

INDUSTRIJA 5.0 POSTAJE KONCEPTOM EUROPSKE UNIJE

Igor Čatić (igor.catic@fsb.hr)

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture

Gojko Nikolić (gojko.nikolic@ttf.hr)

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

University of Zagreb, Faculty of Textile Technology

ABSTRACT

In the past ten years, two concepts related to the material industry have appeared, *Industry 4.0* and *Industry 5.0*. The material feature of the first is a robot, and the second is a collaborative robot, a *cobot*. Meanwhile, *Industry 5.0* has become a concept represented by the European Union. A holistic platform for Europe's sustainable future. This requires accelerating the green and digital transition to build a more sustainable and resilient society and economy. At the same time, some important questions remained open. Primarily, the share of information waste is increasing, because of digitization and a series of related activities. It is necessary to define a unique indicator of the impact of certain activities on the living and non-living world. Activity evaluation. This requires education according to the STEAL model (S – Natural science, T – Technology, E – Engineering, A – Art, L – Languages: formal – mathematics, logic, computing, and human languages: visual and auditory).

Stručni rad / Professional paper

Keywords: activity evaluation, *cobots*, concept of the European Union, difference between *industry 4.0* and *industry 5.0*, *industry 5.0*, *industry levels*, information waste, robots

Ključne riječi: industrija 5.0, informacijski otpad, *koboti*, koncept Europske unije, razine industrije, razlikovnost industrije 4.0 i industrije 5.0, roboti, vrednovanje djelatnosti

Uvod

Relativno nedavno, 2017. godine je na stranicama ovog časopisa objavljen rad prvog autora *Je li Industrija 4.0 doista četvrta industrijska revolucija?* /1/ Drugi autor objavio je 2018. članak *Je li Industrija 5.0 odgovor na Industriju 4.0 ili njen nastavak?* U međuvremenu na tražilici je utvrđeno da postoji vrlo veliki broj tekstova o *Industriji 5.0*. Primjera radi, navest će se još dva rada: *Industrija 5.0 – nova holistička platforma za održivu budućnost Evrope* /3/ i završni rad *Razvoj digitalnog društva i industrija 5.0* /4/. Zbirno, no pojednostavljeno, uz raniji pojam *Industrija 4.0*, sve učestalije se pojavljuje i naziv *Industrija 5.0*. Namjera teksta je da se ukaže na sada već novi koncept, *Industriju 5.0*. No i na činjenicu da se veliki broj znanosti bavi tim područjem

sa svog, u pravilu uskog motrišta. Pravo pitanje u kojoj mjeri je u svakodnevici usvojen koncept 4.0, a već se nudi novi, onaj 5.0. Autori su u svojim radovima jasno naglasili da se ne radi o revolucijama. /1, 2/ U /1/ citirana je misao glasovitoga talijanskog kemičara Prima Levija, koji je kasnije postao književnik: „...Toj svrsi služe čudesna oruđa koja smo izgradili tijekom evolucije, tako svojstvena ljudskom rodu – jezik i pojmovno mišljenje.“ Može se pridodati i misao Christophera Keesea koji kaže: „Svaki naziv mora biti popraćen definicijom, po potrebi oznakama, slikama itd.“ To je **pojmovno mišljenje** koje je nužno za razdvajanje značenja istovjetnih naziva. /1/ Nedostatak pojmovnog mišljenja je nažalost velika boljka cjelokupne znanstvene zajednice.

Koja je orijentirana na relativno uska područja i tekstovima samo na jednom jeziku, a ostala područja nedovoljno poznaje. Povijest industrijskih revolucija opširno je obrazložena u /2/.

Na temelju do sada opisanog proizlazi da su nazivi *Industrija 4.0* i *Industrija 5.0* stvarno imena marketinški vrlo uspješnih koncepata. Koji su smišljeni da se za sve što se stvori, povezuju djelatnosti na područjima neživoga materijalnog svijeta, toka informacija i djelomično, živoga, biološkog svijeta. Kako je za neke druge djelatnosti, poput usluga, potreban neživi materijalni svijet, poput računala ili robota, dolazi se do zaključka da postoji trojedinstvo informacije, energije i posebnog oblika energije, materije. /5/ Svaka djelatnost sadrži navedena tri elementa I – E – M.

Naglasak je uvijek na jednom elementu. To nameće pitanje definiranja što se podrazumijeva pod pojmom industrije.

Što je industrija?

Na prvi pogled čudno pitanje. No, odgovor na to pitanje je vrlo zanimljiv i traži neka objašnjenja koja usmjeruju raspravu u okviru časopisa koji se bavi proizvodnjom dijela polimernih tvari i materijala, te njihovim pretvaranjem u plastične i gumene proizvode. Istodobno se zahtijeva i primjena zakonitosti sustavne teorije (teorije sistema).

