

Sodobne učne strategije in tehnologije: lažna obrnjena učilnica s poizvedovalnim učenjem in 3D tiskom

Špela Kosec, Tanja Rozman, Janez Jamšek

Oddelek za fiziko in tehniko, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Kardeljeva pl. 16, 1000 Ljubljana
E-pošta: janez.jamsek@pef.uni-lj.si

Contemporary learning methods and technologies: faux-flipped classroom by inquiry based learning and 3D printing

Abstract. Paper presents the faux-flipped classroom by inquiry-based learning in a simple and straight forward practical example of technology activity day in the 7th primary school grade. It is a distance learning method starter that develops student's independent learning skills and aims to higher taxonomic levels of knowledge. Blended learning method, i.e., flipped learning is executed in a classroom to surpass information-communication issues. E-learning material was prepared along with the working sheets to preserve sufficient understanding of learning material. Inductive active inquiry learning was used to engage students in problem solving. Functional propeller-driven vehicle was used to engage students. For the crucial part, axle brackets, students were directed to use contemporary technology, 3D printing to make model and print it. 3D printing was used intentional to direct students toward production rather than reproduction. New technology proved to be highly motivational and enabled all students to be problem solving successful and generic. By using pre-tests and post-tests we monitored students' progress. The method used proved to engage high order taxonomic levels very efficiently (up to 40 %). Our main aim is to motive and encourage technology teachers, regardless the education level, to use contemporary approaches for teaching/learning.

1 Uvod

Najbolj znana in najstarejša metoda učenja/poučevanja je tradicionalni pouk. Pouk poteka v učilnicah, kjer imamo prostorske in časovne omejitve. Kot rešitev se je ob začetku 20. stoletja razvila metoda učenja na daljavo – dopisno izobraževanje (1892, W. R. Harper, Univerza v Chicagu). Pri tem so udeleženci študirali preko poštnega dopisovanja. Prvi poskusi izobraževanja na daljavo so se pojavili na polovici 20. stoletja, ko v Veliki Britaniji ustanovijo prvo »odprto univerzo« (Open University). Ta svoje programe izvaja izključno na daljavo, izobraževanje pa temelji na posnetkih predavanj, ki jih predvajata BBCjeva televizija in radio [1]. Z razvojem in širjenjem interneta so učni materiali prešli na splet. Nova tehnika učenja je bila poimenovana e-učenje/e-izobraževanje. E-učenje ponuja udeležencem samostojno učenje in poteka z uporabo elektronskih medijev in IKT. Udeleženec in učitelj sta krajevno in

časovno ločena, vendar med njima obstaja komunikacija [1, 2]. Kljub začetni uspešnosti metode e-izobraževanja, se je izkazalo, da predavanja niso dovolj zanimiva in udeležencev ne motivirajo. Prihodnost e-učenja je v kombiniranem učenju (KU) [2].

Enotnega dogovora o definiciji KU še ni. KU določajo tri temeljna izhodišča: kombinacija učnih modalitet, kombinacija učnih metod in kombinacija različnih načinov e-učenja in tradicionalnega učenja [2, 3]. Bonk in Graham sta zapisala delovno definicijo KU [2]: »Sistemi kombiniranega učenja združujejo tradicionalni pouk z elementi e-izobraževanja.«. Poznamo več modelov KU. Najpogostejše uporabljeni po H. Staker so [4]: iz oči v oči (face to face), rotacijski model (rotation model), prilagodljiv model (flex model), spletni laboratorij (web lab), samostojno kombiniranje (self-blend) in spletni voznik (online driver). KU se najhitreje uveljavlja na visokošolskem nivoju izobraževanja, kjer ga je najenostavnejše vpeljati. Nižje kot gremo po vertikali izobraževanja, bolj dovršena mora biti njegova vpeljava, da nam zagotovi uspeh. Trend motivacije učencev/dijakov/študentov je v upadanju zlasti zaradi ustaljenega, tradicionalnega, podajanja znanja na zalogo, ki je, nižje kot gremo po vertikali, bolj široko je dostopno na svetovnem spletu.

