

# Poizvedovalno učenje robotike z reševanjem tehniških in tehnoloških problemov

Tanja Stanić, Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Kardeljeva ploščad 16, Ljubljana, Slovenija  
E-pošta: tanja.stanic5@gmail.com

## Inquiry based learning of robotics with application of technology problem-solving

*Inquiry based learning (IBL) is a student-centered approach of learning and teaching. The central goal of IBL is for students to develop valuable research skills and to be prepared for life-long learning. IBL has four key outcomes during the process of learning: improved critical thinking skills, greater capacity for independent inquiry, taking more responsibility for one's learning and intellectual growth. There is a lack of research on IBL in science and technology. In this paper the effectiveness of IBL in learning robotics was empirically investigated with two-way analysis of variance. Results from analysis showed that gender is not statistically significant for learning robotics. Thus, IBL is appropriate for teaching and learning robotics in heterogeneous groups by gender. The sample was not random selected and thus analysis showed that there'll be no effect on learning robotics if we change learning contents in different groups. Key findings contribute for course designers to the content preparation and for science and technology teachers who will teach robotics by method of IBL.*

## 1 Uvod

O induktivnih metodah poučevanja v literaturi zasledimo razne tautologije. Večina metod temelji na preiskovanju. Poizvedovalno učenje (ang. inquiry-based learning, PU) je izraz, ki v najširšem pomenu opisuje procese učenja s poizvedovanjem in raziskovanjem. Natančnejša definicija PU, opredeljena v [1], navaja, da je PU in poučevanje usmerjeno na učenca, kateri zastavlja vprašanja, raziskuje situacije, se spoznava z načini naravoslovno-tehniškega raziskovanja in razvija lastne načine za iskanje rešitev. V takšnem učnem okolju je učitelj mentor in moderator učenčevega učnega procesa [1]. Osrednji cilj PU je razvoj učenčevih raziskovalnih sposobnosti in priprava na vseživljenjsko učenje [2]. Učinkovitost procesa se izkaže v sposobnosti učencev za prenos informacij v uporabno znanje pri iskanju najprimernejših rešitev danega problema ali vprašanja. Učenci se v procesu naučijo postavljati ključna vprašanja, zbrati ustrezne argumente, analizirati in interpretirati dobljene rezultate, jih sistematično predstaviti, oblikovati zaključke in izvesti evalvacijo le-teh [3]. Colburn [4] po pregledu literature in raziskav ugotavlja, da je PU pri razumevanju konkretnih

preučevanih pojavov verjetno učinkovitejše od deduktivnih metod poučevanja. Posledično predlaga osredotočanje dejavnosti na vprašanja in probleme, ki za učence predstavljajo zadostno stopnjo izziva, da začutijo potrebo po novem znanju, pri tem pa iščejo odgovore s pomočjo ustreznih materialov in konkretnega poizvedovanja. Prince [3] po Leejevih raziskavah navaja štiri ključne dobrobiti v procesu PU: (I) razvoj kritičnega mišljenja učečih, (II) izboljšanje sposobnosti za lastno preiskovanje, (III) prevzemanje večje odgovornosti za lastno učenje in (IV) intelektualna rast. Redko zasledimo raziskovanje učinkovitosti induktivnih metod ali natančneje PU pri poučevanju tehnike in tehnologije.

Slovenski osnovnošolski predmetnik, določen s strani Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport RS, predvideva v času otrokovega obveznega osnovnega šolanja 33 tehniških dni (TD), od tega v prvi triadi po tri TD na leto šolanja, kasneje pa po štiri TD na leto šolanja. Omenjeno pomeni skupaj 165 ur za doseganje vsaj enega izmed petnajst zakonsko določenih ciljev osnovnošolskega izobraževanja, ki pravi, da učenci tekom izobraževanja pridobivajo zmožnosti za nadaljnjo izobraževalno in poklicno pot s poudarkom na usposobljenosti za vseživljenjsko učenje.

Sodelavci oddelka za fiziko in tehniko ter študenti tehnike na Pedagoški fakulteti v Ljubljani v okviru mednarodnega projekta CHAIN REACTION v slovenskih osnovnih šolah izvajamo TD s štirimi različnimi vsebinami. Generalni cilji projekta so obuditev PU v šolah, preverjanje učinkovitosti PU pri učenju naravoslovja in tehnike in z razvojem dobrih praks priprava uporabnih gradiv za implementacijo PU v pouk. Skupni namen vseh sodelujočih držav v projektu je razvoj lastnega kritičnega mišljenja učečih, učenje samostojnega reševanja tehniških problemov v timu, poročanje o ugotovitvah in ustrezna predstavitev svojih rezultatov [5]. Uporabljena metoda poučevanja na TD je PU. Ena izmed tehniških vsebin temelji na robotiki, osrednja tema so pametni električni avtomobili.