Industrija (latinski *industria*: radnost, marljivost) jest gospodarska djelatnost koja primjenom strojeva i mehaniziranoga radnoga procesa ostvaruje masovnu i standardiziranu proizvodnju. Početak razvoja industrije obično se vezuje uz Englesku i 1784. godinu, kada je J. Watt, škotski inženjer, primijenio parni stroj u mehaniziranome radnome procesu. /6/ U /7/ industrija je definirana kao skup ljudskih djelatnosti usmjerenih proizvodnji roba i usluga. To zahtijeva podjelu rada, za razliku od obrta gdje se ista osoba može brinuti za cijeli proces: proizvodnju, prodaju i upravljanje. Zaokruženosti radi, moguće je navesti još jednu definiciju materijalne industrije. „Industrija je ukupnost radnog procesa kibernetičkog sustava kojem je cilj pretvaranje sirovina ili poluproizvoda u gotovi proizvod.“ /1/

Tijekom vremena, dosljedno poimovnom mišljenju pokazalo se nužnim načiniti podjelu industrija u gospodarska područja ili sektore. Do sada najopsežnija podjela je objavljena u /8/.

Razine industrije /8/

Uobičajeno je da se razina industrije dijeli na tri dijela. Ovdje se prikazuje podjela na pet razina.

Primarna (I.): Primarne industrije su one koje vade ili proizvode sirovine od kojih se mogu izraditi korisne stvari (eng. Think, nj. Sache). Vađenje sirovina uključuje

rudarenje, šumarstvo i ribarstvo. Poljoprivreda se također smatra primarnom industrijom. Proizvodi „sirovine“ koje zahtijevaju daljnju obradu za ljudsku upotrebu.

Sekundarna (II.): Sekundarne industrije su one koje mijenjaju sirovine proizvodnjom (procesna tehnika i izradbena tehnika) ili izradom (izradbena tehnika) u upotrebljive proizvode. Pekare koje prave od brašna kruh i tvornice koje mijenjaju metalne i plastične materijale u dijelove vozila, primjeri su sekundarnih industrija. Pri pretvorbi sirovine u uporabljiv proizvod stvara se dodana vrijednost.

Tercijarna (III.): Tercijarne industrije su one koje pružaju osnovne usluge i podršku, kako bi se omogućilo funkcioniranje drugih razina industrije. Često ih se jednostavno naziva uslužne industrije. Ova razina uključuje prijevoz, financije, komunalne usluge, obrazovanje, maloprodaju, stambene, medicinske i druge usluge. Kako primarne i sekundarne razine ne mogu funkcionirati bez ovih usluga, ponekad se nazivaju „spin-off“ industrije.

Kvartarna (IV.): Kvartarne industrije su one za stvaranje i prijenos informacija, uključujući istraživanje i obuku. Često ih se naziva informacijskim industrijama. To su primjeri gospodarskih aktivnosti koje su povezane s intelektualnim gospodarstvom ili onim temeljenim na znanju. /9/

Kvintarna (V.): Kvintarne industrije kontroliraju industrijske i vladine procese donošenja odluka. Ova razina uključuje industrijske rukovoditelje, menadžment i birokrate te izabrane dužnosnike u vladama. Politike i zakoni se donose i provode na ovoj razini.

Vrednovanje djelatnosti

Pomna raščlamba navedenih razina industrije može se obuhvatiti proširenom definicijom Beckmannove tehnologije. „Tehnologija je sveobuhvatna znanost o isprepletenosti tehnike, gospodarstva i hu-

manizma.“ /10/ Razine industrije ukazuju na još jedno važno područje ljudske djelatnosti. Svaki proizvod, materijalni ili informacijski podliježe provjeri opravdanosti njegove uporabe. Za materijalne proizvode postoji izraz *Vrednovanje tehnike* (eng. Assessment of technology, nj. Bewertung der Technik). Jedan od brojnih tumačenja tog pojma bila je radio emisija *Vrednovanje tehnike pri razvoju proizvoda*. /11/ Tijekom godina taj koncept je razvijan više puta. Najopsežnije je *Vrednovanje tehnike 2.0*. /12, 13/ Postoji i neobjavljeni rad *Vrednovanje medicine 2.0*.

Navedeno je dovelo do potrebe poopćenja. Uvođenja pojma *Vrednovanje djelatnosti* (eng. Evaluation (assessment) of activity, nj. Bewertung der Aktivität). Svaka ljudska djelatnost mora se razmotriti od ideje do uporabe. Treba naglasiti da se razlikuju dvije vrste uporabe, materijalna i informacijska. /14/ To zahtijeva *Kulturološki vrednovanje* koje se dijeli u vrednovanje proizvoda koje provodi područni stručnjak i društveno-humanističko vrednovanje. Kulturološki vrednovanje je osnova za donošenje odluka o prihvatljivosti rješenja. Beziznimno odluku o tome donosi politika.

U tom slučaju obrazovanje ne može biti po sustavu poznatom po složenoj kratici STEM (S – prirodna znanost, T – informatika, E – tehnika, M – matematika), već je nužno STEAL obrazovanje (A – umjetnost, L – jezici: formalni – matematika, logika, računalstvo, te humani jezici: vizualni i auditivni. Opširnije u /15, 16/).