V prispevku se osredotočamo na KU in model obrnjenega učenja na osnovnošolski ravni ciljno za tehniški dan v 7. razredu. Uporabljena je model lažne obrnjene učilnice, ki za razliko od obrnjene učilnice izvaja fazo samostojnega učenja z informacijsko-komunikacijsko tehnologijo (IKT) v učilnici in ne doma. Zaradi visoke stopnje možnosti transferja na drugo ciljno skupino in nujnosti izvajanja (pandemija) in uvajanja učenja na daljavo je namen prispevka motivacijski za aplikacijo KU v učni proces na celotni tehniški vertikali izobraževanja.

2 Metoda obrnjenega učenja z učnim modelom poizvedovalnega učenja

Metoda obrnjenega učenja (flipped classroom) je ena izmed metod rotacijskega modela [4]. Rotacijski model je definiran kot pouk, pri katerem učenci rotirajo iz ene učne modalitete v drugo, od katerih je vsaj ena spletno učenje. Rotacije so v pouk vključene že več let, vključitev komponente spletnega učenja v rotacijski model pa omogoči, da je rotacijski model postal eden izmed modelov KU [4].

Pri obrnjenem učenju je bistvo samostojna obravnava učne vsebine s spletnim gradivom, običajno doma. V kolikor to ni mogoče, se poslužimo metode

lažne učilnice. Pri tem modelu učenci snov, ki bi jo pri klasičnem obrnjenem učenju predelali doma, predelajo v učilnici, vendar so pri delu samostojni. Uporabljajo v naprej pripravljeno spletno gradivo ali drugo e-gradivo, ki ga pogledajo na računalnikih. Gradivo pred tem pripravi učitelj, ki med izvedbo lažne učilnice učence le opazuje in usmerja. Za večji učinek lahko spletni ogled predavanj izvedemo v računalniški učilnici, ki bo v tem primeru lažna učilnica, praktično delo pa v delavnici.

Metoda obrnjenega učenja učitelju omogoča, da čas pouka uporabi učinkovito in s tem zagotovi premostitev in okrepitev področij, v katerih je znanje učencev pomanjkljivo. Tak pristop je zelo pomemben, saj učenci prenehajo biti le pasivni poslušalci in postanejo aktivno vključeni v učenje [3, 4]. Raziskave kažejo, da pozornost učencev po prvih 10 minutah pouka znatno upada. Čeprav se pozornost učencev v zadnjih nekaj minutah pouka vrne, si zapomnijo le 20 % vsebine, ki je bila predstavljena v času pouka. Pouk, pri katerem so učenci aktivni, povečuje učne rezultate učencev ter izboljša njihovo motivacijo in celo odnos do predmeta, pouka in učenja, spodbuja razmišljanje in znanje na višjih taksonomskih stopnjah, reševanje problemov, kritično razmišljanje, hkrati pa zagotavlja povratno informacijo tako učencu kot učitelju [5]. Pri metodi obrnjenega učenja je učenje osredotočeno na učenca. Učenec nosi odgovornost, da pride k pouku z osnovnim razumevanjem e-gradiv, ki je potrebno, da lahko sodeluje pri pouku. Pridobljeni čas lahko učitelj porabi za učenje, ki je čim bolj osredotočeno (aktivno) na učenca, kot so projektno, problemsko, poizvedovalno učenje (PU), učenje z odkrivanjem, ... [5-7].

Za aktivni del obrnjenega učenja izhajamo iz PU. Izbrana strategija je priporočena za uvajanje učencev v induktivne oblike dela [7]. Navajamo jih na znanstveno metodo dela, raziskovanje in jim omogočimo samostojno (nad)gradnjo znanja. Informacije z vpeljevanjem IKT v šolski prostor postajajo dostopnejše učencem. Računalniki omogočajo učencem lažje, samostojnejše iskanje informacij in hkrati lažji nadzor učitelja nad njihovim delom. Proces učenja je strukturiran po fazah, ki imajo poudarek na metodologiji znanstvenega raziskovanja [8]. Izmed številnih učnih učnih modelov PU smo izbrali model 5E, ki se je izkazal za uspešnega tekom izvajanja pedagoške prakse za bodoče učitelje tehnike na Pedagoški fakulteti v Ljubljani. Model 5E zajema faze [9]: vključitev, odkrivanje, pojasnjevanje, izdelovanje in evalviranje. V raziskavah [8], so dokazali, da PU pozitivno vpliva na zmožnost predvidevanja in preizkušanja rešitev problema. S kritičnim mišljenjem učenci vrednotijo ideje, iščejo vzročno posledične povezave in v skladu z rezultati popravijo svoje rešitve. Njihova identifikacija problema je hitrejša, prav tako postavljanje hipotez in načrtovanje poskusov za preizkus rešitev.

