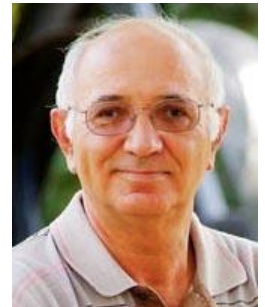


JE LI INDUSTRIJA 4.0 DOISTA ČETVRTA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA?

Igor Čatić (igor.catic@fsb.hr)

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje / University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture



**Profesor emeritus
Igor Čatić**

IS INDUSTRY 4.0 REALLY THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION?

ABSTRACT: More commonly used is buzzword Industry 4.0. The question is whether it is really about the 4th Industrial Revolution or is it the concept of „Emperor's New Clothes“. The answer, it's innovation concept with still unclear results.

Stručni rad / Professional paper

Keywords: all is industry, concept, conceptual thinking, industry 4.0

Sve učestalije javljaju se nazivi s dodatkom 4.0. Svejedno je li to *Injection moulding 4.0*, *Compounding 4.0*, *Industrija 4.0* ili *Digitalizacija zemlje* (bilo koje) 4.0. Pritom se 4.0 povezuje s četvrtom industrijskom revolucijom. Moguće je postaviti pitanje. Što znače nazivi industrija i revolucija? Pitanje je samo na prvi pogled začuđujuće. Zadovoljavajući odgovor nije jednostavno pronaći ni na sveznajućoj tražilici, mreži. Posebno ne, čitajući tekstove o *Industriji 4.0* kao četvrtoj revoluciji.

Razrješavanju dvojbe o revolucionarnosti *Industrije 4.0* može pomoći fantastična misao glasovitoga talijanskog kemičara Prima Levija, koji je preživio Auschwitz i kasnije postao književnik, iz njegove knjige *Utopljenici i spašeni*: „...Toj svrsi služe čudesna oruđa koja smo za se izgradili tijekom evolucije, tako svojstvena ljudskom rodu – jezik i pojmovno mišljenje.“ Dopunski, pri odgovoru na navedeno pitanje poslužit će knjiga Christophera Kessea *Silicijumska dolina* (Laguna, 2016.). Svaki naziv mora biti popraćen definicijom, po potrebi oznakama, slikama itd. To je pojmovno mišljenje koje je nužno za razdvajanje značenja istovjetnih naziva. Bit će potrebno u nastavku rabiti i spoznaje sustavnosne teorije (teorije sistema).

Industrija

Autor je započeo raditi u Tvornici računskih strojeva 1951. To se tada smatralo tvornicom koja zadovoljava sve uvjete industrijske proizvodnje. Odakle 65 godina kasnije dvojba što je to industrija? U međuvremenu sve je postalo industrijom.

Očekuje se od suvremenog istraživača da najprije pretraži mrežu. I onda se iznenadi kada pronađe da postoji 4 730 tekstova pod nazivom *the Shakespeare Industry*. Da postoje *the Hemingway industry*, *Mozart industry*. I smisli: *Industrija Marina Držića* (hrvatskoga komediografa, glumca, najvažnijeg renesansnog književnika iz 16. stoljeća) ali i *Industrija Mire Gavrana* (suvremenog dramatičara, pisca, direktora kazališta

itd.). Zanimljivo da ne postoji natuknica Odgojno-obrazovna industrija.

Na temelju brojnih definicija realne industrije, sastavljena je nova definicija. „Industrija je ukupnost radnog procesa kiber-fizičkog sustava kojem je cilj pretvaranje sirovina ili poluproizvoda u gotovi proizvod“ (I. Čatić, Pakrac, 13. 5. 2017.). Pozornost pažljivog čitatelja, a osobito urednika, privući će sintagma kiber-fizički sustav. To proizlazi iz činjenice da je danas sve postalo industrijom. O tome svjedoči sljedeća definicija.

„Industrija je gospodarska djelatnost kojom se tijekom radnog procesa ostvaruje masovna i standardizirana proizvodnja digitalnih i analognih materijalnih dobara definiranog oblika i uporabnih svojstava... U suvremenom smislu u industriju spadaju sve gospodarske djelatnosti, pa se govori o turističkoj, bankarskoj industriji itd.“ (*Opća i nacionalna enciklopedija*, Pro leksis d. o. o., Večernji list, Zagreb, 2006.). Tu se ubraja i jedna od najutjecajnijih industrija, ona odnosa s javnošću (N. Chomsky, Sandorf, 2017.). Sve to traži novu podjelu industrije.