Od ideje do uporabe proizvoda

Navedeno zahtijeva navođenje nekih pojedinosti. Ideju može imati svatko, od amatera, arhitekata i agronoma do umjetnika i zavariča. Pretvaranje ideje u nacrt zamišljenog proizvoda, uključivo izbor potrebne tvari ili materijala, stubom se promijenio u posljednjih

pola stoljeća. Popraćen je i brojnim simulacijama, zahvaljujući razvoju informacijske opreme.

U središtu ovih razmatranja je I. i II. razina industrije, pravljenja potrebnih tvari i materijala te proizvodnja dijelova. Suvremena kretanja zahtijevaju da su proizvodi što trajniji i da ih je moguće popravljati te ponovno upotrebljavati. Još treba naglasiti dvije faze. To je uporaba koja može biti materijalna i informacijska te pohrana preostatka uporabe. Stoga je ideja o „zero-waste“, dakle nulti otpad, neprirodna.

Koncepti nisu revolucije /2, 17/

Često se *Industriju 4.0* poistovjećuju s četvrtom industrijskom revolucijom. Prethodne tri imale su neku vrstu okidača u obliku revolucionarnog tehničkog izuma koji je pokrenuo nove procese u industriji podigavši ih na višu proizvodnu razinu. Prvu je pokrenula u 18. stoljeću energija vode i pare koja je omogućila viši stupanj mehanizacije. Parni stroj pokreće tkalačke strojeve što u to vrijeme najrašireniju tekstilnu industriju čini produktivnijom, s znatno manjim brojem radnika. Treba naglasiti da je Prva industrijska revolucija, temeljena na pravljenju tekstilnih proizvoda, kao materijal koristila pretežno jedan dio organskih polimera. Tekstilni proizvodi danas se temelje na vlaknima od kojih najmanje 65 % potječe od proizvoda prirode, prirodina (nafta i prirodni plin), a naziva ih se sintetskim. Tek 35 %, pa i manje, na uzgojinama, poput pamuka ili konoplje, koje se naziva prirodnim vlaknima. /1/ U 19. stoljeću električna energija je zamijenila energiju pare. Time je započela druga industrijska revolucija. Kao pokretač te revolucije bila je izgradnja prve mehanizirane klaonice u Cincinnatiju 1870.

Treću industrijsku revoluciju obilježava uporaba elektroničkih i informacijsko-komunikacijskih sustava, koji omogućavaju široku primjenu

automatizacije u proizvodnim procesima. Kao godina njenog početka uzima se 1969. ili 1970. kada je izumljen PLC (*Programmable Logic Controller – programibilni logički upravljački uređaj*). U to doba 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 izradba). /1/

Kada je na izložbi „Hannover Messe“ 2011. godine najavljen koncept *Industrije 4.0*, radi se po mišljenju mnogih o evolucijskom razvoju i kontinuiranoj modernizaciji sveobuhvatnije integracije kibernetičkih sustava (engl. Cyber-Physical System – CPS) u tvorničke procese, organizacijske strukture, proizvodne, materijalne industrije. Valja spomenuti jednostavniji opis navedenih organizacijskih struktura. Razlikuju se 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 20. stoljeća neovisno su razvijeni postupci injekcijskog prešanja plastomera i tlačnog lijevanja metala. S pomoću sustavne analize funkcija tih postupaka, došlo se početkom ovog stoljeća do osnovnog modela injekcijskog prešanja s pomoću kojeg je moguće opisati više od 260 (ono n) varijanti tog postupka.

Valja navesti i kao primjer automobile. Bili su pokretani na paru, danas na fosilna goriva i posredno na električnu energiju koja se dobiva iz nuklearke, fosilnih goriva i obnovljivih izvora energije. /1/

Digitalizacijom kao novim i najvažnijim korakom te umreživanjem svih funkcija unutar proizvodnog prostora kao i izvan njega, stvoreni su preduvjeti za „pametnu tvornicu“ (engl. Smart factory). Koja to koristi za upravljanje proizvodnim i poslovnim procesima (slika 1). Treba

pridodati da na proizvodnim linijama rade roboti, umjesto radnika.