3 Primer lažne obrnjene učilnice

Kombinirano učenje z metodo lažne obrnjene učilnice (LOU) z integriranim učnim modelom 5E PU na stopnji strukturiranega vodenja podajamo na primeru izvedbe tehniškega dne za učence 7. razredov osnovne šole.

Učna priprava za izvedbo tehniškega dneva temelji na dvanajstih učnih ciljih (I1-12). Učenec: I1: našteje sestavne dele 3D tiskalnika; I2: pozna delovanje 3D tiskalnika; I3: spozna delovni prostor programa Sketch up; I4: izdelava tehnološki list; I5: nariše shemo električnega vezja; I6: pravilno in varno izvaja postopek lotanja; I7: v programu SketchUp nariše model nosilca za kolesa; I8: izdelava sestavne dele vozila in jih sestavi v vozilo; I9: v hitrostni dirki preizkusi funkcionalnost in uporabnost vozila; I10: ugotovi, da so lažja vozila hitrejša; I11: analizira, kako popraviti nefunkcionalno vozilo; I12: napiše seznam izboljšav. Vrednotenje I ciljev, po revidirani Bloomovi taksonomski lestvici (RBT), je prikazano tabeli 1. V krepkem so navedeni I cilji, ki so zastavljeni, da jih učenci dosežejo doma. Ti cilji so nižjih RBT (1,2). Cilji, ki jih dosežejo učenci v šoli, so nastavljeni ciljno z izbrano induktivno metodo in posegajo po višjih RBT (3-6).

V prvem delu LOU, ki je vezan na cilje I1-3, se je tehniški dan izvajal tako, da so učenci v dvojicah ogledali e-gradivo na temo električnega kroga in umetnih snovi. Po ogledu so rešili delovne liste, preko katerih so bili vodeni v samostojno ponovitev vsebin. Prvi del LOU se je končal s preverjanjem rešitev na delovnih listih. Večino vprašanj so učenci pravilno rešili. Nerazumevanje smo zasledili pri risanju električnega kroga. Slednjega učenci še niso obravnavali v sklopu elektrike pri pouku Tehnike in tehnologije Tematika jim je poznana iz vsebin predhodnega predmeta Naravoslovje in tehnika.

V drugem delu LOU je tehniški dan potekal po modelu PU 5E (faze 1-5). Model 5E je moderna metoda poučevanja pri kateri učenci usvajajo novo znanje z izkušnjami. V prvi fazi, **vključitev**, je bila učencem podana problemska naloga kot izhodiščna motivacija učencev – nefunkcionalno vozilo na propeler. Izdelki vozil so zelo priljubljeni izdelki v okviru obveznega osnovnošolskega predmeta Tehnika in tehnologija. Večina vozil je tipskih primerov izdelkov brez ažuriranja na sedanost, da bi lahko vzdrževala motivacijo učencev. Prav slednje je bilo ciljno pri

Tabela 1. Preglednica učnih ciljev razvrščenih po RBT, kjer pomenijo P- pomnjenje, R - razumevanje, Up- uporaba, A- analiza, E- evalvacija, Us- ustvarjanje, Fa - faktografsko, Ko - konceptualno in Pr - proceduralno. V krepkem so označeni učni cilji, ki jih učenci dosežejo doma.

Znanje/ proces	1 - P	2 - R	3 - Up	4 - A	5 - E	6 - Us
A - Fa	I1	I2, I3				A6
B - Ko			I5	I11	I9, I10	
C - Pr			I4, I6, I7, I8			

razvijanju modela vozila kot sredstva za doseganje učnih ciljev. Vozilo na propeler, gnan z enosmernim elektromotorjem na baterije, je bil ciljno razvit za aplikacijo v problemsko izhodišče PU kot aktivni delobrnjenega učenja. S pomočjo metode pogovora so bili učenci usmerjeni v razumevanje, kaj sploh je problem in kakšna je njihova naloga - povrniti osnovno funkcijo vozila (vožnja naravnost) in izboljšati vozilo v razpoložljivem času. Učenci so ugotovili, da lahko nosilce natisnejo s pomočjo 3D tiskalnika. V tej fazi smo z učenci skupaj določili še kriterije, ki jih je smiselno in potrebno upoštevati pri izdelavi vozila.

