudí. V r. 2017 E. Musk predstavil nástup elektrického automobilu Tesla Model 3, dnes sa elektrické autá a motorky začínajú stávať bežnou súčasťou života. Nové technológie teda budú ovplyvňovať a zohrávať kľúčovú úlohu nielen v priemysle, ale aj v sociálnej oblasti, okrem vyššie uvedených, to budú napríklad *implantovateľné technológie, digitálna prítomnosť na internete* (sociálne médiá), *rozšírenie zmyslov pomocou internetu* (napr. Google Glass), *internet v oblečení a doplnkoch*, *všadeprítomné počítače, superpočítač do vrečka, neobmedzená a bezplatná pamäťová kapacita, internet všetkého* (všadeprítomné prepojenie všetkého), *veľké dáta* (big data) nahrádzajúce referendá, *autonómne autá, bezpilotné lietadlá*, pokrok v medicíne, biotechnológiách a umelej inteligencii, *umelá inteligencia* v rozhodovaní, *využívanie robotov*, rozšírenie *digitálnych kryptomien, 3D tlač* ai.

Otázne stále zostávajú sociálne dosahy inteligentného priemyslu, predovšetkým ktoré sa týkajú zamestnanosti ľudí v priemysle. A to vzhľadom na skutočnosť, že ľudská pracovná sila bude nahrádzaná robotickými výrobnými systémami. Robotizácia vytvorí v priemysle vo svete podľa odhadov až 150 miliónov nových pracovných miest do roku 2022. Na druhej strane, v rovnakom období príde k zrušeniu 75 miliónov manuálnych pracovných miest. V roku 2025 má na jedného zamestnanca pripadať jeden robot. Predpokladá sa tiež zásadný paradigmatický posun a obrovský, komplexný dosah na všetky oblasti spoločnosti, rozvrátením existujúcich sociálno-ekonomických štruktúr. Zmenia sa všeobecne formy poskytovania služieb, vrátane nových foriem vzdelávania a profesií – pravdepodobne až polovica z dnešných profesií o 15 rokov zanikne a zrodia sa úplne nové, ktoré zatiaľ presne nepoznáme. Bude sa meniť životný štýl, a tým všeobecne aj spôsoby spravovania verejných vecí. Rýchlosť a imponantnosť nových aplikovaných technológií prinášajú pokrok a konektivitu, na druhej strane dezorientáciu, dezilúziu aj sociálne riziká: *kybernetické útoky; masívne krádeže dát a podvody; protesty nás*, ktoré budú novými technológiami marginalizované; *technologická singularita*, t. j. moment, kedy umelá inteligencia predbehne ľudskú a človek nebude vedieť umelú inteligenciu kontrolovať, ani predpovedať jej správanie (WFE, 2015-19; CVTI, 2019). Na tieto skutočnosti sa musia jednotlivé štáty pripravovať. Štáty so zraniteľnejšou ekonomikou ako Slovensko intenzívnejšie, ako iné.

5 ZÁVER

Termín *Priemysel 4.0*, t. j. *štvrtá priemyselná revolúcia*, sa dostáva do povedomia od počiatku druhého desaťročia 21. storočia. Bol ním označený program nemeckej vlády na podporu priemyslu. Program reaguje na dlhodobější trend vo vývoji hospodárstiev Nemecka a vyspelých krajín Európy, ktoré nadobudli črty ekonomiky služieb, charakterizovanej veľmi nízkym podielom priemyslu na zamestnanosti a na hrubom domácom produkte. Ten sa znížil na úroveň, ktorá otvorila tému *dna deindustrializácie* (obr. 2). Napríklad v štátoch západnej Európy poklesol podiel

priemyslu na zamestnanosti na priemernú úroveň 17 % za roky 2011 – 2019 (tab. 1). Vynárala sa otázka, či pokles priemyslu skutočne dosiahol najnižšiu úroveň alebo, či sa ešte nezastavil a bude pokračovať. Proces znižovania váhy priemyslu však má isté limity, ktoré môžu súvisieť so schopnosťou samoregulujúcich systémov vyhnúť sa deštrukcii (Prigogine, 1973, 1979; Ivanička, 1980). Ako východisko riešenia *kontinuálnej deindustriálizácie* sa objavili zámery o znovu naštartovanie priemyslu a zvýšenie jeho výkonnosti cestou práve konceptu *inteligentného priemyslu*, *Priemyslu 4.0*. V tejto súvislosti sa začalo hovoriť o novej ére *reindustriálizácie*, v zmysle opätovného rozvoja priemyslu v Európe.

