

Spodbujanje inovativnosti s pomočjo tehnologije 3D tiska v okviru kliničnih vaj tehniškega izobraževanja

Veronika Šuligoj, Janez Jamšek

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta Ljubljana, Kardeljeva ploščad 16, Ljubljana
E-pošta: veronika.sinigoj@pef.uni-lj.si

Promoting innovativeness by 3D printing technology within engineering education laboratory exercises

Abstract. *At the Faculty of Education in Ljubljana, we execute university level program of elementary teacher program. In addition to acquiring certain technological skills, competences and skills, future elementary teacher should also be encouraged to innovate and develop innovative products. Paper presents a targeted development of a learning model based on the use of three-dimensional modeling and a 3D printing. Within the framework of the exercises we used the model based on a combination of methods of work assignment, problem learning and motivational assignments. The motivational task is targeted at promoting innovative thinking. In the course of the exercises, the students were challenged to create a functional sailboat. They were divided into two groups, the first one was producing a hull at a given sail and a mast, and the other with a sail at a given torso and a mast. From the pre- and post-tests we determine the degree of critical thinking. The students of the first group expressed a 50 % higher level of innovation than the second group. The reason is primarily in 3D modeling software knowledge and thus not being able to achieve aerodynamic sails. The learning model with integration of 3D printing proved to be for 44% more successful in solving ideas.*

1 Uvod

Na Pedagoški fakulteti v Ljubljani v okviru dodiplomskega študijskega programa Razredni pouk (RP) izvajamo predmet Tehnika z didaktiko (3 KT, 15 ur predavanj in 30 ur kliničnih vaj) s katerim pokrivamo tehniške vsebine od prvega do petega razreda osnovne šole. Eden izmed ciljev predmeta je tudi usposabljanje študentov s ključnimi kompetencami v 21. stoletju (digitalna pismenost oziroma informacijska pismenost, kritično razmišljanje, sposobnost komunikacije, sposobnost reševanja problemov, ustvarjalnost in inovativnost), [1]. Kritično razmišljanje omogoča študentu sposobnosti odločanja in reševanja problemov, da lahko analizirajo situacije in delajo ustrezne zaključke [2]. Kot najpomembnejše tehniške sposobnosti so izpostavljene integracija in sinteza znanja, konstruktorstvo in inovativnost [3]. Za ta namen smo nedavno razvili učni model za spodbujanje tehniške inovativnosti pri izvajanju kliničnih vaj (KV) pri predmetu Tehnika z didaktiko (TZD) z namenom

zmožnosti njenega transfera na osnovnošolsko raven [4]. V modelu zajemamo inovativnost, ki jo pojmuje kot bistveno izboljšanje, izpopolnitev ali uvedbo česa novega [5]. Ustvarjalnega razmišljanja se lahko vsak priuči, le ta pa lahko vodi do inovativnosti. Današnji študentje imajo premalo raziskovalno naravnanih, interaktivnih in kolaborativnih učnih izkušenj. Težiti moramo k odvritvi pasivnega učnega okolja, ki po mnogih raziskavah odvrta motivacijo in ne spodbuja sposobnosti za vseživljenjsko učenje. Mnogi avtorji se nagibajo k uporabi problemsko zasnovanega poučevanja. Sposobnost problemskega reševanja problemov, pri študentih, izboljša konstruktorsko razmišljanje. Aktivno vključevanje študentov v učni proces pomaga študentom razviti sposobnosti za samoučenje in pridobivanje globljega in dalj časa obstojnega znanja [3]. Sposobnost konstruiranja je ena izmed najpomembnejših sposobnosti človeka. V tehniškem kontekstu le ta predstavlja transformacijo zaznanih možnosti v inovativen proces ali produkt [6].

Bodoče učitelje RP želimo opremiti z ustreznim in sodobnim tehnološkim znanjem, spretnostmi in sposobnostmi, kritičnim, ustvarjalnim in inovativnim razmišljanjem ter pozitivnim odnosom do tehniških vsebin, da bodo kompetentni za prenašanje znanja in motiviranje učencev za poznejše tehniško naravnane izbirne predmete. Predvsem je pomembno, da se distanciramo od enostavne reprodukcije izdelkov in sledimo produkciji novih, originalnih in uporabnih izdelkov. V prispevku podajamo primer izvedbe razvitega učnega modela na primeru enega izmed tipičnih izdelkov, ki se enostavno reproducirajo na razredni stopnji v osnovni šoli.