V drugi fazi, **odkrivanje**, smo učence razdelili v 6. skupin s po tremi člani (omejitev v št. 3D tiskalnikov). Vsaka skupina je najprej pogledala e-gradivo na temo 3D tiskalnika z namenom dopolnjevanja zaznane potrebe po novem znanju. Za večjo strukturiranost novega znanja so tekom ogleda e-gradiva izpolnjevali še delovni list. Pridobljeno znanje so uporabili in samostojno po tiskanih navodilih izdelali model enostavnega ravnila in ga natisnili. Nekateri učenci so potrebovali veliko dodatnega usmerjanja in pomoči. Največ težav so jim povzročale različne verzije SketchUp-a (nekateri računalniki so bili posodobljeni). Na koncu faze so učenci dobili tehniško dokumentacijo vozila. Le to so ustrezno popravili na mestih, kjer so načrtovali izboljšave vozila. Svoj nosilec za kolesa so podali v obliki osnutka z okvirnimi dimenzijami.

Tretja faza, **pojasnitev**, je predvidevala predstavitev sprememb/izboljšav načrtovanih vozil sošolcem. Zaradi nastalih težav v 2. fazi in s tem preseganja predvidenega časovnega okvirja, je bila izvedena reducirana oblika predstavitev učencev (le učiteljem).

V četrti fazi, **izdelovanje**, je bilo načrtovano izdelovanje tehnoloških in operacijskih listov za določitev izvajanja tehnoloških postopkov v delavnici in porazdelitve dela v skupini. Učenci so izdelali le okrnjeno verzijo listov. Za varno in pravilno delo je bilo zato potrebno sprotno opozarjanje. Skupine so si porazdelile delo tako, da je večina učencev izdelovala sestavne dele vozila v delavnici in le en učenec je izdeloval model nosilca. Ker sva tehniški dan izvajali dve študentki, je vsaka nadzirala eno skupino učencev. Nekateri sestavne dele vozila kot so kolesa, podstavki in cev so učenci dobili že izdelane.

Vse skupine so naredile manjše vozilo, v primerjavi s prikazanim, pri čemer so upoštevali hipotezo, da je lažje vozilo hitrejša. Dve (od 6) skupin sta izdelali po obliki precej drugačno vozilo. Eno je imelo štiri kolesa, ostala po tri, kot vzorčno vozilo. Največ težav so imeli učenci pri izdelovanju modela nosilca. Pri delu v delavnici, smo zaradi težav z delovanjem spajkalnika učence razbremenili spajkanja vodnikov na elektromotor in stikalo.

Zadnja, peta faza, **evalvacija**, je obsegala tekmovanje izdelanih vozil. Vsaka skupina je svoje vozilo vrednotila in podala možne izboljšave. Pred tekmovanjem so učenci preizkusili funkcionalnost vozil in jih popravljali do te mere, da so jo zagotovili. S tekmovanjem, nad katerim so bili učenci navdušeni, so ugotovili, da so med vozili razlike. Tekmovanje je bilo

Tabela 2. Povprečno število doseženih točk na pred (T_1)- in post-testu (T_2), kjer pomeni P- postavka, RBT - revidirana Bloomova taksonomska lestvica, $\bar{x}$ - aritmetična sredina in s_x - standardni odklon.

P	RBT	$T_1: \bar{x} (s_x)$	$T_2: \bar{x} (s_x)$	$T_2-T_1/\%$
1	2A	55,6 (51,1)	70,6 (45,0)	15,0
2	1A	61,0 (50,2)	70,6 (45,0)	9,5
3	2B	27,8 (46,1)	58,8 (50,7)	31,1
4	2A	58,3 (42,9)	61,8 (21,9)	3,4
5	1B	63,9 (33,5)	73,5 (31,2)	9,6
6	4A	30,6 (25,1)	70,6 (30,9)	40,0
7	3B	38,9 (36,6)	52,9 (27,8)	14,1

na izločanje. Vozila smo naključno razdelili v dve skupini s po tremi vozili. Zmagovalca obeh skupin sta se pomerila v finalu. Podajanje možnih izboljšav smo skrčili na verbalno poročanje skupin. Pred zaključkom tehniškega dneva smo izkoristili čas še za izvedbo post-testa. Pred-test smo izvedli pred začetkom LOU.

