

Časopriestor Spacetime

3 3/2019
ISSN 2730-0110

Interaktívne vedecko-popularizačné médium významných autorov a vedeckých pracovníkov
Interactive popular science medium of important authors and scientists



4.0

INDUSTRY

Genéza a charakteristiky

Prof. Ing. Štefan Luby, DrSc., Dr. h. c. mult. **konceptíí**

Obsah

- 3 prof. Ing. Štefan LUBY, DrSc., Dr.h.c. mult.
- 4 Abstrakt
- 5 Úvod
- 6 Vznik Industry 4.0
- 8 Dokumenty a koncepcie iných krajín
- 9 Charakteristiky priemyselných revolúcií
- 10 Industry 4.0 charakterizácia
- 11 Slovensko
- 12 Industry 4.0 biele miesta na mape
- 12 Industry 4.0 a 5.0 revolúcie či evolúcia?
- 13 Záver
- 13 Literatúra



Časopriestor // Spacetime: Interaktívne vedecko-popularizačné médium významných autorov a vedeckých pracovníkov. Šéfredaktor: prof. PhDr. Ing. Štefan Kassay, DrSc., Dr. h. c. Jazyková úprava: Ing. Lucia Kassayová, MBA. Grafická úprava: Dušan Ščepka. Za odborný obsah materiálov zodpovedá autor. Vydavateľ: INTERCEDU, a.s., Moyzesova 4/A, 902 01 Pezinok, Slovenská republika
ISSN 2730-0110

Prof. Ing. Štefan LUBY

DrSc., Dr. h. c. mult.

Je slovenský fyzik a vedúci vedecký pracovník Slovenskej akadémie vied. Je čestným doktorom univerzít Salento (Taliansko), Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre a Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne. Deväť rokov bol riaditeľom Fyzikálneho ústavu SAV a 15 rokov (1995 - 2009) predsedom SAV. Bol úradujúcim prezidentom All European Academies (federácie európskych akadémií), Central European Academy of Sciences and Arts, je viceprezidentom Európskej akadémie vied a umení v Salzburgu a predsedom Redakčnej rady Encyklopédie Beliana.

Zaoberá sa fyzikou polovodičov, kovov, elektronických súčiastok, laserovou technikou, röntgenovou optikou, nanovedou a nanotechnológiou. Je autorom vyše 400 vedeckých publikácií, 8 patentov a 10 kníh literatúry faktu.

Detstvo strávil v Liptovskom Hrádku. Školskú dochádzku absolvoval v Bratislave. Elektrotechnickú fakultu SVŠT ukončil v roku 1963. Po ročnom pôsobení na Prírodovedeckej fakulte UPJŠ v Košiciach absolvoval ašpirantúru a ďalšie zamestnanie v Slovenskej akadémii vied. Hodnosť DrSc. obhájil roku 1982. V roku 1992 sa habilitoval za docenta Matematicko-fyzikálnej fakulty UK v Bratislave. V roku 1996 sa stal profesorom fyziky na Slovenskej technickej univerzite v Bratislave. Pracuje ako vedúci vedecký pracovník Fyzikálneho ústavu SAV. Zahraničné stáže absolvoval ako štipendista Nadácie Alexandra Humboldta na Univerzitách v Stuttgarte a Bielefelde, ako hosťujúci vedec alebo profesor pôsobil na ústavoch v ZSSR a Grécku, na univerzitách v Taliansku, USA, Nemecku a Japonsku.



Abstrakt

Koncepcia Industry 4.0 nevznikla izolovane. Je vyústením celosvetového snaženia postaviť súčasnú priemyselnú výrobu na modernejšie základy tak, aby sa úlohy a poslanie človeka a technické prostriedky – automatizácia, robotizácia a umelá inteligencia – dostali do súladu. Štúdia okrem toho reaguje na nasledujúcu Industry 5.0, ktorá má vzhľadom na malý časový odstup od Industry 4.0 konjunkturálne črty. Snažíme sa tiež odpovedať na otázku, či v súvislosti s uvedenými hnutiami možno hovoriť o novej priemyselnej revolúcii.





Úvod

Industry 4.0 je koncepcia ďalšieho rozvoja priemyslu vyspelých krajín. Spolu so Stratégiou výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu (RIS3) je bázou, na ktorú je vhodné odvolať sa v dokumentoch a grantových žiadostiach súvisiacich s priemyselným výskumom a vývojom, ak majú byť v rozhodovacom procese, ktorý sa často vyznačuje formalizmom, úspešné. Je preto užitočné analyzovať aspekty a poslanie tohto “hnutia”.



