

Izzivi in priložnosti  
uporabe informacijsko  
komunikacijske  
tehnologije v pedagoškem  
procesu na področju  
naravoslovja, tehnologije  
in matematike

---

Vesna Ferik Savec in Jože Rugelj  
urednika

# **Izzivi in priložnosti uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije v pedagoškem procesu na področju naravoslovja, tehnologije in matematike**

---

*Urednika*

*Vesna Ferk Savec in Jože Rugelj*

**Izzivi in priložnosti uporabe informacijsko  
komunikacijske tehnologije v pedagoškem  
procesu na področju naravoslovja, tehnologije in  
matematike**

*Urednika* Vesna Ferik Savec in Jože Rugelj

*Recenzenti* Sonja Čotar Konrad, Ivan Gerlič, Nikolaja Golob,  
Milena Ivanuš Grmek, Jurka Lepičnik Vodopivec,  
Igor Pesek, Robert Repnik, Sonja Rutar in Tina  
Štemberger

*Slovenski jezikovni pregled* Simona Vidic

*Tehnični urednici* Sara Droždek in Anja Luštek

*Izdala in založila* Univerza v Ljubljani  
*Za izdajatelja* Igor Papič, rektor

*Oblikovanje naslovnice* Mateja Bevčič  
*Priprava* Igor Cerar

*Dosegljivo na (URL)* <https://repositorij.uni-lj.si/info/index.php/slo/>

©Univerza v Ljubljani, 2019

Univerza v Ljubljani



---

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici  
v Ljubljani  
COBISS.SI-ID=301782784  
ISBN 978-961-6410-62-5 (pdf)

---

## Predgovor

Znanstvena monografija z naslovom *Izzivi in priložnosti uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije v pedagoškem procesu na področju naravoslovja, tehnologije in matematike* predstavlja raziskovalno delo visokošolskih učiteljev in sodelavcev Univerze v Ljubljani (UL) ter njihovih zunanjih sodelavcev, ki sodelujejo pri posodobitvah in izvajanju študijskih predmetov ob uporabi informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT) v pedagoškem procesu. V raziskavah so sodelovali študentje dodiplomskega in podiplomskega študija različnih študijskih programov UL na področju naravoslovja, tehnologije in matematike s predmetnih področij kemija, biologija, fizika, varstvo okolja, računalništvo, informatika, tehnika in matematika.

Znanstvena monografija je sestavljena iz šestnajstih poglavij, ki predstavljajo širok nabor možnosti uporabe IKT v pedagoškem procesu na področjih naravoslovja, tehnologije in matematike na univerzitetni ravni. Del poglavij monografije predstavlja raziskave o uporabi IKT v pedagoških študijskih programih UL navedenih področij, kjer se izobražujejo bodoči osnovnošolski in srednješolski učitelji. Bodoči diplomati bodo tako lahko pridobljene izkušnje z didaktično uporabo IKT na svojih predmetnih področjih prenesli tudi v osnovnošolsko in srednješolsko izobraževalno prakso.

Poglavja monografije so razvrščena v tri vsebinske sklope glede na področja, na katerih so potekale raziskave uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije v pedagoškem procesu na UL.

Prvi vsebinski sklop vsebuje sedem poglavij o uporabi in evalvaciji IKT pri izvajanju predmetov s področja naravoslovja (kemije, biologije, fizike in varstva okolja) na UL.

Avtorica prispevka Wissiak Grm je v prispevku opisala, kako so s študenti študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL Pedagoške fakultete pri predmetu Didaktika kemije I preizkusili uspešnost vpeljave in uporabe spletne sodelovalne oblačne aplikacije »Edmodo«. Namen vpeljave posodobitve predmeta je bil omogočiti, da so pri skupinskih hospitacijah pouka v osnovni šoli lahko izvedli sodelovalno učenje na primeru spremljanja in evalvacije poteka učnega procesa.

Avtorici Logar in Ferik Savec sta v prispevku predstavili nekaj možnosti uporabe IKT pri pouku kemije, ki so bile razdelane in evalvirane v sklopu

posodobitev predmeta Didaktika kemije II z učno prakso za študente študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL Pedagoške fakultete. IKT je bila uporabljena za podporo povezovanju pouka kemije z vsakdanjim življenjem, za vizualizacije pri kemiji, pri izvedbi aktivnega pouka in pri izvedbi individualizacije oziroma diferenciacije.

Avtorici Hrast in Ferik Savec sta preučevali percepcijo učencev osmega in devetega razreda osnovne šole o vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT v okviru delavnic, ki so jih z učenci izvedli študenti študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL Pedagoške fakultete, bodoči učitelji kemije. V okviru delavnic so učenci uporabili IKT na različne načine, na primer za zajem, analizo in predstavitev eksperimentalnih podatkov.

V svojem prispevku so avtorji Žnidaršič, Mrak, Tušek Žnidarič in Štrus pri izbirnem predmetu Mikroskopija bioloških sistemov, ki je vključen v tri drugostopenjske programe na Oddelku za biologijo UL Biotehniške fakultete, preučevali z IKT podprto timsko poučevanje predmeta z vidika izzivov na vsebinskem in organizacijskem področju, pri čemer je bilo pri uporabi e-učilnice potrebno usklajevanje glede obravnavanih tematik, poteka dela in ocenjevanja dela študentov.

Prispevek avtorjev Tomažič in Strgar predstavlja posodobitev predmeta ob uporabi možnosti priključitve kamere na mikroskop in povezave le-te z osebnim računalnikom, t.i. e-mikroskopijo, pri čemer je poleg opazovanja in projiciranja slike mogoča tudi njena analiza. Avtorja sta preučevala, ali imajo študentje drugostopenjskega študijskega programa Biološko izobraževanje Biotehniške fakultete UL predhodne izkušnje z uporabo e-mikroskopije v šoli, njihovo oceno usposobljenosti za e-mikroskopijo in za njeno uporabo v razredu ter kakšen je njihov interes za delo z e-mikroskopijo.

Poglavje avtorice Pavlin obravnava uporabo glasovalnega sistema Mentimeter pri predavanjih predmeta Naravoslovje (fizikalne vsebine) in preučuje, kako redna uporaba glasovalnega sistema vpliva na interes študentov študijskega programa Razredni pouk na Pedagoški fakulteti UL. Avtorico je zanimalo tudi mnenje študentov o primernosti njegove uporabe pri pouku fizike in na splošno.

Avtorji F. Lobnik, Žgajnar Gotvajn, Šraj in M. Lobnik so opisali razvoj in uporabo interaktivnih učnih pristopov na doktorskem študiju Varstvo okolja UL. Namen avtorjev je bil izboljšati predavanja z vključevanjem študentov ob ustvarjalni in učinkoviti uporabi spletnih digitalnih medijev.

Drugi vsebinski sklop vsebuje pet poglavij o uporabi IKT pri predmetih s področja računalništva in informatike, ki se izvajajo na UL.

Cerar in Nančovska Šerbec sta v svojem prispevku predstavili konstrukcionistični pristop pri učenju na področju računalništva. Študenti računalništva v magistrskem študijskem programu Poučevanje na Pedagoški fakulteti UL so programirali različne interaktivne fizične naprave, ki s senzorji zaznavajo dogajanje v svoji okolici in se ustrezno odzivajo nanj. Na tak način so utrjevali svoje znanje programiranja v različnih programskih jezikih in spoznavali najnovejše digitalne tehnologije, hkrati pa so se usposabljali za uporabo novih didaktičnih pristopov v svojem pedagoškem delu.

Na podoben način sta Zapušek in Rugelj uporabljala za študente računalništva v dvopredmetnem prvostopenjskem študijskem programu Dvopredmetni učitelj Pedagoške fakultete UL učenje s snovanjem računalniških iger. Študenti so na osnovi modela SADDIE, ki sta ga razvila avtorja, izbrali ustrezne učne cilje in potem zasnovali in izdelali računalniško didaktično igro, ki so jo v okviru pedagoške prakse tudi evalvirali v šolah. Pri tem so študenti pridobivali nove kompetence na didaktičnem in tehničnem področju, hkrati pa se usposabljali tudi za skupinsko delo, vodenje projektov in poročanje o opravljenem delu.

Gabrijelčič Tomc, Stankovič Elesini, Muck, Boh Podgornik, Dolničar in Ahtik so analizirali uporabnost spletnih orodij in okolij, ki jih študenti in visokošolski učitelji Naravoslovnotehniške fakultete UL uporabljajo pri vsakodnevnem delu različnih predmetih. Rezultate analize so uporabili za pripravo smernic za izdelavo skupnega spletnega učnega okolja, ki bo učiteljem in študentom omogočalo medsebojno komunikacijo ter dostop do dokumentov in aplikacij, ki jih potrebujejo za pedagoško delo.

Perovšek, Muck in Gabrijelčič Tomc so predstavile rezultate raziskave s študenti grafičnih in medijskih smeri na Naravoslovnotehniški fakulteti UL o razlikah med učinkovitostjo klasičnega tiskanega gradiva in interaktivnega gradiva, ki vključuje 3D animirano gradivo, spletne predstavitve in interaktivne sheme procesov, pri študiju tiskarskih postopkov ter vpliv omenjenih metod učenja na pomnjenje in sposobnost uporabe znanja za reševanje strokovnih problemov. Ugotavljale so tudi, kako je uporaba interaktivnih učnih gradiv vplivala na rezultate študentov na preverjanju znanja.

Oblak Črnič, Koren Ošljak in Sajko so analizirale stanje na področju digitalnega opismenjevanja učencev slovenskih osnovnih šol v formalnem izobraževanju in

v izven šolskih dejavnostih ter na osnovi rezultatov analize predlagale uporabo dobrih praks za načrtovanje digitalnega opismenjevanja v prihodnje.

Tretji vsebinski sklop vsebuje štiri poglavja o uporabi IKT pri izvajanju predmetov s področja tehnike in matematike na UL.

Šuligoj in Jamšek sta predstavila učni model za spodbujanje inovativnosti pri kliničnih vajah tehniškega izobraževanja na primeru sklopa vaj, kjer pri IKT orodjih prevladuje uporaba tridimenzionalnega modeliranja in 3D-tiskalnika. Učni model je bil razvit v okviru izobraževanja bodočih učiteljev razrednega pouka Pedagoške fakultete UL z namenom, da bi študente poleg pridobivanja določenih tehničnih znanj, sposobnosti in veščin, spodbudili tudi k inovativnemu razmišljanju in izdelavi inovativnih izdelkov.

Rihtaršič in Jamšek sta v prispevku opisala razvoj gradiva za kombinirano učenje pri izvajanju predavanj in kliničnih vaj pri predmetu Odprti učni sistemi v tehniki v okviru drugostopenjskega študijskega programa Predmetno poučevanje UL Pedagoške fakultete. Pri izvajanju predmeta so študentom razvito e-gradivo posredovali vnaprej. Razvoj e-gradiva je poleg obravnavanih strokovnih vsebin vključeval tudi usmeritve za uporabo IKT orodij.

Jamšek je opisal razvoj učnega modela za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom pri predmetu Didaktika tehnike 4 v okviru prvostopenjskega študijskega programa Dvopredmetni učitelj na Pedagoški fakulteti UL. Izhodiščni izdelek študentov ima le funkcionalne in uporabne kriterije, ki jih ob uporabi učnega modela nadgradijo s poenostavljanjem izdelka za določeno ciljno skupino, z doseganjem raznolikosti znotraj predloženega gradiva in z izpostavitvijo ključnih elementov.

Avtorja Magajna in Mastnak sta predstavila posodobitev predmeta Izbrana poglavja iz didaktike matematike, ki poteka v okviru prvostopenjskega študijskega programa Dvopredmetni učitelj na Pedagoški fakulteti UL. Študenti so najprej spoznali izbrane programe, v nadaljevanju pa znanje uporabili na delavnicah, kjer so osnovnošolce učili uporabljati programsko orodje za dinamično geometrijo, s pomočjo katerega so odkrivali geometrijske zakonitosti in jih dokazali s postopkom, prirejenim po programu za opazovanje. Študenti so svoje delo dokumentirali v e-listovniku Mahara.

Monografijo smo oblikovali z željo, da bi predstavljene možnosti uporabe IKT v pedagoškem procesu in njihove evalvacije bile idejni navdih za nadaljnje

posodobitve študijskih predmetov in bi v prihodnje spodbudile razmisleke, kako didaktično smiselno vključiti IKT v pedagoški proces na področju naravoslovja, tehnologije in matematike.

Vesna Ferk Savec in Jože Rugelj, urednika





# Vsebina

## SKLOP 1

### IKT v študijskem procesu na področju naravoslovnih vsebin

**Sodelovalno učenje študentov na primeru spremljanja poteka učne ure kemije ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo** 13  
*Katarina Senta Wissiak Grm*

**Razvijanje kompetenc bodočih učiteljev za didaktično uporabo IKT pri pouku kemije** 27  
*Ana Logar in Vesna Ferik Savec*

**Kako učenci dojemajo eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT?** 45  
*Špela Hrast in Vesna Ferik Savec*

**Timsko poučevanje na univerzitetnem študiju: elektronska učilnica kot podpora za učinkovito delo** 63  
*Nada Žnidaršič, Polona Mrak, Magda Tušek Žnidarič in Jasna Štrus*

**Uporaba digitalne mikroskopije pri pouku** 81  
*Iztok Tomažič in Jelka Strgar*

**Glasovalni sistem Mentimeter pri pouku fizike za študente prvega letnika razrednega pouka** 95  
*Jerneja Pavlin*

**Razvoj in uporaba interaktivnih učnih pristopov na doktorskem študiju Varstvo okolja Univerze v Ljubljani** 113  
*Franc Lobnik, Andreja Žgajnar Gotvajn, Mojca Šraj in Matjaž Lobnik*

## SKLOP 2

### IKT v študijskem procesu na področjih računalništva in informatike

**Fizično računalništvo za učenje računalništva** 131  
*Špela Cerar in Irena Nančovska Šerbec*

<b>Z IKT podprta učna gradiva: računalniške izobraževalne igre</b> <i>Matej Zapušek, Jože Rugelj</i>	151
<b>Uporaba IKT orodij na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo</b> <i>Helena Gabrijelčič Tomc, Urška Stankovič Elesini, Deja Muck, Bojana Boh Podgornik, Danica Dolničar in Jure Ahtik</i>	167
<b>Primerjava študijskih rezultatov pri uporabi klasičnega in interaktivnega 3D učnega gradiva strokovnega področja tiskarskih postopkov</b> <i>Simona Perovšek, Deja Muck, Helena Gabrijelčič Tomc</i>	187
<b>Opismenjevanje digitalnih domorodcev: stanje in alternative na ravni osnovnošolskega izobraževanja</b> <i>Tanja Oblak Črnič, Katja Koren Ošljak in Maša Sajko</i>	209
<b>SKLOP 3</b>	
<b>IKT v študijskem procesu na področju tehniškega in matematičnega izobraževanja</b>	
<b>Učni model za spodbujanje inovativnosti v okviru kliničnih vaj tehniškega izobraževanja</b> <i>Veronika Šuligoj in Janez Jamšek</i>	235
<b>Razvoj gradiva za kombinirano učenje pri izvajanju predavanj in kliničnih vaj pri predmetu Odprti učni sistemi v tehniki</b> <i>David Rihtaršič in Janez Jamšek</i>	257
<b>Razvoj učnega modela za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom pri predmetu Didaktika tehnike</b> <i>Janez Jamšek</i>	279
<b>IKT – most med fakultetnim in osnovnošolskim dokazovanjem v matematiki</b> <i>Zlatan Magajna in Adrijana Mastnak</i>	301
<b>VSEBINSKO KAZALO</b>	317

# **SKLOP 1**

**IKT v študijskem procesu  
na področju naravoslovnih vsebin**



# Sodelovalno učenje študentov na primeru spremljanja poteka učne ure kemije ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo

*Katarina Senta Wissiak Grm*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

V današnjem času izobraževanje ni več v celoti vezano le na klasične učilnice. Nove tehnologije nam omogočajo, da vsa pridobljena znanja, veščine in kompetence v procesu učenja medsebojno preprosto in učinkovito prepletamo, jih izmenjujemo in posredujemo. Pri tem lahko izkoristimo tudi nekatere bistvene prednosti sodelovalnega učenja z ustrezno didaktično vključitvijo IKT in tako poskrbimo za ustrezno posodobitev programa študijskega predmeta. Pri predmetu Didaktika kemije I študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL PEF smo želeli v skladu z možnostjo uvajanja novih oblik učenja, kot je skupinsko oziroma družbeno učenje, temelječe na mrežnem pristopu in horizontalnih aktivnostih, preizkusiti uspešnost vpeljave in uporabe spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo (<https://www.edmodo.com/>), ki nam je omogočila, da smo lahko pri skupinskih hospitacijah pri pouku kemije, izpeljanih na izbrani osnovni šoli (OŠ) v Ljubljani, skupinsko izvedli sodelovalno učenje na primeru spremljanja in evalvacije poteka učnega procesa, naš namen pri tem pa je bil razvijati oziroma zagotavljati dvig splošnih in poklicnih kompetenc študentov pedagoških študijskih programov (bodočih učiteljev). Rezultati posodobitve programa študijskega predmeta Didaktika kemije I programa Dvopredmetni učitelj UL PEF kažejo, da spletna sodelovalna aplikacija Edmodo omogoča učinkovito, hitro in lažje komuniciranje med vsemi sodelujočimi, velik prihranek časa, sprotno delo študentov, možnost uspešne in konstruktivne diskusije ter preseganje običajnega načina komuniciranja oziroma sporazumevanja v procesu sodelovalnega učenja.

**Ključne besede:** sodelovalno učenje, Edmodo, hospitacije pri kemiji

## Uvod

V današnjem svetu se dnevno soočamo s številnimi spremembami, ki pomembno vplivajo na naše življenje, kar še zlasti velja za življenje in delo učencev, dijakov in študentov. Nove generacije so namreč ves čas obkrožene s hitrim razvojem informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) (Johnson, Levine, Smith in Stone, 2010), kar jim nevirana uporaba prenosnih in tabličnih računalnikov ter pametnih telefonov vsak trenutek omogoča ter tako pomembno vpliva na njihovo miselnost in način delovanja v družbi, posledično pa se to močno odraža tudi na njihovem učenju, razvoju in delu sploh (Kaushik, 2016).

Uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije je zato postala nujna tudi na področju izobraževanja, kar seveda vpliva na način poučevanja in učenja v 21. stoletju (Keane, Keane in Blicblau, 2016), glede na to, da je uporaba tehnologije za mlajše generacije njihovo trenutno oziroma stalno naravno okolje (Sharples idr., 2015).

Vrsto let se tako že ves čas nenehno soočamo z dramatičnimi spremembami na področju vsakodnevne nadgradnje računalniške in programske opreme, kar bistveno vpliva tudi na izobraževanje, to pa se močno odraža in prinaša korenite spremembe predvsem na področju načina poučevanja in tudi učenja različnih generacij. Pri procesu učenja učitelji zato stalno iščemo nove rešitve, s katerimi bi učencem omogočali uspešno doseganje standardov znanja na posameznih področjih učenja in jim hkrati ponudili čim bolj privlačne načine za doseganje zastavljenih ciljev. Pri tem se učitelji trudimo poiskati različne poti, ki bi omogočale povečevati interes za učenje, dvigniti motivacijo učencev in hkrati zagotavljati trajnost usvojenega znanja (Kapp, 2012). Zato danes izobraževanje ne more biti več ves čas in v celoti vezano le na klasične učilnice, nove tehnologije nam namreč omogočajo, da na različne načine pridobljeno znanje, veščine in v procesu učenja pridobljene kompetence z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije medsebojno enostavno in učinkovito prepletamo, jih izmenjujemo in posredujemo. Pri tem lahko učitelji izkoristimo predvsem nekatere bistvene prednosti sodelovalnega učenja z ustrezno didaktično vključitvijo informacijsko-komunikacijske tehnologije (Dillenbourg, 1999; Hsu in Ching, 2013) in tako poskrbimo za ustrezno posodobitev programa učnega oziroma študijskega predmeta, kar je bilo v tej raziskavi tudi naše glavno vodilo. Zato smo v skladu z možnostjo uvajanja novih oblik učenja, kot je skupinsko oziroma družbeno učenje, temelječe na mrežnem pristopu in horizontalnih aktivnostih, pri predmetu Didaktika kemije I študijskega programa Dvopredmetni učitelj

UL PEF želeli preizkusiti uspešnost vpeljave in uporabe spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo (<https://www.edmodo.com/>), ki bi nam omogočila, da lahko pri skupinskih hospitacijah pri pouku kemije, izpeljanih na izbrani osnovni šoli v Ljubljani, skupinsko izvedemo sodelovalno učenje na primeru spremljanja in evalvacije poteka učnega procesa. V ta namen smo izbrali spletno sodelovalno oblačno aplikacijo Edmodo, ki bi nam omogočila spodbudno učno okolje, v katerem se lahko njegovi uporabniki enostavno, varno, učinkovito in nadzorovano vključujejo, sodelujejo, izražajo in komunicirajo (Holland in Muilenburg, 2011). Značilnost te aplikacije je, da je bila zasnovana z učitelji za učitelje ter zato učitelju in učencu namenja osrednjo vlogo, kar jo postavlja v ospredje pred drugimi večnamenskimi oblačnimi sodelovalnimi aplikacijami. Osnovne značilnosti njene uporabe so oblikovanje skupin, dodeljevanje zadolžitvev, preverjanje razumevanja in tudi spremljanje napredka v učnem procesu. Naštete pomembne gradnike omenjenega procesa uporabe izbrane oblačne sodelovalne aplikacije sem želela prenesti v pedagoški proces s študenti, bodočimi učitelji, da bi jim uporaba oblačne aplikacije Edmodo v učnem procesu lahko omogočila: (1) dostop iz mobilnih naprav (Android, iPad, iPhone, Windows) ter s tem izobraževanje kadar koli in kjer koli; (2) uporabo lastnih pametnih naprav v učilnici (BYOD – Bring Your Own Device) za izvajanje preverjanja znanja z uporabo anket in učenja v dvojicah ali skupinah; (3) povezavo in izmenjavo izkušenj s sodelavci in snovalci dobrih praks ter tudi uporabo razvitih učnih gradiv; (4) učinkovito vključevanje vseh, ki so vključeni v proces spremljanja učnih obveznosti, šolskih dogodkov, učnih težav in napredka učečih se v učnem procesu; (5) primer možnosti učinkovitega komuniciranja tudi na primer s starši bodočih učencev.

## **Namen in cilji**

Pri predmetu Didaktika kemije I študijskega programa UL PEF smo želeli v skladu z možnostjo uvajanja novih oblik učenja, kot je skupinsko oziroma družbeno učenje, temelječe na mrežnem pristopu in horizontalnih aktivnostih, preizkusiti uspešnost vpeljave in uporabe spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo, ki sodelujočim v študijskem procesu omogoča sprotno in učinkovito komunikacijo. V primeru te raziskave smo študentom, ki so v raziskavi sodelovali, omogočili, da so lahko po opravljanju opazovanja in spremljanja učnih ur kemije (hospitiranju) na izbrani osnovni šoli svoje vtise izmenjevali in jih delili med seboj ob uporabi spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo.

Tako smo zasnovali raziskavo, v kateri smo želeli pridobiti odgovore na naslednja raziskovalna vprašanja:



- (1) Ali študenti ocenjujejo, da so ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo učinkoviteje opravljali opazovanje in spremljanje učnih ur kemije na OŠ (hospitiranje) v tekočem dnevu?
- (2) Ali študenti ocenjujejo, da jim je uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo omogočala učinkovito diskusijo o vtisih po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu?
- (3) Ali študenti ocenjujejo, da jim je spletna sodelovalna aplikacija Edmodo omogočala pridobiti hiter odziv v povezavi z vtisi, objavljenimi po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu?
- (4) Ali študenti ocenjujejo, da jim je uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo z objavljenimi usmeritvenimi vprašanji za opazovanje in spremljanje učne ure kemije pomagala, da so se lahko učinkoviteje osredotočili na opazovanje dela učitelja oziroma učenca?
- (5) Ali študenti ocenjujejo, da so bili ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo bolj motivirani za delitev vtisov, pridobljenih ob opravljanju hospitacij v tekočem dnevu?
- (6) Katere pozitivne izkušnje ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo prepoznava študenti študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL PEF?
- (7) Katere negativne izkušnje ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo prepoznava študenti študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL PEF?

## Metoda

V raziskavo, v kateri smo želeli preizkusiti uspešnost uporabe spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo, je bilo vključenih 20 študentov pri predmetu Didaktika kemije I študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL PEF. Študenti so v okviru pilotske posodobitve študijskega predmeta ob ustrezno izbrani didaktični uporabi IKT sodelovali v študijskem procesu, kjer smo izvedli skupinske hospitacije pri pouku kemije na izbrani osnovni šoli v Ljubljani. Po opravljanju opazovanja in spremljanja učnih ur kemije (hospitiranju) na izbrani osnovni šoli smo tako, ob uporabi spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo, izvedli sodelovalno učenje na primeru izmenjave in delitve vtisov spremljanja in evalvacije poteka učnega procesa pri pouku kemije. Ob zaključku pilotne izvedbe so nato študenti v spletni aplikaciji Edmodo odgovarjali na vprašanja, vezana na posamezne vidike uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo pri spremljanju hospitacij pri pouku kemije. S tem namenom smo za namen raziskave oblikovali vprašalnik na način, ki je omogočal pridobitev povratnih informacij študentov v povezavi z različnimi vidiki, vezanimi na uspešnost

vodene diskusije prek uporabe sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo. Vprašalnik je bil sestavljen iz petih vprašanj zaprtega in dveh vprašanj odprtega tipa. Študenti so se morali z odgovori na zastavljena vprašanja zaprtega tipa opredeliti do nekaterih vidikov uspešnosti uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, vezanih na: (1) učinkovitost pri opazovanju in spremljanju učnih ur kemije na OŠ (hospitiranje) v tekočem dnevu; (2) potek diskusije o pridobljenih vtisih po opravljanju hospitacij v tekočem dnevu; (3) hitrost pridobljenega odziva, v povezavi z objavljenimi vtisi po opravljenih hospitacijah tekočega dne; (4) usmeritvena vprašanja za osredotočeno opazovanje in spremljanje učne ure kemije; (5) motivacijo za delitev vtisov, pridobljenih ob opravljanju hospitacij v tekočem dnevu. V delu anketnega vprašalnika, vezanem na uspešnost uporabe sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo, v katerem so odgovarjali v okviru dveh vprašanj odprtega tipa, so morali študenti podati lastne: (1) pozitivne izkušnje ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo in (2) negativne izkušnje ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo. Z anketnim vprašalnikom pridobljeni podatki, ki se nanašajo na prvih pet raziskovalnih vprašanj, so bili vneseni v program Excel in v njem tudi kvantitativno obdelani. Rezultati, vezani na prepoznavanje učinkovitosti uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo na primeru opazovanja in spremljanja učnih ur kemije na osnovni šoli, so predstavljeni v obliki tortnih diagramov. Rezultati, zajeti v okviru dveh vprašanj odprtega tipa (6. in 7. raziskovalno vprašanje), ki se nanašajo na izražene pozitivne/negativne izkušnje sodelujočih študentov ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, pa so predstavljeni v tabeli 1.

## **Rezultati**

Pridobljeni rezultati, vezani na odgovore študentov o uspešnosti uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, ki so bili zajeti v okviru petih vprašanj zaprtega tipa in so vezani na prvih pet raziskovalnih vprašanj (1. do 5. raziskovalno vprašanje), pri katerih so se študenti, sodelujoči v raziskavi, lahko odločali med naslednjimi možnimi odgovori (strinjam se / ne strinjam se / ne vem), so podani v nadaljevanju.

### **1. raziskovalno vprašanje:**

Ali študenti ocenjujejo, da so ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo učinkoviteje opravljali opazovanje in spremljanje učnih ur kemije na OŠ (hospitiranje) v tekočem dnevu?

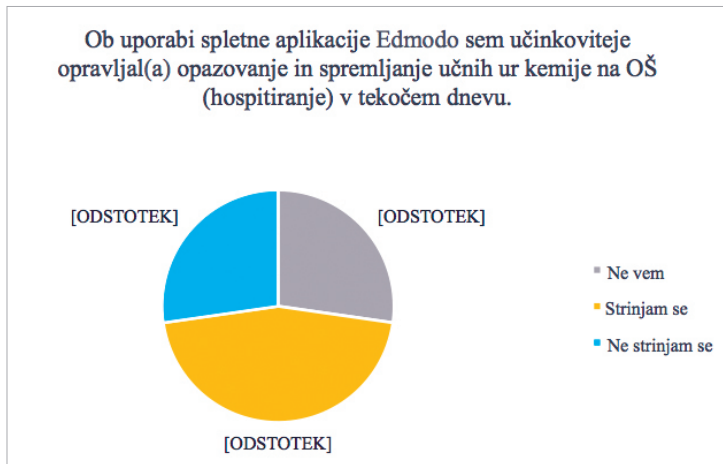


Diagram 1: Učinkovitost uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo pri opazovanju in spremljanju učnih ur kemije na OŠ (hospitiranje) v tekočem dnevu

Glede na dobljene rezultate ocenjujemo, da se je 46 % študentov strinjalo, da so ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo učinkoviteje opravljali opazovanje in spremljanje učnih ur kemije na OŠ (hospitiranje) v tekočem dnevu, 27 % študentov se s tem ni strinjalo in 27 % študentov se do tega ni znalo opredeliti.

## 2. raziskovalno vprašanje:

Ali študenti ocenjujejo, da jim je uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo omogočala učinkovito diskusijo o vtisih po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu?

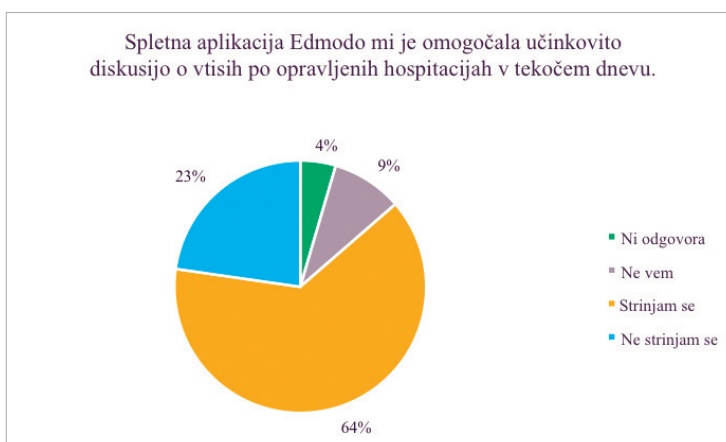


Diagram 2: Učinkovitost diskusije o vtisih po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo

Iz diagrama 2 lahko razberemo, da se je 64 % študentov strinjalo, da jim je spletna sodelovalna aplikacija Edmodo omogočala učinkovito diskusijo o vtisih po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu, 23 % študentov se s tem ni strinjalo, 9 % študentov se do tega ni znalo opredeliti, 4 % študentov pa na to vprašanje niso podali odgovora.

### 3. raziskovalno vprašanje:

Ali študenti ocenjujejo, da jim je spletna sodelovalna aplikacija Edmodo omogočala pridobiti hiter odziv v povezavi z vtisi, objavljenimi po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu?

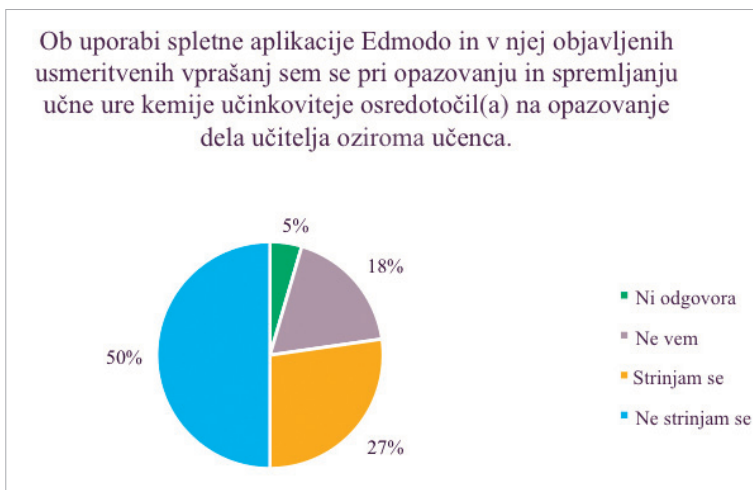


Diagram 3: Pridobivanje hitrega odziva s spletno aplikacijo Edmodo v povezavi z vtisi, objavljenimi po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu

Iz diagrama 3 lahko razberemo, da se 77 % študentov strinja, da jim je spletna sodelovalna aplikacija Edmodo omogočila pridobiti hiter odziv v povezavi z vtisi, objavljenimi po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu, 9 % študentov se s to trditvijo ni strinjalo, 9 % študentov se do tega ni znalo opredeliti, 5 % študentov pa na to vprašanje ni podalo odgovora.

### 4. raziskovalno vprašanje:

Ali študenti ocenjujejo, da jim je uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo z objavljenimi usmeritvenimi vprašanji za opazovanje in spremljanje učne ure kemije pomagala, da so se lahko učinkoviteje osredotočili na opazovanje dela učitelja oziroma učenca?



*Diagram 4: Osredotočenje študentov na opazovanje dela učitelja oziroma učenca ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije z objavljenimi usmeritvenimi vprašanji za opazovanje in spremljanje učne ure kemije*

Glede na dobljene rezultate ocenjujemo, da se je 27 % študentov strinjalo, da so se ob uporabi sodelovalne spletne aplikacije Edmodo z objavljenimi usmeritvenimi vprašanji za opazovanje in spremljanje učne ure kemije učinkoviteje osredotočali na opazovanje dela učitelja oziroma učenca, 50 % študentov se s tem ni strinjalo, 18 % študentov se do tega ni znalo opredeliti, 5 % študentov pa na to vprašanje ni podalo odgovora.

## 5. raziskovalno vprašanje:

Ali študenti ocenjujejo, da so bili ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo bolj motivirani za delitev vtisov, pridobljenih ob opravljanju hospitacij v tekočem dnevu?

Iz diagrama 5 lahko razberemo, da se je 18 % študentov strinjalo, da so bili bolj motivirani za delitev vtisov, pridobljenih ob opravljanju hospitacij v tekočem dnevu, kar jim je omogočala spletna sodelovalna aplikacija Edmodo, 45 % študentov se s to trditvijo ni strinjalo, 32 % študentov se do tega ni znalo opredeliti, 5 % študentov pa na to vprašanje ni podalo odgovora.

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati, ki so vezani na odgovore študentov o uspešnosti uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, ki so bili zajeti v okviru dveh vprašanj odprtega tipa (6. in 7. raziskovalno vprašanje), in sicer o izraženih pozitivnih/negativnih izkušnjah sodelujočih študentov ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo (tabela 1), ki jih sami prepoznavajo.

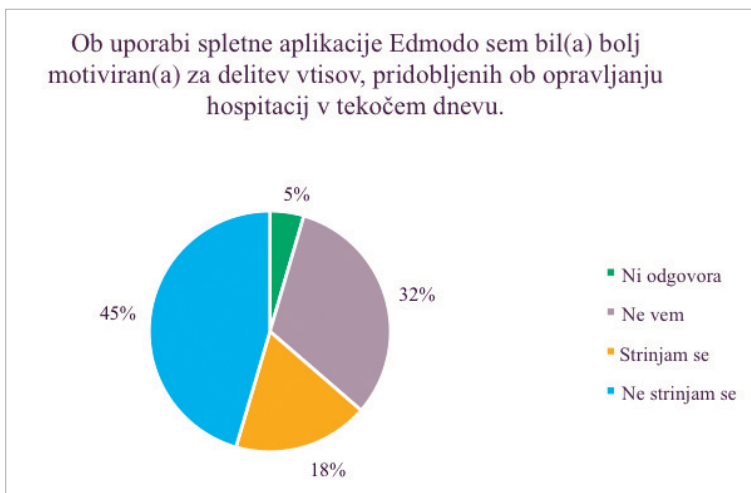


Diagram 5: Motiviranost študentov ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo za delitev vtisov, pridobljenih ob opravljanju hospitacij v tekočem dnevu

Tabela 1: Pozitivne/negativne izkušnje ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, kot jih prepoznava študenti

Izkušnje študentov	Izbrani primeri odgovorov študentov
<i>Pozitivne</i> izkušnje študentov ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>dostopnost kjer koli in kadar koli</li> <li>preprosto objavljanje in komentiranje</li> <li>vsi komentarji so zbrani na enem mestu</li> <li>učinkovita in lažja komunikacija, velik prihranek časa</li> <li>sprotno delo</li> <li>diskusija je potekala hitreje, vsak je dobil besedo</li> <li>kot študent pridobiš nov način sporazumevanja s svojimi kolegi in profesorjem, ko si izmenjujemo svoja mnenja in delimo vtise med seboj</li> <li>lahko smo pridobili hiter odziv profesorice tudi na svoja opažanja o učni uri, katere nismo spremljali skupaj</li> <li>takoj smo lahko videli mnenja vseh ostalih kolegov in dobili novo iztočnico za osebni premislek glede komentirane ure</li> <li>lahko smo videli vtise ostalih kolegov – za konstruktiven razmislek, kako smo imeli različne poglede na isto učno uro</li> </ul>
<i>Negativne</i> izkušnje študentov ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>spletna aplikacija ne omogoča organiziranosti objav, zato tudi ni dovolj pregledna</li> <li>ni mi bilo všeč, da so vsi lahko brali moje vtise o učni uri</li> <li>določene naloge so mi bile odveč</li> <li>preveč vprašanj, mogoče bi bilo smiselno pustiti odprto pot pri komentiranju hospitacij</li> <li>nismo vsi brali vtisov drugih študentov, zato menim, da spletna aplikacija ni tako uspešna kot pogovor</li> <li>boljše se je bilo pogovarjati v živo</li> </ul>

## Razprava

Na podlagi analize rezultatov raziskave, pri kateri so sodelovali študenti pri predmetu Didaktika kemije I študijskega programa Dvopredmetni učitelj UL PEF, v okviru katere smo želeli v skladu z možnostjo uvajanja novih oblik učenja, kot je skupinsko oziroma družbeno učenje, ki temelji na mrežnem pristopu in horizontalnih aktivnostih, preizkusiti uspešnost vpeljave in uporabe spletne sodelovalne oblačne aplikacije Edmodo, lahko povzamemo, da je komunikacija prek spletne sodelovalne aplikacije Edmodo ves čas potekala zelo intenzivno, pri čemer je bila izrazito usmerjena v sprotno izmenjavo mnenj med študenti in učiteljem. Dnevno so namreč potekale različne vodene diskusije prek spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, s čimer je bilo omogočeno učinkovito pridobivanje takojšnjih odzivov in povratnih informacij vseh sodelujočih. Rezultati, pridobljeni na podlagi vprašalnika o spletni sodelovalni aplikaciji Edmodo, oblikovanega za namen raziskave, tako kažejo, da skoraj polovica vseh študentov ocenjuje, da so ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo učinkoviteje opravljali opazovanje in spremljanje učnih ur kemije na OŠ (hospitiranje) v tekočem dnevu, preostali študenti (v enakem deležu) se do tega vprašanja ali niso znali opredeliti ali pa se s trditvijo niso strinjali. Nadalje, več kot dobra polovica študentov ocenjuje, da jim je uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo omogočala učinkovito diskusijo o vtisih po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu, preostali študenti se s trditvijo niso strinjali ali se niso znali opredeliti. Prav tako velika večina študentov, ki so sodelovali v raziskavi, ocenjuje, da jim je spletna aplikacija Edmodo omogočila pridobiti hiter odziv v povezavi z vtisi, objavljenimi po opravljenih hospitacijah v tekočem dnevu, le manjši delež študentov se s trditvijo ne strinja ali se o njej ni moglo opredeliti. Uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo z objavljenimi usmeritvenimi vprašanji za opazovanje in spremljanje učne ure kemije po oceni študentov ni bistveno pripomogla k njihovemu učinkovitejšemu osredotočanju na opazovanje dela učitelja oziroma učenca, kar meni polovica vseh študentov, ki so sodelovali v raziskavi, preostali študenti se s tem niso strinjali ali pa se o tem niso znali opredeliti. Glede motivacije za delitev vtisov, pridobljenih ob opravljanju hospitacij v tekočem dnevu, študenti v manjšem deležu (manj kot petina vseh študentov) ocenjujejo, da so bili ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo bolj motivirani za delo, skoraj polovica vseh študentov se s to trditvijo ne strinja, približno tretjina pa se o tem ne zna opredeliti. Nadalje lahko na podlagi rezultatov o prepoznavanju pozitivnih/negativnih izkušenj ob uporabi spletne sodelovalne aplikacije Edmodo zaključimo, da so študenti, ki so sodelovali v raziskavi, mnenja, da uporabljena spletna sodelovalna aplikacija omogoča:

(1) učinkovito, hitro in lažjo komunikacijo med sodelujočimi, (2) velik prihranek časa pri delitvi vtisov, (3) sprotno delo študentov, (4) uspešno in konstruktivno diskusijo ter (5) preseganje običajnega načina komuniciranja oziroma sporazumevanja v procesu sodelovalnega učenja. Poleg navedenih prednosti uporabe spletne sodelovalne aplikacije Edmodo lahko ugotovimo, da nekateri študenti ob vseh prepoznanih pozitivnih vidikih njene uporabe navajajo tudi nekatere druge, po njihovem mnenju negativne, na primer: (1) spletna aplikacija ne omogoča organiziranosti objav in je zato manj pregledna, (2) zaradi možnosti delitve vtisov z drugimi uporabniki aplikacije ta ne omogoča anonimnega komuniciranja med sodelujočimi, pri čemer, navajajo: »ni mi bilo všeč, da so vsi lahko brali moje vtise o učni uri«, (3) »preveč vprašanj zahteva našo dodatno angažiranost – bolje je pustiti ‘prosto’ pot komentiranju hospitacij«, (4) »nesmiselnost objav vtisov drugih sodelujočih, saj jih medsebojno sploh vsi ne beremo« in (5) »aplikacija ne omogoča prednosti, ki jih nudi le ‘pogovor v živo’«. Navedena negativna opažanja študentov bi lahko na podlagi nekaterih njihovih (tudi nasprotujočih si trditev) obravnavali v dveh ločenih smereh. Kot prvo, nekatera njihova opažanja, vezana na negativne vidike uporabe spletne sodelovalne aplikacije, lahko povežemo s prepoznanimi »tehničnimi« omejitvami, ki spremljajo uporabo spletne sodelovalne aplikacije Edmodo. Med temi študenti navajajo: (1) slabe možnosti organiziranosti objav, kar posledično vpliva na to, da ocenjujejo, da je preglednost spletne sodelovalne aplikacije Edmodo manjša od zelene oziroma ne ustreza njihovim zahtevam, ter (2) spletna sodelovalna aplikacija Edmodo ne omogoča načina komuniciranja »eden na enega«, kakršnega bi si študenti v nekaterih primerih želeli. Poleg navedenih tehničnih omejitev lahko nekatera njihova opažanja, pri čemer gre po njihovem mnenju tudi za negativni vidik uporabe te aplikacije, povežemo v smeri »socialne komponente« pri njeni uporabi in je torej vezana na način komuniciranja, ki ga spletna sodelovalna aplikacija Edmodo omogoča. Pri tem moramo žal ugotoviti, da nekateri študenti sploh niso prepoznali ključnega pomena sodelovanja prek sodelovalne spletne aplikacije oziroma njene bistvene prednosti, ki jo njena uporaba prinaša v izobraževalni proces, vsaj ne ob tem, ko na primer študent v izjavi navede: »nismo vsi brali vtisov drugih študentov, zato menim, da spletna aplikacija ni tako uspešna kot pogovor«. Opažanje, ki je prav tako vezano na pogovor med sodelujočimi in v katerem so študenti navajali naslednje: »boljše se je bilo pogovarjati v živo«, pa morda lahko razumemo tudi drugače, in sicer na način, da nekaterim »avdio-vizualnim« tipom študentov več pomeni »pogovor v živo« kot prek spletne aplikacije. Ta namreč vključuje vse komponente slišno-vidnega načina komuniciranja, med drugim tudi telesno govorico, kar ustvarja tudi nekoliko drugačno dimenzijo pogovora med vsemi sodelujočimi, ki jo sama uporaba



spletne sodelovalne aplikacije ne omogoča. Pri tem je treba tudi poudariti, da uporaba spletnih sodelovalnih aplikacij v izobraževalnem procesu ni mišljena kot nadomestilo do zdaj uveljavljenega načina komuniciranja med učitelji in učenci v izobraževalnem procesu, temveč kot dopolnitev že obstoječega načina komuniciranja. Tako učitelji, učenci in tudi starši se moramo zavedati, da v današnjem času procesa učenja ne moremo več pojmovati kot proces, ki je strogo omejen in vezan le na čas, ki ga učenci preživijo s svojimi učitelji v času pedagoškega procesa na šoli. Proces učenja je danes prepleten s stalnim soočanjem z novimi informacijami, idejami, izzivi, vprašanji in odgovori ter tudi z njihovim medsebojnim deljenjem, in to ves čas, torej prek celotnega dneva, kar posledično narekuje nujnost uporabe spletnih sodelovalnih aplikacij, ki lahko v procesu učenja omogočajo prav to.

## **Zaključki s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Glede na navedbe o izkušnjah študentov, sodelujočih v raziskavi, in tudi glede na izkušnje univerzitetnih učiteljev, ki smo v raziskavi sodelovali, ugotavljamo, da je uporaba spletne sodelovalne aplikacije Edmodo vsekakor nudila možnost, da je komunikacija v procesu sodelovalnega učenja potekala intenzivno ter da je bila izrazito usmerjena na sprotno izmenjavo mnenj med študenti in učiteljem, pri čemer so dnevno potekale vodene diskusije prek spletne sodelovalne aplikacije Edmodo, ki so učinkovito omogočale pridobivanje takojšnjih odzivov in povratnih informacij s strani vseh sodelujočih (Wallace, 2013). Pri skupinskih hospitacijah pri pouku kemije, izpeljanih na izbrani osnovni šoli v Ljubljani, smo tako lahko skupinsko izvedli sodelovalno učenje na primeru spremljanja in evalvacije poteka učnega procesa, z namenom razvijanja oziroma zagotavljanja dviga splošnih in poklicnih kompetenc študentov pedagoških študijskih programov (bodočih učiteljev) ter tudi doseganja višjih kognitivnih ravni njihovega znanja (Yen in Halili, 2015). Pri vsem naštetem je bila vpeljava pravih strategij in uporaba ustreznih orodij pravilna in nujna izbira (Holland in Muilenburg, 2011), če smo želeli doseči kreativno učno okolje za sodelovalno učenje, ki spodbuja interes in se odraža v dobrih učnih rezultatih. S tem smo želeli izkoristiti vseprisotnost mobilnih pametnih naprav in njihovo stalno povezanost v svetovni splet, ki omogoča enostavno sodelovanje vseh udeležencev, vključenih v pedagoški proces (Paliktzoglou in Suhonen, 2014). S tem smo želeli bodoče učitelje kemije spodbuditi k vpeljavi in uporabi oblačnih sodelovalnih aplikacij, ki omogočajo kreativen dialog med učenci, učitelji in starši, kot načinu za preseganje klasičnega načina učenja, poučevanja in komuniciranja v izobraževalnem procesu (Sarkar, 2012). Prav tako smo na ta način želeli postaviti smernice za njihovo uspešnejše delo

pri poučevanju učencev in dijakov na osnovnih in srednjih šolah v okviru njihovega izbranega poklica učitelja ter tudi razvijanja njihovih zmožnosti in kompetenc pri oblikovanju kreativnega dialoga med učenci in učitelji, ki bo učinkovito dopolnjeval in krepil komunikacijo, ki se v učnem procesu nenehno razvija.

## Literatura

- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? V P. Dillenbourg (ur.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (str. 1–19). Oxford: Elsevier.
- Holland, C., in Muilenburg, L. (2011). Supporting student collaboration: Edmodo in the classroom. V M. Koehler in P. Mishra (ur.), *Proceedings of SITE 2011--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (str. 3232–3236). Nashville, Tennessee, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Hsu, Y. C., in Ching, Y. H. (2013). Mobile computer-supported collaborative learning: A review of experimental research. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), 111–114.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., in Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer.
- Kaushik, M. (2016). Technology supported pedagogy in higher education: Approaches and trends. V S. Raman (ur.), *Emerging trends in higher education pedagogy* (str. 55–71). Penang: Wawasan Open University Press.
- Keane, T., Keane, W. F., in Blicblau, A. S. (2016). Beyond traditional literacy: Learning and transformative practices using ICT. *Education and Information Technologies*, 21(4), 769–781.
- Paliktzoglou, V., in Suhonen, J. (2014). Microblogging in higher education: The Edmodo case study among computer science learners in Finland. *Journal of Cases on Information Technology*, 16(2), 39–57.
- Sarkar, S. (2012). The role of information and communication technology (ICT) in higher education for the 21st century. *The Science Probe*, 1(1), 30–41.
- Sharples, M., Adams, A., Aloxie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., ... Yarnall, L. (2015). *Innovating pedagogy 2015: Open university innovation report 4. Milton Keynes: The Open University*.
- Wallace, A. (2013). Social learning platforms and the flipped classroom. V *2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education*

(ICEEE) (str. 198–200). Lodz: IEEE.

Yen, T. S., in Halili, S. H. (2015). Effective teaching of higher order thinking (HOT) in education. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 3(2), 41–47.

# Razvijanje kompetenc bodočih učiteljev za didaktično uporabo IKT pri pouku kemije

Ana Logar<sup>1,2</sup> in Vesna Ferk Savec<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Osnovna šola Metlika

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## Povzetek

V prispevku je izpostavljenih nekaj možnosti uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri pouku kemije, ki so bile razdelane in evalvirane v sklopu posodobitev predmeta Didaktika kemije II z učno prakso v študijskem letu 2017/18. IKT je bila uporabljena v podporo povezovanju pouka kemije z vsakdanjim življenjem, vizualizaciji pri kemiji, izvedbi aktivnega pouka in izvedbi individualizacije oziroma diferenciacije. V raziskavi je sodelovalo 14 študentov tretjega letnika Pedagoške fakultete UL, dvopredmetni učitelj, ve-zave s kemijo. V okviru seminarjev so si študenti ogledali 10 videoposnetkov rednega pouka kemije v osnovni šoli, v katerih je prikazana uporaba IKT pri rednem pouku kemije. Vsakič so ob uporabi vprašalnika ovrednotili uporabljen IKT z vidika prednosti in slabosti ter v nadaljevanju sami razvijali inovativna učna gradiva in načrtovali aktivnosti za učenje in poučevanje kemije ob uporabi IKT. Rezultati kažejo, da so po ogledu videoposnetkov študenti najpogosteje izpostavili naslednje prednosti: uporaba IKT pri pouku kemije poveča interes učencev za sodelovanje med poukom in učenje, IKT podpira aktivno vlogo učencev pri pouku, ob uporabi IKT lahko učenje poteka prek igre, s pomočjo IKT lahko učitelj hitro preveri znanje vseh učencev ali dobi vpogled v znanje posameznega učenca. Med slabostmi uporabe IKT so bodoči učitelji najpogosteje navedli veliko učiteljevih priprav za pouk z IKT, pomanjkljivo opremljenost šol s sodobno IKT opremo, skrbi jih dostop do internetne povezave in kontrola nad delom učencev.

**Ključne besede:** kemijsko izobraževanje, bodoči učitelji, didaktična uporaba IKT

## Uvod

Informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT) je postala nepogrešljiva spremljevalka v sodobni družbi, saj nas vsak dan spremlja od trenutka, ko se zbudimo, do trenutka, ko gremo spat. Sodobne, t. i. informacijske družbe si ne moremo več predstavljati brez IKT. Z razvojem IKT se postopoma spreminjajo delo, življenje in področje izobraževanja. Tudi količina učnih gradiv, ki temeljijo na IKT, se je v zadnjih desetletjih izredno povečala (Apotheker in Veenstra, 2015). Učitelji lahko z didaktično uporabo IKT pri pouku pripomorejo k uspešnejšemu učnemu procesu ter spodbujajo razvijanje trajnejšega znanja učencev na različnih predmetnih področjih (Zhou, Zhao, Hu, Liu in Xing, 2010; Boh idr., 2012). Smiselna uporaba IKT v šolah vodi do bolj kakovostnega poučevanja in učenja, uspešnejšega načrtovanja in izvedbe individualizacije in diferenciacije, spodbuja kreativno mišljenje, izboljšuje motivacijo, spodbuja radovednost učencev, lahko zmanjša količino učiteljevih ustnih navodil ter omogoča lažje načrtovanje in delo z učenci s posebnimi potrebami itd. (Bransford, Brown in Cocking, 2000; Iding, Crosby in Speitel, 2002; Shamatha, Peressini in Meymaris 2004; Lefebvre, Deaudelin in Loiselle, 2006; Romeo, 2006; Grabe in Grabe, 2007; Gerlič, Veček in Pungartnik, 2011). Ključni dejavniki za uspešno uporabo IKT v šolah so opremljenost šol z IKT opremo, organizacija in management IKT, usposobljenost učiteljev za uporabo IKT pri poučevanju, usmeritve vodstva šole za uporabo IKT in splošna dobra praksa poučevanja (Becta, 2004).

Mednarodna študija ICILS (2013), ki preučuje sposobnosti posameznika, da uporablja računalnik za raziskovanje, ustvarjanje in sporazumevanje, da lahko učinkovito sodeluje doma, v šoli, na delovnem mestu in v skupnosti, ugotavlja, da je uporaba IKT med slovenskimi osnovnošolci in srednješolci še vedno nižja kot pri vrstnikih v Evropi. Tudi Slovenija se sooča z izzivom bolj učinkovite rabe IKT, zlasti didaktično usmerjene z znanstveno dokazanimi dejstvi učinka na učenje in poučevanje. Še vedno je preveč intuitivne rabe IKT, ki samo poveča kognitivno obremenitev ter dokazano zmanjšuje učinek učenja in ne prispeva k dvigu ustvarjalnega potenciala.

Raziskovalci ugotavljajo (Curzon, Dorling, Ng, Selby in Woollard, 2014), da informacijsko-komunikacijske spretnosti, ki jih usvojijo učenci med šolanjem, zastarajo, še preden zaključijo šolanje, saj se tehnologija razvija izredno hitro. Učence je zato treba spodbujati, da se prilagajajo novim tehnologijam, ter razvijati spretnosti, da bodo nove tehnologije znali uporabiti pri razvijanju in razumevanju novih znanj. Tak način poučevanja podpira računalniško razmišljanje (Curzon idr., 2014).

Z namenom smiselne integracije IKT v pouk je pomembno ob posodabljanju učnih načrtov različnih predmetov nameniti uporabi IKT ustrezno mesto, na primer pri spodbujanju ustvarjalnosti, razumevanju reševanja problemov in učenju določenih spretnosti (Sharples idr., 2015). Med splošnimi cilji učnega načrta za kemijo v osnovni šoli, ki jih pri kemiji kot splošnoizobraževalnemu predmetu učenci prednostno razvijajo, je v zvezi z uporabo IKT opredeljeno (Bačnik idr., 2011, str. 5; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 2):

- učenci razvijajo prostorske predstave oziroma osnove kemijske vizualne pismenosti z vizualizacijskimi sredstvi oziroma sodobno IKT;
- kemija posebej udejanja razvijanje naravoslovno-matematične kompetence (zmožnosti) za razvoj kompleksnega in kritičnega mišljenja:
  - iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz več virov:
    - zmožnost presoje, kdaj je informacija potrebna;
    - načrtno spoznavanje načinov iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov;
    - načrtno opazovanje, zapisovanje in uporaba opažanj/meritev kot vira podatkov;
    - razvijanje razumevanja in uporabe simbolnih/grafičnih zapisov;
    - uporaba IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij.

Didaktična priporočila v učnem načrtu za kemijo (Bačnik idr., 2011) navajajo uporabo IKT na več mestih:

- **Prostorske predstave, vizualizacijski modeli in IKT**

Kemijske modele sistematično uporabljamo pri vseh vsebinskih sklopih in fazah pouka kemije. Za razvijanje prostorskih predstav učencev je nujna njihova aktivna vloga – samostojno delo s fizičnimi kemijskimi modeli (individualno delo in delo v dvojicah), ki se dopolnjuje z uporabo računalniško ustvarjenih modelov (programi za risanje in prikazovanje kemijskih struktur: Chem-sketch, Chime itd.). Pomembno je, da inovativno izkoristimo vse možnosti modelov za pouk kemije in ob učenju iz modelov vključujemo tudi učenje o modelih, pri čemer z učenci skupaj razmišljamo o omejitvah modelov, njihovih prednostih in pomanjkljivostih v prikazih ter jih s tem navajamo na analožno mišljenje. To je še zlasti zaželeno pri nadarjenih učencih. Pri uporabi vizualizacijskih elementov (modeli, submikroskopske predstavitve, animacije) in sodobne IKT je pomembno sistematično povezovanje z eksperimentalnim delom (Bačnik idr., 2011, str. 5; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 3).

- **Delo z viri, predstavljanje informacij in IKT**

Učitelj kemije pri načrtovanju in izvajanju učnega procesa uporablja različne informacijske vire (poljudnoznanstvene revije, strokovni članki, svetovni splet, podatkovne zbirke, dokumentarni filmi, enciklopedije in druge publikacije) ter učence usmerja k njihovi uporabi oziroma k uporabi sodobne IKT. Pri delu z viri učitelj kemije učence navaja na iskanje, razvrščanje, urejanje, analiziranje informacij, ustrezno citiranje virov ter razvija kritično mišljenje učencev, na podlagi katerega bodo učenci znali informacije uporabiti, vrednotiti in ustrezno predstaviti (Bačnik idr., 2011, str. 25; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 3).

- **Eksperimentalno-raziskovalni pristop**

Eksperimentalno delo, kjer je le mogoče, razširimo tudi s terenskim delom in uporabo IKT. Eksperimentalno delo lahko dopolnujemo ali izjemoma nadomestimo (npr. nevarni, dragi, dolgotrajni poskusi) s posnetki poskusov iz različnih virov in v različnih fazah učnega procesa (Bačnik idr., 2011, str. 23; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 3).

- **Medpredmetne povezave**

Medpredmetno se lahko med različnimi predmeti povezujemo učno-ciljno ali izvedbeno (sodelovalno (timsko) poučevanje), in sicer na ravni vsebinskih ali procesnih znanj (posebej eksperimentalno-raziskovalnega pristopa), dejavnosti, uporabe učnih orodij (IKT), miselnih postopkov, posameznih kompetenc itd. (Bačnik idr., 2011, str. 26; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 3).

Tudi standardi znanja v učnem načrtu za kemijo zahtevajo vrednotenje uporabe IKT (Bačnik idr., 2011, str. 15; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 2): učenec zna uporabljati podatke iz različnih informacijskih virov z IKT (poljudnostrokovna literatura, svetovni splet, zbirke podatkov idr.), jih ustrezno uporabiti in predstaviti (npr. pri izdelavi seminarskih nalog, plakatov, projektne delu, raziskavi).

Učni načrt za kemijo v osnovnih šolah je zasnovan tako, da omogoča tudi uresničevanje ključnih kompetenc (zmožnosti) za vseživljenjsko učenje, ki so opredeljene kot kombinacija znanj, spretnosti in odnosov, ustrežajočih okoliščinam. Prednostno pri kemiji razvijamo matematično kompetenco in osnovne kompetence v znanosti (naravoslovju) in tehnologiji ter digitalno pismenost

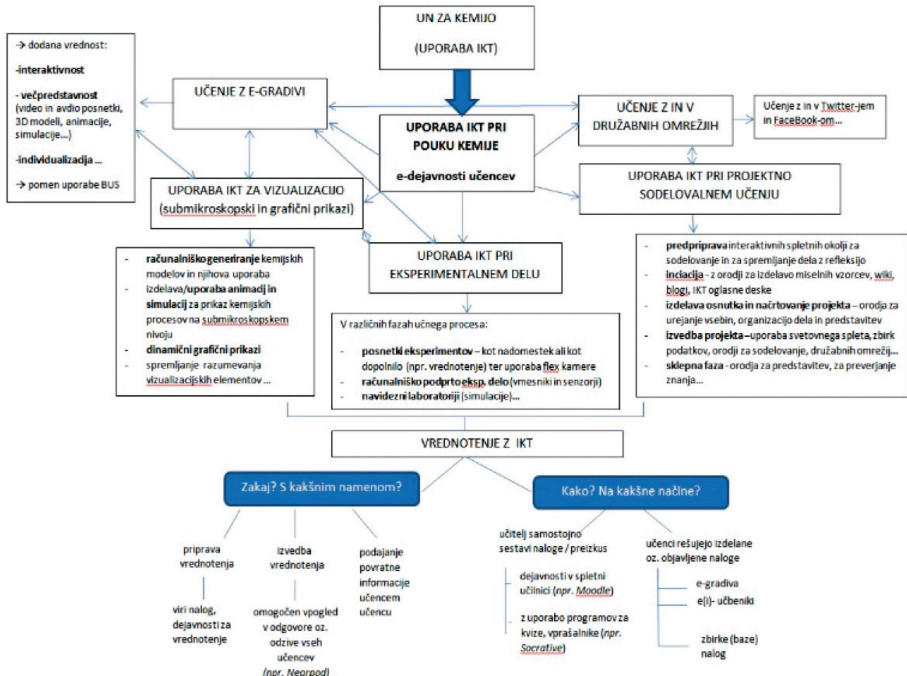
(Bačnik idr., 2011, str. 30; Bačnik in Poberžnik, 2016, str. 3).

V informacijski družbi se tudi učitelji naravoslovja soočajo z novimi priložnostmi in izzivi, ki so po eni strani posledica hitrega napredovanja znanosti in tehnologije, po drugi strani pa hitrega razvoja informacijske tehnologije. Oboje hkrati omogoča nove možnosti in ideje, ki se lahko učinkovito izvajajo pri poučevanju in učenju naravoslovja (Ferk Savec, 2017).

Ferk Savec (2015, str. 841) ugotavlja, da bodoči učitelji kemije v smislu priložnosti v informacijski dobi za kakovosten pouk kemije prepoznajo predvsem priložnosti za uporabo vizualizacijskih gradnikov (51,5 %), podporo IKT za lažje razumevanje delčnega sveta (36,4 %) in možnosti za zanimivejši pouk kemije (36,4 %). Približno četrtnina bodočih učiteljev (24,2 %) pa prepozna uporabo IKT tudi za utrjevanje in ponavljanje znanja ter hitro in dobro komunikacijo z učenci. V raziskavi ugotavljajo tudi, da bodoči učitelji kemije kot izzive informacijske dobe za učitelje kemije navajajo predvsem pomembnost preprečevanja slabšanja bralne pismenosti učencev (34,8 %), preprečevanje razvoja napačnih razumevanj pri učencih kot posledice nerazumevanja uporabe vizualizacijskih elementov (34,8 %), težave pri sledenju hitremu razvoju IKT (26,1 %), težave pri iskanju in izboru ustreznih gradiv (26,1 %) in težave pri nadziranju učencev med delom z IKT (Ferk Savec, 2015, str. 842).

Gerlič idr. (2011) so v raziskavi ugotovili, da so slovenske šole dobro opremljene in imajo učitelji po lastni oceni zadostno znanje za uporabo IKT pri pouku. Vendar pa sodobna infrastruktura in oprema ter znanje učiteljev za uporabo IKT niso dovolj za uporabo IKT pri poučevanju. Pri Zavodu za šolstvo Republike Slovenije izdali smernice za uporabo IKT pri pouku kemije (Bačnik in Poberžnik, 2016). V shemi 1 je prikazan pregled izbranih (možnih) dejavnosti učencev/dijakov z osmišljeno uporabo IKT pri pouku kemije.