Pred-/post testa sta zajemala sedem postavk izbirnega tipa. Postavke so ciljale na nižje RBT stopnje v področju faktografskega in konceptualnega znanja, tabela 2. Postavke pokrivajo zlasti zastavljene I cilje, ki jih učenci ne dosežejo s praktičnim delom. Nanašajo se na uporabljenovo tehnologijo 3D tiskanja. Postavki 6 in 7 ugotavljata v kakšni meri se učencem poveča stopnja razumevanja funkcionalnosti in uporabnosti izdelanih vozil na podlagi aktivne praktične izkušnje, zato sta zastavljeni višje po RBT. Postavke (P) 4-7 so imele 2 pravilna odgovora, zato so bile točkovane z 2. točkami, preostale pa z 1.

Na predtest, ki so ga učenci reševali pred pričetkom tehniškega dneva, je odgovarjalo 18 učencev. Na posttest, po izvedbi tehniškega dneva, jih je odgovarjalo 17. Iz rezultatov predtesta lahko razberemo, da so učenci že bili seznanjeni s 3D tiskom. Najslabše so odgovarjali na 6. (31 %) in 7. postavko (39 %), ki sta višjih taksonomskih stopenj ter postavko 3 (28 %), ki se nanaša na vzrok za uporabo 3D tiskanja. V povprečju so dosegli učenci na predtestu 48 % vseh možnih točk. Posttest rešujejo učenci bolje pri vseh postavkah. Največji prirast znanja izkazujejo učenci pri dveh najslabše reševanih postavkah (3 in 6) na predtestu. Procentualni delež razlike teh dveh postavk med post in predtestom je kar 31 % oziroma 40 %. V povprečju so dosegli učenci na posttestu 66 % vseh možnih točk, kar je za 18 % bolje kakor na predtestu.

4 Diskusija

Z izvedbo tehniškega dneva po principu induktivnih metod (LOU, PU) ter uporabo nove tehnologije smo ugotovili, da imajo učenci veliko interesa pri preizkušanju nečesa novega, v tem primeru tehnologije 3D tiska. Kot slaba stran se je izkazala potratnost časa. Induktivne metode zahtevajo precej več časa kot običajne tradicionalne metode poučevanja. Po drugi strani se je izkazalo, da so učenci usvojili precej novega znanja, kar zagovarjajo rezultati pred/post-testov. Ogled e-gradiva v dvojicah v učilnici, namesto posamezno in

Tabela 3: Informacije o nosilcih po skupinah, kjer pomenijo, S- skupina, ČT - čas tiskanja, STP - stopnja pomoči pri modeliranju (1- brez pomoči, 2 usmerjevalna, 3 - obsežna)

S	ČT /min	Primernost: 1-zadostna, 2- dobra, 3- odlična, 4- izvirna	STP
1	120	1; zmanjšati debelino nosilca	3
2	10	3; hitro tiskanje, majhna masa.	2
3	2	3; hitro tiskanje, majhna masa.	1
4	45	2-4; počasno tiskanje.	1
5	20	2; hitro tiskanje, poznana rešitev.	2
6	90	1; zmanjšati debelino nosilca	3

doma, je bilo glede na reševanje delovnih listov zelo uspešno.

Ključna faza tehniškega dneva je bila v 2. delu LOU, četrta fazi PU. Vse skupine so uspešno zasnovala nosilec za kolesa in upoštevala kriterije. Nosilce so si učenci zamislili sami. Nobena rešitev nosilca ni bila identična rešitvi druge skupine. Nekaj rešitev si je bilo podobnih med seboj (1 - 6 in 2 - 3). Rešitev prve in šeste skupine je bil kvader z izvrtino za os v širini podvozja. Rešitev 2. in 3. skupine sta bili dve ožji kocki oziroma kvadra. Skupina 4 si je zamislila pol valj z izvrtino. Rešitev skupine 5 je bila najbližje prevedeni in nakazani rešitvi z vzorčnim vozilom - L profil. V tabeli 3 so vrednoteni nosilci po časovni racionalnosti, primernosti in samostojnosti učencev pri izdelavi modela nosilca in tiskanju, kjer najbolj izstopa skupina 3.