Vznik Industry 4.0

Pri vstupe do deja význam práce⁵ je v tom, že časopis Nanoethics je kritickým zrkadlom nielen nanotechnológií, ale v ostatných rokoch aj iného spoločenského diaľania a neplaví sa s prúdom. Charakteristika Industry 4.0 podľa tohto zdroja je nasledujúca:

Od Hannoveruského veľtrhu 2011 je vízia novej priemyselnej revolúcie Industry 4.0 predmetom živej diskusie, ktorá kulminovala na svetovom ekonomickom fóre v Davose 2016. Vývoj koncepcie treba však vnímať od globálnej ekonomickej krízy 2009. Marketingový názov Industry 4.0 stvorili nemecký fyzik H. Kagermann, W. Wahlster, profesor umelej inteligencie a W.-D. Lukas z Federálneho ministerstva vzdelávania a výskumu SRN.

Koncepcia pokrýva nielen priemysel, ale aj súvisiace odvetvia surovín, efektívnej energetiky s redukciami fosílnych palív smerom k nízkouhlíkovým zdrojom, produktivity a súvisiacich de-

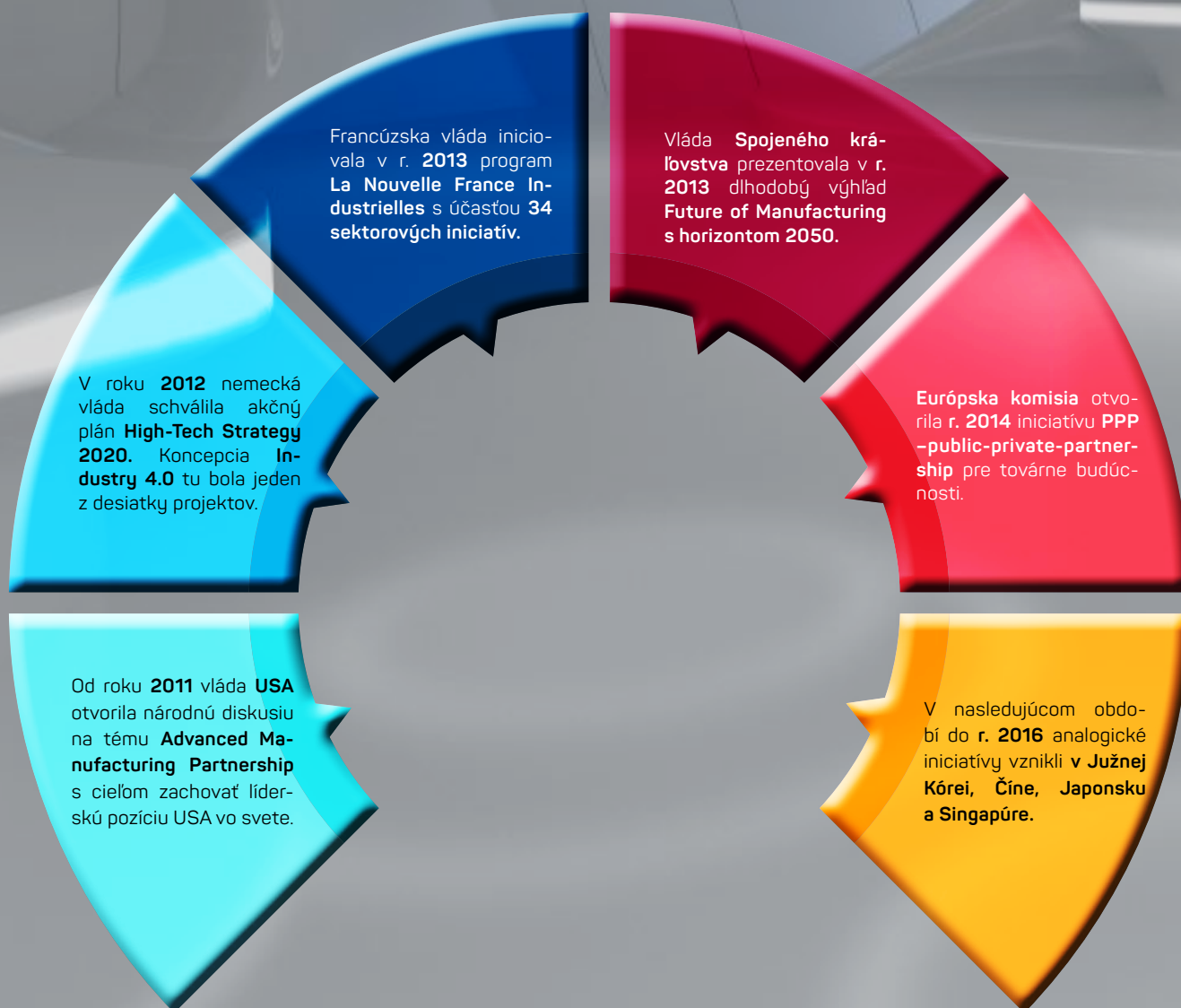


mografických zmien, inteligentnej dopravy a inteligentných miest. Konceptia sa nezaobíde bez intenzívnej robotizácie, autori preto uisťujú, že je orientovaná humánne a nevydláži cestu k plne automatizovaným fabrikám „púštného“ typu.

Zdá sa, že zámer sa zrodil na jednej strane ako následok toho, že Nemecko je lídrom technologického progresu, ale na druhej strane jeho priemysel sa sťahuje do iných krajín za lacnou pracovnou silou. Je zrejme, že realizácia tejto odvážnej vízie by potrebu lacnej sily redukovala. Celkove sa vychádza z pozície nemeckého priemyslu v súťaži so svetom.

Dokumenty a koncepcie iných krajín

Aj keď nemecká koncepcia prerazila, a to aj vďaka značke 4.0, bola len súčasťou svetového úsilia hľadať nové princípy priemyselných výrobných procesov. Ich prehľad nájdeme v práci⁸:



Charakteristiky priemyselných revolúcií¹⁴

Kooperácia stroja a človeka, ľudská inteligencia pôsobí v harmónii so strojovou, cieľ je zákaznícky prístup opierajúci sa o požiadavky personalizácie.

5.0

**Budúcnosť
Personalizácia**



Digitalizácia

4.0

Prepojenie zariadení, analýza dát, umelá inteligencia, technológie ďalšej automatizácie procesov

Presun výroby do nízkonákladových regiónov.

3.5

Globalizácia



Automatizácia

3.0

Využíva sa elektronika a počítače.

Masová produkcia využíva montážne linky.

