

INDUSTRIJA I OBRAZOVANJE

Gojko Nikolić
gojko.nikolic@ttf.hr

Sažetak

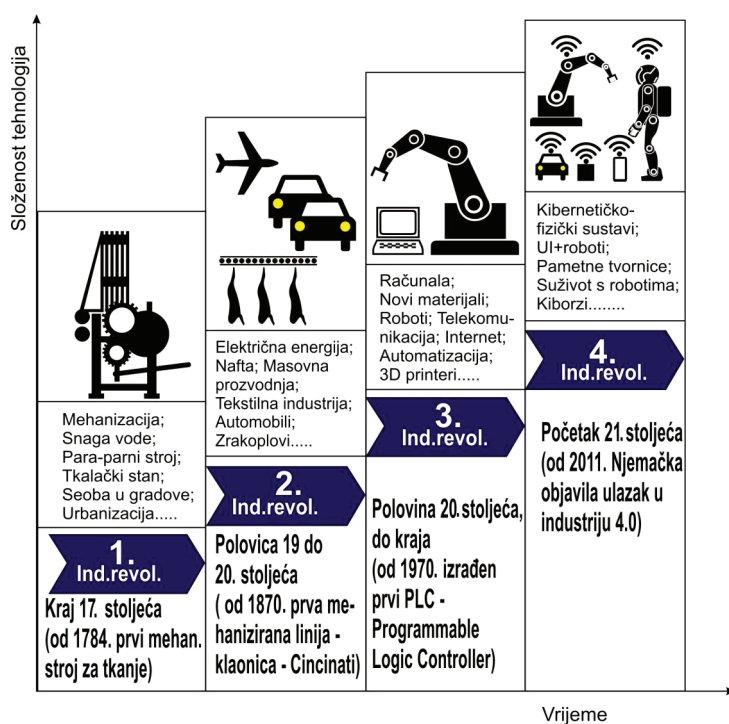
Razvoj industrije je usmjeren prema konceptu industrije 4.0. Označava oblik automatizacije procesa koristeći kibernetičko-fizičke sustave (CPS), koji integriraju računalnu tehniku sa suvremenim mehaničkim sustavima. Pri tome su prisutne popratne pojave poput gubitaka radnih mjesta, promjene zanimanja s novim znanjima, novi tržišni odnosi. To zahtjeva promjene u obrazovanju, fleksibilnost nastavnih programa, novu opremu i slično. Inicijativa za nova znanja, a time i obrazovni sustav mora poteći od gospodarstva i drugih iz tržišta rada. Razvoj inovacija i gospodarski razvoj leži u istaknutoj ulozi sveučilišta, industrije i vlade (Triple Helix Model) sa zadatkom da stvore nove institucionalne i društvene okvire za proizvodnju, prijenos i primjenu znanja i inovacija.

Ključne riječi: industrija 4.0, obrazovanje, STEM, Triple Helix Model.

Industrija je dobila snažni poticaj na sajmu Hannover Messe 2011. kada je termin **industrija 4.0** promoviran kao nova njemačka strategija razvoja industrije. Termin se povezuje s pojmom industrijske revolucije kako su nazvane značajne promjene u industriji tijekom povijesti. Pojam *revolucija* označava skokovitu promjenu koja značajno utječe na život ljudi, mijenjajući društvene i socijalne odnose, obrazovni sustav, a ako se odnosi na industriju onda donosi značajne promjene tehnologije, procesa i načina rada. Naziv revolucija izbačen je jer taj termin Njemačkoj nije po volji.

Kako je vidljivo iz slike 1 svaka od prethodnih industrijskih revolucija imala je datum koji je obilježio buduća događanja koja su bile izrazito ključna i donijela značajne promjene. Početak prve obilježila je izrada prvog tkalačkog stroja pokretanog parom 1784. Kod druge to je prva mehanizirana klaonička linija u gradu Cincinnatiju 1870. Treću je pokrenula izrada 1969. prvog PLC-a (*Programmable Logic Controller - Programirljivi logički kontroler*), ključnog upravljačkog uređaja za automatizaciju. Kod četvrte industrijske revolucije (industrija 4.0) nema nekog značajnog datuma vezanog za revolucionarni proizvod, uređaj ili postupak koji može obilježiti novi pristup u procesima proizvodnje ili organizacije rada u industriji. Odatle pojedini znanstvenici smatraju da se

proklamirani pojam industrija 4.0 ne oslanja na nešto novo otkriveno, što je potaklo poseban (skokoviti) razvoj industrije i društva, kao u prethodnim industrijskim revolucijama, jer su sve tehnike na koje se ona oslanja već izmišljene i koriste se. Treba ih samo primijeniti u industriji, a što je standardni proces razvoja i aplikacije novih tehničkih rješenja i dostignuća (De Bernardini, 2016 i Roser, 2015). Zato se mogu susresti i kritička mišljenja o industriji 4.0 koju nazivaju „*carevim novim ruhom*“ (C. Roser, (2015.), prof. emeritus I. Čatić, (2017.). Ta ocjena se može i prihvatiti, jer se industrija 4.0 ne temelji na posebnom revolucionarnom skoku, već označava poticaj potpune automatizacije procesa proizvodnje koristeći sva moderna proizvodna sredstva koja su objedinjena pod nazivom kibernetičko-fizički sustavi (CPS- *Cyber-Physical System*), jer integriraju računalnu tehniku, prijenos i obradu podataka, sa suvremenim mehaničkim sustavima.

