

Mag. Matej Veber

ŠC Celje, Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

EDUKACIJA ZA INDUSTRIJO 4.0

Education for the Industry 4.0

UVOD

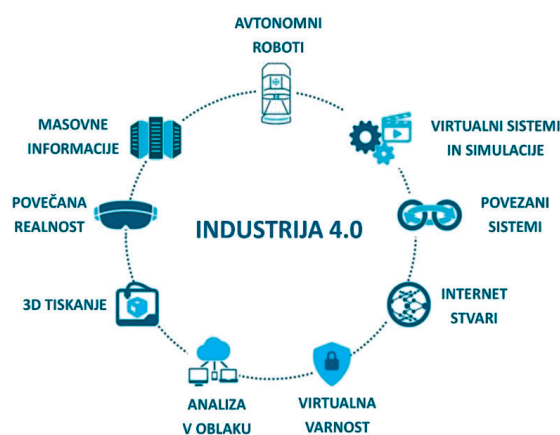
Slovensko gospodarstvo je pred velikimi izzivi. Globalno poteka 4. industrijska revolucija in posledično transformacija delovanja podjetij. Vzporedno s transformacijo podjetij se bodo primorane transformirati tudi izobraževalne ustanove, ki izobražujejo na področju tehnike in tehnologije in posledično bodoče zaposlene v podjetjih. Glede na povratne informacije delodajalcev v prvi fazi od novozaposlenih ne pričakujejo strokovnega znanja, ampak odnos do dela, samoiniciativnost, strokovno komunikacijo, komunikacijo v tujem jeziku ter timsko delo. Visoka raznolikost, hiter razvoj in potreba po nenehnem usvajanju novih znanj in kompetenc od učitelja zahtevajo interdisciplinarnost, hitro odzivnost, vseživljenjsko učenje in nenehno prilagajanje. Ukvarjamo se s področjem izobraževanja industrijske robotike, mobilne robotike ter avtomatiziranih sistemov. V Sloveniji je industrija 4.0 v zametkih, potekajo pa transformacija proizvodnje in investicije v smeri tehnologij industrije 4.0, ki pomeni predvsem digitalizacijo sistemov. V tej smeri poteka tudi priprava izobraževalnega procesa tehnoloških kadrov z izobraževanjem pedagoških delavcev ter investicijami v didaktično opremo industrije 4.0. Hitri razvoj tehnologij nam odpira nove možnosti v izobraževanju, zato jih moramo ustrezno vpeljati v pedagoški proces in izobraževati ter vzgajati mlade v odgovorne ljudi, z osebnimi in strokovnimi vrednotami za skupno uspešno prihodnost. Živimo v času hitrega razvoja, inovativnih tehnoloških rešitev, globalnih sprememb in migracij ter okoljskih sprememb. Znanstveno področje tehnologije in tehnike je danes zelo interdisciplinarno, meje med posameznimi znanji in tehnologijami so zabrisane, a hkrati intenzivno povezane. Sodobna proizvodna in projektna podjetja delujejo na globalnem trgu, kjer je konkurenca neizprosna, zato morajo biti konkurenčna, inovativna, hitro odzivna, zaposleni samoiniciativni, komunikativni ter usposobljeni za timsko delo, pri tem pa ob vseživljenjskem učenju obvladati veliko spretnosti ter interdisciplinarnih znanj. Omenjeno področje predstavlja velik izziv učiteljem tehnike in tehnologije, ki so aktivni na interdisciplinarnem izobraževalnem področju poučevanja mehatronike. Inovativno razmišljanje, kreativnost, timsko delo, samoiniciativnost, vztrajnost in pravilna komunikacija so splošne in strokovne vrednote, ki posamezniku omogočajo uspeh na strokovnem in osebnostnem področju (Zorman, 2016; Nejd, 2006). V času hitrega razvoja, globalnih in tržnih sprememb, obilici dostopnih informacij prek spleta, družbenih omrežij in preostalih medijev si lahko zastavimo vprašanje, kako mlade notranje storilnostno motivirati za usmeritev in pridobitev znanj na področju tehnike in tehnologije. Učitelji motiviramo dijake prek timskega dela, projektne dela, raziskovalnih nalog, dodatnih strokovnih interesnih