2.0

Elektrifikácia



Mechanizácia

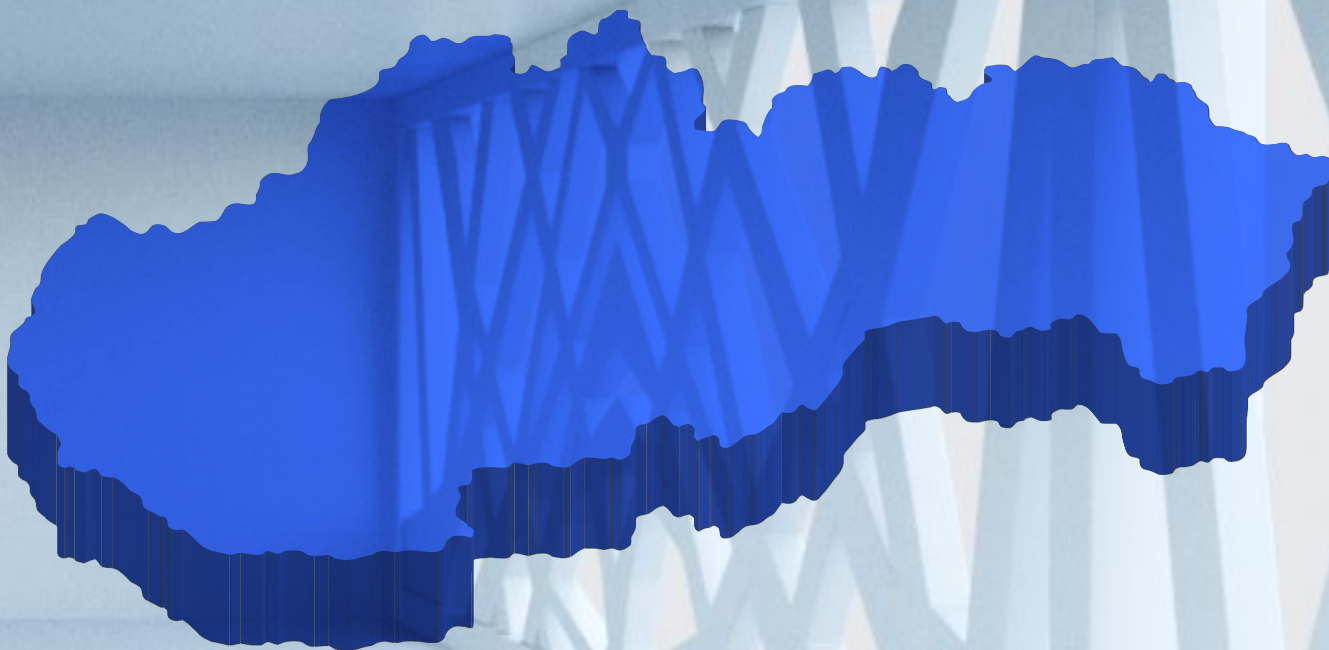
1.0

Priemyselná produkcia sa opiera o stroje poháňané vodou a parou.

Vidíme, že zatiaľ čo prvé tri revolúcie sa opierali o principiálne nové technické prostredie, etapa 3.5 sa zakotvuje v sociálnej sfére a 4.0 je návrat k 3.0 na vyššej úrovni. 5.0 sa opiera o ďalšie modifikácie a kombinácie známych prístupov. Veď napr. zákaznicke integrované obvody boli kedysi veľkou témou a protiváhou štandardných obvodov, boli vtedy však nákladné, pretože neexistovali systémy na ich automatizovaný návrh a testovanie. K otázke oprávnenia stotožňovať Industry 4.0 a tým skôr 5.0 s pojmom revolúcie sa vrátíme.

Slovensko

Hlásenie sa k novej koncepcii v slovenských ministerských a vládnych dokumentoch² je prirodzené, ak vezmeme do úvahy, že máme veľké rezervy vo využívaní zdrojov Horizontu 2020, COSME, že podľa hodnotení EÚ¹² sme mierny inovátor s nedostatočným Roland-Bergerovým indexom pripravenosti na digitalizáciu, s ekonomikou závislou na surovinách a s importovaným know-how, s malou efektívnosťou v zakladaní start-up firiem a s veľmi nízkou hladinou excelentnosti výskumu, ktorá dosahuje menej ako 20 % európskej špičky (Švajčiarsko)¹³. Nenaskočiť na tento vlak by mohlo byť politicky rizikové, aj keď nie je jasné, kde je jeho konečná stanica. O šírke zámeru svedčí to, že plnenie bolo zverené trom ministerstvám, menovite MH, MŠVVŠ, MPSVR, trom úradom ÚNMS, ÚPV, NBÚ a samozrejme príslušnému podpredsedovi vlády.