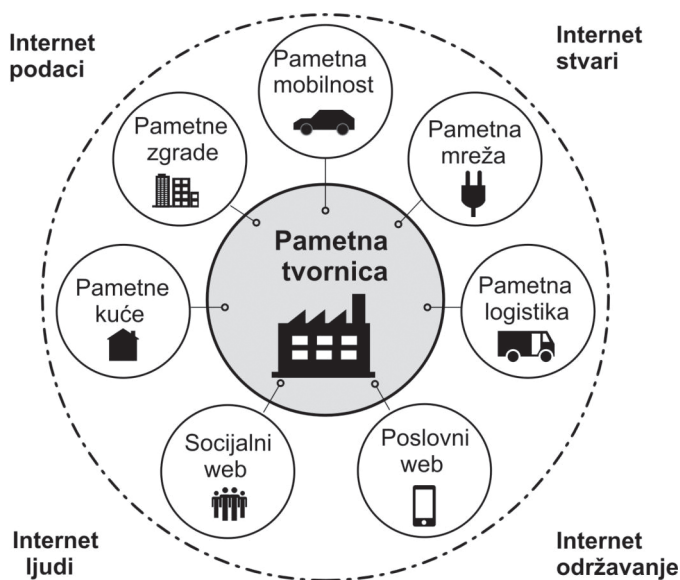


Slika 1 Industrijske revolucije s najvažnijim obilježjima (modificirana slika iz Grech, 2017).

Iako je donekle već u prethodnom tekstu o tome nešto rečeno, potrebno je detaljnije objasniti što je industrija 4.0. Na to pitanje pokušaju dati odgovor, uspješno ili manje uspješno, brojni članci, znanstvene rasprave, koji su potaknuti lansiranjem tog pojma pred šest godina na sajmu Hannover Messe 2011. Ta koncepcija razvoja suvremene industrije stavlja u centar „pametnu“ tvornicu (*Smart Factory*) koja koristi informacijsku i komunikacijsku tehnologiju za upravljanje proizvodnim i poslovnim procesima u cilju

dominacije na tržištu ostvarivanjem poboljšane kvalitete, nižih troškova i fleksibilnije proizvodnje (Lider.media, 2015). Za takav ambiciozni cilj na raspolaganju postoji razvijena oprema u svim područjima, integrirana s informatičkim sustavima, u kojima je moguće sve umrežiti, promptno ažurirati i prilagoditi traženim zahtjevima. Koristi se i naziv tvornica „koja uči“ (*Learning Factory*), budući da se sukladno promjenama na tržištu, tehnici, znanosti, raspoloživim resursima koji su uključeni, odmah ili brzo prilagođava, slika 2 (Grech, 2017).

Koncepcija industrije 4.0 jako podsjeća na ranije hvaljen CIM (*Computer integrated manufacturing*) ali s novim i daleko moćnijih tehničkim rješenjima kao i rezultatima. CIM je i tada imao izuzetne mogućnosti i ostvarivao izvrsne financijske i tržišne rezultate.¹



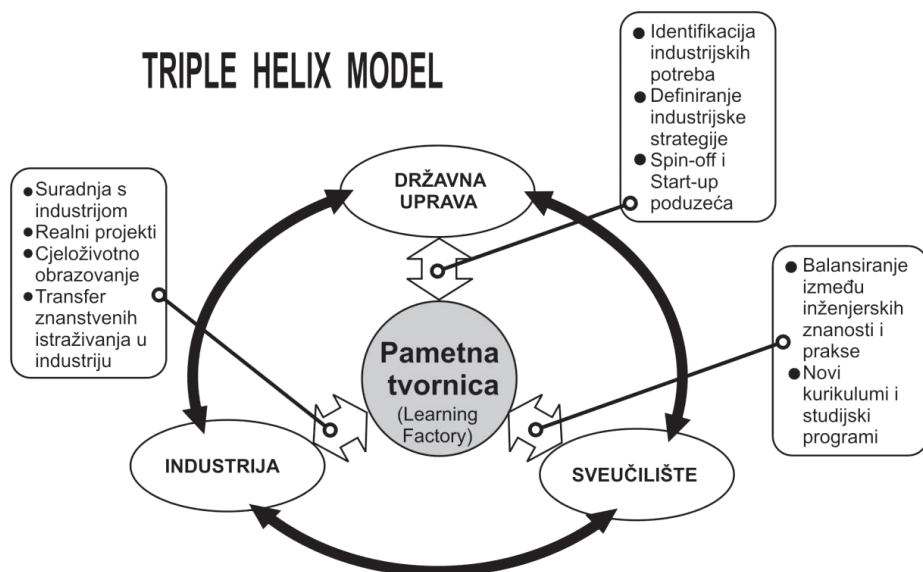
Slika 2 Pametna tvornica integrirana i umrežena u sustav (dorađena slika prema Grech, 2017)