dejavnosti ter mednarodnih projektov. Zelo pomembno je, da v ta segment vključimo tudi nadarjene dijake in tako razvijamo njihove potenciale. V ta namen smo se v šolskem letu 2018/2019 prijavi na razpis in uspešno sodelovali v projektu RAST z aktivnostjo »Inovativna industrija 4.0 za prihodnost 5.0«. Cilji projekta so med drugim bili razvoj in nadgradnja osebnih ter strokovnih vrednot na višjo raven, nadgradnja strokovnih znanj za industrijo 4.0, timsko delo 4.0 ter poglobljanje znanj na področju IKT, 3D-ter VR-tehnologij.

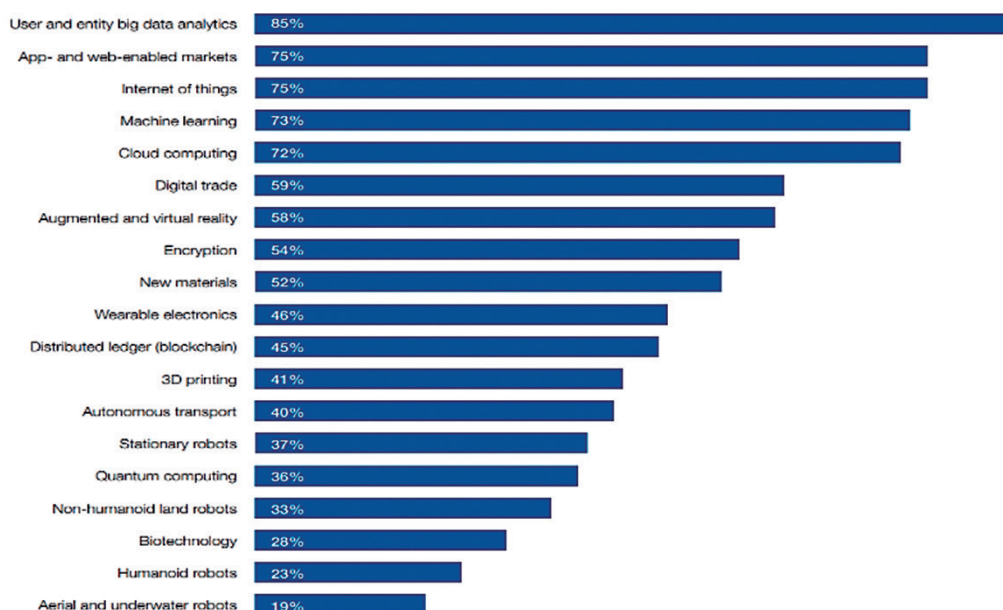
Na posvetu v organizaciji CPI, GZS in srednjih šol, ki je potekal novembra 2018 v Državnem svetu RS na temo »Prihodnost poklicnega izobraževanja – sodelovanje šole, lokalnega okolja in delodajalcev v industriji 4.0«, je bilo izpostavljeno predvsem, da je izobraževanje pred resnimi izzivi vključitve izobraževanja industrije 4.0 na področju srednjega strokovnega in poklicnega izobraževanja. V bližnji prihodnosti se bodo namreč konkretno spremenila delovna mesta, prišlo bo do prestrukturiranja delovnih nalog, zaposleni bodo imeli več avtonomnosti pri odločanju, povečalo se bo sodelovanje z stroji roboti. Podjetja bodo morala aktivno delovati pri iskanju novih usposobljenih kadrov in jih vključiti v proces že v fazi izobraževanja.