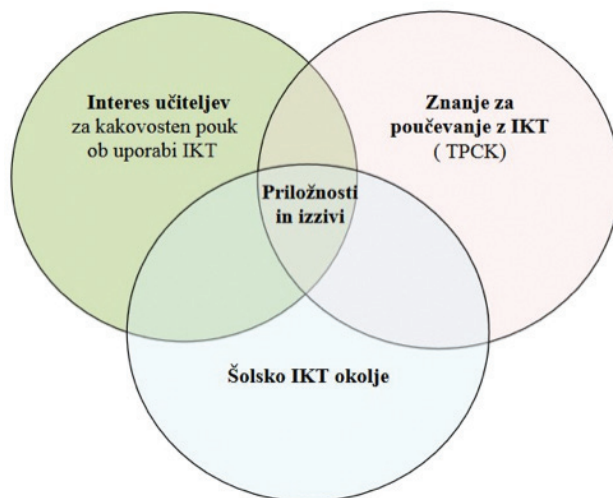
Shema 1: Uporaba IKT pri pouku kemije (Poberžnik, Skvarč in Bačnik, 2015)

Pri pregledu literature Ferk Savec (2015) ugotavlja, da ima bistven pomen za uporabo IKT pri pouku tudi podporno šolsko okolje, ki prek ustrezne IKT infrastrukture in opremljenosti pogojuje njeno integracijo v pouk. Ena ključnih ugotovitev, ki se je izkazala ob pregledu in analizi znanstvene literature, je, da sta za uspešno integracijo IKT v pouk odločilna dejavnika interes učiteljev in njihovo prepričanje, da ima integracija IKT v pouk dodano vrednost v smislu izboljšanja kakovosti učnega procesa. Proces integracije IKT bo v prihodnje morda pospešilo dejstvo, da brez sodobnih tehnologij učitelji ne bodo mogli doseči zastavljenih učnih ciljev, ki bodo tudi zunanje preverjeni.

V. Ferk Savec (2015, str. 843) je predlagala model za uspešno integracijo IKT v pouk, ki vključuje sintezo odločujočih dejavnikov, ki po eni strani omogočajo prepoznavanje priložnosti, po drugi pa uspešno reševanje izzivov, ki jih prinaša in jih bo tudi v prihodnje prinašala informacijska doba. Odločujoči dejavniki v modelu, ki omogočajo prepoznavanje priložnosti in uspešno soočanje z izzivi, so:

- interes učiteljev za kakovosten pouk ob uporabi IKT – temelji na prepričanju, da IKT pripomore k izboljšanju kakovosti pouka;
- znanje za poučevanje z IKT (TPCK) – temelji na integraciji znanja vsebine, pedagogike in IKT;

- šolsko okolje – temelji na ustreznih IKT infrastrukturi in opreми, IKT managementu na šoli in sodelovanju učencev.



*Slika 1: Model za uspešno integracijo IKT v pouk (Ferk Savec, 2015, str. 844)*

## Metoda

Namen pilotne posodobitve predmeta Didaktika kemije II z učno prakso, v programu izobraževanja bodočih učiteljev kemije, je bil razširiti in nadgraditi možnosti za razvoj kompetenc bodočih učiteljev za didaktično uporabo IKT pri pouku kemije ter implementirati inovativne didaktične pristope za aktivno, na študente usmerjeno učenje z uporabo IKT v povezavi s šolsko prakso. V ta namen so bila ob sodelovanju učiteljice kemije iz osnovne šole in nosilke predmeta (avtorici prispevka) izdelana interaktivna, z IKT podprta učna gradiva, ki so bila vključena v izvedbo predmeta.

## Vzorec

Vzorec predstavlja celotna populacija v študijskem letu 2017/18 vpisanih študentov tretjega letnika Pedagoške fakultete UL, dvopredmetni učitelji vezave s kemijo, smeri kemija-biologija, kemija-gospodinjstvo in kemija-fizika, tj. 14 študentov (12 deklet in 2 fanta), ki so obiskovali predmet Didaktika kemije II z učno prakso. Izvedba predmeta in raziskava sta potekali v letnem semestru (od februarja do junija 2018).

## *Merski instrumenti in gradivo*

Podatki so bili zbrani z uporabo vprašalnika, ki so ga bodoči učitelji kemije reševali v sklopu izvedbe predmeta Didaktika kemije II z učno prakso po opazovanju vsakega od 10 videoposnetkov rednega pouka kemije v osnovni šoli, v katerih je bila uporabljena IKT v različnih situacijah. Vprašalnik je vseboval pet vprašanj odprtega tipa in je od bodočih učiteljev kemije zahteval sintezo ugotovitev o uporabi IKT pri pouku kemije (prednosti, slabosti) z vidika učenca in učitelja. Odprte odgovore študentov sta analizirala dva neodvisna raziskovalca (avtorici prispevka), da smo zagotovili veljavnost in zanesljivost rezultatov, njuna usklajenost je bila 95-odstotna.

V tabeli 1 je zapisan seznam posnetkov rednega pouka kemije, z zapisom uporabe IKT pri pouku in z naslovi učne teme po učnem načrtu za kemijo v osnovni šoli, ki smo jih uporabili pri pilotski posodobitvi predmeta.

*Tabela 1: Seznam posnetkov rednega pouka kemije z uporabo IKT, uporabljenih pri pilotski posodobitvi predmeta*

<b>Videoposnetek pouka kemije</b>	<b>Uporaba IKT pri pouku</b>	<b>Naslov učne teme po učnem načrtu za kemijo v osnovni šoli</b>
1. POSNETEK	uporaba QR kod za povezovanje pouka kemije s situacijami iz vsakdanjega življenja	Kemijske reakcije
2. POSNETEK	uporaba QR kod za namene vizualizacije pri pouku kemije	Kislina, baze in soli
3. POSNETEK	uporaba e-stripov za povezovanje pouka kemije s situacijami iz vsakdanjega življenja	Kisikova družina organskih spojin
4. POSNETEK	uporaba programa H5P za izvedbo aktivnega pouka kemije	Kisikova družina organskih spojin
5. POSNETEK	uporaba programa H5P – videourejevalnik za izvedbo aktivnega pouka kemije	Družina ogljikovodikov s polimeri
6. POSNETEK	uporaba iger za izvedbo aktivnega pouka kemije	Kisikova družina organskih spojin
7. POSNETEK	uporaba iger za izvedbo aktivnega pouka kemije	Elementi v periodnem sistemu

*Tabela 1: Seznam posnetkov rednega pouka kemije z uporabo IKT, uporabljenih pri pilotski posodobitvi predmeta (nadaljevanje)*

<b>Videoposnetek pouka kemije</b>	<b>Uporaba IKT pri pouku</b>	<b>Naslov učne teme po učnem načrtu za kemijo v osnovni šoli</b>
8. POSNETEK	uporaba QR kod za izvedbo diferenciacije in individualizacije pri pouku kemije	Kisikova družina organskih spojin
9. POSNETEK	uporaba glasovalnih sistemov za izvedbo diferenciacije in individualizacije pri pouku kemije	Atom in periodni sistem Povezovanje delcev/gradnikov
10. POSNETEK	uporaba glasovalnih sistemov za izvedbo diferenciacije in individualizacije pri pouku kemije	Kisikova družina organskih spojin

### *Načrt izvedbe raziskave*

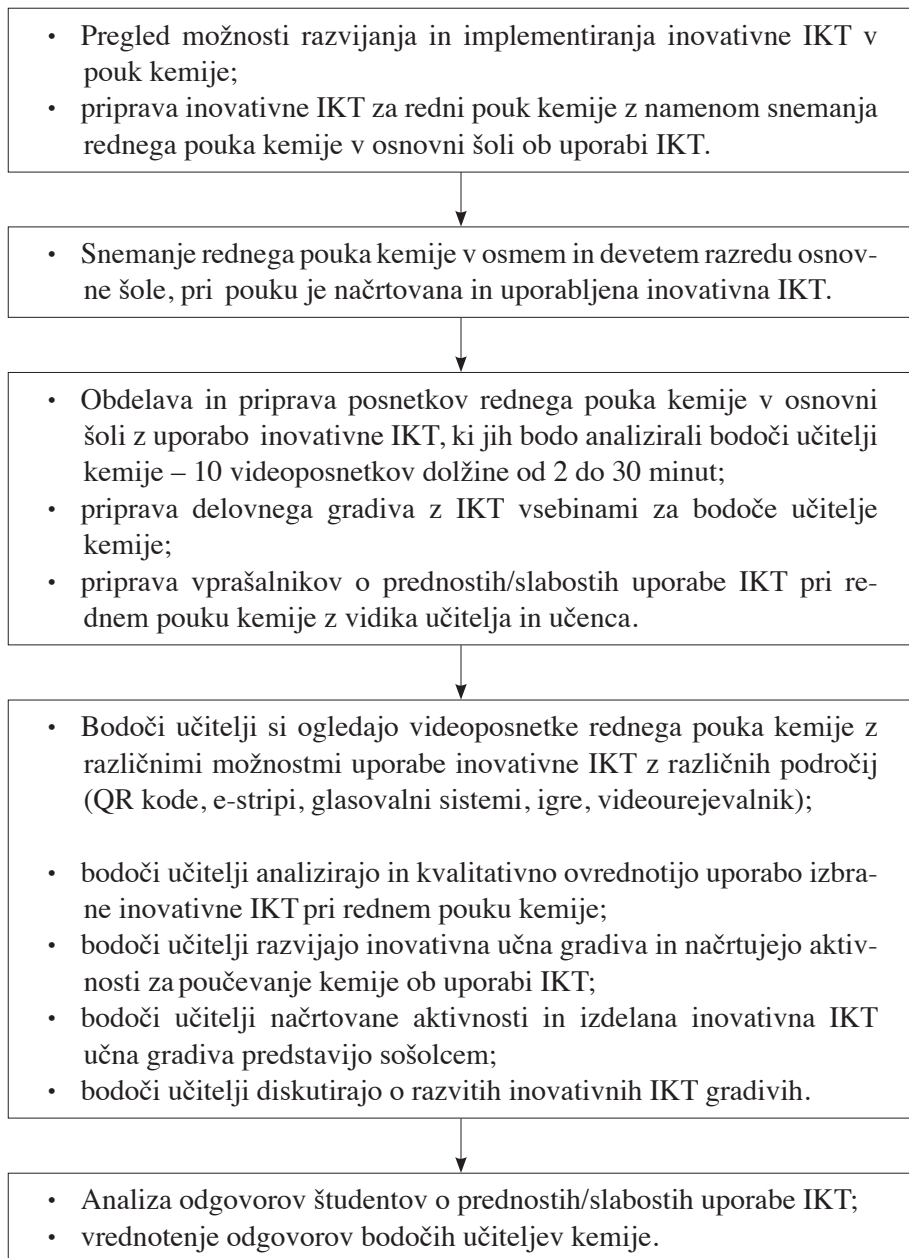
Za namen posodobitve predmeta Didaktika kemije II z učno prakso smo pregledali literaturo o možnostih vključevanja in uporabe inovativne IKT pri pouku kemije ter načrtovali snemanje rednega pouka kemije v osnovni šoli pri poučevanju različnih kemijskih vsebin ob uporabi IKT. Deset posnetkov rednega pouka kemije z uporabljenimi IKT smo obdelali, posnetki so dolgi od 2 do 30 minut.

Posnetki so bili uporabljeni v sklopu izvedbe predmeta Didaktika kemije II z učno prakso, pri katerem so bodoči učitelji kemije analizirali in vrednotili prednosti/slabosti uporabljenih IKT pri rednem pouku kemije ter sami razvijali učna gradiva in načrtovali aktivnosti ob inovativni uporabi IKT. Študenti so načrtovano in izdelano učno gradivo oziroma aktivnost predstavili sošolcem in diskutirali o predstavljenem učnem gradivu oziroma aktivnosti.

Videoposnetki z uporabo IKT pri pouku kemije obravnavajo teme v skladu s cilji osnovnošolskega učnega načrta in z vidika IKT zajemajo:

- (1) uporabo in izdelavo programov za povezovanje pouka kemije s situacijami iz vsakdanjega življenja (e-stripi, QR kode);
- (2) uporabo in izdelavo programov za uporabo vizualizacije pri pouku kemije (QR kode);
- (3) uporabo in izdelavo programov za izvedbo aktivnega pouka kemije (videourejevalnik, izdelava iger);

- (4) uporabo in izdelavo programov za izvedbo diferenciacije in individualizacije pri pouku kemije (QR kode, glasovalni sistemi).



*Shema 2: Potek raziskave*

## Rezultati z razpravo

### *Uporaba in izdelava QR kod za povezovanje pouka kemije s situacijami iz vsakdanjega življenja in za vizualizacijo pri kemiji (N = 13)*

Vsi študenti (N = 13) navajajo, da učitelj z vključevanjem QR kod v pouk kemije skrbi za dvig interesa pri učencih. Med prednostmi vključevanja QR kod v pouk kemije študenti vidijo to, da učitelj pri načrtovanju pouka sledi sodobnim trendom uporabe inovativne informacijsko-komunikacijske tehnologije iz vsakdanjega življenja (N = 6), z uporabo QR kod učitelj učence usmerja do številnih informacij na medmrežju, ki jih predhodno pregleda, informacije so kakovostne in preverjene (N = 7), QR kode lahko učitelj uporabi za usmerjanje učencev na dodatne neobvezne vsebine, za domačo nalogo (N = 7) ali kot povezave do rešitev pri preverjanju znanja (N = 4); s QR kodami lahko učence usmerimo v nadaljnje raziskovanje predelane vsebine.

Bodoči učitelji vidijo pri izdelavi QR kod veliko priprav za učitelja (N = 9), ki pa mora poskrbeti, da veljavnost QR kod oziroma spletnih strani ne poteče (N = 3). Hkrati jih skrbi (N = 7), da vsi učenci nimajo sodobnih telefonov oziroma zakupljenega prenosa podatkov in da gredo učenci lahko v času, namenjenemu učenju s pomočjo QR kod in interneta na druge spletne aplikacije, ki jih imajo naložene na telefonu (Facebook, Instagram ...) (N = 6).

Pri učencih vidijo visoko motivacijo za delo in učenje (N = 13), prednosti so, da lahko vsak učenec individualno dostopa do podatkov, ki ga zanimajo, in ni nujno, da so povezane z vsebinami po učnem načrtu (N = 5), učenec ve, da ga učitelj prek QR kod usmerja na preverjene informacije (N = 5), vidi, da učitelj sledi sodobnim trendom poučevanja, in sam spozna inovativno informacijsko-komunikacijsko tehnologijo ter vidi uporabno vrednost sodobne tehnologije – sodobnega telefona, ki mu omogoča priročen dostop do številnih informacij (N = 11).

Kot slabosti z vidika učenca so bodoči učitelji prepoznali to, da vsi učenci nimajo dovolj dobrih mobilnih telefonov oziroma tekmujejo med seboj, kdo ima boljši telefon oziroma nimajo omogočenega prenosa mobilnih podatkov (N = 11), kar je lahko za učence slabo in doseže nasprotni učinek.

### *Uporaba in izdelava e-stripov za povezovanje pouka kemije s situacijami iz vsakdanjega življenja (N = 13)*

Bodoči učitelji se strinjajo (N = 13), da se z vključevanjem e-stripa v pouk

kemije in s povezovanjem s situacijami iz vsakdanjega življenja pri učencih dvigne interes za učenje, poveča se učenčeva pozornost (N = 6), saj je pouk zanimiv, učitelj uporabi drugačen pristop (N = 7) in sledi sodobnim trendom didaktike pouka kemije (N = 2), prek e-stripa lahko zajame več učnih ciljev hkrati (N = 4) in jih na zabaven način poveže s situacijami iz vsakdanjega življenja (N = 2). **S takim pristopom lahko učitelj bolj ustvarjalne učence spodbudi, da se sami naučijo izdelovati e-stripe (N = 3).**

Veliko bodočih učiteljev (N = 11) **prepozna v tem ogromno priprave in domačega dela za učitelj, prav tako pa ni preprosto pripraviti in izdelati dober in poučen strip (N = 6), saj mora učitelj poleg znanja kemije in ustvarjalnosti obvladati še programsko opremo. Študenti ugotavljajo, da je programska oprema za izdelavo e-stripov z vidika kemije pomanjkljiva (predvsem delčna in simbolna raven) (N = 5), boljši programi za izdelavo stripov pa so plačljivi (N = 2).**

Med prednostmi uporabe e-stripa v razredu z vidika učenca študenti prepoznajo povečan interes za učenje (N = 10), **lažje pomnjenje (N = 4) in predvsem zabavno učenje (N = 13).**

Učencem je učna snov predstavljena na prijazen in zanimiv način (N = 4), učenci zelo radi berejo stripe (N = 3), bolj ustvarjalni lahko razvijajo svoje ustvarjalne sposobnosti in spoznavajo IKT za izdelavo e-stripov (N = 6).

Bodoče učitelje skrbi, da se učenci preveč osredotočijo na strip in ne na vsebino (N = 7), slabši učenci ne razumejo bistva – kemijske vsebine (N = 8), zato je nujno, da učitelj uporabi različne pristope (N = 3), vsi učenci tudi ne marajo stripov (N = 4) oziroma učenja prek stripa ne jemljejo resno (N = 2).

### ***Uporaba in izdelava programov za aktivni pouk (N = 13)***

Študenti spoznavajo z uporabo programske opreme H5P resnično drugačen, zanimiv, aktiven in dinamičen pouk z vidika učiteljeve priprave (N = 10) in učenca (N = 6). **Učenci so bolj zainteresirani za delo in učenje (N = 6). Programska oprema H5P je pripravljena za okolje Moodle, kar pomeni, da lahko učitelj naloge naloži v spletno učilnico (N = 5), učencem pripravi zanimivo in aktivno domačo nalogo (N = 2), učenci lahko rešujejo naloge brez prisotnosti učitelja (N = 2) in večkrat rešijo posamezno nalogo (N = 3).**

Učitelj ima veliko dela s pripravo doma in s spoznavanjem H5P programske opreme (N = 12).

Da poteka delo v razredu po načrtu, mora šola zagotoviti ustrezno število tabličnih računalnikov ali računalniško učilnico (N = 4), internetna povezava mora biti dobra (N = 2).

Čeprav ima H5P program širok izbor interaktivnih vsebin, prepoznavajo študenti v določenih podatkovnih tipih omejitve (N = 4).

Z vidika učenca študenti prepoznavajo poleg zabavnega in aktivnega pouka (N = 12) **učenje skozi igro (N = 10), ki ga večkrat uporabljajo in s tem utrjujejo znanje (N = 4)**, do nalog lahko učenci dostopajo od doma (N = 6), pri reševanju v paru učenci radi tekmujejo (N = 6).

Med slabostmi bodoči učitelji navajajo, da imajo učenci lahko težave, preden spoznajo aplikacijo (N = 2), **šola nima ustreznega števila tabličnih računalnikov (N = 3)**, kadar učenci rešujejo v paru, niso enakovredni po znanju (N = 2), ali pa rešuje nalogo samo en učenec, drugi učenec pa opazuje (N = 2).

### ***Uporaba in izdelava programov za aktivni pouk – interaktivni video (N = 12)***

Prednosti uporabe interaktivnega videa pri pouku bodoči učitelji vidijo predvsem v samostojnem aktivnem delu učencev (N = 7) **in možnosti, da si učenci individualno prilagodijo hitrost videa, hitrost reševanja nalog ali si video ogledajo večkrat (N = 8)**. Vsekakor je delo z interaktivnim videom drugačno in zanimivo (N = 12), **pri učencih se poveča interes za učenje (N = 3)**, videoposnetek si lahko ogledajo doma, ker je naložen v spletno učilnico (N = 2). Učitelj mora biti izredno pozoren pri izbiri videoposnetka (N = 3), iz velikega nabora tujih videoposnetkov ima možnost obdelave in prevoda v slovenski jezik (N = 4), **učitelj lahko sam nadgradi videoposnetek z nalogami (N = 5)**, lahko vključi vse tri kemijske ravni – delčno, simbolno in makroskopsko (N = 2), dodaja zanimive vsebine (N = 1) **ter s posameznimi nalogami natančno usmerja pozornost učencev (n = 1)**.

Če želi učitelj izbrati in izdelati dober interaktivni video, potrebuje veliko časa in znanja, saj je delo zahtevno (N = 12). Pri načrtovanju učne ure mora biti pozoren na diferenciacijo, saj so učenci različnih sposobnostih ter različno hitro rešijo in razumejo predelane vsebine (N = 3), **učitelj mora nuditi še dodatno frontalno razlago tistim, ki jo potrebujejo (N = 2)**, **oziroma mora načrtovati delo tako, da imajo vsi učenci naloge prilagojene svojim sposobnostim (N = 2)** in da v razredu ne nastane nemir.



Učencem se zdi delo z interaktivnim videom zanimivo ( $N = 8$ ), gre za nov in drugačen pristop dela z videoposnetkom ( $N = 7$ ), pri učencih se poveča interes za učenje kemije ( $N = 4$ ). Prednost uporabe interaktivnega videa je tudi, da učenci individualno rešujejo naloge in si ogledujejo video, prilagajajo hitrost dela svojim sposobnostim ( $N = 9$ ), si videoposnetek še večkrat ogledajo doma ( $N = 8$ ).

Težave lahko nastopijo pri učno šibkejših učencih, ker potrebujejo dodatno učiteljevo razlago ( $N = 3$ ), ne pa poznavanja programske opreme ( $N = 2$ ), šola nima zadosti tabličnih računalnikov in učenci morajo delati v paru, kar pomeni, da si hitrosti dela ne morejo individualno uravnavati ( $N = 6$ ), če učitelj vključi interaktivni video v angleškem jeziku, imajo lahko učenci težave z razumevanjem ( $N = 2$ ) ali pa učenci ne upoštevajo navodil učitelja in delajo druge naloge na tabličnih računalnikih ( $N = 2$ ).

### ***Uporaba in izdelava IKT iger za aktiven pouk ( $N = 13$ )***

Bodočim učiteljem kemije se zdi uporaba iger pri pouku zelo pozitivna. Menijo, da so tako vsi učenci v razredu aktivni ( $N = 13$ ) in imajo zelo velik interes za sodelovanje ( $N = 11$ ), saj je vključevanje iger v pouk kemije drugačen pristop k poučevanju ( $N = 2$ ). Učitelj dobi takoj povratno informacijo o uspešnosti učencev ( $N = 9$ ), vidi, kje imajo učenci težave, in jim lahko nudi dodatno razlago ( $N = 5$ ), učitelj vidi, ali sodelujejo vsi učenci ( $N = 2$ ), izbrano aktivnost lahko uporabi za uvodno motivacijo ( $N = 4$ ) ali kot preverjanje in utrjevanje znanja ( $N = 6$ ).

Za dobro in pravilno strokovno pripravljeno igro učitelj potrebuje veliko časa in znanja ( $N = 10$ ). Učitelj mora v igri nuditi dovolj časa za odgovore ( $N = 3$ ) in skrbeti za disciplino v razredu ( $N = 2$ ). Nekateri programi za izdelavo iger imajo omejitve, kot so dolžina besedila pri posamezni nalogi, število slik pri posamezni nalogi, uporaba določenih videoposnetkov (samo YouTube) ( $N = 2$ ).

Učenci imajo visok interes za delo in učenje ob igri, saj so ves čas vsi aktivni ( $N = 13$ ). Učenci se učijo skozi igro ( $N = 5$ ), sami lahko preverijo svoje znanje in dobijo takojšna povratna informacija ter vidijo, kaj znajo in kaj se morajo še naučiti ( $N = 10$ ), stopnja pozornosti pri reševanju nalog je visoka ( $N = 2$ ), učenci želijo izkazati svoje znanje in tekmujejo med seboj ( $N = 8$ ), učenci so zadovoljni, ker lahko med poukom uporabljajo mobilne telefone ( $N = 3$ ).

Tekmovanje med učenci je lahko tudi negativno, saj učno šibkejši učenci hitro obupajo ( $N = 8$ ), učenci v šoli nimajo mobilnih telefonov ( $N = 4$ ), nalogo vidijo samo

enkrat (N = 1), učenci morajo biti hitro odzivni in dobri bralci, ker je čas reševanja nalog omejen in se lahko zgodi, da odgovore samo ugibajo in rešujejo brez razmisleka (N = 5).

### ***Individualizacija in diferenciacija ob uporabi IKT (N = 11)***

Prednosti uporabe IKT pri izvedbi individualizacije oziroma diferenciacije vidijo bodoči učitelji v tem, da učitelj lahko učencem pripravi različne QR kode ali druge IKT aktivnosti, s katerimi učence usmerja na vsebine, ki jim pomagajo pri učenju (N = 4), učencem omogoči različno vizualizacijo glede na sposobnosti (N = 2), pripravi usmeritve na dodatne vsebine (N = 2), bodoči učitelji prepoznajo povečan interes za učenje in delo ob uporabi IKT kot brez uporabe IKT pri izvedbi diferenciacije (N = 4).

Učitelj mora dobro zastaviti učno uro in naloge za izvedbo učne diferenciacije ter učencem zagotoviti ustrezno in primerno IKT podporo (N = 5), takšna oblika pouka pa potrebuje veliko dela in priprav (N = 4). Slabost je, da takrat, kadar si učitelj pripravi učno enoto z uporabo IKT, ki bo učencem v pomoč pri diferenciaciji, ne dela internet ali pa ni na voljo ustrezna IKT oprema (N = 6). Učitelj mora biti pozoren, da učenci resnično sledijo povezavam, ki jim jih je pripravil, in ne obiskujejo neprimernih spletnih strani (N = 7).

Učenci so zadovoljni, kadar si lahko pomagajo z IKT opremo (N = 3), saj jim pomaga pri učenju (N = 2), vedo, da so informacije, do katerih jim učitelj pripravi povezave, preverjene in ustrezne (n = 8), in lažje dostopajo do različnih virov vizualizacije (N = 1).

Težave nastanejo, če so učenci učno šibki, ne prepoznajo bistva (N = 2), spletne povezave ne razumejo in jim je IKT v breme (N = 3) ali pa če na šoli nimajo dovolj IKT opreme, da bi jo lahko vsi učenci samostojno uporabljali (N = 2).

### ***Uporaba in izdelava glasovalnih sistemov za potrebe individualizacije in diferenciacije (N = 12)***

Učitelj z uporabo glasovalnih sistemov takoj dobi povratno informacijo o znanju učencev (N = 12), lahko ugotovi, kje imajo učenci primanjkljaj, in jim nudi dodatno razlago (N = 6). Bodoči učitelji prepoznajo prednost glasovalnih sistemov, pri katerih dobijo povratno informacijo o znanju posameznega učenca, pred glasovalnimi sistemi, pri katerih dobijo povratno informacijo za celoten razred (N = 8). Učitelji s pomočjo rezultatov glasovalnih sistemov

lažje načrtujejo diferenciacijo in individualizacijo (N = 5). Z uporabo glasovalnih sistemov lahko učitelj pridobi informacije o vsebinah, ki so učencem všeč, ter glede na želje in potrebe načrtuje nadaljnji pouk (N = 2).

Ponovno bodoči učitelji prepoznajo veliko dela in učiteljeve priprave doma (N = 7), velikokrat so omenjene tudi omejitve različnih glasovalnih sistemov (npr. število vprašanj, možnosti brezplačne uporabe) (N = 2).

Učencem je uporaba glasovalnih sistemov za preverjanje znanja všeč (N = 8), saj takoj dobijo povratno informacijo o pravilno/napačno rešeni nalogi in vidijo, kakšno je njihovo razumevanje posamezne vsebine (N = 7), odgovori učencev so tudi anonimni (N = 6).

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v šolsko prakso**

Iz izkušenj izvajalk pilotne posodobitve predmeta Didaktika kemije II z učno prakso (avtoric prispevka) in rezultatov, pridobljenih z elevacijsko študijo s študenti, vključenimi v pilotno posodobitev, lahko izpeljemo, da so bile načrtovane in implementirane posodobitve predmeta smiselne z vidika kakovosti njegove izvedbe. Bodoči učitelji navajajo, da lahko uporaba ustrezne IKT prispeva k povečanju interesa za učenje in delo pri pouku kemije, učenci se lahko učijo skozi igro, z uporabo IKT lahko učitelj takoj dobi povratno informacijo o posameznikovem znanju, razumevanju ali interesu za posamezne vsebine, učitelj lahko enostavneje načrtuje in izvede učno diferenciacijo in individualizacijo, z uporabo IKT lahko usmerja pozornost učencev na izbrane segmente, lahko nadzira in usmerja zbiranje informacij itd. **Hkrati je pomembno**, da učitelj ustrezno zastavi cilje in poskrbi za ciljno usmerjeno delo učencev, da imajo ti možnost brezplačnega prenosa podatkov (npr. prek šolskega Wi-Fi omrežja), da imajo na voljo ustrezno opremo (npr. tablični računalniki za vse učence), učitelj mora učence prav tako predhodno seznaniti z načinom uporabe programske opreme itd. Z integracijo videoposnetkov uporabe IKT v šolski praksi v seminar predmeta Didaktika kemije II z učno prakso je bila z vidika bodočih diplomantov vzpostavljena tudi pomembna konkretna povezava z njihovim bodočim delom v osnovni šoli in možnostmi za uporabo IKT v šolskem okolju, pri čemer so se bodoči učitelji seznanili s pripravami na pouk ob uporabi IKT in s pomenom spremljanja raziskav s področja kemijskega izobraževanja.

## Literatura

- Apotheker, J., in Veenstra, I. (2015). Twenty-first century skills: Using the web in chemistry education. V J. Garcia-Martinez in E. Serrano-Torregrosa (ur.), *Chemistry education : best practices, opportunities and trends* (str. 565–594). Wiley-VCH, Weinheim.
- Bačnik, A., Bukovec, N., Vrtačnik, M., Poberžnik, A., Križaj, M., Stefanovik, V., ... Preskar, S. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Kemija*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Bačnik, A., in Poberžnik, A. (2016). *Smernice za uporabo IKT pri predmetu kemija*. Ljubljana: Zavod za šolstvo. Pridobljeno s <https://www.zrss.si/digitalnknjiznica/smernice-ikt-kem/> - Ikem/#1
- Becta. (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers. Pridobljeno s [http://dera.ioe.ac.uk/1603/1/becta\\_2004\\_barrierstoup-take\\_litrev.pdf](http://dera.ioe.ac.uk/1603/1/becta_2004_barrierstoup-take_litrev.pdf)
- Boh Podgornik, B., Dolničar, D., Ferk Savec, V., Sajovič, I., in Vrtačnik, M. (2012). Vplivi informacijske pismenosti, aktivnih študijskih oblik in motivacije na učno in študijsko uspešnost. V M. Orel in S. Jurjevič (ur.). *Nova vizija tehnologij prihodnosti = The new vision of future technologies* (str. 159–182). Polhov Gradec: Eduvision.
- Bransford, J., Brown, A. L., in Cocking, R. R. (ur.). (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school (2nd ed.)*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., in Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: a framework*. Draft policy document: Computing At School.
- Ferk Savec, V. (2015). Priložnosti in izzivi za učitelje kemije v informacijski dobi. V M. Orel (ur.), *Modern approaches to teaching coming generation = Sodobni pristopi poučevanja prihajajočih generacij* (str. 833–847). Polhov Gradec: Eduvision.
- Ferk Savec, V. (2017). The opportunities and challenges for ICT in science education. *LUMAT*, 5(1), 12–22.
- Gerlič, I., Veček, N., in Pungartnik, T. (2011). *Stanje in trendi uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v slovenskih srednjih šolah*. Univerza v Mariboru: Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo.
- Grabe, M., in Grabe, C. (2007). *Integrating technology for meaningful learning* (5<sup>th</sup> ed.). Boston, NY: Houghton Mifflin.
- Iding, M., Crosby, M. E., in Speitel, T. (2002). Teachers and technology: Beliefs and practices. *International Journal of Instructional Media*, 29(2), 153–171.

- Lefebvre, S., Deaudelin, D., in Loiselle, J. (2006). *ICT implementation stages of primary school teachers: The practices and conceptions of teaching and learning. Paper presented at the Australian Association for Research in Education National Conference*. Adelajda, Avstralija.
- ICILS. (2013). *Mednarodna raziskava računalniške in informacijske pismenosti ICILS (2013)*. Pridobljeno s [http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna\\_dejavnost/ICILS/ICILS\\_izrocki%20ZA%20novinarje.pdf](http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/ICILS/ICILS_izrocki%20ZA%20novinarje.pdf)
- Poberžnik, A., Skvarč, M., in Bačnik, A. (2015). Uporaba IKT pri pouku kemije. *Vzgoja in izobraževanje*, 46(2–3), 88–95.
- Romeo, G. I. (2006). Engage, empower, enable: Developing a shared vision for technology in education. V M. S. Khine (ur.), *Engaged learning and emerging technologies* (str. 149–175). The Netherlands: Springer Science.
- Shamatha, J. H., Peressini, D., in Meymaris, K. (2004). Technology-supported mathematics activities situated within an effective learning environment theoretical framework. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 3(4), 362–381.
- Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., ... Yarnall, L. (2015). *Innovating pedagogy 2015: Open university innovation report 4*. Milton Keynes: The Open University.
- Zhou, Q., Zhao, Y., Hu, J., Liu, Y., in Xing, L. (2010). Pre-service chemistry teachers' attitude toward ICT in Xi'an. *Social and Behavioral Sciences*, 9, 1407–1414.

## Kako učenci dojemajo eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT?

*Špela Hrast in Vesna Ferik Savec*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

Eksperimentalno delo ima pri pouku kemije osrednjo vlogo, zato je pomembno, da bodoči učitelji kemije pridobijo izkušnje z izvajanjem eksperimentalnega dela v neposrednem stiku z učenci že v času študija. Prispevek obravnava percepcijo učencev o vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT v okviru delavnic, ki so jih bodoči učitelji kemije (Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Dvopredmetni učitelj) izvedli v študijskem letu 2017/18. Pri eksperimentalno-raziskovalnem delu v okviru delavnic so učenci uporabili IKT pri zajemu, analizi in predstavitvi eksperimentalnih podatkov ipd. Eksperimentalnih delavnic se je udeležilo 121 učencev osmega in devetega razreda osnovne šole. Po zaključenih delavnicah so učenci izpolnili vprašalnik o svoji percepciji izvedenega eksperimentalno-raziskovalnega dela, sestavljen iz 20 postavk. Rezultati pokažejo mnenje učencev glede miselnih procesov, ki so jih uporabili pri posameznih aktivnostih na delavnici, iz česar lahko izpeljemo, da na delavnicah predvidene aktivnosti v zelo veliki ali veliki meri vključujejo miselne procese vseh taksonomskih stopenj. Učenci so si najbolj zapomnili razmišljanje o namenu eksperimentalno-raziskovalnega dela, reševanje izzivov in prevzemanje odgovornosti za učenje, manj kot polovica učencev pa je med najpomembnejšimi vtisi iz delavnic opisala uporabo IKT. V zvezi s uporabo IKT pri eksperimentalnem delu je največ učencev navedlo percepcijo v zvezi z uporabo specifičnih naprav, kot so tablice, senzorji in vmesniki. V prihodnje bi bilo smiselno raziskavo razširiti na večji vzorec ter jo nadgraditi z intervjuji s posameznimi učenci in učitelji.

**Ključne besede:** IKT pri pouku kemije, vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo, bodoči učitelji kemije

## Uvod

### *Učenje z raziskovanjem*

Učenje z raziskovanjem (angl. inquiry based learning) je učni pristop, pri katerem učenci z namenom, da bi zgradili lastno znanje, uporabljajo podobne raziskovalne metode in postopke kot znanstveniki (Keselman, 2003), kar pripomore k izboljšanju rezultatov učenja in razvijanju njihovih raziskovalnih spretnosti (Alfieri, Brooks, Aldrich in Tenenbau, 2011; Minner, Levy in Century, 2010). V literaturi lahko najdemo različne tipe učenja z raziskovanjem, in čeprav o razdelitvi ni skupnega dogovora (Furtak, Seidel, Iverson in Briggs, 2012), raziskovalka Spronken-Smith s sodelavci (2010, 2012) predlaga razvrstitev vrst učenja z raziskovanjem predvsem glede na:

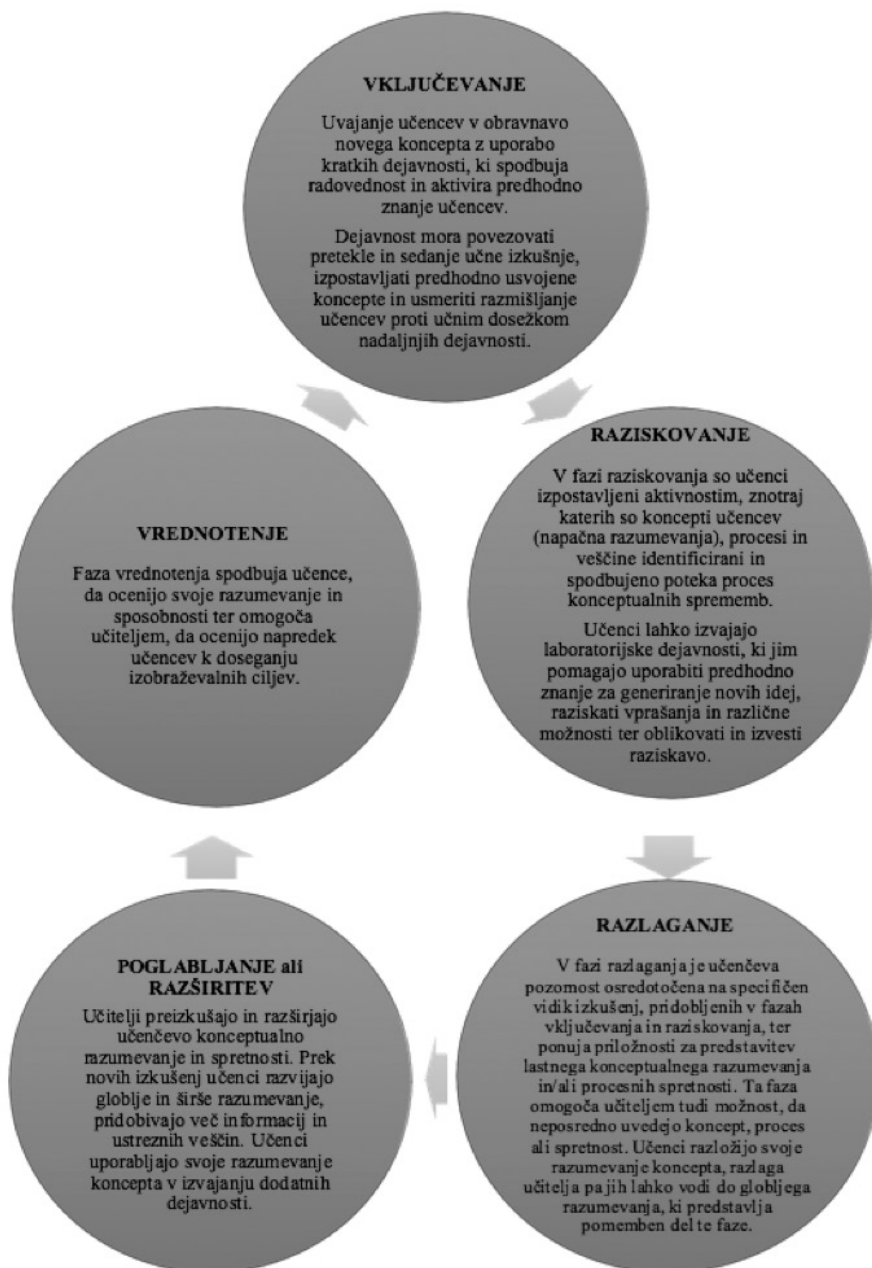
- stopnjo podpore pri učenju,
- poudarek učenja,
- obseg oziroma trajanje učenja z raziskovanjem.

Raziskovalci (Spronken-Smith in Walker, 2010; Staver in Bay, 1987) v povezavi z opisanim razlikujejo naslednje vrste učenja z raziskovanjem:

- strukturirano učenje z raziskovanjem, pri katerem učitelj poda raziskovalni problem in nakaže načrt raziskave;
- vodeno učenje z raziskovanjem, pri katerem učitelj poda raziskovalni problem in vprašanja;
- odprto učenje z raziskovanjem, pri katerem učenci sami oblikujejo raziskovalni problem in vse nadaljnje faze raziskovanja.

Učenje z raziskovanjem omogoča učencem, da se o posamezni vsebini učijo prek izvedbe raziskave, ki jo usmerjajo sami in pri čemer napredujejo skozi različne faze. V literaturi lahko najdemo definirane različne faze raziskave, ki tvorijo raziskovalni cikel. Primer raziskovalnega cikla s petimi raziskovalnimi fazami, tj. *vprašanje* (angl. question), *predvidevanje* (angl. predict), *eksperiment* (angl. Experiment), *model* (angl. model) in *uporaba* (angl. apply), sta najprej predlagala raziskovalca White in Frederiksen (1998). Vendar pa je najpogosteje uporabljen cikel s petimi raziskovalnimi fazami, t. i. model učenja 5E (Bybee idr., 2006), ki ga sestavljajo naslednje faze:  *vključevanje* (angl. engagement), *raziskovanje* (angl. rploration), *razlaganje* (angl. explanation), *poglabljanje* ali *razširitev* (angl. elaboration or extension) in *vrednotenje* (angl. evaluation) (slika 1). Razlika med navedenima modeloma je, da začetni fazi raziskovalnega cikla avtorjev White and Frederiksen (fazi vprašanje in predvidevanje) predlagata pristop, ki temelji na teoriji/hipotezi, medtem ko model učenja 5E

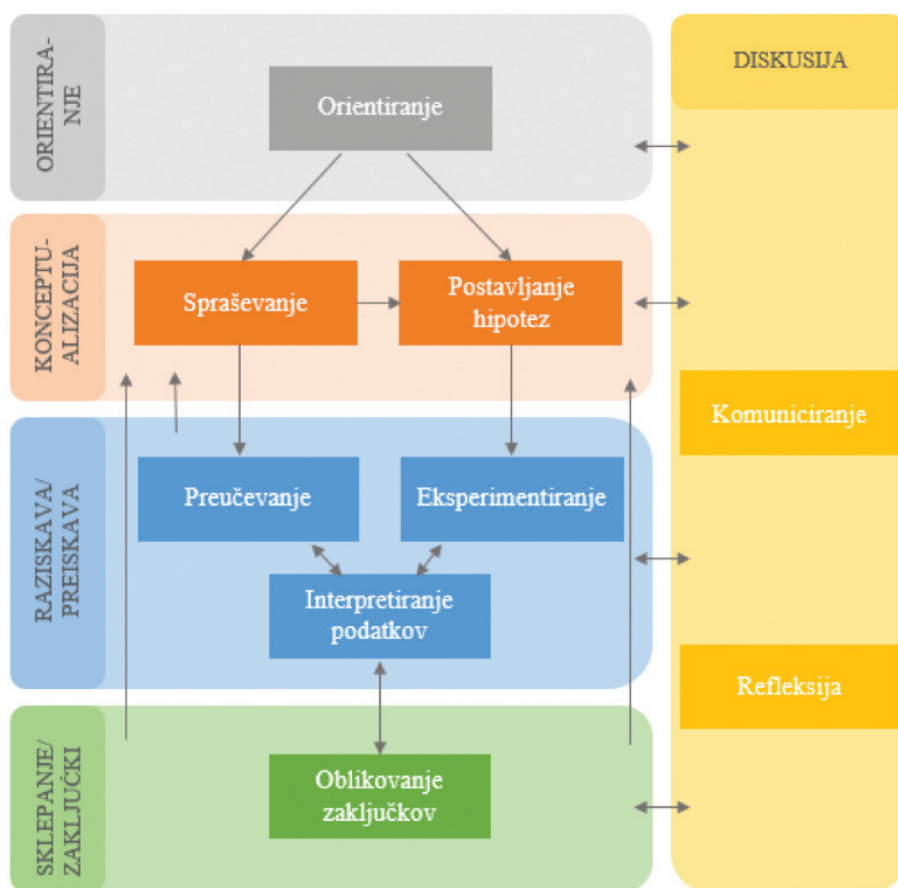
(fazi vključevanje in raziskovanje) predlaga začetek s pristopom, ki temelji na empiričnih podatkih (Pedaste idr., 2015).



Slika 1: Model učenja 5E (Baybee idr., 2006)



Sinteza literarnih spoznanj raziskovalca Pedaste s sodelavci (2015), katere cilj je bil opredeliti temeljne faze učenja z raziskovanjem in vključitev posameznih faz v učni proces, predlaga pet različnih splošnih faz raziskovanja: (1) *orientiranje* (angl. orientation), (2) *konceptualizacija* (angl. conceptualization), ki vključuje podfazi *spraševanje* in *postavljanje hipotez*, (3) *raziskovanje* (angl. investigation), ki vključuje podfazi *preučevanje* ali *eksperimentiranje* in *interpretiranje podatkov*, (4) *zaključki* in (5) *diskusija*, ki vključuje tako komuniciranje in refleksijo po posameznih fazah ali o celotnem ciklu raziskave (slika 2).



Slika 2: Faze in podfaze učenja z raziskovanjem (Pedaste idr., 2015)

Številne raziskave učenja z raziskovanjem so bile izvedene na področju izobraževanja STEM (Dobber, Zwart, Tanis in van Oers, 2017). Pri tem ugotovljajo, da učenje z raziskovanjem učencem omogoča avtentično razumevanje

narave naravoslovnega znanja in omogoča razvoj strategij naravoslovnega razmišljanja in učenja z razumevanjem (Ben-David in Zohar, 2009).

Učenje z raziskovanjem povezujejo z napredkom dosežkov učencev, kot so pridobivanje znanja, razvoj spretnosti pri reševanju problemov, razvoj sposobnosti kritičnega razmišljanja in odločanja itd. (Avsec in Kocijancic, 2016; Avsec, Rihtaršič in Kocijancic, 2016; de Jong, Sotiriou in Gillet, 2014). Raziskovalka Sproken-Smith s sodelavci (2012), ki je preučevala percepcijo učencev glede njihove uporabe različnih miselnih procesov in učnih izkušenj pri različnih vrstah učenja z raziskovanjem, je ugotovila, da so učenci uporabo različnih miselnih procesov in učnih izkušenj ocenili z zelo visokimi ocenami pri različnih tipih učenja z raziskovanjem, pri tem pa so najbolje ocenili odprto učenje z raziskovanjem.

### ***Učenje z raziskovanjem ob uporabi IKT***

Napredek in dostopnost informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) in posledično njena pogostejša uporaba izboljšujejo uspešnost učenja z raziskovanjem (de Jong idr., 2014). Raziskovalci Gerard, Varma, Corliss in Linn (2011) so ob pregledu razvoja na področju z IKT podprtega naravoslovnega izobraževanja ugotovili, da imajo celovito zastavljeni programi, ki trajajo dlje kot eno leto, statistično pomemben pozitiven učinek na izkušnje študentov v povezavi z učenjem z raziskovanjem. Nekatere novejšje študije so se osredinile na učenje z raziskovanjem, podprtim z mobilno tehnologijo (Suárez, Specht, Prinsen, Kalz in Ternier, 2018; Sung, Chang in Liu, 2016; Zidney in Warner, 2016). Zidney in Warner (2016) sta predlagala izpostavitve nekaterih značilnosti učenja ob uporabi mobilnih naprav, na primer stopnjo podpore ob uporabi mobilne tehnologije, funkcionalnosti, ki temeljijo na zaznavanju lokacije učečega se, možnosti za digitalno izmenjevanje informacij in ustvarjanje. Prav tako sta poudarila pomen osnovnega naravoslovnega znanja in razumevanja temeljnih pojmov pri učečih se kot glavnih merjenih odvisnih spremenljivk (Zidney in Warner, 2016). Raziskovalci prepoznajajo, da so pomanjkljivosti uporabe mobilne tehnologije pri učenju z raziskovanjem lahko povezane s trajanjem intervencij, metodami vrednotenja znanja in spretnosti učečih se na višjih taksonomskih stopnjah in tudi s premalo premišljeno integracijo uporabe mobilnih naprav v učne dejavnosti (Sung, Chang in Liu, 2016).

## *Namen raziskave in raziskovalna vprašanja*

Učitelj ima pri učenju z raziskovanjem vlogo usmerjevalca in spodbujevalca učnega procesa v učnem okolju, kjer učenci sami načrtujejo potek svojega učenja (Dobber idr., 2017). V povezavi z vlogo učitelja je pomembno, da bodoči učitelji pridobijo izkušnje z izvajanjem učenja z raziskovanjem v neposrednem stiku z učenci že med študijem na univerzi. Hkrati so številne študije pokazale, da je kljub dolgoletnemu interesu za reforme na področju tehnologije v povezavi z izobraževanjem vključevanje napredne IKT v razred zelo težko (Schweisfurth, 2011). Raziskava je namenjena pridobivanju povratnih informacij o percepciji učencev glede vodenega eksperimentalno-raziskovalnega dela ob uporabi IKT bodočim učiteljem kemije, ki so izvedli delavnice za učence. To se odraža v raziskovalnem izhodišču, ki se nanaša na predmet prve bolonjske stopnje, v okviru katerega so bodoči učitelji kemije razvili in izvajali delavnice za učence, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT.

V ta namen so bila oblikovana naslednja raziskovalna vprašanja (RV):

- RV1: Kakšna je percepcija učencev o *miselnih procesih* vključenih v vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT?
- RV2: Kakšna je percepcija učencev o *učnih izkušnjah* vključenih v **vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo** ob uporabi IKT?
- RV3: Ali umeščajo učenci IKT pri vodeno eksperimentalno-raziskovalnem delu med najpomembnejše *vtise iz delavnice*?

## **Metoda**

### *Vzorec*

Vzorec je sestavljalo 121 učencev iz osmega in devetega razreda osnovne šole, starih od 13 do 15 let. Pri tem je bilo 50,41 % ( $n = 61$ ) sodelujočih učencev ženskega in 49,59 % ( $n = 60$ ) moškega spola. Sodelujoči učenci so sodelovali na eni od sedmih delavnic, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT, in po končani izvedbi delavnice izpolnili anketni vprašalnik.

### *Izvedba raziskave*

Izvedba raziskave je potekala v okviru predmeta Projektno in eksperimentalno delo, ki je potekal 15 tednov (dve uri/teden) od februarja do maja 2018 na

Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti. V njem je sodelovalo 18 bodočih učiteljev kemije, študentov četrtega letnika študijskega programa prve bolonjske stopnje Dvopredmetni učitelj. V okviru predmeta so bodoči učitelji kemije razvili sedem 90-minutnih delavnic, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT in ki so bile spodbujene z možnostmi uporabe brezžičnih senzorjev pri kemijskem eksperimentalnem delu (Volz in Smola, 2017). V nadaljevanju predmeta so imeli bodoči učitelji kemije, zato da bi prejeli povratne informacije in pridobili izkušnje z implementacijo vodenega eksperimentalno-raziskovalnega dela ob uporabi IKT pri poučevanju kemije, možnost razvite delavnice preizkusiti v neposrednem stiku z učenci osmega in devetega razreda osnovne šole. V ta namen so kontaktirali in povabili sedem osnovnih šol, ki so potem sodelovale pri implementaciji razvitih delavnic na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti (slika 3).



*Slika 3: Implementacija razvitih delavnic s strani bodočih učiteljev kemije*

### ***Delavnice, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT***

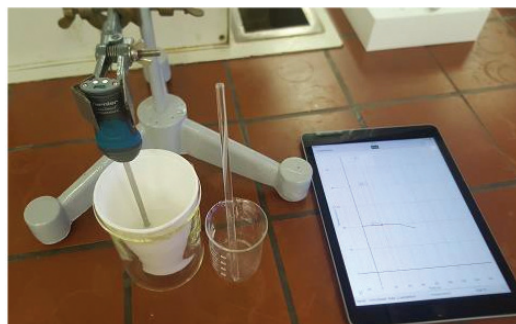
Delavnice so temeljile na vodenem učenju z raziskovanjem, na njih pa so skupine treh ali štirih učencev eksperimentalno in ob uporabi IKT raziskovale različne vsebine, povezane s kemijo v njihovem življenju (tabela 1–3). Vsaka delavnica, ki temelji na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT, se je začela s preliminarno dejavnostjo, v kateri so učenci pridobili izkušnje z rokovanjem z brezžičnimi senzorji in programom za zbiranje podatkov na tabličnem računalniku ter začeli raziskovati izbrano vsebino. Nadaljnje faze raziskovalnega procesa so temeljile na fazah in podfazah učenja z raziskovanjem (Pedaste idr., 2015). Podfaze, v katerih so učenci zbirali, prikazali in analizirali podatke, so bile podprte z IKT prek uporabe senzorja

za merjenje pH-vrednosti (Go Direct<sup>®</sup> pH Sensor, Vernier), temperature (Go Direct<sup>®</sup> Temperature Probe, Vernier) ali tlaka (Go Direct<sup>®</sup> Gas Pressure Sensor, Vernier), ki je bil povezan s programom za zbiranje podatkov na tabličnem računalniku (Graphical Analysis<sup>™</sup> 4, Vernier on i-Pad Pro, Apple). Faze, v katerih so učenci predstavljali, analizirali in razpravljali o rezultatih, so bile dodatno podprte z uporabo interaktivne table (Promethean ActivBord 300 Pro), na katero je vsaka skupina zapisovala rezultate.

Pri vodenju delavnic so bile glavne naloge bodočih učiteljev kemije naslednje: začetno predstavljanje vsebine raziskovanja, kroženje med skupinami učencev in pri tem zagotavljanje primerne povratne informacije v nekaterih fazah raziskovanja ter vodenje zaključne razprave, v kateri so skupine učencev predstavljale rezultate raziskovanja.

*Tabela 1: Vsebina delavnic, na katerih je osrednjo IKT pri raziskovanju predstavljal brezžični senzor za merjenje temperature*

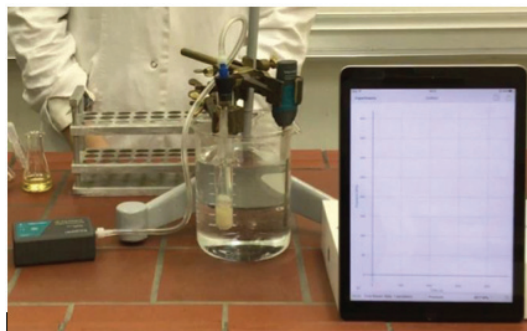
Vsebina raziskovanja	Glavna raziskovalna vprašanja	Uporabljen IKT
Energijska vrednost živil	Kako se energijska vsebnost živil razlikuje med živilmi z visoko vsebnostjo ogljikovih hidratov in živilmi z visoko vsebnostjo maščob?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brezžični senzor za merjenje temperature, priključen na program za zbiranje podatkov na tabličnem računalniku</li> <li>Interaktivna tabla</li> </ul>
Energijska vrednost goriv	Katero gorivo ima največjo energijsko vrednost?	
Hladilne obloge	Kako se razlikuje učinkovitost delovanja hladilnih oblog med hladilnimi oblogami, ki vsebujejo sečnino, in hladilnimi oblogami, ki vsebujejo amonijev nitrat?	



*Slika 4: Brezžični senzor za merjenje temperature*

Tabela 2: Vsebina delavnic, na katerih je osrednjo IKT pri raziskovanju predstavljal brezžični senzor za merjenje tlaka

Vsebina raziskovanja	Glavna raziskovalna vprašanja	Uporabljen IKT
Vloga kvasovk pri alkoholnem vrenju	Kako temperature, pH, koncentracija sladkorja in vrsta sladkorja vplivajo na aktivnost kvasovk?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brezžični senzor za merjenje tlaka, priključen na program za zbiranje podatkov na tabličnem računalniku</li> </ul>
Beljakovine	Kako temperature, pH in koncentracija vodne raztopine bakrovega sulfata vplivajo na encimsko aktivnost?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interaktivna tabla</li> </ul>



Slika 5: Brezžični senzor za merjenje tlaka

Tabela 3: Vsebina delavnic, na katerih je osrednjo IKT pri raziskovanju predstavljal brezžični senzor za merjenje pH-vrednosti

Vsebina raziskovanja	Glavna raziskovalna vprašanja	Uporabljen IKT
Snovi iz domačega okolja	Kako se pH alkoholnega kisa (vodne raztopine očetne kisline) spreminja med potekom kemijske reakcije s sodo bikarbono (natrijevim hidrogenkarbonatom)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brezžični senzor za merjenje pH-vrednosti, priključen na program za zbiranje podatkov na tabličnem računalniku</li> </ul>
Kisanje mleka	Kako se pH odprtega in nehlajenega vzorca mleka s časom spreminja? Kateri dejavniki vplivajo na te spremembe?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interaktivna tabla</li> </ul>



Slika 6: Brezžični senzor za merjenje pH-vrednosti

### ***Instrument***

V raziskavi je bil z namenom zaznavanja percepcije učencev o učnih procesih pri vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT uporabljen vprašalnik tipa papir in svinčnik avtorjev Spronken-Smith idr. (2012). Vprašalnik je sestavljen iz štirih delov. V *prvem delu* učenci na petstopenjski lestvici ocenijo, v kolikšni meri jih je delavnica spodbudila k vključevanju v aktivnosti, kot so pomnjenje, razlaga, analiza, uporaba, evalvacija, kreiranje in refleksija. *Drugi del* je namenjen analizi percepcije učnih izkušenj, kjer učenci na petstopenjski lestvici ocenijo svojo izkušnjo na delavnici glede na tip vprašanj, s katerimi so bili soočeni, glede na to, ali so bili spodbujeni k prevzemanju odgovornosti za lastno učenje, in o drugih različnih vidikih načina učenja. *Tretji del* vprašalnika sestavlja odprt tip, v katerem učenci navedejo tri ali štiri najpomembnejše vtise delavnice, *zadnji del* vprašalnika pa je namenjen zbiranju demografskih podatkov.

### ***Zbiranje in obdelava podatkov***

Z namenom pridobivanja informacij o percepciji učencev glede vodenega raziskovalno-eksperimentalnega dela ob uporabi IKT so učenci po sodelovanju na eni od sedmih delavnic izpolnili vprašalnik avtorjev Spronken-Smith idr. (2012).

Deskriptivna analiza zbranih podatkov je bila izvedena z uporabo statističnega programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 21. Pri analizi prvega (RV1) in drugega (RV2) dela vprašalnika je bilo število učencev, ki so izbrali dve najvišji vrednosti na ocenjevalni lestvici (»zelo veliki«

in »veliki« v prvem delu vprašalnika in »ves čas« »večinoma« v drugem delu vprašalnika), združeno. Za vsako delavnico je bil izračunan delež učencev, ki so izbrali dve najvišji vrednosti na ocenjevalni lestvici, na podlagi česar sta bili izračunani srednja vrednost in standardna deviacija za vse delavnice skupaj.

Zbrani podatki v okviru tretjega dela vprašalnika (RV3) so bili kvalitativno analizirani, pri tem je bil na podlagi analize 25 % vprašalnikov (n = 30) oblikovan kodirnik s kategorijami, ki predstavljajo prepoznane tematske enote v povezavi z uporabljenimi IKT na delavnicah. Zanesljivost kodiranja je 99-odstotna in je bila dosežena z usklajevanjem neodvisnega kodiranja dveh raziskovalcev, avtoric prispevka. Kodirnik v končni obliki zajema sedem kategorij, in sicer: (1) vloga IKT ni izpostavljena; (2) izvedba eksperimentalnega dela ob uporabi IKT – splošno; (3) seznanitev z IKT opremo za izvajanje eksperimentalnega dela – splošno; (4) uporaba specifičnih naprav (tablic, senzorjev, vmesnikov); (5) uporaba specifične programske opreme; (6) IKT za zajem eksperimentalnih podatkov in (7) IKT za zapisovanje podatkov. Z uporabo opisane končne verzije kodirnika je bil analiziran celoten nabor zbranih vprašalnikov.

## Rezultati z razpravo

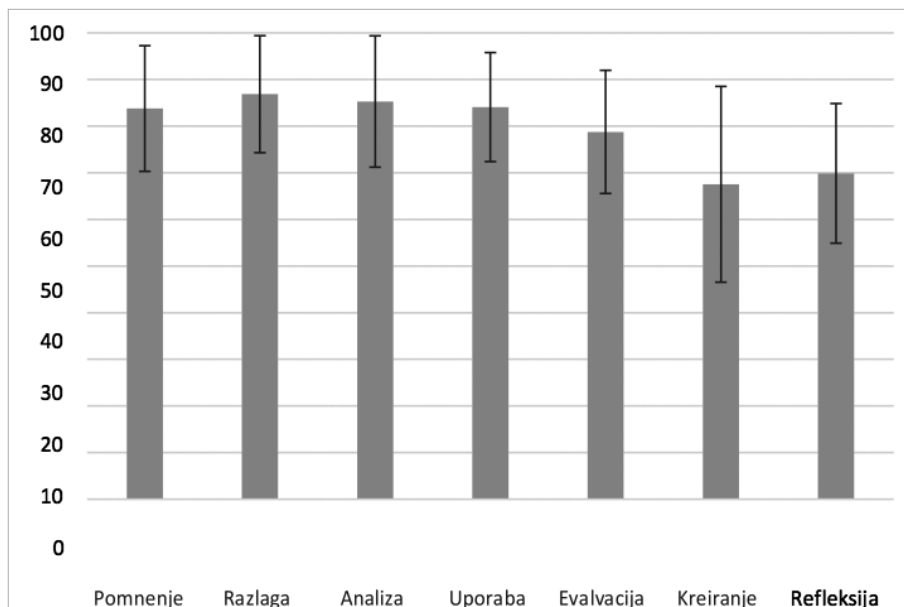
### *Percepcija učencev o miselnih procesih vključenih v vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT (RV1)*

Graf 1 predstavlja percepcijo učencev o miselnih procesih vključenih v vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT, in sicer percepcijo, v kolikšni meri jih je udeležba na delavnici, ki temelji na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT, spodbudila k različnim učnim procesom. Vsak izmed študentov je obiskal eno od sedmih delavnic, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT, ki so jih razvili in vodili študenti, bodoči učitelji, kot del njihovega usposabljanja.

Največji delež učencev meni, da so bili v »zelo veliki« in »veliki« meri spodbujeni pri procesih *razlage* (86,85 %), *analize* (85,28 %), *uporabe* (84,10 %) in *pomnjenja* (83,78 %). Deleži učencev, ki so ostale procese (*evalvacijo*, *kreiranje* in *refleksijo*) ocenili z odgovorom v »zelo veliki« in »veliki« meri, se gibljejo od 67,55 % do 78,77 %.

Rezultati so podobni ugotovitvam drugih raziskovalcev (Spronken-Smith idr., 2012), ki so poročali, da je percepcija učencev o miselnih procesih visoko ocenjena pri različnih predmetih, ki so temeljili na učenju z raziskovanjem.





Graf 1: Povprečne vrednosti in standardne deviacije deležev učencev, ki menijo, da so bili miselni procesi na delavnici prisotni v »zelo veliki« ali »veliki« meri

### **Percepcija učencev o učnih izkušnjah vključenih v vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT (RV2)**

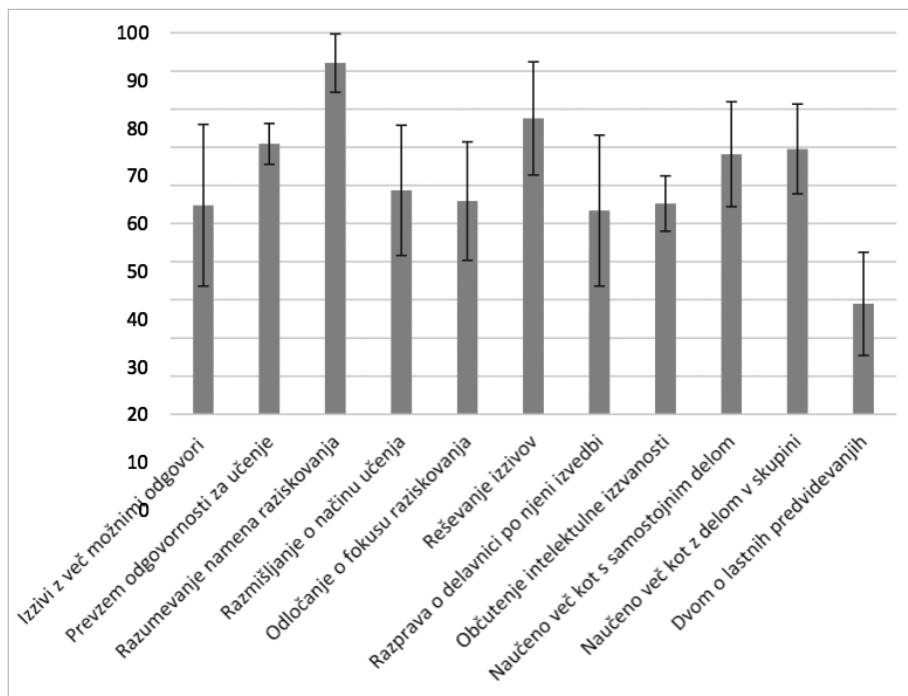
Graf 2 predstavlja percepcijo učencev o učnih izkušnjah vključenih v IKT podprto vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo. Vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT so učenci najvišje ocenili za *razumevanje, zakaj so preučevali, kar so preučevali*, (92,05 %) in za *učenje, kako reševati probleme in/ali kako odgovarjati na vprašanja* (77,55 %). Več kot dve tretjini učencev je visoko ocenilo delavnico za *spodbujanje za prevzemanje odgovornosti za svoje učenje* (70,87 %) in za *naučiti več, kot pričakovano z delom v skupini*, (69,55%) ali *s samostojnim delom* (68,17 %).