Tvornica nije izolirana od društvenih promjena, ukupnog razvoja gospodarstva, razvoja znanosti i obrazovanja. Svi ti elementi utječu na njeno proizvodno poslovno ponašanje, slika 3 (Veža, 2016). Triple Helix Model označava odnos između sveučilišta, industrije i vlade koji su pokrenuli 1990. Etzkowitz i Leydesdorf u društvu znanja, slika 3 (Stanford University, n.d.). Razvoj inovacija i gospodarski razvoj leži u istaknutoj ulozi sveučilišta, industrije i vlade da stvore nove institucionalne i društvene okvire za

¹ Pisac ovog teksta imao je prilike vidjeti izuzetne koristi primjenom CIM-a budući da je sam rukovodio uvođenjem takvog sustava, korištenjem IBM-ovog paketa COPICS-a, u jednu veliku i značajnu tvrtku u Zagrebu.

proizvodnju, prijenos i primjenu znanja. U tom kontekstu tvornica koja uči (*Learning Factory*), označava proizvodni sustav (tvornicu) koji se temeljem podataka iz okruženja prilagođava kako bi odgovorio svim izazovima i nametnutim okvirima okruženja. To se odnosi na promjenjive zahtjeve tržišta, kooperacijske procese, zakonske i financijske promjene, na potrebne obrazovane stručnjake s novim znanjima. Utjecaj je obostran. Pametna tvornica je bitan čimbenik promjene odnosa u društvu te utjecaja na obrazovnu politiku, iskazivanjem svojih potreba za obrazovanjem stručnjaka odgovarajućeg profila potrebnog znanja i vještina. Crpi razvojne mogućnosti iz vlastitih inovacija i inovacija sa sveučilišta ili zajedničkih projekata.

Hrvatska je imala model povezivanja znanosti, države i gospodarstva dok je bio Ministar prof.dr. Dragan Primorac, koji je osnovao HIT (Hrvatski institut za tehnologiju). Njegov zadatak bio je financirati inovativne projekte sveučilišnih subjekata koji se moraju dovesti do prototipa spremnog za korištenje u gospodarstvu ili stvaranje novih start-up kompanija. Iz osobnog iskustva rada na nekoliko takvih projekata taj model, preslikan iz Izraela, uglavnom je dobro funkcionirao i sveučilišni znanstvenici su pokretali inovativna rješenja i radili na njihovoj realizaciji, što ranije nije bio slučaj. Nažalost pred nekoliko godina taj model je ukinut odlukom Vlade RH, a HIT spojen s BICRO-om, a to je onda značilo primjenu sasvim novog modela s drugačijim ciljevima. Nažalost napuštena je prethodna inicijativa poticanja inovativnih rješenja sa sveučilišta i njihovo povezivanje s gospodarstvom preko tih projekata, što sigurno ima dugoročne posljedice. Zato bi možda trebalo ponovo razmisliti o vraćanju takvog ili sličnog modela koji bi koristio i gospodarstvu i sveučilištima.



Slika 3 Pametna tvornica uklopljena u Triple Helix Model
(dorađena slika Veža, 2016 i Stanford University, n.d.)

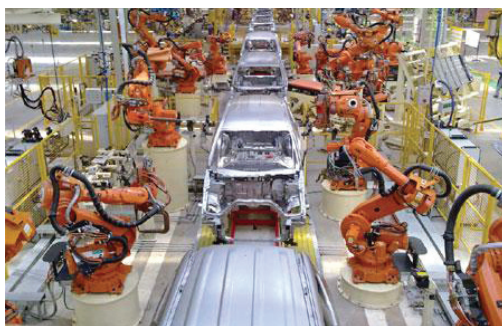
Plasiranje koncepta industrije 4.0 imalo je za cilj da usmjeri ulaganja u takve projekte. Željelo se potaknuti obrazovne institucije da još više usmjere obrazovanje u tom pravcu. S filozofijom ili pojmom industrijom 4.0 vezan je i pojam STEM (*science, technology, engineering, mathematic - znanost, informatika, tehnika, matematika*) koji ukazuje u kojem smjeru treba obrazovanje usmjeriti da se ti ciljevi ostvare. Pod tim pojmom Amerikanci podrazumijevaju sve ono što obuhvaća u širem smislu ta područja i ona koja su u dodiru s njima.