Industrija se dijeli na: *fizičku*, *informatičku* (analognu i digitalnu) te *uslužnu* (npr. turističku). Primjeri navedenih industrija jesu: *fizička* (keramička šalica, drveni stolac, plastična vrećica), *analogna informacijska* (knjiga, slika, putni nalog) te *digitalna informacijska* (bankovni nalog, računalni program, digitalna igra). Razrada ideje je pokazala da je vjerojatno najkompliciranija i najkompleksnija industrija, turistička (Mali Lošinj, 15. 5. 2017.).

Tri su osnovne odlike koncepta *Industrije 4.0*: rad s digitalnim slikama (odatle i alternativni izraz kiber-netički), robotima i osnovnom proizvodnom opremom.

Industrija, pa i *Industrija 4.0*, preširok je pojam. Zato je uveden pojam *Medicina 4.0* s tri osnovna potpodručja: *Kirurgija 4.0*, *Stomatologija 4.0* i *Aditivna proizvodnja 4.0* za potrebe medicine (Zagreb, 17. 3. 2017.). Slično se može sistematizirati i *Plastika 4.0* te *Guma 4.0*. U načelu za područja plastike i gume postoji više zajedničkih područja, poput *Smješavanje*

4.0 (*Compounding 4.0*) ili *Injekcijsko prešanje 4.0*. Moguće je pronaći i neka razlikovna područja, što prelazi okvire ovog teksta.

Postoji industrija koju stručnjaci koji se bave plastikom i gumom ne doživljavaju kao blisku industriju. Premda se pretežno temelji na organskim polimerima i bila je prva industrija, još u 18. stoljeću (Wikipedia). To je tekstilna industrija. Koja se danas temelji na vlaknima od kojih 65 % potječe od proizvoda prirode, prirodina (nafta i prirodni plin), a nazivaju se sintetskim, a tek 35 % na uzgojinama, poput pamuka ili konoplje, koje se naziva prirodnim vlaknima??? Već i površna analiza tog područja, uvjetno nazvanog *Tekstil 4.0*, pokazuje da su upravo tekstilci među predvodnicima koncepta 4.0 (10. 7. 2017.). Već odavno rade s digitalnim slikama, robotima i osnovnom tekstilnom opremom. Zaključno, smatra se da se *Koncept 4.0* neopravdano naziva četvrtom revolucijom. Zašto?

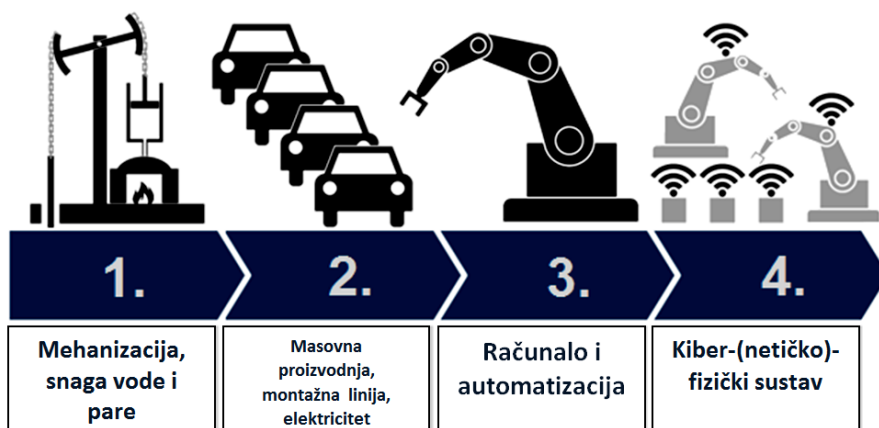
Koncept 4.0 nije revolucija

Jedan je od osnovnih problema suvremene znanosti, među ostalim, sljedeći stav: „Sve počinje od nas“. Svi smatraju da je nepotrebno gubiti vrijeme na povijesni razvoj područja. A upravo tu se kriju moguća poboljšanja i moguće bolje razumijevanje onoga što se radi.

Slika 1 prikazuje *četiri revolucije* prema profesoru proizvodnog menadžmenta Christophu Roseru s Visoke škole u Karlsruheu. Izvrsno polazište za bolje razumijevanje koncepta *Industrija 4.0*.

Prvom revolucijom smatra se uvođenje mehanizacije te korištenje snage vode i pare. Poznavatelji povijesti tehnike mogli bi zaključiti da su to odlike rane tekstilne industrije.

Drugu čine: masovna proizvodnja, montažne linije i elektricitet. Slika ukazuje da je tu u pitanju automobilska industrija i slične industrije. Iz opisa C. Rosera proizlazi da je treća revolucija obilježena suvremenim računalima i automatizacijom. I tu se pojavilo pitanje što su bile odlike industrije u tom trenutku. A to odmah nameće i pitanje pojma revolucije.