INDUSTRIJA 4.0 IN POKLICI PRIHODNOSTI

Trenutno poteka proces 4. industrijske revolucije, ki pomeni predvsem digitalizacijo informacij/podatkov. Naprave so povezane med sabo prek komunikacijskih omrežij, obdelava masovnih podatkov in uporaba tehnologij je za namen avtomatizacije implementirana s pomočjo umetne inteligence. Digitalizacija pomeni pretvorbo analognih po-



► SLIKA 1. Segmenti industrije 4.0



► SLIKA 2. Potreba podjetij po sodobnih tehnologijah in znanjih (Vir: World Economic Forum 2018)

datkov v digitalno obliko, da so uporabni za informacijske tehnologije (npr. brezpapirno poslovanje, podatki shranjeni na strežniku, v oblaku). Povezava interneta stvari (IOT, angl. *Internet of things*), masovnih podatkov, pametnih tipal, storitev in ljudi bo v veliki meri spremenila prihodnost proizvodnje.

Povečanje števila sodobnih tehnologij eksponentno vpliva na pospešeno rast novih tehnologij in uporabo le-teh. Glede na Moorov zakon se trenutno zmogljivost integriranih vezij, hitrost prenosa podatkov in zmogljivost osebnih ter preostalih računalnikov podvoji v 18 mesecih. Tako posamezne nove tehnologije vplivajo na razvoj več novih tehnologij in sistemov.

Na sliki 2 so podane tehnološke potrebe podjetij v obdobju do leta 2022. Zaradi masovnih podatkov bodo iskana znanja na področju analitike masovnih podatkov. Zelo uporabna bodo tudi znanja s področja spletnih aplikacij. Posledično je pomemben internet stvari, ki bo dejansko omogočil zajemanje in prenos mase podatkov. Umetna inteligenca omogoča učenje strojev s pomočjo različnih algoritmov. Zelo pomembne tehnologije bodo tudi virtualna resničnost in povečana resničnost, 3D-tisk, mobilni ter stacionarni roboti ter drugo. Edukacijski proces se bo moral transformirati v smeri edukacije spretnosti, ki bodo ključne v sistemu industrije 4.0. Izpostavimo lahko analitično razmišljanje, aktivno učenje in aktivne edukacijske strategije, kritično razmišljanje ter analizo, problemsko reševanje idr. Vprašamo se lahko, kako zadevo vključiti v edukacijski proces in aktivno sodelovati pri transformaciji v sisteme industrije 4.0. Učitelj v sistemu edukacije 4.0 bo v bližnji prihodnosti v okviru edukacijskega procesa sodeloval z umetno inteligenco, slušatelji pa bodo izobraževani v smeri tehnologije strojnega učenja (angl. Machine learning). Vsebina bo dostopna na učnih portalih, ki jih bo vodila umetna inteligenca glede na potrebe posameznega uporabnika. Vpliv institucij bo čedalje manjši, učenje bo potekalo prek spletnih omrežij, nacionalne meje pa bodo čedalje bolj zabrisane. Slušatelji bodo bolj samostojni, izobraževanje bodo načrtovali s pomočjo umetne inteligence, ki bo nenehno izpopolnjevala proces izobraževanja. To po-

meni, da se bo izvajalo spletno e-učenje, podobno kot ga že poznamo danes, le da upravljalet (učitelj) ne bo imel tako aktivne vloge pri podajanju vsebin, pregledu, ocenjevanju ipd., ampak bo to vlogo prevzel sistem umetne inteligence.