Često se industrija 4.0 poistovjećuje s robotima i njihovoj sveobuhvatnoj prisutnošću na svim radnim mjestima. Također se ističe da su suradnički roboti izmišljeni zbog industrije 4.0 i značajno doprinijeli realizaciji osnovne ideje pametne tvornice. Te tvrdnje ne stoje, iako su oni našli široku primjenu u industriji na onim poslovima u automatiziranim procesima gdje je čovjek morao raditi zbog vrste posla (Sharma, 2017 i Calderone, 2016). Prihvaćeni su kao pomoć radniku pri obavljanju najčešće specifičnih poslova montaže, slika 4b (Zaleski, 2016). Suradnički roboti – odnosno „kolaborativni“ roboti (*collaborative robots*) ili kratko koboti (*Cobots*), su logički razvoj robota koji ide prema potpunoj suradnji s čovjekom na svim područjima. Fundamentalna razlika novih i robota prethodne generacije je u tome da su sada roboti i ljudi postali ravnopravni partneri. Ljudi s njima mogu usko surađivati, postali su prave „radne kolege“. Da bi mogli ostvariti tu ulogu moraju biti osigurani mnogi preduvjeti: umrežena tvornica, veći stupanj ugrađene umjetne inteligencije, bogata senzorika, mogućnost komunikacije s ljudima (M2H – *Machine To Human*), mogućnost komunikacije s drugim robotima i strojevima (M2M – *Machine To Machine*), ali i s proizvodima (Cicvarić, 2017 i Večernji list, 2015). Kod visokoserijske proizvodnje koristit će se i dalje klasični industrijski roboti jer zadovoljava njihov načina rada, koji stalno ponavljaju iste pokrete, odnosno operacije, temeljem upisanog programa, bez percepcije okoline. Zato ljudi moraju biti zaštićeni od njih da ih ne ozljede te su u halama uvijek odvojeni ogradama, slika 4a (Nan i Yanrong 2012). Kod kobota to nije slučaj, zbog ugrađene senzorike, oni prepoznaju okolinu. Njihova primjena bit će značajno veća u drugim područjima djelatnosti, nego u industriji, poput kućanskih poslova, poslova u uredu, u restoranima, prometu, obrazovanju, bolnicama, domovima umirovljenika i palijativnoj skrbi, rehabilitaciji, kiborgizaciji, istraživanjima kao i primjeni u vojsci poput vojnika robota. Ugrađuje im se sve više umjetna inteligencija, djelomično zbog zahtjeva da samostalno mogu obavljati pojedine zadatke u industriji, a znatno više da zamjene čovjeka u drugim područjima u okruženju čovjeka i da budu uspješniji (Matthias, 2014 i Aljazeera, 2015).

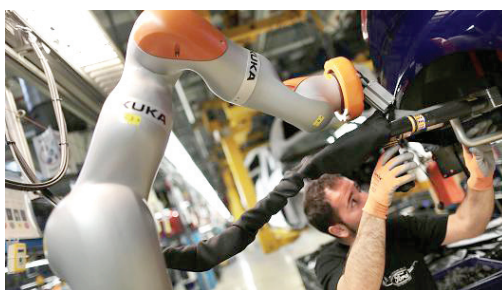
Ti procesi implementacije robota u svim područjima ljudske djelatnosti imaju utjecaj na promjenu tržišta rada, jer će mnoge radnike zamijeniti roboti koji će obavljati njihove poslove. To znači gubitak velikog broja radnih mjesta, zahtjev za novim zanimanjima s novim znanjima i vještinama. Utjecat će na život ljudi i promjene u njihovom ponašanju. Prema nekim predviđanjima u sljedećih pet godina u 15 najrazvijenijih zemalja svijeta (koje zapošljavaju 65% radne snage) 7,1 milijun radnih mjesta zamijenit će nova tehnološka rješenja (računala, roboti, automatizacija) ili će postati nepotrebna, a otvorit će se dva milijuna novih poslova. Najveći gubici radnih mjesta bit će u uredima i administraciji,

odnosno bit će zamijenjena repetitivna radna mjesta bez obzira gdje ona bila. Engleska Banka je upozorila da bi u sljedećih dvadeset godina moglo nestati čak 15 milijuna radnih mjesta u Velikoj Britaniji zbog uvođenja robota u proizvodnju (Indeks, 2016 i Blanuša, 2017). Najveći udarac može očekivati zdravstveni sektor, zbog uspona telemedicine, čiji će razvoj smanjiti broj poslova u zdravstvu, a očekuje se smanjenje potreba za radnicima i u energetici te financijama. Nisu ugroženi poslovi u kojima se traži kreativnosti poput inženjera, istraživača, umjetnika, fotografa, pisaca, kompozitora, muzičara, modnih dizajnera, pjevača, glumaca i sl. zanimanja (Blanuša, 2017). Te globalne promjene traže već sada pripreme da se spremno dočeka ta budućnost.