2 Metoda

V študijskem letu 2017/2018 smo izvedli klinične vaje (KV) pri predmetu Tehnika z didaktiko po našem že uveljavljene trostopenjskem modelu, ki je podrobno opisan [7]. Na tem mestu samo povzemimo, da je sestavljen iz 3 sklopov (SK). V vsakem sklopu je značilna prevladujoča metoda izvajanja. V SK₁ je delovna naloga, kjer študenti ponovijo in usvojijo znanje, ki ga potrebujejo za uspešno reševanje problema v drugem sklopu. Študenti dobijo natančna navodila, potrebno tehniško dokumentacijo in so pri delu vodeni. Drugi sklop, SK₂, zajema induktivno učno metodo, problemsko učno delo, kjer je študentom podan problem, ki ga rešujejo z obstoječim znanjem in sposobnostmi. SK₃ je nadaljevanje SK₂ s poudarkom na samostojnosti reševanja in usmerjevanju v inovativnost.

V prispevku izhajamo in učnega modela za spodbujanje tehniške inovativnosti ki smo ga nedavno razvili izhajajoč iz trostopenjskega modela. Učni model združuje drugi in tretji sklop trostopenjskega modela, dodaja povratno zanko za zagotavljanje funkcionalnosti produkta, usmerja v inovativnost z izboljševanjem produkta in dodaja se končno evalvacijo za doseganje vzročno-posledičnih relacij (VP). Podrobneje je predstavljen v [4]. V nadaljevanju povzemamo le bistvo modela.

Učni model za spodbujanje inovativnosti je sestavljen iz petih faz (1 - izziv, 2 - znanje, 3 -problem, 4 - inoviraje in 5 - evalviranje) in temelji na različnih učnih metodah in naših prejšnjih ugotovitvah. Učni proces se začne z razumevanjem problema tako, da študentom omogoči izziv z delovno nalogo, 1. faza (izziv). Študenti izdelajo preprost izdelek po danem načrtu, ki je pomemben za področje vsebine. Izhod je kritično mišljenje. Proces aplikacije, analize in vrednotenja se izboljša pri zagotavljanju odgovorov, ki so povezani s posledicami, medtem ko delajo v parih in preizkušajo vnaprej določeno funkcionalnost izdelka. Za razvijanje inovativnosti morajo imeti študenti globlje znanje vsebine. To je zagotovljeno v 2. fazi (znanje). Uporabi se lahko e-učni material. Če študenti že imajo zadovoljivo raven znanja, se lahko faza preskoči. Najdaljša faza je tretja (problem), kjer je izziv iz prve faze stopnjevan na bolj realistično, dejansko in resnično življenje, hkrati pa omejuje dane časovne možnosti. Čeprav temelji na problemsko zasnovani metodi, je prej mešanica induktivnih metod z namenom poudariti tehnološko funkcionalnost in bistvo uporabnosti. Funkcionalnost je zahtevana za minimalno raven rešitve, uporabnost pa za doseganje optimizacijske ravni. To omogoča določanje najboljših rešitev izdelkov in spodbuja inovativne rešitve izdelkov. Metoda, ki se uporablja v tretji fazi, združuje učenje na osnovi izziva (Challenge Based Learning) in učenje na osnovi odkrivanja (Discovery Based Learning). Študenti pridobijo znanje z reševanjem problema na podlagi preteklih izkušenj (faze 1 in 2). Ker problem ni odprt, učenje ne spada pod učenje na osnovi izziva. Nadaljnja uporabljena metoda se lahko obravnava kot mešanica problemsko zasnovanega učenja (PRBL) in projektnega učenja. Študentom omogoča uporabo kritičnega mišljenja, razpoložljivih virov in tehnologije. Vloga učitelja je pomočnik ali mentor. Izhodišče je problem z nejasnimi rešitvami, ki zahtevajo izvirne rešitve študentov. Čeprav študenti aktivno sodelujejo v učnem procesu, ni PRBL, saj se problem ni odprt in študentom ni potrebno preučevati literature in iskati informacije za rešitev problema. Rešitev problema ni teoretična, temveč konkreten izdelek. Metoda tudi ni PJBL, ker je problem v naprej določen in se rešitve problema ne zanašajo na interese študentov [8]. V 3. fazi vsak študent v paru pripravi lastno rešitev za osnutek izdelka, medtem ko se končna rešitev pričakuje kot mešanica obeh osnutkov z močnimi argumenti.