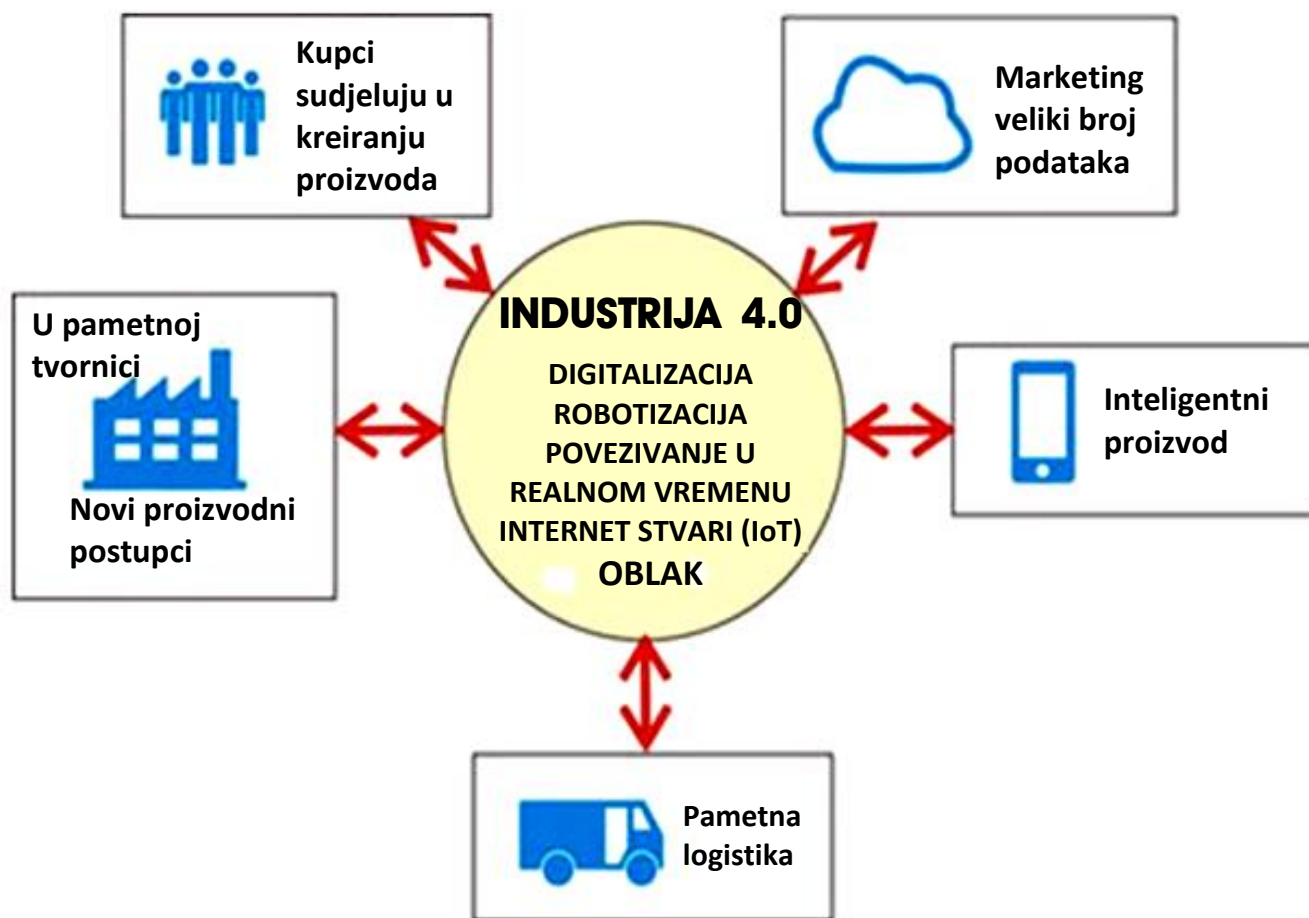
Kao primjer može se navesti tadašnja *Tvornica telekomunikacijskih uređaja Nikola Tesla* iz Zagreba koja je korištenjem IBM-ovog programa COPICS (*Communications Oriented Production and Information Control System*) u osamdesetim godinama prošlog stoljeća potpuno informatizirala sve poslovne i proizvodne procese unutar tvrtke.

Kod koncepta *Industrija 4.0* podrazumijeva se digitalizacija sustava upravljanja proizvodnim procesima unutar tvrtke i povezivanje sa sustavima izvan, odnosno tržištem, dobavljačima, distribucijom, bankama, državnom upravom, inovacijskim subjektima, obrazovnim institucijama i dr. Za ostvarivanje tog cilja danas na raspolaganju stoji razvijena suvremena oprema, integrirana s informatičkim sustavima, programski paketi s otvorenim pristupom (engl. *Open source*), s kojima je moguće sve umrežiti, pravodobno ažurirati i prilagoditi traženim zahtjevima. Moderna proizvodna sredstva su objedinjena s računalnom tehnikom, prijenosom i obradom podataka (kibernetički sustavi – CPS). Koristi se viši stupanj umjetne inteligencije, bogata sensorika i ostvarena mogućnost međusobne komunikacije sa svim subjektima i opremom.

Proizvodi mogu također imati ugrađene računalne mogućnosti i lokalnu inteligenciju. Proizvodi budućnosti postati će dio onoga što se naziva Internetom stvari (engl. *Internet of Things – IoT*). Konačni oblik proizvoda proizaći će ne samo iz potrebe mehaničkog rješenja već i usluge koju trebaju ostvariti.

Nužna su specifična znanja visokoobrazovnih stručnjaka, a tako nastala „pametna tvornica“ bit će bitan čimbenik promjena u društvu i obrazovnoj politici.