Drugi pak predviđaju da će gubitkom tih radnih mjesta nastati znatno veći broj potpuno novih (Veža, 2016). Automatizacija će stvoriti najviše radnih mjesta u informacijsko-komunikacijskom sektoru, profesionalnim uslugama i medijima, kao i u industriji zabave (Blanuša, 2017).

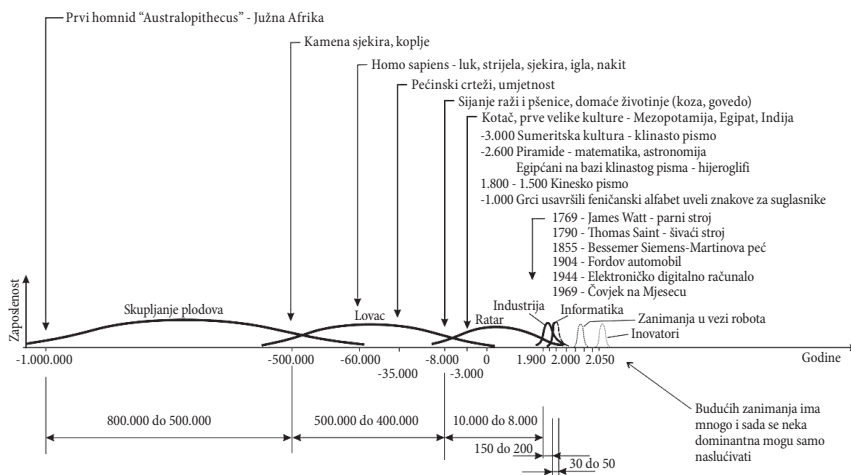


Slika 4 Primjena robota u industriji automobila a) tipična suvremena robotizirana tvornica automobila u Tianjinu (Kina) (Nan i Yanrong, 2012).



Slika 5 Suradnički robot UR10 u tvornici Ford u Kölnu pomaže pri ugradnji amortizera u automobilima Ford Fiesta (Zaleski, 2016).

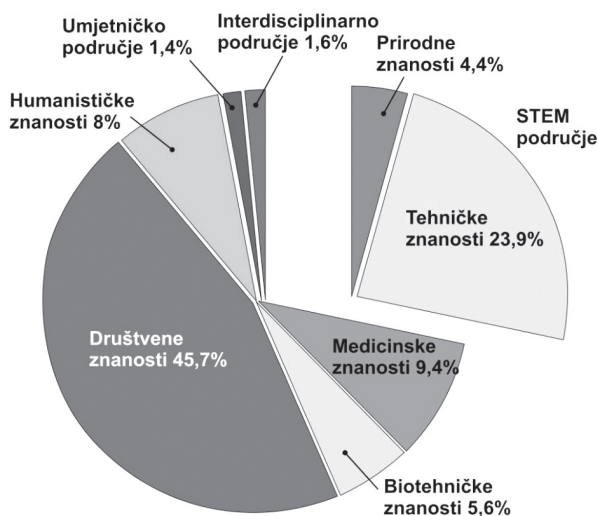
Sličnih situacija bilo je više u povijesti, zapravo to je stalni proces kod kojeg se promjenom tehnologija mijenjaju zanimanja, vrsta radnih mjesta (slika 6), a s tim sustavi obrazovanja i nastavni sadržaji.



Slika 6 Promjena dominantnih zanimanja kroz povijest (Petričević i sur. 2017).

Sigurno je da industrija u širem smislu i predstojeći njen brzi razvoj koji predviđa industrija 4.0, traži stručnjake sa znanjima iz područja objedinjenih zajedničkim imenom STEM. Zbog toga jedan od prvih koraka je povećati broj upisanih studenata na prirodoslovne i tehničke fakultete u Hrvatskoj, koji nije zadovoljavajući, jer znatno zaostajemo za potrebama novih tehnologija (slika 6).

Broj studenata na sveučilištu po područjima 2013./2014.

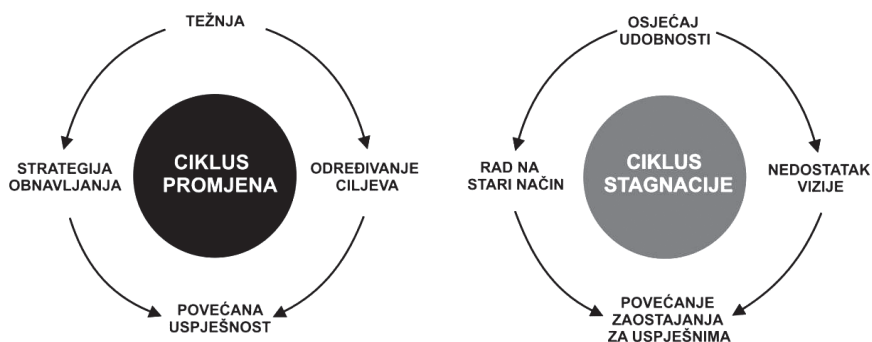


Slika 7 Broj upisanih studenata po područjima za 2013./2014. (prerađeno prema Vinković, 2016 i AZVO, n.d.)