Súčasnú situáciu na Slovensku mapuje práca⁴ z jesene tohto roku, podľa ktorej trojročný zber dát potvrdil kontinuálne sa zvyšujúci podiel firiem, ktoré začali s aplikáciou 4.0. Má ich byť 40 %, čo je 100 % nárast za uplynulý rok. „Nie všetko treba totiž robiť cez veľké investície. Mnoho závisí od nízko-nákladových úprav a optimalizácie procesov s rýchlou návratnosťou, od analýz existujúcich dát po vzdelávanie ľudí. Vypuklým problémom je nedostatok odborníkov na digitalizáciu priemyslu.“ Na záver spomeniem ideálne očakávania Industry 4.0 a riziká, ktoré sú v porovnaní s očakávaniami podhodnotené (s modifikáciou³):

Očakávania

- ^a vyššia konkurencieschopnosť,
- ^a minimalizácia nákladov,
- ^a nízke skladové zásoby,
- ^a personalizované produkty,
- ^a eliminácia chýb, plytvania a oneskorenia,
- ^a flexibilita produkcie a pružné reakcie na výkyv dopytu,
- ^a senzory chrániace bezpečnosť,
- ^a zvyšovanie kvality a zníženie odpadu,
- ^a digitalizácia papierových dokumentov,
- ^a zlepšenie údržby,
- ^a monitorovanie v reálnom čase,
- ^a lepšie pracovné podmienky,
- ^a zameranie sa na ergonomiku, ekológiu.

Riziká

- ^a terorizmus, hackerské útoky,
- ^a náklady na bezpečnosť IT,
- ^a problémy s dosiahnutím a udržiavaním vysokého stupňa spoľahlivosti komunikácie,
- ^a zmeny na trhu práce, výrazne sa zmení typ povolání a ich štruktúra,
- ^a dôjde aj k zániku niektorých povolání a vznikne potreba nových.