Vse skupine so po uspešno sestavljenih vozilih ugotovile, da vozila še niso funkcionalna. Vozilo ene skupine je viselo preveč naprej (težišče), pri drugem so bili nosilci premajhni (trenje), pri tretji so se kolesa zatikala ob podvozje (nenatančna namestitve)... V kratkem preostalem času do tekmovanja je prišlo do opaznega dviga sodelovanja, spodbujanja in pomoči, da bi dosegli funkcionalnost vozila. Po nekaj neuspešnih popravkih so skupine hitro konvergirale proti pravim rešitvam. Manjše nenatančnosti so reševali z brušenjem, med nosilec in kolo so dodali distančnik... Nekateri učenci pa so ideje za rešitve iskali pri vzorčnem vozilu.

V fazi evalvacije, na tekmovanju, se je v načrtovanju najbolj zavzeta skupina 1, uvrstila tudi v finale. Skupina 5 je imela najbolj izvirno rešitev. Imeli so eno kolo več (4 kolesa), podvozje so integrirali z nosilcem za elektromotor in vpeli propeler na svojsten način, vendar ob hkratni omejitvi pretoka zraka in s tem znižali uporabnost vozila. V finalu sta bili vozili skupin, ki odražata najvišjo in najnižjo stopnjo pomoči (1, 3), tabela 3, kjer je bila zmagovalna skupina 3.

5 Sklep

Uporaba metode lažne obrnjene učilnice kot modela obrnjenega učenja s strategijo poizvedovalnega učenja se je izkazala za zelo uspešno. Motiviranost učencev je bila zelo visoka in kljub večurni izvedbi konstantna. Problemsko izhodišče je bilo strukturirano kot tudi stopnja vodenja poizvedovalnega učenja, kar se je

izkazalo za ključno odločitev. Posledično smo dosegli, da so bili vsi učenci uspešni pri reševanju osrednjega problema z izdelkom kot sredstvom za doseg učnih ciljev. S spodbujanjem učencev v razumevanje bistvenih parametrov, ki vplivajo na funkcionalnost vozila, smo dosegli, da so bili motivirani v preseganje za tehniko obvezne funkcionalnosti. Uporaba sodobnih tehnologij (3D tisk) je visoko motivacijska, vendar se motivacija lahko zelo hitro obrne ob pojavljanju težav pri uporabi tehnologije (izgubljanje povezave s programskim orodjem, 3D tiskalnikom, lomljenje filamenta...). Vpeljava tekmovanja med različnimi rešitvami jih je dodatno spodbudila k lastnim in izvirnim rešitvam ter odpravljanju številnih tekočih težav pri doseganju in preseganju funkcionalnosti izdelka. Iz rezultatov izstopa najvišji napredek v znanju učencev, kjer smo predvideli, da bodo najšibkejši - razumevanje parametrov vpliva na funkcionalnost. S podanim primerom KU želimo spodbuditi učitelje v vpeljevanje učencev/dijakov/študentov v oblike učenja na daljavo. Prilagoditve tekom izvajanja, ki jih ne moremo predvideti, so žal neobhodne, vendar kljub temu ob višji stopnji vodenja metoda zagotavlja uspeh.

Literatura

- [1] E. K. Kahiigi, Exploring the e-Learning State of Art, *The Electronic Journal of e-Learning*, 6 (2), str. 77 - 88, 2008.
- [2] C. J. Bonk in C.R. Graham. *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (New Jersey, John Wiley & Sons, 2005).
- [3] M. G. Moore, *Handbook of distance education* (New York, Routledge, 2013).
- [4] H. Staker, *The rise of K-12 blended learning - profiles of emerging models* (Lexington, Innosight institute, 2011).
- [5] J. E. McLaughlin in ostali, The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School, *Academic Medicine*, 89 (2), str. 236-243, 2014.
- [6] N. Lokar, J. Jamšek. Sodobne metode poučevanja v tehniškem izobraževanju: kombinirano učenje pri predmetu tehnika in tehnologija, V: Zbornik ERK 2017, 25. - 26. september 2017, Portorož, Slovenija, B. Zajc, ur., A. Trost, ur., Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, str. 551-554, 2017.
- [7] M. J. Prince, R. M. Felder, Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases, *Journal of Engineering Education*, 95 (2), str. 123-138, 2006.
- [8] M. Pedaste in ostali, Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle, *Educational research review*, 14, 47-61, 2015.
- [9] R.W. Bybee, The BSCS SE Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications, *Science and Children*, 51 (8), str. 10-13, 2014.