Na slici 7 vidljivo je da je broj upisanih studenata na STEM području (tehničkim i prirodnim znanostima) znatno manji od onih na društvenim znanostima. Iz objavljenih podataka (www.azvo.hr) se može ustanoviti da npr. studenata filologije ima koliko i studenata prirodnih znanosti zajedno, a teologa, politologa ili povjesničara više od biologa, fizičara, geofizičara i geologa zajedno. Ekonomiju studira isti broj studenata kao i na svim tehničkim fakultetima (Vinković, 2016).

Razvoj gospodarstva omogućuje razvoj cijelog društva, te je primarni zadatak svake nacije razviti uspješno gospodarstvo. Ono nije moguće razviti bez sposobnog kadra i nužnih financijskih sredstava. U modernoj svjetskoj ekonomiji financijska sredstva su dostupna na tržištu kapitala. Stručni kadar s adekvatnim suvremenim znanjima i idejama postaje zbog toga presudni faktor u tom procesu. S obzirom na te brze tehnološke promjene postavlja se više pitanja poput: da li obrazovni sustav može brzo mijenjati nastavne planove i programe, tko inicira njihovu promjenu, koliko rano je nužno inicirati promjenu da ona dođe u pravo vrijeme, tko posjeduje stručna znanja (dovoljno rano) da može izvršiti te promjene u nastavnim planovima i sl. Predviđa se da će 65 do 70 posto današnjih osnovnoškolaca, raditi u zanimanjima koja sada još ne postoje. Mnoge zemlje su krenule s edukacijom u osnovnoj školi kroz zanimljive igre s robotima, kako bi „digitalnu“ generaciju usmjeravati i motivirati za STEM područje. Danas se ističe da djeca u toj dobi već donekle stječu predodžbu o svom budućem usmjerenju i daljnjem obrazovanju.

Može se konstatirati da se realni sektor, zbog utjecaja tržišta, razvija puno brže od akademskog. Promjene su izrazito brze, a proces kontinuirane implementacije tih novih znanja i potreba suvremenog gospodarstva je izrazito spor. On je kod nas posebno usporan na akademskoj razini jer prevladava mišljenje da se nitko ne smije miješati u akademske slobode. One se često zloupotrebljavaju kao brana i stav da su samo oni pozvani da kreiraju svoje nastavne sadržaje, strukturu i razvoj sukladno želji uprave i zaposlenika. Uglavnom nedostaju vizija i dugoročni planovi razvoja obrazovanja, vođenja smišljene dugoročne kadrovske politike. Kao što načela stalnog razvoja i unapređenja poslovanja i organizacije vrijede za sve subjekte u društvu od pojedinca do tvrtke, vrijede jednako tako i za obrazovne institucije, slika 8.



Slika 8 Razlika u pristupu uspješnog i neuspješnog subjekta, odnosno visokoobrazovne institucije (dorađeno prema Vinković, 2016)

Posljedice samozadovoljstva su stagnacija, a time i nazadovanje studija, a u institucijama je često prisutan nepotizam kod zapošljavanja, prijem bez selekcije kvalitetnih kadrova, automatska napredovanja često vezana za upitne znanstvene radove i sl. Nije novost da razina znanja studenata ovisi o kompetencijama nastavnika i njihovoj sposobnosti prenošenja tog znanja. Zbog toga izbor nastavnika, njihova znanstvena i nastavna kompetencija je bitna, ali nije dovoljna bez vizije razvoja institucije.

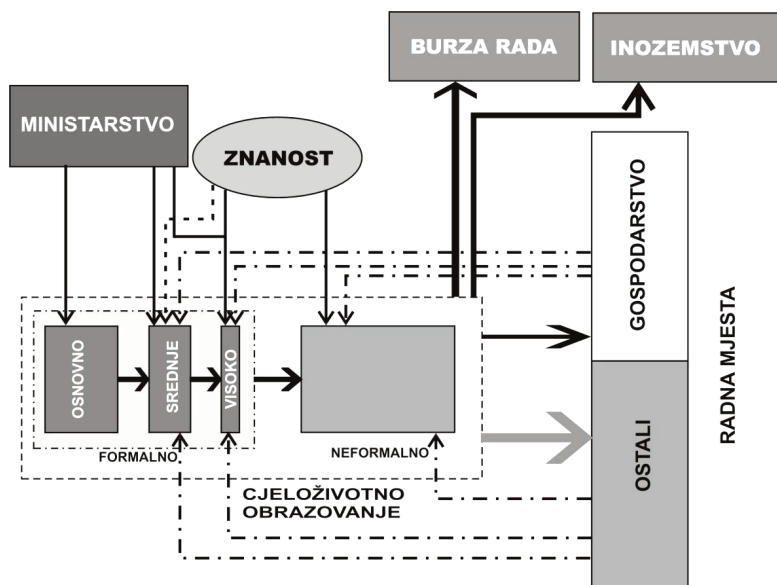
Navedena situacija u obrazovanju dovodi gospodarstvo u nezahvalnu situaciju da s jedne strane postoji nužnost suradnje s takvim zatvorenim sustavom srednjeg i visokog obrazovanja, a s druge strane spoznaja nužnosti reforme obrazovanja koje su zbog navedenih razloga spore ili čak neizvedive.