AKTIVNOSTI V SMERI IZOBRAŽEVANJA 4.0

Na ŠC Celje, Srednji šoli za strojništvo, mehatroniko in medije izobražujemo na področju strojništva, mehatronike in medijev. Na področju mehatronike izvajamo srednješolski strokovni program tehnik mehatronike, tehnik mehatronike PTI, na področju srednjega poklicnega izobraževanja pa v programu mehatronik operater. Mehatronika je interdisciplinarno tehnično področje, ki povezuje znanja s področja strojništva, elektrotehnike in informatike. Tako lahko tehnik sistem obravnava bolj celovito, lažje povezuje posamezna področja, zmanjšuje stroške izvedbe in posledično vpliva na končno kakovost ter konkurenčnost podjetja. Primeri mehatronskih izdelkov so digitalni fotoaparati, pametni pralni stroji, hibridni avtomobili ipd. V industriji so vplivi mehatronike vidni v fleksibilnih proizvodnih linijah, katerih enote so pametni stroji, programirljivi logični krmilniki, industrijski roboti, pnevmatski in hidravlični sistemi, pametna senzorika in računalniško podprta proizvodnja. Veda izhaja iz Japonske, kjer so tako pristopili k reševanju problematik in izvedbi projektov že pred 50 leti. V Sloveniji se izvaja visokošolsko izobraževanje na področju mehatronike zadnjih 19 let, v srednješolskih programih pa 12 let. Na našem strokovnem področju se ukvarjamo z izobraževanjem na področju industrijske robotike, avtomatiziranih sistemov in mobilne robotike. Aktivno sodelujemo kot mentorji na področju projektnega dela v stroki in raziskovalnega dela v okviru Mladi za Celje, Srečanja mladih raziskovalcev RS v Murski Soboti ter v različnih mednarodnih projektih.

Uspešno sodelujemo na regijskih, državnih in svetovnih prvenstvih iz robotike. Dijaki razvijajo namenske reševalne robote v različnih panogah. Tako v timu rešujejo različne problematike. Robota razvijajo od ideje do izdelka, testi-



► SLIKA 3. Svetovno prvenstvo v robotiki RoboCup RCJ Line 2017 v Nagoji, Japonska

rajo, programirajo in implementirajo na praktičnih aplikacijah. Leta 2017 smo se udeležili svetovnega prvenstva RoboCup 2017 v Nagoji na Japonskem na podlagi 1. mesta na državnem prvenstvu Robobum 2016. RoboCup je svetovno prvenstvo v robotiki, ki se ga udeležuje približno 450 ekip z vsega sveta, na tekmovanju pa je po navadi približno 4000 tekmovalcev. Omenjeno je bila neprecenljiva izkušnja. Timsko delo v tujem okolju, komunikacija v tujem jeziku, medkulturni dialog, drugačna kultura, mentaliteta in odnosi med ljudmi so na nas pustili velik pečat in posledično dijakom širino in vpliv na njihovo osebnostno ter strokovno rast. Omenjeno nam je bilo podlaga za nadaljnje delo, ki je opisano v prispevku.

Izvajamo tudi delavnice za osnovnošolske otroke in jim tako približamo tehniko robotiko. V tem trenutku so zelo zanimivi Lego roboti Mindstorms EV3. Otroci spoznajo mehanske sklope, mehanizme in gonila, električne in pnevmatske aktuatorje, senzoriko in uporabo le-te ter blokovno grafično programiranje. Bistveno je timsko problemsko reševanje izzivov.

V preteklem šolskem letu se je ekipa treh dijakov s svojim znanjem in entuziazmom uvrstila na svetovno prvenstvo RoboCup Rapidly Manufacturing robots Challenge med 12. najboljših ekip na svetu. Tako smo se udeležili tekmovanja v Montrealu, Kanada, julija 2018. Tekmovanje simulira