Ohrození budú menej kvalifikovaní ľudia s nízkymi digitálnymi zručnosťami, ako aj ľudia nad 50 rokov, pokiaľ nedosahujú vysoký stupeň učiteľnosti (LQ – learn-ability quotient).

Industry 4.0

biele miesta na mape

Nie všetky odvetvia priemyslu sú rovnako naladené na nôtu Industry 4.0. Ľahko možno pochopiť, že poľnohospodárske výroby v rozľahlom teréne súžované vrtochmi počasia a stavebníctvo pracujúce s presunom obrovských hmôt a tiež závislé od počasia v súčasnom rozvoji zaostávajú. Situáciu v stavebníctve hodnotí práca⁷:

Stavebníctvo pozostáva z veľkého počtu disperovaných malých a stredných podnikov. Je tu nižšia intenzita výskumu a vývoja. Pojmy ako horizontálna a vertikálna integrácia sa prakticky nedajú naplniť. Do úvah treba zakomponovať komplexnosť sektora, elementárne neistoty výrob, fragmentovanú zásobovaciu reťaz, krátkodosahové myslenie a zotrvačnú kultúru. Samozrejme, existujú tlaky postupnej adaptácie aj v tomto sektore.

Industry 4.0 a 5.0

revolúcie či evolúcia?

Pod pojmom revolúcia sme náchylní vnímať rýchle zmeny. V prípade prvých troch revolúcií ich spúšťačom boli vynálezy J. Watta, N. Teslu, T. A. Edisona, W. Shockleyho, W. Brattaina, J. Bardeena a J. Kilbyho. Implementácia bola samozrejme pomalšia, trvala desaťročia. Ďalšie tzv. revolúcie takéto spúšťače nemali. Osobitne zaujímavé sú postrehy v práci⁶, podľa ktorej odrazovým mostíkom Industry 4.0 je lean production a lean automation – "štíhla" výroba koncipovaná vo firme Toyota v 50. rokoch. Išlo o najvyššiu kvalitu pri minimálnych nákladoch a skrátení časov produkcie. Éra CIM – počítačovej integrovanej výroby sa totiž skončila vzhľadom na komplexnosť požadovanej automatizačnej techniky. Štíhle výroby sa presadili vo veľkom meradle v 90. rokoch 20. storočia. Veľmi dôležitý bol faktor redukcie odpadov. Tu sa otvorili cesty k súčasnej platform 4 S, smart továrne, smart stroje, smart plánovanie a smart operátori. Podľa⁶ filozofia štíhlosti je integrovaná v Industry 4.0, ktorá zvýšila stupeň integrácie procesov.

Vyššieuvedené fakty hľadisko revolučnosti Industry 4.0 potláčajú. Preto sa autori práce⁸ snažili priblížiť k riešeniu analýzou textov. Zosumariovali z literatúry takmer 2 200 relevantných výrokov a mapovali aká je v nich frekvencia kľúčových pojmov. Slová ako systém, produkcia, výroba, priemyselný, technológia sú na prvých miestach s frekvenciou výskytu od 500 do 300. Nasleduje 13 ďalších pojmov, ako smart, internet, integrácia, a za nimi sa konečne objavuje revolúcia s frekvenciou 128 citácií. Ťažko rozhodnúť, či to postačuje na to, že autori analyzovaných prác v závere ich článku pripisujú Industry 4.0 postavenie revolúcie.

Pozrime sa ešte podľa prác¹⁴⁻¹⁶ na Industry 5.0. Tento pojem bol uvedený prvý raz v decembri 2015 M. Radom na sociálnej sieti LinkedIn. Prvá verejná diskusia prebehla na konferencii Logistic Ride v novembri 2016 v Ostrave, ČR¹⁵. Na rozdiel od Industry 4.0, ktorá vznikla komplexnými diskusiami v piatich pracovných skupinách, 5.0 je sólo projekt jedného človeka. Pre autora tejto štúdie je uspokojivé, že sami tvorcovia koncepcie 5.0 hovoria o evolúcii. Rozhodujúci moment je umožniť zákazníkom aby dostali zákaznícke produkty šité na mieru. Ako príklad sa uvádzajú⁸ aplikácie na kontrolu a kompenzáciu ochorenia diabetes vrátane podávania inzulínu, optimalizované pre každého jednotlivca. Aj koncepcia 5.0 si vyžaduje vedecké princípy a metodológie. Princípom je L. E. D. – Logistic Efficiency Design a metodológia 6R obnáša kroky Recognize, Reconsider, Realize, Reduce, Reuse, Recycle.