Nižje ocenjeni so bili vidiki, ki vključujejo, ali je učence vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT spodbujalo ali jim dovoljevalo *razmišljati o tem, kako so se učili in ne samo kaj so se učili* (58,68 %), *odločati, kaj so preučevali* (55,88 %), *biti intelektualno izzvan* (55,23 %), *soočati z vprašanji ali problemi z več kot enim možnim odgovorom* (54,78 %) in *razpravljati o idejah/vprašanjih, ki se nanašajo na delavnico, po njeni izvedbi* (53,38 %).

Najmanjši delež učencev je tisti, ki ocenjujejo, da so med vodenem eksperimentalno-raziskovalnim delom ob uporabi IKT »ves čas« ali »večinoma«

dvomili o svojem mnenju, predvidevanjih in/ali prepričanjih (28,95 %).

Podobno kot ugotovitve drugih raziskovalcev (Spronken-Smith idr., 2012) je bilo tudi v naši raziskavi prepoznano samostojno učenje in tudi učenje v skupini, prav tako je najnižji odstotek dosegla ocena postavke, povezane z dvomom o lastnih predvidevanjih.



Graf 2: Povprečne vrednosti in standardne deviacije deležev učencev, ki menijo, da so bile določene učne izkušnje na delavnici prisotne »ves čas« ali »večinoma«

### ***IKT kot najpomembnejši vtis pri vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu (RV3)***

V tabeli 4 je predstavljenih sedem kategorij v povezavi z IKT, oblikovanih na podlagi odgovorov učencev na tretji del vprašalnika, v katerem so učenci navedli najpomembnejše vtise z delavnic, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT. Tretjina učencev (32,23 %) je med najpomembnejše vtise z delavnic umestila IKT. Pri tem je največ učencev (10,74 %) navedlo zaznave v zvezi z uporabo specifičnih naprav (tablic, senzorjev in vmesnikov) pri eksperimentalnem delu, pri čemer niso izpostavljali specifične funkcije omenjenih naprav.

Pri tem je bil tipičen primer odgovora za kategorijo *uporaba specifičnih naprav (tablic, senzorjev, vmesnikov)* naslednji:

Učenec A: »Naučil sem se, kako se uporablja Vernier senzor.«

Manj kot desetina učencev je izpostavila IKT za zajem eksperimentalnih podatkov (7,44 %), pri čemer je bila poudarjena specifična funkcija IKT – merjenje, izvedba eksperimentalnega dela ob uporabi IKT v splošnem (4,96 %), seznanitev z IKT opremo za izvajanje eksperimentalnega dela v splošnem (4,96 %), kjer ni bila opredeljena specifična funkcija IKT pri eksperimentalnem delu, uporaba specifične programske opreme (3,31 %), kjer prav tako ni bilo mogoče zaznati opredeljene funkcije IKT, in IKT za zapisovanje podatkov (0,82 %).

Pri tem so bili tipični primeri odgovorov naslednji:

– za kategorijo *IKT za zajem eksperimentalnih podatkov*:

Učenec B: »Znam meriti pH s senzorjem.«

– za kategorijo *izvedba eksperimentalno delo ob uporabi IKT – splošno*:

Učenec C: »Videl sem, kako se eksperimentira.«

– za kategorijo *seznanitev z IKT opremo za izvajanje eksperimentalnega dela – splošno*:

Učenec Č: »Povezovanje eksperimentov s tablico.«

– za kategorijo *uporaba specifične programske opreme*:

Učenec D: »Znam uporabljati aplikacijo v iPad-u.«

– za kategorijo *IKT za zapisovanje podatkov*:

Učenec E: »Naučil sem se uporabljati aplikacijo, ki zapisuje podatke eksperimenta.«

*Tabela 4: Delež prepoznane kategorije v povezavi z IKT*

<b>Kategorija</b>	<b>f</b>	<b>f [%]</b>
Vloga IKT ni izpostavljena	82	67,77
Uporaba specifičnih naprav (tablic, senzorjev, vmesnikov)	13	10,74
IKT za zajem eksperimentalnih podatkov	9	7,44
Izvedba eksperimentalno delo ob uporabi IKT – splošno	6	4,96
Seznanitev z IKT opremo za izvajanje eksperimentalnega dela – splošno	6	4,96
Uporaba specifične programske opreme	4	3,31
IKT za zapisovanje podatkov	1	0,82

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Pri učenju z raziskovanjem ima učitelj vlogo spodbujevalca učnega procesa v okolju, ki je osredotočeno na učence. V takem okolju ima lahko tudi uporaba IKT ključno vlogo, na primer pri iskanju, zajemanju, analizi in predstavljanju podatkov. Zdi se pomembno, da se bodočim učiteljem kemije omogoči pridobivanje izkušenj v neposrednem stiku z učenci v takem okolju že med študijem na univerzi.

Naša raziskava se je osredotočila na predmet na prvi bolonjski stopnji študija, v okviru katerega so bodoči učitelji kemije razvili in izvedli delavnice, ki temeljijo na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu ob uporabi IKT. Glavni cilj raziskave je bil raziskati percepcijo učencev o miselnih procesih in učnih izkušnjah vključenih v vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT, ki jo izvajajo bodoči učitelji kemije.

Rezultati nakazujejo, da večina učencev meni, da so aktivnosti na delavnici v »zelo veliki« ali »veliki« meri vključevale vse taksonomske stopnje miselnih procesov. V zvezi s percepcijo učencev o učnih izkušnjah pri vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu na delavnicah lahko povzamemo, da učenci izpostavljajo predvsem razmišljanje o namenu eksperimentalno-raziskovalnega dela, reševanje izzivov in prevzemanje odgovornosti za učenje. Manj kot tretjina učencev je med najpomembnejše vtise iz delavnic umestila IKT, pri čemer je največ učencev navedlo zaznave v zvezi z uporabo specifičnih naprav (tablic, senzorjev in vmesnikov) pri eksperimentalnem delu, ne da bi opredelili njihovo funkcijo.

Rezultati, ki poleg neposredne izkušnje z učenci predstavljajo povratne informacije za bodoče učitelje kemije, predstavljajo potrditev ustreznosti načrtovanja in izvedbe delavnic. Rezultati prav tako govorijo v prid opisani strategiji izobraževanja bodočih učiteljev v povezavi z implementacijo z IKT podprtega vodenega eksperimentalno-raziskovalnega dela, ki temelji na neposrednem stiku bodočih učiteljev kemije z učenci, kar nas spodbuja, da s takim pristopom nadaljujemo. Raziskavo pa bi bilo v prihodnje smiselno razširiti na večji vzorec ter nadgraditi z intervjuji s posameznimi učenci in učitelji.

## Literatura

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., in Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18.
- Avsec, S., in Kocijancic, S. (2016). A path model of effective technology-intensive inquiry-based learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(1), 308–320.
- Avsec, S., Rihtaršič, D., in Kocijancic, S. (2016). The impact of robotics-enhanced Approach on students' satisfaction in open learning environment. *International Journal Of Engineering Education*, 32(2), 804–817.
- Ben-David, A., in Zohar, A. (2009). Contribution of meta-strategic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1657–1682.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., in Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS.
- De Jong, T., Sotiriou, S., in Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1, 3.
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., in van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194–214.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., in Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- Gerard, L. F., Varma, K., Corliss, S. B., in Linn, M. C. (2011). Professional development for technology-enhanced inquiry science. *Review of educational research*, 81(3), 408–448.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898–921.
- Minner, D. D., Levy, A. J., in Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Schweisfurth, M. (2011). Learner-centred education in developing country contexts: From solution to problem? *International Journal of Educational Devel-*

- opment, 31(5), 425–432.
- Spronken-Smith, R., in Walker, R. (2010). Can inquiry-based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research? *Studies in Higher Education*, 35(6), 723–740.
- Spronken-Smith, R., Walker, R., Batchelor, J., O’Steen, B., in Angelo, T. (2012). Evaluating student perceptions of learning processes and intended learning outcomes under inquiry approaches. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(1), 57–72.
- Staver, J. R., in Bay, M. (1987). Analysis of the project synthesis goal cluster orientation and inquiry emphasis of elementary science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(7), 629–643.
- Suárez, Á., Specht, M., Prinsen, F., Kalz, M., in Ternier, S. (2018). A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning. *Computers & Education*, 118, 38–55.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., in Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students’ learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275.
- Volz, D. L., in Smola, R. (2017). *Investigating chemistry through inquiry 4th edition*. Beaverton: Vernier Software & Technology.
- White, B. Y., in Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and instruction*, 16(1), 3–118.
- Zydney, J. M., in Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1–17.



## **Timsko poučevanje na univerzitetnem študiju: elektronska učilnica kot podpora za učinkovito delo**

*Nada Žnidaršič<sup>1</sup>, Polona Mrak<sup>1</sup>, Magda Tušek Žnidarič<sup>2</sup> in Jasna Štrus<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

<sup>2</sup> Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo

### **Povzetek**

Timsko poučevanje ponuja različne možnosti za bolj kakovostno pedagoško delo. Sodelovanje učiteljev s komplementarnimi znanji in z raznolikimi didaktičnimi pristopi spodbuja interdisciplinarnost in s tem boljše povezovanje znanj ter omogoča širši izbor različnih načinov dela. Pri izbirnem predmetu s področja mikroskopije na drugi stopnji univerzitetnega izobraževanja smo oblikovali timsko poučevanje, da bi tako s sodelovanjem učiteljev s specifičnimi znanji zagotovili čim bolj kakovostno izobraževanje za širši spekter študentov z raznolikimi pričakovanji ter zagotovili vključitev čim bolj sodobnih vsebin v predmet. Pri načrtovanju in izvedbi timskega poučevanja se srečujemo z izzivi na vsebinskem in organizacijskem področju, pri čemer je potrebno natančno usklajevanje glede obravnavanih tematik, poteka dela in ocenjevanja dela študentov. Na podlagi dosedanjih izkušenj menimo, da k učinkovitejšemu delu prispeva tudi elektronska učilnica, ki je stično mesto vseh izvajalcev predmeta in študentov, vpisanih v različne študijske programe. Z vsebinskega vidika sta učiteljem omogočena učinkovitejše povezovanje in nadgradnja posameznih vsebinskih sklopov, ker so vse vsebine predavanj, vaj in seminarjev ves čas dostopne vsem. Z organizacijskega vidika se tako olajša usklajevanje časovnega poteka aktivnosti, obveščanje je centralizirano in poenoteno. Ključno področje usklajevanja pri timskem poučevanju je ocenjevanje. V elektronski učilnici so vsi pisni izdelki študentov dostopni vsem učiteljem, kar olajšuje sodelovanje učiteljev pri ocenjevanju ter omogoča raznolike in bolj kakovostne povratne informacije študentom.

**Ključne besede:** timsko poučevanje, elektronska učilnica, e-učilnica, ocenjevanje, interdisciplinarnost



## Uvod

### *Izhodišča*

Pri načrtovanju vsebin, ciljev, oblik dela in ocenjevanja znanja pri izbirnem predmetu s področja mikroskopije na drugi stopnji univerzitetnega izobraževanja smo se soočili z raznolikimi izzivi. Za kakovostno izvedbo metodološkega izbirnega predmeta na tej stopnji izobraževanja je nujno nenehno vključevanje čim bolj sodobnih vsebin, saj je to specifičen izbirni predmet, vendar pa je treba hkrati zagotoviti tudi dovolj osnovnejših znanj, ker ta predmet izbirajo študenti z različnimi predznanji s tega področja. Predpostavili smo, da bodo v skupini študenti, ki pričakujejo splošno nadgradnjo znanja iz mikroskopije, in študenti, ki pričakujejo poglobljeno obravnavo specifičnih mikroskopskih tehnik. Oblikovanje predmeta je temeljilo na naših izkušnjah iz dosedanjega pedagoškega in raziskovalnega sodelovanja z laboratoriji za mikroskopijo v Avstriji, Nemčiji, Kanadi in ZDA ter na izkušnjah iz sodelovanja na mednarodnih delavnicah s področja mikroskopije, predvsem mednarodne delavnice Mikroskopija bioloških sistemov, ki smo jo organizirali v okviru projekta Internacionalizacija Univerze v Ljubljani. V zvezi s tem smo imeli dodaten cilj, saj smo želeli v predmet povsem enakovredno vključiti študente iz Slovenije in študente, vključene v izmenjave v mednarodnem programu Erasmus.

### *Timsko poučevanje*

Opredelitve timskega poučevanja so različne, na splošno pa je timsko poučevanje definirano kot hkratno delovanje dveh ali več učiteljev in sodelavcev v isti skupini študentov v okviru določene pedagoške dejavnosti in določenih izobraževalnih ciljev (Anderson in Speck, 1998; Polak, 2011). Timsko poučevanje lahko poteka na različne načine in se predvsem razlikuje glede na stopnjo (intenzivnost) sodelovanja učiteljev (Baeten in Simons, 2014). Timsko delo učiteljev omogoča širše in boljše možnosti za oblikovanje učne individualizacije in diferenciacije (Polak, 2007). Z njim lahko odgovarjamo na različne izzive sodobnega izobraževanja, kot so potreba po interdisciplinarnosti za reševanje problemov, pričakovana specializacija znanja in hkratno zagotavljanje širokega temeljnega znanja, izboljšanje možnosti za medsebojno strokovno in osebno podporo učiteljev ter izmenjavo mnenj med študenti, predvsem glede na raznolike interese. Komplementarne faze pedagoškega dela: načrtovanje, izvedba/poučevanje in evalvacija, naj bi potekale timsko. Timsko poučevanje ponuja različne možnosti za bolj kakovostno pedagoško delo. Sodelovanje učiteljev s komplementarnimi znanji in z raznolikimi didaktičnimi pristopi spodbuja

interdisciplinarnost in s tem boljše povezovanje znanj ter omogoča širši izbor različnih načinov dela. Med najpogosteje izpostavljenimi prednostmi timskega poučevanja v literaturi je, da študenti lahko pridobijo vpogled v obravnavane vsebine iz različnih perspektiv in pridobijo raznolike izkušnje, ker različni izvajalci različno pristopajo k določeni vsebini (Anderson in Speck, 1998; Crawford in Jenkins, 2018). Poleg tega avtorji navajajo, da je timsko poučevanje pomembno za spodbujanje kreativnega in kritičnega razmišljanja, za ustvarjanje pogojev za razvoj in izmenjavo novih idej ter za spodbujanje dialoga, kar študente umešča kot pomembne sodelavce timskega poučevanja in vodi v večjo aktivnost vseh udeležencev. Te vidike dela smo želeli vključiti v izvedbo predmeta na drugi stopnji, ki je v zaključnih fazah študija, in tako želeli študente spodbuditi tudi k samostojnemu razmišljanju in izmenjavi idej v različne smeri.

Glede na zastavljene cilje smo za ta predmet oblikovali timski način poučevanja, da bi s sodelovanjem učiteljev s specifičnimi znanji zagotovili čim bolj kakovostno izobraževanje za širši spekter študentov z raznolikimi pričakovanji in vključitev čim bolj sodobnih vsebin v predmet. Ocenili smo, da bomo z integracijo specializiranih znanj posameznih članov izvajalskega tima v načrtovanje, izvedbo in ocenjevanje lahko najbolje dosegli zastavljene cilje pri predmetu. Pri načrtovanju in izvedbi timskega poučevanja je kompleksnejši tudi organizacijski vidik dela. Potrebno se je natančno uskladiti na vsebinskem področju glede obravnavanih tematik, poteka dela in ocenjevanja dela študentov ter hkrati glede urnikov študentov in različnih izvajalcev. Poseben izziv pri timskem poučevanju je ocenjevanje dela študentov. Znano je, da način vrednotenja rezultatov, način ocenjevanja, bistveno vpliva na učenje in pridobljeno znanje (Marentič Požarnik, 2011; Marentič Požarnik in Peklaj, 2002; Šteh, 2012). Zato pri svojem delu posebno pozornost namenjamo ocenjevanju dela študentov in povratnim informacijam študentom (Žnidaršič, Tušek-Žnidarič, Mrak in Štrus, 2016). V literaturi je izboljšanje ocenjevanja dela študentov izpostavljeno kot ena ključnih prednosti timskega poučevanja, kar je bil še dodaten razlog, da smo se odločili za tak način dela.

### ***Elektronska učilnica kot podpora za timsko poučevanje***

S kombinacijo kakovostno zasnovane e-učilnice in kontaktnih oziroma klasičnih oblik dela (kombinirano učenje, angl. blended learning) lahko nadgradimo kakovost izobraževanja (Marentič Požarnik, 2011; Lavrič, 2005). Z vključevanjem e-učilnic v delo lahko spodbujamo sprotni študij in problemski pristop k delu ter izmenjavo informacij in mnenj. Kot ključne prednosti e-oblik izobraževanja so v literaturi izpostavljene naslednje značilnosti: večja prožnost z vidika časa, kraja, tempa in vsebine izobraževanja, več možnosti za interakcije med

udeleženci – študenti in izvajalci, veliko možnosti raznovrstne komunikacije, hitrejši in stalen dostop do študijskih virov, veliko možnosti za vključevanje multimedijskih gradiv (Bregar, Zgajmajster in Radovan, 2010; Lavrič, 2005). Z vključevanjem orodij v e-učilnici smo skušali izboljšati možnosti za individualizacijo in diferenciacijo izobraževanja že pri predmetih na prvi stopnji univerzitetnega izobraževanja (Žnidaršič, Murko Bulić, Mrak in Štrus, 2014), zato smo pozitivne rezultate tega dela zdaj skušali prenesti tudi v izvedbo novega predmeta na drugi stopnji. Poleg v literaturi izpostavljenih prednosti e-učilnice smo predpostavljali, da nam bo uporaba e-učilnice olajšala tudi vsebinska in časovna usklajevanja pri delu ter da bomo lažje realizirali tudi cilj enakovrednega vključevanja študentov, ki ne razumejo slovenskega jezika.

## Metoda

### *Namen dela*

V tem prispevku predstavljamo in analiziramo zasnovo in izvedbo timskega poučevanja pri izbirnem predmetu na drugi stopnji univerzitetnega izobraževanja, s poudarkom na ugotavljanju prednosti in pomanjkljivosti takega načina dela za študente in izvajalce. Posebna pozornost je namenjena analizi vloge e-učilnice v izboljšanju možnosti za kakovostnejše timsko poučevanje in za vključevanje študentov z različnih jezikovnih področij.

*Da bi ugotovili, kako študenti ocenjujejo potek dela pri predmetu, smo na podlagi študentskih anket pridobili odgovore na naslednja vprašanja:*

- Ali so študenti pridobili kompetence, ki so jih pričakovali?
- Kako študenti ocenjujejo usklajenost različnih načinov dela pri predmetu?
- Ali jih način dela pri predmetu spodbuja k samostojnemu razmišljanju?
- Ali so dobili ustrezne študijske vire glede na vsebino predmeta?
- Ali so bili študenti ustrezno obveščeni o obveznostih pri predmetu?
- Kakšno je mnenje študentov o vsebinah in kriterijih ocenjevanja?
- V odprtem segmentu študentske ankete identificirati in ovrednotiti odgovore, ki se nanašajo na pozitivna opažanja in na pomanjkljivosti v izvedbi predmeta glede na timsko poučevanje in kombiniran način dela.

*Na podlagi intervjujev z izvajalci smo za ugotavljanje prednosti in pomanjkljivosti timskega poučevanja v kombinaciji z uporabo e-učilnice pridobili odgovore na naslednja vprašanja:*

- Kaj lahko po vaših izkušnjah z delom pri tem predmetu izpostavite kot prednosti in probleme pri timskem poučevanju – za študente in izvajalce?

- Ali in kako vam je pri reševanju teh problemov morda olajšala delo e-učilnica?

*Za ugotavljanje vloge e-učilnice v poteku dela pri predmetu smo dodatno analizirali aktivnosti študentov in izvajalcev v e-učilnici na podlagi analize dnevnikov, ki so na voljo v sistemu Moodle.*

### ***Raznolikost študentov pri predmetu***

V izbirni predmet Mikroskopija bioloških sistemov so vključeni študenti treh drugostopenjskih programov na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete, ki se razlikujejo po vsebinski usmeritvi in po letniku študija (1. in 2. letnik). Poleg tega so bili v zadnjih dveh študijskih letih v predmet vključeni tudi štirje študenti iz tujine v okviru izmenjav Erasmus (tabela 1). Iz tega je razvidna precejšnja raznolikost študentov pri predmetu, kar zahteva premišljeno izvedbo z vidika vsebin in organizacije dela. Dodaten izziv je enakovredna vključitev študentov, ki ne obvladajo slovenskega jezika, torej je hkrati treba zagotoviti poučevanje v slovenskem in angleškem jeziku, kar pa ni sistemsko urejeno.

*Tabela 1: Število študentov različnih programov, ki so vključeni v predmet Mikroskopija bioloških sistemov*

Študijski program	Letnik	Število študentov	
		št. leto 2016/2017	št. leto 2017/2018
MsC Molekulska in funkcionalna biologija	1.	8	6
	2.	4	1
MsC Ekologija in biodiverziteta	1.	3	1
	2.	1	5
MsC Biološko izobraževanje		4	0
Mobilnost Erasmus		2	2

### ***Timsko načrtovanje, poučevanje, ocenjevanje in evalvacija pri predmetu Mikroskopija bioloških sistemov***

Skupina petih izvajalcev pri predmetu je sodelovala pri vseh korakih pedagoškega dela pri predmetu, torej pri načrtovanju, pri izvedbi predavanj, vaj in seminarjev, pri ocenjevanju dela študentov in pri evalvaciji. Ta osnovni tim je bil sestavljen iz treh učiteljev in dveh asistentov, poleg tega pa je bilo

pri predmetu še šest občasnih sodelavcev. Vsebinski poudarek predmeta je na znanjih in spretnostih s področja metod mikroskopije v biologiji in sorodnih področjih. Zato smo večino neposrednega pedagoškega dela namenili laboratorijskim vajam in praktičnemu delu v okviru projektnih seminarских nalog. Manjši del kontaktnih ur smo namenili predavanjem, ki jih izvajajo različni predavatelji ter vključujejo tudi posamezna vabljená predavanja strokovnjakov za specifične metode iz Slovenije in tujine. Seminarские naloge so bile sestavljene iz študija literature in priprave na delo, izvedbe praktičnega dela ter predstavitve kolegom in izvajalcem v obliki kratkega predavanja in pisnega povzetka. Pri vsaki aktivnosti je s skupino študentov hkrati sodelovalo več pedagoških delavcev. Tudi ocenjevanje dela študentov je potekalo timsko.

### *Zasnova in izvedba e-učilnice*

Vsebina e-učilnice:

- Študijski viri za predavanja in vaje
- Študijski viri za seminarские naloge
- Obvestila o poteku izvedbe predmeta, urniku
- Informacije o vsebini in kriterijih za ocenjevanje dela
- Prijavljanje na termine za praktično delo (uporabljená dejavnost Možnost v Moodle)
- Oddaja individualnih pisnih nalog
- Oddaja tekstov seminarских nalog

Elektronsko učilnico predmeta smo organizirali tako, da zagotavlja ključno skupno točko predmeta za vse udeležence in ima več funkcij: e-učilnica je centralno mesto obveščanja za vse udeležence, je centralno mesto za dostop do vsebin dela in do literature, je stičišče učiteljev in študentov za ocenjevanje dela ter omogoča učinkovitejšo delo učiteljev in študentov z različnih jezikovnih področij. Elektronske učilnice so večinoma strukturirane tako, da je učna snov razdeljena časovno po tednih, v našem primeru smo e-učilnico strukturirali po tematikah, vsebinah dela pri predmetu. Učni viri so obsegali spletne naslove z e-gradivi, slikovne priloge za predavanja in tekstovne datoteke. Komunikaciji in usklajevanju dela so bila namenjena različna obvestila, objava razporeda in vsebin seminarских nalog, forumi, posredovanje navodil za delo in objave v zvezi z urniki.

**VAJA**

PRESEVNA ELEKTRONSKA MIKROSKOPIJA BIOLOŠKIH VZORCEV /  
TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY OF BIOLOGICAL SAMPLES /

Nada Žnidaršič

Vaja bo potekala v skladu z urnikom v četrtek, 8.3.2018 in 15.3.2018. V datoteki 'Osnove presevne elektronske mikroskopije' vam pošiljam uvodno literaturo za predavanje v torek, 6.3.2018.

Lab work is scheduled for Thursday, 8.3.2018 and 15.3.2018.

Please find the introduction for Tuesday lecture in the file below 'Fundamentals of transmission electron microscopy'.

Lep pozdrav, Kind regards

Nada Žnidaršič.



- Osnove TEM / TEM basicsdokument PDF →
- Presevna elektronska mikroskopija bioloških vzorcev - predavanje / Transmission electron microscopy of biological samples – lecturedokument PDF →
- Prijava za termine praktičnega dela TEM / Smer Biološko izobraževanje in Ekologija in biodiverzitetamožnost →
- Prijava za termine praktičnega dela TEM / Smer Molekulska in funkcionalna biologijamožnost →
- Ocenjevanje vaj iz elektronske mikroskopije (TEM in SEM)dokument PDF →
- Vaje elektronska mikroskopija – oddaja nalogNaloga →

*Slika 1: Primer enega od vsebinskih sklopov v e-učilnici predmeta Mikroskopija bioloških sistemov na portalu Biotehniške fakultete*

## Rezultati z razpravo

### *Kako študenti ocenjujejo potek dela pri predmetu – analiza študentskih anket BF*

Odgovori študentov na anketno vprašanje »V kolikšni meri ste pri predmetu pridobili pričakovane kompetenc?« so pokazali, da kar 81 % študentov meni, da so v celoti ali večinoma pridobili pričakovane kompetence pri predmetu (graf 1). V dodatnih odgovorih so izpostavili da so pridobili ogromno

(predvsem praktičnega) znanja ter da so zaradi dela v manjših skupinah dobili več pozornosti in možnosti za bolj individualno delo.

V kolikšni meri ste pri predmetu pridobili pričakovane kompetence?



*Graf 1: Odgovori študentov na anketno vprašanje »V kolikšni meri ste pri predmetu pridobili pričakovane kompetenc?«*

Pri timskem poučevanju se študenti zagotovo srečajo z različnimi načini dela, kar naj bi prispevalo k bolj kakovostnemu izobraževanju in bolj stimulativnemu okolju tudi za samostojno delo, vendar je potrebno tudi primerno usklajevanje izvajalcev pri delu. Odgovori študentov na vprašanje »Ali me način dela pri predmetu spodbuja k samostojnemu razmišljanju?« in »Ali so različni načini dela pri izvedbi predmeta usklajeni med seboj?« so pokazali, da smo večinoma uspeli primerno uskladiti pedagoške aktivnosti pri predmetu ter da so študenti prejeli veliko spodbud za nadaljnje samostojno razmišljanje in delo (graf 2). Odzivi študentov na raznolikost so pozitivni, v prostih odgovorih so navedli naslednje: super sestavljen program predmeta in zanimivi predavatelji; spoznali smo različne tehnike mikroskopiranja in praktično delo z vsemi temi mikroskopi; dobro je tudi, da spoznamo in delamo z veliko različnimi asistenti, predavanja pa so tudi raznolika; všeč mi je široka zastavljenost predmeta in da imamo študenti besedo in smo upoštevani; zelo dobro zasnovane vaje – idealno se mi je zdelo, da pri predmetu vaje predstavljajo glavnino predmeta, saj se o mikroskopiji ne moremo učiti le v teoriji, poleg tega v času študija nismo imeli priložnosti, da bi se podrobneje srečali z mikroskopijo TEM in SEM; dobro se mi je zdelo tudi, da smo imeli seminarsko nalogo in da smo jo predstavili, saj je med študijem bolj malo možnosti za taka javna nastopanja.

Ali me način dela pri predmetu  
spodbuja k samostojnemu  
razmišljanju?



se ne strinjam se strinjam drugo

Ali so različni načini dela pri  
izvedbi predmeta usklajeni med  
seboj?

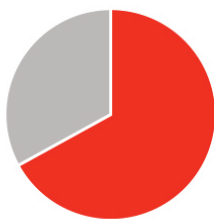


se ne strinjam se strinjam drugo

*Graf 2: Odgovori študentov na anketni vprašanji »Ali me način dela pri predmetu spodbuja k samostojnemu razmišljanju?« in »Ali so različni načini dela pri izvedbi predmeta usklajeni med seboj?«*

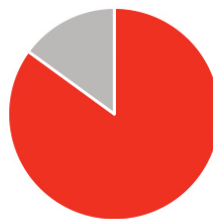
Glede na odgovore študentov na vprašanje »Ali so bile na spletu objavljene vse potrebne informacije v zvezi s predmetom?«, pri katerem odgovora »se strinjam« ali »popolnoma se strinjam« predstavljata 85 % podanih odgovorov, lahko sklepamo, da je bila kljub velikemu številu izvajalcev predmeta in kompleksnim urnikom obveščenosť pri predmetu primerna (graf 3). Odgovori na vprašanje »Ali študijska literatura in viri dobro pokrivajo vsebine predmeta?« kažejo potrebo po razmisleku in morebiti dodatnim študijskim virom.

Ali študijska literatura in viri  
dobro pokrivajo vsebine  
predmeta?



se ne strinjam se strinjam drugo

Ali so bile na spletu objavljene vse  
potrebne informacije v zvezi s  
predmetom?



se ne strinjam se strinjam drugo

*Graf 3: Odgovori študentov na anketni vprašanji »Ali študijska literatura in viri dobro pokrivajo vsebine predmeta?« in »Ali so bile na spletu objavljene vse potrebne informacije v zvezi s predmetom?«*

Odgovori študentov na vprašanja o vsebinah in kriterijih ocenjevanja kažejo, da so naloge za ocenjevanje z vidika vsebine ustrezno odražale vsebine predmeta in da smo izvajalci ustrezno upoštevali napovedane kriterije ocenjevanja



(tabela 2). Za večino študentov so bile naloge podane nedvoumno in jasno, za nekatere posameznike pa ne, kar morda kaže na potrebo po dodatnem razmisleku in izboljšavi tega vidika.

Tabela 2: Odgovori študentov na vprašanja o ocenjevanju

	n	Povprečje	1 in 2 (%) *	4 in 5 (%) *
V nalogah so bile ustrezno zastopane vsebine predmeta.	15	4,9	0	100
Naloge so bile nedvoumne in jasne.	15	4,5	13	87
Kriteriji ocenjevanja in preverjanja znanja so bili upoštevani.	15	4,8	0	93
<b>Skupaj</b>		<b>4,7</b>		

\* Odstotek enot, ki so dale odgovor 1 (sploh se ne strinjam) ali 2 (se bolj ne strinjam kot strinjam) oziroma 4 (se bolj strinjam, kot ne strinjam) ali 5 (popolnoma se strinjam).

### ***Katere prednosti in pomanjkljivosti/probleme timskega poučevanja so izpostavili izvajalci?***

Izvajalci so v svojih odgovorih kot prednosti timskega poučevanja izpostavili predvsem naslednje:

- Možnost vključitve širokega vsebinskega področja v predmet zaradi širokega nabora znanj izvajalcev.
- Izboljšanje možnosti za kombiniranje vsebin, ki zajemajo osnovnejša znanja in specifična znanja.
- Priložnost za intenzivnejše povezovanje različnih ožjih področij.
- Izmenjava izkušenj med izvajalci.
- Delitev dela.
- Večja motivacija za skupno delo.
- Izboljšanje možnosti za razpravo o učinkih in kakovosti poučevanja.
- Novi pogledi in pristopi k poučevanju s pomočjo novih idej in različnih interesov študentov.
- Možnost, da študentom v okviru predmeta lahko posamezni izvajalec podaja znanje, ki ga razvija, in izkušnje, ki jih pridobiva na svojem specifičnem področju.
- Spoznavanje raznolikosti načinov dela in stališč.

Timsko poučevanje lahko pomeni precejšnjo raznolikost v načinu dela, podajanju vsebin in ocenjevanju v okviru enega predmeta. Navsezadnje so tudi študenti raznoliki, imajo različno predznanje in jim ustrezajo različni načini dela. Zato menim, da je kombinacija različnih načinov dela pri izvedbi predmeta in pri ocenjevanju lahko prednost za študente, če je organizacijsko in vsebinsko usklajevanje med izvajalci in študenti učinkovito. Študenti se naučijo delovati v okolju, kjer je raznolikosti v načinu dela veliko ter kjer gre za preplet in usklajevanje različnih znanj, izkušenj in idej prednost.

- Preprečevanje preobremenjenosti posameznega izvajalca.
- Tim izvajalcev lahko opravi obsežnejše delo ali postopek, ne da bi bil pri tem posameznik preobremenjen.
- Razvijanje veščin timskega dela.
- Možnost hkratnega poteka pedagoškega dela za različne manjše skupine študentov. To lahko organizacijsko (z vidika urnikov) olajša izvedbo, še zlasti v primeru izbirnih predmetov, ki ga opravljajo študenti različnih smeri z različnimi urniki.

Izvajalci so v svojih odgovorih kot probleme timskega poučevanja izpostavili predvsem naslednje:

- Potrebna je veliko časa za usklajevanje.
- Lahko se pojavi nekompatibilnost izvajalcev.
- Z večanjem skupine izvajalcev se otežuje pregled posameznika, ki ga ima nad tematiko ali nalogo.
- Vsak naredi svoj del, nihče pa ne ve, kaj so naredili skupaj in zakaj, če ni ustrezne komunikacije.
- Občasno je ocenjeno delo skupine študentov, kar je lahko problematično z vidika vrednotenja znanja posameznika.
- Manjši segment vsebin se obravnava tako, da se različne skupine študentov ukvarjajo z različnimi tematikami, tako da poglobljeno obdelajo ta del vsebine.
- Kot izvajalec imaš pri projektnem delu študentov boljše možnosti organiziranja praktičnega dela, kot če bi vsak študent delal sam. Težava je vsem študentom omogočiti enake možnosti za razvijanje veščin, ker je to, kaj in koliko bodo odnesli, odvisno tudi od skupine, v kateri so.

## *Analiza aktivnosti študentov in izvajalcev v elektronski učilnici v študijskem letu 2017/18*

### **Analiza ogledov študijskih virov za predavanja in vaje v e-učilnici**

Z analizo dostopov študentov do študijskih virov v e-učilnici smo ugotovili, da je večina študentov dostopala do virov za vsebine predavanj in vaj pri predmetu, čeprav ne vsi (tabela 3; število vseh študentov pri predmetu: 15). Večina ogledov študijskih virov je bila terminsko v času izvedbe predavanj in vaj, manj ogledov pa po zaključku neposrednih aktivnosti pri predmetu. Do študijskih virov so dostopali tudi izvajalci predmeta, predvsem tisti, ki so bili intenzivneje vključeni v vse stopnje pedagoškega dela pri predmetu.

*Tabela 3: Število ogledov študijskih virov za predavanja in vaje v e-učilnici*

Študijski vir (predavanja, vaje)	Št. študentov z enim ogledom	Št. študentov z več ogledi	Št. ogledov v času semestra izvedbe	Št. ogledov po aključku predavanj in vaj	Št. izvajalcev z enim ogledom (razen avtorja)	Št. izvajalcev z več ogledi
Uvod v vajo SEM	2	10	21	22	2	0
Uvod – SEM	5	4	11	6	1	1
Napraševanje vzorcev	6	5	16	4	1	0
SEM v praksi	0	9	14	8	2	0
Life microstructures	3	0	3	0	1	1
Od makro do nanostruktur	2	1	4	0	1	1
Osnove TEM	3	6	23	6	1	2
Presevna elektronska mikroskopija	3	4	15	9	1	2
Cryosectioning and Immunolabeling	4	1	5	1	0	2

## Analiza ogledov študijskih virov za seminarske naloge v e-učilnici

Za pripravo na praktično izvedbo dela v okviru seminarske naloge so bili študentom na voljo osnovni študijski viri za posamezno vsebino, ki so bili v e-učilnici dostopni vsem sodelujočim pri predmetu. Iz dnevnikov aktivnosti v sistemu Moodle je razvidno, da so študenti, ki niso bili vključeni v določeno nalogo, le redko dostopali do teh virov (tabela 4). Skoraj vsi dostopi so bili izvedeni v času izvajanja predmeta. Zanimivo je, da so do teh virov dokaj pogosto dostopali tudi izvajalci, ki niso bili neposredno zadolženi za izvedbo posamezne seminarske teme.

Tabela 4: Število ogledov študijskih virov za seminarske naloge v e-učilnici

Študijski vir (seminarske naloge)	Ali so si vir ogledali študenti, ki so bili zadolženi za to seminarsko nalogo?	Ali so si vir ogledali študenti, ki niso bili zadolženi za to seminarsko nalogo? (št. teh študentov)	Št. ogledov v času semestra izvedbe	Št. ogledov po zaključku predstavitve seminarjev	Ali so si vir ogledali izvajalci, ki niso bili zadolženi za to seminarsko nalogo?
Lokalizacija makromolekul	3/3	2	9	1	2
Negativno kontrastiranje	2/2	1	6	0	1
Imunolokalizacija ACC oksidaze	1/2	0	1	0	3
Apoptoza	0/3	0	0	0	2
Zunajcelični matriks	2/3	2	11	0	1
Priprava suspenzij za SEM	2/2	1	5	0	1

## Analiza ogledov obvestil o poteku dela pri predmetu in vsebin v zvezi z ocenjevanjem

Obvestila v zvezi z urnikom in navodila v zvezi z ocenjevanjem dela pri predmetu si je v e-učilnici ogledala večina študentov, čeprav so te informacije

prejeli tudi že na predavanju (tabela 5). Zlasti veliko dostopov je razvidnih do navodil in meril za ocenjevanje, v času po zaključku predavanj in vaj. Tudi izvajalci smo kar pogosto dostopali do teh obvestil.

Tabela 5: Število ogledov obvestil v e-učilnici

	Št. študentov z enim ogledom/št. vseh študentov	Št. študentov z več ogledi/št. vseh študentov	Št. ogledov v času semestra izvedbe	Št. ogledov po zaključku predavanj in vaj	Št. izvajalcev z enim ogledom	Št. izvajalcev z več ogledi
Urnik	4	7	36	3	4	2
Navodila in merila za ocenjevanje	2	8	9	39	2	2
Splošna obvestila		15				7

### Kako izvajalci ocenjujejo vlogo e-učilnice v okviru celotnega poteka dela pri predmetu?

Izvajalci so izpostavili predvsem naslednje vidike pri kombiniranju timskega poučevanja v e-učilnici s kontaktnimi oblikami timskega poučevanja pri predmetu:

- Olajšano vsebinsko usklajevanje.  
Pri predmetih z več izvajalci je organizacijsko in vsebinsko usklajevanje izvedbe vseh aktivnosti v okviru predmeta (priprava učnega načrta, izvedba vaj, predavanj in seminarjev ter ocenjevanje) nujno potrebno in lahko časovno precej obremenjujoče. Ker se teme znotraj širšega področja največkrat prekrivajo in povezujejo, je zato, da se izogne ponavljanju tematik, potrebno vsebinsko usklajevanje. Naloga posameznega izvajalca je tudi, da najde stičišča svoje ožje teme z drugimi vsebinami pri predmetu in svojo vsebino umesti v širši kontekst predmeta. To zahteva veliko komunikacije in poslušanja med izvajalci. Usklajevanje je precej lažje, če ima izvajalec dostop do vseh vsebin predmeta, kar omogoča e-učilnica. Zelo pomembno je, da imam kot posamezna izvajalka v e-učilnici vpogled v predmet kot celoto, v kontekst

predmeta, vsebine in v vse raznolike aktivnosti v povezavi s predmetom.

- Več možnosti za kakovostnejše uvajanje asistentov/učiteljev začetnikov. Z dostopom do vsebin v e-učilnici dobim kot začetnica tudi vpogled v delo drugih in strokovno podporo bolj izkušenih soizvajalcev.
- Več možnosti za medsebojno komuniciranje. E-učilnica je gotovo zelo pomemben način komuniciranja, saj zagotavlja enake možnosti za vse ter navaja izvajalca in študente na kontinuiteto. Seveda je treba izpostaviti, da je osebno komuniciranje s študenti še vedno zelo pomembno, saj se morajo naučiti razpravljati in usmerjati miselne tokove glede na situacijo in potek razprave. Učilnico je dobro uporabljati tako, da spodbujamo sodelovanje študentov in da tudi študenti med sabo intenzivno komunicirajo.
- E-učilnica kot repozitorij izdelkov študentov pri vajah. Rezultati in izdelki, ki so jih študenti pridobili pri svojem delu na vajah, predvsem različne mikroskopske slike, so v e-učilnici na voljo vsem študentom. Tako si vse posnetke z vaj, ki so jih pridobile različne skupine študentov, lahko kadar koli ogledajo vsi študenti.
- Olajšano usklajevanje izvajalcev pri ocenjevanju dela študentov. V e-učilnico so študenti naložili pisni del svojih seminarskih nalog (delo v parih ali trojicah), ki so bili tako ves čas na voljo vsem izvajalcem. V e-učilnico so oddali tudi svoje končne individualne izpitne naloge v pisni obliki.
- Lažje organizacijsko usklajevanje in prilagajanje spremembam v urnikih.

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v šolsko prakso**

Glede na rezultate študentskih anket ter glede na odgovore in komentarje izvajalcev, vključenih v timsko poučevanje pri izbirnem predmetu na drugi stopnji univerzitetnega izobraževanja, sklepamo, da smo s predstavljenim načinom dela uspeli uresničiti zastavljene cilje. Strinjamo se z navedbo Polaka (2011), da je timsko delo učiteljev nujno za zagotavljanje vsebinsko specializirane in interdisciplinarnega znanja. Sodelovanje več učiteljev in asistentov pri načrtovanju in izvedbi predmeta zahteva tudi ustrezne ukrepe na organizacijskem področju. Organizacijski okviri na ravni skupine učiteljev, katedre in fakultete lahko otežijo ali olajšajo inovativne pristope pri poučevanju. Potrebno

je usklajevanje dela razmeroma velikega števila pedagoških delavcev pri predmetu, zato je dobrodošlo, da so člani tima pripravljeni na določeno mero prilagodljivosti pri delu. Nujni so dobri medosebni odnosi, medsebojno spoštovanje in ustvarjalno vzdušje.

Ključno področje usklajevanja pri timskega poučevanju je ocenjevanje. V e-učilnici so vsi pisni izdelki študentov dostopni vsem učiteljem, kar olajšuje sodelovanje učiteljev pri ocenjevanju ter omogoča raznolike in bolj kakovostne povratne informacije študentom. Prednost sodelovanja več učiteljev in asistentov pri ocenjevanju je bila zelo očitna pri predstavitev seminarskih nalog, kjer so različni izvajalci izpostavili različne vidike predstavljenega dela v diskusiji. Tematiko lahko tako obdelamo zelo na široko in vsi imajo nekaj od tega, motivacija za sodelovanje in razpravo je bistveno večja, kot če je delo frontalno in posreduje le izvajalec. Prednosti praktičnih seminarskih ali projektnih nalog, v katerih sodelujejo študenti z bolj izkušenimi raziskovalci v vseh fazah dela, izpostavljajo tudi Wilson idr. (2018). Problem dela v skupini je, da navadno eden od študentov v skupini prevzame pobudo in pogosto tudi izvede večino dela. Ocenjevanje je v takem primeru lahko problematično, treba je ugotoviti prispevke posameznika v timskega delu, kar pa ni lahko.

Na podlagi dosedanjih izkušenj menimo, da k učinkovitejšemu delu pri timskega poučevanju prispeva tudi e-učilnica, oblikovana kot stično mesto vseh izvajalcev predmeta in študentov, ki prihajajo iz različnih študijskih programov.

- (1) E-učilnica je mesto obveščanja za vse udeležence.  
Za učitelje se je to izkazalo kot pomembna prednost z vidika usklajevanja terminov. Z organizacijskega vidika se olajša usklajevanje časovnega poteka aktivnosti, obveščanje je centralizirano in poenoteno.
- (2) E-učilnica je centralno mesto za dostopnost vsebin dela in literature.  
V e-učilnici so vsem na voljo literatura vsakega od učiteljev, vse vsebine vaj, predavanj in seminarjev. Z vsebinskega vidika sta tako učiteljem omogočena učinkovitejše povezovanje in nadgradnja posameznih sklopov, ker so vse vsebine ves čas dostopne vsem. Omogočena sta sprotne prilaganje in natančnejše reguliranje vsebin dela, ki so večinsko seveda sicer dogovorjene že vnaprej.  
Poleg tega je to zelo preprost in učinkovit način za sprotne posredovanje materiala, ki ga študenti posamejno na vajah in je tako lahko takoj dostopen vsem. V našem primeru so to predvsem posnetki z mikroskopi, torej praviloma obsežnejše datoteke.

- (3) E-učilnica je stičišče učiteljev in študentov za ocenjevanje dela. Ključno področje usklajevanja pri timskem poučevanju je ocenjevanje. V e-učilnici so vsi pisni izdelki študentov dostopni vsem učiteljem kadar koli, kar olajšuje sodelovanje učiteljev pri ocenjevanju ter omogoča raznolike in bolj kakovostne povratne informacije študentom.
- (4) E-učilnica omogoča učinkovitejše delo učiteljev in študentov z različnih jezikovnih področij. E-učilnico predmeta smo v celoti postavili v slovenskem in angleškem jeziku, kar omogoča študentom in tudi izvajalcem z različnih govornih področij popolno vključenost v vse faze dela pri predmetu in tako res učinkovito uporabo e-učilnice. To je razvidno tudi iz pozitivnih odzivov študentov na izmenjavi Erasmus, ki so navedli »We were able to follow everything perfectly«.

Na podlagi predstavljenih rezultatov timskega poučevanja pri predmetu Mikroskopija bioloških sistemov in tudi naših izkušenj s timskim poučevanjem pri drugih predmetih zaključujemo, da tak način dela prispeva k celovitosti, kakovosti in individualizaciji izobraževanja študentov, vendar pa so za načrtovanje in izvedbo potrebni dodaten čas, znanja in navdušenje izvajalcev za delo v timu.

## Literatura

- Anderson, R. S., in Speck, B. W. (1998). »Oh what a difference a team makes«: Why team teaching makes a difference. *Teaching and Teacher Education*, 14(7), 671–686.
- Baeten, M., in Simons, M. (2014). Student teachers' team teaching: Models, effects, and conditions for implementation. *Teaching and Teacher Education*, 41, 92–110.
- Bregar, L., Zagmajster, M., in Radovan, M. (2010). *Osnove e-izobraževanja*. Ljubljana: Andragoški center Slovenije. Pridobljeno s [http://arhiv.acs.si/publikacije/Osnove\\_ehttp://arhiv.acs.si/publikacije/Osnove\\_e-izobrazevanja.pdf](http://arhiv.acs.si/publikacije/Osnove_ehttp://arhiv.acs.si/publikacije/Osnove_e-izobrazevanja.pdf)
- Crawford, R., in Jenkins, L. E. (2018). Making pedagogy tangible: Developing skills and knowledge using a team teaching and blended learning approach. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(1), 127–142.
- Lavrič, A. (2005). Učinki multimedije na učenje. *Sodobna pedagogika*, 4, 214–225.
- Marentič Požarnik, B. (2011). Kaj je kakovostno znanje in kako do njega? O potrebi in možnostih zblíževanja dveh paradigem. *Sodobna pedagogika*, 2, 2–850.



- Marentič Požarnik, B., in Peklaj, C. (2002). *Preverjanje in ocenjevanje za uspešnejši študij*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.
- Polak, A. (2007). *Timsko delo v vzgoji in izobraževanju*. Ljubljana: Modrijan.
- Polak, A. (2011). Vloga vodstva šole pri spodbujanju in razvijanju timskega dela učiteljev. *Vodenje v vzgoji in izobraževanju*, 9(2), 37–56.
- Šteh, B. (2012). Stari – novi izzivi preverjanja in ocenjevanja znanja. V *Preverjanje in ocenjevanje znanja ter vrednotenje dosežkov v vzgoji in izobraževanju: zbornik Pedagoško-andragoški dnevi* (str. 20–27). Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete.
- Žnidaršič, N., Murko Bulić, J., Mrak, P., in Štrus, J. (2014). Uporaba spletne učilnice Moodle za podporo diferenciaciji / individualizaciji v dodiplomskem izobraževanju. V V. Florjančič (ur.), *Moodle.si : zbornik 5. mednarodne konference, Koper, 27. junij 2014 = 5th international conference proceedings, Koper, 27 June 2014* (str. 68–74). Koper: Zavod Brina, izobraževalne storitve.
- Žnidaršič, N., Tušek-Žnidarič, M., Mrak, P., in Štrus, J. (2016). Diverzifikacija in delna individualizacija ocenjevanja pri laboratorijskih vajah na področju biologije – prva in druga stopnja univerzitetnega izobraževanja = Diversification and partial individualization of laboratory work assessment at biology in bachelor and master programs. V K. Aškerc Veniger (ur.), *Izboljševanje procesov učenja in poučevanja v visokošolskem izobraževanju : zbornik konference = Improving teaching and learning processes in higher education : conference proceedings* (str. 56–64). Ljubljana: Center RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja.
- Wilson, A. E., Pollock, J. L., Billick, I., Domingo, C., Fernandez-Figueroa, E. G., Nagy, E. S., Steury, T. D., in Summers, A. (2018). Assessing science training programs: Structured undergraduate research programs make a difference. *BioScience*, 68(7), 529–534.

# Uporaba digitalne mikroskopije pri pouku

*Iztok Tomažič in Jelka Strgar*

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

## **Povzetek**

Mikroskop je eno temeljnih orodij pri poučevanju biologije. Uporaba mikroskopa pri pouku omogoča učencem raziskovanje organizmov in struktur, ki so prostim očem nevidne. Možnost priključitve kamere na mikroskop ter njene povezave z osebnim računalnikom in pripadajočo programsko opremo (e-mikroskopija) omogoča poleg opazovanja in projiciranja slike tudi analizo slike. Glede na predhodne izkušnje s študenti pri izvajanju predmeta Didaktika biologije 1 smo želeli pred izvedbo izbranih dejavnosti in po njej preveriti: (1) ali imajo študenti predhodne izkušnje z uporabo e-mikroskopije v šoli; (2) kako študenti ocenjujejo svojo usposobljenost za e-mikroskopijo; (3) kako ocenjujejo svojo usposobljenost za delo z e-mikroskopijo v razredu in (4) kakšen je njihov interes za delo z e-mikroskopijo. Vsi študenti so uspeli na vajah samostojno izdelati preparate in mikroskopirati izbrane organizme. Največ težav so imeli s kalibracijo kamere. Težave so se pojavile tudi pri povezovanju kamere z računalnikom. Po izvedbi dejavnosti je ti dve težavi navedla večina študentov. Pred izvedbo dejavnosti in po njej v ocenah študentov skoraj ni bilo statistično pomembnih razlik. Zato smo izračunali tudi velikost učinka; ta je bil pri šestih od petnajstih trditev srednje velik, pri preostalih pa majhen. Študentom se je zdela priprava učne ure, pri kateri bi uporabljali e-mikroskopijo, po izvedeni dejavnosti manj zahtevna kot pred dejavnostjo. Študenti so se po dejavnosti počutili bolj usposobljene za uporabo e-mikroskopije pri pouku. Po dejavnosti se jim je e-mikroskopija zdela manj dolgočasna kot pred dejavnostjo in so bili bolj prepričani glede svoje uspešnosti (usposobljenosti) za pripravo učne ure e-mikroskopije.

**Ključne besede:** digitalna mikroskopija, študenti, didaktika, IKT

## Uvod

Z razcvetom novih tehnologij se kažejo tudi težnje po njihovem vključevanju v izobraževalni proces. Tak primer v zadnjem času predstavljajo interaktivne table (Šumak in Šorgo, 2016; Šumak, Pušnik, Heričko in Šorgo, 2017). Kljub dobremu namenu izboljšanja učnega procesa učitelji mnogih tehnologij ne sprejmejo oziroma te tehnologije ne dosežejo svojega namena. Šorgo, T. Verčkovnik in Kocjančič (2010) ugotavljajo, da čeprav so gimnazijski učitelji biologije od pristojnega ministrstva dobili opremo za izvajanje laboratorijskega in raziskovalnega pouka z uporabo merilnih instrumentov, te naprave uporablja le dobra četrtina učiteljev. Kot razloge za neuporabo omenjenih naprav učitelji navajajo predvsem pomanjkanje časa zaradi obsežnega učnega načrta. Šumak idr. (2017) trdijo, da se morajo učitelji najprej prilagoditi na uvedbo novih tehnologij.

Z vidika učiteljev biologije lahko IKT delimo glede na njihovo uporabo v dve skupini (Šorgo idr., 2010):

- (a) generična uporaba IKT, ki ni vezana na predmet (npr. urejevalniki besedil, programi za iskanje informacij, pošiljanje sporočil, multimedijske predstavitve), ter
- (b) predmetnospecifična uporaba IKT, ki je vezana na predmet oziroma naravoslovne predmete (npr. e-mikroskopija, računalniško podprt laboratorij, virtualna sekcija, simulacije).

Če učitelji v pouk ne bi vključevali generične IKT, bi posledice tega lahko nadoknadili učitelji drugih predmetov, vendar pa to ne velja za predmetnospecifično uporabo IKT.

Mikroskop je eno od temeljnih orodij pri poučevanju biologije. Uporaba mikroskopa pri pouku omogoča učencem raziskovanje organizmov in struktur, ki so prostim očem nevidne. Hkrati učenci razvijajo spretnosti mikroskopiranja (McLean, 2000). Možnost priključitve kamere na mikroskop ter njene povezave z osebnim računalnikom in pripadajočo programsko opremo (e-mikroskopija) omogoča poleg opazovanja in projiciranja slike tudi analizo slike (<http://www.motic.com/>). Z uporabo e-mikroskopije je mogoče pripraviti različne dejavnosti, pri katerih učenci ne le opazujejo, temveč tudi raziskujejo. Tako je mogoče, na primer, hitro in učinkovito izračunati velikost opazovanih objektov, snemati videoposnetke in raziskovati fiziološke odzive celic (npr. plazmolizo) ali vedenje mikroskopsko majhnih organizmov.

Ker naj bi učenci v šoli poleg pridobivanja vsebinskega znanja razvijali tudi spretnosti raziskovalnega dela in skozi aktivne oblike učenja oblikovali pozitivna stališča do narave, naravoslovja in naravoslovnega raziskovanja (Šorgo in Špernjak, 2012; Tomažič, 2007, 2010), bi lahko uporaba takih orodij pomenila dodano vrednost v smislu pridobivanja znanja in razvoja spretnosti ter tudi pri oblikovanju stališč do naravoslovnega raziskovanja.

Nekateri avtorji so že pred skoraj dvema desetletjema poskušali v pouk bioloških vsebin, ki vključujejo tudi spoznavanje mikroskopskih struktur, vpeljati uporabo IKT. Tako je na primer McLean (2000) preverjal stališča študentov do uporabe virtualne mikroskopije (računalniško podprtega pouka) pri histologiji v primerjavi s klasično mikroskopijo (uporaba svetlobnega mikroskopa). Čeprav so študenti v njegovi raziskavi pozitivno sprejeli računalniško podprt pouk histologije, je bila uporaba klasične svetlobne mikroskopije po njihovem mnenju pomembna za razvoj spretnosti mikroskopiranja. Menili so tudi, da je uporaba klasične svetlobne mikroskopije pomembna za študij drugih predmetov in splošno prakso. Raziskovanje vpliva virtualne mikroskopije v primerjavi s klasično mikroskopijo je omejeno predvsem na preverjanje znanja in stališč študentov medicine in veterine (Bertram, Firsching in Klopffleisch, 2018; Kogan, Dowers, Cerda, Schoenfeld-Tacher in Stewart, 2014; Wilson, Taylor, Klein, Sugrue, Whipple in Brokaw, 2016).

### ***Raziskovalni problem***

Čeprav ni podatkov, kako učitelji (bodoči učitelji) sprejemajo uporabo digitalne mikroskopije, so lahko pred približno desetimi leti na pristojnem ministrstvu naročili mikroskop in kamero, ki je z ustrežno programsko opremo omogočala prikaz ter zajem slike in videa. Edini prispevek na temo naše raziskave, ki nam ga je uspelo najti, je delo, v katerem avtorji (Fiche, Bonvin in Bosman, 2006) predstavijo uporabo e-mikroskopije in izvedbo pouka patologije. Zato smo se v tej pilotni raziskavi odločili preveriti:

- (1) ali imajo študenti predhodne izkušnje z uporabo e-mikroskopije v šoli;
- (2) kako študenti ocenjujejo svojo usposobljenost za e-mikroskopijo;
- (3) kako ocenjujejo svojo usposobljenost za delo z e-mikroskopijo v razredu in
- (4) kakšen je njihov interes za delo z e-mikroskopijo.

Poleg tega smo želeli kvalitativno evalvirati:

- delo študentov pri posameznem sklopu pilotske raziskave in
- izdelke študentov, ki so pri tem nastali.

Dejavnosti, ki smo ju evalvirali v sklopu pilotne posodobitve predmeta, sta bili povezani s klasično izvedbo pouka brez uporabe predmetnospecifične IKT, saj morajo študenti pri predmetu Didaktika biologije 1 spoznati različne pristope k poučevanju izbranih vsebin.

## Metoda

Raziskava je bila izvedena na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

### *Izbor in opis vzorca*

V študijskem letu 2017/2018 je bilo v drugostopenjski študijski program Biološko izobraževanje vpisanih 18 študentov. V raziskavi je sodelovalo 17 študentov, od tega štirje študenti moškega spola. Vzorec je bil izbran nenaključno.

### *Potek pilotne izvedbe dejavnosti e-mikroskopija*

Dejavnost e-mikroskopija je bila sestavljena iz šestih etap, navedenih v tabeli 1.

*Tabela 1: Etape dejavnosti e-mikroskopiranja*

N ETAPA	Trajanje
<p>1 PRIPRAVA NA UČNO URO. Študenti najprej izdelajo učno pripravo, katere glavni cilj je, da se učenci naučijo, da so organizmi zgrajeni iz celic. V modelni pripravi predvidijo oblike in metode pedagoškega dela ter učne pripomočke. Še posebej morajo biti pozorni na oblikovanje poteka učne ure, pri čemer predvidijo sosledje aktivnosti učitelja in učencev v posamezni etapi učne ure.</p> <p><b>S tem delom preverimo, kako si študenti predstavljajo izvedbo učne ure, pri kateri je vključeno praktično delo. Tako ugotovimo, ali bi študenti pouk izvedli tako, da bi bilo praktično delo podkrepitev teoretične razlage (<i>teacher – centred instruction</i>) ali bi pouk izvedli tako, da bi imeli učenci možnost samostojnega raziskovanja (<i>student – centred instruction</i>).</b></p>	45 min
<p>2 KLASIČNA MIKROSKOPIJA. Študenti dobijo učne liste z navodili ter izvedejo klasično mikroskopiranje in izpolnijo učne liste. Mikroskopirajo v parih.</p> <p><b>V tem sklopu ugotavljamo spretnosti študentov za mikroskopiranje in risanje skic opazovanih objektov.</b></p>	270 min

Tabela 1: Etape dejavnosti e-mikroskopiranja (nadaljevanje)

N	ETAPA	Trajanje
3	E-MIKROSKOPIJA. Sledi skupinsko delo študentov. Študenti izvedejo sklop vaj e-mikroskopije po navodilih na učnih listih. Študenti morajo najprej pripraviti opremo (mikroskop, kamero, osebni računalnik, programsko opremo in objekte za opazovanje). Z uporabo programske opreme za zajem slike in video posnetkov morajo fotografirati opazovani objekt in posneti kratek video posnetek opazovanega objekta. Nato morajo izvesti kalibracijo kamere in izračunati velikosti opazovanih objektov ter pripraviti predstavitev (MS PowerPoint).	
<b>V tem sklopu študenti spoznavajo delovanje kamere in programske opreme za zajem slike in videa pri mikroskopiji.</b>		
4	POJMOVNA KARTA. Študenti izpolnijo pojmovno karto »Zgradba in delovanje celic«. <b>Ta del predstavlja seznanitev študentov s tematiko drugega sklopa pilotne posodobitve.</b>	
5	PREDSTAVITEV IZDELKOV. Študenti predstavijo svoje izdelke kolegom.	3 x 30 min
6	EVALVACIJA DEJAVNOSTI. <b>Diskusija s študenti o prednostih in omejitvah uporabe IKT pri pouku biologije v osnovnih in srednjih šolah.</b>	45 min

### ***IKT oprema, uporabljena pri dejavnosti e-mikroskopija***

Vključevanje predmetnospecifične IKT je bilo vezano na obstoječo opremljenost biološke učilnice. Na voljo smo imeli mikroskope, na katere smo lahko priključili kamero. To smo povezali z osebnim računalnikom, na katerem je nameščena ustrezna programska oprema. V Sloveniji je dostopna oprema (kamera in programska oprema) različnih proizvajalcev. Za potrebe pilotne izvedbe smo uporabili opremo podjetja Motic (<http://www.motic.com/>).

Omenjeni proizvajalec izdeluje mikroskope, kamere in programsko opremo, ponuja pa tudi šolske mikroskope z vgrajenimi kamerami, USB ali Wi-Fi. Za pilotno izvedbo smo imeli na voljo naslednjo opremo:

- osebni in prenosni računalnik;
- mikroskopa: B1-223E in F-11 Series;
- kameri: Moticam 1000 in Moticam 2300;
- programsko opremo: Motic Images Plus 2.0 Image Analysis Software in Motic Images Plus 3.0 Image Analysis Software.

## *Instrument*

V prispevku predstavljamo (1) analizo učnih priprav študentov na temo celične zgradbe organizmov (tabela 1, točka 1) in (2) analizo podatkov, zbranih z anketnim vprašalnikom. Vprašalnik je vseboval 15 trditev (tabela 2), ki so se navezovala na oceno interesa za uporabo e-mikroskopije (trditve 1–5), usposobljenosti za uporabo e-mikroskopije (trditve 6–10) in usposobljenosti za uporabo e-mikroskopije v šoli (trditve 11–15). V vsako od kategorij je bilo vključenih pet trditev. Vprašalnik je temeljil na uporabi petstopenjske Likertove lestvice. Študenti so anketni vprašalnik izpolnili pred izvedeno dejavnostjo in en teden po njej.