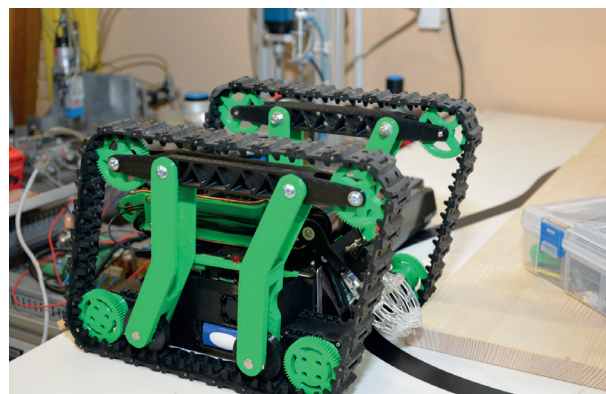
reševanje po naravnih nesrečah in se omenjenemu zelo približa. Robot mora biti v celoti izdelan s tehnologijo hitrega prototipiranja. Tako so dijaki razvili robota od ideje, konstruiranja do modeliranja, sledil je 3D-tisk sklopov robota, namestitvev električnih pogonov, mikroračunalnika in senzorike (temperatura, CO₂, zaznavanje simbolov za nevarnost in QR-kode). Pogoj je bil tudi, da je robot voden na daljavo prek kamere. Tekmovanje je sestavljeno iz treh delov. V prvem delu mora robot premagati različne ovire na terenu. V drugem delu se testira robotsko prijelo, s katerim mora odpreti ventil in s kamero preveriti odprtino. V tretjem delu se testirata senzorika in robustnost. Tako mora robot avtonomno izmeriti temperaturo v določenem segmentu poligona, zaznati CO₂, s kamero pa odčitati QR-kodo ter različne simbole za nevarnost (kislin, plin, vročina idr.). Zaznati mora tudi gibanje v okolici. Dijaki so s svojim entuziazmom, znanjem in vztrajnostjo dosegli 4. mesto na svetu takoj za Japonsko, ZDA in Mehiko. Ker so bili uvrščeni med 5 ekip, so si posledično prislužili uvrstitev na svetovno prvenstvo RoboCup 2019 v Sydneyju, Avstralija.

Omenjena izkušnja je neprecenljiva, tako za dijake kot mentorja. Zelo pomembno je novo strokovno znanje, ki smo ga pridobili in ga lahko predajamo na naslednje generacije. Drugi vidik je organizacijska izkušnja, ki vključuje

priprave, iskanje finančnih sredstev ter načrtovanje in organizacijo poti. Med drugim tudi odgovornost za udeležence. Omenjene izkušnje so velika motivacija za prihodnje strokovno delo vseh udeležencev. Procesno znanje se pridobiva z razumevanjem, kako nekaj storiti ali uporabiti niz korakov ali ukrepov, sprejetih za doseganje cilja. Nekatera procesna



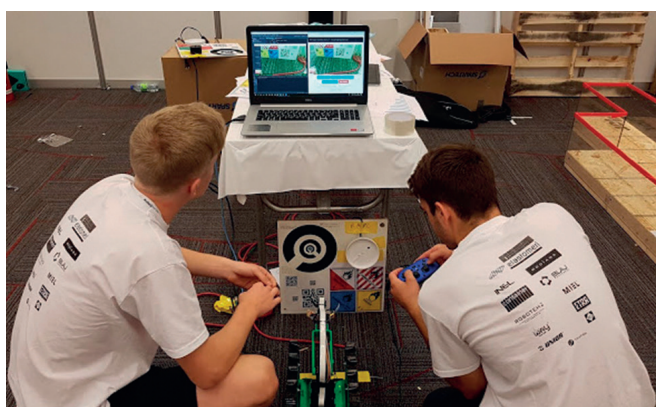
► SLIKA 4: Delavnice robotike za učence osnovnih šol



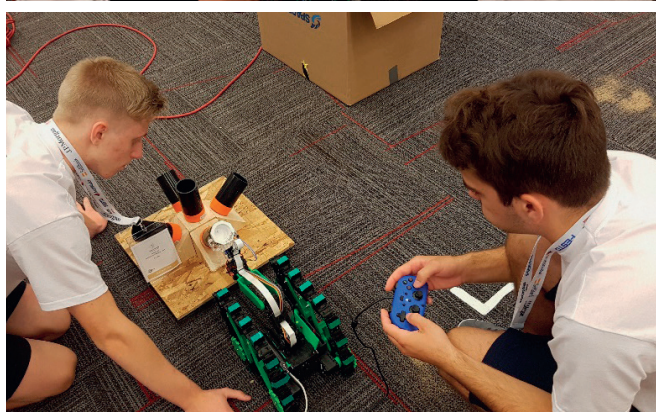
► SLIKA 5. Razvoj hitro prototipiranega reševalnega robota