U žarištu napretka su inovacije nastale ne samo u vlastitoj sredini, već i na sveučilištu ili iz zajedničkih projekata.



SLIKA 1. Koncept Industrije 4.0 – rezultat su jeftini personalizirani proizvodi dostavljeni na vrijeme kupcu /17/

Kratki povijesni razvoj konceptata Industrija X.0 /1/

Pojednostavljeno, koncept *Industrije 4.0* predstavljen je na izložbi „Hannover Messe“ 2011. Koncept *Industrija 4.0* promoviran je kao naziv koji je tada predstavljao novu njemačku strategiju razvoja industrije. Osobno ga je najavila i predstavila kancelarka A. Merkel kao razrađenu inicijativu njemačkih poduzetnika i znanstvenika. Uz trošak oko 400 milijuna eura. Rezultat, veliki njemački izvozni proizvod. Stvarno se radilo o odgovoru snažne industrijske zemlje za proizvodnju materijalnih dobara. U tom trenutku to je SR Njemačka sigurno bila, uz sve snažniji razvoj „tehnološke industrije“ SAD-a stvarno utjecajnijeg razvoja informacijske industrije, posebno softvera. Istodobno su SAD-e proizvodnju materijalnog udjela sredstava djelo-

vanja, računala i ostale opreme, povjerile pretežno kineskoj industriji.

Jedna od karakteristika koncepta *Industrije 4.0* je i prodaja proizvoda prije nego što su oni proizvedeni. Kupac iskazuje svoje želje i određuje konačni proizvod sa svojim zahtjevima. Po toj koncepciji prodaja prethodi proizvodnji, suprotno onome što postoji danas. Iako je to ranije bilo uobičajeno za velike sustave poput telefonskih centrala, energetske postrojenja, brodova i sl., sada je to moguće i za bicikle, automobile, odjeću, cipele i slične proizvode. To znači da se proces proizvodnje prilagođava za svaki proizvod, fleksibilnost je usmjerena zadovoljavanju specifičnih zahtjeva kupca, što je osigurano modelom proizvodnje nazvanim „jednodijelni tijek“ (eng. One-Piece Flow).

Već nakon 4 godine od proklamiranja *Industrije 4.0* kao suvreme-

nog koncepta gospodarstva, plasiran je novi pojam *Industrija 5.0*. Taj novi pojam izazvao je nedoumicu i različite komentare. Postavljalo se pitanje je li *Industrija 5.0* usavršavanje *Industrije 4.0* ili njena zamjena? Dočekana je u stručnim i znanstvenim krugovima ne samo s podozrenjem već i ignoriranjem.

Početnu ideju s nazivom *Industrija 5.0* dao je Michael Rada u članku „INDUSTRY 5.0 – from virtual to physical“ još 1. prosinca 2015. Smatrao je da će nakon implementacije koncepta *Industrije 4.0* biti totalna automatizacija u kojoj će čovjek biti suvišan, i da je to dehumanizacija procesa rada. Smatrao je da treba ponovo vratiti čovjeka u proces proizvodnje na drugi način. /2, 18/

Drugi autori su prihvatili ideju M. Rada te su već samo nakon dva mjeseca koristili taj pojam

dajući mu svoja nova tumačenja. Tehnički direktor tvrtke *Universal Robots* (UR) Esben H. Østergaard također smatra da će i onaj mali broj radnika koji ostanu u industriji nakon njene reorganizacije prema konceptu *Industrije 4.0* raditi poput strojeva. Slaže se da čovjeka treba vratiti u industrijsku proizvodnju uz korištenje novih tehnika, posebno suradničkih robota (eng. Collaborative robots) odnosno kobota (eng. Cobots). Njegova tvrtka prihvatila je taj koncept kao odgovor velikim tvrtkama usmjerenim na *Industriju 4.0*, te su njihovi roboti postali najčešće prihvaćeni suradnički roboti (slika 2). Ističe da je *Industrija 5.0* po svom konceptu više „antiindustrijska“ nego industrijska. To se može shvatiti kao povratak na vrijeme prije industrijalizacije, povratak u vrijeme kada su se cijenile vještine i zanati, kada je svaki proizvod bio unikat prema želji kupca. /19/

S vremenom se ustalio stav da je *Industrija 5.0* novi oblik suradnje čovjeka i robota kako bi se iskoristile mogućnosti strojeva i ljudi. Strojevi su precizniji i snažniji, a radnici posjeduju vještine te kognitivno i kritičko razmišljanje. /21/ Takav način rada prikladan je za poslove koji su između potpuno ručne montaže i potpuno automatiziranih proizvodnih linija. Rad s kobotima omogućava tvrtkama, bilo koje veličine, implementaciju auto-

matizacije i na mjestima gdje je ona neisplativa ili ju je teško realizirati.