*Tabela 2: Vsebina anketnega vprašalnika (vrstni red trditev v izvirniku ni enak)*

<b>TRDITEV</b>	<b>OCENA</b>
1 Delo z IKT* me veseli.	1 2 3 4 5
2 Rad(a) uporabljam IKT*.	1 2 3 4 5
3 Rad(a) bi uporabljal(a) IKT* tudi v šoli.	1 2 3 4 5
4 Delo z IKT* je dolgočasno.	1 2 3 4 5
5 Uporaba IKT* pri pouku se mi zdi zanimiva.	1 2 3 4 5
6 Delo z IKT* mi ne predstavlja težav.	1 2 3 4 5
7 Menim, da znam dobro uporabljati IKT*.	1 2 3 4 5
8 Kadar pri vajah/seminarjih/predavanjih uporabljamo IKT*, raje prepustim delo kolegom.	1 2 3 4 5
9 Raje se izognem delu z IKT*, kot pa se aktivno vključim v delo.	1 2 3 4 5
10 Da bi se počutil(a) bolj suvereno za uporabo IKT*, bi pri vajah morali nameniti več časa samostojnemu delu z IKT*.	1 2 3 4 5
11 Priprava učne ure, pri kateri bi uporabljali IKT*, je zame preveč zahtevna.	1 2 3 4 5
12 Menim, da sem usposobljen-a za delo z IKT* pri pouku.	1 2 3 4 5
13 Menim, da bi z vključevanjem IKT* bolje izvedel(la) pouk kot brez uporabe IKT*.	1 2 3 4 5
14 Če bi moral(a) pripraviti učno uro z uporabo IKT*, mi to ne bi predstavljalo težav.	1 2 3 4 5
15 Koristneje bi bilo, če bi namesto IKT* pri pouku uporabljali izključno tradicionalne izvedbe pouka.	1 2 3 4 5

*Opomba: pomen vrednosti: 1 – se sploh ne strinjam, 5 – se popolnoma strinjam; oznaka IKT\* se nanaša na informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, uporabljeno pri izvedbi predmeta Didaktika biologije 1.*

## *Statistična obdelava podatkov*

Pri analizi učnih priprav, ki so jih izdelali študenti, smo najprej pregledali potek učne ure, ki jo je predvidel posamezni študent, izdelali kodirnik vrstnega reda in nato izračunali deleže za posamezno predvideno etapo učne ure. Za analizo anketnega vprašalnika smo izračunali aritmetične sredine in standardne odklone za posamezno trditev. Temu je sledila uporaba inferenčne statistike, s katero smo za posamezno trditev ugotavljali statistično pomembnost razlik v ocenah pred izvedeno dejavnostjo in po njej (Wilcoxonov test) ter velikost učinka ( $r = -z/\sqrt{N}$ ). Podrobnejše analize, na primer analize osnovnih komponent, zaradi majhnosti vzorca ni bilo mogoče narediti.

## **Rezultati z razpravo**

Rezultati so predstavljeni v treh sklopih. Najprej so predstavljeni rezultati analize učnih priprav, v drugem sklopu so predstavljeni rezultati analize uporabe e-mikroskopije, v tretjem sklopu rezultatov pa je predstavljena analiza anketnih vprašalnikov.

### *Rezultati analize učnih priprav študentov*

V prvem sklopu predstavljamo rezultate analize učnih priprav študentov na temo celične zgradbe organizmov.

Od študentov smo v tem delu želeli dobiti informacijo, kako bi oni izvedli učno uro mikroskopije, pri kateri bi morali učence naučiti, da so vsi organizmi zgrajeni iz ene ali mnogo celic oziroma da je celica osnovna gradbena enota vsakega organizma. Želeli smo ugotoviti, kakšen potek učne ure bodo študenti izbrali: takega, ki v ospredje postavlja učitelja in njegovo predavanje, ali takega, pri katerem učenci dobijo informacije o uporabi mikroskopa in nato sami pridejo do ugotovitve, da so vsi organizmi zgrajeni iz celic(e). Pri prvem pristopu učenci le potrjujejo, kar je predaval učitelj, pri drugem pa z lastno dejavnostjo in raziskovanjem pridejo do ustreznih posplošitev.

Večina študentov ( $N = 13$ ) je izbrala prvi način (diagram 1). Literatura potrjuje naše ugotovitve, da študenti pretežno izberejo pot, ki so je bili vajeni med svojim izobraževanjem. Čeprav je bil učni cilj le eden, in sicer naučiti učence, da so »vsii organizmi zgrajeni iz celic«, je večina študentov predvidevala širšo obravnavo vsebin (predavanja), povezanih z zgradbo in delovanjem celic. Nato so predvideli demonstracijo zgradbe in delovanja mikroskopa ter



nazadnje mikroskopiranje. Le trije študenti so predvideli teoretično obravnavo vsebin o celici po mikroskopiranju v obliki diskusije z učenci. Manj kot polovica študentov je predvidela utrjevanje učne snovi in le dva domačo nalogo. Študenti so večji poudarek namenili preverjanju vsebinskih znanj kot preverjanju spretnosti.

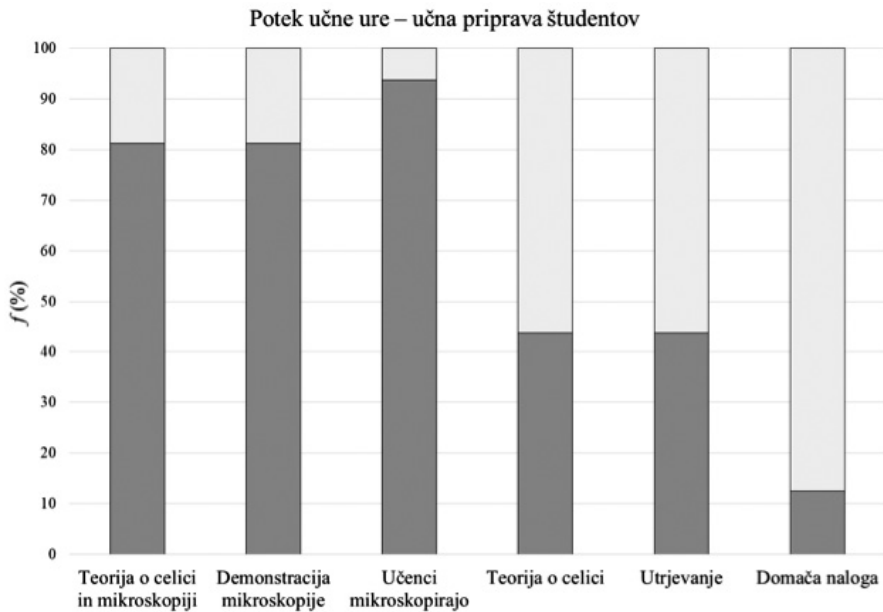


Diagram 1: Deleži študentov, ki so se opredelili za posamezno etapo učne ure

Pozitivno je, da le eden od študentov ni predvidel (oziroma ni omenil) mikroskopiranja pri načrtovanem pouku. Rezultati analize učnih priprav so pokazali, da je treba študentom v času študija pokazati drugačen pristop k poučevanju, takega, ki vključuje aktivne oblike učenja (več samostojnega in praktičnega učenja učencev) (Herr, 2008; NSTA, 2009). Tudi praktična vaja mikroskopije in e-mikroskopije se je za študente načrtovala v tej smeri.

### **Rezultati analize uporabe e-mikroskopije**

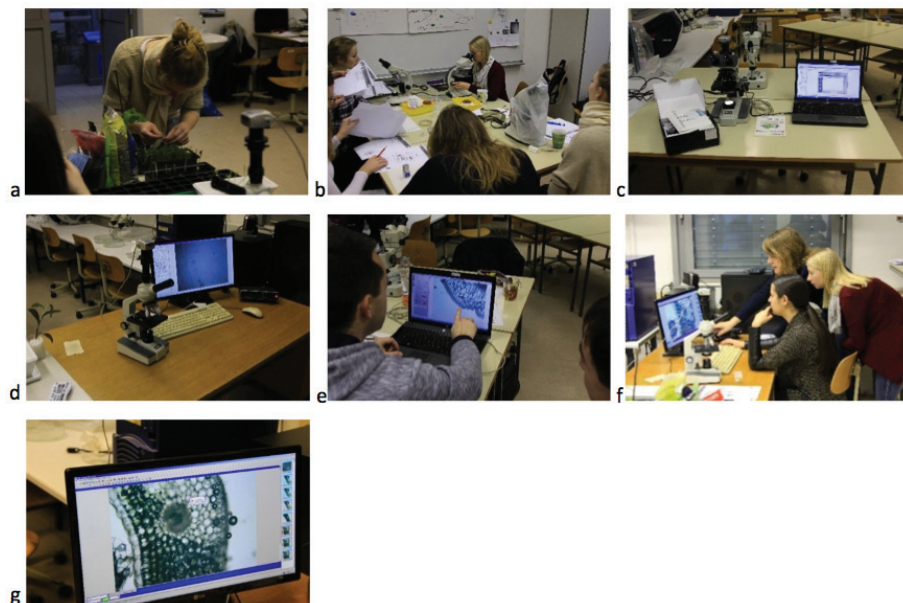
Pri praktični dejavnosti mikroskopije in e-mikroskopije so morali študenti najprej uporabiti učne liste. Ti so bili pripravljene tako, da so študente seznanili s pristopom, s katerim omogočimo učencem spoznavanje vsebin in oblikovanje zaključkov na podlagi samostojnega mikroskopiranja (praktičnega dela). Potek je bil naslednji:

- priprava preparatov in klasično mikroskopiranje (slika 1(a)–(b));

- e-mikroskopija, ki je vključevala samostojno pripravo mikroskopa, kamere in osebnega računalnika s programsko opremo (slika 1(c)–(d));
- e-mikroskopija: fotografiranje izbranih preparatov in izdelava videoposnetka (slika 1(e));
- kalibracija kamere in merjenje velikosti opazovanih preparatov (objektov) (slika 1 (f)–(g)).

Vsi študenti so uspeli samostojno izdelati preparate in mikroskopirati izbrane organizme. Največ težav so imeli s kalibracijo kamere. Za kalibracijo so morali uporabiti navodilo proizvajalca. Težave so se pojavile tudi pri povezovanju kamere z računalnikom, saj računalnik kamere ni vedno zaznal, zato so morali ponoviti postopek priklopljanja prek USB priključka. Po izvedbi dejavnosti je ti dve težavi navedla večina študentov. Kalibracijo kamere je omenilo enajst študentov, težave z zaznavo kamere pa šest študentov.

Na voljo smo imeli le dve kameri, zato smo izvedbo dejavnosti načrtovali tako, da je polovica študentov v prvem terminu izvajala vajo klasične mikroskopije, druga polovica študentov pa vajo e-mikroskopije. V naslednjem terminu je bila izvedba obratna.



*Slika 1: (a) priprava preparatov, (b) samostojno klasično mikroskopiranje, (c) priprava opreme za e-mikroskopijo, (d) sestavljena in delujoča oprema za e-mikroskopijo, (e) opazovanje objektov z uporabo e-mikroskopije, (f) kalibracija kamere in (g) izvajanje*

En študent je navedel, da se s tako opremo še ni srečal, trije študenti so se z uporabo podobne opreme prvič srečali že v srednji šoli, ostali pa na fakulteti. Vsi razen enega so se s tako opremo srečali na fakulteti. Omenili so, da so s podobno opremo opazovali različne mikroskopske preparate, niso pa bili vključeni v pripravo opreme za mikroskopijo (kalibracija, sestavljanje opreme). To pa so spretnosti, ki jih bodo kot učitelji potrebovali.

### ***Rezultati anketnega vprašalnika glede uporabe e-mikroskopije pri pouku***

Pri e-mikroskopiji smo uporabili evalvacijski vprašalnik pred izvedbo dejavnosti in po njej (tabela 3). Z vprašalnikom smo dobili vpogled v to, kako so študenti ocenjevali svojo usposobljenost za uporabo e-mikroskopije, kakšna je bila njihova ocena usposobljenosti za uporabo e-mikroskopije v razredu ter kakšen je njihov interes za mikroskopijo z uporabo kamere in računalnika.

*Tabela 3: Rezultati ankete o e-mikroskopiji pred izvedbo in po njej*

N	IKT* = e-mikroskopija	Pred izvedbo		Po izvedbi		Wilcoxon test		Velikost učinka
		M	SN	M	SN	Z	p	
1	Delo z IKT* me veseli.	3,9	0,22	3,9	0,18	-0,32	0,748	-0,1
2	Delo z IKT* mi ne predstavlja težav.	3,3	0,18	3,4	0,22	-0,24	0,813	-0,1
3	Priprava učne ure, kjer bi uporabljali IKT* je zame preveč zahtevna.	2,0	0,18	1,8	0,17	-1,00	0,317	<b>-0,3</b>
4	Rad-a uporabljam IKT*.	3,7	0,24	4,0	0,16	-0,58	0,564	-0,1
5	Menim, da znam dobro uporabljati IKT*.	3,3	0,23	3,7	0,22	-0,86	0,389	-0,2
6	Menim, da sem usposobljen-a za delo z IKT* pri pouku.	2,9	0,29	3,6	0,20	-2,31	<b>0,021</b>	<b>-0,6</b>
7	Rad-a bi uporabljal-a IKT* tudi v šoli.	4,4	0,13	4,5	0,13	0,00	1,000	0,0
8	Kadar pri vajah/seminarjih/predavanjih uporabljamo IKT*, raje prepustim delo kolegom.	2,1	0,17	2,3	0,28	-1,19	0,234	<b>-0,3</b>
9	Menim, da bi z vključevanjem IKT* bolje izvedel / izvedla pouk kot brez uporabe IKT*.	4,1	0,21	4,2	0,19	-0,33	0,739	-0,1
10	Delo z IKT* je dolgočasno.	1,8	0,16	1,4	0,13	-1,81	0,070	<b>-0,5</b>

Tabela 3: Rezultati ankete o e-mikroskopiji pred izvedbo in po njej (nadaljevanje)

N	IKT* = e-mikroskopija	Pred izvedbo		Po izvedbi		Wilcoxon test		Velikost učinka
		M	SN	M	SN	Z	p	
11	Raje se izognem delu z IKT* kot pa se aktivno vključim v delo.	2,1	0,21	1,8	0,17	-1,52	0,129	<b>-0,4</b>
12	Če bi moral-a pripraviti učno uro z uporabo IKT*, mi to ne bi predstavljalo težav.	3,2	0,31	3,8	0,21	-1,56	0,120	<b>-0,4</b>
13	Uporaba IKT* pri pouku se mi zdi zanimiva.	4,3	0,15	4,4	0,13	-0,33	0,739	-0,1
14	Da bi se počutil/a bolj suvereno za uporabo IKT*, bi pri vajah morali nameniti več časa samostojnemu delu z IKT*.	3,9	0,16	3,9	0,18	-0,45	0,655	-0,1
15	Bolj bi bilo koristno, če bi namesto IKT* pri pouku uporabljali izključno tradicionalne izvedbe pouka.	1,6	0,16	1,5	0,16	-0,38	0,705	-0,1

*Opomba: M – aritmetična sredina; SN – standardna napaka*

Pred izvedbo dejavnosti in po njej v ocenah študentov skoraj ni bilo statistično pomembnih razlik (razen pri eni trditvi), čeprav so se povprečne ocene pred izvedbi in po njej precej razlikovale. To lahko pripišemo majhnemu vzorcu študentov. Zato smo izračunali tudi velikost učinka; ta je bil pri šestih od petnajstih trditev srednje velik, pri drugih pa majhen.

Študentom se je priprava učne ure, pri kateri bi uporabljali IKT\*, zdela po izvedeni dejavnosti manj zahtevna kot pred dejavnostjo (trditev 3). Študenti so se po dejavnosti počutili bolj usposobljene za uporabo e-mikroskopije pri pouku (trditev 6). Po dejavnosti bi študenti raje prepustili delo kolegom, vendar je povprečna ocena ohranjena v območju nestrinjanja z omenjeno trditvijo (trditev 8). Podobno je veljalo za trditev 11 (*»Raje se izognem delu z IKT\*, kot pa se aktivno vključim v delo«*), s katero so se študenti po izvedeni dejavnosti manj strinjali. Po dejavnosti se jim je e-mikroskopija zdela manj dolgočasna kot pred dejavnostjo (trditev 10) in so bili bolj prepričani glede svoje uspešnosti (usposobljenosti) za pripravo učne ure e-mikroskopije (trditev 12).

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Dejavnost e-mikroskopije se je izkazala kot primerna za nadaljnje vključevanje v predmet Didaktika biologije 1. Študenti z vključevanjem predmetnospecifične IKT pridobijo kompetence za vključevanje izbrane IKT v pouk. Hkrati spoznavajo tudi specialno didaktiko predmeta, na primer možnosti in zahtevne vključevanje mikroskopiranja v pouk biologije, pomen različnih načinov preverjanja predstav in razumevanja vsebin pri učencih ter različne strategije učenja.

Edina pomanjkljivost, ki se je pojavila pri izvedbi pilotov, je okrnjena dostopnost opreme za izvedbo dejavnosti e-mikroskopija. Na voljo smo namreč imeli le dve kameri in dva računalnika. Z razvojem digitalnih učnih pripomočkov za poučevanje bioloških vsebin so se v zadnjih letih na tržišču pojavili tudi kakovostni šolski mikroskopi z že vgrajenimi kamerami, ki jih je mogoče povezati s tabličnimi računalniki.

Če bi želeli slediti napredku na tem področju, bi morali imeti na voljo več sredstev za nakup vsaj vzorčnih primerov take opreme.

Zato predlagamo, da so v razpise za IKT opremo osnovnih in srednjih šol posebej vključeni tudi oddelki specialnih didaktik, ki sodelujejo pri izobraževanju učiteljev. Bodoči učitelji se morajo naučiti uporabljati to opremo, v nasprotnem primeru, tako namreč kažejo izkušnje s terena in tudi znanstvene objave (Šorgo idr., 2010), IKT oprema v šolah ostane neuporabljena v omarah ali pa služi le podpori frontalnega poučevanja učitelja.

## Literatura

- Bertram, C. A., Firsching, T., in Klopffleisch, R. (2018). Virtual microscopy in histopathology training: Changing student attitudes in 3 successive academic years. *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(2), 241–249. doi:10.3138/jvme.1216-194r1
- Fiche, M., Bonvin, R., in Bosman, F. (2006). Microscopes and computers in small-group pathology learning. *Medical Education*, 40(11), 1138–1139. doi:10.1111/j.1365-2929.2006.02597.x
- Herr, N. (2008). *The sourcebook for teaching science: Strategies, activities, and instructional resources*. Jossey-Bass Teacher.
- Kogan, L. R., Dowers, K. L., Cerda, J. R., Schoenfeld-Tacher, R. M., in Stewart, S. M. (2014). Virtual Microscopy: A useful tool for meeting evolving challenges in

- the veterinary medical curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 756–762. doi:10.1007/s10956-014-9508-6
- McLean, M. (2000). Introducing computer-aided instruction into a traditional histology course: student evaluation of the educational value. *Journal of Audiovisual Media in Medicine*, 23(4), 153–160. doi:10.1080/01405110050198609
- Motic (2019). Dostopno na <http://www.motic.com/>
- NSTA (2009). *The biology teacher's Handbook*, 4. izdaja. NSTA Press, National Science Teachers Association.
- Šorgo, A., in Špernjak, A. (2012). Practical work in biology, chemistry and physics at lower secondary and general upper secondary schools in Slovenia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(1), 11–19. doi:10.12973/eurasia.2012.813a
- Šorgo, A., Verčkovnik, T., in Kocijančič, S. (2010). Information and communication technologies (ICT) in biology teaching in Slovenian secondary schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 37–46. doi:10.12973/ejmste/75225
- Šumak, B., Pušnik, M., Heričko, M., in Šorgo, A. (2017). Differences between prospective, existing, and former users of interactive whiteboards on external factors affecting their adoption, usage and abandonment. *Computers and Human Behavior*, 72, 733–756. doi:10.1016/j.chb.2016.09.006
- Šumak, B., in Šorgo, A. (2016). The acceptance and use of interactive whiteboards among teachers: Differences in UTAUT determinants between pre- and post-adopters. *Computers in Human Behavior*, 64, 602–620. doi:10.1016/j.chb.2016.07.037
- Tomažič, I. (2007). Ocena računalniške pismenosti pri študentih študija biologije in kemije ter biologije in gospodinjstva = Assessing biology - chemistry and biology - home economics student's computer literacy. V I. Devetak (ur.), *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja* (str. 159–175). Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Tomažič, I. (2010). Stališča kot ena od treh dimenzij naravoslovnih kompetenc - primeri iz biologije. V V. Grubelnik (ur.), *Opredelitev naravoslovnih kompetenc: znanstvena monografija* (str. 50–59). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Wilson, A. B., Taylor, M. A., Klein, B. A., Sugrue, M. K., Whipple, E. C., in Brokaw, J. J. (2016). Meta-analysis and review of learner performance and preference: Virtual versus optical microscopy. *Medical Education*, 50(4), 428–440.



# Glasovalni sistem Mentimeter pri pouku fizike za študente prvega letnika razrednega pouka

*Jerneja Pavlin*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

V prispevku so predstavljeni izsledki raziskave, s katero smo želeli ovrednoti uporabo glasovalnega sistema Mentimeter pri predavanjih predmeta Naravoslovje, fizikalne vsebine in ugotoviti, kako se interes študentov 1. letnika razrednega pouka pri pouku fizike spreminja, če glasovalni sistem Mentimeter uporabljamo redno. Zanimalo nas je tudi mnenje študentov o primernosti njegove uporabe pri pouku fizike in na splošno. V raziskavi so sodelovali študenti 1. letnika razrednega pouka v poletnem semestru v študijskem letu 2017/18 pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine. Podatki so bili zbrani neposredno z glasovalnim sistemom Mentimeter in vprašalnikom. Izsledki raziskave kažejo, da se večina študentov pred tem ni srečala z glasovalnim sistemom Mentimeter. Delo z njim pri predavanjih iz fizike v izbrani učni etapi so ovrednotili kot primerno. Njegovo uporabo priporočajo tudi v prihodnje. Še vedno je mogoče zaslediti nekaj študentov, ki nimajo pametnega telefona. V odprtih odgovorih so nakazali razmisleke in pomisleke o rabi Mentimetra na fakulteti in predvsem pri potencialnih učencih. Izpostavili so tudi vlogo učitelja, ki naj kritično presodi glede na zastavljene cilje, v kolikšni meri bo uporaba IKT doprinesla k njihovem doseganju.

**Ključne besede:** glasovalni sistem Mentimeter, pouk fizike, razredni pouk, mnenje študentov



## Uvod

Učenci, dijaki in študenti med učenjem usvajajo, poglobljajo in preoblikujejo naravoslovne pojme. Razvoj naravoslovnih pojmov se začne že v zgodnjem otroštvu, saj otroci po naravi raziskujejo svet okoli sebe (Dawes, 2015; Eshach in Fried 2005; Krnel, Watson in Glažar, 2005). Ker so usvojeni pojmi pomembni za poznejše razumevanje naravoslovnih konceptov, je v zgodnji fazi treba postopoma in sistematično vpeljevati naravoslovni jezik. Tu ima pomembno vlogo učitelj, ki naj načrtno usmerja učence iz okolja vsakdanjega jezika v okolje naravoslovnega jezika. Za preklon iz vsakdanjega jezika v naravoslovni jezik je potreben čas za vadbo. Raziskave kažejo, da je razumevanje naravoslovnih konceptov trajnejše, če smo jih usvojili v okolju, kjer ni strogo zapovedan naravoslovni jezik. Učenci različnih sposobnosti so tudi bolj motivirani za učenje, če lahko uporabljajo ključne ideje iz vsakdanjega življenja brez omejitve naravoslovnega jezika. Tako lahko pri komunikaciji z učiteljem ali sovrstniki svoje ideje izpostavijo, ponotranjijo ali spremenijo ter trajneje usvojijo naravoslovne koncepte (Littleton idr., 2005; Thurston idr., 2007). Priprava pouka na ta način je zahtevna, vendar pa omenjena strategija ne pospešuje le razumevanja naravoslovnih konceptov pri učencih, temveč tudi pri učiteljih (James, 2013).

Kot že izpostavljeno, je cilj pouka naravoslovnih predmetov ne le učence, dijake in študente seznaniti z naravoslovnimi koncepti, ampak jih tudi naučiti ravnanja pri reševanju naravoslovnih problemov, kar omogoča sodelovanje v naravoslovnih razpravah in sprejemanje odločitev, vezanih na naravoslovne probleme (Dillon, 2009; Holbrook in Rannikmae, 2007; Smith, Loughran, Berry in Dimitrakopoulos, 2011). Pregled literature s področja naravoslovnega izobraževanja kaže, da je razumevanje naravoslovnih konceptov omejeno in je mogoče zaslediti veliko napačnih predstav pri učečih se različnih stopenj in smeri izobraževanja (Allen, 2010; Barrow, 2012; Glauert, 2009; Kind, 2004; Krnel, 2016; Pine, Messer in St. John, 2011). Izsledki raziskav kažejo, da se nekatere napačne predstave učečih se med šolanjem težko spremenijo, zlasti z uporabo tradicionalnih učnih metod (Mazur, 1997; Thurston idr., 2007). Zato se vse bolj poudarja pomen aktivnih metod učenja in poučevanja (Ferk Savec, 2012). Pri aktivnem učenju se ravnovesje dejavnosti prestavi od učiteljev k učečim se, učeči se niso le poslušalci. Upoštevajo se interesi učečih se, učeči se pri tem razvijajo odgovornost za učenje. Pri aktivnih metodah dela se vrednoti celoten delovni proces in ne le končni izdelek (Kaya in Kablan, 2013). Aktivne metode omogočajo tudi pridobivanje znanj na višjih taksonomskih ravneh, pri čemer je prenos znanja večji, če aktivno učenje dopolni širša kontekstualizacija učnih vsebin (Arthurs in Kreager, 2017).

## ***Vključevanje glasovalnih sistemov v pouk***

Dejavnost, ki odraža smernice aktivnega pristopa učenja in poučevanja, in jo lahko uporabimo na fakulteti pri predavanjih, vključuje uporabo glasovalnih sistemov. Sodobna IKT je povzročila, da je veliko glasovalnih sistemov (osebnih odzivnih sistemov) zdaj brezplačno dostopnih prek interneta in pametnega telefona, na primer Kahoot (<https://create.kahoot.it/>), Mentimeter (<https://www.mentimeter.com>), Plickers (<https://www.plickers.com/>), Socrative (<https://www.socrative.com/>), Sporcle (<https://www.sporcle.com/>) ... (Kahoot, 2018; Menimeter, 2018; Plickers, 2018; Social Compare, 2018; Socrative, 2018; Sporcle, 2018; Useful web tools, 2018).

Na splošno so glasovalni sistemi močno in prilagodljivo orodje za poučevanje. Uporabljajo se lahko pri različnih predmetih na različnih ravneh izobraževanja. Zasedajo lahko osrednjo ali podporno vlogo pri poučevanju. Uporabimo jih lahko pri predavanjih z namenom povečanja interakcije med učečimi se in učitelji ali za usmerjanje aktivnega učenja. Rezultati raziskav nakazujejo, da učinkovito pripomorejo k aktivnemu učenju in sodelovanju pri pouku ter spodbujajo odgovornost učečih se za učenje. Za učinkovito rabo glasovalnih sistemov pri pouku je potreben usposobljen učitelj, ki ustrezno prilagodi rabo v danih okoliščinah. Pri uporabi na predavanjih imajo nevtralne ali pozitivne učinke na učne dosežke učečih se v kombinaciji s sodelovalnim učenjem. Glasovalni sistemi simulirajo dialog in nudijo takojšnje povratne informacije. Na splošno prispevajo k izboljšanju poučevanja zlasti v velikih razredih, saj spodbujajo odkrivanje novega in motivirajo učeče se za učenje (Caldwell, 2007; Romero Martin, Castejon Olica, Lopez Pastor in Fraile Aranda, 2017; Wong, 2016).

Tudi Workman, Burnett in White (2017) izpostavljajo pozitivne vidike uporabe glasovalnih sistemov pri pouku. Podobno izpostavijo takojšnje povratne informacije in identifikacijo interakcije učečih se, kar lahko vodi do boljšega razumevanja učne vsebine. Uporaba glasovalnih sistemov preprečuje majhno sodelovanje učečih se na predavanjih, kjer je prisotno veliko število učečih se. Hkrati se zaradi anonimnosti odgovorov učeči se počutijo samozavestnejše kot pri ustnemu odgovarjanju, lahko se izognemo mučni tišini ob postavitvi vprašanja. Z uporabo glasovalnih sistemov je verjetnost pristnih, iskrenih odgovorov večja. Glasovalni sistemi prispevajo k aktivnemu učenju in vodijo do pozitivnih učnih rezultatov. Pomagajo tudi pri ocenjevanju doseganja učnih ciljev. Hkrati nudijo informacije o trenutni stopnji znanja učečih se ter pomagajo učitelju pri načrtovanju nadaljnjih aktivnosti za odpravljanje napačnih

predstav in zapolnjevanje vrzeli v znanju. Učečim se nudi takojšen vpogled v njihovo znanje, predstave in razumevanje.

Učinkovitost uporabe glasovalnih sistemov je močno odvisna od kakovosti vprašanj. Oblikovanje kakovostnih vprašanj je zahtevna naloga, ki se razlikuje od priprave izpitnih vprašanj in navodil za domače naloge. Vsako vprašanje v glasovalnem sistemu mora imeti izrecen pedagoški namen, ki je sestavljen iz vsebinskega cilja, procesnega cilja in metakognitivnega cilja. Vprašanja so lahko zasnovana tako, da izpolnijo svoj namen prek štirih komplementarnih mehanizmov: usmerjanje pozornosti učečih se, spodbujanje specifičnih kognitivnih procesov, posredovanje informacij prek prikazanih odgovorov (pridobljenih z glasovalnimi sistemi) na platnu, olajšanje artikulacije in soočenje idej (Beatty idr., 2006).

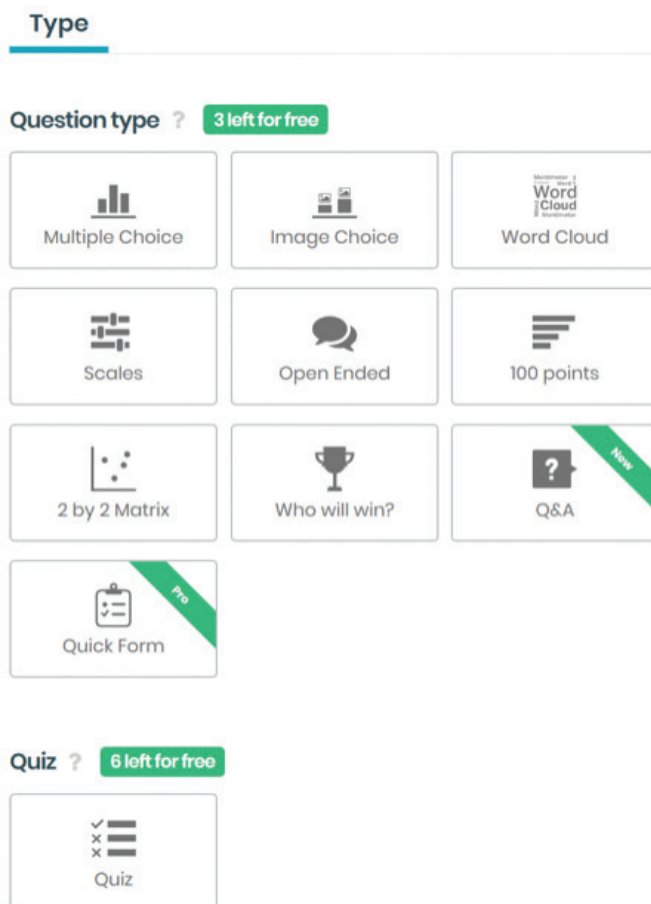
Glasovalni sistemi so z razvojem IKT zelo pogosto uporabljeni pri pouku. Če v iskalnik Google vtipkamo gesla, kot so »student response systems«, »education quiz«, »quiz app« ipd., dobimo kopico zadetkov, ki vodijo do opisa glasovalnih sistemov in izkušenj z njimi pri pouku. Pa vendar je Mazur že leta 1997 v knjigi *Peer Instruction: A User's Manual* opisal pristop, pri katerem na koncu kratkih predstavitev učnih vsebin učitelj postavi vprašanje izbirnega tipa, o katerem študenti najprej razmislijo sami in nanj odgovorijo, pri tem uporabijo osebne odzivne sisteme (klikerje). Tu so odzivni sistemi tehnologija, ki omogoča učinkovito izpeljavo. Potem sledi razprava s sosedi, kjer je naloga vsakega, da ostale prepriča, da je njegov odgovor pravilen. Po razpravi ponovno odgovarjajo na vprašanje. Nato učitelj pojasni pravilen odgovor. Rezultati takega pristopa sprotnega preverjanja se odražajo na prirastku znanja in aktivnosti učencev (Crouch in Mazur, 2001). Tudi Beatty idr. (2006) opozarjajo, da je interakcija med učečimi se, ki jo uporaba osebnih odzivnih sistemov spodbuja, ključna za izboljšanje učinkovitosti učenja in poučevanja.

### ***Glasovalni sistem Mentimeter***

Mentimeter je preprosta programska oprema, ki jo uporablja več kot 8 milijonov ljudi. Z njim lahko ustvarite zabavne, interaktivne predstavitve. Poma-ga, da dogodki, predstavitve, predavanja in delavnice postanejo inovativni, drugačni (Mentimeter, 2018). Zahteva dostop do pametnega telefona, tabličnega računalnika ali računalnika. Uporablja se lahko za vse vrste občinstev (študente, dijake, učence, učitelje, udeležence seminarjev, okroglih miz itd.) (Evaluation tool, b. d.). Omogoča hitro in natančno zbiranje odgovorov občinstva. Uporablja se lahko za anonimno zbiranje različnih podatkov. Za uporabo

potrebujete brezplačen račun, ki ga ustvarite na spletnem mestu [www.mentimeter.com](http://www.mentimeter.com), seznam vprašanj, ki jih želite vprašati (najboljša izbira so običajno vprašanja izbirnega tipa, čeprav je mogoče tudi kratko odgovoriti na vprašanja odprtega tipa), dostop občinstva do spletnih naprav (tabličnih računalnikov, pametnih telefonov, računalnikov itd.), zanesljiv dostop do interneta (za predvajalce in občinstvo) in neobvezno, a priporočljivo, način prikaza spletnega mesta Mentimeter občinstvu (npr. projekcija računalniškega zaslona) (Mentimeter, 2018).

Med pripravo predstavitve lahko izberete vprašanje ali kviz (Rudolph, 2018). Pri vprašanjih lahko izberete: izbirni tip, izbira slike, besedni oblak, lestvica, odprto vprašanje, 100 točk, matrica 2 z 2, kdo zmaga, vprašanja in odgovori, hitra oblika (slika 1).



Slika 1: Vrste vprašanj v Mentimetru (Mentimeter, 2018)

## ***Predmet Naravoslovje, fizikalne vsebine***

Naravoslovje, fizikalne vsebine je obvezni strokovni predmet, namenjen študentom prve stopnje študijskega programa Razredni pouk, ki se izvaja na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Predmet je sestavljen iz 30 ur predavanj, 21 ur laboratorijskih vaj, 5 ur seminarских vaj in 4 ur terenskih vaj. Pri predmetu študenti spoznajo različne dejavnosti za izvajanje fizikalnih vsebin v okviru predmetov spoznavanje okolja, naravoslovje in tehnika in naravoslovje v osnovni šoli. Pridobijo strokovna znanja za doseganje kurikularnih ciljev v prvih dveh triletjih osnovne šole, kot so razumevanje osnovnih fizikalnih zakonitosti, sposobnost razvijanja, izvajanja eksperimentalnega dela in drugih naravoslovnih dejavnosti, razumevanje osnovnih postopkov v naravoslovju in praktične spretnosti za snovanje lastnega eksperimentalnega dela ter didaktičnih pristopov poučevanja naravoslovja (Pavlin, 2017).

## ***Raziskovalni problem in raziskovalna vprašanja***

Dosežki študentov, tudi na izpitih, pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine nakazujejo na vrzeli v razumevanju fizikalnih konceptov (Pavlin in Čepič, 2015). Hkrati se pogosto soočamo z majhno aktivnostjo študentov na predavanjih pri predmetu. Ker glasovalni sistemi omogočajo hitro povratno informacijo in vključenost večine študentov pri predavanjih, smo jih želeli vpeljati v pouk zaradi sprotnega preverjanja znanja. To omogoča študentu povratno informacijo o učenju ter tudi vpogled v njegovo znanje in smernice za naprej. Kot navedeno, je Mentimeter eden od pogosto uporabljenih glasovalnih sistemov, ki je preprost za uporabo. Omogoča izbiro odprtih in zaprtih vprašanj. Zato smo z raziskavo želeli ovrednoti uporabo Mentimetra in ugotoviti, kako se interes študentov 1. letnika razrednega pouka pri predavanjih pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine spreminja, če glasovalni sistem Mentimeter uporabljamo redno. Zanimalo nas je tudi mnenje študentov o primernosti njegove uporabe pri pouku fizike in na splošno.

Postavili smo si dve raziskovalni vprašanji in hipotezi.

### **Raziskovalni vprašanji:**

- Kako se spreminja delež sodelujočih študentov pri aktivnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter na predavanjih tekom semestra?
- Kako študenti ocenjujejo rabo Mentimetra pri pouku fizike?

### **Hipotezi:**

- Delež sodelujočih študentov pri aktivnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter na predavanjih se bo zmanjševal tekom semestra.
- Študenti bodo glasovalni sistem Mentimeter povečini ovrednotili pozitivno, kot motivacijsko orodje, z enoznačnimi vprašanji primerno za občasno preverjanje znanja na fakulteti.

### **Metoda**

Raziskava je bila narejena s študenti 1. letnika razrednega pouka v poletnem semestru študijskega leta 2017/18 pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine.

### ***Vzorec***

Vzorec je neslučajnostni, namenski. V 1. letnik razrednega pouka je vpisanih 87 študentov (96,6 % žensk, 3,4 % moških). Študenti so bili v času raziskave v povprečju stari 19,8 leta ( $SD = 0,8$  leta). Redno je predavanja obiskovalo 59,8 % študentov, pogosto 26,4 % in občasno 13,8 %. Z glasovalnim sistemom Mentimeter se je pred tem že srečalo 11,5 % študentov. Pametni telefon ima 96,6 % študentov. Število študentov na predavanjih se je tekom semestra spreminjalo. Študenti nimajo posebnega interesa do naravoslovja (Pavlin, Vapotič in Čepič, 2013).

### ***Instrumenti***

Podatke smo zbirali s predstavitvami Mentimeter in z vprašalnikom tipa papir-svinčnik. Instrumenti so bili pripravljene za namene raziskave. Vprašalnik ima tri dele, splošni podatki o študentu (5 enot), trditve o Mentimetru (13 enot), odprti tip vprašanj o Mentimetru (4 enote). Trditve so študenti ocenili na petstopenjski lestvici Likertovega tipa, pri čemer 1 pomeni popolnoma se strinjam in 5 popolnoma se ne strinjam. Pri odprtih vprašanjih smo želeli, da študenti komentirajo pozitivne in negativne vidike ter vprašanja in rabo glasovalnega sistema Mentimeter na fakulteti in v šoli.

Predstavitve z vprašanji (označene z M in zaporedno številko implementacije od 1 do 12) so pripravljene v aplikaciji Mentimeter predvsem za namene poglobljanja učnih vsebin in utrjevanja znanja. Pripravili smo 12 predstavitev Mentimeter, ki so pokrivalo splošne vsebine, učne vsebine razvrščanje in urejanje, merjenje, sile, gibanje, lastnosti tekočin, temperatura, toplota, elektrika,



## ***Potek raziskave***

Na prvih predavanjih smo študente seznanili z načinom dela pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine. Prva dejavnost 12 predavanj v obsegu dveh šolskih ur je bila namenjena vrednotenju kliničnih vaj, ponavljanju in poglobljanju učnih vsebin, pri čemer je bil uporabljen glasovalni sistem Mentimeter. Na podlagi zbranih odgovorov študentov je sledila diskusija in po potrebi ponovna razlaga. Na predavanjih smo beležili število študentov, prisotnih na predavanjih, in število študentov, ki so sodelovali pri dejavnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter. Na koncu semestra so študenti izpolnili vprašalnik, s čimer smo pridobili podatke o študentih in njihovem mnenju o predavanjih iz fizike, vključujoč Mentimeter.

## ***Obdelava podatkov***

Vsi podatki so bili zbrani v Excelu in statistično obdelani v programu IBM SPSS Statistics 22. Pri odprtih vprašanjih smo podatke najprej kvalitativno obdelali. Sledila je uporaba osnovne deskriptivne statistike. Za ugotavljanje vpliva zaporednih enako zasnovanih predavanj na delež sodelujočih študentov pri dejavnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter smo uporabili regresijsko analizo. Statistično hipotezo smo testirali s stopnjo napake 5 % ( $p = 0,05$ ).

## **Rezultati z razpravo**

Pričakovali smo, da bo interes študentov za sodelovanje pri aktivnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter na predavanjih pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine sčasoma padal. Iz tabele 1 je razvidno, da je na predavanjih sodelovalo od 65 % do 92 % študentov, ki so bili prisotni na predavanjih. V povprečju je na 12 predavanjih sodelovalo 80 % prisotnih študentov. Delež se spreminja po srečanjih. Ocena regresijskega koeficienta  $b$  je  $-0,717$  ( $p = 0,324$ ), zato ohranimo ničelno hipotezo in trdimo, da zaporedje predavanj ne vpliva na delež študentov, ki bodo sodelovali pri aktivnosti z Mentimetrom. Omenjeno je skladno z opažanji na predavanjih in vajah pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine, saj so bili študenti razrednega pouka nad uporabo glasovnih sistemov navdušeni (Pavlin in Benedetič, 2018). Ob testiranju različnih glasovalnih sistemov so bili glasovalnemu sistemu Mentimeter zelo naklonjeni, sploh ob prikazu zmagovalca pri kvizu, kar je v skladu z izsledki Caldwell (2007).



*Tabela 1: Delež sodelujočih študentov pri aktivnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter na predavanjih, kjer so bile uporabljene predstavitve Mentimeter*

<b>Predstavitev Mentimeter</b>	<b>Sodelujoči [%]</b>
M1	72
M2	87
M3	92
M4	89
M5	77
M6	86
M7	65
M8	83
M9	82
M10	73
M11	71
M12	82

V tabeli 2 so zbrane povprečne vrednosti strinjanja študentov s posamezno trditvijo. Razvidno je, da se študenti skoraj popolnoma strinjajo s trditvami, ki se nanašajo na všečnost dela z glasovalnim sistemom Mentimeter ( $M = 1,2$ ;  $SD = 0,7$ ), razgibanost pouka fizike ( $M = 1,2$ ;  $SD = 0,4$ ) in to, da so pri delu z njim preverili svoje znanje ( $M = 1,2$ ;  $SD = 0,5$ ). Všečnost dela podkrepijo tudi podatek o deležu sodelujočih študentov pri aktivnosti z Mentimetrom, saj je ta v povprečju 80 % (tabela 1), in odzivi študentov (Pavlin in Benedetič, 2018). O naklonjenosti študentov glasovalnim sistemom poročajo tudi Workman idr. (2017).

Študenti 1. letnika razrednega pouka poročajo, da se povečini niso počutili odrinjeni pri aktivnosti z Mentimetrom, ker nimajo pametnega telefona ( $M = 4,8$ ;  $SD = 0,9$ ). Študentom je bila ponujena možnost izposoje tablice, a se zanjo ni odločil nihče. Hkrati 3 % študentov poročajo, da nimajo pametnega telefona. Pri trditvi o motivaciji za delo je razvidno, da se študenti deloma strinjajo, da jim je motivacija za sodelovanje pri aktivnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter tekom predavanj skozi semester upadala ( $M = 3,6$ ;  $SD = 1,5$ ). Omenjeno se ni znatno reflektiralo v deležu sodelujočih študentov pri dejavnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter, ampak verjetno v obisku predavanj. Študenti se v povprečju strinjajo, da so sodelovali pri aktivnostih z Mentimetrom, da jih je delo z Mentimetrom pritegnilo, da so poglobili fizikalno znanje in da bodo Mentimeter uporabili v prihodnosti ( $M$  od 1,7 do 1,8).

*Tabela 2: Trditve in povprečna stopnja strinjanja študentov s trditvijo na lestvici od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni popolnoma se strinjam. Navedena je srednja vrednost (M) in standardna deviacija (SD) ocen strinjanja.*

<b>Trditev</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Delo z Mentimetrom mi je bilo všeč.	1,2	0,7
Pri aktivnosti z Mentimetrom sem se počutil odrinjenega, ker nimam pametnega telefona.	4,8	0,9
Etapa učne ure (uvod), kjer je bil uporabljen Mentimeter je bila ustrezna.	1,3	0,8
Pri aktivnosti z Mentimetrom sem vedno sodeloval.	1,8	1,2
Moja motivacija za delo z Mentimetrom je tekom semestra upadala.	3,6	1,5
Delo z Mentimetrom me je vedno pritegnilo.	1,8	1,1
Pouk fizike je bil bolj razgiban zaradi uporabe Mentimetra.	1,2	0,4
Pri delu z Mentimetrom sem preveril svoje znanje fizike.	1,2	0,5
Pri delu z Mentimetrom sem poglobil svoje znanje fizike.	1,7	0,9
Vprašanja so bila zelo enostavna.	3,0	0,8
Priporočam uporabo Mentimetra na predstavljeni način tudi v bodoče.	1,2	0,4
Mentimeter bom zagotovo uporabil.	1,8	0,8
Pri delu z Mentimetrom je pomembna tudi vloga učitelja.	1,3	0,5

Kot najbolj pozitivne vidike dela z glasovalnim sistemom Mentimeter študenti 1. letnika razrednega pouka izpostavljajo način ponavljanja učne vsebine (58,8 %) (tabela 3). Tako dobijo takojšnjo povratno informacijo o statusu svojega znanja. Sledita motivacija za aktivno sodelovanje pri pouku fizike, sploh pri kvizih, kjer se izpišejo najboljši, in zanimivo ponavljanje učne vsebine.

*Tabela 3: Pozitivni vidiki dela z glasovalnim sistemom Mentimeter pri predavanjih pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine*

<b>Vidik</b>	<b>%</b>
Ponovitev	58,8
Motivacija	20,6
Zanimivo ponavljanje učne vsebine	20,6

Pri delu z Mentimetrom lahko naletimo tudi na ovire (tabela 4). Največji delež študentov (66,6 %) je izpostavil, da se težava lahko pojavi zaradi nedelovanja

telefona ali slabe internetne povezave, kar je eden od pogojev za uspešno izpeljavo (Mentimeter, 2018). Hkrati jih je 19,0 % izpostavilo časovno omejitev pri kvizu kot negativno plat glasovalnega sistema. Poudariti je treba, da so študenti (in učenci) različno hitri bralci in morda deluje nanje demotivacijsko, če redko uspejo odgovoriti na vprašanje pri kvizu oziroma niso nikoli med najboljšimi. Ustrezna priprava vprašanj in ocena potrebnega časa je izziv za vse (Beatty idr., 2006), saj so študenti tudi navedli, da so bila nekatera vprašanja dvoumna in niso dobro razumeli, kaj zahtevajo.

*Tabela 4: Negativni vidiki dela z glasovalnim sistemom Mentimeter pri predavanjih pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine*

<b>Vidik</b>	<b>%</b>
Nezmožnost sodelovanja brez pametnega telefona in interneta	66,6
Časovna omejitev	19,0
Težave pri uporabi mobitela	4,8
Prehiter potek	4,8
Dvoumna vprašanja	4,8

Pri vrednotenju vprašanj, ki so bila postavljena študentom, jih je 37,9 % navedlo željo, da bi bila to izpitna vprašanja (tabela 5). Primernost zastavljenih vprašanj je izpostavilo 24,2 % študentov. Da vprašanja ne smejo biti prelahka, da predstavljajo izziv tudi najboljšim učencem, kajti drugače se ti dolgočasijo in lahko nazadujejo, je izpostavilo 13,9 % študentov. 6,9 % študentov je izpostavilo dvoumnost nekaterih vprašanj, kar nakazuje na pomembnost skrbnega premisleka o vsebini vprašanj in predhodnega testiranja vprašanj (Beatty idr., 2006; Clay, 2001).

Komentarji študentov so se nanašali tudi na primernost postavitve alternativnega tipa vprašanj, če je vsebina kompleksna. Nekateri so želeli več lažjih vprašanj (3,4 %). Da je glasovalni sistem Mentimeter primer za preverjanje teoretičnih (konceptualnih) znanj in ne računskih nalog in spretnosti, je izpostavilo 3,4 % študentov. Navedeno prevladuje tudi na področju raziskovanja v naravoslovnem izobraževanju, pri čemer sta pri raziskavah v ospredju konceptualno razumevanje in učenje od vrstnikov (Crouch in Mazur, 2001).

*Tabela 5: Vrednotenje vprašanj, uporabljenih pri delu z glasovalnim sistemom Mentimeter pri predavanjih predmeta Naravoslovje, fizikalne vsebine*

<b>Komentar o vprašanjih</b>	<b>%</b>
Izpitna vprašanja	37,9
Obstoječa vprašanja primerna	24,2
Ustrezno zahtevna vprašanja	13,9
Dvoumna vprašanja	6,9
Vprašanja za ponavljanje	6,9
Alternativni tip vprašanja	3,4
Lažja vprašanja	3,4
Teoretična vprašanja	3,4

Študenti so ovrednotili uporabo glasovalnega sistema Mentimeter na fakulteti in v šoli, natančneje v 1. in 2. triletju osnovne šole (tabela 6). Mnenje, da Mentimeter lahko zelo dobro uporabimo pri aktivnostih na fakulteti, ne pa pri učencih, je izrazilo 60,6 % študentov. Navedli so, da tako pri množičnih predavanjih posameznika spodbudimo k sodelovanju in sprotnemu preverjanju znanja ter se izognemo mučni tišini v predavalnici, kar izpostavijo tudi Caldwell (2007) in Workman idr. (2017). Da je Mentimeter primeren za uporabo v 2. triletju osnovne šole, je izpostavilo 21,2 % študentov. Ti so navedli, da učenci takrat učenci že znajo uporabljati pametni telefon in ga velik delež učencev tudi ima, zato je izpeljava dejavnosti, ki vključuje Mentimeter, mogoča. Po mnenju študentov zna biti motivirajoča. Pri odgovorih študentov (12,1 %), ki so navedli, da je Mentimeter uporaben za vse, zasledimo še komentarje, ki se nanašajo na pomembnost vloge učitelja pri vpeljavi tovrstnih dejavnosti v pouk. Študenti so navedli, da naj se učitelj vsakokrat vpraša, v kolikšni meri bo novost doprinesla k motivaciji učečih se za aktivno udeležbo v dejavnosti in k večjemu deležu usvojenih ciljev oziroma poglobitvi znanja ter razvoju drugih kompetenc (digitalna, socialna ipd.), kar deloma izpostavljajo tudi raziskovalci Crouch in Mazur (2001), Gok (2012), Wong (2016). Glasovalni sistem Mentimeter je po mnenju 6,1 % študentov pri pouku neuporaben. Analiza rezultatov nakazujejo na primernost uporabe Mentimetra od druge polovice osnovne šole. V nižjih razredih osnovne šole je morda primernejši glasovalni sistem Plickers, v katerem učenci uporabijo le glasovalne lističe, pametni telefon pa potrebuje le učitelj (Plickers, 2008).

Tabela 6: Vrednotenje rabe glasovalnega sistema Mentimeter v šoli

Mnenje o rabi Mentimetra	%
Neuporabno za učence, uporabno za fakulteto	60,6
Uporabno za 2. triletje, za mlajše ne	21,2
Uporabno za vse	12,1
Neuporabno za vse	6,1

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Izsledki raziskave vodijo do odgovorov na raziskovalni vprašanji. Prvo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na spreminjanje deleža sodelujočih pri aktivnosti z Mentimetrom med predavanji pri predmetu Naravoslovje, fizikalne vsebine. Kaže se, da ni statistično signifikantnega upada deleža študentov sodelujočih pri aktivnosti z Mentimetrom na predavanjih tekom semestra.

Drugo raziskovalno vprašanje se nanaša na študentovo oceno rabe Mentimetra pri pouku fizike. Študenti ocenjujejo izvedene aktivnosti ponavljanja in poglobljanja učnih vsebin na začetku predavanj kot primerne in motivirajoče, z večinoma ustrezno oblikovanimi vprašanji in še naprej priporočajo tudi rabo Mentimetra. Pri mnenju o ravni šolanja, na kateri lahko glasovalni sistem Mentimeter uporabimo, si študenti niso enotni. Večji je delež tistih, ki menijo, da je omenjeni glasovalni sistem primernejši za pouk, predavanja na fakulteti. Študenti so izpostavili tudi pomen skrbne in ciljne priprave vprašanj za aktivnost z Mentimetrom.

Na tem mestu je treba izpostaviti omejitve raziskave. Te se nanašajo na zbiranje podatkov o številu študentov pri predavanjih in sodelujočih pri aktivnosti z Mentimetrom, saj nismo natančno sledili posameznikom, na neobvezno prisotnost pri predavanjih (kar je drugače kot v osnovni in srednji šoli) in na pretežno žensko publiko, ki nima izrazitega interesa za učenje naravoslovnih predmetov.

Pouk naravoslovnih predmetov zahteva jasno zastavljene cilje, ustrezno zasnovo dejavnosti in aktivno vključevanje učečih se z upoštevanjem razlik med njimi. Pri predmetih je močno izpostavljena aktivna vloga učečih se. Za doseganje teh ciljev je treba spodbujati izvajanje različnih oblik sodelovalnega dela, podprtega z uporabo IKT. Za zagotavljanje vključenosti vseh učečih se (sploh v večjih skupinah) je uporaba glasovalnih sistemov, v prispevku

predstavljenega glasovalnega sistema Mentimeter, kot nalašč sredstvo, ki omogoča sprotno preverjanje znanja, ponavljanje, poglobljanje znanja, povratno informacijo, napredovanje, ocenjevanje kakovosti dela ipd. Izsledke raziskave lahko neposredno prenesemo v pedagoško prakso, sploh pri načrtovanju predstavitev (za predavanja) in za implementacijo Mazurjevega pristopa poučevanja s ciljem eliminacije napačnih predstav prek vrstniškega učenja. Tako učitelji na različnih ravneh izobraževanja prispevajo k oblikovanju dobrih praks poučevanja.

Opravljen raziskava nakazuje na vrsto nadaljnjih raziskav, od evalvacije implementacije dejavnosti z glasovalnim sistemom Mentimeter na različnih stopnjah šolanja, preučevanja vpliva dela z glasovalnim sistemom Mentimeter na razumevanje naravoslovnih pojmov, identifikacije interesa učečih se za nadaljnje iskanje informacij o glasovalnih sistemih, primerjave odzivov učečih se pri dejavnostih, kjer bi uporabili različne glasovalne sisteme, do študije sprememb v razredni klimi pri dejavnostih z glasovalnimi sistemi ipd.

## Literatura

- Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Arthurs, L. A., in Kreager, B. Z. (2017). An integrative review of in-class activities that enable active learning in college science classroom settings. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2073–2091.
- Barrow, L. H. (2012). Helping students construct understanding about shadows. *Journal of Education and Learning*, 1(2), 188–191.
- Beatty, I. D., Gerace, W. J., Leonard, W. J., in Dufresne, R. J. (2006). Designing effective questions for classroom response system teaching. *American Journal of Physics*, 74(1), 31–39.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE Life Sciences Education*, 6(1), 9–20.
- Clay, B. (2001). Is this is a trick questions? A short guide to writing effective test questions. Kansas: Kansas Curriculum Centre.
- Crouch, C. H., in Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977.
- Dawes, L. (2015). Discussion and science learning. V R. Gunstone (ur.), *Encyclopedia of science education* (str. 339–46). Springer: Dordrecht.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 201–213.

- Eshach, H., in Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315–336.
- Evaluation tool*. (b. d.). Pridobljeno s <http://www.europlanet-eu.org/evaluation-tool-mentimeter/>
- Ferk Savec, V. (2012). Aktivni pouk: pot do kakovostnega znanja naravoslovja? V M. Vidmar in T. Taštanoska (ur.), *Nacionalna konferenca Poti do kakovostnega znanja naravoslovja in matematike* (str. 36–41). Ljubljana: Ministrstvo RS za izobraževanje, znanost, kulturo in šport. Pridobljeno s <http://www.zrss.si/pdf/Zbornik-prispevkov-NAMA2012.pdf>
- Holbrook, J., in Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362.
- Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: Prediction, explanation and exploration. *International Journal of Science Education*, 31(8), 1025–1047.
- Gok, T. (2012). The effect of peer instruction on students' conceptual learning and motivation. *Asia-Pacific Forum of Science Learning and Teaching*, 13(1), 1–17.
- James, J. (2013). Have words, will understand? *Primary Science*, 127, 10–13.
- Kahoot*. (2018). Pridobljeno s <https://create.kahoot.it/>
- Kaya, S., in Kablan, Z. (2013). Assessing the relationship between learning strategies and science achievements at the primary school level. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 525–534.
- Kind, V. (2004). *Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas, 2nd edition*. Durham: Durham University, School of Education.
- Krnj, D. (2016). *Začetno naravoslovje: Kemija*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- Krnj, D., Watson, R., in Glažar, S. A. (2005). The development of the concept of »matter«: a cross-age study of how children describe materials. *International Journal of Science Education*, 27(3), 367–383.
- Littleton, K., Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., Rowe, D., in Sams, C. (2005). Talking and thinking together at key stage 1. *Early Years*, 25(2), 165–180. Pridobljeno s [https://www.researchgate.net/publication/31870735\\_Talking\\_and\\_thinking\\_together\\_at\\_Key\\_Stage\\_1](https://www.researchgate.net/publication/31870735_Talking_and_thinking_together_at_Key_Stage_1)
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction. A User's Manual*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Mentimeter*. (2018). Pridobljeno s <https://www.mentimeter.com/why>
- Pavlin, J. (2017). *Naravoslovje, fizikalne vsebine. Učni načrt*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- Pavlin, J., in Benedetič, N. (2018). *Poročilo o izvedbi pilotne posodobitve poučevanja*

v okviru projekta »IKT v pedagoških študijskih programih UL« Naravoslovje – fizikalne vsebine. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani.

- Pavlin, J., in Čepič, M. (2015). The education of pre-service primary school teachers for teaching the physics part of science in Slovenia. V C. Fazio in R. S. Sperandeo-Mineo (ur.), *Teaching/learning physics: integrating research into practice, GIREP - MPTL 2014 International Conference* (str. 137–144). Palermo: Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Fisica e Chimica.
- Pavlin, J., Vaupotič, N., in Čepič, M. (2013). Liquid crystals: a new topic in physics for undergraduates. *European Journal of Physics*, 34(3), 745–761.
- Pine, K., Messer, D., in St. John, K. (2001). Children's misconceptions in primary science: a survey of teachers' Views. *Research in Science and Technological Education*, 19(1), 79–96.
- Plickers*. (2018). Pridobljeno s <https://www.plickers.com/>
- Romero Martin, M. R., Castejon Olica, F. J., Lopez Pastor, V. M., in Fraile Aranda, A. (2017). Formative assessment, communication skills and ICT in initial teacher training. *Comunicar*, 52(XXV), 73–82.
- Rudolph, J. (2018). A brief review of Mentimeter – a student response system. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 1(1), 35–37.
- Smith, K. V., Loughran, J., Berry, A., in Dimitrakopoulos, C. (2012). Developing scientific literacy in a primary school. *International Journal of Science Education*, 34(1), 127–152.
- Social Compare*. (2018). Pridobljeno s <https://socialcompare.com/en/comparison/student-response-system-comparisons-3qnjwc7q>
- Socrative*. (2018). Pridobljeno s <https://www.socrative.com/>
- Sporcle*. (2018). Pridobljeno s <https://www.sporcle.com/>
- Thurston, A., Van de Keere, K., Topping, K., Kosack, W., Gatt, S., Marchal, J., Mestdagh, N., Schmeinck, D., in Schell, J. (2007). Peer learning in primary school science: Theoretical perspectives and implications for classroom practice. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 5(13), 477–496.
- Useful web tools*. (2018). Pridobljeno s <https://www.educatorstechnology.com/2014/02/10-useful-web-tools-for-creating-online.html>
- Workman, L., Burnett, E., in White, R. (2017). *Using Mentimeter to gauge and engage science students in information skills sessions* [Predstavitev]. Pridobljeno s <https://repository.royalholloway.ac.uk/items/bbcb9038-ba2e-4cc1-9eeb-293e78646b94/1/>
- Wong, A. (2016). Classroom response systems and student performance improvement: Local versus international students. *Journal of Teaching in International Business*, 27(4), 197–208.





# Razvoj in uporaba interaktivnih učnih pristopov na doktorskem študiju Varstvo okolja Univerze v Ljubljani

*Franc Lobnik<sup>1</sup>, Andreja Žgajnar Gotvajn<sup>2</sup>, Mojca Šraj<sup>3</sup> in Matjaž Lobnik<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

<sup>3</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

<sup>4</sup> Piktorama Produkcija, d. o. o

## **Povzetek**

Namen prispevka je predstaviti rezultate pedagoškega eksperimenta, s katerim V višje- in visokošolskem izobraževanju se danes soočamo s problemom, da čeprav se metode poučevanja razvijajo v smislu tehnologije in dostopa do informacij, sam način študija ostaja večinoma nespremenjen. Kombinirano učenje, znano tudi kot blended learning, povezovanje tradicionalnega učenja z novim, torej spletnim oziroma digitalnim, obljublja spremembe. Vendar pa večno aktualno vprašanje ostaja, kako te spremembe dejansko doseči. Le snemanje predavanj in prenašanje predavanj v spletne učilnice je daleč od inovativnosti in ustvarjalnosti. Pravi izziv v današnji tako kompleksni družbi je pomagati študentom, da pridobijo vse več informacij v čim krajšem času, jih razumejo ter znajo uporabiti pri reševanju novih izzivov in problemov. Naš namen ni spreminjati predavanj, temveč jih izboljšati z interaktivnim vključevanjem študentov s pomočjo ustvarjalne in učinkovite uporabe spletnih digitalnih medijev. To dosežemo z izvajanjem vizualno in interaktivno učinkovite izmenjave komunikacij prek izbranega televizijskega formata. Novi koncepti izobraževanja – od medijskih treningov, snemanja v TV studiu, interakcije s študenti, dostopnosti vsebin na katerem koli ekranu do oddaje Kolo znanja – so usmerjeni v edini želeni cilj: ustvariti kompromis, ki se bo sčasoma nadgradil in nadomestil kombinirano učenje in učno okolje ter posledično prinesel novo študijsko izkušnjo, ki jo lahko poimenujemo prihodnost izobraževanja, kakršno si zaslužijo profesorji in tudi študenti.

**Ključne besede:** kombinirano učenje, medijski trening, snemanje v TV studiu in predavalnici

## Uvod

Razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) vse bolj narašča, nove tehnologije postajajo del vsakodnevnih dejavnosti na delovnih mestih in tudi v prostem času. Pri tem ne zaostaja niti izobraževalna dejavnost, saj v zadnjih letih tudi v Sloveniji zaznavamo povečanje uporabe IKT na vseh ravneh izobraževanja: od osnovnošolskega (Brečko in Vehovar, 2008) do visokošolskega (Šraj in Brilly, 2012; Brilly in Nilay, 2015). Raziskave kažejo, da ima uporaba IKT lahko pozitivne učinke na izobraževanje (Flogie, 2016), vendar pa je treba IKT v procesu izobraževanja ustrezno uporabljati (Šraj in Brilly, 2012). Pedagogi se v zadnjih letih pogosto odločajo za vmesno pot, t. i. kombinirano učenje (angl. blended learning) (Graham, 2006), za katerega so značilne različne možnosti učenja, ki kombinirajo učenje na daljavo (angl. distance learning) s klasičnim učenjem v učilnici (angl. face-to-face learning) (Graham, 2006; Sapač idr., 2017a).

Za kombinirano učenje najdemo v literaturi različne definicije. Graham kombinirano učenje definira kot kombinacijo klasičnega poučevanja s poučevanjem, pri katerem se učna snov podaja prek računalnika. Vsaka od komponent, ki definira kombinirano učenje (klasično učenje, učenje na daljavo/z uporabo računalnika), ima svoje prednosti in slabosti, od izvajalca in njegovih izkušenj ter ciljev izobraževalnega programa pa je odvisno, kako bo komponente kombiniral (Wei, in Chin-Yun 2013). Nekatere od prednosti in slabosti posameznih komponent kombiniranega učenja je zbral Graham (2006) in jih podajamo v preglednici 1.