Namen članka je pridobivanje informacij o napredku učencev v znanju robotike tekom dveh zaporednih TD, izvedenih z metodo PU in ustreznimi e-gradivi. Zanima nas učinkovitost PU pri učenju robotike, pri tem nas vodita dve raziskovalni vprašanji:

- Ali se pri uporabi metode PU za učenje robotike pojavljajo razlike med spoloma in če da, katere?



nadgrajujejo ali pa izdelujejo posamezne dele in jih nato sestavljajo, v tem procesu se omenjeni cikel ponavlja, variira zaradi različnih dejavnikov v skupinah, npr. predznanja, motivacije itd. Drugi dan zaključimo z enakim testom znanja. Časovno obdobje med izvedbo obeh TD se je raztezalo od najkrajšega 9 dni, do najdaljšega 37 dni. Učitelji omenjenih OŠ izvedejo za učence še tretji TD, kjer učenci izdelajo poročila o njihovem predlogu rešitve problema.

### 3 Metodologija

Instrument, udeleženci ter postopki zbiranja in obdelave podatkov so opisani v nadaljevanju.

#### 3.1 Instrument

Uporabljeni instrument za zbiranje podatkov o znanju učencev predstavlja test. Veljavnost testa je bila zagotovljena s strani manjšega strokovnega panela (pet članov). Neprimerne postavke so bile preoblikovane ali izločene. Test sestavlja 14 postavk izbirnega tipa, 12 postavk s štirimi podanimi odgovori oz. distraktorji in 2 postavki s petimi. V skladu z novo metodo merjenja tehnološke pismenosti, so vsi odgovori pravilni, učenec pa izbere najbolj pravilnega izmed teh. Omenjena metoda preverja tri dimenzije tehnološke pismenosti: znanje, zmožnosti ter kritično razmišljanje in odločanje [11]. Test je zanesljiv. Vse testne postavke so rešljive. Ocenjevalna lestvica je dihotomna. Instrument je bil izveden kot klasičen pisni test, za statistično analizo podatkov smo uporabili programski paket SPSS 20.0.

#### 3.2 Sodelujoči

Vzorec je sestavljalo 94 osnovnošolcev in osnovnošolk iz petih različnih mestnih in primestnih slovenskih osnovnih šol (OŠ A. Tomaža Linhartaradovljica, OŠ Davorina Jenka Cerklje, OŠ Ivana Cankarja Vrhnika, OŠ Ketteja in Murna, OŠ Mokronog), ki obiskujejo 8. razred. Od tega jih je 91 oddalo oba testa veljavna, to predstavlja 73,6 % moških in 26,4 % žensk. Starost sodelujočih je bila  $13 \pm 1$  leto. Skupino robotike so si izbrali interesno.

#### 3.3 Postopek zbiranja in obdelave podatkov

Podatke za statistično obdelavo smo zbrali s testiranjem predznanja učencev na začetku prvega TD (učenci so pisali 20-minutni test) in doseženega znanja, kar predstavljajo rezultati enakega testiranja, izvedenega na koncu drugega TD.

Analiza podatkov je bila izvedena v več stopnjah. Iz baze podatkov smo odstranili statistično nedoločljive primere. S pomočjo opisne statistike smo pridobili pregledne lastnosti vzorca. Rezultate meritev podajamo z aritmetično sredino  $\bar{x}$  in standardnim odklonom  $s_x$ . Preverjena je bila tudi frekvenčna porazdelitev vzorca za mero asimetričnosti  $g_3$  in sploščenosti  $g_4$ . Zanesljivost testa je izračunana s ponovljivostjo in primerjavo petih šol. Odnose in povezave med merjenimi

spremenljivkami smo raziskali z dvosmerno analizo variance (ANOVA).

## 4 Rezultati

Skupno število možnih doseženih točk na testu je 14 (100 %). Skupni odstotni dosežek učencev je bil pričakovano višji pri posttestu. Rezultati so podani z aritmetično sredino  $\bar{x}$ , standardnim odklonom  $s_x$  in kvaliteto vzorca  $SE_x$ , tabela 1. Torej so učenci v povprečju po aktivnostih bolje reševali test. Odstopanje od aritmetične sredine dosežka vzorca je pri posttestu 17,0 %. Kvaliteta vzorca je s standardno napako 1,52 % na predtestu in 1,78 % na posttestu sprejemljiva.