Načrtovanje se mora začeti z določitvijo meril funkcionalnosti. Študenti pridobijo vnaprej pripravljeno funkcionalnost izdelka s korekcijo povratne zanke, dokler ne dosežejo (podfaze 3.2-3.4). Faza se konča s tekmovanjem za določitev najboljše rešitve, ki temelji na ukrepih uporabnosti. Izhodiščna uporabnost je definirana s povečevanjem obremenitve produktne rešitve. Ko je 3. faza zaključena, študenti pridobijo nova znanja iz vseh različnih proizvedenih rešitev. Zaradi enostavnosti rešitev problemskih produktov se pričakuje, da bodo študenti pridobili jasne VP povezave do funkcionalnosti in uporabnosti izdelkov. V 4. fazi (inovacija) je naš cilj, da študenti upoštevajo najboljšo rešitev iz 3. faze, ugotovljene VP v 1. fazi in asimilacijo dodatnih podanih znanj v novo rešitev izdelka, ki je nadgradnja na najboljše rešitve 4. faze. Tako pridobivajo inovativnost. Medtem ko lahko študentje v 3. stopnji prosto testirajo funkcionalnost in uporabijo nov material za izdelavo produktne rešitve, v 4. stopnji, študentje uporabljajo samo dano gradivo in ne preizkušajo svoje funkcionalnosti in uporabnosti - to opravi vodja laboratorijske vaje (zagotavljanje primerljivosti). Zadnja, 5. faza (vrednotenje) je predstavitev inovativnih rešitev, ki se vrednotijo. Razjasnjuje se vsebinske koncepte in odno., okrepi se induktivno sklepanje, ki spodbuja kritično mišljenje. Študente prosimo, da zagotovijo dodatne VP odgovore. Model učenja se konča s smiselnim učenjem.

Za merjenje ravni kritičnega razmišljanja so predlagani pred-test in post-test z vprašanji izbirnega tipa, ki zajemajo višje tri revidirane Bloomove stopnje taksonomije (analizirati, ovrednotiti in ustvariti). Inovativnost študentov je ocenjena s petstopenjsko lestvico, kjer 1 pomeni brez inovativnosti in 5 pomeni zelo inovativno, tabela 1.

Tabela 1: Lestvica ocenjevanja inovativnosti, kjer pomeni 5 najvišjo stopnjo.

Ocena	Opisnik
1	Brez vidnih podobnosti z danimi primeri
2	Povezava s teorijo
3	Ni vidne povezave z danimi primeri in s teorijo
4	Preseganje danega okvira
5	Popolnoma drugačen izdelek, ki znatno presega funkcionalnost

4 Rezultati

KV pri predmetu Tehnika z didaktiko so se izvajale v zimskem semestru študijskega leta 2018/2019, 1 krat tedensko po 2 uri. V okviru KV1 smo izvedli SK₁ in SK₂ trostopenjskega modela. KV1 se je udeležilo 71 študentov od tega 2 moškega spola. V okviru KV2 smo izvedli model za spodbujanje inovativnosti (faze 2-5). Prisotnih je bilo 75 študentov, od tega 2 moškega spola.

V SK₁ so študenti spoznali tehnologijo 3D-tiska (definicijo, princip, namen) in njeno uporabo (gradivo,

modeliranje, tiskanje). V drugem SK₂ so študenti prejeli ustrezno tehniško-tehnološko dokumentacijo za izdelavo preprostih izdelkov (ploskovnega ravnila in makete smreke sestavljene iz dveh delov). Prvega z namenom seznanjanja z izdelovanjem modela osnovnih likov (Google Sketch-up) in drugega za spoznavanje zatičnega spajanja. Za prvi izdelek so študenti prejeli tehnologijo izdelave, ki je obsegala tudi pretvorbo modela v datoteko STL, priklop tiskalnika, nastavitve parametrov tiskanja in pošiljanje v tisk. Za drugi izdelek so prejeli tehniške risbe (delavniško in sestavno) ter opis še nepoznatih funkcij Sketchup-a. SK₁ se je izvajal po strategiji delovne naloge in SK₂ s probnemskim učenjem.