Kod nas, za razliku od drugih zemalja, zbog ekonomske situacije ali i dosadašnje politike, nije uhodana praksa da se osim promjene nastavnih programa i metoda rada treba osigurati neophodna oprema na kojoj se budući stručnjaci trebaju osposobljavati i stjecati vještine. Kako se tehnologije brzo mijenjaju teško da i jedna zemlja može promptno reagirati i zadovoljiti te nagle promjene. Radi toga je u Americi uobičajeno da stručnjaci u tehničkim područjima provedu godišnje nekoliko mjeseci u suvremenim poduzećima, odnosno tvornicama na konkretnim zadacima koristeći suvremenu opremu. Uspješnim studentima osiguran je završetkom studija posao u tim tvrtkama (Open Info Trend, 2014).

U Njemačkoj na razini države postoji tijelo sastavljeno od 10 najznačajnijih tvrtki poput Siemens-a, IBM-a, Macho-a, Bosch-a, Festo-a, Telekom-a i drugih, koji u svojim organizacijama imaju izobrazbu kupaca. Oni sadržajno određuju pravce razvoja strukovnog školstva, a u tehnološkim centrima osiguravaju najmoderniju opremu za obuku. S pojedinim znanstvenim institucijama usko surađuju na razvoju svojih proizvoda i tehnologija. Time je osigurana povezanost i zahtjevi tržišta rada prema obrazovnim sadržajima, a time i osposobljenost potrebnih budućih stručnjaka.

Kako je rečeno do sada kod nas nije postojala, osim sporadično, čvrsta povezanost i suradnja realnog sektora, ne samo na poslovima proizvodnje, već i suradnja na razvoju obrazovanja, slika 9. Mogao bi se kao prvi korak prihvatiti i koristiti model Njemačke. Veze realnog sektora i obrazovanja koje danas ne postoje, mogle bi se uspostaviti prije svega s tvrtkama koje imaju svoje obrazovne centre za obrazovanje kupaca. Obrazovne institucije također bi trebale više usvajati stalne preporuke Zavoda za zapošljavanje o potrebnim i nepotrebnim kadrovima s obzirom na tržište rada.

Ovome treba pridodati značajnu ulogu POUZ-a kao fleksibilne institucije koja usko surađuje s gospodarstvom i drugim subjektima, te se može vrlo brzo organizirati da u obliku neformalnog obrazovanja zadovolji hitne potrebe tržišta rada, što je do sada često činilo. Time premošćuje vremenski interval od iskazane potrebe stručnjaka novih zanimanja ili nužno potrebnih znanja do realiziranih promjena u obrazovnom sustavu ili nastavnim sadržajima. Država treba više poraditi na pravnoj regulativi priznavanja neformalnog obrazovanja, za što je preuzela obavezu prilikom ulaska u EU.



Slika 9 Utjecaj na nastavne sadržaje u formalnom i neformalnom obrazovanju.
Crne strelice označavaju postojeći (zakonski) utjecaj,
a crta točka koji bi nužno trebao biti ostvaren

Reference:

- Aljazeera (2015). *Roboti za četvrtu industrijsku revoluciju*, <http://balkans.aljazeera.net/vijesti/roboti-za-cetvrtu-industrijsku-revoluciju>, objavljeno 01. 10. 2015.
- AZVOO (n.d.) *Broj studenata po područjima od akademske godine 2008./09. do 2013./14.*, <https://www.azvo.hr/hr/visoko-obrazovanje/statistike/44-statistike/559-broj-studenata-po-podrujima-i-poljima-u-akademskoj-godini-20132014>, pristupljeno 18.09.2017.
- Blanuša, B. (2017). *Robotizacija-četvrta industrijska revolucija koja preti tržištu rada*, <http://www.ekonomski.net/robotizacija-cetvrta-industrijska-revolucija-koja-preti-trzistu-rada>, objavljeno 11. 01. 2017.
- Calderone, L. (2016). *Collaborative Robots Working In Manufacturing*, dostupno na <http://www.manufacturingtomorrow.com/article/2016/02/collaborative-robots-working-in-manufacturing/7672/>, objavljeno 25. 02. 2016.
- Cicvarić, B. (2017). *Hannover Messe oduševio i ove godine – Industrija 4.0 postaje sadašnjost!*, dostupno na <http://www.fpz.unizg.hr/prom/?p=6991>, objavljeno 29. 04. 2017.
- Čatić, I. (2017). *Je li industrija 4.0 doista četvrta industrijska revolucija?*, članak u procesu tiska (2017).