Označenie 4.0 dostal *inteligentný priemysel* 21. storočia v súvislosti s predchádzajúcim vývojom priemyslu od priemyselnej revolúcie. *Priemyselná revolúcia*, ktorá prebiehala od konca 18. storočia, sa začala označovať prívlastkom *prvá*, *Priemysel 1.0*. V tom čase sa zavádzali do výroby mechanické výrobné zariadenia poháňané vodou alebo parou. Vznikali továrne, prvé priemyselné podniky. Nositeľmi progresu boli banskí a strojní inžinieri. Začiatkom 20. storočia sa zavádzala masová výroba na základe del'by práce na montážnej linke v továrni H. Forda na výrobu automobilov. Stroje boli poháňané elektrickou energiou. Tieto zmeny v priemysle, ktoré ovplyvnili aj spôsob života spoločnosti, bežných ľudí, boli označené neskôr ako *druhá priemyselná revolúcia*, *Priemysel 2.0*. Bola to éra vynálezcov, konštruktérov a manažérov výroby. V poradí *tretia priemyselná revolúcia*, resp. *Priemysel 3.0* sa datuje od prelomu 60. a 70. rokov 20. storočia. Znamenala zavádzanie elektroniky a informačných technológií pre budúcu automatizáciu výroby. Vyniesla do popredia špecialistov na informačné technológie, IT-pracovníkov. *Štvrtá 4.0 priemyselná revolúcia* spojená s internetom, bude ovládaná expertmi, schopnými prepojiť informačné technológie, umelú inteligenciu a mechanickú a inžiniersku stránku výroby. Pôjde o technicky vzdelaných špecialistov s úplne novými kvalifikačnými predpokladmi (WEF, 2015-19; CVTI, 2019).

Sledujúc rozvoj priemyslu na celosvetovej úrovni od jeho počiatkov po súčasnosť, je možné identifikovať vývojové etapy, v rámci ktorých priemyselná výroba nadobúdala zásadne odlišné prejavy, kedy sa menil charakter a strategické ciele výroby. Tieto boli dané úrovňou technického pokroku, ovplyvnené zainteresovaním na zisku a potrebami dopytu, a charakteristické adekvátnou organizáciou výroby. Ich výsledným prejavom bola odpovedajúca odvetvová štruktúra a priestorová diferenciácia priemyslu. Etapizácia vývoja priemyslu je odvodená predovšetkým podľa ekonomického a priemyselného rozvoja najvyspelejších krajín sveta, ktoré sú hybnou silou vo svetovom ekonomickom procese, a vývoj ktorých následne skôr či neskôr ovplyvnil vývoj aj v iných častiach sveta. Názory autorov na identifikáciu etáp vývoja priemyslu sveta, a tým globálneho ekonomického vývoja, sa líšia (Pavlínek, 1997). Avšak ustálil sa názor o doteraz prebehnutých troch základných historických etapách vývoja priemyselnej výroby, ktorých hraničné prahy tvoria spomínané priemyselné revolúcie (obr. 1). S poznámkou, že na začiatku štvrtej etapy priemyselnej revolúcie, tzv. *inteligentného priemyslu*, *smart industry*, ľudstvo práve stojí. O geografických dosahoch jeho implementácie sa dnes môže hovoriť len formou málo zrejmych predikcií.

Pod'akovanie

Príspevok bol pripravený s podporou projektu KEGA č. 015UMB-4/2018 „Interaktívne digitálne učebnice predmetu geografia pre základné školy“.