V KV2 smo študente razdelili v dve skupini (S1, S2). Oblika dela je bila v parih. V prvi fazi učnega modela za spodbujanje ustvarjalnosti so študenti iz S1 dobili jambor (bukova palica premera 3 mm) in jadro iz polivinilacetatne folije v velikosti (40 x 60) mm. Njihova problemska naloga je zajemala izdelavo trupa jadrnice. Študenti iz S2 so dobili trup jadrnice iz ekspaniranega polistirena v velikosti (50 x 100 x 20) mm in jambor iz bukove palice (φ3 mm). Njihova problemska naloga je bila izdelati jadro in krmilo. Podan je bil funkcionalni pogoj. Neobremenjena jadrnica naj naravnost prepluje razdaljo 50 cm v 5 sekundah pri konstantnem simuliranem vetru. Uporabnost je bila določena z obremenitvijo jadrnice. Jadrnica, ki je v najkrajšem času in s čim težjim bremenom, naravnost preplula razdaljo 50 cm je bila zmagovalna.

Pred-/post-testa sta bila izdelana v prosto dostopni aplikaciji Google Forms. KV1 je zajemala štiri testne postavke, KV2 pa šest testnih postavk izbirnega tipa. Naloge so ciljale na višje taksonomske stopnje, v področju kritičnega mišljenja in konceptualnega/proceduralnega znanja. Vsak odgovor postavk se je točkoval z eno točko. V tabeli 1 so predstavljeni rezultati pred- in post-testa za KV1. V stolpcu RBT so podane taksonomske stopnje (TS) nalog, proces (1-6) in znanje (A-D). Podano je povprečno število doseženih točk in prirastek znanja v odstotkih za posamezno nalogo. Iz podanih rezultatov lahko vidimo, da so imeli študenti pred izvedbo nizko znanje o uporabljeni tehnologiji 3D tiska. Razlika pred in post testa pa pokaže, da čeprav so vajo uspešno izvedli, da se jim znanje o uporabljeni tehnologiji zmanjšalo. S testnimi postavkami smo ugotavljali, ali bodo znali ustvarjen model predmeta pravilno narisati (zaključene ploskve), ali bodo izbrali najbolj primerno orientacijo tiskanja, ali bodo sposobni prepoznavanja in odpravljanja napak 3D tiskanja, itd. Obvladovanje tehnologije izdelovanja je ključno za sledeče KV2. Pred KV2 so študenti dobili pravilne odgovore s pojasnilom.

Tabela 2 prikazuje rezultate pred-testov pri tjetjem sklopu, ki se je izvajal po učnem modelu, slika 1. Vseh 6 postavk je bilo v povezavi z ugotavljanjem vzročno posledičnih relacij. Za tiste, za katere so imeli v predtestu najmanj znanja so v pos-testu najbolj napredovali (5 od 6 nalog). Najlažše so rešili 1. nalogo, ki so ju v pred-testu rešili najbolj uspešno, vendar pa relacije še vedno niso znali pravilno utemeljiti. V KV2 so študentje skladno z učnim modelom za spodbujanje inovativnosti najprej izdelali osnutek izdelka.

Tabela 2. Povprečno število doseženih točk na testih KV1 (SK₁, SK₂), za pred (T₁)- in post-test (T₂), kjer \bar{x} pomeni aritmetično sredino in s_x standardni odklon. Cronbach $\alpha = 0,61$.

Št.	RBT	T ₁ : \bar{x} /%(s_x)	T ₂ : \bar{x} /%(s_x)	T ₂ -T ₁ /%
1.1	4C	46,48 (0,50)	42,25 (0,49)	-4,23
1.2		42,25 (0,49)	39,44 (0,49)	-2,81
2.1	4B	7,04 (0,26)	7,04 (0,26)	0,00
2.2		2,82 (0,17)	4,23 (0,20)	1,41
3.1	4B	1,41 (0,12)	1,41 (0,12)	0,00
3.2		9,86 (0,30)	7,04 (0,26)	-2,82
4.1	3C	25,35 (0,44)	21,13 (0,41)	-4,22

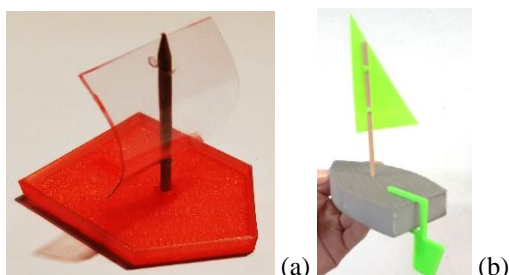
Tabela 3. Povprečno število doseženih točk na testih KV2 za pred (T₁)- in post-test (T₂), kjer \bar{x} pomeni aritmetično sredino in s_x standardni odklon. Cronbach $\alpha = 0,55$.