Tabela 1. Opisna statistika znanja učencev robotike

test	$\bar{x}$ 1%	$s_x$ 1%	$SE_x$ 1%
PRED	46,9	14,5	1,52
PO	51,6	17,0	1,78

Analiza frekvenčne porazdelitve rezultatov posttesta ima asimetričnost  $g_3 = 0,11$  in sploščenost  $g_4 = 0,06$  ter kaže na normalno porazdelitev.

Povprečna vrednost rešljivosti/težavnosti posamezne postavke je v razponu od 6,6 % do 84,6 %. Zanesljivost instrumenta je bila določena z metodo intraklasne korelacije rezultatov testov (ICC) vseh petih šol in znaša 94,5 %, kar pomeni odlično ponovljivost na določen čas.

#### 4.1 Spol

Za preverjanje enakosti varianc izvedemo Levenov test enakosti varianc vzorca (test homogenosti).

Vrednost Levenove statistike za preverjanje razlik med spoloma pri učenju robotike na predtestu je  $F(1, 89) = 5,60$ , pri čemer je statistična pomembnost  $P = 0,02 < 0,05$ , kar pomeni, da variance niso homogene. Podatke transformiramo in izvedemo neparametrični Levenov test enakosti varianc, ki ima vrednost  $F(1, 89) = 3,53$ ,  $P = 0,06 > 0,05$ , torej so sedaj variance homogene in podatke lahko naprej obdelujemo. Vrednost Levenove statistike na posttestu znaša  $F(1, 89) = 3,35$ ,  $P = 0,07 > 0,05$  in pomeni, da so variance homogene. Mauchlyjev test z vrednostjo  $W = 1,00$  kaže na normalno porazdelitev vzorca.

Z dvosmerno ANOVO dobimo rezultate sočasnega delovanja spola in časa pri učenju robotike, ki so prikazani v tabeli 2.

Tabela 2. Analiza variance znotraj skupin, gledano po spolu

Vir	SS	df	$s^2$	F	P	$\eta^2$
test	26,15	1	26,15	4,62	0,03	0,05
test*spol	0,83	1	0,83	0,15	0,70	0,00
napaka	503,61	89	5,66			

Razlike aritmetične sredine pred- in posttesta niso statistično značilne ( $P = 0,70 > 0,05$ ), kar pomeni da učenci in učenke niso napredovali pri PU robotike.

Tudi analiza variance, gledano po spolu, nam ne da statistično značilnih skupin ( $P = 0,65$ ), kar pomeni, da so učenci in učenke enakovredni pri učenju PU robotike, tabela 3.

Tabela 3. Analiza variance med skupinama, gledano po spolu

Vir	SS	df	s <sup>2</sup>	F	P	η <sup>2</sup>
odsek	3403,03	1	3403,03	964,09	0,00	0,92
spol	0,75	1	0,75	0,21	0,65	0,00
nap.	314,15	89	3,53			

Dvosmerna ANOVA v vzorcu med spoloma ni pokazala statistično pomembnih razlik glede učinka pri učenju robotike.

## 4.2 Skupine

Vrednost Levenove statistike za preverjanje razlik med skupinami z različnimi učnimi vsebinami (zaviranje, postaja, celice) na drugem TD pri učenju robotike na predtestu je  $F(2, 88) = 1,96$ , pri čemer je statistična pomembnost  $P = 0,15 > 0,05$ , kar pomeni, da so variance homogene. Vrednost Levenove statistike na posttestu znaša  $F(2, 88) = 1,29$ ,  $P = 0,28 > 0,05$  in pomeni, da so variance homogene, torej podatke lahko obdelujemo naprej z dvosmerno ANOVO. Mauchlyjev test z vrednostjo  $W = 1,00$  kaže na normalno porazdelitev vzorca.

Z dvosmerno ANOVO dobimo rezultate sočasnega delovanja skupine (različne učne vsebine) in časa pri učenju robotike, ki so prikazani v tabeli 4.