► SLIKA 6: David Žuraj, Žan Sotošek in Nejc Ločičnik na Robocup Rescue RMRC 2018



znanja so specifična, nekatera povezljiva med področji. Takšna znanja se po navadi razvijejo s praktičnim reševanjem problemov. Dijaki morajo svoje znanje uporabiti v nezanih in kritičnih okoliščinah. Za to potrebujejo širok spekter znanj, vključno s kognitivnimi in metakognitivnimi sposobnostmi (kritično mišljenje, ustvarjalno razmišljanje, učenje za učenje in samoregulacija); družbene in čustvene spretnosti (empatija, lastna učinkovitost in sodelovanje); praktično in fizično znanje (uporaba novih in komunikacijskih tehnologij). Uporaba tega širšega razpona znanj se mora dopolnjevati z osnov-



► SLIKA 7: Utrinki s tekmovanja Robocup Rescue RMRC v Montrealu 2018

nimi vrednotami (npr. motivacija, zaupanje, spoštovanje raznolikosti in osebne vrline) in posledično razvoj v celovito osebnost. Tako smo v okviru projekta RAST vključili evidentirano nadarjene dijake, da so razvili svoj potencial v smeri problemskega reševanja nalog, timskega dela, odnosa do dela, samoiniciativnosti, poleg omenjenega pa so aktivno sodelovali v medkulturnem dialogu, komunicirali v tujem jeziku ter tako pridobili neprecenljivo izkušnjo za njihovo nadaljnjo osebnostno in strokovno rast.

David:



Vsekakor je bila neprecenljiva izkušnja, ki mi bo za vedno ostala v spominu. Že to je veliko, da smo odpotovali prek luže v tujo deželo in vsaj približno videli, kako tam živijo. Še večje veselje pa je, ko se na tako potovanje odpraviš s ciljem in lastnim izdelkom na svetovno prvenstvo iz naše stroke. Za vse je bilo tekmovanje zelo naporno, vendar sem vesel, da sem lahko preizkusil sebe, kako delam in razmišljam pod pritiskom. Spoznal sem, da je zelo pomembno ekipno delo, in moram reči, da boljše ekipe ne bi mogli imeti. Vseskozi smo se srečevali z izzivi, ki smo jih morali hitro rešiti. Več glav laže in hitreje najde rešitev, ampak le v primeru, če so le-te prave.

Žan:



Izkušnja, kot je bila ta, se enostavno ne da opisati samo z besedami. Definitivno mi bo ostala v spominu za vse življenje. Že samo dejstvo, da smo se že kot dijaki 4. letnika uspeli s trdom in veliko urami dela uvrstiti na tekmovanje, je neverjeten uspeh. Ker pa je tekmovanje potekalo ravno v Kanadi, pa je to še bila velika pika na i. Videti svet tam prek oceana, so sanje mnogih ljudi in lahko smo zelo srečni, da so se nam te sanje tudi uresničile. Samo tekmovanje mi bo zagotovo ostalo v spominu, z malo spanca in veliko dela. Toda ko pogledamo rezultat, te ure dela enostavno pozabimo. Zanimivo je, koliko smo imeli dnevnih izzivov, ki smo jih skupaj rešili na neverjetne načine, in to pod velikim pritiskom. Pomembno je tudi samo delovanje v ekipi, ker smo vsi pokrivali svoje področje znanja, se je to izkazalo za zelo uspešen način. Če bi še enkrat moral izbirati člane ekipe, si boljša člana praktično ne bi mogel predstavljati, tako da je bil pomemben tudi timski duh.





► SLIKA 8. Skupinska slika Robocup Rescue RMRC 2019

SKLEP

Stremeti moramo k napredku, ne samo tehnološkemu, ampak tudi kulturnemu, sociološkemu in vrednotnemu. Izobraževalne ustanove so pred velikimi izzivi transformacije edukacijskega procesa v smeri trenutnih trendov razvoja sodobnih tehnologij. V bližnji prihodnosti se bodo posledično razvili poklici, o katerih danes še ne razmišljamo, se pa oblikujejo nove smernice oblikovanja delovnih mest. Izobraževanje bo veliki meri personalizirano in prilagojeno posamezniku. Že danes se zavedamo vseživljenjskega učenja, v timu in individualno, s ciljem razviti nove osebne kompetence, ki prispevajo k učinkovitosti tima. Tako bo tudi vloga učitelja v prihodnosti spremenjena. Učitelj ne bo več samo frontalno aktiven, ampak bo del tima skupaj s slušatelji. V prispevku omenjeni primer timskega dela in razvoja robota kaže v to smer.