Literatúra

- BENKO, G. 1993. *Geografia technopolii*. Warszawa: PWN.
- BILÍK, P., KUDLÁČ, M. 2019. *Anatómia inteligentného priemyslu*. [online] [cit. 2019-08-17]. Dostupné na: <<https://vedanadosah.cvtisr.sk/anatomia-inteligentneho-priemyslu>>
- BLAŽEK, J., UHLÍŘ, D. 2002. *Teorie regionálního rozvoje*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- CLINE, G. 2017. *Industry 4.0 and industrial IoT in manufacturing: A sneak peek*. [online] [cit. 2019-08-22]. Dostupné na: <[https://www.aberdeen.com/opspro-essentials/industry-4-0-industrial-iot-manufacturing-sneak-peek/#iLightbox\[gallery37632\]/null](https://www.aberdeen.com/opspro-essentials/industry-4-0-industrial-iot-manufacturing-sneak-peek/#iLightbox[gallery37632]/null)>
- CONTI, S. 2009. Geography of Industry and Transport. In SALA, M. (ed.) *Geography – Vol. II*. Oxford: UNESCO, EOLLS, 83-104.
- CVTI, 2019. *Veda na dosah*. [online] [cit. 2019-08-19]. Dostupné na: <<https://vedanadosah.cvtisr.sk/hladat?search=priemyseln%C3%A1+revolucia>>
- DOMAŃSKI, R. 1993. *Gospodarka przestrzenna*. Warszawa: PWN.
- DÉMIER, F. 1979. *Adolphe Blanqui, un économiste libéral confronté à la Révolution industrielle*. Thèse de troisième cycle. Paris: Université de Paris X.
- DICKEN, P. 1986. *Global shift: Industrial change in a turbulent world*. New York-London: Harper and Row.
- DOSI, G., FREEMAN, CH., NELSON, R., SILVERBERG, G., SOETE, L., eds. 1988. *Technical Change and Economic Theory*. IFIAS Research Series, 6. London: Pinter.
- EUC 2012. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery*. Brussels.
- FORD, 2019. *Our history*. [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné na: <<https://corporate.ford.com/history.html>>
- GREGOGY, D., JOHNSTON, R., PRATT, G., WATTS, M., WHATMORE, S., eds. 2009. *The dictionary of human geography*. Chichester: Wiley-Blackwell. [online] [cit. 2019-11-22]. Dostupné na: <<https://s3.amazonaws.com/arena-attachments/293183/0e6f92c-c7302976ef7c9f27cb6604b3f.pdf>>
- HAMPL, M. 1998. *Realita, společnost a geografická organizace: hledání integrálního řádu*. Praha: DemoArt.
- HARENBERG, B. et al. 1992. *Kronika ľudstva*. Bratislava: Fortuna Print.
- HAYTER, R. 2013. Geography of Industrialization. In WARF, B. (ed.) *Oxford Bibliographies in Geography*. New York: Oxford University Press.
- HOLUB, A. 1994. Světová ekonomika na začátku 90. let: Implikace pro Českou republiku. *Politická ekonomie*, 42, 2, 191-275.
- I-SCOOP EU, 2016-2020. *Smart industry and smart manufacturing – industrial transformation*. [online] [cit. 2019-08-21]. Dostupné na: <<https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>>
- IE, 2019. *Economies of Scale*. [online] [cit. 2019-09-06]. Dostupné na: <<https://www.intelligenceeconomist.com/economies-of-scale/>>
- ILOSTAT, 2018. *Employment by sector*. ILO modelles estimates, Nov. 2018. [online] [cit. 2019-08-26]. Dostupné na: <https://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portalapp/pagehierarchy/Page3.jsp? MBI_ID=33>
- IVANIČKA, K. 1980. *Prognóza ekonomicko-geografických systémov*. Bratislava: Alfa.