Tabela 4. Analiza variance znotraj skupin

Vir	SS	df	s <sup>2</sup>	F	P	η <sup>2</sup>
test	41,42	1	41,42	7,36	0,01	0,08
test*skupina	8,87	2	4,43	0,79	0,46	0,02
napaka	495,57	88	5,63			

PU robotike ni bilo učinkovito z obstoječimi vsebinami in učnimi cilji ( $P = 0,46 > 0,05$ ). Razlika med učinkom posamezne učne snovi ni statistično značilna ( $P = 0,25 > 0,05$ ), tabela 5.

Tabela 5. Analiza variance med skupinami

Vir	SS	df	s <sup>2</sup>	F	P	η <sup>2</sup>
odsek	4283,43	1	4283,34	1235,06	0,00	0,93
skup.	9,71	2	4,85	1,40	0,25	0,03
nap.	305,20	88	3,47			

## 5 Diskusija in zaključki

Namen raziskave je bil ugotoviti učinkovitost PU pri učenju robotike ter raziskati, če se pri uporabi metode PU pri poučevanju robotike pojavljajo razlike med spoloma ter če sprememba učne vsebine vpliva na učinkovitost PU robotike. Na podlagi analize rezultatov testov lahko sklepamo, da se pri uporabi metode PU za učenje robotike ne pojavljajo razlike med spoloma, zato je metoda PU ustrezna za poučevanje po spolu heterogenih skupin. Sklepamo tudi, da sprememba učne vsebine ne vpliva na učinkovitost PU robotike. V vseh skupinah je bil učinek na učenje robotike statistično neznačilen, saj učenke in učenci so napredovali, a nobena skupina ni po napredku statistično pomembno izstopala. Slednje lahko povežemo z neustreznim

vzorcem, ker ni bil slučajnost, ampak so učenci robotiko izbrali interesno. Večina učencev je bila z učnimi cilji že predhodno seznanjena. Zaradi praktičnih razlogov smo merjenje znanja s posttestom izvedli po drugem TD, ustrenejša meritev znanja pa bi bila po tretjem TD, ko učenci izdelajo sklepni del svojih rešitev, tj. napišejo ugotovitve in zaključke ter izdelajo predstavitev njihove ideje. PU robotike je potekal kot strukturiran tip PU z malo vodenja, kar je privedlo tudi do napačne konceptualizacije in razumevanja. Vsa napačna razumevanja so se razrešila šele po tretjem TD.

Za podobne skupine neslučajnostnega vzorca predlagamo zasnovo PU za doseganje višjih kognitivnih ciljev, ne samo do tretje stopnje Blooma kot je v sedanjem učnem načrtu objekta predmeta robotike.

Ugotovitve ključno doprinesejo k vsebinski pripravi za načrtovalce PU in učitelje tehnike in tehnologije, ki bodo poučevali robotiko.

Raziskava je nastala z izdatno pomočjo EU projekta sedmega okvirnega programa FP7 Chain Reaction št. 321278, vodje izr. prof. dr. Slavka Kocijančiča. Avtorja se zahvaljujeva vodji in ostalim članom projektne skupine Chain Reaction.

## Literatura

- [1] K. Mass in M. Artigue: Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis, 2013, DOI 10.1007/s11858-013-0528-0
- [2] R. Spronken-Smith in ostali: How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Research, 2010, DOI: 10.1080/03075070903315502
- [3] M. J. Prince in R. M. Felder: Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 2006. 95(2)
- [4] A. Colburn: What Teacher Educators Need to Know about Inquiry-Based Instruction, <http://www.csulb.edu/~acolburn/AETS.htm>
- [5] CHAIN REACTION, <http://www.chreact.eu/>
- [6] L. Slangen in ostali: What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments, 2011, DOI 10.1007/s10798-010-9130-8
- [7] F. R. Sullivan: Robotics and Science Literacy: Thinking Skills, Science Process Skills and System Understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 2008. 45(3)
- [8] S. Avsec in ostali: A Predictive Study of Learner Attitudes Toward Open Learning in a Robotics Class, *Jour. Sci. and Techn. Educ.*, DOI 10.1007/s10956-014-9496-6
- [9] M. Abdulwahed, Z. K. Nagy: Applying Kolb's Experiential Learning Cycle for Laboratory Education, *Journal of Engineering Education*, 2009
- [10] D. Rihtaršič in drugi: Zapornica, [https://sites.google.com/site/drtirobotika/izobrazevanje/za\\_pornica](https://sites.google.com/site/drtirobotika/izobrazevanje/za_pornica)
- [11] S. Avsec: Metoda merjenja tehnološke pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole, Ljubljana: UL, PeF, 2012