Razvoj in uporaba interaktivnih pristopov na doktorskem študiju Varstva okolja Univerze v Ljubljani sta se začela leta 2004 z Utrecht univerzitetno mrežo, v okviru katere smo v letih 2004-2007 organizirali mednarodne poletne šole Environmental and Resource Management (Lobnik idr., 2006) kot model za učitelje in študente, ki uporabljajo tehnologijo kombiniranih medijskih predavanj. Tak pristop je ponudil različne možnosti: od učenja v učilnici, posnetih predavanj, sinhroniziranih s predstavitev Powerpoint in združenih s povezavami na literaturo, študij primerov do testov in delavnic študentov, združenih z ekskurzijami. Model je bil razvit, da bi povezal e-učenje in učilnico, kot kombinirano učenje. Velik nabor učnega gradiva je dostopen iz multimedij-skih rešitev za različne učne pristope, ki omogočajo velik razpon aktivnosti. V poletnih šolah je mednarodna skupina udeležencev pomenila bogat vir izkušenj in s tem možnosti medkulturne izmenjave (Lobnik idr., 2007).

Tabela 1: Prednosti in slabosti kombiniranega učenja (Graham, 2006)

	<b>Učenje na daljavo/ z uporabo računalnika</b>	<b>Klasično učenje v učilnici</b>
Prednosti	Fleksibilnost: Učenec lahko prilagodi učenje glede na čas in lokacijo, ki mu ustreza.	Človeška povezanost: Možnost razvijanja socialne povezanosti in zaupanja.
	Udeležba: Vsi učenci imajo možnost udeležbe v razpravi, saj ni časovnih ali lokacijskih ovir.	Spontanost: Omogočeno je hitro verižno nastajanje med seboj povezanih idej in naključnih spoznanj (Mikulecky, 1998).
	Globina razmišljanja: Učenci imajo na voljo več časa za (podrobnejše) razmišljanje (Mikulecky, 1998; Benbunan-Fich in Hiltz, 1999).	
Slabosti	Spontanost: Ne spodbuja hitrega verižnega nastajanja med seboj povezanih idej in naključnih spoznanj. (Mikulecky, 1998).	Udeležba: Ne omogoča vedno enakih možnosti za udeležbo v razpravi, predvsem če so v skupini dominirajoče osebe.
	Odlašanje: Možnost pojava težnje učenca po odlašanju (Benbunan-Fich in Hiltz, 1999).	Fleksibilnost: Časovna omejenost, kar pomeni, da ni nujno, da učenec doseže dovolj poglobljen in zaželen nivo razmišljanja.
	Človeška povezanost: Za učenje uporabljen medij ne omogoča osebnega kontakta (Benbunan-Fich in Hiltz, 1999), kar je lahko vzrok za nižji nivo zadovoljstva pri učenju (Haytko, 2001).	

Poletne šole so se nadaljevale v letih 2008–2010 pod konzorcijem nekaterih evropskih fakultet. Leta 2016/17 so se poletne šole nadaljevale v okviru programa Erasmus+, ključni ukrep strateška partnerstva, področje visokošolskih študijev, s polnim imenom projekta Erasmus+ Varovanje okolja in naravne nesreče KA2-HE-14/15 (angl. Erasmus+ Environmental protection and Natural Disasters). Pripravljena sta bila dva kurikulumata doktorskih poletnih šol na temo varovanja okolja in naravnih nesreč. Pri izvedbi obeh poletnih šol je bila uporabljena inovativna metoda kombiniranega učenja na ravni doktorskih

študijev. Dodano vrednost projekta je prinesla mednarodna in interdisciplinarna obravnava aktualnih tematik obeh poletnih šol, ki je omogočala udeležencem širši pogled na posamezno problematiko. Izbira tematik poletnih šol je bila povezana predvsem z obsežnostjo pojavov, ki sta jih ti dve obravnavali – tako okoljski problemi kot naravne nesreče namreč ne poznajo državnih meja, zato jih je bilo kot take smiselno obravnavati in reševati na mednarodni ravni (Brilly in Nilay, 2015). V letih 2016/17 smo v prostorih CTK postavili TV studio, v katerem smo vzporedno s poletno šolo snemali predavanja za doktorski študij in druge aktualne vsebine. Prav tako smo za odličnost Univerze in doktorski študij Varstvo okolja začeli z medijskimi treningi učiteljev, katerih cilj je izboljšati zaupanje, zagotoviti povezavo z občinstvom, komunicirati na najvišji ravni zmožnosti in profesionalizma ter doseči najbolj učinkovito, kredibilno in zanesljivo predajo sporočila. V ta namen smo za doktorski študij Varstvo okolja pripravili različne učne pristope z izvajanjem vizualne in interaktivne izmenjave komunikacij prek izbranega televizijskega formata.

## Metoda

V prostorih CTK smo postavili televizijski studio in upoštevali mednarodne kriterije (Brown in Duthie, 2016): studio je ločen v snemalni in kontrolni del, v katerem so vse kontrole produkcije: od mešalca slike, zvočne kontrole, grafik, snemanja, predvajanja do oddajanja v živo. Medsebojna komunikacija poteka prek interkoma. Držali smo se protokola komunikacije. Kontrolna soba je domena režiserja in edini glasovi, ki se slišijo med snemanjem, so režiserjevi, od asistenta producenta in producentov.

Za snemanje v studiu je bilo potrebno veliko priprav in dokumentov. Začeli smo z vabilom predavateljem, potekom snemanja, vključno s scenarijem za kamero in splošnim celodnevnikom urnikom poteka dela. Postavili smo set, luči in kamere ter pripravili grafike.

Naš osnovni predstavitveni model je bil set s TV na stojalu kot vizualnim pripomočkom, tremi kamerami, od katerih sta dve imeli lučko (Tally light, b. d.), ki je prikazovala, kdaj je kamera »živa«. Pripravili smo krajšo predstavitev za medijski trening (Krevs, 2018).

Vsebine predavateljev so imele različna ozadja: od naravoslovnih do tehničnih, družboslovnih in filozofskih, zato je imel vsak svoje predstave o načinu predstavitve.

Predavatelji so imeli na razpolago različne vizualne pripomočke in sete v studiu. Kot primer naj navedemo svetlobno tablo, ki je steklena tabla, polnjena s svetlobo (Lightboard, b. d.). Predavatelj je bil obrnjen proti gledalcem in pisal po tabli. Lahko je postavil grafiko, kot so videoposnetki ali PowerPointovi diapozitivi. S tem je videl na monitorju svoje pisanje in grafiko ter jo lahko dopolnjeval ali risal po njej. Drugi primer je ozadje zelenega platna, s pomočjo katerega se je lahko predavatelj prestavil v navidezen prostor. (PRA-CE Massive Online Open Courses, MOOC, b. d.). Naslednji primer je PiP (slika v sliki), kjer sta se na ekranu hkrati prikazovala predavatelj in njegovo predavanje. Naslednji pripomoček je teleprompter, prikazovalnik besedil, ki omogoča istočasno branje in gledanje v kamero.

V studiu so bili postavljeni različni seti. Set za predavatelja, predavatelja s publiko, predavatelja s publiko in mediatorjem, okroglo mizo, intervju, zeleno platno. Pripravili smo zasnovo za pogovorno oddajo Kolo znanja (Piktorama, 2018).

Hitro se je pokazalo, da je snemanje v studiu velik izziv za predavatelje, ki so sicer vajeni predavati v učilnici, v studiu pa veljajo drugačna pravila, ki jih je treba upoštevati za dobro izvedbo predstavitve. Da bi se z njimi seznanili, smo začeli z medijskimi treningi za učitelje na Univerzi v Ljubljani.

Trening se je osredotočil na več elementov:

- moč in kakovost dostave sporočila,
- jasnost sporočila,
- obliko in dostopnost vsebin,
- vpliv vizualnosti,
- govorico telesa,
- povezanost z občinstvom.

Delali smo z osnutki dejanskih predstavitev, kar je optimalno stanje. Večina ljudi dela najbolje, kadar so osredotočeni na dogodek, pomemben zanje ali za organizacijo.

Predstavitve smo posneli in si jih pozneje skupaj ogledali ter se o njih pogovorili. Lažje je prepoznati prednosti in slabosti nastopa, kadar si ogledamo posnetek. Morda je občutek nenavaden ali povzroča nelagodje, če pa se z njim soočimo, so prednosti očitne. Navsezadnje je to le še eno delovno orodje.

Sestavni deli treninga so bili:

- razprava o aktualnih problemih in izzivih v predstavitvi;
- razprava o določenih vprašanih predstavitve in predlogi za učinkovito izvedbo;
- splošna določila za uspešno predstavitev: kaj delati in česa ne;
- predstavitev z igranjem vlog in snemanjem na kamero;
- pregled in razprava;
- ponovitev predstavitve (snemanje);
- pregled in razprava.

Nekateri predavatelji niso hoteli posneti predavanja v studiu, zato smo jih posneli v predavalnici ali laboratoriju. Za ta namen smo pripravili mobilno režijo z grafiko, snemalniki, interkomom in možnostjo oddajanja v živo na socialna omrežja. Za druge smo pripravili predstavitveni ali promocijski video.

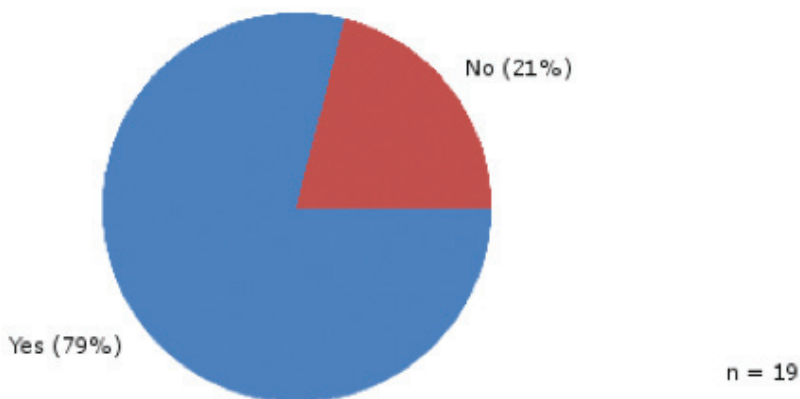
Le snemanje predavanj in prenašanje predavanj v spletne učilnice je daleč od inovativnosti in ustvarjalnosti. Ob pripravi vsebin (Verbovšek, 2017) smo bili posebej pozorni na to, da študenti pridobijo veliko informacij v kratkem času, imajo možnost vračanja k informacijam, jih razumejo ter znajo uporabiti pri reševanju novih izzivov in problemov. Predavanja smo posneli v studiu, jih razdelili na krajše sklope, dodali predstavitev predavatelja, njegovo bibliografijo (SICRIS), uvod predavanja, nadaljnja branja in test, s katerim je študent lahko preveril svoje znanje o tematiki. Naslednja interakcija s študenti je potekala v učilnici, kjer so študenti poslušali in diskutirali s predavateljem o tematiki, ki je bila vnaprej predstavljena. Predavanje v učilnici je bilo posneto in predvajano v živo (Faisal Fathani, 2017), tako so lahko študenti poslušali predavanje v predavalnici ali ga gledali doma, kjer so imeli s klepetalnico možnost interakcije s predavateljem. Lahko pa so si pozneje ogledali celotno predavanje (VOD – Video On Demand). Za večjo interakcijo med predavateljem in študenti smo spodbujali glasovanja (turning point, Kahoot), ki so jih študenti s pridom uporabljali.

Vsebine so bile dostopne na portalu (let-group.com), do katerega so lahko dostopali tako študenti kot profesorji. V pomoč smo dodali število ogledov, ki so jih imela predavanja, in statistiko študenta, ki je lahko preveril, katera predavanja si je ogledal in kdaj jih je nazadnje gledal (leto, mesec, dan).

## Rezultati z razpravo

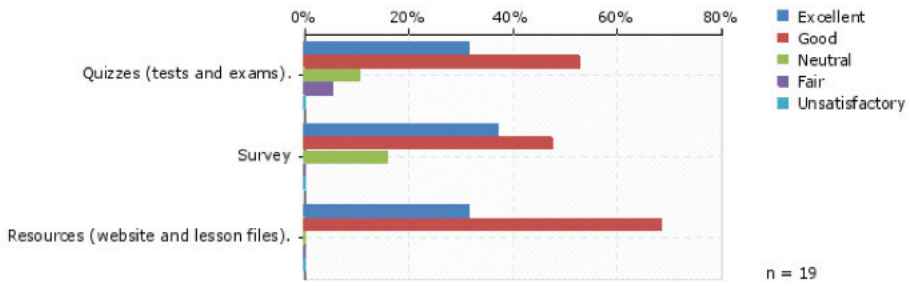
Ankete študentov in predavateljev poletne šole »Naravne nesreče« so pokazale, da na doktorskem študiju ne uporabljajo pogosto metode kombiniranega učenja, ker so usmerjeni bolj v individualno raziskovalno delo. Glavna dodana vrednost uporabe omenjene metode na doktorskih študijih je po ugotovitvah projektnih partnerjev (Univerza v Ljubljani, Univerza v Brescii in Univerza BOKU na Dunaju) v tem, da doktorandi izstopijo iz navadno zelo ozko zastavljenih okvirov svojega raziskovalnega dela, dobijo odziv na svoje delo od kolegov in strokovnjakov s predznanjem z drugih področij ter da tudi sami kritično gledajo na delo drugih (Šraj idr., 2018). Metoda kombiniranega učenja je dobra priložnost za pridobivanje znanja. Velikokrat je na doktorskih študijih malo študentov, zato se mnogokrat snov ne predava v učilnici. Vnaprej posneta predavanja so zato primerna nadgradnja študijskega procesa (Thi Thai idr., 2017), saj omogočajo študentom poljubno predvajanje vseh posnetih predavanj.

Na slikah 1–7 predstavljamo nekaj rezultatov anket, izvedenih med doktorskimi študenti, ki so se udeležili poletne šole Natural Disasters/Naravne nesreče v letu 2017.

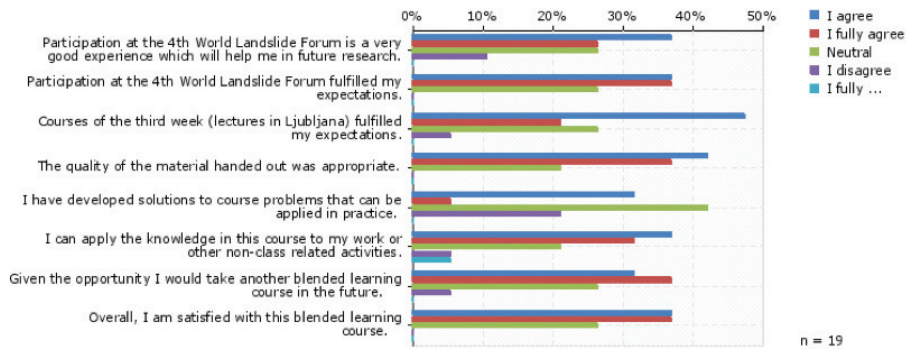


Slika 1: Odgovori študentov na vprašanje »Is this your first time to have a blended learning course/s?«

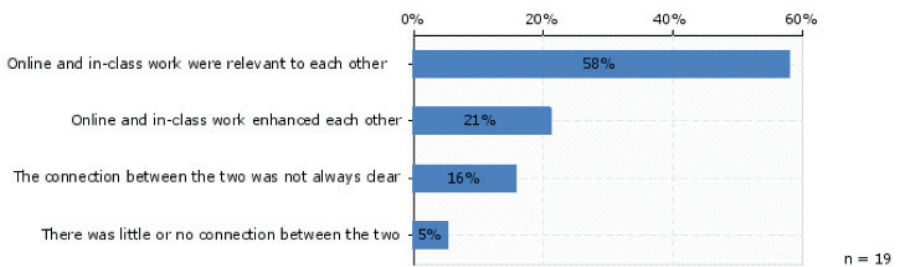




Slika 2: Odgovori študentov na vprašanje »How would you describe your experience on the following tools on portal of summer school?«



Slika 3: Mnenja študentov o zadovoljstvu s programom



Slika 4: Odgovori študentov na vprašanje »How would you describe the relationship between the online and face-to-face class learning in this course?«

*Tabela 2: Odgovori študentov na vprašanje »What was the most effective aspect of this blended learning course?«*

---

**Odgovori študentov:**

---

That each week there were different things (video lectures, forum and live lectures) which made the whole summer school interesting through all three weeks.

Face to face learning.

The lectures itself and the fast feedback.

You tried to handle all natural disasters, and all of us were specified just on one or two disasters, and to know the information about the other natural disasters was the important aspect for me.

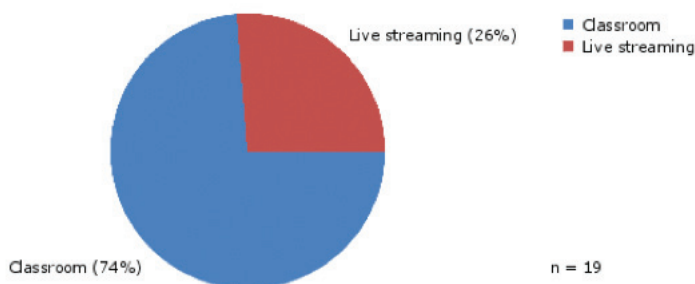
Participation at the wlf4 (International WLF 4 Congress, held in Ljubljana in 2017) where we could meet a lot of experts.

If you don't understand something you get another chance to learn about it.

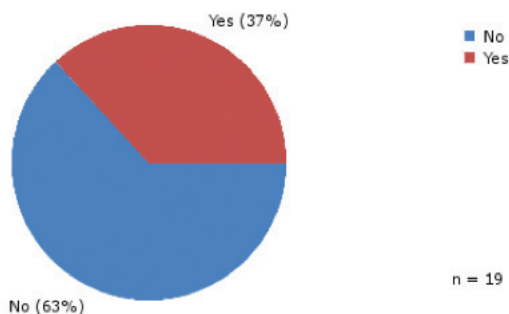
Learning a lot of information's without the need to be in a classroom. So the possibility to review what the professor said as much as wanted.

That I could watch the lectures whenever I had the time.

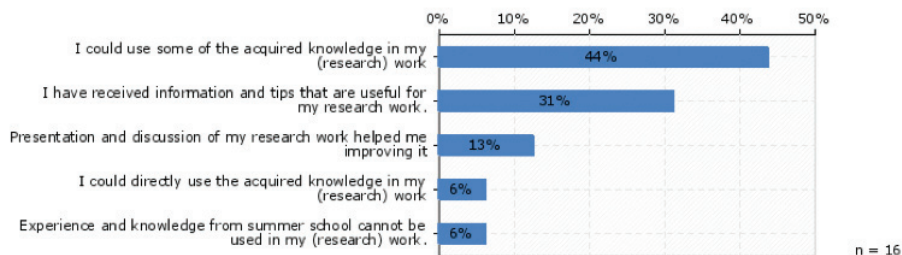
---



*Slika 5: Odgovori študentov na vprašanje »Do you prefer listening to lectures in classroom or you prefer watching live streaming?«*

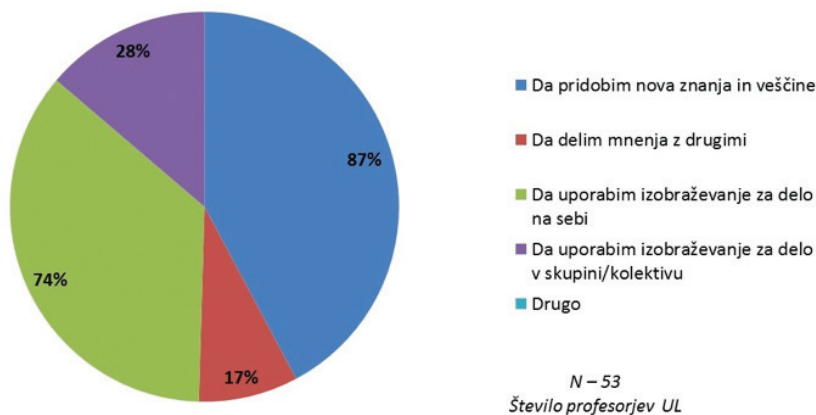


*Slika 6: Odgovori študentov na vprašanje »Would you interact with lecturer over chat room?«*

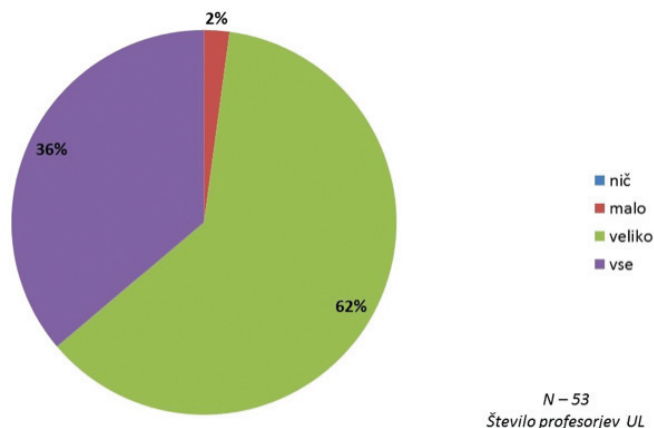


Slika 7: Odgovori študentov na vprašanje »How would you evaluate the usefulness of acquired knowledge and experience from summer school in your (research) work?«

V evalvaciji medijskega treninga je sodelovalo 53 učiteljev s 15 fakultet Univerze v Ljubljani. Evalvacijo so opravili po končanem treningu. Pričakovanja udeležencev so bila velika (slika 8), saj naj bi pridobljena znanja uporabili pri svojem delu (slika 9). Kako je izobraževanje vplivalo na udeležence in kaj bi jih zanimalo v prihodnje, je razvidno iz preglednice (tabela 3). Rezultati so pokazali visoko raven zadovoljstva pri udeležencih in posledično učinkovitejše izmenjave komunikacij prek izbranega televizijskega formata.



Slika 8: Odgovori profesorjev na vprašanje »Kaj ste pričakovali (možnih je več odgovorov)?«



Slika 9: Odgovori profesorjev na vprašanje »Koliko pridobljenega znanja in veščin boste lahko uporabili pri svojem delu?«

Tabela 3: Mnenja udeležencev o medijskih treningih

---

#### **Kaj ste se naučili? Kako je izobraževanje vplivalo na vas?**

Videla sem svoje napake, pridobljeni napotki za pravilno nastopanje (več), ideje za nadaljnje delo, kaj popraviti ob predstavitvah, kako se pripraviti na videopredavanja, posebnosti nastopa za televizijo/studio, samozavest, različni načini prezentacij zahtevajo različne priprave, način komunikacije s kamero, govor, premikanje, dihanje, izogibanje govornim mašilom.

---

#### **Katere vsebine na izobraževanju se vam niso zdele koristne in zakaj?**

/

---

#### **Katere vsebine ste na izobraževanju pogrešali?**

/

---

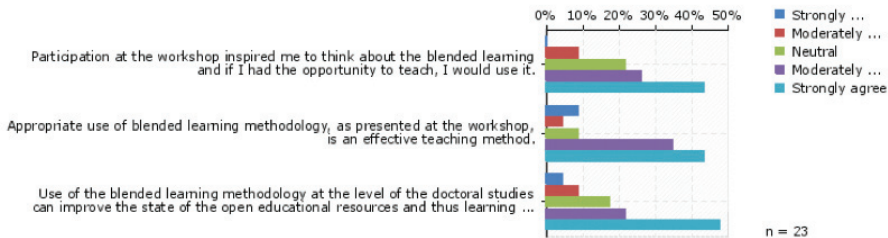
#### **Katere vsebine bi vas zanimalo v prihodnje?**

Nadaljnje iskanje rešitev, predavanja on-line oziroma blended learning, snemanje kratkih predavanj za študente, tehnična plat snemanja/montaže videolekcij, priprava videa za vsakdanjo rabo doma/v razredu, interaktivna gradiva za e-izobraževanje, nadaljevalni »tečaj«, trening z občinstvom, zmanjševanje treme pred nastopom, tehnike poučevanja na daljavo, priprava PowerPointa.

Legenda: /... Pripomb in komentarjev udeležencev ni bilo.

O izkušnjah in uspešnosti, razvoju in uporabi interaktivnih učnih pristopov na doktorskem študiju Varstvo okolja Univerze v Ljubljani smo spregovorili in zastavili občinstvu vprašanje (Please rate the degree to which you agree or disagree with each of the following statements related to teaching/learning) na

2. svetovnem kongresu o prosto dostopnih izobraževalnih virih – Encourage open educational resources by blended learning – development and application of blended learning curriculum (2. World OER Congress, 2017)).



Slika 10: Odgovori študentov na vprašanje »Please rate the degree to which you agree or disagree with each of the following statements related to teaching/learning.«

Glavni rezultati so videoposnetki predavanj domačih in tujih predavateljev, ki so prosto dostopni na spletnem portalu let-group.com. Zainteresirani lahko pridobijo dostop do dodatnih vsebin.

## Zaključki s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Razvoj in uporaba interaktivnih pristopov na doktorskem študiju Varstva okolja Univerze v Ljubljani sta se začela leta 2004 z Utrecht univerzitetno mrežo in z manjšimi presledki še traja. Tak pristop je ponudil različne možnosti učenja: od učenja v učilnici do posnetih predavanj. Model je bil razvit, da bi vključil e-učenje in učilnico skupaj kot kombinirano učenje. Pokazal se je kot uporaben na tretjestopenjskih študijih in ima dodano vrednost na raziskovalni poti doktoranda. Izpostaviti je treba možnost večkratnega poslušanja/gledanja predavanj, pripravljeno za učenje na daljavo in tudi v živo v predavalnici, sprotno preverjanje usvojenega znanja s kvizi prek spletne platforme, interdisciplinarno in mednarodno obravnavo aktualnih problematik ter mreženje. Z možnostjo predstavitve raziskovalnega dela kolegom z drugačnim predznanjem in ki na isti problem gledajo z drugega zornega kota, se z diskusijami razvijajo in izpopolnjujejo ideje za tekoče in nadaljnje raziskovalno delo. Kljub temu ostaja še veliko odprtih vprašanj in izzivov, povezanih predvsem z vključitvijo metode v študijske programe ter z izobraževanjem in usposabljanjem predavateljev, ki sodelujejo v procesu učenja na daljavo. Rezultati vprašalnikov, ki so jih izpolnili študenti in predavatelji, so pokazali, da je izredno pomembno ohranjanje pozornosti gledalca in da naj imajo predavatelji, ki podajajo snov, usvojene vsaj osnovne veščine nastopa pred kamero.

V današnjem času, ko umetna inteligenca vedno bolj vstopa v naše življenje, bo z dobrimi bazami učnega gradiva učenje postalo vedno lažje, saj bo umetna inteligenca poiskala odgovore na vprašanja, za katere zdaj porabimo razmeroma veliko časa, poiskala bo tudi mnenja drugih o izbrani tematiki in glede na osebni profil izbrala najprimernejšega sogovornika, bodočega sodelavca ali učitelja. Tu bi morale nastopiti Centralna tehniška knjižnica Ljubljana (CTK), Narodna univerzitetna knjižnica (NUK) in Univerza v Ljubljani z ustvarjanjem repozitorija (baze učnega gradiva), ki bo prosto dostopen.

Kako pa bo videti učenje v prihodnosti, je dr. D. Guralnick (2018) predstavil na konferenci ICELW (Re-Imagining Education and Training: A Potential Future).

## Literatura

- Brečko, B. N., in Vehovar, V. (2008). *Informacijsko-komunikacijska tehnologija pri poučevanju in učenju v slovenskih šolah*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
- Brilly, M., in Nilay, D. (2015). Program magistrskega študija za obvladovanje poplav. *Ujma*, 29, 383–384.
- Brown, L., in Duthie, L. (2016). *The Tv studio production handbook*. I.B. Tauris.
- Benbunan-Fich, R., & Hiltz, S. R. (1999). *Educational applications of CMCS: Solving case studies through asynchronous learning networks*. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 4(3).
- Flogie, A. (2016). *Vpliv inovativnega izobraževanja in informacijsko-komunikacijske tehnologije na spremembe pedagoške paradigme* [Doktorska disertacija]. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Faisal Fathani, T. (2017). *An integrated methodology to develop a standard for landslide early warning systems* [Predavanje]. Pridobljeno s <http://www.let-group.com/lecture/anintegrated-methodology-to-develop-a-standard-for-landslide-early-warning-systems4057.html>
- Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. V C. J. Bonk, C. R. Graham, C. Jay in M. G. Moore (ur.), *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (str. 3–21). San Francisco: JosseyBass/Pfeiffer.
- Guralnick, D. (2018). Re-Imagining education and training: A potential future. V *ICELW 2018*, 13.–15. 6. 2018. New York: Columbia University. Pridobljeno s <https://www.icelw.org/proceedings/2018/ICELW2018/Slides/Guralnick.pdf>
- Haytko, D. L. (2001). Traditional versus hybrid course delivery systems: A case study of undergraduate marketing planning courses. *Marketing Education Review*,

11(3),27–39.

Krevs, S. (2018). *Promocijski film za medijske treninge na Univerzi v Ljubljani* [Video]. Pridobljeno s <https://www.youtube.com/watch?v=oLzR-zjkj-o>

Lightboard. (b. d.). Pridobljeno s <http://lightboard.info/>

Mikulecky, L. (1998). Diversity, discussion, and participation: Comparing web-based and campus-based adolescent literature classes. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 42(2), 84–97.

Utrecht Network International Summer School, in Lobnik F. (2006). *Utrecht Network International Summer School. Environmental and Resource Management*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani.

Lobnik, F., Lobnik, M., Lobnik, T., in Škofic, A. (2007). *Model for Integrating E-Learning and Classroom*. Valencia: INTEND.

Piktorama. (2018). *Promocijski film za oddajo Kolo znanja »The Knowledge Wheel«* [Video]. Pridobljeno s <https://www.youtube.com/watch?v=4cKVTWmvAP4&feature=youtu.be>

Portal let-group.com. (2017). *Erasmus+ projekt KA2-HE-14/15*. Pridobljeno s <http://www.let-group.com>

PRACE *Massive Online Open Courses, MOOC*. (b. d.). Pridobljeno s <https://www.futurelearn.com/courses/big-data-r-hadoop>

Sapač, K., Brilly, M., Ranzi, R., Hübl, J., Žgajnar Gotvajn, A., Lobnik, F., Lobnik, M., in Šraj, M. (2017a). Mednarodna doktorska poletna šola v okviru projekta Erasmus+ varovanje okolja in naravne nesreče. *Ujma*, 31, 252–257.

Šraj, M., in Brilly, M. (2012). E-classrooms at Hydrology courses. V *Urban Drainage Modelling : proceedings of the Ninth International Conference on Urban Drainage Modelling, Belgrade, 4.–6. september 2012* (str. 1–8). Beograd: Fakulteta za gradbeno inženirstvo.

Šraj, M., Sapač, K., Žgajnar Gotvajn, A., Lobnik, F., Brilly, M., Hübl, J., Ranzi, R., Lobnik, M., in Šubic, Ž. (2018). Strengths, weaknesses and lessons learned from the blended learning methodology application at two interdisciplinary doctoral summer schools. V *European Geosciences Union, General Assembly 2018, Vienna, Austria, 8-13 April 2018, vol. 20*. München: European Geosciences Union.

Tally light. (b. d.). Pridobljeno s [https://en.wikipedia.org/wiki/Tally\\_light](https://en.wikipedia.org/wiki/Tally_light)

Thi Thai, N. T., De Wever, B., in Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best »blend« of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, 107, 113–126.

Verbovšek, T. (2017). *Lidar DEM-based terrain roughness analysis for landslide characterization* [Predavanje]. Pridobljeno s <http://www.let-group.com/lecture/14061ar-dem-based-terrainroughness-analysis-for-lands14061e-characterizati->

on-4061.html

Wei, H. C., in Chin-Yun, H. (2013). Blended learning design and teaching strategies: Case of the program planning course. V E. J. Francois (ur.), *Transcultural blended learning and teaching in postsecondary education* (str. 110–126). United States of America: IGI Global.

World OER Congress. (2017). *Encourage open educational resources by blended learning – development and application of blended learning curriculum*. Pridobljeno s <https://www.oercongress.org/event/blended>





## **SKLOP 2**

**IKT v študijskem procesu na področjih  
računalništva in informatike**



## Fizično računalništvo za učenje računalništva

*Špela Cerar in Irena Nančovska Šerbec*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

Fizično računalništvo predstavljajo interaktivne fizične naprave, ki zaznavajo okolico s senzorji in se z uporabo programske opreme odzivajo na svet okoli sebe. Te naprave so lahko zelo različne, od žičk, senzorjev, aktuatorjev in mikrokrmilnikov, ki jih učenci povezujejo in izdelek prilagajajo potrebam lastnega projekta, do robotov, ki imajo že vgrajene vse potrebne senzorje za zaznavanje. Študenti svoje naprave sprogramirajo tako, da se te odzivajo na dražljaje iz okolice, na primer z uporabo senzorja za barvo sledijo barvni črti. Ker gre pri tem za učenje s kreiranjem, govorimo o konstrukcionističnem pristopu k učenju. S fizičnim računalništvom smo v okviru pilotne izvedbe učnega sklopa seznanili 21 študentov poučevanja računalništva na drugi bolonjski stopnji. Študenti so se seznanili z različnimi napravami, ki jih lahko uporabimo za razvijanje računalniškega mišljenja. Spoznali so LEGO Education WeDo, LEGO Mindstorms, Sphero SPRK+ in PicoBoard. Za programiranje omenjenih naprav so uporabljali vizualna programska okolja ali drug ustrezen programski jezik. Delo je potekalo v skupinah, izvedli smo problemski pouk in projektno učno delo. Izdelke študentov smo analizirali z željo, da bi ugotovili, ali se v izdelkih kaže prisotnost konceptov računalniškega mišljenja. Evalvacijo pilotne izvedbe smo opravili z uporabo skupnega evalvacijskega vprašalnika za vse pilotne projekte in internega vprašalnika, ki smo ga pripravili sami. Ugotovili smo, da študenti vidijo uporabnost LEGO Education WeDo v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju (VIO) osnovne šole. V 2. VIO bi uporabili Scratch s PicoBoardom in LEGO Education WeDo. Sphero SPRK+ in LEGO Mindstorms se jim zdita uporabna v 3. VIO. Metode in oblike dela, ki smo jih uporabili pri pilotni izvedbi, se zdijo študentom uporabne tudi v osnovni šoli. Študenti so se vživeli v delo z roboti, njihovi izdelki so raznoliki in uporabni tudi za nadaljnje delo.

**Ključne besede:** fizično računalništvo, poučevanje računalništva, konstrukcionizem

## Uvod

V zadnjem desetletju je prišlo v osnovnošolskih učnih načrtih za računalniške predmete do večjih sprememb. Učenci se ne učijo več le, kako določene programe uporabljati, ampak se srečajo z računalniškimi problemi, z reševanjem katerih razvijajo različne metode, veščine in znanja, uporabna tudi na drugih predmetnih področjih. To so med drugim logično sklepanje, strukturirano reševanje problemov, abstrakcija, dekompozicija, iteracija in rekurzija. Razvoj teh veščin in znanj popularno poimenujemo računalniško mišljenje. Računalniško mišljenje ni uporabno le za bodoče računalnikarje, ampak tudi za vse druge (Wing, 2006), zato je računalniško mišljenje smiselno poučevati z aktivnostmi, ki se medpredmetno povezujejo z drugimi predmetnimi področji. Fizično računalništvo nam omogoča, da presežemo okvire računalništva in pri svojih projektih uporabimo tudi znanja iz fizike, tehnike in drugih predmetov.

Papert in njegovi sodelavci so že leta 1968 »sanjali« o svetu, v katerem bi lahko vsi otroci programirali in kreirali. Razvili so idejo o konstrukcionističnem načinu poučevanja, pri katerem se učenci učijo prek aktivnega dela (angl. learning by making) (Papert, 1980). Ta ideja prevladuje tudi v modernih osnovnošolskih kurikulumih (Grover in Pea, 2013; Sentance in Csizmadia, 2017).

Če želimo učencem predstaviti fizično računalništvo, je treba najprej izobraziti učitelje, zato smo se odločili predstaviti fizično računalništvo bodočim učiteljem računalništva. Želimo si, da bi študenti spoznali in programirali različne fizične naprave, ki se uporabljajo za učenje in poučevanje računalništva v sodobnih računalniških kurikulumih (Bers, Flannery, Kazakoff in Sullivan, 2014; Grover in Pea, 2013).

Izraz »fizično računalništvo« v izobraževanju sta leta 2004 vpeljala O'Sullivan in Igoe, ki sta kot ključni element sistemov fizičnega računalništva izpostavila pretvornike (senzorje in aktuatorje) za povezovanje virtualnega in fizičnega sveta. Pregled literature kaže, da fizično računalništvo temelji na treh stebrih, in sicer izdelkih, procesih in napravah. Tipični končni izdelki so programirani oprijemljivi mediji (Slika 1). Ti funkcionirajo stalno in so po navadi v interakciji z okoljem. Okolje spoznavajo s senzorji, ki dovajajo podatke. Program obdeluje podatke ter jih z ukazi prenaša na aktuatorje, ki izvajajo procese in akcije. Z vidika procesov je treba določiti opis, kaj naj se zgodi z vidika objekta, ki bo aktiven (npr. »robot se premika tako, da sledi črti, dokler ne bo naletel na oviro ...«), ter opisati, kako naj se to zgodi (npr. »za zaznavanje podlage naj robot uporabi senzor ...«). Orodja fizičnega računalništva so programabilne igrače (npr. BeeBot), programabilni kompleti (npr. LEGO Education WeDo ali LEGO Mindstorms), programabilne

vhodno/izhodne naprave (npr. PicoBoard, Makey Makey), mikrokrmilnik (npr. Arduino), mikroročunalnik (npr. Raspberry Pi) (Przybylla in Romeike, 2014b).

Izobraževanje učiteljev za poučevanje fizičnega računalništva zahteva veliko več od spoznavanja fizičnih naprav. Vključuje tudi spoznavanje didaktičnih pristopov, ki omogočajo razvoj kompetenc učencev v skladu s sodobnimi kurikuli (Przybylla in Romeike, 2014b; Sentance in Csizmadia, 2017). Przybylla in Romeike (2014a) med kompetencami, povezanimi s fizičnim računalništvom, izpostavlja razumevanje računalniških sistemov, formuliranje problemov, organiziranje in analiziranje podatkov, algoritmično razmišljanje in učinkovitost. Učitelji za realizacijo takih projektov potrebujejo kompetence za skupinsko delo, problemsko in raziskovalno učenje, predvsem pa krepitev kompetence za presojanje »moči idej« (Bers, 2010). Papert (2000) se je zavedal moči idej, ki spreminjajo svet (Bers, 2017). Zavedal se je, da so ideje navadno plod trdega dela. Ker jih je težko razlagati in niso oprijemljive, jih je težko deliti. Z objekti olajšamo komuniciranje idej. Dobre ideje so eden najbolj zapletenih konceptov, omenjenih v Papertovem konstrukcionizmu, hkrati pa imajo največjo intelektualno veljavo. Izraz »močne ideje«, ki ga je skoval Papert, se nanaša na spretnosti posameznika, da znotraj področja razpozna »idejo«, ki je osebno uporabna, epistemološko povezana z drugimi disciplinami, in ima korenine v intuitivnem vedenju, ki kaže, da je otrok ponotranjil konkretno idejo. Po Papertovem mnenju so »dobre ideje« tiste, ki izražajo nove načine razmišljanja, nove načine podajanja znanja v uporabo in nove načine za epistemološke povezave z drugimi področji znanja (Bers, 2017). Bodoči učitelji le prek izkušnje aktivnega dela spoznajo »močne ideje«.



*Slika 1: Primer izdelka fizičnega računalništva: krmiljenje električnega vlaka s pomočjo Arduina. Izdelek je nastal med poletno šolo Scratch-Arduino Express.*

## *Pregled vsebine drugih poglavij*

V naslednjem poglavju bomo predstavili teoretično podlago za uvedbo fizičnega računalništva in opisali njegove koncepte. V tretjem poglavju bomo opisali metodo raziskovanja, v četrtem poglavju bomo analizirali izdelke študentov in rezultate anketnih vprašalnikov. Zaključili bomo z idejami, kako izsledke raziskave prenesti v pedagoško prakso.

## *Koncepti fizičnega računalništva*

Fizično računalništvo (angl. physical computing) je pojem, ki ga povezujemo s pojmi »oprijemljivo računalništvo« (angl. tangible computing) oziroma »utelešeni sistemi« (angl. embodied systems). Govorimo o interaktivnih fizičnih napravah, ki prek senzorjev oziroma tipal zaznavajo okolico in se z uporabo programske opreme odzivajo na svet okoli sebe. Te naprave lahko vsebujejo zelo različne komponente, od žičk, uporov, stikal, senzorjev do mikrokrmilnikov in aktuatorjev, ki jih učenci povezujejo pri izdelavi lastnega projekta. Naprave so lahko tudi kompleti za sestavljanje robotov ali že sestavljeni boti z vgrajenimi senzorji za zaznavanje. Med te naprave spadajo mikrokrmilniki Arduino, PicoBoard (slika 2b), Micro:bit, mikroračunalnik Raspberry Pi in kompleti LEGO Education WeDo (slika 2a), LEGO Mindstorms (slika 2c), Fichertehnik, bot Sphero SPRK+ (slika 2d) idr. (Bukovec, 2018).



*Slika 2: Pripomočki: a) LEGO Education WeDo; b) PicoBoard; c) LEGO Mindstorms EV3; d) Sphero SPRK+*

Pri fizičnem računalništvu gre za povezovanje oziroma komuniciranje dveh »svetov«: fizičnega oziroma realnega sveta z virtualnim svetom tehnologije (Shaer in Hornecker, 2010). Pri tem je zelo pomemben proces, imenovan pretvorba energij (angl. transduction), ki ga lahko razložimo kot proces pretvarjanja ene oblike energije v drugo, kar omogoča zaznavanje in komunikacijo med obema svetovoma (O'Sullivan in Igoe, 2004).

V šoli se učenci s fizičnim računalništvom navadno srečajo prek ročno izdelanih projektov (hobi projektov ali projektov tipa »naredi sam«). Uporabljajo senzorje in mikrokrmilnike za pretvorbo analognih vhodnih signalov v digitalne oziroma obratno. Sisteme lahko programirajo in programsko nadzirajo. Pri tem je naloga učencev, da poiščejo ustrezne senzorje in sprogramirajo mikrokrmilnike. Uporabijo lahko tudi aktuatorje, s katerimi električno energijo pretvorijo v mehansko. Večino projektov fizičnega računalništva lahko opišemo s trifaznim modelom, sestavljenim iz faz poslušanja, razmišljanja in govora. V računalniškem svetu govorimo o pridobivanju podatkov z vhoda, procesiranju in pošiljanju podatkov na izhod (O'Sullivan in Igoe, 2004).

V fazah poslušanja in govora uporabljamo fizični svet. Faza razmišljanja poteka z uporabo programov. V fazi poslušanja uporabljamo senzorje in ti za računalniški sistem predstavljajo to, kar so za ljudi čutila – vir informacij o zaznavanju sveta. Vhodni senzorji lahko zaznavajo svetlobo, dotik, temperaturo, IR-svetlobo in podobno (O'Sullivan in Igoe, 2004).

Signali, ki pridejo s senzorjev, so analogni in jih je treba digitalizirati. Digitalni signali so signali, ki lahko zavzamejo le končno število različnih stanj (O'Sullivan in Igoe, 2004).

### ***Konstrukcionistično učenje pri fizičnem računalništvu***

Fizično računalništvo pokriva zasnovo in realizacijo interaktivnih projektov ter omogoča študentom, da razvijajo konkretne, v resničnem svetu oprijemljive projekte, ki so produkt njihove domišljije. Pri spoznavanju fizičnega računalništva uporabljamo konstrukcionističen učni pristop. Papertov konstrukcionizem (1980) temelji na Piagetovem (1954) konstruktivizmu, ki izraža idejo, da otrok aktivno gradi znanje z izkušnjami. Na tem je osnovan pristop učenja skozi prakso (angl. learning by doing). Papert (1980) se je osredotočil na načine, kako notranje konstrukcije znanja, ki jih opisuje Piaget, podpreti z realnimi konstrukcijami v fizičnem svetu z uporabo naprav, kot so roboti. Konstrukcionistični pristop poučevanja otrokom omogoča svobodo raziskovanja lastnih interesov z uporabo tehnologij, medtem ko se igra in uči vsebin poljubne domene, pa tudi razvoj metakognitivnih spretnosti za reševanje problemov in logično sklepanje (Bers idr., 2014). Tako se konstruktivistično učenje postavi na raven, ki študentom omogoča, da pridobijo haptične izkušnje in s tem konkretizirajo virtualnost (Przybylla in Romeike, 2014a).



Namen poučevanja je spodbuditi računalniško mišljenje učencev med delom z elektronskimi napravami oziroma komponentami. Učenci ustvarjajo programe, ki nadzorujejo in imajo učinke na objekte fizičnega sveta. Na splošno lahko razlikujemo med programabilnimi igračkami, ki vključujejo sistem gumbov, ki jih lahko učenci neposredno kodirajo, ter roboti in mikrokrmilniki, ki jih nadzoruje koda, zapisana na tabličnem računalniku, pametnem telefonu ali računalniku, ki se nato prenese v napravo samo (Moreno-Leon, Roman-Gonzalez in Robles, 2018). Za (bodoče) učitelje računalništva so izkušnje s fizičnim računalništvom podlaga za poučevanje tega skozi različna obdobja osnovne in srednje šole. Združenje LEGO Education je okvir učenja fizičnega računalništva zastavilo z metodo »štiri C«, ki je sestavljena iz faz povezovanja (angl. connect), sestavljanja (angl. construct), preučevanja (angl. contemplate) in nadaljevanja (angl. continue) (LEGO Education, 2014).

V fazi povezovanja učenci v vlogi raziskovalca iščejo rešitev in so postavljeni pred izziv. Učitelj spodbuja učence k razmišljanju, spraševanju in raziskovanju.

V fazi sestavljanja poteka praktično učenje (ang. learning by doing), ki temelji na dveh stebrih: fizična konstrukcija in konstrukcija znanja v glavi. V tej fazi učitelj spodbuja sodelovanje in komunikacijo, saj je skupna rešitev po navadi boljša od individualne rešitve

V fazi preučevanja učenci opazujejo in postavljajo vprašanja tudi vrstnikom o njihovih projektih, odgovarjajo na vprašanja o svojem projektu in drug drugega spodbujajo k nadaljnjemu razvijanju idej.

V fazi nadaljevanja v trenutnem izzivu poiščejo ideje za nov izziv za sestavljanje projekta, ki se opira na že usvojeno, predhodno znanje. Tako se učenje ne zaključi, ampak se spodbudita razmišljanje in razvijanje novih idej (Bukovec, 2018).

O'Sullivan in Igoe (2004) predlagata svoj pristop za ustvarjanje projektov s fizičnim računalništvom. Prvi korak je opis ideje, saj se lahko učenci lotijo pisanja programa in fizično ustvarijo primeren izdelek oziroma pripomoček za izvajanje, šele ko znajo z besedami natančno opisati, kaj želijo v projektih ustvariti. Sledi ustrezna izbira senzorjev, prek katerih zberejo informacije o svetu in sprožijo zeleno aktivnost.

## Metoda

Raziskava je kvalitativna in temelji na študiji primera. Opravili smo jo v okviru predmeta Izbrana poglavja računalništva z didaktiko, ki ga obiskujejo vsi študenti drugostopenjskega magistrskega študijskega programa Poučevanje, smeri Predmetno poučevanje, predmetnega področja Računalništvo. Raziskava je potekala med oktobrom 2017 in koncem januarja 2018. Pilotna izvedba predavanj in vaj je obsegala 22 šolskih ur. V raziskavi je sodelovalo 21 študentov, od tega je bilo 5 udeležencev moškega spola in 16 udeleženk ženskega spola. Študenti so se teoretično in praktično seznanili s koncepti fizičnega računalništva.

V okviru predavanj je bilo za pilotno posodobitev namenjenih šest šolskih ur, v okviru katerih so študenti med drugim aktivno preizkusili upravljanje mikrokrmilnika PicoBoard. Pri tem so uporabili komplet SparkFun PicoBoard Starter Kit (slika 2b) in ga programirali v programskem okolju Scratch 1.4 z dodanim vtičnikom za PicoBoard.

V okviru vaj so študenti sestavljali in programirali robote LEGO Education WeDo (slika 2a), LEGO Mindstorms EV3 (slika 2c) in Sphero SPRK+ (slika 2d). Delo je potekalo v skupinah v obliki problemskega pouka in projektne učnega dela. Uporabili smo konstrukcionističen pristop k učenju (Papert, 1980). Študenti so uporabljali različne IKT pripomočke, ki so jim omogočili branje podatkov s senzorjev in upravljanje sestavljenih robotov. Za delo z roboti so uporabili različno programsko opremo, tako računalniške programe in spletne aplikacije kot tudi mobilne aplikacije.

Študenti so svoje delo sproti dokumentirali v obliki pisnih poročil. V spletno učilnico Moodle so poleg prej omenjenih poročil oddali programsko kodo svojih projektov in videoposnetke končnih izdelkov. Te so zmontirali in objavili na spletu. Ker je bil glavni cilj teh aktivnosti predstaviti možnosti uporabe robotov za učenje programiranja, so študenti izdelali tudi učna gradiva, ki jih lahko pozneje uporabijo pri pouku.

Pri prvem projektu so se študenti seznanili s kompletom LEGO Education WeDo. Ta projekt je obsegal štiri šolske ure. Delo je potekalo v parih in trojicah. Študenti so dobili učni list z navodili, kaj morajo preizkusiti, in nalogo, da si sami zamislijo projekt, ki bi ga izpeljali z učenci v šoli. Za programiranje izdelka v LEGO Education WeDo so študenti uporabili brezplačen računalniški program LEGO Education WeDo Software in spletno aplikacijo Scratch 2.0 z

dodanim vtičnikom za LEGO Education WeDo. Ob koncu projekta so morali oddati videoposnetek končnega izdelka in pisno poročilo.

Pri drugem projektu so se študenti seznanili s kompletom LEGO Mindstorms EV3. Za ta projekt je bilo predvidenih šest šolskih ur vaj. Delo je potekalo v skupinah, ki so jih sestavljali od trije do štirje študenti. Študenti so dobili učni list z navodili za delo. Njihova glavna naloga je bila, da načrtujejo in sestavijo svojega robota, ki ga tudi ustrezno sprogramirajo. Za programiranje robota so lahko izbirali med brezplačnim računalniškim programom LEGO Mindstorms EV3 Edition ter brezplačnima mobilnima aplikacijama Robot Comander App in EV3 Programmer App. Svoje končne izdelke so predstavili z videoposnetkom in oddano programsko kodo.

Tretji projekt je bil namenjen seznanitvi študentov z botom Sphero SPRK+. Za ta projekt smo namenili šest šolskih ur vaj. Delo je potekalo v skupinah, v katerih so bili po trije do štirje študenti. Preizkusiti so morali različne aktivnosti, ki so že na voljo na spletišču Sphero EDU, in si izmisliti svojo aktivnost. Za upravljanje bota so uporabili brezplačni mobilni aplikaciji Sphero EDU in Sphero. Ob koncu projekta so morali študenti oddati prevod ene od aktivnosti, ki so jo našli na omenjenem spletišču, in pripraviti novo aktivnost, ki so jo predstavili tudi s svojo programsko kodo.

Ob koncu pilotne izvedbe predmeta smo analizirali izdelke, ki so jih študenti oddali v okviru projektne dela.

Z anketnim vprašalnikom za študente smo izvedli evalvacijo pilotne izvedbe predmeta. Uporabili smo dva spletna anketna vprašalnika, in sicer skupni evalvacijski vprašalnik za pilotne posodobitve predmetov v okviru projekta IKT v pedagoških študijskih programih UL ter interni vprašalnik, ki smo ga pripravili v Google Obrazcih. S slednjim smo želeli pridobiti mnenje študentov o uporabnosti pridobljenega znanja za poučevanje računalništva v osnovni šoli. Obe anketi sta bili izvedeni anonimno. Skupni evalvacijski vprašalnik za pilotne posodobitve predmetov v okviru projekta IKT v pedagoških študijskih programih UL je izpolnilo 13 študentov, vključenih v pilotno posodobitev predmeta, interni vprašalnik je izpolnilo 5 študentov.

Analizirali smo projekte, ki so jih študenti izdelali v okviru projektne dela na vajah, in odgovore na dva anketna vprašalnika. Zavedamo se, da zaradi majhnosti vzorca pridobljenih podatkov ni mogoče posploševati. Menimo, da lahko s pridobljenimi podatki dobimo kakovosten vpogled v naš primer uvajanja

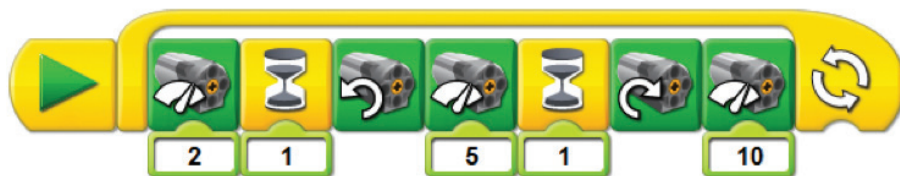
fizičnega računalništva v izobraževanje bodočih učiteljev računalništva.

## Rezultati z razpravo

Rezultate pilotne izvedbe predmeta bomo predstavili z analizo izdelkov in rezultatov, ki smo jih pridobili z uporabo dveh različnih vprašalnikov, in sicer skupnega evalvacijskega vprašalnika za vse pilotne projekte in internega vprašalnika, ki smo ga pripravili sami.

### *Analiza izdelkov*

Pri prvem projektu so študenti s kompletom LEGO Education WeDo sestavili lasten izdelek in ga sprogramirali. Svoj izdelek so predstavili z videoposnetkom. Študenti so oddali osem različnih projektov. Pri vseh projektnih nalogah so študenti uporabili motor, pri šestih projektih so študenti uporabili tudi senzor nagiba, senzorja, ki zaznava oddaljenost, v končnih izdelkih študentov niso uporabili. Pri osmih izdelkih je bilo za programiranje izdelka uporabljeno programsko okolje Scratch, pri šestih so uporabili tudi LEGO Education WeDo Software. LEGO Education WeDo Software je v primerjavi s programskim okoljem Scratch 2.0 z vtičnikom za LEGO Education WeDo po mnenju študentov primernejši za uporabo z mlajšimi učenci, saj svoje izdelke programirajo s sestavljanjem ukazov, predstavljenih s sliko (slika 3). Prednost programskega okolja Scratch vidijo v možnosti pisanja naprednejših in bolj raznolikih programov, ki jim lahko z računalnikom dodajo zvok in animacijo na računalniškem zaslonu. Študenti pravijo: »Scratch omogoča zvezno pospeševanje, medtem ko LEGO Education WeDo Software to počne naključno.« Pri LEGO Education WeDo Software študenti pogrešajo zanke, pogojne stavke z več pogoji, pri Scratchu pa so izpostavili potrebo po bralni pismenosti učencev in »dvoumnost prevoda za ukaz, ki določa smer vrtenja motorja« (slovenski prevod angleških izrazov »this way« in »that way« je pri obeh enak, in sicer »v to smer«). Kljub priporočilu, naj študenti izdelajo tudi lasten izdelek in ne le sestavijo izdelek po obstoječem načrtu, je bil ta cilj dosežen le pri polovici projektov, pri drugih so se študenti zadovoljili z lastno kodo.



Slika 3: Primer programa v programu LEGO Education WeDo



Edu. Vsaka skupina si je izbrala eno aktivnost, ki so jo prevedli iz angleščine v slovenščino. Štiri od petih izbranih aktivnosti so bile namenjene medpredmetnemu povezovanju, od tega tri medpredmetnemu povezovanju z matematiko in ena s fiziko. Študenti so pripravili tudi lastno aktivnost, ki bi jo lahko izvedli pri pouku. Od petih pripravljenih aktivnosti so tri preverjale, ali je prišlo do trka ali stresanja bota Sphero. Tri novonastale aktivnosti so bile namenjene medpredmetnemu povezovanju z matematiko in ena medpredmetnemu povezovanju s fiziko. Te aktivnosti so nastale iz lastnih idej. Vse aktivnosti so zahtevale prižiganje glavne LED-luči na botu, tri so botu Sphero dale navodilo za premikanje in vrtenje, za tri je bilo treba poznati spremenljivke, generiranje naključnih števil in pogoje stavke, pri eni aktivnosti je bila uporabljena zanka.

Študenti so opazili, da je bot Sphero SPRK+ primeren za medpredmetno povezovanje, niso pa izkoristili vseh možnosti, ki jih ponuja Sphero SPRK+. Večina projektov je bila preprostih in ni uporabljala podatkov, ki jih lahko zaznajo s senzorji. Meniva, da bi bilo v prihodnje treba več časa nameniti usmerjenemu spoznavanju senzorjev in možnosti, ki nam jih ponujajo pri programiranju projektov s Sphero SPRK+.

Sphero SPRK+ ima vgrajena pospeškometer in žiroskop, s katerih mikrokromilnik pridobiva podatke. Na podlagi pridobljenih podatkov poskrbi za stabilizacijo motorja, zaznava prosti pad, trke, tresljaje in skoke. Pri programiranju lahko učenci uporabljajo podatke o razdalji, smeri gibanja, hitrosti, pospešku in lokaciji. Ker se učenci z omenjenimi fizikalnimi količinami srečajo v tretjem triletju osnovne šole, je Sphero SPRK+ zanimiv predvsem za učence, ki so te fizikalne količine že usvojili.

### ***Evaluacija pilotne posodobitve predmeta***

Iz skupnega evalvacijskega vprašalnika za vse pilotne projekte, na katerega je odgovorilo 13 študentov, smo izvedeli, da so bili vsi študenti, ki so odgovorili na vprašalnik, z uporabo IKT pri predmetu zadovoljni. Devet študentov meni, da smo izvajalci pri predmetu dobro vključili IKT.

To med drugim potrjuje, da smo za predstavitev fizičnega računalništva izbrali ustrezna orodja in pripomočke.

Študenti so kot prednosti, ki jih vidijo pri uporabi IKT v izvedbi tega študijskega predmeta, izpostavili večplastnost, praktičnost, možnost prikaza programiranja mlajšim generacijam v šoli, praktičnost uporabe fizičnega računalništva

pri pouku, nove ideje, večjo radovednost in večjo ustvarjalnost. Brez IKT si tega predmeta ne predstavljajo. Znanje, ki so ga usvojili pri predmetu, se jim zdi uporabno. Izpostavili so, da je »poznavanje fizičnega računalništva zelo pomembno za (bodoče) učitelje računalništva, saj z le-tem lahko močno pritegnejo učence, z večjo motivacijo pa jih lažje naučijo snov«. Zavedajo se, da je IKT za dobro razumevanje fizičnega računalništva ključnega pomena. Iz napisanega lahko sklepamo, da se študenti zavedajo pomena poznavanja konceptov fizičnega računalništva za učenje računalništva.

Kot bodoči učitelji računalništva se zavedajo, da ima IKT v izvedbi študijskega predmeta lahko tudi svoje slabosti, na katere moramo biti učitelji pozorni. Kot potencialne slabosti so omenili, da zaradi uporabe IKT lažje izgubijo fokus, IKT jim predstavlja distrakcijo, prek nje dobijo preveč informacij. Bojijo se, da bi zaradi privlačnosti, ki jo čutijo do fizičnega računalništva, želeli prehitro vpeljati programiranje v šoli, pri tem pa ne bi upoštevali starosti otrok. Izvajalci se zavedamo, da moramo biti kot učitelji pozorni na tovrstne pomanjkljivosti, zato smo jih poskušali premostiti z jasno zastavljenimi cilji projektne dela z uporabo IKT.

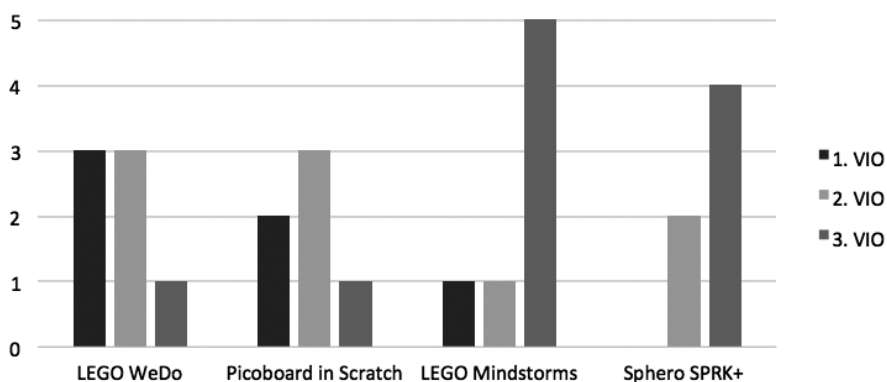
Študenti so dali nekaj predlogov za spremembe. Izpostavili so časovno stisko, ki so jo imeli zaradi kratkih rokov za dokončanje projektov. Razloga za to sta majhno število posameznih kompletov za izdelavo robotov in želja izvajalk, da bi vsi študenti spoznali vse komplete, ki jih imamo na voljo. Možna rešitev je, da si študenti izberejo en komplet za izdelavo robota in z njim naredijo obsežnejši projekt, ki ga na koncu predstavijo sošolcem. S tovrstno rešitvijo bi hkrati uresničili željo študentov po poglobljenem znanju, projekti bi bili lahko bolj prilagojeni njihovim željam, spoznavanje posameznih kompletov in ustrezne programske opreme pa manj strukturirano, kar so tudi izpostavili kot svojo željo. Študenti si kot bodoči učitelji želijo, da bi lahko za učence pripravili učne ure, ki bi jih tudi izvedli v šoli ali v obliki delavnic.

Vsi študenti so ocenili, da so pridobljena znanja uporabna za njihovo prihodnje pedagoško delo, saj so spoznali nove IKT pripomočke, ki jih bodo lahko uporabili za medpredmetno povezovanje računalništva z drugimi predmeti, na tehniških dnevih, šolskih krožkih ali delavnicah, kar utemeljujejo tudi s svojimi izkušnjami s pedagoške prakse. Meniva, da so študenti zaradi uporabnosti pridobljenega znanja za spoznavanje fizičnega računalništva bolj motivirani, snov jih zanima, za posamezne izdelke si vzamejo čas in poskušajo pri vsakem projektu čim bolj spoznati pripomočke, s katerimi sestavljajo robota in programirajo.

Študenti bi v vlogi učitelja IKT uporabili pri matematiki, računalništvu in fiziki. IKT bi uporabili za ponazoritev sicer težje predstavljenih konceptov, kot je na primer solarni sistem, petdesetkotnik, zanimivi grafi funkcij. Nekatere izpostavljajo tudi splošno uporabnost IKT pri pouku. Ker so to odgovori bodočih profesorjev matematike in računalništva, so odgovori pričakovani. Z odgovori so pokazali poznavanje strokovnega področja, hkrati pa tudi zavedanje, da morajo kot bodoči računalnikarji – organizatorji informacijske dejavnosti na šoli razmišljati zunaj okvirov svojega predmeta in predvideti uporabo IKT tudi na drugih predmetnih področjih.

### *Analiza odgovorov na interni vprašalnik*

Iz odgovorov na interni vprašalnik smo izvedeli, da bi študenti v prvem triletju osnovne šole uporabili LEGO Education WeDo z LEGO Education WeDo Software, v drugem triletju bi z učenci uporabili LEGO Education WeDo, PicoBoard in programirali v programskem okolju Scratch z ustreznimi vtičniki. V zadnjem triletju bi uporabili Sphero SPRK+ in LEGO Mindstorms (diagram 1).