Slika 1. Četiri revolucije, C. Roser (www.allaboutlean.com)

Treću revoluciju obilježavaju računalo i automatizacija. Šezdesete godine odlikuju se nekim revolucionarnim obilježjima. Izumljen je laser i započeo je snažan razvoj mikroelektronike. Uskoro su uvedene složene kratice CA..., poput CAM (computer aided manufacturing – izradba s pomoću računala). Osamdesetih se pojavio akronim CIM (computer integrated manufacturing – računalom integrirana izrada). Jedno europsko sveučilište je promidžbi tog koncepta mnogo pridonijelo, ono u Aachenu i to: Institut za alatne strojeve i Institut za plastiku, glasoviti IKV. Stoga ne treba čuditi da je na savjetovanju *Kalup – središnji element proizvodne linije za preradu polimera* pozivno predavanje održao glasoviti direktor IKV, prof. Georg Menges, pod nazivom *CIM u injekcijskom prešanju polimera* (DPG, rujan 1986.). Na Kolokviju IKV 2014. prof. G. Menges održao je svoje zadnje javno predavanje *Injection Moulding 4.0*.

Četvrta industrijska revolucija povezuje se s digitalizacijom (kibernetički) i robotizacijom u sprezi s osnovnim proizvodnim procesima.

Kako je u osnovi četvrta industrijska revolucija vrlo slična dostignućima 3. revolucije, one CIM koncepta, postavilo se pitanje – što je to revolucija? Istraživano je značenje engleske riječi *revolution*, odnosno riječi *revolucija*. Odgovor s mreže nije sasvim neočekivan, ali je vrlo poučan. Riječ *revolution* ima 115 milijuna tekstova, a riječ *revolucija* 1,3 milijuna. Kako se, ne samo u Hrvatskoj, teži da djeca pretražuju tabletima pojmove koje ne znaju, postavlja se pitanje što će naučiti od tog preobilja?

Dio definicije *revolution* iz Wikipedie može poslužiti kao polazište. „Revolucija (od latinske riječi *revolutio*, „preokret“) temeljna je promjena u političkoj moći ili **organizacijskim strukturama** koje se odvijaju u relativno kratkom vremenu.“

Za tehničare je zanimljiv iskaz **organizacijske strukture**, što su kiber-fizički sustavi kao osnovno obilježje *Industrije 4.0*. Međutim, znatno jednostavniju i praktičniju definiciju ponudio je već spomenuti C. Kesse. On razlikuje tri slučaja: 0, 1 i *n*. Nula znači – ne postoji, 1 je stvoreno, a *n* su inovacije ili varijacije. Primjer injekcijskog prešanja upravo je model te ideje.

Tijekom 19. stoljeća neovisno su razvijeni postupci injekcijskog prešanja plastomera i tlačnog lijevanja metala. S pomoću sustavne analize funkcija tih postupaka, došlo se do osnovnog modela injekcijskog prešanja s pomoću kojeg je moguće opisati danas možda i više od 260 (ono *n*) varijanti tog postupka. Možda je bliži primjer automobil. Bio je pokretan na paru, danas na fosilna goriva i posredno na električnu energiju koja se dobiva iz nuklearke ili fosilnih goriva.

Stoga autor koncept *Industrije 4.0* doživljava prije kao CIM 2.0, nego kao četvrtu industrijsku revoluciju. Međutim, u tom kon-

ceptu postoje barem tri revolucionarne promjene u odnosu na CIM. Ali ih se ne naglašava. Prvo, 1995. uveden je WEB. Godine 1986. razvijen je postupak stereolitografije, prve revolucionarne promjene u prablikovanju. Poslije 4,3 milijarde godina prablikovanja u kalupu (najprije Zemlji kao kalupu) započelo se prablikovanje nanošenjem slojeva (opširnije o aditivnim postupcima, „popularno 3D-tiskanje“, može se pročitati u <http://ipg-society.org/>). Treba pridodati i *internet stvari* i *oblake* (Internet of things – IoT i Clouds, Wikipedia). *Internet stvari* povezuje fizičke i spojne naprave, zgrade i sve ostalo koja sadrže odgovarajuću elektroniku koja omogućuje to povezivanje radi prikupljanja i razmjene podataka. *Oblak* je mreža udaljenih poslužitelja „gostujućih na internetu“, korištenih za pohranu, upravljanje i obradu podataka umjesto mjesnih poslužitelja ili osobnih računala.