- IVANIČKA, K. 1983. *Základy teórie a metodológie socioekonomickej geografie*. Bratislava: SPN.
- JECK, T. 2017. *Slovenská ekonomika a štvrtá priemyselná revolúcia: faktory a predpoklady*. Bratislava: Ekonomický ústav SAV.
- JULIEN, P. A., MOREL, B. 1986. *La Belle Entreprise*. Montreal: Boréal.
- KASALA, K. 1992. Staré a nové ekonomické (industriálne) priestory sveta. *Geografické informácie*, 1, 36-42.
- KASALA, K. 1993. Dynamika ekonomickogeografických systémov (na príklade USA a Veľkej Británie). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 32, 299-309.
- KOLEKTÍV, 1991. *Hospodárstvo Slovenska a prechod k trhu*. Bratislava: Bradlo.
- KORČÁK, J. 1929. *Vylidňování jižních Čech: studie demografická*. Praha: Spolok péče o blaho venkova.
- KOREC, P. 2001. *Geografia priemyslu*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa.
- KOREC, P. 2005. *Ekonomická geografia I*. Bratislava: PriF UK.
- KORTUS, B. 1986. *Wstęp do geografii przemysłu*. Warszawa: PWN.
- KRAJÍČEK, L. 1982. *Geografie průmyslu*. Učebné texty. Praha: SPN.
- LAN, T. 2016. *Fordism/Post-Fordism*. [online] [cit. 2019-08-26]. Dostupné na: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118786352.wbieg1034>>
- LIPIETZ, A. 1987. *Mirages and Miracles: The Crisis in Global Fordism*. London: Verso
- LISÝ, J. 1991. *Štát versus trh*. Bratislava: Elita.
- MALÝ, M. 1993. Vývojové tendence v organizácii priemyselnej výroby. *Politická ekonomie*, 41, 4, 539-549.
- MAREŠ, J. 1988. Industrializace Československa – její klady a zápory. *Sborník Československé geografické společnosti*, 93, 3, 183-198.
- MARTIN, R., ROWTHORN, B. eds. 1986. *The geography of de-industrialisation (Critical human geography)*. London: Palgrave.
- MEC, 2011-2018. *How to reduce the cost of production per unit through economies of scope?* [online] [cit. 2019-09-06]. Dostupné na: <<https://www.managerial-economics-club.com/economies-of-scope.html>>
- MLÁDEK, J. 1990. *Teritoriálne priemyselné útvary Slovenska*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- MLÁDEK, J. 1998. Druhý demografický prechod a Slovensko. *Folia Geographica*, 2, 30, 42-52.
- OLDS, K. 2004. Classics in human geography revisited – Dicken, P. 1986. Global shift: Industrial change in a turbulent world. *Progress in Human Geography*, 28, 4, 507-515.
- PATRO, T. 2018. *Priemysel 4.0*. [online] [cit. 2019-08-18]. Dostupné na: <<https://casopis.fit.cvut.cz/kategorie/tema/>>
- PAVLÍNEK, P. 1993. Globálna reštrukturalizácia. *Sborník české geografické společnosti*, 98, 1, 2-12.
- PAVLÍNEK, P. 1997. Vybrané teoretické interpretace současné transformace kapitalizmu. *Sociologický časopis*, 33, 1, 41-56.
- POPJAKOVÁ, D. 1997. *Základné kapitoly z geografie priemyslu*. Prešov: Prešovská univerzita.
- POPJAKOVÁ, D. 2008. Globálna verus postsocialistická transformácia priemyslu (na príklade Slovenska). *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, 51, 3-25.
- PORTER, M. E., ed. 1986. *Competition in Global Industries*. Boston: Harvard Business School Press.
- PRIGOGINE, I. 1973. Termodynamika života. *Československý časopis pro fyziku*, 23, 4, 345-452.
- PRIGOGINE, I. 1979. Čas, štruktúra a fluktuácia. *Československý časopis pro fyziku*, 29, 2, 97-118.

- RIFKIN, J. 2011. *The third industrial revolution*. New York: Palgrave Macmillan.
- ROJKO, A. 2017. Industry 4.0 concept: background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11, 5, 77-90.
- SCHWAB, K. 2017. *The fourth industrial revolution*. UK: Portfolio Penguin.
- SK NACE, 2019. *Štatistická klasifikácia ekonomických činností. C – Priemyselná výroba*. [online] [cit. 2019-08-07]. Dostupné na: <<http://www.nace.sk/>>
- STOBART, J. 1996. Geography and industrialization: The space economy of northwest England, 1701-1760. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 21, 4, 681-696.
- STORPER, M. 1985. Oligopoly and the product cycle: essentialism in economic geography. *Economic Geography*, 61, 3, 260-282.
- STRYJAKIEWICZ, T. 1999. *Adaptacja przestrzenna przemysłu w Polsce w warunkach transformacji*. Poznań: UAM.
- ŠLEDZIK, K. 2013. Schumpeter's view on innovation and entrepreneurship. In HITTMÁR, Š. (ed.) *Management Trends in Theory and Practice*, 89-95. Žilina: Žilinská univerzita, Edis.
- Van de KAA, D. J. 1987. Europe's Second Demographic Transition. *Population Bulletin*, 42, 1, 1-59.
- TOFFLER, A., TOFFLEROVÁ, H. 1996. *Nová civilizace. Třetí vlna a jej důsledky*. Praha: Dokořán.
- TÖDLING, F. 1994. *Firm strategies and restructuring in a globalising economy*. Paper presented at the IGU conference Environment and Quality of Live in Central Europe: Problems of Transition. Praha.
- USTUNDAG, A., CEVIKCAN, E., eds. 2018. *Industry 4.0 managing the digital transformation*. Cham: Springer. [online] [cit. 2019-08-16]. Dostupné na: <<https://issuu.com/tiago864/docs/industry-4-0-managing-the-digital-t>>
- WALLI, A. A. 2014. The role of geography in the analysis of industrial development strategies within the spatial organisation of a region. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, 24, 231-244.
- WEF, 2015-19. *Fourth Industrial Revolution*. [online] [cit. 2019-08-20]. Dostupné na: <<https://www.weforum.org/search?query=industry+revolution>>
- YEUNG, H. W.-C. 1994. Critical reviews of geographical perspectives on business organizations and the organization of production: Towards a network approach. *Progress in Human Geography*, 18, 4, 460-490.
- YUSUF, S., NABESHIMA, K. 2010. *Changing the Industrial Geography in Asia. The Impact of China and India*. Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