*Diagram 1: V katerem vzgojno-izobraževalnem obdobju (triletju) bi študenti uporabili posamezen pripomoček*

Zanimalo nas je, pri katerih predmetih bi študenti uporabili predstavljene pripomočke (diagram 2). Študenti so opazili raznolike možnosti uporabe posameznih pripomočkov. LEGO Education WeDo bi uporabili pri neobveznem izbirnem predmetu Računalništvo v drugem VIO, pri izbirnem predmetu Računalništvo v tretjem VIO, pri tehniki in v podaljšanem bivanju. PicoBoard in Scratch bi uporabili pri neobveznem izbirnem predmetu Računalništvo, obveznem izbirnem predmetu Računalništvo in pri podaljšanem bivanju. LEGO Mindstorms bi vsi



uporabili pri izbirnem predmetu Računalništvo, opažajo pa tudi uporabnost pri matematiki in tehniki. Sphero SPRK+ se vsem zdi uporaben pri izbirnem predmetu Računalništvo v tretjem VIO, nekaterim se zdi uporaben tudi pri neobveznem izbirnem predmetu Računalništvo in matematiki. Kot drugo so navedli predvsem šolske krožke, tehniške dneve in druge zunajšolske dejavnosti.

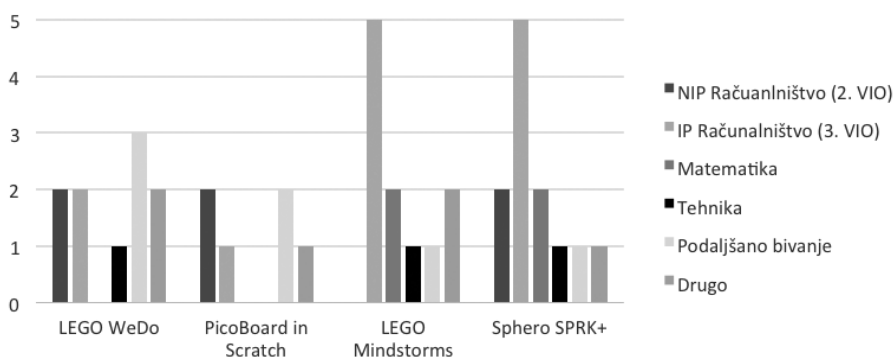


Diagram 2: Pri katerem predmetu bi uporabili posamezne pripomočke

Študenti so svoje poznavanje posameznih pripomočkov ocenili različno (diagram 3). Menijo, da LEGO Education WeDo dobro poznajo, čeprav smo mu v okviru projektnega dela namenili najmanj časa. Svoje poznavanje LEGO Mindstorms ocenjujejo kot srednje dobro do dobro. Svoje poznavanje Sphero SPRK+ ocenjujejo kot srednje dobro. Poznavanje PicoBoarda ocenjujejo kot slabo do srednje dobro. Slednjemu je bilo v pilotni posodobitvi namenjenega najmanj časa, poleg tega je bil na voljo le en PicoBoard s pripadajočo opremo, zato študenti niso imeli prave priložnosti, da bi se s PicoBoardom bolj spoznali in z njim samostojno ustvarili kakšen projekt.

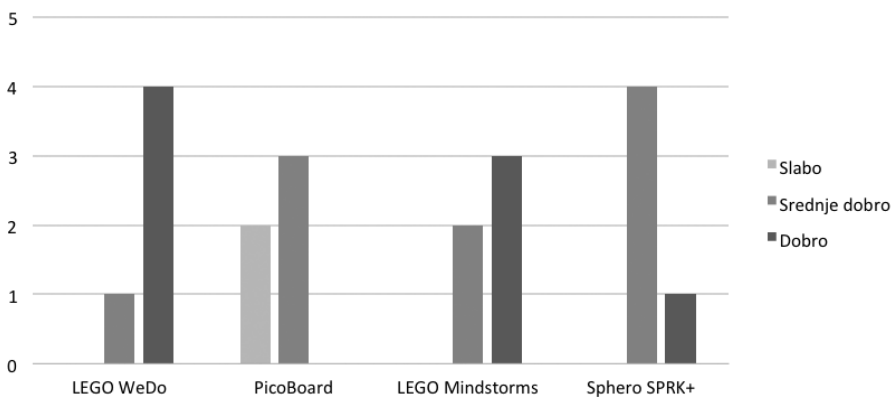
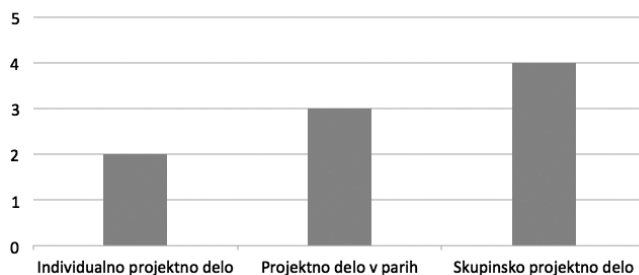


Diagram 3: Samoevalvacija študentov o stopnji poznavanja posameznih pripomočkov

Študenti so izpostavili, da bi s fizičnim računalništvom učence seznanili predvsem prek projektnega dela v skupinah ali dvojicah. Nekateri bi izvedli tudi individualne projektne delo (diagram 4).



*Diagram 4: Oblike dela, ki bi jih študenti uporabili pri spoznavanju fizičnega računalništva*

Mnenje študentov o izvedbi je večinoma pozitivno. Menijo, da so dobro spoznali osnove fizičnega računalništva. Menijo, da bi za bolj poglobljeno poznavanje in razmislek o uporabnosti pri pouku potrebovali več časa, vaj in projektnega dela v parih. Želeli so si več časa za delo z LEGO Mindstorms, predlagali so, da bi na fakulteti uvedli tekmovanje z LEGO Mindstorms, kot ga poznajo na Fakulteti za računalništvo in informatiko. Želijo si tudi bolje spoznati PicoBoard in Arduino.

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Programiranje fizičnih naprav ima motivacijsko vlogo v poučevanju. Študenti so prek dela v skupinah spoznali sodelovalno učenje z uporabo IKT. S programiranjem fizičnih naprav so študenti razvijali kompetence za reševanje problemov, kreativno mišljenje in kritično presojanje.

Posebno pozornost smo namenili razvoju kompetenc, povezanih s programiranjem fizičnih naprav. Naša opažanja so skladna z opažanji v raziskovalni literaturi. Čeprav je bil sprva eden poglobljenejših ciljev učenja programiranja v fizičnem računalništvu vizualizacija oziroma »konkretizacija podatkov« oziroma prikazovanje spremenljivk, se je pokazalo, da je na primer smer gibanja robota skoraj nemogoče prikazati. Meritve senzorjev, ki jih v programskem okolju prikažemo vizualno ali tekstovno, so v tem vizualizirane in so uporabne pri programiranju naprav (Mickel, 2015). Iz tega lahko sklepamo, da uporaba robotov ni ustrezen način vpeljave pojma spremenljivke. Ta ugotovitev je uporabna za učitelje računalništva v osnovnih in srednjih šolah.

Fizično računalništvo lahko v osnovno- in srednješolski pouk vključimo na različne načine: od uporabe robotov pri pouku do tehniških dni in krožkov oziroma interesnih dejavnosti. Roboti so primerni predvsem za medpredmetno povezovanje računalništva s poukom tehnike in tehnologije in fizike. LEGO Education WeDo lahko na primer pri tehniki in tehnologiji uporabimo pri razlagi prenosa gibanja z motorja prek polžastega gonila, jermena in zobnikov z upoštevanjem prestavnih razmerij. LEGO Mindstorms EV3 je uporaben pri tehniki in tehnologiji, saj lahko učenci svojega robota računalniško vodijo in krmilijo, kar je tudi eden od učnih ciljev učnega načrta za tehniko in tehnologijo. Še bolj do izraza pridejo roboti pri Robotiki v tehniki, ki je že v osnovi zasnovana kot interdisciplinarni predmet, ki povezuje tehniko, matematiko in računalništvo. Pri tem predmetu se učenci seznanijo z različnimi senzorji in njihovimi lastnostmi, robota sestavijo in sprogramirajo za opravljanje preproste naloge. Za ta namen so uporabni različni mikrokrmilniki kot na primer Arduino ali Micro:bit. Bot Sphero je primeren predvsem za medpredmetno povezovanje računalništva s fiziko, saj je treba za njegovo upravljanje poznati nekaj fizikalnih pojmov, kot so hitrost, pospešek, enakomerno in pospešeno gibanje. To so hkrati razlogi, zaradi katerih je Sphero zanimiv tudi za srednješolce. Vse omenjene fizične naprave so primerne tudi za spoznavanje na tehniških dnevih, saj zaradi svoje interdisciplinarne narave pripomorejo k zavedanju učencev, da se znanja med seboj povezujejo. Pri tem uporabljamo projektno delo in problemsko učenje, kar prispeva k dojetanju praktičnosti pridobljenega znanja in učence prek reševanja problema spodbuja h kreativnemu iskanju rešitev. Fizično računalništvo lahko učencem predstavimo tudi v obliki zunajšolskih interesnih dejavnosti oziroma poletnih šol (Slika 1), poznamo pa tudi različna osnovno-, srednje- in visokošolska tekmovanja v znanju s tega področja. Pri tovrstnih dejavnostih visokošolski učitelji in sodelavci lahko pomagamo kot izvajalci in mentorji, saj s tem prispevamo k popularizaciji računalniškega mišljenja v naši družbi. Izobraževanje v zvezi s fizičnim računalništvom je treba vključiti tudi v programe za nadaljnje izobraževanje in usposabljanje učiteljev.

Z izvedbo pilotnega projekta sva zadovoljni, saj sva študentom omogočili, da spoznajo tehnologijo, ki je trenutno aktualna pri pouku v šoli. Metode in oblike dela, ki sva jih uporabili, so študentom omogočile, da se sami seznanijo z novo tehnologijo, ki je za bodoče učitelje računalništva še kako aktualna. Študenti so se srečali s konstrukcionističnim pristopom k učenju, kar je prav tako aktualno tudi za spoznavanje fizičnega računalništva v razredu. Študenti so se v delo z roboti zelo vživeli, njihovi izdelki so raznoliki in uporabni tudi za nadaljnje delo z učenci.

Slabost, ki jo vidiva, je še vedno predvsem pomanjkanje opreme, ki bi študentom omogočala boljše spoznavanje posameznih pripomočkov. To je še zlasti vidno pri mikrokrmilnikih, konkretno pri PicoBoardu, saj sva imeli na voljo le enega. Študenti tudi zaradi pomanjkanja izkušenj ne vidijo njegove prave uporabne vrednosti za uporabo pri pouku. Podobna zgodba se pokaže pri LEGO Mindstorms EV3, saj imamo na fakulteti na voljo le tri komplete, kar pomeni, da sva morali zaradi velike skupine študentov, vzporedno s projekti z LEGO Mindstorms izvesti tudi projekte z LEGO Education WeDo, čeprav so ti časovno manj kompleksni kot prvi. Za projekt z LEGO Mindstorms EV3 bi potrebovali več kot šest šolskih ur, za LEGO Education WeDo pa so večini zadostovale tri šolske ure. Smiselno je razmisliti o tem, v kakšnem vrstnem redu izvesti posamezne projekte, katerim morda dati večji poudarek ter katerim nameniti več in katerim manj časa.

V prihodnje želiva ohraniti raznolikost pripomočkov, ki so jih študenti spoznali, in izbor dopolniti še s spoznavanjem mikrokrmilnikov v okviru vaj.

Želiva si, da bi imeli na voljo šest kompletov LEGO Mindstorms, saj bi tako lahko vsi študenti hkrati delali na tem projektu. To bi nam tudi omogočilo, da bi študenti lahko pripravili kakšno delavnico za osnovnošolce, za katero so sami izrazili željo. Med študenti se pojavlja tudi želja po izvedbi tekmovanja s kompleti LEGO Mindstorms na Pedagoški fakulteti. Nakup mikrokrmilnikov, kot so PicoBoard, Arduino, Makey Makey in Micro:bit, bi nam omogočil, da bi študenti dejansko spoznali, kako se procesirajo signali v računalniku, kako poteka komunikacija med mikrokrmilnikom, vhodnimi in izhodnimi napravami ipd. Marsikatera šola mikrokrmilnike že ima, največkrat Arduino in Micro:bit, zato bi tudi študenti računalništva morali poznati to tehnologijo.

Priložnosti je še veliko. Fizično računalništvo je prisotno tako v osnovnih in srednjih šolah kot tudi na nekaterih fakultetah. Uporablja se na različnih področjih, tako pri računalništvu in tehniki kot tudi pri dizajnu. Zaradi raznolikih možnosti uporabe bo fizično računalništvo zagotovo aktualno tudi v prihodnjih letih.

## Literatura

- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), 1–20.
- Bers, M. U. (2017). The Seymour test: Powerful ideas in early childhood education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 14, 10–14. doi:10.1016/J.IJCCI.2017.06.004
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., in Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145–157.
- Bukovec, M. (2018). *Uporaba LEGO Mindstorms EV3 robotov pri poučevanju fizičnega računalništva v slovenskih osnovnih šolah* [Diplomsko delo]. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta. Pridobljeno s [http://pefprints.pef.uni-lj.si/5316/1/MarusaBukovec\\_Diplomski\\_projekt.pdf](http://pefprints.pef.uni-lj.si/5316/1/MarusaBukovec_Diplomski_projekt.pdf)
- Grover, S., in Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
- LEGO Education. (2014). *A system for learning*. Pridobljeno s <https://le-www-lives.legocdn.com/sc/media/files/marketing-tools/lego-education-manifesto-d218aa7fac50c89c1b307b8f1ab94b16.pdf>
- Mickel, T. (2015). *Kids, coding, and connections: extending the ScratchJr programming environment to support wireless physical devices* [Magistrsko delo]. Massachusetts Institute of Technology. Pridobljeno s <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/106001#files-area>
- Moreno-Leon, J., Roman-Gonzalez, M., in Robles, G. (2018). On computational thinking as a universal skill: A review of the latest research on this ability. V *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (str. 1684–1689). Tenerife: IEEE. doi:10.1109/EDUCON.2018.8363437
- O’Sullivan, D., in Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. Boston, MA: Course Technology Press.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*. New York, NY: Basic Books, Inc.
- Papert, S. (2000). What’s the big idea? Toward a pedagogy of idea power. *IBM Systems Journal*, 39(3, 4), 720–729. doi:10.1147/sj.393.0720
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York, NY: Basic Books, Inc.
- Przybylla, M., in Romeike, R. (2014a). Key competences with physical computing. V *KEYCIT 2014: Key Competencies in Informatics and ICT* (str. 351–361). Pridobljeno s [https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/8290/file/cid07\\_S351-361.pdf](https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/8290/file/cid07_S351-361.pdf)

- Przybylla, M., in Romeike, R. (2014b). Physical computing and its scope--Towards a constructionist computer science curriculum with physical computing. *Informatics in Education*, 13(2), 241–254. doi:10.15388/infedu.2014.05
- Sentance, S., in Csizmadia, A. (2017). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. *Education and Information Technologies*, 22(2), 469–495. doi:10.1007/s10639-016-9482-0
- Shaer, O., in Hornecker, E. (2010). Tangible user interfaces: Past, present, and future directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 3(1–2), 4–137. doi:/10.1561/11000000026
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. doi:10.1145/1118178.1118215



## Z IKT podprta učna gradiva: računalniške izobraževalne igre

*Matej Zapušek, Jože Rugelj*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

V prispevku predstavljamo posodobitev in pilotno izvedbo predmeta Z IKT podprta učna gradiva, ki ga izvajamo na Pedagoški fakulteti UL na prvostopenjskem študijskem programu Dvopredmetni učitelj, smer Računalništvo z vezavami. Prenova je potekala v okviru posodobitve študijskih predmetov z uporabo IKT v pedagoških študijskih programih UL, katere namen je razvoj inovativnih učnih okolij za razvoj didaktičnih in IKT kompetenc bodočih učiteljev. Posodobitev je osnovana na izdelovanju izobraževalnih iger po metodi SADDIE, aktivnih oblikah in trialoških principih učenja. Izobraževalna igra, ki jo študenti zasnujejo in tudi izdelajo, je le stranski produkt zasledovanja pomembnejšega cilja, ki je učenje kompetenc, ki jih bodoči učitelji računalništva potrebujejo pri svojem delu. Evalvacija po končani izvedbi je pokazala, da študenti pripoznavajo prednosti z IKT podprtega učenja z vidika motivacije in kakovosti pridobljenega znanja. Ugotavljajo, da so se prek procesa izdelave izobraževalne računalniške igre po trialoških principih naučili več, kot bi se sicer. Prav tako so po končani izvedbi ponudili dobre predloge za vpeljavo IKT pri svojem bodočem delu, pri čemer se zavedajo, da morajo biti aktivnosti, podprte z IKT, skrbno načrtovane.

**Ključne besede:** inovativne didaktične metode, izobraževalne igre, učenje prek snovanja iger, trialoško učenje, IKT



## Uvod

Raziskovalna skupina Katedre za didaktiko računalništva na Pedagoški fakulteti se že dlje časa ukvarja s preučevanjem inovativnih oblik poučevanja in učenja z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) (Rugelj, 2013; ALICT, 2014; Project Creative Classroom, 2016). IKT v izobraževanju zajema uporabo raznolikega nabora tehnologij in virov za komuniciranje, ustvarjanje, shranjevanje in upravljanje informacij (Tinio, 2003), kar vključuje uporabo računalnikov, tablic in mobilnih telefonov, ustrezne programske opreme in interneta (Hepp, Hinostroza, Laval in Rehbein, 2004) v učnem procesu. Raziskave kažejo, da ustrezna integracija IKT v učni proces pripomore k izboljšanju rezultatov na standardiziranih testih, izboljšanju veščin pri reševanju problemov, pozitivno vpliva na motivacijo za učenje in omogoča ustvarjanje učnih vsebin in okolij, ki jih drugače ne bi mogli implementirati (Hew in Brush, 2007). S pomočjo IKT lahko ustvarimo učna okolja, ki omogočajo učencu, da kompleksne koncepte preučuje z različnih vidikov, hkrati pa se prilagodi njegovim individualnim posebnostim, kar posledično vodi v fleksibilnejše pridobivanje novih znanj (Sang, Valcke, Van Braak in Tondeur, 2010).

Ključno je, da vpeljave IKT ne razumemo le kot proces uvajanja tehnološke podpore ustaljenih načinov učenja in poučevanja, ampak da pomeni premik v paradigmi razumevanja pedagogike in učnih vsebin. Z uporabo tehnologije lahko v učni proces vključimo ideje konstruktivistične teorije učenja in s tem podpremo premik od tradicionalne pedagogike, pri kateri ima učitelj vlogo tistega, ki podaja znanje, učenci pa to znanje pasivno sprejemajo, na oblike dela, ki se osredinjajo na učenca in ga v učnem procesu postavljajo v aktivno vlogo (Tinio, 2003).

Učinkovita integracija IKT v izobraževalni sistem je kompleksen, večplasten proces, ki ne vključuje le zagotavljanja tehnične opreme, kar je razmeroma preprosto, ampak vključuje preoblikovanje kurikulumov in pedagogike, podporo ustreznih institucij, dolgotrajnega financiranja in predvsem skrbi za učitelje, da pridobijo ustrezne kompetence. Zgolj zagotovitev programske in strojne opreme namreč ni dovolj za uspešno integracijo IKT (Eteokleous, 2008). Učitelj mora znati izbrati ustrezno orodje za poučevanje točno določenih učnih ciljev, preoblikovati svoje dosedanje vire ter ustvariti nova učna okolja, tudi taka, ki snov približajo specifičnim skupinam učencev, in določiti strategije za aktivne oblike učenja (Wang, 2008). Raziskave kažejo, da so učitelji ključni člen pri uvajanju sprememb pri učenju oziroma poučevanju, saj je vpeljava IKT v šole neuspešna, če na šoli ni kritične mase učiteljev, ki so usposobljeni

za uporabo tehnologije in lahko s primeri dobrih praks in nudenjem pomoči pozitivno vplivajo na tiste, ki teh znanj še nimajo (Hepp idr., 2004).

Leta 2017 je Univerza v Ljubljani na javnem razpisu Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport dobila sredstva Evropskega socialnega sklada v programu Inovativne in fleksibilne oblike poučevanja in učenja v pedagoških študijskih programih, ki je namenjen modernizaciji poučevanja in učnih aktivnosti na članicah UL, ki ponujajo študijske programe, namenjene izobraževanju učiteljev. Te lahko pomembno prispevajo k razvoju veščin in znanja glede uporabe IKT v učnem procesu, ki jih morajo bodoči učitelji pridobiti med študijem.

V okviru projekta smo sodelujoči visokošolski učitelji in sodelavci oblikovali spremembe učnih metod pri predmetih, ki jih poučujemo, ter preizkusili implementacijo posodobitev predmeta s svojimi študenti. Prilagoditve predmetov so bile osredotočene na premišljeno uporabo IKT s ciljem, da bi bodoči diplomanti pridobili spretnosti in znanja za didaktično uporabo IKT v učnem procesu.

Za nas je bila to priložnost, da na podlagi ugotovitev iz dosedanjih raziskav (Zapušek in Rugelj, 2014; Rugelj, 2015) in izkušenj iz poletnih šol (ALICT, 2014) ter delavnic (Project Creative Classroom, 2016) pilotno prenovimo in izvedemo predmet Z IKT podprta učna gradiva, ki ga na Pedagoški fakulteti izvajamo v četrtem letniku prve bolonjske stopnje na študijskem programu Dvopredmetni učitelj, smer Računalništvo z vezavami. Študenti pri predmetu pridobivajo kompetence za snovanje in izdelavo večpredstavnih gradiv, prav tako pa tudi kompetence za delo v skupini, za reševanje problemov in kritično evalvacijo ustvarjenih gradiv.

Zanimalo nas je, kako bi lahko z uvedbo inovativnih didaktičnih metod, vpljavo aktivnih učnih oblik in uporabo principov trialoškega učenja vplivali na pridobivanje didaktičnih in IKT kompetenc pri študentih, bodočih učiteljih računalništva. Odločili smo se, da bodo morali tekom semestra zasnovati in izdelati izobraževalno računalniško igro, saj igre razumemo kot kompleksna učna gradiva, ki za svojo izdelavo zahtevajo veliko didaktičnega, hkrati pa tudi tehničnega znanja. Poleg tega nam omogočajo, da prek njih udeležimo konstruktivistična načela in oblikujemo aktivnosti, s katerimi lahko dosežemo višje taksonomske ravni znanja. Želeli smo, da v okviru projektnega skupinskega dela študenti z zasnovano in izdelavo izobraževalne igre pridobijo predvidene kompetence in s tem posredno vplivajo na postopno izboljševanje kakovosti učenja in poučevanja v slovenskih osnovnih in srednjih šolah.

## Metoda

V projektu smo posodobili in pilotno izvedli obvezni predmet Z IKT podprta učna gradiva – računalniške izobraževalne igre, ki ga izvajamo na Pedagoški fakulteti v četrtem letniku na študijskem programu Dvopredmetni učitelj, smer Računalništvo z vezavami. Sodelovalo je 12 redno vpisanih študentov. Delo je potekalo v štirih skupinah po tri člane. Študenti so pri svojem delu uporabljali naslednjo programsko opremo: program Zoho (b. d.), ki je namenjen vodenju projektov, Google Drive oziroma Dropbox za deljenje datotek, Facebook oziroma Google Chat za komuniciranje, eAdventure (2012) in Unity 3D (b. d.) za razvoj računalniške igre ter GitHub (b. d.) za beleženje verzij programske kode in drugih dokumentov, ki so jih skupaj kreirali in urejali.

V nadaljevanju bomo predstavili postopek izvedbe pilotne posodobitve predmeta.

### *Pilotna izvedba posodobljenega predmeta*

Predmet smo posodobili in modernizirali z vpeljavo aktivnih oblik učenja, v obliki projektnega dela v skupinah s po tremi študenti. Predmet je namenjen pridobivanju znanja o tem, kako lahko bodoči učitelji z uporabo IKT ustvarijo učna gradiva, ki omogočajo bolj kakovostno učenje in olajšajo razumevanje kompleksnejših učnih tem. Posledično učitelji lahko z njimi dosežajo boljše učne rezultate pri svojem pedagoškem delu.

Študenti so v okviru preнове predmeta morali zasnovati in izdelati izobraževalno računalniško igro, s katero so predstavili poljuben kompleksnejši koncept iz računalništva. Tako so morali integrirati teoretično znanje o izbrani računalniški temi, specifično didaktično znanje in tehnično znanje uporabe IKT.

### *Učenje prek snovanja in izdelave izobraževalnih iger*

Zasnova posodobitve je bila večplastna. Najprej smo želeli, da študenti spoznajo učni pristop poučevanja z izobraževalnimi računalniškimi igrami, ki ga razumemo kot inovativno učno metodo z uporabo IKT, ki pozitivno vpliva na motivacijo in učni učinek ter predstavlja manifestacijo idej konstruktivističnega učenja. Pri igranju je učenec postavljen v aktivno vlogo, v kateri premošča vrzel med teoretičnim znanjem in njegovo uporabo v praksi, tako, da se odloča, izbira, določa prioritete, rešuje probleme (Baptista in Vaz de Carvalho, 2010) in ustvarja nove vsebine. To ga mentalno spodbuja, da razvija

nova znanja in sposobnosti, prek skrbno izbranih aktivnosti, ki ponazarjajo logiko koncepta, pa ima možnost dosežati višje taksonomske ravni znanja, kot so analiza, vrednotenje in ustvarjanje. Izobraževalne igre ohranjajo motivacijo in ciljno usmerjenost tudi ob neuspehu, saj igralca na različne načine spodbudijo, da vedno znova poskusi doseči cilj. Pri tem mu zagotavljajo podporo v obliki namigov, delnih rešitev, gesel oziroma prilagoditev težavnosti z namenom ohranjanja pozornosti in napredka pri pridobivanju znanja. Dobra lastnost kakovostnih izobraževalnih iger je možnost personalizacije v smislu ponujanja različnih poti za doseganje istih ciljev, upoštevanja razlik v predhodnem znanju in splošnih sposobnosti igralcev (FAS, 2006).

Zasnova in razvoj kakovostne izobraževalne igre je eden najzahtevnejših primerov razvoja učnih gradiv, zato se nam je zdel najprimernejši za prenovo predmeta (Mitchell in Savill-Smith, 2014). Študentom omogoča, da prek procesa izdelave igre, ki ga morajo opraviti v celoti, od zasnove, tehnične implementacije in pozneje evalvacije ter prilagoditve, pridobijo širok nabor kompetenc, nujno potrebnih za kakovostno organizacijo in izvedbo z IKT podprtega pedagoškega dela. Izdelana igra zato ni edini in najpomembnejši rezultat dela pri predmetu, veliko pomembnejše so pridobljene kompetence in aktivnosti, ki se dogajajo med procesom zasnove in izdelave. Kompetence, za katere smo želeli, da jih študenti dosežejo, so naslednje:

- (1) zmožnost definiranja ustreznih učnih ciljev, konsistentnih z učnim načrtom;
- (2) izbira ustreznega učnega pristopa in njegova implementacija v učni proces;
- (3) priprava ustreznih povratnih informacij;
- (4) evalvacija pridobljenega znanja in učnega procesa;
- (5) sposobnost komuniciranja in sodelovanja s pomočjo digitalnih vsebin;
- (6) kreiranje in spreminjanje digitalnih vsebin;
- (7) poznavanje in upoštevanje avtorskih pravic ter
- (8) sposobnost reševanja konceptualnih problemov in problemov v digitalnih okoljih.

### ***Aktivne učne oblike in trialoško učenje***

Učni proces pri predmetu smo organizirali tako, da smo vpeljali aktivne oblike dela in učni proces zasnovali po trialoških principih, ki sta jih leta 2009 razvila finska psihologa Paavola in Hakkarainen (2009). Trialoško učenje je inovativna oblika računalniško podprtega sodelovalnega učenja, pri katerem študenti samostojno in sistematično razvijajo, spreminjajo oziroma kreirajo

artefakte. Trialoško učenje se osredotoča na interakcijo, ki se dogaja med procesom razvijanja konkretnih objektov (artefaktov), ne le na interakcijo med ljudmi ali dogajanjem v glavi posameznika. Trialoško učenje poteka v skupinah, saj predvideva, da lahko skupina študentov naredi več kot posameznik, prav tako je območje bližnjega razvoja neke skupine, torej tisto, kar se lahko skupina skupaj nauči, širše od območja bližnjega razvoja posameznika. Pri predmetu smo delo prilagodili tako, da smo študente razdelili v skupine po tri člane. Ker gre za študente v zadnjem letniku, smo jim prepustili, da so se poljubno razporedili po skupinah glede na njihove izkušnje s skupnim delom v predhodnih aktivnostih med študijem. Trialoško učenje zahteva od vsakega člana skupine, da oblikuje ideje, modele, prototipe in reprezentacije tako, da omogoči drugim, da nadaljujejo delo, saj lahko to pripomore k oblikovanju novih znanj in izboljšav artefaktov, ki jih kreirajo (Paavola, Lakkala, Muukkonen, Kosonen in Karlgren, 2011). To načelo smo upoštevali tako, da so v fazi zasnove igre ustvarili skupen dokument z uporabo storitve Google Drive, v katerem je bilo mogoče slediti spremembam in komentarjem posameznih članov. Vsaka sprememba, ki jo je posameznik naredil v dokumentu, je bila takoj vidna vsem drugim, tako da so jo lahko komentirali, spremenili oziroma nadaljevali delo. Pri programiranju so uporabljali storitev GitHub, ki je namenjena enostavnejšemu sledenju sprememb pri pisanju programske kode, še zlasti pa je koristna, če na istem projektu dela več programerjev.

### *Metoda za razvoj izobraževalnih iger – SADDIE*

Študenti so izdelovali igre po metodi SADDIE, ki je akronim, sestavljen iz angleških poimenovanj posameznih faz: specifikacija (Specification), analiza (Analysis), zasnova (Design), izdelava (Development), implementacija (Implementation) in evalvacija (Evaluation). Metodo smo razvili na Katedri za didaktiko računalništva na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani (Rugelj, 2015; Zapušek in Rugelj, 2014). Osnovana je na modelu ADDIE (Kurt, 2017), ki ga je ameriška vojska razvila v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja kot model za pripravo izobraževalnih gradiv (Forest, 2018). Posamezne faze smo prilagodili razvoju izobraževalnih iger in dodali fazo specifikacije, ki je namenjena definiranju didaktičnih izhodišč, saj je za naše študente pomembno, da pridobijo kompetence, kako izbrati ustrezne učne cilje ter jih povezati z ustreznim učnim pristopom in mehaniko igre v format izobraževalne igre.

V fazi **specifikacije** morajo študenti najprej identificirati težavne učne vsebine, s katerimi imajo učenci najpogosteje težave. Sledi izbor učnih ciljev iz učnega načrta za neobvezni izbirni predmet Računalništvo, če pa izbrana

tematika v obstoječem učnem načrtu ni zajeta, definirajo svoje. Nato okvirno določijo scenarij igre, ki ga na kratko opišejo. Sledi premislek o motivacijskih elementih, ki jih bodo vključili v igro, nato določijo specifične učne metode za doseganje učnih ciljev, opredelijo, kako bodo formativno in sumativno preverjali oziroma ocenjevali znanje, premislijo, kakšna bo interakcija med učencem in igro, ter izberejo način in raven podajanja povratnih informacij. Faza specifikacije se zaključi z izbiro načina, kako lahko končano igro vključimo v učni proces: ali je predvidena kot uvodna motivacija v novo snov, da jo učitelj uporabi za razlago novih pojmov in konceptov, za samostojno učenje, za utrjevanje znanja in ponavljanje, za pomoč pri učenju doma ali kot dodatna učna dejavnost.

Sledi faza **analize**, v kateri študenti zberejo in analizirajo vse relevantne informacije za izdelavo igre. Skrbno premislijo o razpoložljivih virih v smislu strojne in programske opreme ter znanj, ki jih imajo oziroma jih lahko v času izdelave pridobijo, da lahko uspešno dokončajo projekt. Nato določijo, kdo so predvideni uporabniki igre, in primerno raven zahtevnosti. Temu sledi analiza učnih ciljev, študenti morajo tako določiti tip znanja, ki ga bodo prek igre podajali. Tip znanja določijo po Kappu (2012), ki znanje razvršča na deklarativno, konceptualno, temelječe na pravilih, proceduralno znanje in na mehke veščine. Vsakemu od učnih ciljev določijo pričakovano taksonomsko raven znanja po Bloomovi digitalni taksonomiji (Churches, 2008). Na podlagi analize naredijo načrt za ostale faze.

V fazi **zasnove** glede na izbran didaktični pristop, tip znanja in taksonomski nivo učnih ciljev določijo zgodbo, izzive in aktivnosti v igri. Napišejo podroben scenarij, ki spominja na scenarij, ki ga pišejo za filmsko produkcijo, saj morajo zelo natančno opisati scenografijo, osebe, ki se bodo pojavile v igri, dialoge, aktivnosti in naloge. Sledi najbolj ključen del v celotnem procesu zasnove izobraževalne igre, ki vpliva na to, ali bo igra zanimiva za učence in bo hkrati učno učinkovita. Gre za povezovanje učnih ciljev s cilji igre na način, da je logika koncepta, ki ga želijo naučiti, vgrajena v mehaniko aktivnosti v igri. Tako omogočijo, da lahko učenci dosegajo višje taksonomske ravni znanja po Bloomovi digitalni taksonomiji.

V prejšnjih dveh fazah pripravijo vse potrebno za začetek faze **izdelave**. V tej fazi izdelajo scene, artefakte, s posebno programsko opremo izrišejo animacije za glavno in stranske osebe v igri, naredijo uvodno, zaključno in vmesne animacije, prav tako pa posnamejo glasbo, govor in zvoke. Igro nato sprogramirajo v izbranem programskem okolju, namenjenem programiranju

računalniških iger. Študentom smo ponudili okolja, ki omogočajo, da se lahko v času trajanja predmeta čim bolj posvetijo didaktičnim vidikom, prilagojena programska oprema pa omogoči čim bolj preprosto tehnično realizacijo iger.

**Implementacija** je v kontekstu našega modela uporaba izobraževalne igre v procesu učenja. Študenti za svoje igre, ki so jih zasnovali in izdelali, v tej fazi pripravijo t. i. pedagoški paket, ki vsebuje vsa potrebna navodila za vključitev igre v pouk. To so vse aktivnosti, ki jih je treba izvesti z učenci pred uporabo igre, med igranjem igre in po igranju. Način vključitve iger v pouk je odvisen od več faktorjev in je specifičen za vsako igro (Rugelj, 2015).

Zadnja faza je faza **evalvacije**, v kateri študenti izvedejo testiranja in ocenjevanja iger med skupinami in pozneje z učenci na pedagoški praksi, ki jo morajo v okviru predmeta opraviti na izbrani osnovni oziroma srednji šoli.

Vse faze projektne dela študenti dokumentirajo in projektno dokumentacijo skupaj z izdelano igro predložijo ob koncu projekta v ocenjevanje. Med izvajanjem projekta študenti v skupinah pišejo dnevnik, v katerem poročajo predvsem o dogajanju v skupini, o delitvi in organizaciji dela ter drugih podrobnostih, ki izvajalcem omogočajo vpogled v dinamiko timskega dela ter zaznavo morebitnih problemov, ki se ob tem pojavljajo, in da po potrebi lahko izvedejo ustrezno intervencijo. Hkrati je tak dokument tudi pomembna osnova za ocenjevanje dela posameznikov v skupini.

### ***Uporabljena IKT***

Pri pilotu smo uporabili programska orodja, namenjena razvoju iger. Ponudili smo dve orodji, ki sta se med seboj razlikovali po kompleksnosti uporabe in številu funkcionalnosti. Prvo orodje, ki smo ga ponudili, je bilo eAdventure. Orodje eAdventure je odprtokodni program za operacijska sistema Windows in Mac, ki ga je na Univerzi v Madridu razvila raziskovalna skupina e-UCM, ki se sicer ukvarja z razvojem resnih iger za izobraževanje in zdravstveno nego. Program je namenjen izdelavi pustolovskih *pokaži in klikni* iger, ki temeljijo na zanimivi zgodbi, pobiranju in uporabi predmetov, reševanju ugank in bogatih dialogih. Program eAdventure je zelo preprost za uporabo, ne zahteva programerskega predznanja in zelo poenostavi izdelavo igre. Njegova največja pomanjkljivost je omejen nabor funkcionalnosti, saj ne podpira niti bolj osnovnih, kot so na primer vnos besedila, generiranje naključnih števil in terminalski način vpisovanja ukazov. Igro je mogoče izvoziti le kot datoteko .jar, ki za zagon zahteva nameščen programski jezik Java.

Drugo orodje, ki smo ga predlagali študentom, je Unity. To je program za operacijska sistema Windows in Mac, namenjen izdelavi kompleksnih iger, in zahteva dobro predznanje programskega jezika C# ali Java. Z njim je mogoče izdelati 2D- ali 3D-igre poljubnega žanra in zahtevnosti. V orodju je mogoče implementirati poljubne funkcionalnosti, hkrati pa ponuja veliko število že napisanih skript, s katerimi si prihranimo čas. Unity je plačljiv le za tiste razvijalce, ki igre razvijajo komercialno, za druge uporabnike pa je brezplačen.

## Rezultati z razpravo

### *Projekti, ki so jih študenti izdelali v okviru predmeta*

V okviru pilotne izvedbe predmeta so študenti v skupinah izdelali štiri igre: *History Journey*, ki je namenjena učenju blokovnega programiranja, *Gremo na morje*, ki združuje koncepte naslavljanja na lokalnih računalniških omrežjih in preusmerjanja paketkov na usmerjevalnikih, *Božičkov raj*, ki uči algoritmično razmišljanje, ter *Mumian*, s katero lahko učenci spoznajo osnove šifriranja.

Izpostavili bi dva projekta, *History Journey* in *Gremo na morje*, ki sta vsak na svojem področju preseгла zahteve predmeta in izkazala odličnost.

*History Journey* je vrhunsko izdelana 3D-igra, v kateri se igralci učijo blokovnega programiranja. Zgodba se začne pri pouku zgodovine, ko nas čarovnija prestavi v virtualni svet, ki spominja na deželo, sestavljeno iz kock, iz nje pa lahko pridemo z reševanjem problemskih situacij, pri čemer so naše izrazno sredstvo bloki kode z različnimi akcijami. Igra ima privlačno zgodbo, izdelana je brezhibno, uporablja kompleksne 3D-modele, ki so jih avtorji izdelali sami, za videosekvence pa so uporabili tehniko *stop motion*.

*Gremo na morje* pa je igra, ki nas je navdušila s svojim inovativnim pristopom k poučevanju razmeroma zahtevne teme, tj. preusmerjanja podatkovnih paketkov prek omrežja. To ponazori s primerom iskanja poti po mestu, kjer je naš cilj, da zberemo vse potrebščine za izlet na morje. Igra inovativno združuje učne cilje s cilji igre, saj ob usmerjanju prek mesta hitro dojamemo logiko preusmeritev v križiščih.

Menimo, da smo z uporabo trialoške metode poučevanja zadostili zahtevnim učnim ciljem predmeta in jih tudi preseгли. Študenti so bili izredno motivirani za delo, saj so igro najprej sami zasnovali in pozneje tudi implementirali,



hkrati pa so dosegli vse predvidene študijske rezultate. Prednosti pristopa so se pokazale v tem, da so bili študenti ves čas aktivno vključeni v učni proces prek kreiranja izobraževalne igre, prav tako so bili vpeti v različne medsebojne interakcije. Ko je igra nastajala, so bili motivirani za dodatni študij, ki jim je omogočal bolj kakovostno implementacijo idej, veliko časa in razmisleka so vložili v snovanje zgodbe in povezovanje učnih ciljev s cilji igre, se ob tem učili načrtovanja, prilagajanja, upoštevanja rokov in medsebojne pomoči. Menimo, da bi s katero koli drugo metodo težko enakovredno dosegli raven predvidenih učnih ciljev, zato smo z izvedbo zadovoljni. Kot morebitno slabost, ki se je izkazala med procesom implementacije, smo zaznali preveliko kompleksnost programa Unity, ki je od študentov zahteval veliko dodatnega študija. Obvladovanje takega programa, kot je Unity, je mogoče le za študente računalniške smeri, ki imajo dobro programersko predznanje.

Največja prednost, ki jo vidimo pri naši izvedbi, je uporaba trialoške metode tudi pri drugih ustreznih predmetih, saj je pedagoški izkoristek metode za doseganje podobnih učnih ciljev navdušujoč.

### ***Konkreten primer iz faz specifikacije in analize pri igri History Journey***

Z željo, da bi ilustrirali vsebino faz, v katerih je pomemben didaktičen premislek, tj. specifikacije in analize, na konkretnem primeru, predstavljamo ti fazi za igro History Journey. V okviru specifikacije so se študenti v tej skupini odločili, da bodo za učno temo izbrali blokovno programiranje. Svojo izbiro so argumentirali z opažanji oziroma dosedanjimi izkušnjami, ki so jih pridobili pri sodelovanju na poletnih šolah za računalništvo, kjer so opazili, da imajo otroci, čeprav gre za učence, ki jim je računalništvo zanimivo in všeč, po navadi težave pri algoritmičnem načinu razmišljanja, potrebnem za programiranje. Pri tem načinu razmišljanja imamo na voljo nabor izraznih stavkov (ukazov), ki jih moramo kombinirati v rešitev problema. Ukazi se izvajajo drug za drugim, zato se je treba na tak zaporeden način razmišljanja privaditi. Učni cilji, za katere so želeli, da bi jih učenci usvojili z igranjem igre, so naslednji: (1) učenec zna rešitev za vsakdanji problem zapisati kot zaporedje korakov, (2) učenec zna z algoritmom predstaviti preprosto opravilo, (3) učenec zna opisati algoritem z uporabo navodil v preprostem jeziku, (4) učenec zna primerjati različne algoritme, ki rešijo isti problem, in ve, kateri je najustrežnejši glede na dana merila. Motivacijski elementi, ki so jih vključili v igro, so animacija stop-motion (animacija, pri kateri ustvarijo sceno v realnem svetu s pomočjo kock, nato pa dele scene premikajo in sproti fotografirajo ter pozneje

na računalniku z uporabo ustrezne programske opreme izdelajo animacijo), zanimiva zgodba (potovanje v preteklost, obisk starega Egipta), privlačna grafika (digitalno sestavljanje modelov iz kock), 3D odprt svet in problemsko zasnovane aktivnosti v igri. Pri določanju metod za doseganje učnih ciljev so se odločili za metode razlage, razgovora, praktične uporabe in demonstracije.

V fazi analize so najprej razmislili o razpoložljivih virih in ugotovili, da bodo lahko igro implementirali s programom LeoCAD (b. d.), ki jim omogoča izdelavo likov in drugih objektov s pomočjo sestavljanja kock. Prednost orodja so videli v tem, da lahko izdelan model izvozijo direktno v programsko orodje Unity 3D, pri čemer se avtomatično določi mreža objekta, ki omogoča detekcijo robov oziroma prekrivanja elementov. Če orodje te funkcionalnosti ne bi omogočalo, bi imeli ogromno dela z določanjem mrež. Za animacijo stop-motion so načrtovali uporabo realnih kock; predvideli so strojno in programsko opremo za snemanje in obdelavo zvoka. Za izdelovanje slik ozadij, oseb in predmetov v igri so predvideli uporabo odprtokodnih programov, kot so Krita, Gimp in Inkscape.

Igro so zasnovali za učence druge triade v osnovni šoli, za uporabo v šoli ali doma. Pri analizi učnih ciljev so za tip znanja določili proceduralno znanje, saj mora igralec pri reševanju nalog ugotoviti pravilno zaporedje korakov. Kot pričakovane taksonomske ravni znanja so določili razumevanje, analizo in uporabo. Za tehniko igre pa so izbrali sledenje navodilom, sestavljanje s pomočjo blokov in dialoge.

### ***Povezovanje učnih ciljev s cilji igre***

Povezovanje učnih ciljev s cilji igre je najpomembnejši del zasnove izobraževalne igre. Od tega sta odvisna učni učinek in privlačnost za igranje. Treba je paziti, da koncepti, ki jih predstavimo v obliki igre, učencev ne zmedejo, ko jih ne znajo povezati nazaj v realne situacije. Za najboljši primer povezave učnih in ciljev igre ocenjujemo projekt Gremo na morje, pri katerem so študenti to naredili na naslednji način: učni cilj, »učenec ve, kaj je pomen IP naslova«, so v igri predstavili s primerom hišnih števil v mestu. Hiše imajo vlogo naprav na lokalnem računalniškem omrežju, ceste med njimi predstavljajo povezave, križišča pa so analogija za usmerjevalnike, kjer se je treba odločiti, katero pot bomo izbrali. Vsaka hiša ima, podobno kot naprava na omrežju, svoj naslov, sestavljen iz imena ulice, ki konceptualno predstavlja naslov omrežja, hišna številka pa ima vlogo številke naprave na omrežju. Učni cilj »učenec ve, kaj je naloga DNS strežnika«, so povezali z zgodbo igre tako, da se izdelek, ki ga

želimo kupiti v trgovini, pretvori v številko trgovine, kjer ga lahko kupimo. Najpomembnejši učni cilj »učenec ve, kako usmerjevalniki določijo pot po omrežju«, pa so integrirali v samo mehaniko aktivnosti v igri – na vsakem križišču se določi ustrezna pot po algoritmu, ki se uporablja v usmerjevalnikih. Čeprav je algoritem kompleksen in otroku v drugi triadi težko razumljiv, ga prek kolesarjenja skozi križišča hitro usvoji in mu postane logičen, saj lahko v njem prepozna ponavljajoč se vzorec.

### *Evalvacija pilotne izvedbe predmeta*

V zaključni evalvaciji predmeta je sodelovalo 11 od 12 študentov. Iz njihovih odgovorov na vprašanja, ki smo jim jih zastavili prek spletnega vprašalnika, smo dobili pomembne informacije, saj so na vprašanja odgovarjali zelo izčrpno. Vprašalnik je bil sestavljen iz vprašanj odprtega tipa in trditev po Likertovi petstopenjski lestvici. Zlasti pri vprašanjih odprtega tipa so odgovarjali izčrpno, zato smo prek odgovorov pridobili veliko pomembnih informacij. V prvem delu vprašalnika nas je zanimalo, ali so boljše razumeli vsebino predmeta, ker je bil podprt z IKT. 70 % jih je odgovorilo, da se strinjajo oziroma povsem strinjajo ( $M = 3,8$ ,  $SD = 1,1$ ), kar ocenjujemo kot dober rezultat. Nato smo jih spraševali o kakovosti in učinkovitosti implementacije učnih aktivnosti, ki so ju ocenili s povprečno oceno 4,0. Rezultati kažejo, da so študenti ovrednotili učinkovitost aktivnosti kot zelo dobro, saj nihče od njih ni bil nezadovoljen. Podobne rezultate smo dobili pri vprašanju, ki je ugotavljalo odnos študentov do uporabe IKT pri predmetu ( $M = 3,9$ ,  $SD = 0,9$ ). Pri zadnjem vprašanju tega tipa nas je zanimalo, kako ocenjujejo uspešnost izvajalcev pri integriranju IKT v implementaciji predmeta, rezultati pa so bili prav tako zelo dobri ( $M = 4,3$ ,  $SD = 0,7$ ).

Preostala vprašanja so bila odprtega tipa. Tako smo dobili kvalitativne podatke o mnenjih in izkušnjah študentov. Med ključnimi prednostmi uporabe IKT pri predmetu so izpostavljali možnost aktivne komunikacije med člani skupine na spletu, saj se zaradi tega ni bilo treba fizično sestajati. Študenti v zadnjem letniku nimajo predavanj vsak dan in so iz različnih krajev Slovenije, zato jim je spletna komunikacija delo na projektu zelo olajšala. Med pozitivne izkušnje so prištevali tudi praktično uporabo programskih orodij za izdelovanje igre, programske opreme za digitalno risanje in ustvarjanje animacij ter programov za snemanje in obdelavo zvoka. Ocenili so, da so se tako naučili veliko več, kot če bi funkcionalnosti programov študirali na umetno ustvarjenih problemih. Povedali so, da jih je za učenje naprednih funkcionalnosti in za samostojno raziskovanje motiviralo dejstvo, da so lahko z naprednejšimi

tehnikami izboljšali končni izdelek. V uporabi IKT so tako prepoznali obogatitev poučevanja in učenja, saj so ugotovili, da pozitivno vpliva na motivacijo za delo. Mnogi od njih so v svojih odgovorih izpostavljali, da jim je bilo zelo všeč, da so med učnim procesom samostojno izdelali izobraževalno računalniško igro, ki so jo nato ponudili na spletnih straneh fakultete ter s tem dali svoj izdelek v uporabo učencem, učiteljem in drugim zainteresiranim. Pri projektu so uporabljali storitve v oblaku, za katere so ugotavljali, da so jim zelo olajšale delitev datotek, spremljanje poteka implementacije posameznih delov igre in beleženje verzij.

Na koncu vprašalnika so navedli predloge za izboljšanje predmeta v prihodnje, pri čemer so povedali, da so pri predmetu pridobili veliko uporabnih znanj o najsodobnejši programski opremljeni in da bi bilo zaradi tega koristno seznam uporabljene programske opreme vsako leto posodabljati z aktualnimi različicami oziroma programi. Izrazili so željo po večjem številu aktivnosti pri snemanju in obdelavi videoposnetkov in animacij ter več možnosti pri izbiri programskega orodja za izdelavo iger. Pri predmetu smo jim namreč ponudili dve orodji, eAdventure in Unity 3D. Prvo je bilo preveč enostavno za implementacijo vseh aktivnosti, ki so jih želeli vključiti v igro, drugo pa je zahtevalo veliko časa za učenje. Predlagali so, da bi poiskali orodje, ki bi bilo po merilih funkcionalnosti in kompleksnosti uporabe nekje vmes med ponujenima orodjema. Izrazili so tudi željo po sodelovanju s študenti z drugih predmetnih področij, da bi tako povečali interdisciplinarnost pri razvoju iger. To ocenjujemo kot zelo dober predlog, ki ga bomo v naslednjih študijskih letih skušali uresničiti.

Študenti so največ odgovorov navedli pri predlogih, kako bi IKT uporabili pri doseganju učnih ciljev v učnem načrtu za osnovne in srednje šole. Večina jih meni, da bi lahko IKT uporabili pri vsaki temi, iz odgovorov pa je razvidno, da se zavedajo, da morajo biti take aktivnosti skrbno načrtovane. Poudarjali so namreč, da se jim zdi uporaba IKT smiselna, če podpira učenje in pripomore k boljšemu doseganju učnih ciljev. Pri konkretnih predlogih so opisali možnost uporabe IKT pri astronomiji, saj bi lahko z animacijami ponazorili premikanje planetov, s programsko opremo za opazovanje zvezd pa bi lahko iskali zanimive konstelacije na nebu. Glede uporabe izobraževalnih iger pri ponazarjanju kompleksnih konceptov in procesov pa vidijo prednost v možnostih modeliranja, manipuliranja in opazovanja sistema. Iz odgovorov je razvidno, da vedo, da lahko z izobraževalnimi igrami ustvarimo scenarije, s katerimi olajšamo razumevanje kompleksnih tem, ki so za učence običajno težke.

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Ob zaključku pilotne izvedbe predmeta Z IKT podprta učna gradiva smo s študenti opravili pogovor. Iz njihovih odgovorov lahko zaključimo, da so bili zelo motivirani, da bi izdelali čim boljšo igro, in so zato preštudirali dodatna gradiva, uporabljali alternativne vire ter se učili kompleksnejših funkcionalnosti programov, ki so jim omogočale implementacijo njihovih zamisli. Všeč jim je bilo, da so lahko doživeli celoten proces zasnove in izdelave tako kompleksnega učnega gradiva, kot je izobraževalna igra, ter se s tem naučili dela v skupini, načrtovanja dela, usklajevanja, sodelovanja in medsebojne pomoči.

Rezultati evalvacije kažejo, da smo z vpeljavo trialoških principov učenja zadostili vsem učnim ciljem predmeta in jih celo preseгли. Študenti so bili med delom zelo motivirani, saj so samostojno izdelali svojo izobraževalno igro vse od didaktične zasnove do tehnične implementacije ter so tako usvojili kompetence, ki so predvidene v učnem načrtu. Prednost trialoškega pristopa se je pokazala v tem, da so študenti ves čas aktivno sodelovali v učnem procesu in bili ves čas v medsebojni interakciji, z izvajalci in igro, ki so jo izdelovali. V procesu implementacije so igro ves čas izboljševali in prilagajali novim idejam, ki so se jim porajale med delom. Menimo, da bi s kakšno drugo metodo težko dosegli enako stopnjo angažiranosti, motiviranosti in posledično uspešnosti doseganja učnih ciljev predmeta.

Eden od problemov, ki smo ga opazili med fazo implementacije, se nanaša na kompleksnost programa Unity 3D, ki je od študentov zahteval veliko dodatnega študija, včasih tudi na škodo bolj poglobljene didaktične zasnove. Odločili smo se, da bomo v prihodnje uporabili orodje za izdelavo iger Visionare Studio (b. d.), ki predstavlja vmesno stopnjo med enostavnim orodjem eAdventure in kompleksnim Unity 3D. To orodje je prilagojeno izdelovanju pustolovskih iger tipa »pokaži in klikni«, za uporabo ne zahteva programerskega predznanja, ponuja širok nabor funkcionalnosti, ki jih je mogoče preprosto vključiti v igro, poleg tega pa ima možnost pisanja programske kode, kar omogoča prilagajanje obstoječih in razvoj lastnih funkcionalnosti.

V prihodnje načrtujemo povezovanje aktivnosti pri predmetu z drugimi predmeti in študijskimi smermi, saj menimo, da bi lahko tako omogočili lažje deljenje idej, veščin in znanja. Menimo, da je trialoški učni pristop primeren tudi za mnogo drugih predmetov, saj združuje vrsto pomembnih elementov, ki jih pričakujemo od sodobnega učnega procesa.

## Literatura

- Baptista, R., in Vaz de Carvalho, C. (2010). Role play gaming and learning. *Learning Technology*, 12(1), 26–28.
- Churches, A. (4. 1. 2008). *Bloom's taxonomy blooms digitally*. Pridobljeno s <https://www.techlearning.com/news/bloom39s-taxonomy-blooms-digitally>
- eAdventure*. (2012). Pridobljeno s <http://e-adventure.e-ucm.es/>
- EEA Grants and Norway Grants. (b. d.). *ALICT - Active learning with information and communication technology*. Pridobljeno s <https://eeagrants.org/project-portal/project/SI04-0048>
- Eteokleous, N. (2008). Evaluating computer technology integration in a centralized school system. *Computers & Education*, 51(2), 669–686.
- FAS. (2006). *Harnessing the power of video games for learning. Summit on educational games*. Washington, DC: Federation of American Scientists. Pridobljeno s [http://www.informalscience.org/sites/default/files/Summit\\_on\\_Educational\\_Games.pdf](http://www.informalscience.org/sites/default/files/Summit_on_Educational_Games.pdf)
- Forest, E. (2018). *The ADDIE Model: Instructional Design. Frameworks and Theories*. Pridobljeno s <https://educationaltechnology.net/the-addie-model-instructional-design/>
- Hepp, P., Hinostroza, J. E., Laval, E., in Rehbein, L. (2004). *Technology in schools: Education, ICT and the knowledge society* (str. 30–47). Washington, DC: World Bank. Pridobljeno s <http://documents.worldbank.org/curated/en/546761468765300173/Technology-in-schools-education-ICT-and-the-knowledge-society>
- Hew, K. F., in Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223–252.
- GitHub*. (b. d.). Pridobljeno s <https://github.com/>
- Hakkarainen, K., in Paavola, S. (2009). Toward a dialogical approach to learning. V B. Schwarz, T. Dreyfus in R. Hershkowitz (ur.), *Transformation of knowledge through classroom interaction* (str. 65–80). London, UK, in New York, NY: Routledge.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction*. San Francisco, CA: Wiley.
- Kurt, S. (29. 8. 2017). *ADDIE model: Instructional design*. Pridobljeno s <http://educationaltechnology.net/the-addie-model-instructional-design>
- LeoCAD*. (b. d.). Pridobljeno z <https://www.leocad.org/>
- Mitchell, A., in Savill-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for*

*learning: A review of the literature*. London, UK: Learning and Skills Development Agency.

- Paavola, S., Lakkala, M., Muukkonen, H., Kosonen, K., in Karlgren, K. (2011). The roles and uses of design principles in a project on dialogical learning. *Research in Learning Technology*, 19(3), 233–246.
- Project creative classroom*. (8. 6. 2016). Pridobljeno s <https://creativeclassroomproject.wordpress.com>
- Rugelj, J. (2013). Transition to open and flexible learning in traditional national university. V *The Open and Flexible Higher Education Conference, 23-25 Oct 2013* (str. 330–335). Pariz: European Association of Distance Teaching Universities. Pridobljeno s <http://oro.open.ac.uk/39101/1/eadtu%20annual%20conference%202013%20-%20proceedings.pdf>
- Rugelj, J. (2015). Serious computer games design for active learning in teacher education. V C. Carvalho, P. Escudeiro in A. Coelho (ur.), *Serious games, interaction, and simulation. Lecture notes of the institute for computer sciences, social informatics and telecommunications engineering*, vol. 161 (str. 94–102). Dordrecht: Springer.
- Sang, G., Valcke, M., Van Braak, J., in Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers & Education*, 54(1), 103–112.
- Tinio, V. L. (2003). *ICT in education*. Kuala Lumpur, Malaysia: United Nations Development Programme-Asia Pacific Development Information Programme.
- Unity 3D*. (b. d.). Pridobljeno s <https://unity3d.com/>
- Visionare Studio*. (b. d.). Pridobljeno s <https://www.visionaire-studio.net/>
- Zapušek, M., in Rugelj, J. (2014). Achieving teachers' competences in the serious game design process. V C. Busch (ur.), *Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning: 9-10 October 2014*, vol. 2 (str. 662–665). Berlin: Academic Conferences and Publishing International.
- Zoho*. (b. d.). Pridobljeno s <https://www.zoho.com/>
- Wang, Q. (2008). A generic model for guiding the integration of ICT into teaching and learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), 411–419.

## Uporaba IKT orodij na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo

*Helena Gabrijelčič Tomc, Urška Stankovič Elesini, Deja Muck, Bojana Boh Podgornik, Danica Dolničar in Jure Ahtik*

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta

### Povzetek

Uporaba IKT je za današnje generacije študentov, ki odraščajo v svetu digitalizacije, samoumevni del vsakdanjega življenja. Temu mora slediti tudi izobraževalni sistem, čeravno računalniška pismenost in sposobnost mladih za uporabo IKT še ne zagotavljata informacijske pismenosti, ki je ena ključnih kompetenc informacijske družbe 21. stoletja. Na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo uporabljamo različna IKT orodja, saj so študenti z njihovo uporabo bolj motivirani za sodelovanje v študijskem procesu. Uporabljena orodja med seboj ne tvorijo poenotene sistema, vendar pa sama zase zagotavljajo ustrezno komunikacijo med študenti in zaposlenimi. V prispevku so predstavljena spletna orodja in okolja, ki jih uporabljamo pri različnih predmetih. Analizirali smo njihovo uporabnost z vidika učiteljev in tudi študentov. Pogosto uporabljena so na primer Googlova orodja, Dropbox in druge storitve v oblaku, ki omogočajo študentom ustvarjanje skupnih idejnih in informacijskih prostorov z dodano vsebinsko in sporočilno vrednostjo. Pogosta oblika dela na katedri je projektno delo, zato smo v ta namen uporabili tudi orodje Discord, ki omogoča skupinsko delo ter neposredno komunikacijo med uporabniki, dodelitev uporabniških vlog in deljenje gradiv. Z vidika učiteljev je predstavljena uporabnost odprtokodnega sistema za upravljanje učenja Moodle, katerega vtičniki omogočajo vključevanje interaktivnih vsebin, spremljanje aktivnosti študenta in igrifikacijo. Raznolikost orodij pomeni za študente motivacijo, pomeni pa tudi ustrezno prilagajanje na različne sisteme in posledično negodovanje. Prav zato želimo na katedri ustvariti skupno platformo/ učilnico, prek katere bomo učitelji in tudi študenti lahko dostopali do dokumentov, aplikacij, medsebojno komunicirali itd. Smernice za tako platformo in iskanje prave rešitve smo postavili s pričujočo raziskavo.

**Ključne besede:** digitalni komunikacijski medij, informacijsko-komunikacijska tehnologija, spletna orodja, spletna okolja



## Uvod

V strategiji razvoja informacijske družbe do leta 2020 (Digitalna Slovenija 2020, 2016) je navedeno, da je »šolajoča se mladina izvorno digitalno pismena in upravičeno pričakuje ustrezno sodobno šolsko okolje«. Prav tako je navedeno, da bo tisti »učni proces, ki bo temeljil na večji uporabi možnosti, ki jih omogoča informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT) pri procesih izobraževanja, prispeval k večji motivaciji in aktivaciji uporabnikov, tj. učencev, dijakov, študentov in udeležencev v izobraževanju odraslih«. Seveda pa strategija omenja tudi učitelje. Namreč, »na področju izobraževanja se kot ključna izhodišča navajajo pomanjkanje znanj o IKT med učitelji in študenti, nezadostna sredstva javnega sektorja za ustrezna usposabljanja, splošno pomanjkanje in zastarelost IKT opreme ter sistem izobraževanja, ki daje študentom vse preveč teorije in premalo prakse«. Navaja, da naj bi bila »z večjo uporabo IKT s strani učiteljev omogočena večja dostopnost učečih se do znanja in spretnosti, s tem pa naj bi se povečala konkurenčnost in usposobljenost izobraževalcev«. Gre seveda za prilagajanje izobraževanja potrebam novih generacij za vključevanje v digitalno družbo, z učinkovito in smiselno rabo IKT v izobraževalnih procesih.

Z nastankom sodobne IKT smo na področju visokošolskega izobraževanja vsekakor dobili številne nove možnosti, s katerimi lahko posredujemo in ustvarjamo znanje. Z uporabo IKT izvajamo različne oblike izobraževalnega procesa neodvisno od časa in prostora. Hkrati lahko komuniciramo udeleženci izobraževanja (učitelji in učeči se) ne glede na to, kje vstopamo v izobraževalni proces (Ambrožič, 2014). Seveda pa uvedba IKT v izobraževalni proces ne pomeni le vpeljave novih orodij, temveč tudi spremenjeno vlogo učečega se in učitelja ter spremembo metod poučevanja (Kreuh, Kač in Mohorčič, 2011). Da ne gre le za vpeljavo orodij in tehnik, temveč za integracijo novih oblik posameznikove izkušnje pri učenju, pričajo tudi na novo nastajajoči kognitivni in percepcijski modeli, ki nastajajo kot posledica vpeljav teh tehnologij (Bouarab-Dahmani in Tahi, 2015). Posledično je izpostavljen tudi vidik etike uporabe IKT, zlasti če je v učni proces vključeno spletno okolje, v katerem sta učitelj in učenec zamrežena s prostorom »drugih« v širši kontekst večplastne spletne komunikacije (Hamiti, Reka in Baloghová, 2014). Trend sodobnih IKT je v nenehnem nastajanju, posodabljanju in spremembah, zato se pri obravnavi etike ukvarjamo predvsem s konceptualnimi izzivi in teorijami etike, vplivom na posameznika in ciljne skupine, socialnimi posledicami, dvomi o rezultatih uporabe IKT, s percepcijo tehnologije (vpeljevanje vedno novih IKT pristopov povzroča človeški/uporabnikovi percepciji zmedo in izzive) ter

celo z vlogami, ki jih ima človek v odnosu z informacijskimi sistemi (Carsten Stahl, Timmermans in Flick, 2016).

Na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo uporabljamo različna IKT orodja, ki med seboj ne predstavljajo poenotenega sistema, vendar pa sama zase zagotavljajo ustrezno okolje za izvedbo raznolikih dejavnosti pri predavanjih, vajah, seminarjih, samostojnem projektne delu in drugih oblikah učnega procesa, med drugim tudi za komunikacijo med študenti in učitelji. Da bi analizirali stanje na katedri, smo med učitelji na katedri najprej izvedli anketo in ugotovili, katera IKT orodja uporabljajo pri posameznih predmetih, v kakšnem obsegu in za kakšen namen. V nadaljevanju smo nato pripravili vprašalnike, s katerimi smo ugotavljali zadovoljstvo študentov z orodji, ki jih uporabljajo pri določenih predmetih. S to raziskavo smo želeli ugotoviti in analizirati stanje uporabe IKT za potrebe pouka na katedri ter postaviti smerice poenotenega sistema.