Št.	RBT	T ₁ : \bar{x} /%(s_x)	T ₂ : \bar{x} /%(s_x)	T ₂ -T ₁ /%
1.1	4B	53,52 (0,50)	50,67 (0,50)	-2,85
1.2		40,85 (0,49)	38,67 (0,49)	-2,18
2.1	4B	85,92 (0,35)	85,33 (0,36)	-0,59
2.2		67,61 (0,47)	72,00 (0,45)	4,39
3.1	3C	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00
4.1	5B	49,30 (0,50)	53,33 (0,50)	4,03
4.2		43,66 (0,50)	48,00 (0,50)	4,34
5.1	5B	46,48 (0,50)	61,33 (0,49)	14,85
5.2		50,70 (0,50)	62,67 (0,49)	11,97
6.1	3C	40,85 (0,49)	46,67 (0,50)	5,82

Tabela 4. Rezultati tekmovanja v 4. fazi 4 učnega modela za spodbujanje inovativnosti za pare S1 in S2, ki so dosegli zadane pogoje funkcionalnosti, kjer pomeni I - dosežena stopnja inovativnosti.

S1			S2		
Par	Čas plovbe /s (brema /g)	I	Par	Čas plovbe /s (brema /g)	I
1	2,84 (10)	5	1	1,85 (10)	2
2	2,67 (5)	5	2	2,31 (10)	2
3	2,88 (1)	4	3	2,37 (10)	2
4	2,89 (1)	2	4	2,54 (10)	2
5	3,50 (1)	3	5	2,95 (10)	2
6	3,85 (1)	4	6	3,09 (10)	2
7	3,90 (1)	4	7	3,10 (20)	4
8	4,01 (1)	4	8	3,50 (10)	2
9	4,49 (1)	1	9	3,73 (10)	2
10	4,58 (1)	2	10	4,17 (10)	2
11	4,84 (1)	3	11	5,05 (10)	2
12	5,00 (1)	2	12	5,25 (10)	2

Obe skupini S1, S2 sta morali izdelati manjkajoče dele jadrnice in pri tem upoštevati že podane dele (tehniško in fizikalno). S1 je bila osredotočena na izdelavo trupa jadrnice ob upoštevanju izhodišč jamborja in jadra. Na sliki 1 je prikazan osnutek trupa in trup izdelan s pomočjo 3D tiskanja. S2 je bila osredotočena na izdelavo jadra ob danem trupu in jamborju. V obeh skupinah so lahko sposobnejši pari samostojno zasnovali tudi že dane sestavne dele. Z vprašanji v predtestu so bili usmerjeni v določanje parametrov, ki bistveno vplivajo na funkcionalnost jadrnice.



Slika 1. Primeri izdelkov študentov na KV2 izdelani s pomočjo 3D tiskanja. (a) S1: trup in (b) S2: jadro in krmilo.

V tabeli 4 so predstavljeni rezultati obeh skupin S1 in S2. S2 je imela že izdelano jadro in jambor. Izdelati so morali trup jadrnice in pri tem upoštevati velikost jadra. Najpogosteje so se opirali na teorijo in izhajali iz poznane oblike trupa jadrnice. Upoštevali so tudi debelino trupa zaradi ugreza jadrnice. Večina izdelanih jadrnic je bila funkcionalnih in uporabnih. V tabeli 4 so prikazani samo pari, ki so zadostili pogojem funkcionalnosti in hkrati prestali tekmovalno fazo 4.2 učnega modela [9]. Trem parom ni uspelo zadostiti zahtevane funkcionalnosti in trije pari niso bili uspešni v nadaljevanju pri obremenitvenem testu jadrnic. Nefunkcionalne jadrnice so se potopile ali pa so se med plovbo vrtele (napačna postavitev jambora). Iz tabele je nazorno, da so pari, ki so izkazovali najvišjo stopnjo inovativnosti (boljša hidrodinamika trupa, upoštevanje ugreza, pozicioniranja jamborja, izdelava krmila), so dosegli tudi najhitrejšo čase plovbe in največje obremenjenosti plovil (10 g).

S1 je imela že izdelan trup in jambor. Izdelati so morali jadro jadrnice in pri tem upoštevati velikost in maso trupa. V največ primerih so se opirali na teoretično ozadje in izhajali iz splošno poznanih oblik jadra: prevladujoča trikotna oblika ali pa ukrivljena pravokotna/kvadratna oblika. Pri izdelavi jadra so upoštevali površino jadra. Le ena izdelana jadrnica ni bila funkcionalna. Pri obremenitvi jadrnice je izpadla še ena jadrnica, za preostale pa so rezultati podani v tabeli 4. Nefunkcionalni jadrnici sta imeli premajhno ali preveliko jadro. Povprečna stopnja ocenjene inovativnosti, 2,17, v primeru S2 je nižja kakor za S1, 3,25. Najbolj inovativna jadrnica iz S2 dosega hkrati tudi najvišje obremenitve, kakor v primeru S1. Nižjo raven inovativnosti S2 lahko pripisujemo zlasti neznanju izdelovanja modelov jader, ki presegajo osnovne oblike in bi dosegala še aerodinamično obliko.