Industrijski roboti i koboti

Naziv robot (od češke riječi *robota*: tlaka, kmetski rad) prvi je koristio češki pisac Karel Čapek u svojoj znanstveno fantastičnoj drami R.U.R. – *Russumovi univerzalni roboti* koju je napisao 1920. Praizvedba kazališne predstave održana je 25. siječnja 1921. u praškom Narodnom kazalištu. Taj se datum uzima kao datum plasiranja riječi robot.

Prvi industrijski roboti nastali su temeljem dva tada razvijena sustava – teleoperatora i numerički upravljanih uređaja. Pojavili su se 1950-ih godina u SAD-u, za što je zaslužan Amerikanac George C. Devol, Jr. On je patentirao 1954. godine projekt industrijskog uređaja – manipulatora za koji se smatra da je preteča današnjega industrijskog robota. U suradnji sa Josephom Engelbergerom izradio je 1958. prvi industrijski robot. Iako je to bio teledirigirani manipulator s jednom „rukom“ nazvao ga je robotom. Uporaba je počela 1961. godine, kada je prvi takav industrijski robot postavljen u tvornici *General Motors* u New Jerseyu. Tek je 1970. godine izrađen u SAD-u prvi suvremeni industrijski robot s električnim pogonom i šest

stupnjeva slobode gibanja, upravljan računalom. Definicije su se mijenjale. Ona najobuhvatnija je od ISO (International Standard Organisation) koja glasi: „*Industrijski robot je automatski, s mogućnošću reprogramiranja, višefunkcijski manipulator koji ima više stupnjeva slobode kretanja. Pogodan je za rukovanje materijalom, dijelovima, alatima ili posebnim uređajima za izvršavanje promjenjivih programiranih operacija. Industrijski roboti obično imaju jednu ili više ruku, upravljački uređaj s mogućnošću pamćenja, a pokatkad koriste i senzore za prikupljanje informacija iz okoline*“.

Kobot (cobot) je također industrijski robot, jednake osnovne konstrukcije, ali za razliku od onih, najviše primjenjivanih u serijskoj proizvodnji, koji stalno ponavljaju iste programirane pokrete, on je prilagođen suradnji s čovjekom. Ta prilagodba se odnosi na drugačije programiranje, izdavanje naredbi glasom, a ugrađeni sustavi senzora omogućavaju mu očitovanje dodira, prepoznavanje okoline i ljudskog suradnika te slične mogućnosti, neophodne u neposrednom radu čovjeka i robota.

Ugrađena umjetna inteligencija (AI) može mu osigurati pamćenje prethodno obavljenoga istog ili sličnog zadatka, sa svim pratećim podacima.

Sažeto, oba koncepta, od kojih je *Industrija 5.0* poznat već od 2015., naglašavaju potrebu uporabe robota, odnosno kobota, a različit je način programiranja.

Industrija 5.0 – nova holistička platforma za održivu budućnost Europe /3, 22/

Kada je nastupila na dužnost nova Vlada Europske unije, koju predvodi politička grupacija na čelu s Ursulom von der Leyen, definirani su novi strateški prioriteti i ciljevi održivog razvoja EU (EU 2030 SDGs). U tom kontekstu, u ožujku 2020. godine predstavljena je nova industrijska strategija s novom



SLIKA 2. Suradnja kobota UR10 i radnika u industriji motora /20/

vizijom industrijskog razvoja EU-a do 2030. godine i dalje. Pored novine sadržane u takozvanoj dvojnoj tranziciji – zelenoj i digitalnoj, nova industrijska strategija je donijela još jedan prioritet – holistički, sveobuhvatni pristup industrijskom razvoju s težištem na ukupni industrijski ekosustav.

Kao izravna posljedica, usvojen je koncept *Industrije 5.0*. Koncept treba postati nova razvojna paradigma EU, koja je suočena s trostrukim imperativom, da se: (a) zaštiti, (b) pripremi i (c) transformira. U svom traganju za boljim modelom napretka posle jedne od najtežih pandemija u modernoj povijesti čovječanstva. No, i u traganju za boljim modelom napretka kako bi se pronašlo funkcionalno rješenje za najveći izazov s kojim se čovječanstvo ikada suočilo – klimatske promjene i kolaps biološke raznolikosti.

Koncept *Industrija 5.0* prvenstveno nudi strateški bitan i odlučan odklon od postojeće prakse neoliberalnog kapitalizma i njegovog isključivog fokusa na proizvodnju za profit i „primat dioničara“. Suprotno, smatra se nužnim usmjeravanje prema uravnoteženijem pogledu na vrijednosti, njihovo određivanje kroz dugoročne vremenske okvire (nasuprot odmah i sve) i multivalentnom razumijevanju koncepta kapitala, podjednako ljudskoga, prirodnoga i financijskog. Treba sačuvati koncept industrijskog gospodarstva i za generacije koje će tek doći. Dakle, *Industrija 5.0* treba težiti prema održivijoj, otpornijoj industriji usmjerenoj na čovjeka.