## **Metoda**

### *Preliminarne ugotovitve*

V predhodnih razgovorih in intervjujih smo ugotovili, da imamo zaposleni na katedri različno pojmovanje o širini IKT. Ugotovili smo, da pri svojem delu uporabljamo (naj)različnejša IKT orodja ter da imamo z uporabo teh orodij dobre in tudi slabe izkušnje. Prav tako smo ugotovili, da spletno mesto Naravoslovnotehniške fakultete (NTF) omogoča sprotno, usmerjeno in splošno informiranje zaposlenih in študentov; da odprtokodni sistem Moodle poleg postavitve klasičnih spletnih učilnic z vtičniki omogoča vključevanje interaktivnih vsebin, spremljanje aktivnosti (napredka) študenta in igrifikacijo; da orodja, kot je Discord, omogočajo skupinsko in neposredno komunikacijo med uporabniki, dodelitev uporabniških vlog, deljenje gradiv itd. Pogosto uporabljena orodja na katedri so tudi Googlova orodja, Dropbox in druge storitve v oblaku, ki omogočajo študentom ustvarjanje skupnih idejnih in informacijskih prostorov z dodano vsebinsko in sporočilno vrednostjo. Načrtovani, ustvarjeni in optimizirani učinkoviti statični in gibljivi ter fizični in digitalni komunikacijski mediji, s katerimi bogatimo predavanja, pa vključujejo video-produkcijo, produkcijo animacij (2D-vektorsko, rastrsko, stop-motion) ter 3D računalniško grafiko ter 3D-skeniranje in 3D-tisk. Raznolikost orodij dobro pokrije tehnološke in metodološke potrebe pri posameznih predmetih, vendar zahteva ustrezno prilagajanje študentov, kar včasih sproži tudi negotovanje.

## *Uporabljene metode raziskave*

Da bi raziskali in analizirali stanje uporabe IKT orodij, smo med učitelji in študenti katedre izvedli raziskavo. Želeli smo, da z rezultati anket in intervjujev pridemo do rezultatov, ki bi nam omogočili nadaljnje razmišljanje/raziskovanje o tem, katero IKT orodje bi želeli oziroma bi bilo smotrno vpejljati na katedri in tako vzpostaviti ustrezno poenoteno okolje pri pedagoškem procesu. Za namene raziskave smo uporabili spletne vprašalnike, izdelane z orodjem Google Obrazci ter EnKlikAnketa (1KA), in intervjuje.

Vprašalnik za sodelavce katedre je vseboval vprašanja odprtega in zaprtega tipa. Zaprti tip vprašanj smo uporabili v primeru evidentiranja in ugotavljanja namena uporabe IKT orodij ter pri pridobivanju mnenja o vzpostavitvi skupne spletne učilnice. Odprti tip vprašanj je bil namenjen pojmovanju IKT orodij, izkušnjam pri uporabi IKT orodij, predlogom za uporabo IKT orodij in širši obrazložitvi nekaterih izbirnih odgovorov. Vprašalnik smo razposlali po elektronski pošti 21 sodelavcem, ki so vključeni v pedagoški proces prek predavanj, vaj in/ali seminarjev. Anketiranje je potekalo med 25. 5. in 15. 6. 2018. Vprašalnik je izpolnilo 14 sodelavcev (66,7 %).

Za študente, ki so obiskovali različne predmete, smo pripravili pet prilagojenih vprašalnikov.

1. Prvi vprašalnik je bil namenjen študentom, ki so uporabljali orodje Google Drive pri predmetih Inovacijski management, Načrtovanje grafične proizvodnje, Poslovno informacijski sistemi, Osnove 3D modeliranja in Grafična priprava 2. Z vprašanji zaprtega tipa smo želeli izvedeti, ali so se uporabniki z orodjem Google Drive srečali prvič in ali so imeli probleme pri registraciji. Na petstopenjski Likertovi lestvici so študenti podali oceno uporabnosti posredovanja informacij prek orodja Google Drive in ocenili ustreznost vpogleda v seminarske naloge sovrstnikov, ki so bile naložene v skupno mapo. Z odprtimi vprašanji smo pri posameznih odgovorih želeli pridobiti tudi njihovo mnenje. Vprašalnik je bil razposlan po elektronski pošti 193 študentom. Odzvalo se je 83 študentov (43,0 %) dodiplomskega in magistrskega študija. Anketiranje smo izvedli v dveh sklopih, in sicer od 3. 6. do 7. 6. 2018 ter od 21. 6. do 25. 7. 2018.
2. Drugi vprašalnik je bil namenjen študentom, ki so pri predmetih Osnove 3D modeliranja in Grafična priprava 2 poleg orodja Google Drive uporabljali tudi aplikacije YouTube, Vimeo, Sketchup in/ali nekatere rešitve

za predstavitev VR/AR, na katerih so študentje objavili končne rezultate projektnega dela produkcije avdio-vizualnih medijev: vizualizacije 3D računalniške grafike, 2D- in 3D-animacije, video, interaktivne rešitve navidezne (angl. VR, virtual reality) in obogatene resničnosti (angl. AR, augmented reality) in predstavitev 3D-modelov. Z uporabo zaprtih vprašanj smo želeli izvedeti, kolikšen delež študentov je omenjene aplikacije uporabljal prvič, ali so imeli probleme z registracijami in ali se jim je zdela uporabnost objave končnih izdelkov na ta način ustrezna (v tem primeru smo za oceno uporabili petstopenjsko Likertovo lestvico). Z odprtimi vprašanji smo prišli do mnenj o uporabi in morebitnih težavah. Vprašalnik je bil poslan 132 študentom, izpolnilo ga je 40 študentov (30,3 %) dodiplomskega študija. Anketiranje je potekalo od 21. 6. do 25. 7. 2018.

3. Tretji vprašalnik smo izdelali za študente, ki so pri predmetu Programiranje interaktivnih medijev uporabljali orodje Dropbox in sistem za upravljanje spletnih vsebin CMS (angl. Content Management System). V vprašalnik smo vključili vprašanja zaprtega tipa s petstopenjsko Likertovo lestvico za ugotavljanje izkušenj z uporabo orodja Dropbox in sistemov CMS. V vprašanih odprtega tipa so anketiranci podajali opisna mnenja o uporabi teh orodij in pojasnjevali svojo oceno. Vprašalnik je bil poslan 107 študentom, izpolnilo pa ga je 53 študentov (49,5 %) dodiplomskega študija. Na vsa vprašanja je odgovorilo 42 študentov (39,3 %). Anketiranje je potekalo od 21. 6. do 27. 6. 2018.
4. Četrty vprašalnik smo poslali študentom, ki so pri predmetih Interaktivni sistemi 1 ter Informatika in metodologija diplomskega dela uporabljali spletno učilnico Moodle. Vključeval je vprašanja o izkušnji z elementi okolja, kot so prijava v okolje, dostop do učnih gradiv in navodil, sprotna oddaja izdelkov in dostop do komentarjev učitelja in ocen. Poleg tega smo študente spraševali tudi o preferencah formata učnih gradiv in njihovi oceni uporabnosti okolja za sodelovalno delo in medsebojno komunikacijo. Vprašalnik je bil poslan 28 študentom, izpolnilo pa ga je šest študentov (21,4 %). Anketiranje smo izvedli v času od 1. 9. do 11. 9. 2018.
5. Peti vprašalnik je bil namenjen osmim študentom in dvema pedagoškima mentorjema, ki so bili vključeni v raziskovalni projekt »Načrtovanje in oblikovanje komunikacijskih sredstev za promocijo slovenskega filma s pomočjo filmskega maratona« (razpis Po kreativni poti do znanja 2017–2020), pri svojem delu pa so uporabljali komunikacijsko orodje Discord.

Vprašalnik so izpolnili vsi sodelujoči po zaključku projekta. Rezultate posameznih anket smo analizirali in na podlagi ugotovitev podali nadaljnje možnosti iskanja skupne rešitve za katedro.

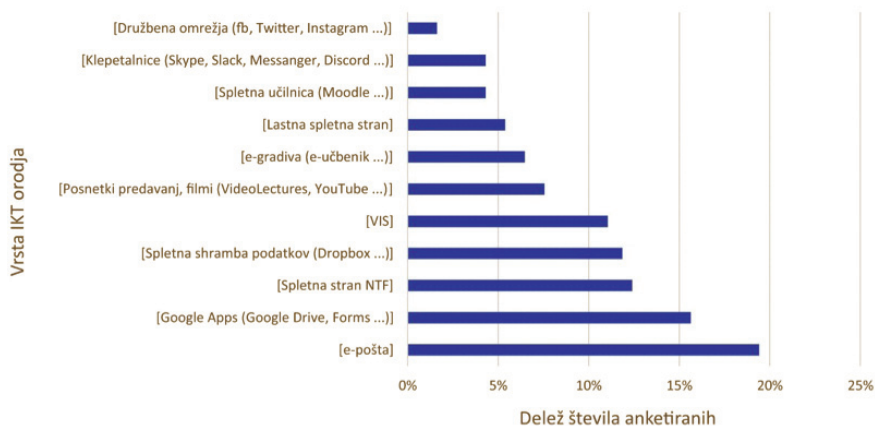
## **Rezultati z razpravo**

Glavni pedagoški in raziskovalni vertikalni katedre sta informacijska tehnologija (s predmeti Programja interaktivnih medijev, Interaktivni mediji, Interaktivni sistemi, Informacijski viri itd.) in grafična tehnologija (s predmeti Tiskarski postopki, Dodelava, Embalaža, Tiskovne forme, Ekologija v grafiki itd.), ki pa se jima pri izvajanju vsebin in predmetov pridružujejo večje področje Oblikovanja medijev ter predmeti Medijske vizualizacije, Tipografija, Fotografija, 3D Modeliranje itd. Katedra nima enotnega IKT sistema, s katerim bi lahko interno in tudi eksterno komunicirala, arhivirala, predstavljala ter delila materiale, predstavitve in rezultate projektih del v spletnih učilnicah in izvajala druge oblike interaktivnih komunikacij v smislu študija na daljavo, videokonferenc ipd.

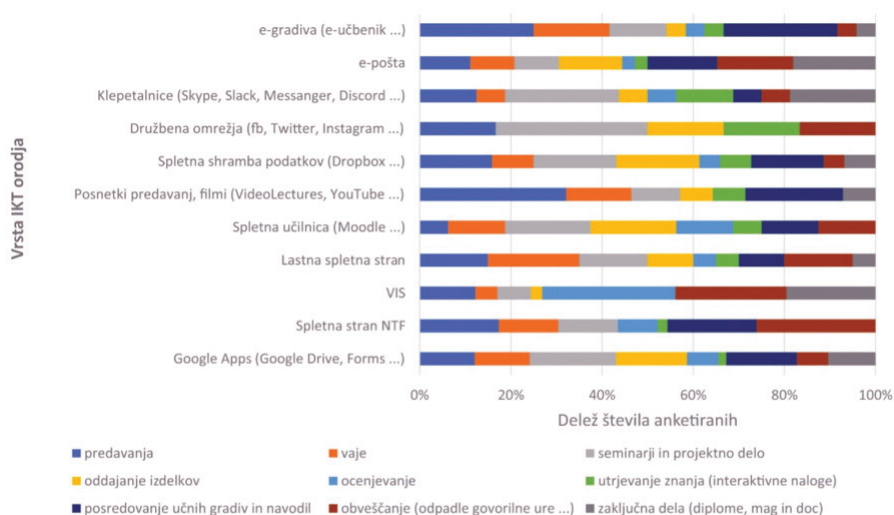
### ***Uporaba IKT orodij v študijskem procesu***

Po izvedbi ankete med zaposlenimi katedre smo ugotovili, da nekateri IKT orodja povezujejo le z računalniškimi (spletnimi) aplikacijami, medtem ko je razumevanje drugih širše, povezano s strojno, omrežno in programsko opremo, ki omogoča digitalno interakcijo. Ne glede na to, kako anketiranci razumejo širino IKT, so prav vsi mnenja, da pri svojem delu uporabljajo IKT orodja.

Rezultati so pokazali, da med vsemi IKT orodji (slika 1), anketiranci v najvišjem odstotku (19,4 %) uporabljajo elektronsko pošto, 15,6 % anketirancev uporablja Googleve aplikacije, 12,4 % spletne strani katedre, 11,9 % spletne aplikacije za hrambo dokumentov ter 11,1 % visokošolski informacijski sistem (VIS). V manjših odstotkih uporabljajo tudi posnetke predavanj, filme, e-gradiva, spletne učilnice, lastne spletne strani, družabna omrežja itd. V kakšen namen anketiranci na katedri uporabljajo IKT orodja, prikazuje diagram na sliki 2.



Slika 1: Razširjenost uporabe IKT orodij, ki se uporabljajo v študijskem procesu na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo po vrstah orodij ( $n = 14$ )



Slika 2: Deleži uporabe IKT orodij po oblikah izvajanja/vrstah pedagoških aktivnosti na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo za posamezne vrste orodij ( $n = 14$ )

Anketiranci imajo z uporabo IKT orodij večinoma dobre izkušnje, na primer spletna učilnica v okolju Moodle se lahko uporablja za vse aktivnosti (predavanja, vaje, seminar, projektno delo študentov, obvestila, oddajanje izdelkov, ocenjevanje), medtem ko je Google Drive enostaven za uporabo, odlično orodje za arhiviranje in souporabo datotek ter dostopen kadar koli s katere koli naprave (pametnega telefona, računalnika). Z uporabo IKT orodij

dobijo študenti, po mnenju anketirancih, takojšnje informacije, do gradiv lahko dostopajo hitreje, lažja je tudi oddaja vaj/seminarjev. Uporaba IKT orodij pomeni vedno dostopen in zelo hiter ter učinkovit način komunikacije.

Med slabe izkušnje, ki so jih podali anketiranci, na katedri štejemo nepoznavanje oziroma nevednost uporabnikov z IKT orodji, pomanjkanje zasebnosti, vdore v računalniški sistem, viruse, možnost nepovratnega izbrisa določenega gradiva, nezmožnost »brisanja sledi, ko je enkrat na spletu«, ter možnost goljufanja pri preverjanju znanja z uporabo IKT orodij. Med slabimi izkušnjami je bil naveden tudi primer, ko spletna učilnica ni bila dostopna, zato je med praktičnim poukom priporočljivo imeti rezervni načrt.

Interes za vzpostavitev skupne spletne učilnice je izkazalo 46,7 % učiteljev, medtem ko je bilo 46,7 % anketirancev neodločenih. Drugih ta zamisel ni zanimala.

### ***Uporaba orodja Google Drive v študijskem procesu***

Orodje Google Drive uporabljamo na katedri pri različnih predmetih. Z uporabo tega orodja lahko učitelj z določeno skupino študentov deli in izmenjuje različne datoteke, dokumente lahko pregledujejo hkrati itd. Dokumente, ki jih izdelava in naloži učitelj, lahko zaščiti pred kopiranjem, reproduciranjem in predelavo, s tem pa zaščiti svoje avtorske pravice. Če študentom ne dovoli spreminjanja dokumentov (npr. časovnic), lahko to stori z ustrežno funkcijo v orodju Google Drive. Z ustreznim organiziranjem map in dokumentov lahko Google Drive pri predmetu postane pravi »arhiv«. Z uporabo orodja Google Obrazci je mogoče tudi sprotno preverjanje znanja študentov, saj se rezultati vprašalnika generirajo sproti z odgovori. Pod okriljem Googlovih orodij se je razvilo tudi orodje Google Classroom, vendar pa tega orodja na katedri študenti še nismo preizkusili.

### **Uporaba orodja Google Drive na primeru**

Predmet Inovacijski management je sestavljen iz predavanj in projektnih nalog, ki jih študenti izdelujejo v skupinah. V sklopu predavanj se izvaja veliko skupinskega dela, rezultate pa učitelj posreduje študentom. Študenti opravljajo »domače naloge«, ki so izhodišča za delo pri pouku.

Tekom semestra študenti izdelujejo projektne naloge od ideje do končnega izdelka po metodi Design Thinking. V ta namen so potrebni razgovori, ustrezne

predstavitve, pisanje delnih poročil ipd. Predmet ima bogato vsebino, zato je bila komunikacija po elektronski pošti med učiteljem in študenti pogosto nezadostna (pa tudi pogosto nevarna zaradi prinesenih »virusov«). Pred tremi leti smo v predmet vpeljali uporabo orodja Google Drive, ki je delo v okviru predmeta bistveno olajšalo. Časovnica, ki se ažurira dnevno, poročila, ki se nalagajo v mape, gradiva za predavanja in rezultati ter izvedba projektnih nalog, oddaja domačih nalog, skupna izdelava prosojnic, končne predstavitve izdelkov ipd. so le del vseh aktivnosti, ki jih lahko izpeljemo z uporabo orodja Google Drive. Tudi komunikacija s študenti je preprosta ter časovno in prostorsko neomejena. Seveda pri tem ne smemo pozabiti na učitelja, čigar obseg dela se je z vpeljavo orodja zagotovo povečal. Pa vendar je delo zdaj lažje: redkeje prihaja do zapletov zaradi neustrezne komunikacije, študenti lahko preverijo časovnico kadar koli v dnevu, zaradi česar pravočasno oddajajo poročila, projekte, domače naloge ipd. Ker lahko učitelj vnaša opombe neposredno v dokumente v okolju Google Drive, študenti napake popravijo hitreje, natančneje. Kot je razvidno iz rezultatov ankete v nadaljevanju, so z uporabo orodja Google Drive zadovoljni tudi študenti.

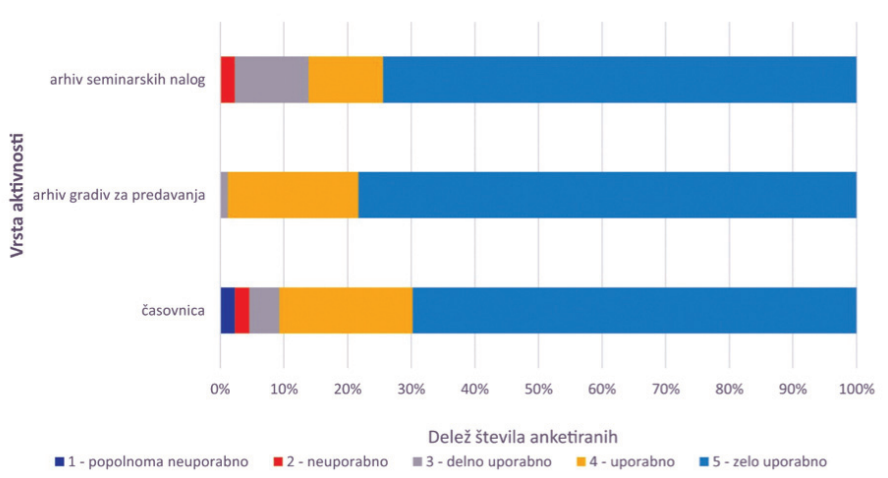
## Rezultati ankete

Iz rezultatov ankete, ki smo jo izvedli med študenti, je večina (95,2 %) že uporabljala orodje Google Drive. Z registracijo v Google Drive niso imeli težav. Spremljanje časovnice z orodjem Google Drive se je zdelo (zelo) uporabno večini (90,7 %) študentov (slika 3). Zadovoljni so bili predvsem z rednim osveževanjem informacij v časovnici in z možnostjo časovno neodvisnega dostopa do informacij prek računalnikov ali mobilnih telefonov. Seveda pa tega zadovoljstva ne moremo pripisati le uporabi orodja Google Drive. Kot je bilo že uvodoma ugotovljeno, se z uvedbo IKT spremeni tudi način poučevanja in komuniciranja s študenti. Komuniciranje se iz pasivne enosmerne komunikacije spremeni v aktivno dvosmerno komunikacijo, v kateri mora prav učitelj odigrati pomembno vlogo, pri tem pa zagotovo porabi več časa za pripravo, ki se ob ustrezni komunikaciji in hitrem reševanju problemov nedvomno povrne.

Pri predmetih se je orodje Google Drive uporabljalo za arhiviranje dokumentov, ki so jih naložili učitelji in tudi študenti. Večina anketiranih študentov (78,3 % v primeru arhiviranja gradiv s predavanj in 74,4 % v primeru arhiviranja seminarskih nalog) je menila, da je tak način arhiviranja dokumentov zelo uporaben (slika 3). Všeč jim je bilo, da je celotno gradivo na enem mestu, da so do dokumentov lahko dostopali kadar koli in od kjer koli s povezavo, prav tako pa jim je bil pri nekaterih predmetih všeč tudi sistem organiziranja map.



Negativna opomba, ki so jo navedli nekateri anketirani študenti, se je nanašala predvsem na zasedenost prostora v orodju Google Drive v primeru velikih dokumentov (predvsem videodatotek).



Slika 3: Uporabnost orodja Google Drive za spremljanje časovnice in arhiviranje dokumentov ( $n = 43$ )

Študenti so pri arhiviranju svoje izdelke pri večini predmetov nalagali v isto mapo. Tako so imeli vpogled v vse naložene izdelke. Zanimalo nas je, ali jih je tak način arhiviranja izdelkov motil in ali bi si želeli pri tem več zasebnosti. Rezultati so pokazali, da večina študentov (59 %) s takim načinom arhiviranja ni imela težav oziroma jih tak način arhiviranja ni motil (21,7 %). Celo nasprotno, vpogled v druge izdelke je pomenil širjenje idej in iskanje novih ter reševanje nekaterih problemov. Kot smo ugotovili učitelji, je tak način sprožil celo »majhno« pozitivno tekmovalnost med študenti, ki so si prizadevali, da bi svoje izdelke naredili bolje. Manj kot tretjina študentov (19,3 %) pa s takim načinom nalaganja izdelkov ni bila popolnoma zadovoljna, saj so menili, da študenti dele nalog med seboj kopirajo, kar vodi k plagiatorstvu.

Orodje Google Drive bi 95,3 % študentov z veseljem uporabljajo tudi pri drugih predmetih.

## ***Uporaba spletnih kanalov YouTube, Vimeo, Sketchup ter predstavitev platform VR in AR za objavo končnih rezultatov projektnega dela***

Pedagoško delo je pri večini predmetov na katedri praktično naravnano, saj so končni rezultati pri vajah, seminarjih ali drugih oblikah dela lahko izrisi idejnih konceptov, fizični prototipi (3D tiskani izdelki, embalaža in drugi produkti), celostna grafična podoba, videopredstavitve, 2D- ali 3D-animacija, računalniško generiranje vizualizacije, fotografija itd. Ustrezna predstavitev končnih izdelkov je vključena v del pedagoškega procesa ter običajno zajema razstave v prostorih fakultete, muzejih ali galerijah in predstavitve na svetovnem spletu in družbenih kanalih za objavljanje in deljenje avdio-vizualnih medijev.

### **Uporaba spletnih kanalov in platform za objavo končnih rezultatov projektnega dela na primeru**

Pri predmetih Osnove 3D modeliranja in Grafična priprava 2 so z različnimi tehnikami, ki vključujejo orodja in delokroge za videoprodukcijo, produkcijo animacij (2D vektorsko, rastrsko, stop-motion), 3D računalniško grafiko ter 3D-skeniranje in 3D-tisk, načrtovani, ustvarjeni in optimizirani učinkoviti statični in gibljivi ter fizični in digitalni komunikacijski mediji. Pedagoško in kreativno delo vključuje faze predprodukcije (viharjenje možganov, izris referenčnih skic, zgodborisi, časovnice dela), produkcije (videoposnetki, 2D- in 3D- vizualizacije) in postprodukcije. Delni in končni rezultati se nalagajo, hranijo, delijo ter obnavljajo v storitvah v oblakih (Google Drive, Dropbox). Glede na cilje projekta je produkcija končnih izdelkov s strani posameznika ali skupine optimizirana za predstavitve na spletnih straneh, mestih in portalih za objavljanje avdio-vizualnih medijev (YouTube, Vimeo, SketchFab, forumi različnih programov itd.). Tak način nudi možnost predstavitve del v širšem spletnem prostoru ter definira prepoznavnost, spodbuja razvoj veščin sporočanja in promocijo.

### **Rezultati ankete**

Ker katedra nima enotno rešenega načina objave končnih rezultatov, izvajalci predmetov uporabljamo različne pristope. Pri predmetih Osnove 3D modeliranja in Grafična priprava 2, kjer je potekalo anketiranje o uporabi kanalov in platform za objavo končnih rezultatov projektnega dela, je bila odločitev o objavi končnih rezultatov (vizualizacij, animacij, videoizdelkov) prepuščena samim študentom. Za 58 % anketiranih študentov je bila aktivnost objave izdelka na spletnih kanalih in platformah (YouTube, Vimeo, SketchFab in

rešitve AR/VR) prva izkušnja, medtem kot je 20 % študentov s tem že imelo izkušnje. 22 % anketirancev svojega izdelka ni želelo objaviti. 78 % študentov je svoj izdelek javno objavilo na spletnih kanalih, pri čemer so komentirali, da niso imeli nikakršne težave pri registraciji v platforme ter pri objavljanju in nalaganju digitalnih medijev. 76 % anketirancev je menilo, da je tovrstna predstavitev med študijem oblikovanih avdio-vizualnih medijev popolnoma ustrezna (39 %) oziroma ustrezna (37 %) rešitev. 18 % študentov je menilo, da je taka objava delno ustrezna, in le 5 %, da je neustrezna.

Študenti, ki so pohvalili objavo na spletu, so menili, da je to enkratna promocija lastnega, avtorskega dela, odlična referenca za nadaljnje strokovno udejstvovanje, da z objavo in deljenjem lahko preverijo, kaj počnejo kolegi, da lahko svoje delo primerjajo z rezultati sošolcev ter da sta uporaba in rešitev tako enostavni in dostopni, da bi bilo škoda zamuditi to priložnost in izkušnjo predstavitev, s čim se med študijem ukvarjajo. Študentje, ki so podali slabše ocene glede objave na spletu, so menili, da tovrstna objava nima bistvenega pomena in da je bilo treba preveč delati v programih za 3D računalniško grafiko pred zelo enostavnim nalaganjem končnega izdelka na splet. Ta komentar se nanaša na tehnično vsebino strokovnega predmeta, ne pa na samo delo v spletnem okolju.

### ***Uporaba orodja Dropbox za shranjevanje dokumentov***

Platforma Dropbox je spletno delovno okolje in storitev gostovanja, ki omogoča arhiviranje, ogled, uporabo in deljenje. Na katedri se uporablja pri nekaterih predmetih za deljenje učiteljevih predstavitev in študijskega materiala ter za oddajo delnih in končnih izdelkov študentov.

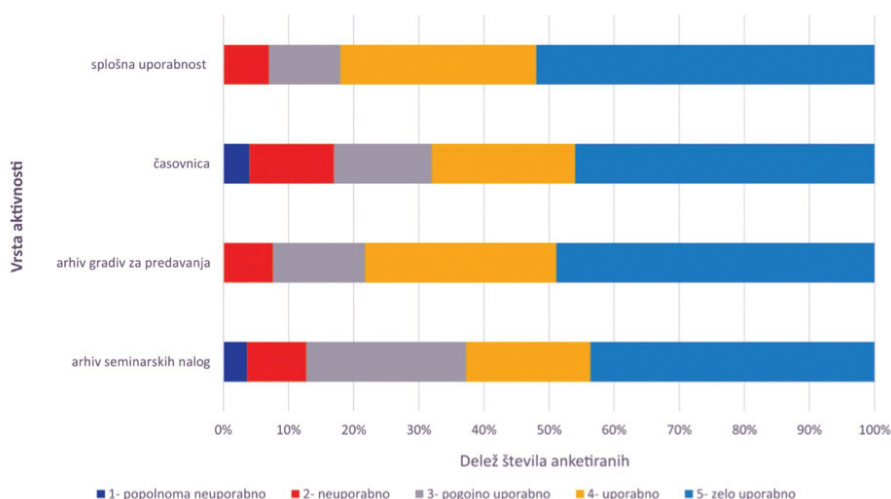
### **Uporaba okolja Dropbox na primeru**

Predmet Programja interaktivnih medijev obravnava teoretične osnove ter vključuje praktično delo na področju strategije spletne komunikacije, načrtovanja in prototipiranja spletne rešitve ter analizo uporabnosti in uporabniške izkušnje. Poleg predavanj, pri katerih študenti spoznajo izhodišča komunikacije v spletnem okolju, ciljnega nagovora in sporočanja na spletu ter predstavitev produktov in storitev na spletu, so študenti vključeni tudi v skupinsko projektno delo načrtovanja, izdelave in promocije spletnih mest (največ produktnih, v nekaterih primerih pa tudi storitvenih). Študenti imajo med semestrom pri praktičnem delu dve predstavitvi, in sicer prva vključuje načrtovanje in strategije spletnega mesta za realnega naročnika in druga predstavitev delujočega spletnega mesta z analizo njegove uporabnosti. Dropbox se pri

tem uporablja za deljenje predstavitev predavanj, razporeda skupin, časovnic študijskih obveznosti ter oddajo predstavitve vmesnih in končnih rezultatov.

## Rezultati ankete

Dropbox je 17 % anketiranih študentov uporabljalo prvič, 83 % pa jih je odgovorilo, da imajo že predhodne izkušnje s to rešitvijo. Glede uporabnosti platforme Dropbox za namene nalaganja, deljenja, arhiviranja seminarских in projektnih del so anketiranci ocenjevali tako: 4 % anketirancev jo oceni kot popolnoma neuporabno, 10 % kot neuporabno, 18 % kot pogojno uporabno ter 65 % anketirancev kot uporabno ali zelo uporabno rešitev (slika 4). Za negativne izkušnje pri uporabi Dropboxa so anketiranci navedli omejitve prostora, težave pri nalaganju večjih datotek, težave z uporabniško izkušnjo vmesnika ter manjšo praktičnost in enostavnost v primerjavi z orodjem Google Drive, zato so ga predlagali kot bolj ustrežno rešitev, s katero bi želeli delati v prihodnje. Deljenje skupnega prostora, v katerem so se nalagali in hranili vmesni in končni rezultati, je bilo moteče za 26 % anketirancev (kot vzrok so navedli sramežljivost in možnost plagiatorstva), preostalih 74 % pa s tem ni imelo težav (prednost so opazili v dodatnem učenju na primerih izdelkov od sošolcev in kot konstruktivno tekmovalnost za doseganje boljših rezultatov). Rešitev Dropbox so anketiranci ocenili kot ustrežno tudi v primeru uporabe deljenja predstavitev predavanj (80 %) ter razporedov skupin pri zagovorih, časovnicah aktivnostih in obvestilih (67 %).



Slika 4: Uporabnost orodja Dropbox za arhiviranje dokumentov, oddajanje predstavitev in izdelkov ter sledenje obveznostim predmeta Programja interaktivnih medijev ( $n = 53$ )

Kot alternativo so študenti predlagali spletno mesto učiteljev, saj naj bi bil po njihovem mnenju predstavitveni način map in datotek, ki ga ima Dropbox, nepregleden in njegova uporabnost nedovršena. 36 % anketirancev je menilo, da platforme Dropbox v prihodnje ne bi želeli več uporabljati in so izvajalcem predmeta predlagali prehod na alternativo Google Drive.

### ***Uporaba sistemov za upravljanje spletnih vsebin CMS***

Sistemi za upravljanje vsebin so kompleksna okolja za ustvarjanje in spreminjanje digitalnih vsebin, ki na podlagi tehnološke platforme omogočajo podporo s strani več uporabnikov (upravljalcev) hkrati, in s tem ustvarjajo specifične oblike sodelovalnih okolij.

### **Uporaba sistemov za upravljanje spletnih vsebin na primeru**

Pri predmetu Programja interaktivnih medijev pridobi študent grafičnih, medijskih in interaktivnih komunikacij znanja o sodobnih sistemih za upravljanje spletnih vsebin ter osnove strategij digitalne komunikacije in priprave ter produkcije spletnih vsebin. Poznavanje platform za postavitev spletnih strani in mest, ki podpirajo dinamično izmenjavo podatkov, je pri tem ključno. Študent pri delu postavi okolje, v katerem bo spletna rešitev delovala, jo grafično oblikuje in pripravi vsebine (besedila, slike, animacije, grafike, videomaterial) v delujoče, najpogosteje produktno ali storitveno dinamično spletno mesto (ali dinamično spletno stran), v nekaterih primerih tudi delujočo spletno trgovino, kar zahteva poglobljeno poznavanje ozadja delovanja nakupnih in prodajnih procesov na spletu. V tem delu analize smo študente izprašali o izkušnjah pri načrtovanju, produkciji in lansiranju spletnih rešitev za realnega naročnika, ki kot podjetje, storitev ali zavod deluje na slovenskem območju in tudi mednarodno.

### **Rezultati ankete**

Med anketiranimi študenti jih je 55 % prvič načrtovalo in postavljalo spletne rešitve, medtem ko jih je 45 % imelo predhodne izkušnje. Večina je obiskovala srednje medijske in grafične šole, kjer so že kot dijaki pridobili vsaj osnovno znanje s področja oblikovanja spletnih mest. Več kot tretjina anketirancev (38 %) se je pri produkciji spletne rešitve s sistemi CMS (WordPress, Joomla, Drupal) srečala s težavami različnih oblik. Predvidevamo, da je ta odstotek visok tudi za to, ker je za izvedbo spletnega mesta na višjem nivoju potrebnega vsaj nekaj programerskega znanja, ki ga ustvarjalec uporabi v sistemih, v kar

pa študenti grafike primarno med študijem niso usmerjeni. Težave pri objavi spletne rešitve na spletu je imelo 15 % anketirancev, kar kaže senzibilnost rešitev, ustvarjenih s sistemi CMS pred vstopom v spletno okolje, kjer se nivo standardizacije čedalje bolj dviguje. Poleg tega je kar 32 % anketirancev svoj izdelek obdržalo le v lokalni izvedbi (torej spletno mesto ni bilo objavljeno na spletu), saj so ga pred dejanskim lansiranjem želeli še podrobneje testirati in tako redefinirati za stabilnejšo pojavitev v spletnem okolju. Udeleženci anketiranja so močno poudarili mnenje, da ne glede na izzive pri uporabi sistemov CMS še vedno ostaja največja težava komunikacija z naročnikom, s katerim so se v procesu velikokrat znašli v vzajemnem nerazumevanju delovanja, potreb in ciljev ustvarjalca spletne rešitve ter tistega, ki ima potrebo po njej.

### ***Uporaba aplikacije Discord za projektni način dela***

Komunikacijsko orodje Discord je bilo najprej namenjeno komunikaciji med igranjem računalniških iger, a se je s hitrim razvojem uspelo približati in v nekaterih pogledih celo prehiteti nekatera uveljavljena poslovna komunikacijska orodja, na primer Slack. Orodje omogoča pisno in zvokovno komunikacijo, vodenje projekta s posameznimi temami, vključitev različnih uporabniških vlog in deljenje vsebin. Osnovna različica Discorda je brezplačna, plačljiva pa omogoča še nekaj dodatnih funkcionalnosti.

### **Uporaba komunikacijskega orodja Discord na primeru**

Orodje Discord smo pilotno preizkusili na projektu »Načrtovanje in oblikovanje komunikacijskih sredstev za promocijo slovenskega filma s pomočjo filmskega maratona« (razpis Po kreativni poti do znanja 2017–2020). V projekt so bili vključeni dva pedagoška mentorja ter osem študentov z dodiplomskega in podiplomskega študija. Glede na velikost in obvladljivost skupine smo ocenili, da je konkreten projekt ustrezen za preizkus novega komunikacijskega orodja. Delo na projektu je bilo razdeljeno v posamezne delovne sklope, ki so bili znotraj ustvarjenega projekta ustrezno razdeljeni. Ustvarili smo tudi razdelke za sklicevanje delovnih sestankov, urejanje administrativnih zadev in imenik. Razdelitev na posamezna področja je omogočala hitro navigacijo po arhiviranih pogovorih in preprosto deljenje vsebin. Uporaba orodja je mogoča na vseh napravah (prilagojene aplikacije), je hitra in učinkovita, predvsem pa od uporabnika ne zahteva velike mere prilagajanja in učenja. Gre za zgled iz gospodarstva (npr. oglaševalske agencije), kjer je podoben način komunikacije zelo uveljavljen.

## **Rezultati ankete**

Vsi sodelujoči v anketi (dva mentorja in osem študentov) redno ali občasno uporabljajo tudi aplikacije Google, Dropbox in Facebook Messenger, trije imajo izkušnjo z uporabo sistema Moodle. Nobeden od sodelujočih pred vključitvijo v projekt ni poznal orodja Discord. Na Likertovi lestvici od 1 do 5, kjer 5 pomeni najvišjo oceno, so anketiranci splošno izkušnjo dela ocenili s povprečno oceno 4,3, enostavnost uporabe s 4,4, uporabnost orodja s 4,6, uporabniški vmesnik s 4,1 in število ponujenih možnosti s 4,0. Pri vseh ocenah so bile ocene študentov za 0,2 višje od ocen mentorjev. Med pozitivnimi mnenji uporabnikov izstopajo enostavnost, preglednost, organiziranost in hitrost delovanja, med negativnimi komentarji pa izstopa slaba sinhronizacija obvestil med napravami (izkušnja 80 % uporabnikov). 90 % sodelujočih v anketi bi Discord priporočilo tudi drugim.

## ***Uporaba spletne učilnice Moodle***

Odpptokodni sistem za upravljanje učenja (LMS – Learning Management System) Moodle uporabljamo za podporo izvajanja predavanj, seminarjev, vaj in projektne dela. Nameščen je na fakultetnem strežniku. Zaradi varnosti študente v spletno učilnico vpiše administrator, ročni vpisi niso omogočeni. Študenti v spletnih učilnicah pri posameznih predmetih dostopajo do učnih gradiv v različnih formatih in do navodil za posamezne aktivnosti. Sproti nalagajo datoteke izdelkov, ki jih učitelj komentira in oceni. Velikosti naloženih datotek za vsako od aktivnosti učitelj omeji, datoteke pa se shranjujejo na strežnik, kjer je Moodle nameščen. Pri predmetu Interaktivni sistemi imajo študenti v okolju Moodle tudi učiteljski dostop, da lahko izdelajo, prikažejo in ocenjujejo svoje izdelke – interaktivne e-učne enote. V nekaterih primerih uporabljajo modul za medsebojno ocenjevanje. Udeleženi učitelji vidimo potencial uporabe učnega okolja v tem, da je vse potrebno za izvedbo pouka zbrano na enem mestu, v spremljanju aktivnosti študentov, vključevanju interaktivnosti (vgrajeno orodje za izdelavo interaktivnih nalog), komunikacije in sodelovalnega dela (forumi, klepet, oblikovanje skupin, wikiji, slovarji), ocenjevanju ter v možnosti integracije okolja z drugimi aplikacijami (npr. interaktivnimi vsebinami, izdelanimi z orodjem H5P). Študenti, vajeni uporabe posameznih specializiranih IKT orodij in enostavnejših splošno dostopnih spletnih okolij, v kompleksnosti LMS Moodle ne vidijo nujno prednosti, nekatere motita tudi nedovršena oblikovna podoba okolja in funkcionalnost uporabniškega vmesnika.

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Konsistenca, doslednost in enotnost so na področju uporabniške izkušnje trije poglobljeni načini interaktivnosti in posledično interaktivnih komunikacij, tako na ravni bazičnih sistemskih rešitev kot tudi na ravni zaznavanja in senzorike, na podlagi katerih uporabnik interagira z napravo ali vmesnikom. Neenotnost pri uporabi orodij, platform, rešitev in principov IKT na katedri ima v skrajnih primerih za posledico zmedenost ciljne skupine uporabnikov, tj. študentov, ki imajo pri različnih predmetih (izvajalcih predmetov) drugačno ogrodje dela. Naj povzamemo. Na katedri pri izvedbi predavanj najpogosteje uporabljamo e-gradiva in videoposnetke, za vaje lastne spletne strani zaposlenih, za namene izdelave seminarjev in projektov Googleve aplikacije, spletno učilnico Moodle, spletne shrambe podatkov, družabna omrežja in klepetalnice. Oddajanje končnih izdelkov poteka prek Googlevih aplikacij, spletne učilnice Moodle, spletne shrambe podatkov in družbenih omrežij, pri čemer imamo pogosto težave zaradi velikosti datotek. Za ocenjevanje (in delno nekateri tudi za pošiljanje obvestil študentom) še vedno najpogosteje uporabljamo VIS. Izkazalo se je, da za ostale namene uporabnikom ni dovolj prijazen. Za utrjevanje znanja v večini slabo uporabljamo IKT orodja, medtem ko za posredovanje gradiv in navodil izberemo tudi videoposnetke in e-gradiva. Obveščanje študentov najpogosteje poteka prek spletnih strani NTF in sistema VIS, komunikacija v primeru zaključnih del pa prek Googlevih orodij, klepetalnic in e-pošte (prek sistema VIS potekajo predvsem elektronska oddaja, preverjanje nalog itd.).

Uporaba različnih aplikacij za potrebe študijskega procesa pri posameznih predmetih je nujna, saj jo narekuje vrsta dela, uporaba spletnih orodij za komuniciranje in shranjevanje ter dostopnost do aplikacij pa je nekoliko »drugačna zgodba«. Uporaba je nujna zaradi načina dela in časa, v katerem živimo, njihova izbira pa je odvisna od učitelja. Z uporabo raziskave smo ugotovili, da so bila nekatera orodja dobro sprejeta zaradi enostavnosti uporabe in dostopnosti (npr. Google Drive), zaradi hitrosti in učinkovitosti (npr. Discord) ter zaradi lastne promocije in referenc (YouTube, Vimeo, SketchFab, rešitve AR/VR ipd.). S temi orodji smo zamenjali tista, s katerimi smo imeli študenti in tudi učitelji negativne izkušnje (npr. Dropbox). Ne glede na vse so ta orodja še vedno zelo raznolika. Če morajo študenti pri vsakem predmetu razmišljati o tem, katero orodje morajo uporabiti za oddajo svojih del, lahko to povzroči zmedo. Zato je poenotenje IKT sistema na katedri nujno potrebno. Kar nekaj časa zato že razmišljamo o spletni učilnici. Čeprav imamo dostop do spletne učilnice Moodle, katere prednost je vsekakor ta, da je vse zbrano na enem mestu ter da omogoča odlično komunikacijo med študentom in učiteljem, večine



učiteljev na katedri to nikakor ne prepriča, da bi jo uporabljali. Smo katedra, ki se ukvarja z oblikovanjem in funkcionalnostjo uporabniških vmesnikov, in uporabniški vmesnik Moodle ni ravno uporabniku prijazen. Kljub temu, kot je navedeno spodaj, se bomo k tej spletni učilnici še vračali. Vzporedno iščemo rešitve tudi v drugih spletnih učilnicah. Google Classroom, na primer, nam funkcionalno in oblikovno ustreza, tudi zato, ker je vezan na sicer že uporabljane in dobro sprejete Googleove aplikacije, smo pa pri poskusu umestitve v pedagoški proces naleteli na omejitev s strani Univerze v Ljubljani, ki študentskim uporabnikom zaenkrat ne omogoča prijave v omenjeno storitev. Na Google Classroom bomo v prihodnje vsekakor še pozorni, v načrtu pa imamo tudi preučitev drugih spletnih učnih okolij, na primer orodij Talent in Canvas.

Trenutno smo poleg tega vključeni tudi v projekt Digitalna UL, kjer bomo s pomočjo pilotne posodobitve podiplomskega, magistrskega študijskega programa Grafične in interaktivne komunikacije preizkusili na novo nastajajoče IKT okolje, ki bo predvidoma nadgradnja okolja Moodle. Okolje, ki je trenutno še v fazi razvoja, bomo začeli uporabljati v poletnem semestru študijskega leta 2018/19, projekt pa se bo zaključil po enem letu. Implementacija je predvidena po t. i. modelu *SAMR*, ki pomeni uvedbo v več možnih stopnjah: zamenjava (angl. substitution), nadgradnja (angl. augmentation), preoblikovanje (angl. modification) ali redefinicija (angl. redefinition) obstoječega predmeta/programa z uporabo novega IKT okolja.

Naš prispevek bi lahko zaključili tako, kot smo začeli, namreč, da je poraba IKT za današnje generacije študentov, ki odraščajo v svetu digitalizacije, samoumevni del vsakdanjega življenja. Zavedamo se, da se moramo temu ustrezno prilagajati tudi na naši katedri. Naša dosedanja raziskava je omogočila vpogled v orodja, ki jih uporabljamo, in njihovo uporabnost pri določenih predmetih z vidika učiteljev in tudi študentov. Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko razmišljamo naprej in iščemo nove smernice, rešitve, ki bi bile za našo katedro ustrezne. V doglednem času pripravimo tudi nov prispevek na temo skupne učilnice/platforme.

## Literatura

- Ambrožič, M. (ur.). (2014). *E-izobraževanje: Izšivi za visokošolske knjižnice*. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica; Centralna tehniška knjižnica Univerze v Ljubljani.
- Bouarab-Dahmani, F., in Tahiri, R. (2015) New horizons on education inspired by information and communication technologies. *Procedia - Social and Behavioral*

*Sciences*, 174, 602–608.

Carsten Stahl, B., Timmermans, J., in Flick, C. (2017). Ethics of Emerging Information and Communication Technologies: On the implementation of responsible research and innovation. *Science and Public Policy*, 44(3), 369–381.

*Digitalna Slovenija 2020 – Strategija razvoja informacijske družbe do leta 2020*. (2016). Republika Slovenija.

Hamiti, M., Reka, B., in Baloghová, A. (2014) Ethical use of Information technology in high education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 4411–4415.

Kreuh, N., Kač, L., in Mohorčič, G. (2011). *Izhodišča za izdelavo e-učbenikov*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.



# Primerjava študijskih rezultatov pri uporabi klasičnega in interaktivnega 3D učnega gradiva strokovnega področja tiskarskih postopkov

*Simona Perovšek, Deja Muck, Helena Gabrijelčič Tomc*

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Katedra za informacijsko in grafično tehnologijo

## **Povzetek**

Študij tiskarskih postopkov zahteva od študenta obvladovanje teoretičnih osnov in tudi praktičnih veščin, pri čemer sta pomembna poznavanje zaporedja faz postopkov in njihov pomen. Namen raziskave je bil preučitev dejanskih razlik med učinkovitostjo klasičnega tiskanega gradiva in interaktivnega gradiva, ki vključuje 3D animirano gradivo, spletne predstavitve in interaktivne sheme procesov ter vpliv teh metod učenja na pomnjenje in uporabo znanja za rešitev strokovnih problemov. Eksperiment je bil izveden v dveh fazah in je vključeval študente dveh izbirnih strokovnih predmetov tiskarskih postopkov z različno stopnjo predznanja, ki so bili testirani v prvi fazi s pisnimi testi pred učenjem iz študijskega gradiva in v drugi fazi po uporabi učnega gradiva. V drugi fazi eksperimenta so bili testiranci razdeljeni v dve skupini. Prva skupina je pri učenju uporabila klasično tiskano učno gradivo, druga pa interaktivno gradivo, ki je vključevalo interaktivne 3D-elemente. Testi preverjanja znanja so vključevali vprašanja izbirnega in odprtega tipa ter so bili ocenjeni na podlagi pravih odgovorov. Po uporabi učnega gradiva so testiranci na podlagi vprašalnika podali tudi mnenje o uporabnosti gradiva. Rezultati so pokazali, da je na področju izobraževanja klasičnih in sodobnih tiskarskih postopkov interaktivno gradivo z vključenim 3D oblikovanim gradivom glede na učne rezultate učinkovitejše v primerjavi s klasičnim študijskim gradivom. Tako na področju pomnjenja kot tudi praktične uporabe znanja so rezultati pokazali, da je testna skupina, ki je uporabila interaktivno gradivo, dosegla boljše rezultate pisnega preverjanja. Analiza mnenj testirancev o uporabnosti gradiva je potrdila željo po uporabi 3D interaktivnih gradiv tudi v nadaljevanju študija.

**Ključne besede:** tiskano študijsko gradivo, interaktivno študijsko gradivo, učni rezultati, 3D-animacije, tiskarski postopki

## Uvod

Sodoben čas lahko opredelimo kot pospešeno inovativen na področju informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), zlasti zaradi tehnologij, ki so se razvile iz telekomunikacijske in računalniške industrije. Hiter razvoj informacijske tehnologije omogoča oblikovanje, podajanje in dostopanje do informacij na interaktiven, hitrejši in bolj intuitiven način. To omogoča lažje obvladovanje in razumevanje vedno večjega obsega informacij. Pomemben, zanimiv del večpredstavnosti predstavlja tudi animacija, ki z iluzijo gibanja oblikuje dinamičen in zanimiv del tovrstnih vsebin (Vaneček in Jirsa, 2011). 3D-animacije predstavljajo »olajšano« učenje z dveh vidikov. Prvi je, da vzbudijo zanimanje, ohranjajo motivacijo, drugi vidik pa predstavlja poenostavljeno razumevanje in povečano zapomnljivost podatkov. Nekatere študije so pokazale, da tako 2D- kot tudi 3D-animacije zelo pozitivno vplivajo na učni rezultat (Huk in Floto, 2003). Zaradi kombinacije gibanja, zvoka in besedila omogočajo dolgoročno pomnjenje (sposobnost človeških možganov, da shranjujejo, obdržijo in prikličejo podatke oziroma informacije) (Huk in Floto, 2003; Pinter, Radosav in Cisar, 2012). Maksimalen učinek pri tem dosežemo, če animacijo opremimo z drugimi medijskimi in grafičnimi elementi z učno vsebino (npr. tekstovni pripisi, zvočni zapis), ki pa naj bi bili glede na vsebino za uporabnika novi.

### *Računalniške animacije v poučevanju*

Poznamo več vrst klasifikacij računalniških animacij, namenjenih poučevanju. Glede vključenosti učenca jih lahko razdelimo na aktivne in pasivne. Pri aktivnih je potrebno učenčevo aktivno sodelovanje, vključena je manipulacija s parametri, pri pasivnih animacijah pa gre le za opazovanje predstavljenega. Glede na način predstavitve animacije razdelimo na dvodimenzionalne in tridimenzionalne, z upoštevanjem dosegljivosti pa jih lahko razvrstimo med splošno dosegljive in tiste z omejenim dostopom (Burmester, Mast, Tille in Weber, 2010). Z vidika didaktične funkcije animacije razdelimo na naslednje podskupine (Vaneček in Jirsa, 2012; Sekeroglu, 2012): motivacijske, ilustrativne/opisne, demonstrativno-interaktivne in diagnostične.

### *Izobraževalne 3D računalniške animacije*

Mnenja o tem, kako izobraževalne animacije in 3D-gradivo vplivajo na učenje, izobraževanje in spomin, so deljena. Nekatere raziskave pravijo, da imajo tovrstne animacije dober vpliv na poučevanje, spet druge, da ni učinka.

Raziskava Bamfordove, predstavljena v projektu LiFE (Learning in Future Education) (Bamford, 2011), v kateri so bili primerjani rezultati učenja s pomočjo 3D v primerjavi s klasičnim učenjem, je pokazala prednost učenja z dodajanjem 3D-vsebin. V razredu, v katerem so dodajali 3D-vsebine, je v znanju napredovalo 86 % učencev, v kontrolnem razredu pa le 52 %. Stopnja napredovanja je bila v prvem primeru 17 %, v drugem pa 8 %. Po enem mesecu so izvedli še en test, s katerim so preverjali dolgoročno pomnjenje. Ta je pokazal, da so imeli učenci iz skupine, ki je uporabljala 3D-vsebine, boljše rezultate kot kontrolna skupina. Avtorja Ak in Kutlu (2015) sta v raziskavi pokazala, da uporaba 3D izobraževalnega okolja pri učenju nima tolikšne prednosti v primerjavi s klasičnimi pristopi. V raziskavi sta primerjala rezultate klasičnega učenja in učenja na podlagi 2D- in 3D-okolij, ki so vključevale koncepte igri-fikacije. Ugotovili so, da nobena skupina ni imela bistveno boljših rezultatov od druge. Vse so imele približno enako stopnjo napredka. Študenti so ocenili, da jim je učenje v 2D-okolju najbolj všeč, uvrstili so ga pred 3D- in klasično učenje. Raziskava Pinterja in drugih (2012) je analizirala učinek uporabe interaktivnih animacij pri učenju. Raziskava je pokazala, da imajo pravilno grajene interaktivne animacije pozitivne učinke na uspeh večine študentov. Raziskava, v kateri so primerjali 3D računalniško animacijo in videoposnetke (Smith, McLaughlin in Brown, 2012), je pokazala, da imata oba didaktična pripomočka približno enakovredno stopnjo vpliva na pomnjenje (pri tem je treba omeniti, da animacije niso vsebovale interaktivnosti). Izkazalo se je, da ima učenje s 3D-animacijo velik potencial, učinkovito je bilo na primer pri prikazovanju težjih konceptov, ker so bile lahko filtrirane nepotrebne informacije. Rias in Zaman (2010) sta v svoji študiji o učenju z multimedijo preučevala vpliv različnih modelov poučevanja na razumevanje snovi. Uporabljenih je bilo sedem različnih načinov podajanja snovi. Izkazalo se je, da je imela pri testiranju spomina najboljše rezultate skupina, ki je dobila učno gradivo s kombinacijo 3D-animacij in besedila. Pri testu uporabe znanja pa so najboljše rezultate dosegli študenti, ki so uporabili gradivo iz 2D-animacij, besedila in zvoka. Ker pa znatnejših razlik rezultatov testiranja vseh skupin ni bilo, so raziskovalci iz te študije zaključili, da 2D- in 3D-animacije ne vplivajo bistveno na uspešnost študentov na področju računalništva.

Mayer preučuje znanost učenja in izobraževanja na področju učenja z multimedijo. Njegove raziskave se prepletajo z učnimi teorijami, kognitivno psihologijo in tehnologijo (Droždek, 2015). Glede na izvedene raziskave Mayer med drugim izrazi dvom o znatnem vplivu 3D-animacij na izobraževanje. Morebitna razlaga je v tem, da imajo človeški možgani omejeno sposobnost procesiranja velike količine informacij enkrat. Kompleksne 3D-vsebine naj

tako ne bi poglobitveje pripomogle k razumevanju snovi, primernejši so enostavnejši prikazi. Poudari pa, da interaktivne 3D-animacije v primerjavi s statičnimi podobami veliko bolj spodbudijo aktivno učenje (Mayer, 2014).

In če se že strokovnjaki ne strinjajo oziroma se rezultati njihovih raziskovanj ne ujemajo s tem, kako izobraževalne animacije in 3D-gradivo vplivajo na izobraževanje samo, se pa po večini lahko strinjajo, da vplivajo na kognitivne funkcije, torej na percepcijo, reševanje problemov, spomin, pozornost, slušno in vizualno razumevanje ter osvajanje jezika. Hkrati je to tudi orodje, ki privablja pozornost in koncentracijo ter ustvarja motivacijo za delo (Tversky in Bauer Morrison, 2002; Jakupović, 2016; Lowe, 2004; Mlakar in Štepic, 2014).

Nekatera strokovna, znanstvena in tehnološka področja aktivno vključujejo 3D-vsebine v poučevanje, ugotovljeno pa je bilo, da potenciali uporabe 3D-vsebin kot podpora pri razumevanju tehnoloških učnih vsebin tiskarskih procesov in konceptov delovanja teh tehnologij za zdaj niso bili še izkoriščeni v sekundarnem in terciarnem izobraževanju.

Namen raziskave je bil z interdisciplinarnim pristopom in uporabo sodobnih tehnologij izdelati izobraževalne interaktivne vsebine in 3D-animacije tiskarskih postopkov, ki bodo celovito upoštevale tehnično pravilnost postopkov in delokroga ter dovršenost upodobitve in simulacij v končnih animacijah, ter preučiti učinke tovrstnega izobraževanega gradiva na pomnjenje in uporabo znanja v primerjavi s klasičnim učnim gradivom (tiskano gradivo).

Glede na predstavljene rezultate dosedanjih raziskav predpostavljamo, da pravilno oblikovana interaktivna gradiva vodijo učečega se skozi učni proces in mu omogočajo boljše učne rezultate v primerjavi s klasičnim učnim gradivom. Pred delom smo postavili naslednje hipoteze:

- Pri izobraževanju dodatno izobraževalno interaktivno gradivo in 3D-vizualizacije tehničnih postopkov povečajo učni uspeh v primerjavi s klasičnim gradivom.
- Predpostavljamo, da bodo testiranci, ki se bodo tehnološkega postopka učili s pomočjo interaktivnih 3D-animacij, izkazovali v povprečju za 10–15 % boljše znanje v primerjavi s kontrolno skupino.
- Uporabniki bodo pokazali zadovoljstvo pri uporabi gradiva z interaktivnimi in 3D-vsebinami ter bodo želeli tovrstno gradivo uporabljati tudi v prihodnje.

## Metoda

V eksperimentalnem delu je predstavljen delokrog izdelave učnega gradiva za tiskarske postopke tampotiska, sitotiska, ofset tiska in 3D-tiska (Kumar, 2008; Muck in Križanovskij, 2015), od načrtovanja do končne realizacije v obliki interaktivnega učnega gradiva ter do testiranja učinkov implementacije slednjega v izobraževalni proces. Izhodišče za gradivo so bili obstoječi stroji in njihova postavitve v tiskarskem laboratoriju, tj. tiskarni Katedre za informacijsko in grafično tehnologijo (Oddelka za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani). Primarna ciljna skupina, ki je bila tudi testirana, so bili študenti (terciarno izobraževanje) strokovnih smeri grafične in medijske tehnologije, na podlagi katere je bilo tudi načrtovano in oblikovano gradivo. Sekundarna ciljna skupina, ki v tej raziskavi ni bila testirana, pa so bili dijaki strokovnih področij in zainteresirani različnih starosti, ki bi se želeli seznaniti s tovrstnimi tiskarskimi postopki.

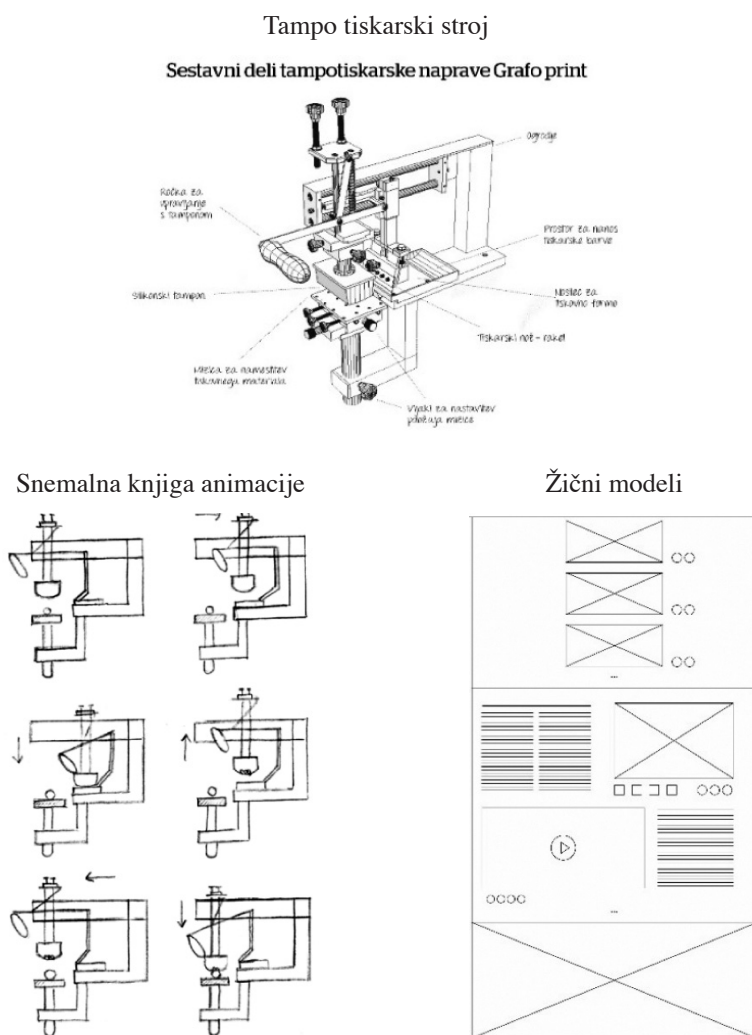
### *Metodologija, orodja in postopki dela*

Metodološki pristopi, uporabljeni v raziskavi, so bili:

- (a) preučitev obstoječega učnega gradiva tiskarskih postopkov;
  - (b) dokumentiranje tiskarske opreme in postavitve v tiskarskem laboratoriju;
  - (c) načrtovanje in določanje tipov vsebin;
  - (d) delo v orodjih za postavitve 3D simulacijskih prostorov tiskarskih postopkov;
  - (e) oblikovanje in produkcija klasičnega in interaktivnega učnega materiala (interaktivni PDF in spletno okolje za interaktivno simuliranje tiskarskih postopkov);
  - (f) izvedba preskusov znanja pred in po uporabi strokovnega učnega gradiva, pri čemer sta bila z zaprtimi in odprtimi vprašanji testirana kratkoročno pomnjenje in uporaba znanja;
  - (g) ocena uporabniške izkušnje in zadovoljstva pri uporabi različnega učnega gradiva z vprašalniki;
  - (h) statistična analiza rezultatov.
- (a) Preučitev obstoječega učnega gradiva tiskarskih postopkov** za študente 1. in 2. letnikov grafičnih in medijskih smeri je vključevala študij predvsem tujih učbenikov, zapiskov predavanj, ki jih izvajajo predavateljici na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo, ter ogled, preučitev in popis pomembnih informacij na spletnih portalih proizvajalcev tiskarskih strojev.

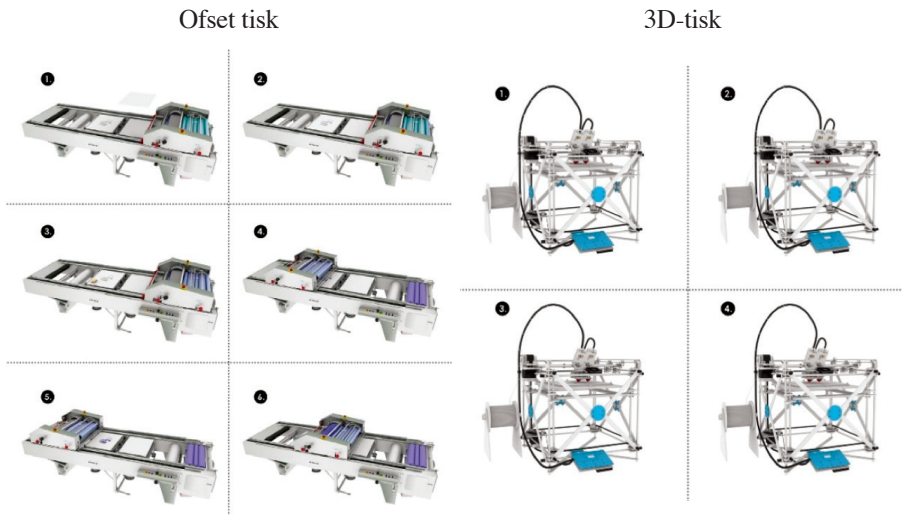


- (b) **Dokumentiranje tiskarske opreme in postavitve v tiskarskem laboratoriju** je vključevalo fotografiranje, zbiranje in analizo tehnične dokumentacije, izris izhodiščnih tehničnih skic z dodatnimi pojasnili (slika 1). Ogled izbranih štirih tiskarskih postopkov je potekal neposredno v tiskarni za lažjo predstavo o obsegu in načinu modeliranja. Pri tem smo bili pozorni na detajle, kot referenčne predloge za modeliranje pa smo objekte fotografirali. Pri zahtevnejših smo naredili videoposnetke, ki so nam pomagali pri delu z animacijo. Na sliki 1 so predstavljene tehnične skice tampo tiskarskega stroja, snemalna knjiga za animacijo in žični modeli interaktivne rešitve.