Mladi, ki so najbolj pripravljeni za prihodnost, so predstavniki sprememb. Imajo lahko pozitiven vpliv na njihovo okolico, vplivajo na prihodnost, razumejo namere, dejanja in občutke drugih ter predvidijo kratkoročne in dolgoročne posledice tega, kar počnejo. Koncept usposobljenosti pomeni več kot le pridobitev znanja in spretnosti. Vključuje mobilizacijo znanja, spretnosti, vedenja in vrednote za izvajanje zahtevnih nalog. Učenci, pripravljeni za prihodnost, bodo potrebovali široko in specializirano znanje. Jedro bo pridobivanje znanja na temelju razmišljanja zunaj meja, interdisciplinarnosti in vseživljenjsko učenje. Pred učitelji je izziv, kako vpeljati sodobne tehnologije v edukacijski proces za čim bolj učinkovito in pametno učenje posameznikov. Uporabljajo se že tehnologije virtualne resničnosti (VR, angl. Virtual Reality) in povečane resničnosti (AR, angl. Augmented Reality), ki bodo po vsej verjetnosti zelo pomembne tehnologije v edukacijskem procesu. Skupaj z vsemi socialnimi partnerji (MZZŠ, CPI, GZS, Zavod RS za šolstvo idr.) je treba razviti strategijo in zagotoviti vire za omenjeno transformacijo izobraževalnih ustanov v smeri razvoja industrije 4.0. Razpravlja se že o industriji 5.0, zato menim, da je zadnji čas za delovanje v omenjeni smeri.

Dijaki so s svojim odnosom in delom pridobili ogromno znanj in izkušenj. Izkušnje bodo posledično vplivale na njihovo motivacijo, pridobljeno znanje pa bo zelo dober temelj za njihov strokovni razvoj v smeri industrije 4.0. Učitelji bomo omenjeno znanje predajali na naslednje generacije in tako potencirali razvoj in inovativnost za naše skupno dobro. Zahvaliti se moramo vsem, ki so prispevali finančna sredstva ter nam tako omogočili našo neprecenljivo izkušnjo. Zahvala gre tudi vsem sodelavcem, ki so nam pomagali. Posebna zahvala tudi ravnateljici Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije, Simoni Črep, ki nas je skozi celoten projekt podpirala. Poleg tega se zahvaljujemo tudi direktorju ŠC Celje za finančno podporo in razumevanje. S skupnimi močmi nam je uspelo. Sodelujmo in skupaj zmagujmo!

VIRI IN LITERATURA

- Indrasen, P. (2017). How Artificial Intelligence in Impacting Real Life Every day. *International Journal of Advance Research and Development*.
- Mozelius, P., Oberg, L. M. (2017). Play-based learning for programming education in primary school - the Östersund model. Mid Sweden University, Department of Computer and Systems Sciences, Östersund, Sweden.
- Pridobljeno iz spletnega vira: <http://www.ds-rs.si/?q=novice/prihodnost-poklicnega-izobrazevanja-sodelovanje-sole-lokalnega-okolja-delodajalcev-v>, 15. 1. 2019 ob 19.05.
- Veber, M., Glamnik, A. (2012). Robotika. Celje: Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije, Šolski center Celje.
- Perme, T. (2017) Industrija 4.0, Priložnost za energetske učinkovitost. Posvet sekcije za okolje in prostor, Otočec.
- Deloitte (2014). Industry 4.0, Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.
- Vuksanović, D. (2016). Industry 4.0: The future concepts and new visions of factory of the future development. Beograd: Singidunum University.
- OECD (2018), The Future of Education and Skills Education 2030 OECD.
- World economic forum, 2018, *The future of jobs report*.
- Elisabeth, R. B. (2016). The Future of Learning. FranklinCovey Denmark.