Záver

Globálna priemyselná súťaž vyústila do hľadania koncepcie nových princípov priemyselných výrob s využitím automatizácie, robotizácie, digitalizácie a umelej inteligencie. Šikovnosťou nemeckých konceptorov širšie akceptovaným produktom tohto snaženia je Industry 4.0, často stotožňovaná so 4. priemyselnou revolúciou, postavenou však na evolučných procesoch, ktoré jej predchádzali. Bola to de facto revolúcia vyhlásená ex post dostatočným konsenzom zainteresovaných dejateľov. Je to však aj vecou priemyselnej politiky. Vlády aj občania sú náchyľnejší financovať revolúcie ako evolúcie, samozrejme iba vtedy, ak z pracovného reťazca nevypadnú a nebudú nahradení automatmi a robotmi. Na Slovensku nemáme v tejto oblasti terminologický problém revolúcia/evolúcia, ale problém investičný a personálny. Osobitne varovné je nedostatočné využívanie štrukturálnych fondov EÚ, poznamenané byrokraciou, politickými šarvatkami a nedostatočnou akcieschopnosťou našich komún.

Literatúra

Spomedzi informácií, ktorými je nasýtený Internet aj vedecké časopisy, sa použili nasledujúce zdroje. Niektoré sú v texte citované, iné slúžia na ďalšie štúdium.

Slovensko

- 1 Koncepcia inteligentného priemyslu pre Slovensko, stránka MH SR.
- 2 Akčný plán inteligentného priemyslu a uznesenie z rokovania vlády SR z 10. októbra 2018, bod 9 k tejto téme.
- 3 Štúdiu E. Záležákovej z Ekonomickej univerzity v Bratislave: Nástup Industry 4.0.
- 4 <https://www.pcrevue.sk/a/Podiel-friem-aplikujucich-Industry-4-0-dosiahol-40%>.

Svet

- 5 S. Pfeiffer, The vision of "Industry 4.0" in the making – a case of future told, tamed and traded, Nanoethics 11, 2017, 107 – 121.
- 6 D. Kolberg, D. Zühlke, Lean automation enabled by Industry 4.0 technologies, ScienceDirect, IFAC Papers Online 48-3, 2015, 1870 – 1875.
- 7 T. D. Oesterreich, F. Teuteberg, Understanding the implications of digitization and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry, Comput. Ind. 83, 2016, 121 – 139.
- 8 Y. Liao, F. Deschamps, E. F. R. Loures, L. F. P. Ramos, Past, present and future of Industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal, Int. J. of Production Research, DOI: 10.1080/00207543.20176.1308576.
- 9 Y. Lu, Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues, J. Industrial Information Integration, 6, 2017, 1 – 10.
- 10 A. Rojko, Industry 4.0 concept: Background and overview, ECPE European Center for Power Electronics e.V., Nuremberg, Germany. <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072>.
- 11 S. Vaidya, P. Ambas, S. Bhosle, Industry 4.0 – A glimpse, Proc. Manufacturing, 20. 2018, 233 – 238.

Analýzy Európskej komisie

- 12 Innovation Union, competitiveness report, DG for Research and Innovation, EC, Publ. Office of EU, Luxembourg 2014, INSB 978-92-79-27961-4, 329 p.
- 13 Research and innovation performance in EU member states and associated countries, DG for Research and Innovation, EC, Publ. Office of EU, Luxembourg 2013, INSB 978-9272-22832-2, 347 p.

Industry 5.0

- 14 P. Cartwright, What will Industry 5.0 mean for manufacturing? <https://www.raconteur.net/technology/manufacturing-gets-personal>.
- 15 M. Rada, Industry 5.0 definition, <https://medium.com/@michael.rada/industry-5-0-definition/>.
- 16 S. Nahavandi, Industry 5.0 – A human-centric solution, Sustainability, 11(6), 2019, 4371.

ŠTEFAN KASSAY



**SPOLOČNÁ EURÓPSKA
PRODUKČNÁ PLATFORMA**



To, čo dokázal jeden podnik, môže dokázať aj rad iných podnikov, ak si osvoja podstatu prieniku vedy do praxe.

www.kassaybooks.com/members