Oporavak EU-a zahtijeva ubrzanje zelene i digitalne tranzicije kako bi se moglo izgraditi održivije i otpornije društvo i gospodarstvo. Industrija je jedan od ključnih pokretača ove dvojne tranzicije. Izvješće *Industrija 5.0* objavljeno je 7. siječnja 2021. Prepoznaje snagu materijalne industrije da postigne društvene ciljeve izvan poslova i rasta. Kako bi postala otporna pružateljica napretka, čineći da

proizvodnja poštuje granice našeg planeta i stavlja dobrobit industrijskog radnika u središte proizvodnog procesa.

Ključni nalazi uključuju:

- kako bi industrija nastavila donositi prosperitet Europi, mora postati akcelerator i pokretač promjena i inovacija. *Industrija 5.0* pridonosi tehnološkom ažuriranju potrebnom za industriju, kako bi potvrdila svoju svrhu pružatelja rješenja za naše društvo. No i privlačnog poslodavca za mlade talente u potrazi za smislenim profesionalnim životom,
- digitalizacija pruža industriji prilike bez presedana. Digitalni proizvodi poput umjetne inteligencije (AI) ili dio opreme, robotika, dopuštaju radikalne inovacije na radnom mjestu, optimiziranjem interakcije između čovjeka i stroja (o. a. stvarno cjelokupne opreme proizvodne linije). To je mogućnost korištenja dodane vrijednosti koju ljudski radnici donose u tvornicu. Razvijanjem inovativnih rješenja proizvodnih linija na način usmjeren na čovjeka, *Industrija 5.0* može podržati i osnažiti, a ne zamijeniti radnike; povećava se otpornost industrije i čini je održivijom,
- *ozelenjivanje* gospodarstva je druga strana iste medalje. „Zeleni dogovor“ bit će uspješan s europskom industrijom koja će preuzeti snažnu vodeću ulogu. Zajednički ekološki ciljevi mogu se postići samo ugradnjom nove opreme i preispitivanjem proizvodnih procesa s obzirom na utjecaje na okoliš. Industrija mora biti primjer u zelenoj tranziciji,
- transformirana industrija također će imati transformativni učinak na društvo. To posebno vrijedi za radnike u industriji, kojima bi se uloga mogla promijeniti, zahtijevajući nove vještine. Prijelaz na *Industriju 5.0* zahtijevat će djelovanje u čitavom nizu područja.

Izvješće iz 2021. označava početak procesa zajedničkog stvaranja sa svim relevantnim dionicima. Uključujući socijalne partnere na razini EU-a, nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Time bi se osigurao tijek djelovanja kako bi održiva, otporna i na čovjeka usmjerena industrija – *Industrija 5.0* postala stvarnost.

Zaokruženosti radi, treba naglasiti činjenicu koja je nedovoljno poznata i priznata. Materijalna, osobno suvremena, proizvodnja temelji se na uporabi proizvodnih linija. Njih čine elementi opće i posebne namjene. Primjerice, pri bušenju opći element je bušilica koja može biti upotrebljavana za najrazličitija bušenja. No, oblik i ostvarena bušotina, isključivo je ostvariva promjenjivim dijelom linije za bušenje. To je alat, svrdlo. Na temelju provedene analize temeljnog promjenjivog dijela linije pri injekcijskom prešanju, kalupu, došlo se do vrlo važnog zaključka. /23/ Središnji element svake proizvodne linije je **alat**. A alatima se u pravilu posvećuje najmanja pozornost.

Treba pridodati iz /3/ još jednu pojedinost. To je uvođenje razlikovnosti pojmova degenerativna i regenerativna industrijska kultura. Ukratko.

Jedna od suštinskih odrednica koncepta *Industrija 5.0* je regenerativna industrijska kultura. Novi odnos industrijskog sustava prema životnoj sredini. Koncept regenerativnosti je posuđen od prirode i bitno se razlikuje od koncepta kružnog gospodarstva. ... Treba nam koncept potpune generativne industrijske kulture. ... Treba razumjeti interakciju industrijskog i prirodnog ekosustava uz dodatak društvene dimenzije (o. a. treba pridodati i humanističku dimenziju). To je holistički pristup. ...“

Zaključak

Provedena analiza otvara niz pitanja na koje nema odgovora. Neki od primjera. Zalaže se za obnov-

ljive izvore energije. Koji to nisu, već su prirodni izvori energije promjenljivog kapaciteta. Što učiniti sa solarnim pločama po isteku uporabe? Kako vjetroturbine utječu na okoliš? Prema izjavi jednog energetičara, još početkom stoljeća je upozoren na potpunu promjenu okoliša oko tih turbina te cijelog biljnog i životinjskog svijeta. /24/ Kako utječe digitalizacija na stvaranje informacijskog otpada na područjima društvenih mreža, prikazivanja filmova, raznih igrica, „rudarenja“ s kriptovalutama i sl. No, i pri ostalim industrijama poput one banaka, prijavljivanja na liječničke preglede, izdavanja dokumenata, itd.