Industry 4.0, what preceded it and what are its characteristics – geographic context

Summary

The industry is an important economic sector because, since its beginnings, it influences the level of society and the life quality of individuals. The dynamics of the industrial development, the dynamics of the transfer of scientific and technological knowledge to the industry, they always determined the dynamics and the level of the development of society too. It is possible to identify the major breaking periods in the industrial development called the industrial revolution: first, second and third. The industrial revolutions represent the border points which mark off the individual periods of industrial development. The first stage, the industry of steam machine, starts at the end of 18th century, when first machines are used in the industrial production. It is linked with use of the looms and other mechanic machines powered by

water and steam. The foundation of industrial plants and spreading of industrialization meant also the raising of the level of urbanization and urban way of life. The second stage of the industrial development called Fordism starts in 1913. It is linked with the implementation of mass production and exploitation of electric energy in machine drive. The third stage in the line, post Fordism, dates back to the beginning of seventies of 20th century. The implementation of electronics and information technologies to the production are typical characteristics of this period. It brought the digitalization of society, computers and internet.

Since the beginning of the 21st century the story goes about the industry 4.0. The Humanity is on the threshold of new era of the industrial development which makes use of the Internet of Things in the industrial production. The industrial Internet of Things represents the fundament of the smart factory and smart industry concepts. It links all production components like the production equipment, materials, finalised products and controlling systems, it means the physical and virtual realities. It interconnects the information technologies with artificial intelligence and mechanic and engineering part of production. It is assumed that the intelligent factories will be able to reach the high level of productivity (30-40% higher than actual productivity), to reduce the production costs (10-30%), logistics/transport costs (10-30%), to lower the management costs (10-20%), to shorten the time for placing the product on the market (50%) and to accomplish the production of individualised and specialised goods on the level of mass production.

The intelligent Industry 4.0 was developed as a planned concept which was even stimulated by the state. Its origin comes from Germany where the government initialised and supported the program called in German Industrie 4.0. (The English version of this term – Industry 4.0 – expanded worldwide later on.) One of the main objectives of this initiative was to stop the deindustrialisation and to stimulate again the development of industry in Europe. At the same time, the main objective of the stimulation of intelligent industry was to stop the Europe's lag of the industrial production behind the fast growing, mainly Asiatic economies. Taking into consideration not so favourable demographic trends in Europe, mainly from the point of ageing of the population, the development of intelligent industry represents a right way how to increase the competitiveness of European industry. The software Smart Industry called EMANS, which monitored the material flows in the production process, represent the first example of Industry 4.0. The company ANASOFT developed it for its client in 2003 (Bilik and Kudláč, 2019). The term Industry 4.0 appears for the first time at the technological fair in Hannover in 2011. Its consolidated concept Industrie 4.0 was developed thanks to de collaboration of German concerns between 2011 and 2013.

The implementation of intelligent industry will represent also the replacement of workers by the robotic production systems. As expected, the robotisation is going to create 150 million of new posts around the World before 2022. On the other hand, 75 million of manual working posts will be cancelled at the same time (WFE, 2015-19; CVTI, 2019). It is assumed that smart industry will affect all sectors of social life and can disrupt the existing social and economic structures. The individual countries have to prepare itself to it. And the vulnerable economies like Slovakia, they have to do it more intensively than others.