I dalje Industrija 4.0

Naziv *Industrija 4.0* usavršeni je koncept. Proizvoditi se može i bez njega, ali sporije i s većim tolerancijama. To je **njemački izvozni proizvod**. Snažna njemačka industrija odnosa s javnošću proizvela je pritisak. I svi ćemo i dalje govoriti o tom konceptu. U krajnjem slučaju, nevažno je – je li to samo usavršeni koncept ili revolucija.

Međutim, C. Roser je vrlo skeptičan prema konceptu 4.0. U članku *A Critical Look at Industry 4.0* (<http://www.allaboutlean.com/industry-4-0/>, 2015.) opširno je analizirao razvoj tog koncepta kojeg je SR Njemačka financirala s 400 milijuna eura. Glavni promicatelji koncepta bile su tvrtke: SAP, Siemens i Deutsche Telekom. C. Roser je, među ostalim, napisao: „Jedna od najvreljih ‚buzzwords‘ (kričica, floskula, pomodna riječ) riječi, barem u SR Njemačkoj, jest *Industrija 4.0*... Nejasno je zapravo o čemu je riječ, čini se o ‚carevom novom ruhu‘.“

Dva su autora svaki svojim putem došli do istog zaključka. Kako se o konceptu 4.0 vrlo živahno raspravlja diljem svijeta, njegovo prihvaćanje rađa dva otvorena pitanja. Zapošljavanje ljudi i pravna pitanja.

Pojam industrije 4.0 uglavnom je prisutan na sajmovima, ali se digitalna preobrazba susreće i sa strahom proizvođača i njihovih stručnjaka – hoće li njihova stručnost postati zastarjela u doba digitalizacije? Alexander Eppel i Michael Königs, iz Laboratorija za alatne strojeve i proizvodno inženjersvo u Aachenu, objasnili su zašto će znanje i iskustvo stručnjaka biti potrebni i u budućnosti (*The Knowledge of experts will not be obsolete in Industry 4.0*, ETMM, 3. 7. 2017.). Pravni aspekti koncepta i opasnosti opisani su u članku Thomas Klindt / Robert Horn: *Rechtsfragen in der Industrie 4.0 – Auf der Suche nach dem rechten Weg Maschinen Markt*, 7. 7. 2017.

Primjer 4.0

Kao primjer koncepta 4.0 bit će naveden samo jedan postupak s područja djelovanja na području organskih polimera. U širem kontekstu to je *Medicina 4.0* s primjerom *Kirurgije 4.0*.

Skupina strojara, predvođena Gojkom Nikolićem i Bojanom Jerbićem, udružila se još 2008. s kirurgom Darkom Chudijem u naporima da s pomoću digitalne slike i robota opće namjene operiraju pacijenta, kojem je bilo potrebno ispravnim bušenjem lubanje (postupak razdvajanja) izvaditi uzorak mozga, te ustanoviti vrstu tumora (slika 2). Projekt je nazvan *Ronna* (Robotska navigacija) i u jednom trenutku na njemu je radilo 35 istraživača. Prva uspješna operacija izvršena je 2016. u Novoj bolnici u Zagrebu.



Slika 2. Priprema za operaciju. Preciznost određivanja mjesta bušenja $\pm 0,1$ mm (uobičajena kirurška ± 1 mm) (Foto: B. Jerbić)

Posebnost, pri provrtanju lubanje svrdlo kao sredstvo djelovanja u postupku bušenja posebnom napravom polako izlazi iz lubanje i ulazi u mozak da ga ne ošteti.

Zaključak

Koncept 4.0 ima puno izvedenica. Reklamno je izvrsno popraćen, pa i uz pomoć najviših političara SR Njemačke. Premda do sada baš i nisu najjasniji ostvareni rezultati. Bitno je da se uoči da moraju postojati digitalni ili kibernetički dio, robot u nekom od oblika te osnovni postupak. Međutim, nemoguće je oznaku 4.0 upotrijebiti za označavanje samo informacijskog sustava. Tako može biti e-bankarstvo ili digitalizirano poslovanje neke države.

Valja završiti mišlju P. Levija. U razrješavanju postavljenog pitanja je li oznaka 4.0 za koncept ili četvrta revolucija, treba se poslužiti tim čudesnim oruđima koje je ljudsko biće izgradilo tijekom evolucije, jezikom i pojmovnim mišljenjem. Ovaj tekst je pokušaj pojmovnog mišljenja o *Industriji 4.0*. Koje je sve učestalije potrebno u obrani od rezultata *Industrije odnosa s javnošću*. Dva autora došla su nezavisno do zaključka da se radi o „carevom novom ruhu“.

Zahvala

Na konačni oblik teksta bitno je utjecala urednica Aleksandra Mihajlović svojim vrlo kvalitetnim pitanjima i primjedbama.