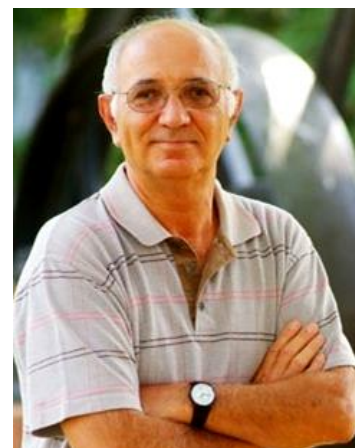
Jedini izlaz je uvođenje jedin-stvenog pokazatelja koji proizlazi iz provjere kako neka djelatnost utječe na živi i neživi svijet.

Jesmo li spremni na takvo rješenje? Na, npr., indeks djelatnosti ili indeks proizvoda.

Literatura

- Čatić, I.: *Je li Industrija 4.0 doista četvrta industrijska revolucija?*, Svet polimera 20(2017)2, 71-73.
- Nikolić, G.: *Je li Industrija 5.0 odgovor na Industriju 4.0 ili njen nastavak?*, Polytechnic&Design, Vol. 6, No. 2, 2018., 66-73.
- Petrović, Petar B.: *Industrija 5.0 – nova holistička platforma za održivu budućnost Evrope*, časopis Industrija, 1. 11. 2022. Pristupljeno 29. 4. 2023. <https://www.industrija.rs/vesti/clanak/industrija-5.0-nova-holisticka-platforma-za-odrzivu-buducnost-evrope>.
- Nejedly, V.: *Razvoj digitalnog društva i industrija 5.0*, Završni rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Pulji. Pristupljeno 2. 5. 2023.
- Čatić, I., Knežević, A.: *Trojedinstvo informacije, energije i materije*, Filozofska istraživanja, 38(2018)3, 555-571.
- industrija, *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Pristupljeno 3. 5. 2023. <http://www.enciklopedija.hr/Natukni_ca.aspx?ID=27357>.
- Industrija*, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Industrija> 030523. Pristupljeno 2. 5. 2023.
- Što je industrija*, https://www.edu.gov.mb.ca/k12/cur/soctud/frame_found_sr2/blms/4-1.pdf. Pristupljeno 4. 5. 2023.
- Kvartarne djelatnosti*, Wikipedia. Pristupljeno 4. 5. 2023. https://www.google.com/search?q=kvartarne+djelatnosti&oq=Kvartar&gs_lcrp.
- Čatić, I.: *Sintezologijski pogled na povezanost teologije i tehnologije*, Nova prisutnost 11 (2013)1, 126-140.
- Čatić, I.: *Vrednovanje tehnike pri razvoju proizvoda*, Hrvatski radio III. program, 1990.
- Čatić, I.: *Vrednovanje tehnike 2.0*, serija od 13 članaka na portalu <https://www.hrvatski-fokus.hr/>, prvi članak *Potres, pomoć UAE-a i plastične vrećice*, 20. 3. 2020.
- Čatić, I.: *Vrednovanje tehnike 2.0*, serija od 13 članaka na portalu Zg-magazin, <https://zg-magazin.com.hr/>, prvi članak *Oko-zabrane plastičnih-vrećica-treba-se-konzultirati-sa-strucnjacima*, 20. 3. 2020.
- Čatić, I., Rujnić, Havstad, M., Jović, I., Mihajlović, A.: *Equality in the creation of carbon dioxide equivalent*, Polimery 68(2023)1, 3-5.
- Čatić, I.: *STEM ili STEAL?*, Kem. Ind. 69 (2020) 5-6, 321–325.
- Čatić, I.: *From STEM to STEAL*. Plasticstoday.com, June 7, 2021, <https://www.plasticstoday.com/industry-trends/stem-...>
- Nikolić, G.: *Industrija 4.0 i obrazovani sustav*, Open Info Trend 207/3/2018, 28-36.
- Rada, M.: *INDUSTRY 5.0 – Human Industry*, <https://www.linkedin.com/pulse/industry-50-human-michael-rada/>, 7. 9. 2017.
- Østergaard H.E.: *Industry 5.0 – Return of the human touch*, <https://blog.universal-robots.com/industry-50-return-of-the-human-touch>, 13. 5. 2016.
- Sharma, R.: *Automation towards factory of future (Industry 4.0)*, <https://www.linkedin.com/pulse/industrial-robotics-journey-automation-towards-factory-sharma>, 21. 3. 2017.
- Nikolić, G.: *Budućnost robota je u suradnji (kolaboraciji) s čovjekom – Partner kobot*, Open Info Trend 205/09/2017, 58-63.
- Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry*. Pristupljeno 10. 5. 2023. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/...](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/)
- Čatić, I., Godec, D.: *The mould as the central part of production unit*, Part I, Polimery 45(2000)3, 151-160. Part II, Polimery 45(2000)4, 237-250.
- Brčić, J.: Privatno priopćenje.

Autori



Prof. dr. sc. Igor Čatić
Profesor emeritus



Prof. dr. sc. Gojko Nikolić
Posebno istaknuti profesor