5 Zaključki

Iz rezultatov lahko sklepamo, da študenti lažje razvijajo kritično mišljenje na konkretnem primeru kakor na teoretični osnovi. Pri izvajanju KV z strategijo delovne naloge se študenti osredotočajo na produkt. Kljub usmerjevanju študentov v ugotavljanje relacijskih odvisnosti v povezavi s funkcionalnostjo s pred-testi, ki jih izvajamo v okviru vseh KV v večini primerov

izhajajo iz svojega obstoječega znanja, kjer se izraža tehniško neznanje. Zato ne odpravijo napačno osvojenih konceptov in ne povezujejo vzročno-posledičnih relacij s funkcionalnostjo izdelka, zgolj oblikovno. To se odraži v znižanju znanja na post-testu.

Učni model za spodbujanje inovativnosti smo prvič izvedli v okviru KV v študijskem letu 2017/2018 na izdelku letala. Pri omejenem papirnem gradivu in omejenih tehnoloških postopkih pregibanja, rezanja in lepljenja, so omejene tudi možnosti rešitev, še zlasti glede upoštevanja aerodinamičnih oblik. Z uporabo tehnologije 3D tiskanja smo ciljali na odpravo omejitev možnih rešitev, saj lahko s 3D tehnologijo časovno zelo enostavno in učinkovito izdelamo rešitve najbližje izvornim zamislim. Pri izdelovanju trupa so imeli študenti bistveno večji razpon idejnih rešitev, ki so jih večinoma tudi uspešno prenesli v 3D model. Rešitve so zajemale odprte/zaprte trupe, volumen in obliko (tudi upoštevanje hidrodinamike). V primeru skupine S2, ki je izdelovala jadro, so imeli težave zaradi pomanjkanja znanja modeliranja v Sketchup-u. Izdelovali so osnovne oblike jadr kot trikotno, pravokotno in kvadratno. Stopnja ocenjene inovativnosti pri S2 je bila zato za 50 % nižja kakor pri S1. Glede na prvo izvedbo učnega modela [9] kjer so bili študenti nagnjeni k iskanju trivialnih, neinovativnih rešitev, ki so zadostile le zadanemu problemskemu, se je učni model izkazal za 44 % bolj uspešnega. Kot ključno v učnem modelu za spodbujanje inovativnosti se je izkazala uporaba 3D tehnologije in dobro pripravljeno e-gradivo za dopolnjevanje potrebnega strokovnega znanja.

Literatura

- [1] D. M. Gut, V. G. Wan, Integrating 21st century skills into the curr., *Bringing schools into the 21st Century*, Springer, New York, str. 137–157, 2011.
- [2] R. Stobaugh. *Assessing Critical Thinking in Middle and High Schools*. New York, Taylor and Francis, 2013.
- [3] L. Liebenberg, E. H. Mathews. Integrating innovation skills in and introductory engineering design-build course. *Int J Technol Des Educ*, 22, p. 93–113, 2012.
- [4] V. Šinigoj, J. Jamšek. Learning model for developing critical thinking and encouraging innovativeness in engineering education by problem based learning, V: *Zbornik ERK 2018, 17. – 18. september 2018, Portorož, Slovenija*, B. Zajc, ur., A. Trost, ur., Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, str. 449–452, 2018.
- [5] M. A. Runco. *Creativity. Theories and Themes: Research, Development, and Practice*, Oxford, Elsevier, 2014.
- [6] S. Zajc in F. Florjančič. *Gradivo: Naravoslovje in tehnika 5*, Limbuš, Izotech, 2005.
- [7] V. Šinigoj, J. Jamšek. Spodbujanje inovativnosti v okviru kliničnih vaj tehniškega izobraževanja, V: *Zbornik ERK 2017, 25. – 26. september 2018, Portorož, Slovenija*, B. Zajc, ur., A. Trost, ur., Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, str. 555–558, 2017.
- [8] B. Aberšek. *Did. tehniškega izobraževanja med teorijo in prakso*, Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2012.