- De Bernardini, I. (2016). *Industry 4.0: Evolution or Revolution?*, <https://www.automationworld.com/industry-40-evolution-or-revolution>, objavljeno 19. 12. 2016.
- Grech, R. (2017). *Intelligent automation - smart manufacturing*, http://www.tecnalia.com/images/stories/Eventos/3_ROBOTNET_TrainingEventTECNALIA-I4_0_andAI_byMTC.pdf, objavljeno 15. – 16. 03. 2017.
- Index (2016). Stiče četvrta industrijska revolucija: Niz poslova ubuduće će raditi roboti, je li i vaša među njima?, *Index*, <http://www.index.hr/vijesti/clanak/stice-cetvrta-industrijska-revolucija-niz-poslova-ubuduce-ce-raditi-roboti-je-li-i-vas-medju-njima/869136.aspx>, objavljeno 19. 01. 2016.
- Lider.media (2015). Industrija 4.0 – nova opasnost za većinu domaćih proizvođača, *Lider.media*, <https://lider.media/aktualno/tvrtke-i-trzista/poslovna-scena/industrija-40-nova-opasnost-za-vecinu-domacih-proizvodaca/>, objavljeno 23. 04. 2015.
- Matthias, B. (2014). *Industrial Safety Requirements for Collaborative Robots and Application*, http://roboproject.h2214467.stratoserver.net/cms/upload/euRoboticsForum/ERF2014_presentations/day_2/Industrial_HRC_-_ERF2014.pdf, objavljeno 10. 03. 2014.
- Nan, Z., Yanrong, Z. (2012). *The rise of the robots*, http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/2012-10/08/content_15800713.htm, objavljeno 08. 10. 2012.
- Open Info Trend (2014). *Klub 100*, intervju s prof.dr.sc. D. Gojanovićem, časopis OpenInfoTrend 197/11/2014, str. 9 -13. <http://www.infotrend.hr/files/pdf/casopis/2015/197/InfoTrend-197.pdf>, objavljeno 18.09.2017.
- Petričević, D., Nikolić, G., Domović, D., Obad, J. (2017). *Kurikulumske i metodičko-didaktičke osnove visokoškolske nastave*. Zagreb: POUZ.
- Roser, C. (2015). *A Critical Look at Industry 4.0*, <http://www.allaboutlean.com/industry-4-0/>, objavljeno 29. 12. 2015.
- Sharma, R. (2017). *Automation towards factory of future (Industry 4.0)*, dostupno na <https://www.linkedin.com/pulse/industrial-robotics-journey-automation-towards-factory-sharma>, objavljeno 21. 03. 2017.
- Stanford University (n.d.) *Triple Helix koncept*, <https://triplehelix.stanford.edu/3helix-concept>, pristupljeno 22. 07. 2017.
- Večernji list (2015). Industrija 4.0: Umreženi ljudi i strojevi ugrozili i stručne radnike, *Večernji list*, <https://www.vecernji.hr/techsci/industrija-40-umrezeni-ljudi-i-strojevi-ugrozili-i-strucne-radnike-1000338>, objavljeno 15. 04. 2015.
- Veža, I. (2016). *Industrija 4.0 – novi strojarski izazov*, https://bib.irb.hr/datoteka/830338.Strojarski_izazov_SB_Veza.pdf, objavljeno 19. 05. 2016.

Vinković, D. (2016). Neželjeni STEM?, časopis *Open InfoTrend* 202/05/2016, strane 44 – 47.

Zaleski, A. (2016). *Man and machine: The new collaborative workplace of the future*, <https://www.cnbc.com/2016/10/31/ford-uses-co-bots-and-factory-workers-at-its-cologne-fiesta-plant.html>, objavljeno 31. 10. 2016.

INDUSTRY AND EDUCATION

Gojko Nikolić

Abstract

The industry development is geared towards the 4.0 industry concept. It indicates the form of process automation using cyber-physical systems (CPS), which integrate computer technology with modern mechanical systems with certain side-effects such as jobloss, occupational changes due to the acquisition of new knowledge, new market relations. This requires changes in education, curriculum flexibility, new equipment, etc. The initiative for new knowledge, and hence the educational system, has to come from the economy and other factors of labor market. The development of innovation and economic development lies in the prominent role of the University, Industry and Government (Triple Helix Model) with the task of creating new institutional and social frameworks for the production, transfer and use of knowledge and innovation.

Keywords: *Industry 4.0, Education, STEM, Triple Helix Model.*