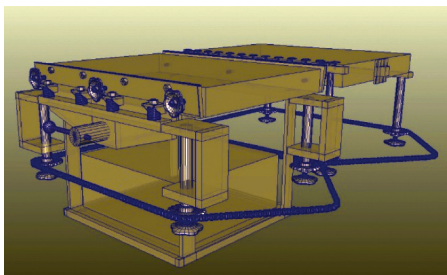


Slika 1: Tehnične skice dveh strojev, ki so bile interpretativno izdelane iz preučenege tehničnega materiala

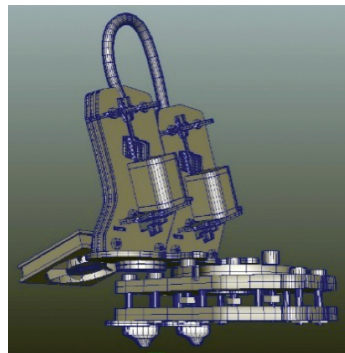
- (c) **Načrtovanje in določanje tipov vsebin** je vključevalo popis teksta (za klasično in interaktivno gradivo) ter vrste animacij, simulacij in vizualizacij, ki so gradile interaktivno učno gradivo. Določene so bile funkcionalnosti interaktivnega gradiva, tj. navigacija, vrste gumbov ter notranjih in zunanjih povezav, poleg tega je bil načrtovan potek podajanja učne snovi v obliki scenarijev vsebine in snemalne knjige animacij.
- (d) **Delo v orodjih za postavitev 3D simulacijskih prostorov tiskarskih postopkov** je vključevalo postavitev scene, 3D-modeliranje, določanje tekstur in materialov, osvetljevanje, določanje parametrov kamere in upodabljanja ter animiranje. Za modeliranje, teksturiranje in animacijo smo uporabili 3D modelirni program Autodesk Maya ter dodatek za upodabljanje V-Ray. Dvodimenzionalne slike za ploskovno mapiranje smo izdelali v programu Adobe InDesign CS6. Pri modeliranju 3D-tiskalnika nam je bil v pomoč program Adobe Illustrator CS6, v katerem smo izrisali sestavne elemente, ki smo jih potem uvozili v modelirni program. Urejanje končne animacije v videozapisu je bilo izvedeno v programu Adobe Premiere CS6, obdelava končnih upodobitev pa je narejena v programu Adobe Photoshop CS6. Tehnično zmodelirani 3D-modeli ofset tiska in 3D tiskarskega stroja in izseki iz 3D-animacij teh dveh tiskarskih postopkov so predstavljeni na sliki 2.
- (e) **Oblikovanje in produkcija klasičnega in interaktivnega učnega materiala** sta obsegala implementacijo večpredstavnostnih vsebin v interaktivni PDF ter postavitev in aktivacijo interaktivnih animacij v spletno okolje. Vizualno podobo končne predstavitve modelov smo izdelali v programu Adobe InDesign, ki omogoča izdelavo interaktivne datoteke PDF. Vsebine so bile obogatene z interaktivnimi in multimedijskimi elementi (oznake in komentarji, polja za vnos, gumbi, avdio- in videoelementi, internetne povezave, povezave znotraj dokumenta na druge dokumente, knjižne označbe). Z dviganjem ravni interaktivnosti so tako uporabniki dobili večjo možnost vpliva na aktivnosti v interaktivni datoteki PDF, na usmerjanje poteka aktivnosti in sprejemanja odločitev.



3D-model tiskovnih plošč in spodnjega mehanizma ofset stroja



3D-model ekstrudirne glave in hladilnega ventilatorja 3D tiskarskega stroja



3D-modeli vmesnih korakov sestavljanja 3D tiskarskega stroja Rapman 3.1



Slika 2: 3D-modeli nekaterih elementov tiskarskih strojev in izseki iz 3D-animacij tiskarskih postopkov

# Na sliki 3 je predstavljeno klasično in interaktivno gradivo.

## Uvod

### TISK

Tisk je komunikacijski medij za razpisovanje in širjenje informacij o konkretnih ali abstraktnih vsebinah.

#### TISKARSKA TEHNOLOGIJA

Opredeljuje metode in postopke, ki v podporo tisku omogočajo izdelavo tiskarskega izdelka, tiskarskega predmeta ali tiskarskega izdelka, tiskarskega predmeta ali tiskarskega izdelka.

#### KLASIČNA TISKARSKA TEHNIKA

Tradicionalna tiskarska tehnika razlikuje se od sodobne predvsem po načinu tiskanja, tiskarski barvi in tiskarski opremi. Klasična tiskarska tehnika je razdeljena na dve glavni skupini: tisk na kalibrski cilindri in tisk na kalibrski cilindri.

## Klasično gradivo 1

### Predstavitev sitotiska

### Predstavitev tampotiska

#### TAMPOTISK

Tampotisk je tisk, pri katerem se tiskalna barva prenaša na tiskovno formo, ki jo nato prenaša na tiskovni material. Tiskovna barva se prenaša na tiskovno formo, ki jo nato prenaša na tiskovni material. Tiskovna barva se prenaša na tiskovno formo, ki jo nato prenaša na tiskovni material.

#### SITOTISK

Sitotisk je tisk, pri katerem se tiskalna barva prenaša na tiskovno formo, ki jo nato prenaša na tiskovni material. Tiskovna barva se prenaša na tiskovno formo, ki jo nato prenaša na tiskovni material. Tiskovna barva se prenaša na tiskovno formo, ki jo nato prenaša na tiskovni material.

## Interaktivno gradivo 2

### Interaktivna predstavitev tiskarskega postopka

#### POSTOPEK

## TAMPOTISK

#### POSTOPEK

Slika 3: Klasično in interaktivno gradivo.

(f) **Testiranje izobraževalnega učinka** klasičnega in interaktivnega gradiva s predstavitvijo tehnoloških procesov je potekalo na študentih visokošolske grafične smeri 1. in 2. letnikov Katedre za informacijsko in grafično tehnologijo, ki so obiskovali strokovna predmeta Tisk 1 in Tisk 2. Raziskava je vključevala testiranje učenja na podlagi različnih gradiv in analizo uporabniške izkušnje. Testiranje je potekalo v klasični predavalnici (za klasično učno gradivo) in računalniški učilnici (za interaktivno učno gradivo) Oddelka za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje. Z vključitvijo študentov 1. in 2. letnika smo zaobjeli študente z različno stopnjo predznanja, skupino s predznanjem – študente 2. letnikov – in skupino brez oziora z manj predznanja – študente 1. letnikov. Njihovo predznanje

smo preverili tudi tako, da smo opravili testiranje pred učenjem. Z namenom objektivne primerjave stopnje napredovanja so študenti pred učenjem dobili test, ki je bil po težavnosti in obsegu popolnoma primerljiv s testom, ki smo ga izvedli po učenju. Na podlagi udeležbe študentov prvih testiranj (pred uporabo učnih gradiv) smo za testiranje po uporabi gradiva testirance razdelili v dve skupini, tj. testiranje skupine, ki poleg uvodne grafične sheme postopkov uporablja klasično tekstovno gradivo (tiskano gradivo na šestih straneh), in skupine, ki je uporabila interaktivno študijsko gradivo v obliki PDF na osebnih računalnikih s sistemom IOS in velikostjo  $1.280 \times 1.024$  slikovnih točk, ki je vključevalo grafike, 3D-vizualizacije, tekstovni del, štiri interaktivne 3D-animacije in povezavo na platformo Sketchfab, kjer so si testiranci 3D-modele in animacije lahko sami predvajali in si jih podrobneje ogledali z vseh zornih kotov (slika 4). Gradivo je bilo pripravljeno za eno šolsko uro (branje, ponavljanje), a smo nato čas za učenje gradiva glede na predhodna testiranja (na preskusnem materialu) določili na 20 minut, saj so študenti za dano količino učnega gradiva menili, da imajo tako dovolj časa za učenje in so pripravljene na preizkus znanja. Tako za reševanje testa pred in po uporabi gradiva so imeli študenti na voljo 15 minut. Med testoma pred in po uporabi gradiva je bilo 14 dni razmika. Opravili smo štiri testiranja, v vsakem letniku po dva. Oba testa sta bila sestavljena iz enajstih vprašanj in pripravljena na klasičnih tiskanih polah. Vprašanja so bila izbirnega tipa, v obliki podanih korakov, ki so jih morali udeleženci testiranja razporediti po vrstnem redu, ter odprtega tipa, kjer so morali študenti sami pisno navesti odgovor. Vprašanja so bila sestavljena z dveh testnih vidikov. V prvem delu (vprašanja 1–9) smo preverjali kratkoročno pomnjenje (takoj po uporabi učnega gradiva), v drugem delu (vprašanja 10 in 11) pa uporabo pridobljenega znanja na konkretni problematiki, predstavljeni v učnem gradivu.

- (g) **Ocena uporabniške izkušnje in zadovoljstva pri uporabi različnega učnega gradiva** je potekala takoj po pisnem preverjanju strokovnega znanja v obliki vprašalnika. Da bi preverili, kateri način učenja študentom bolj ustreza, smo jim postavili naslednja tri vprašanja: (1) »Ste imeli dovolj časa za predelavo učnega gradiva?«; (2) »Vam je bilo učno gradivo zanimivo?« in »Vam je tak način učenja všeč?« Odgovoriti so morali s stopnjo zadovoljstva po Likertovi lestvici ter dati oceno od 1 do 5, pri čemer predstavlja 1 – nezadovoljen in 5 – zelo zadovoljen.

- (h) **Statistična analiza rezultatov** je vključevala preverjanje dejanskih statistično dokazljivih razlik med povprečnimi vrednostmi različnih kategorij rezultatov, tj. razlike rezultatov pred in po uporabi gradiva, razlike učnih učinkov med moškimi in ženskimi testiranci ter razlike med učinki učenja v skupinah 1. in 2. letnika. Uporabili smo statistične izračune za izračun povprečij in standardnih deviacij ter za dokazovanje nulte hipoteze.

## Rezultati z razpravo

### *Rezultati testiranja študentov*

Skupaj je v testiranju sodelovalo 51 študentov pred uporabo učnega gradiva in 59 po uporabi gradiva. Struktura testirancev glede na število predstavnikov je bila naslednja: Število testirancev za 1. letnik je bilo: št. udeležencev pred uporabo gradiva = 34 ( $M = 10$ ,  $\bar{Z} = 24$ ), št. udelež. klasično gradivo = 26 ( $M = 7$ ,  $\bar{Z} = 19$ ), št. udelež. interaktivno gradivo = 17 ( $M = 3$ ,  $\bar{Z} = 14$ ). Število testirancev za 2. letnik je bilo: št. udelež. pred uporabo gradiva = 17 ( $M = 7$ ,  $\bar{Z} = 10$ ), št. udelež. klasično gradivo = 7 ( $M = 3$ ,  $\bar{Z} = 5$ ), št. udelež. interaktivno gradivo = 9 ( $M = 6$ ,  $\bar{Z} = 3$ ). Skupaj je bila torej velikost vzorca pred učenjem 51 testirancev (1. letnik: 34; 2. letnik: 17) in 59 testirancev po učenju 59 (1. letnik: 43; 2. letnik: 16).

V preglednici 1 so podani število udeležencev in povprečne vrednosti izbranih točk na pisnih testih (skupno možno število vseh točk je bilo 38) ter standardno odstopanje študentov 1. in 2. letnika **grafičnih smeri posameznega testiranja**, kjer PRED pomeni pred uporabo klasičnega ali interaktivnega učnega gradiva o tiskarskih postopkih, PO pa pomeni po uporabi tega gradiva. Klasično gradivo je pri tem označeno z 1 in interaktivno z 2. Poleg tega je podana tudi povprečna vrednost uspeha študentov na posameznem testiranju.

V preglednici 2 in na sliki 4 je predstavljen napredek znanja po uporabi klasičnega (gradivo 1) in interaktivnega (gradivo 2) učnega gradiva, izražen v odstotkih glede na letnik testiranja ter testiranje moškega in ženskega spola.

Tabela 1: Število udeležencev in povprečne vrednosti izbranih točk na pisnih testih ter standardno odstopanje rezultatov testiranja

	TEST PRED		TEST PO		TEST PO	
	N = 34		1 klasično gradivo N = 26		2 interak. gradivo N = 17	
1. letnik	Moški	Ženske	Moški	Ženske	Moški	Ženske
Spol	N = 10	N = 24	N = 7	N = 19	N = 3	N = 14
Povprečje točk	18,6	16,5	24,6	23,4	30,7	25,9
Std.	9,6	5,3	3,6	5,5	5,1	4,0
Odstotki uspeha (%)	48,9	43,5	64,7	61,5	80,8	68,2

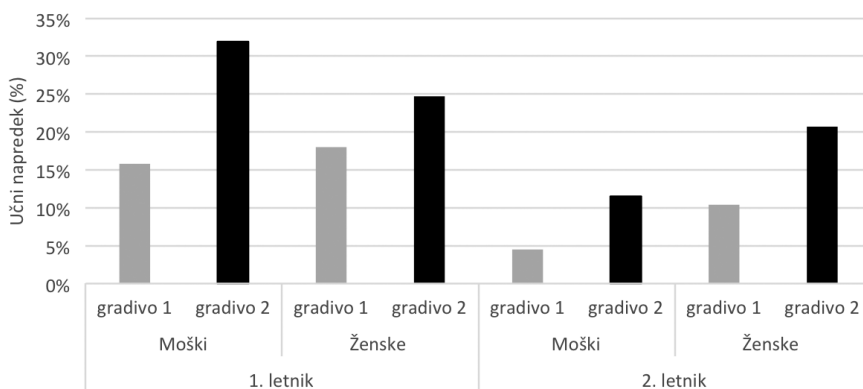
  

	1 klasično gradivo N = 7		2 interak. gradivo N = 9	
	Moški	Ženske	Moški	Ženske
2. letnik	N = 17		N = 3	
Spol	N = 7	N = 10	N = 3	N = 4
Povprečje točk	24,3	23,8	26	27,8
Std.	5,9	5,0	4,4	2,6
Odstotki uspeha (%)	63,9	62,6	68,4	73

Legenda: PRED pomeni pred uporabo klasičnega (označeno kot gradivo 1) ali interaktivnega (označeno kot gradivo 2) učnega gradiva, PO pa pomeni po uporabi tega gradiva. Skupno število točk v vseh testih je bilo 38

Tabela 2: Napredek po uporabi klasičnega (gradivo 1) in interaktivnega (gradivo 2) učnega gradiva, izraženo v odstotkih glede na letnik testiranja ter testiranje moškega in ženskega spola

Skupina	1. letnik		2. letnik		Povp.
	Moški	Ženske	Moški	Ženske	
Gradivo 1 (klasično gradivo)	15,80 %	18 %	4,50 %	10 %	<b>12,18 %</b>
Gradivo 2 (interaktivno gradivo)	31,90 %	24,70 %	11,50 %	20,70 %	<b>22,20 %</b>
Razlika	<b>16,10 %</b>	<b>6,70 %</b>	<b>7,00 %</b>	<b>10,30 %</b>	<b>10,03 %</b>
Povp.	<b>11,40 %</b>		<b>8,65 %</b>		
Moški	<b>11,55 %</b>				
Ženske	<b>8,50 %</b>				



Slika 4: Povprečne vrednosti napredka po kategorijah rezultatov gradivo 1/gradivo 2, moški/ženske ter 1. letnik/2. letnik ( $n = 59$ )

### Rezultati testiranja študentov 1. letnika

Iz preglednice 1 je razvidno, da so v prvi skupini (klasično tiskano učno gradivo) fantje napredovali za 15,8 %, dekleta pa za 18 %, medtem ko so v drugi skupini (interaktivno gradivo) fantje napredovali za 31,9 % in punce za 24,7 %.

Rezultati torej kažejo, da so študenti 1. letnika v drugi skupini (interaktivno gradivo) imeli precej boljše rezultate. Napredek je pri obeh spolih v drugi skupini (interaktivno gradivo) večji (fantje so v povprečju dosegli 30,7 točke – 80,8 %, dekleta pa 25,9 točke – 68,2 %) v primerjavi s prvo skupino (klasično gradivo), v kateri so fantje v povprečju dosegli 24,6 točke – to predstavlja 64,7 %, ženske so v povprečju dosegle 23,4 točke – to je 61,5 %. V vseh štirih kategorijah je stopnja napredovanja večja kot pri študentih 2. letnika. Predvidevamo, da zato, ker so imeli študenti 1. letnika manj strokovnega predznanja. Posledično so bili njihovi rezultati testov predznanja za približno 20 % slabši in je bil zato napredek lahko večji. Medtem ko so imela v prvi skupini (klasično tiskano učno gradivo) dekleta v povprečju večji odstotek napredovanja, je ta pri drugi skupini (interaktivno gradivo) občutno večji pri fantih. Fantje so tu v povprečju napredovali za 32 %, kar točkovno pomeni celo boljši rezultat kot pri moških študentih 2. letnika. Razlika med rezultati napredka skupine, ki je uporabila gradivo 1 in 2, tu pri fantih sovpada z rezultati študentov 2. letnika, saj je napredek v drugi skupini še enkrat večji v primerjavi s prvo skupino. Pri dekletih je ta napredek nekoliko manjši. Razlika med rezultati skupine deklet, ki so uporabile gradivo 1 in 2, tu ni tako velika, kar lahko pripišemo dejstvu, da so imela dekleta na testu predznanja v povprečju boljše rezultate od fantov,



na testu »po učenju« pa nekoliko slabše. Iz tega bi se dalo sklepati, da način učenja s pomočjo interaktivnega PDF in 3D-vsebin bolj odgovarja študentom moškega spola. Medtem ko so bili fantje z učnim gradivom 2 zelo zadovoljni, je nekaj deklet napisalo, da se lažje učijo iz klasičnih zapiskov v fizični obliki.

## **Rezultati testiranja študentov 2. letnika**

V 2. letniku in skupini s klasičnim tiskanim učnim gradivom so fantje napredovali za 4,5 %, dekleta pa za 10,4 %, v skupini z interaktivnim gradivom so fantje napredovali za 11,5 %, dekleta pa za 20,7 %. Čeprav je bil vzorec testirancev 2. letnika majhen, lahko ugotovimo, da so v drugem primeru (interaktivno gradivo) rezultati boljši. Napredek je pri obeh spolih v drugi skupini še enkrat večji v primerjavi s prvo skupino. Fantje, ki so se učili iz klasičnega gradiva, so v povprečju dosegli 26 točk oziroma 68,4 %, dekleta pa so dosegla 27,75 točke – to je 73 %. **Fantje, ki so se učili iz interaktivnega gradiva, so dosegli 28,7 točke ali v odstotkih 75,4 %, dekleta pa 31,7 točke oziroma 83,3 %.**

Napredek je v primeru obeh učnih gradivih večji pri dekletih, ki so imele sicer na testu predznanja v povprečju slabše rezultate. Tu so za razliko od 1. letnika imela boljše rezultate dekleta, čeprav razlika tu ni bila tako velika kot pri študentkah 1. letnika. To nakazuje, da je napredek študentov, ki so imeli določeno predznanje, med spoloma bolj primerljiv/podoben. Nekoliko je celo v prid dekletom. Pri študentih brez predznanja pa je napredek občutno v prid fantom.

## **Ocena uporabniške izkušnje in zadovoljstva pri uporabi učnega gradiva**

V preglednici 3 je prikazana povprečna ocena zadovoljstva uporabe različnega študijskega gradiva z mnenji posameznikov za študente 1. in 2. letnika, pri čemer so udeleženci testiranja stopnjo zadovoljstva ocenjevali od 1 do 5 (1 – nezadovoljen in 5 zelo zadovoljen).

## **Ocena študentov 1. letnika**

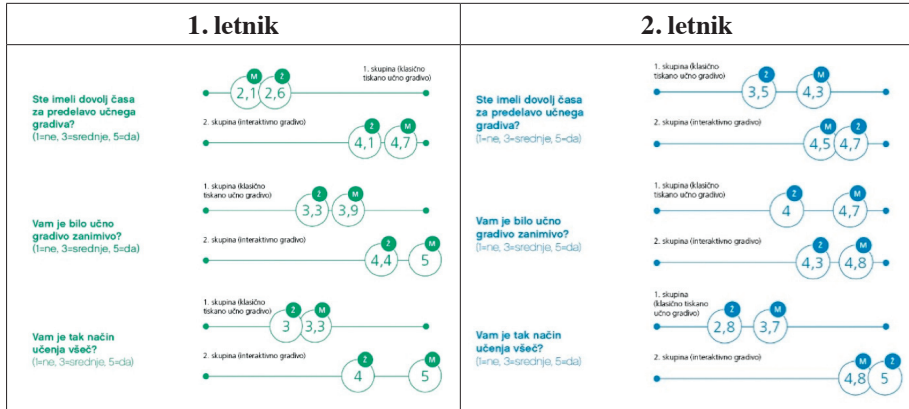
Pri oceni zadovoljstva uporabe različnega študijskega gradiva študentov 1. letnika obstajajo zelo velike razlike med rezultati, če primerjamo klasično gradivo (gradivo 1) in interaktivno gradivo (gradivo 2). Prva skupina je podala zelo slabo oceno pri prvem vprašanju glede časovne omejitve, ki je bila enaka za obe skupini. Komentirali so, da je bilo besedila preveč, da je preveč monotono, kar povzroči izgubo koncentracije pri daljšem branju. Želeli bi si bolj razgibano (slikovno) gradivo, nekateri pa so dejali, da so slušni tipi in bi si več

zapomnili v primeru frontalnega predavanja. V drugi skupini (interaktivno gradivo) so nekateri testiranci končali že predčasno in so časovno omejitev dobro ocenili. Študenti prve skupine so klasični način učenja ocenili z oceno 3 (ženske) in 3,3 (moški), medtem ko je bil način učenja drugi skupini bolj všeč. Dekleta so ga ocenila z oceno 4, fantje pa z oceno 5. Če pogledamo rezultate uporabniške izkušnje druge skupine, lahko vidimo, da so bili fantje z gradivom v vseh treh kategorijah bolj zadovoljni od deklet. Iz tega bi se dalo sklepati, da način učenja z interaktivnim gradivom bolj odgovarja študentom moškega spola. Medtem ko so fantje tu navedli samo pozitivne komentarje glede 3D-vsebin, je nekaj deklet napisalo, da se lažje učijo iz fizičnih zapisov. Pomanjkljivo se jim je zdelo tudi to, da ne morejo obkrožiti, označiti pomembnih podatkov, vsi ostali komentarji pa so bili pozitivni.

## Ocena študentov 2. letnika

Razlike pri ocenjevanju uporabniške izkušnje 2. letnika so nekoliko manjše, če primerjamo mnenja o uporabnosti klasičnega (gradivo 1) in interaktivnega gradiva (gradivo 2). Časovno je bila tu prva skupina precej bolj zadovoljna kot pri študentih 1. letnika. To lahko pripišemo dejstvu, da imajo študenti 2. letnika več predznanja s področja tiskarskih tehnologij. Tudi pri vprašanju o zanimivosti gradiva so bili rezultati obeh skupin dobri. Večji razkorak med rezultati skupin z gradivom 1 in 2 se je pojavil pri zadnjem vprašanju o zadovoljstvu takega načina učenja. Tako fantje kot dekleta so gradivo 1 (klasično tiskovno gradivo) ocenili slabše, fantje s 3,7 in dekleta s 2,8. Argumenti so bili: časovna stiska, preveč besedila in komentar, da si čas in način učenja raje organizirajo sami. Pozitivni komentar pri dekletih je bil, da so takega načina še najbolj navajena, in pri fantih, da radi preizkušajo nove načine učenja, ker lahko tako izvejo, kako hitro se učijo / si zapomnijo in s tem izboljšajo svoje učenje. Z drugim načinom učenja z uporabo interaktivnega gradiva so bili študenti 2. letnika zadovoljni. Dekleta so ga ocenila z oceno 5, fantje pa z oceno 4,8. Dekletom je bilo všeč, ker je bilo gradivo vizualno, ker tako stvari lažje interpretirajo in si posledično zapomnijo več. Komentar je bil tudi, da bi morala gradivo videti večkrat, da bi si vse zapomnila. Fantje so bili zadovoljni z interaktivnostjo, animacijami, vizualizacijo podatkov in preprostim prikazom. Tako si po njihovem lažje predstavljajo/povežejo elemente učnega gradiva in se jih veliko hitreje naučijo. Omenili so tudi slabost, da so manj pozorni na detajle, zaradi osredotočenja na animacije.

Tabela 3: Povprečna ocena zadovoljstva uporabe različnega študijskega gradiva z mnenji posameznikov za študente 1. in 2. letnika



Legenda: Stopnja zadovoljstva je bila ocenjena od 1 do 5 (1 – nezadovoljen in 5 – zelo zadovoljen).

### Statistična analiza povprečnih vrednosti rezultatov učnih uspehov

V preglednici 4 so prikazani rezultati preverjanja nulte hipoteze  $H_0$ , s katerim smo dokazovali statistično preverljive razlike med povprečnimi vrednostmi različnih vzorčenj med rezultati. Kjer je v preglednici kljukica, pomeni, da je bila nulta hipoteza potrjena, torej, da ni bilo mogoče statistično dokazati razlik med povprečnimi vrednostmi, križec pa pomeni, da so bile razlike med povprečnimi vrednostmi rezultatov obravnavanih skupin potrjene. Zanimalo nas je statistično potrjevanje razlik med povprečnimi vrednostmi rezultatov učnih uspehov moških in žensk 1. in 2. letnika posebej (primerjava: M in Ž), pred in po uporabi klasičnega (gradivo 1) ali interaktivnega gradiva (gradivo 2) (primerjava: PRED in PO uporabi) ter primerjava med rezultati 1. in 2. letnika, kjer smo moške in ženske testirance obravnavali skupaj.

Kot prikazuje preglednica 4, je statistična analiza učnih rezultatov pokazala, da so statistično dokazljive razlike med povprečnimi vrednostmi rezultatov v primeru primerjave učnih uspehov moških in ženskih testirancev v 1. letniku pred uporabo učnega gradiva ter med rezultati učnega uspeha pred in po uporabi interaktivnega gradiva tako testirancev 1. (brez predznanja) in tudi 2. letnika (s predznanjem). Ovržena nulta hipoteza, torej, da so med povprečnimi vrednostmi rezultatov 1. in 2. letnika statistično dokazljive razlike, tako tudi statistično potrjuje uspešnost uporabljenih interaktivnih učnih pristopov pri

učnih rezultatih obeh skupin testirancev. Pri statistični analizi rezultatov testirancev, ki so uporabili gradivo 1 (klasično) in 2 (interaktivno), ločeno glede na moške (M) in ženske (Ž) testirance ter testirance 1. in 2. letnika ločeno in skupaj, je bila potrjena nulta hipoteza, torej, da statistično ni bilo mogoče dokazati razlik med povprečnimi vrednostmi rezultatov teh obravnavanih skupin. Prav tako statistična analiza ni pokazala statistično dokazljivih razlik med učnimi uspehi 1. in 2. letnika pred in po uporabi gradiva 1 in 2, ko so bili obravnavani moški testiranci, medtem ko je bila pri ženskah 2. letnika statistično dokazana razlika med učnim uspehom testirank, ki so uporabile klasično in interaktivno gradivo. Čeprav je bila med nekaterimi skupinami vzorčenj dokazana statistična razlika med povprečnimi vrednostmi, v primeru večine nismo tudi statistično potrdili razlike. Ker so vzorci testirancev zajemali značilne predstavnike in skoraj vse študente, ki so si v določenem študijskem letu izbrali strokovna predmeta tiskarskih postopkov, pri katerih smo izvajali testiranje, si lahko rezultate statistične analize po kategorijah oziroma skupinah vzorcev razlagamo s tem, da je bilo število obravnavanih meritev v določenih analiziranih kategorijah premajhno. Menimo, da bi zajem in analiza večjega števila testirancev, kar je predmet nadaljnjih raziskav, omogočala konkretnjšo statistično analizo in ustrezne rezultate.

*Preglednica 4: Rezultati potrjevanja nulte hipoteze  $H_0$  in statističnih razlik med povprečji rezultatov različnih skupin, kjer PRED pomeni pred uporabo določenega učnega gradiva, PO pomeni po uporabi klasičnega 1 ali interaktivnega 2 gradiva, M pomeni moški testiranci, Ž pa ženski*

Vzorec	PRED uporabo gradiva	PO uporabi gradiva 1	PO uporabi gradiva 2	Klasično gradivo 1	Interaktivno gradivo 2
<b>Primerjava</b>	M in Ž	M in Ž	M in Ž	PRED in PO uporabi	PRED in PO uporabi
<b>1. letnik</b>	X	✓	✓	✓	X
<b>2. letnik</b>	✓	✓	✓	✓	X
Vzorec	PRED uporabo gradiva 1	PO uporabi gradiva 1	PRED uporabo gradiva 2	PO uporabi gradiva 2	
<b>Primerjava</b>	1. in 2. letnik	1. in 2. letnik	1. in 2. letnik	1. in 2. letnik	
<b>M in Ž</b>	✓	✓	✓	✓	

*Preglednica 4: Rezultati potrjevanja nulte hipoteze  $H_0$  in statističnih razlik med povprečji rezultatov različnih skupin, kjer PRED pomeni pred uporabo določenega učnega gradiva, PO pomeni po uporabi klasičnega 1 ali interaktivnega 2 gradiva, M pomeni moški testiranci, Ž pa ženski (nadaljevanje)*

Vzorec	M 1. letnik	Ž 1. letnik	M 2. letnik	Ž 2. letnik	M in Ž 1. in 2. letnik
Primerjava	PO uporabi gradiva 1 in 2	PO uporabi gradiva 1 in 2	PO uporabi gradiva 1 in 2	PO uporabi gradiva 1 in 2	PO uporabi gradiva 1 in 2
	✓	✓	✓	X	✓

*Legenda: PRED pomeni pred uporabo določenega učnega gradiva, PO pomeni po uporabi klasičnega 1 ali interaktivnega 2 gradiva, M pomeni moški testiranci, Ž pa ženski.*

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Zaradi potrebe po posodobitvi učnih pristopov strokovnega področja grafične tehnologije je bila v redni študijski proces tiskarskih procesov vpeljana študija, predstavljena v tem prispevku, ki predstavlja vpogled v načrtovanje in procese ustvarjanja izobraževalnih 3D-animacij, vključitev interaktivnosti, koliko animacija in tudi dodana interaktivnost izboljšata študentovo razumevanje strokovnega področja, ter analizo izobraževalne učinkovitosti tovrstnega modela poučevanja. V zaključkih ugotavljamo, da so bili namen in cilji raziskave doseženi. Predstavljena raziskava prinaša pomembne ugotovitve na področju strokovnega terciarnega izobraževanja, ki so aplikativne na področju grafične tehnologije in še ožje tiskarskih postopkov, hkrati pa je lahko za zgled tudi drugim strokovnim področjem. Na podlagi ugotovitev, pridobljenih tekom dela, smo ovrednotili delovne hipoteze. Hipoteza 1 je bila potrjena. Eksperiment je vključeval študente z različno stopnjo predznanja, ki so bili testirani pred uporabo, za namene raziskave izdelanega, študijskega gradiva in po njegovi uporabi. Rezultati so pokazali, da je na področju izobraževanja stroke klasičnih in sodobnih postopkov tiskanja interaktivno gradivo z vključenim 3D oblikovanim gradivom glede na odstotkovni delež uspeha učinkovitejše v primerjavi s klasičnim študijskih gradivom. Testna skupina, ki je uporabila interaktivno gradivo je v obeh primerih (študenti s predznanjem in študenti brez predznanja) dosegla boljše rezultate pisnega preverjanja od skupine, ki interaktivnega gradiva ni uporabljala. Razlika v učnih rezultatih je bila za interaktivno gradivo tudi statistično dokazana.

Tudi hipotezo 2, torej da bodo uporabniki pokazali zadovoljstvo pri uporabi gradiva z interaktivnimi in 3D-vsebinami, lahko potrdimo. Analiza mnenj

testirancev je prav tako potrdila željo po uporabi tovrstnih gradiv tudi v nadaljevanju študija. Tovrstno študijsko gradivo jim je bilo bolj všeč od klasičnega, kar so potrdili z odlično oceno uporabniške izkušnje in pozitivnimi komentarji po uporabi tovrstnega gradiva.

Hipotezo 3, da naj bi testiranci, ki se bodo tehnološkega postopka učili s pomočjo interaktivnih 3D-animacij, izkazovali v povprečju za 10–15 % boljše znanje v primerjavi s kontrolno skupino, lahko le delno potrdimo, saj imajo rezultati testiranj nekoliko večji razpon. Nekateri presegajo mejo 15 %, nekateri pa so nekoliko pod mejo 10 %. Tako je na primer napredek moških študentov 1. letnika v primerjavi s kontrolno skupino za 16,1 % višji, napredek pri ženskah pa je nekoliko manjši, in znaša 6,7 %. Moški študenti 2. letnika so v povprečju izkazali za 7 % boljše znanje v primerjavi s kontrolno skupino, pri študentkah pa je ta odstotek znašal 10,3. Rezultat ene skupine tako presega v hipotezi določeno mejo (10–15 %). Ena skupina se je uvrstila proti spodnji meji (okoli 10 %), dve pa sta nekoliko slabše napredovali od pričakovanega.

Predstavljena raziskava potrjuje prednosti vpeljave 3D interaktivnih tehnologij v učni proces tehničnostrokovnega področja. V nadaljnjih raziskavah bomo analizirali večji vzorec in večji sklop učnih vsebin, kar bo dalo nove razsežnosti statističnemu preverjanju. Poleg tega načrtujemo tudi preverjanje učnih rezultatov v daljšem času, kot prvotno načrtovano, ter izvedbo procesa učenja, ki bo trajala 45 minut. Pri tem bodo študenti poleg branja povabljeni, da učno snov tudi ustrezno ponovijo (ne glede na njihovo morebitno subjektivno mnenje, da potrebujejo manj časa). Prav tako bodo testiranja dolgoročnejših pokazateljev uporabe znanja, pomnjenja in razumevanja (torej izvedba preverjanj znanja takoj po procesu učenja in s časovnim zamikom od 14 dni do 1 meseca) dala vpogled tudi v te plasti učnega procesa pri uporabi 3D animacijskega in interaktivnega gradiva. Ne glede na sicer deljena mnenja glede vpeljav 3D- in interaktivnih pristopov, predstavljena v uvodu prispevka, menimo, da bodo te učne tehnologije v prihodnosti zastopane v vedno večji meri (Šafhalter, 2016). Pričakovati je mogoče tudi, da se bodo v prihodnje še naprej razvijale tudi nove uporabne večmodalne in večsenzorične 3D interaktivne tehnologije, vključno s 3D-simulacijami, obogateno, mešano in virtualno resničnostjo, s katerimi bodo izobraževalne vsebine še bolj učinkovite. Izobraževalne skupine bodo v kombinaciji z različnimi izobraževalnimi metodami predvidoma še bolj spodbujale učni proces in popeljale učinke izobraževanj na višjo raven (Youngs, 2015).

## Literatura

- Ak, O., in Kutlu, B. (2015). Comparing 2D and 3D game-based learning environments in terms of learning gains and student perceptions. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 129–144. Pridobljeno s <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12346>
- Bamford, A. (2011). *The 3D in education*. Pridobljeno s [https://static1.squarespace.com/static/53cd3fc4e4b0216897ed0a75/t/54215e51e4b0eb59deb12fe1/1411472977728/The\\_3D\\_in\\_Education\\_White\\_Paper.pdf](https://static1.squarespace.com/static/53cd3fc4e4b0216897ed0a75/t/54215e51e4b0eb59deb12fe1/1411472977728/The_3D_in_Education_White_Paper.pdf)
- Burmester, M., Mast, M., Tille, R., in Weber, W. (2010). *How users perceive and use interactive information graphics: An exploratory study. 14th international conference information visualisation* (str. 361–368). Pridobljeno s <http://www.computer.org/csdl/proceedings/iv/2010/4165/00/4165a361-abs.html>
- Droždek, S. (2015). *Mayerjeva načela v poučevanju programiranja* [Diplomsko delo]. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Huk, T., in Floto, C. (2003). Computer-Animations In Education: The Impact Of Graphical Quality (3D / 2D) And Signals. V *Proceedings of The World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (str. 1036–1037). Pridobljeno s <http://www.editlib.org/noaccess/12526>
- Jakupović, E. (24. 8. 2016). *V izobraževanju so čedalje bolj priljubljene multimedij-ske interaktivne vsebine*. Pridobljeno s <https://ikt.finance.si/8848337?cctest&>
- Kumar, M. (2008). *Teorija grafičnih procesov*. Ljubljana: Center RS za poklicno izobraževanje.
- Lowe, R. K. (2004). Animation and learning. V R. Atkinson, C. McBeath, D. Jonas Dwyer in R. Phillips, *Value for money? Beyond the comfort zone, Proceedings of the 21st ASCILITE Conference, December 5-8* (str. 558–561). Perth: ASCILITE.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning : second edition*. New York: Cambridge University Press.
- Mlakar, A., in Štepic, M. (2008). *Programi za animacijo*. Pridobljeno s <http://upo-mancaandrej.weebly.com/programi-za-animacijo.html>
- Muck, T., in Križanovskij, I. (2015). *3D-tisk*. Pasadena.
- Pinter, R., Radosav, D., in Cisar, S. M. (2012). Analyzing the Impact of Using Interactive Animations in Teaching. *Int. J. of Computers, Communications & Control.*, VII(1), 147–162. Pridobljeno s <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.891.3383&rep=rep1&type=pdf>
- Rias, R. M., in Zaman, H. B. (2010). Learning with multimedia: Effects of different modes of instruction and animation on studentu. *Jurnal Teknologi Maklumat & Multimedia*, 9, 57–70. Pridobljeno s <http://ejournals.ukm.my/apjitm/article/>

viewFile/1374/1232

- Sekeroglu, G. K. (2012). Aesthetics and design in three dimensional animation process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 812–817 Pridobljeno s <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812033836>
- Smith, D., McLaughlin, T., in Brown, I. M. (2012). 3-D computer animation vs. live-action video: differences in viewers' response to instructional vignettes. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 12(1), 41–54. Pridobljeno s <http://www.editlib.org/p/37618/>
- Šafhalter, A. (2016). *Razvijanje prostorske predstavljivosti z uvedbo 3d-modeliranja v osnovni šoli* [Doktorska disertacija]. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Tversky, B., in Bauer Morrison, J. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262. Pridobljeno s <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581902910177>
- Vaneček, D., in Jirsa, J. (2011). A taxonomy of technical animation. *Acta Polytechnica*, 51(3). Pridobljeno s <http://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/ap/article/view/1388>
- Youngs, K. (24. 9. 2014). *How to use 3D content in simulations for teaching and learning*. Pridobljeno s <https://www.jisc.ac.uk/blog/3d-in-teaching-and-learning-23-sep-2014>





## Opismenjevanje digitalnih domorodcev: stanje in alternative na ravni osnovnošolskega izobraževanja

*Tanja Oblak Črnič<sup>1</sup>, Katja Koren Ošljak<sup>2</sup> in Maša Sajko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede

<sup>2</sup> Zavod Vsak

### **Povzetek**

Namen prispevka je oblikovanje izhodišč za premislek o poučevanju digitalnega in medijskega opismenjevanja osnovnošolskih otrok, ki bi skozi interdisciplinarne vidike omogočilo opolnomočenje učencev za kreativno, participativno in predvsem kritično razumevanje sodobnih medijev in pametnih mobilnih naprav. Na podlagi kvantitativne pilotske raziskave na manjšem vzorcu učiteljev ter analize učnih načrtov obveznih in izbirnih sestavin predmetov v osnovnih šolah bomo skušali identificirati stanje »digitalnega opismenjevanja«. Prakse med učitelji potrjujejo, da je poučevanje kreativnih in poglobljenih znanj s področja digitalnih medijev zanemarljivo, saj je tudi med učitelji zaznati ločnico glede digitalnih veščin in posameznih praks. Nadalje pa učenci večji delež digitalnih in medijskih kompetenc pridobijo zunaj rednega učnega programa, s čimer se povečuje ločnica med otroki, ki tovrstno znanje pridobivajo, in drugimi, ki takega znanja niso deležni. V zadnjem delu prispevka sledi identifikacija nekaterih izvenšolskih iniciativ, ki kažejo potrebo po bolj poglobljenem načinu digitalnega opismenjevanja, ki bi namesto na paradigmi »varne digitalne vzgoje« temeljilo na kritičnem razumevanju (digitalnih) medijev in na odgovorni rabi medijev.

**Ključne besede:** digitalna in medijska pismenost, digitalni domorodci, rabe digitalnih tehnologij v osnovni šoli, izvenšolske iniciative digitalne pismenosti

## Uvod

Pojem digitalni domorodci (angl. digital natives) se na splošno nanaša na generacijo t. i. »milenjicev«, odraščajočih v obdobju, ki ga je zaznamoval hiter in intenziven razvoj interneta in z njim povezanih komunikacijskih in digitalnih tehnologij. Ker digitalne domorodce stik s prenosljivimi tehnologijami, vpetimi v digitalno povezljiv svet družbenih medijev in spletnih omrežij, spremlja vse od zgodnjega otroštva, jih različne študije označujejo kot specifično generacijsko skupino s posebnimi karakteristikami, vrednotami, preferencami in znanji. Kot je že sredi devetdesetih let v *Deklaraciji o neodvisnosti kibernetnega prostora* napovedal Barlow (1996), »se moramo otrok, ki so domorodci v svetu, kjer odrasli ostanejo za vedno zgolj priseljenci, bati«. V primerjavi z njimi so namreč predhodniki neuki in digitalno nespretni imigranti digitalne dobe.

Spremenjene vsakdanje navade digitalnih generacij so po izsledkih nekaterih študij (Vincze, 2015; Livingstone, 2012) povezane z določenimi spremembami na ravni učnih spretnosti, učnih veščin in znanj. Zato Prensky (2001), kot idejni avtor pojma digitalni domorodec, vztraja, da se morajo učitelji oziroma šolski in izobraževalni sistemi »jeziku domorodcev« preprosto prilagoditi. Mnoge bolj kritično naravnane študije (npr. Salajan idr., 2010; Guo, Dobson in Petrina, 2008) pa vendarle kažejo, da je medgeneracijski razkorak med domnevnimi digitalnimi »priseljenci«-učitelji in »domorodci«-učenci manjši ter manj problematičen, kot so razkoraki *znotraj* same generacije digitalnih domorodcev. Nenatančno generaliziranje mlajših uporabnikov tehnologij kot tiste generacije, ki je digitalno bolj pismena kot njeni »predhodniki«, je v osnovi problematično. Čeprav drži, da imajo digitalni domorodci manj ovir pri uporabi digitalnih medijev, so njihove prakse in izkustva s tehnologijami heterogene, raznovrstne in znotraj populacije mladostnikov neenako razširjene ter v veliki meri pogojene s socialnimi in kulturnimi okoliščinami, v katerih mladostniki odraščajo. Metaanaliza pojmovanja digitalnih domorodcev na različnih celinah in v različnih državah, od ZDA in Evrope do Južne Afrike, Kitajske in Čila (glej Jones in Shao, 2011), je celo pokazala, da ne gre za posebno generacijo – tudi spremembe *med* digitalnimi domorodci so pogojene s starostjo, spolom, načinom študija, krajem bivanja ipd. Determinirano označevanje digitalnih domorodcev kot enovite generacije zavrača tudi Helsper (2008), ki med drugim opozarja, da se s tovrstnimi označbami oddaljujemo od problemov neenakosti znotraj same generacije, predvsem v razmerju do različnih spretnosti, odnosa do tehnologije in tudi samega dostopa do tehnologij.

Namen tukajšnje razprave je spodbuditi premislek k oblikovanju vsebinskih izhodišč za digitalno in medijsko opismenjevanje osnovnošolskih otrok, ki bi skozi interdisciplinarne vidike omogočilo opolnomočenje učencev za kreativno in participativno rabo ter kritično razumevanje sodobnih medijev in pametnih mobilnih naprav. Zato bo v prvem delu pozornost usmerjena na kritično razumevanje t. i. digitalnih domorodcev, ki zahteva odmik od generacijskega posploševanja in uvid v neenake strukturne okoliščine medijskega opismenjevanja. Na podlagi pilotske kvantitativne raziskave na manjšem vzorcu učiteljev ter analize učnih načrtov obveznih in izbirnih sestavin predmetov v osnovnih šolah bomo namreč identificirali, kakšno je trenutno stanje »digitalnega opismenjevanja«. Podatki pilotske študije, ki smo jo izvedli med učitelji podravske regije, kažejo nekatere pereče vrzeli v osnovnih šolah, sistemsko gledano pa preverjanje digitalne pismenosti slovenskih šolarjev ni vpeljana, tako kot ni regulirano niti znanje učiteljev na tem področju. V luči teh specifik so v zadnjem delu razdelani vsebinski poudarki, ki bi jih kritično razumevanje digitalnih medijev moralo zasledovati tudi pri nas.<sup>1</sup>

## **Od tehno-determinističnega h kritičnemu razumevanju »digitalnih domorodcev«**

Pametne in mobilne naprave, od prvih prenosnih računalnikov do današnjih pametnih telefonov, so se uspele integrirati ne le v vsakdan, temveč so predrugačile mnoge medijske navade, družbene odnose in številne aktivnosti posameznikov – od branja in spremljanja filmov, izbire virov in načinov informiranja, spremljanja glasbe, iskanja partnerjev, nakupovanja itd. Vendar pa so razprave o tem, za kako radikalne spremembe pri tem gre, različne. Eno od radikalnejših verzij družbenega preloma zavzemajo zagovorniki dobe t. i. digitalnih domorodcev.

Prensky (2001) s pojmom digitalni domorodci opisuje generacije, ki odraščajo z digitalno tehnologijo in se izražajo z »matičnim« digitalnim jezikom, ki njihova osebna izkustva informiranja, komuniciranja, povezovanja in tudi učenja radikalno predrugači od izkustev predhodnih analognih generacij. Pozornost se tako vse bolj usmerja v iskanje novih modelov t. i. »digitalne vzgoje«, ki bi sodobno generacijo in predvsem njihove starše uspešno pripravila na tehnološke zahteve nove dobe.

.....  
1 Izjema je program »Varni internet«, ki deluje v okviru osnovnošolskega izobraževanja z namenom, da učence opremi z osnovami programiranja in delovanja na spletu, vendar ni del obveznih sestavin kurikuluma.

## *Digitalni domorodci – generacija nove dobe?*

Digitalni domorodec je po mnenju tovrstnih študij v primerjavi s predstavniki generacije t. i. digitalnih priseljencev, ki so odraščali v času množične televizije, videorekorderjev in walkmanov – v digitalne medije »vrojen«: večino časa preživi »ožičen«,<sup>2</sup> zagledan v prenosne zaslone, povezane v internetna omrežja, kjer uporablja več medijskih tehnologij hkrati in deluje večoperabilno: posluša glasbo, medtem ko igra igre, gleda vloge, medtem ko objavlja in deli svoje misli o videnem prek omrežnih profilov, nakupuje in se fotografira, se orientira in izbira lokacije v prostoru, ko komunicira, se povezuje in odziva na druge. Njegov vsakdan je tako nenehno prežet z mobilnimi pametnimi napravami, skozi katere se informira, utrjuje obstoječe vezi in išče nove ter spremlja, komentira in z drugimi deli vsebine, ki ga ožje zanimajo. Ključna tehnološko-medijska specifična novonastalega medgeneracijskega razkoraka naj bi bila ravno v spremenjenem odnosu do »primarnega jezika«: za digitalne domorodce to ni več zgolj ali predvsem tekst oziroma besedilo, temveč množično proizvedeni in hitro posredovani vizualni elementi v obliki fotografij, videovsebin, infografike, skratka podob. Medijska pismenost domorodcev nadalje ni več linearna, temveč se generacije, rojene v času elektronskih medijev, bolje in hitreje odzivajo na novo medijsko logiko (Gumpert in Cathcart, 1985), ki je omrežena, multimodalna in konstantno dostopna.

Tudi drugi, alternativni poskusi poimenovanja sodobnih generacij, temeljijo na glorifikaciji specifičnih medijev kot nujnih označevalcev. Tako zasledimo pojmovno prazne nadomestke kot »internetna generacija«, »mobilna generacija« ali »net generacija«, ponekod pa kar »facebook« oziroma »google« generacija. Tapscott (2009), denimo, net generacijo povezuje s specifičnimi normami, kot so svoboda, personalizacija, preiskovanje, želja po zabavi, integriteta, sodelovanje, hitrost in inovativnost; Howe in Strauss (2000) piše-ta o milenijcih, ki jih označujejo optimizem, skupinsko delo, povezanost s starši, spoštovanje avtoritete, sledenje pravilom, nadzor, bistrost in zaupanje v prihodnost. Turner (2015) izpostavlja »z-generacijo« in jo označuje z lastnostmi, kot so priključenost, raznolikost, stres in nevarnost. Tovrstno razumevanje generacijskih specifik predpostavlja, da je način dojemanja družbene realnosti medijsko oziroma tehnološko pogojen, spremembe na ravni vedenja, učenja in vrednot pa tovrstni tehnologiji imanentne. Tako smo priča porastu

2 Opozoriti je treba na tehnično in družbeno spreminjajočo se oznako pojma »online«: v devetdesetih, ko se je internet šele vpel v vsakdan, se je pojem »biti online« nanašal na žično modemsko internetno navezavo, na katero se je računalnik moral priklopiti prek fizične telefonske zveze. Dandanes je priključitev v internetna omrežja dosegljiva prek optičnih brezžičnih omrežij in plačljivih mobilnih paketnih podatkov.

projektov, strategij in iniciativ, ki skušajo mladostnike opremiti s potrebnimi znanji na področju računalništva in informatike, a ostajajo preozko vpete v vprašanje *tehničnega* učenja digitalnih rab in predvsem *varne rabe* tehnologij.

Digitalna informacijska pismenost namreč »vključuje tako pasivno konzumpcijo kot aktivno produkcijo izjemno personaliziranih sporočil. Izvira iz obljube o interaktivnosti, kjer producenti postajajo občinstva za uporabnike in uporabniki producirajo vsebine sami zase« (Wiesinger in Beliveau, 2016). Gledano s historične perspektive, je rezultat tovrstnih transformacij vse večja fragmentacija in erozija skupne kulture, kar zahteva tudi kritično preizpraševanje o tem, kaj danes sploh pomeni biti državljan v informacijskem okolju, ki ni le ekstremno individualizirano, ampak je v nenehnem toku.

### ***Konfliktne diskurzi o digitalnih domorodcih***

V primerjavi s študijami s področja sodobne pedagogike, e-izobraževanja in digitalnega opismenjevanja se medijske študije bolj kritično osredotočajo na detekcijo okoliščin in kontekstov, v katerih se diskurz o digitalnih domorodcih sploh pojavlja, ter na identifikacijo družbenih in kulturnih dejavnikov, ki potrebe po rabi novih digitalnih naprav v izobraževanju sploh uokvirjajo. Za čigave interese sploh gre pri tem in kdo jih vodi? O kakšnih rabah sploh govorimo in kaj naj taka znanja prinašajo? Medijske študije torej ne problematizirajo, ali je digitalna pismenost potrebna, temveč kakšno digitalno pismenost sploh imamo v mislih in za koga: »Diskurz o digitalnih domorodcih namreč utrjuje in povečuje generacijske razlike na način, da obenem slavi mlade in jih hkrati patologizira« (Jenkins idr., 2016, str. 48). O učiteljih in starših, kot predstavnikih digitalnih imigrantov, pa se predpostavlja, da so ujeti v pozicijo tehnofobov, ki se tehnologije bojijo oziroma imajo do nje določene pomisleke, medtem ko mlade pretirano dojemamo kot digitalno večče, kompetentne in podkovane medijske uporabnike (Herring, 2008; Bakardijeva, 2005; Baym, 2015). Na ta način je pozicija digitalnih priseljencev diametralno nasprotna mestu, ki ga imajo domorodci. Ali kot poudarja Jenkins: »Priseljenci ne pripadajo; nikoli se ne bodo celostno asimilirali v digitalni svet; nikoli se ne bodo tako uspešno spopadli z digitalnimi mediji, kot se njihovi otroci« (2016, str. 48).

Toda sodobni omrežni in družbeni mediji so, kot opozarja Humphreys (2018, str. 9), razširili razmišljanja, kaj mediji so, saj vse bolj vključujejo prav medosebne in ne le institucionalizirane oblike mediatizirane komunikacije: mediji so tako orodja in kanali, ki povezujejo ljudi v času in prostoru ter omogočajo

delitev pomenov. Pretakanje pomenov prek digitalnih medijev pa je specifično, sploh če upoštevamo nekatere njihove posebne karakteristike (Wiesinger in Beliveau, 2016, str. 11–12): vsebina digitalnih medijev se zdi neskončna, stalno spreminjajoča se, osredotočena na posameznika, njena konzumpcija pa je mogoča skozi številne platforme na nelinearen in samonanašajoč se način. Ker se za mladostnike predpostavlja, da je njihova tehnološka in digitalna sofisticiranost preprosto stranski produkt njihovega odrasčanja (Jenkins idr., 2016), se premalo pozornosti posveča ravno njihovim *raznovrstnim izkustvom* skozi tehnologijo: »S pozicioniranjem mladih kot ‘drugih’ odrasli ne zmorejo niti prepoznati niti spoštovati načine, prek katerih mladi uporabljajo tehnologijo za povezovanje z drugimi, za učenje in za participacijo v javnem življenju« (Jenkins, Ito in boyd, 2016, str. 32). Z generacijskim posploševanjem pa odrasli spregledajo ravno to raznolikost mladostniških praks, ki se vzpostavljajo skozi nastajajočo digitalno kulturo.

V večini primerov pa manjkajo poudarki, ki bi sodobne digitalne platforme koreniteje vključevali v družbene kontekste, v katerih se tehnologije razvijajo, ter njihovo rabo umeščali v kontekst pomembnih transformacij, ki se neposredno nanašajo na karakteristike vsakdanjega življenja otrok, na kar sicer opozarjajo bolj kritično naravnane študije t. i. digitalnih domorodcev (Thomas, 2011; Baym, 2015). Nedvomno drži, da je tehnologija spremenila načine komuniciranja, potrošnje in druženja, vendar je za digitalno pismeno generacijo mnogo bolj ključna dilema, kako spodbujati kritično mišljenje do vsebin, organizacij in akterjev, s katerimi stopajo v stik skozi nova digitalna okolja.

### ***Pozicioniranost digitalne tehnologije v šolah***

Nedvomno drži, da se je pozicija učiteljev - priseljencev znotraj šolskega sistema in predvsem v odnosu do razmerja učenec-učitelj spremenila tudi zaradi pojava novih digitalnih medijev – o tem priča več raziskav, ki obravnavajo vprašanje implementacij tehnologij v izobraževalnem procesu in specifičnih odzivov učiteljev nanje (Tondeur idr., 2008; Yaounie idr., 2015). Ena od bolj svežih kvantitativnih anketnih raziskav na večjem vzorcu učiteljev (Jimoyianis in Komis, 2014) je pokazala, da je mogoče učitelje glede na njihov odnos do tehnologije in izkušnje z integracijo tehnologije v učni proces razdeliti v tri distinktivne skupine: (1) skupino z močnim pozitivnim odnosom, v kateri so pretežno mlajši in starejši učitelji, (2) skupino s pretežno negativnim odnosom, v katero spadajo pretežno učitelji z 20- in 30-letnimi izkušnjami in večinoma učitelji osnovnih šol, ter (3) zadnjo skupino z nevtralnimi pogledom na učinke tehnologij. V drugi študiji, omejeni le na izkušnje in percepcije

osnovnošolskih učiteljev (Loveless, 2003), pa se je izkazalo, da učitelji dojemajo tehnologijo kot nujo, a hkrati tudi kot vir bojazni in tveganj, predvsem zaradi občutka odgovornosti do učencev (Morris, 2010). Učitelji soglašajo, da je otroke treba pripraviti na novosti, ki jih tehnologije prinašajo, te so tako neizbežne kot tudi funkcionalne, a se med seboj razlikujejo v pogledih, kako naj se implementacija tehnoloških sprememb izvede v praksi.<sup>3</sup>

Na specifičnost odnosa samih učiteljev in njihovih izkušenj z digitalnimi tehnologijami kažejo tudi raziskave znotraj nacionalnega okolja. Gerlič (2013) o položaju tehnologij v slovenskih osnovnih šolah ugotavlja, da na petini (22 %) osnovnih šol kar polovica učiteljev sploh ne zna uporabljati sodobnih komunikacijskih tehnologij (2013, str. 46); le 3 % šol meni, da je tehnološko znanje njihovih učiteljev v celoti ustrezno, čeprav se za didaktično izobraževanje na področju tehnologije zanima 50 % učiteljev, za dejansko uporabo tehnologije med poukom predmeta pa 48 % učiteljev (2013, str. 46). Med znanji, ki naj bi jih učenci pridobili, pa šole najpogosteje izpostavljajo osnovno delo z računalnikom, pisanje z urejevalniki besedil, razumevanje varnosti na spletu, rabe spleta in e-pošte, bistveno manj nujni pa se jim zdijo multimedij-ska funkcionalnost, pisanje programov ali obdelava podatkov (Gerlič, 2013, str. 53). Ravno slednje pa Dietrich in Balli (2014) označujeta kot pomembno podporo za gradnjo avtentičnega znanja nasproti ritualnega sodelovanja. Generacija digitalnih domorodcev, opozarjata, potrebuje pristop, ki presega samo rabo tehnologije in vključuje elemente avtentičnega sodelovanja, ki se kažejo skozi nadzor, možnost izbire in reševanje realnih nalog, v katere so učenci aktivno vključeni. Podobno potrjujejo tudi druge raziskave med samimi učitelji (Cox, Preston in Cox, 2000; Mumtaz, 2000), ki izpostavljajo počasno in neenakomerno približevanje učiteljev digitalnim novostim, kljub različnim izobraževalnim programom, ki so jim na voljo, in številnim virom, ki jih imajo. Učitelji pogosto dojemajo tehnologije kot (pre)zahtevne za uporabo, zato se tisti učitelji, ki sami tehnologije uporabljajo redno, lažje odločajo za njihovo implementacijo v pouk, kar tudi bolj pozitivno sprejemajo: učne ure se jim zdijo bolj zabavne, zanimivejše, razgibane in bolj raznovrstne (Prestridge, 2012). Na drugi strani študije kažejo, da se bolj inovativnih oblik poučevanja s pomočjo tehnologije poslužujejo tisti učitelji, ki v ospredje postavljajo pozicijo učenca, ki naj vpliva na učni proces in izbira možno uporabo aplikacij (Drent in Meelissen, 2006).

3 Študija Liu in Szabo (2009) se je že desetletje nazaj osredotočila na vprašanje učiteljevih skrbi, povezanih z integracijo tehnologije v učne načrte. V raziskavi, ki sta jo izvedla med letoma 2004 in 2007, sta vzorec 272 učiteljev razdelila v tri skupine – neizkušene, izkušene in zaskrbljene učitelje ter za vsako od omenjenih skupin razkrivala njihove tipične vzorce skrbi (Sajko, 2018, str. 32).



## Metoda

V nedavni pilotski raziskavi med učitelji (Sajko, 2018), v katero smo povabili 11 osnovnih šol podravske regije,<sup>4</sup> smo z uporabo strukturiranega anketnega vprašalnika skušali identificirati današnjo razširjenost tehnologij pri poučevanju in dejavnike, ki znotraj skupine učiteljev bodisi zavirajo bodisi spodbujajo njihovo rabo. Tako smo iskali povezanost med preteklimi izkušnjami učiteljev s tehnologijo in njihovo lastno digitalno pismenostjo, odnosom in vrednotenjem tehnologije ter oceno o podpori pri rabi tehnologij znotraj šol. V vprašalnik smo zajeli vprašanja o učiteljevih izkušnjah s tehnologijo in lastnih tehnoloških veščinah, konkretnih rabah tehnologije med poukom ter oceno pomembnosti različnih digitalnih tehnologij pri delu učiteljev. S pomočjo posebej oblikovanih trditev/indikatorjev smo iskali tudi povezanost med odnosom učiteljev do uporabe tehnologij med poukom in učiteljevo (samo)oceno, kako je za rabo tehnologij med poukom poskrbljeno znotraj šole same.

Daljši vprašalnik je tako vseboval ločene vsebinske sklope, ki smo jih pisno in elektronsko posredovali na osnovne šole (v mestnih, primestnih in vaških okoljih). Anketiranje je potekalo od 3. do 25. maja 2018, na anketo pa se je odzvalo skupaj 83 učiteljev: od tega jih večina (53 %) poučuje na osnovni šoli v mestnem okolju, 46 % v vaškem okolju in le 1 % v primestnem okolju. Vzorec smo stratificirali tudi glede na delovni stalež učiteljev: tako smo v vzorec zajeli največ (55 %) učiteljev z delovno dobo od 11 do 30 let, petino učiteljev (20 %) z delovno dobo od 31 do 40 let in dobro četrtino (24 %) učiteljev z delovno dobo do 10 let. V nadaljevanju na kratko prikazujemo nekaj ključnih rezultatov omenjene ankete.

## Rezultati z razpravo

Na podlagi statistične analize podatkov lahko ugotovimo, da so na splošno učitelji rabi tehnologije med poukom<sup>5</sup> vsaj v pridobljenem vzorcu v večini zelo naklonjeni (glej preglednico 1). Strinjajo se, da raba tehnologij pri pouku *omogoča boljše pripravo gradiv in lajša njihovo delo*. Prav tako podatki kažejo, da se po mnenju učiteljev skozi tehnologijo *poveča motiviranost učencev pri pouku*, poleg tega je učence *lažje spodbujati k sodelovanju*. Nadaljnje pozitivne lastnosti uporabe tehnologij med učiteljevim delom so

4 V raziskavi je sodelovalo 11 šol s Ptuja in okoliških krajev v radiju 10 kilometrov.

5 Učiteljem smo zastavili 11 različnih trditev o rabi tehnologije pri pouku in jih prosili, da na lestvico od 1 (sploh se ne strinjam) do 5 (zelo se strinjam) ocenijo, kako se z njimi strinjajo. Večja je torej vrednost aritmetične sredine, bolj se respondenti s trditvijo strinjajo.

v prihranku časa, poenostavljanju razlage in spodbujanju učencev k aktivnejšemu učenju.

Tabela 1: Odnos učiteljev do rabe sodobnih tehnologij pri pouku (vrednosti aritmetičnih sredin,  $n = 83$ )

<b>O rabi tehnologije pri pouku imamo različne poglede. Prosimo vas, da ocenite zase, kako se strinjate z naslednjimi trditvami.</b>					
<b>Uporaba IKT pri pouku ...</b>	<b>N</b>	<b>Povprečje</b>	<b>Std. odklon</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>
mi omogoča boljšo pripravo gradiv	83	<b>4,1</b>	0,68	2	5
mi olajša delo	83	<b>4,0</b>	0,75	2	5
bolj motivira učence	83	<b>3,9</b>	0,59	3	5
učence spodbuja k sodelovanju	83	<b>3,9</b>	0,63	2	5
učencem olajša delo	83	<b>3,8</b>	0,74	2	5
prihrani čas	83	<b>3,7</b>	0,86	2	5
poenostavi razlago učencem	83	<b>3,7</b>	0,79	2	5
spodbuja aktivnejše učenje	83	<b>3,6</b>	0,77	1	5
mi omogoča lažje spremljanje napredka učencev	83	<b>3,5</b>	0,70	1	5
spodbuja komunikacijo v razredu	83	<b>3,4</b>	0,78	1	5
mi olajša preverjanje znanja	83	<b>3,3</b>	0,93	1	5

Glede na splošno zaznan pozitiven odnos do vloge tehnologij v poučevanju v tukajšnji raziskavi zajetih učiteljev velja podrobneje preveriti, kakšne oblike znanj in izkušenj s tehnologijo imajo sami učitelji. Učitelje smo vprašali tudi o pogostosti rabe specifičnih digitalnih form pri pouku (glej preglednico 2),<sup>6</sup> ki je pokazala, da med najmanj prisotne prakse spadajo izkušnje z uporabo interaktivnih tabel in priprava elektronskih domačih nalog; podobno redko učitelji uporabljajo skupinske oblike učnega dela s pomočjo tehnologij in ustvarjanja kreativnih vsebin. Med najpogostejše prakse pa na drugi strani učitelji uvrščajo *iskanje informacij po spletu* in *uporabo e-učbenikov*, ki jim

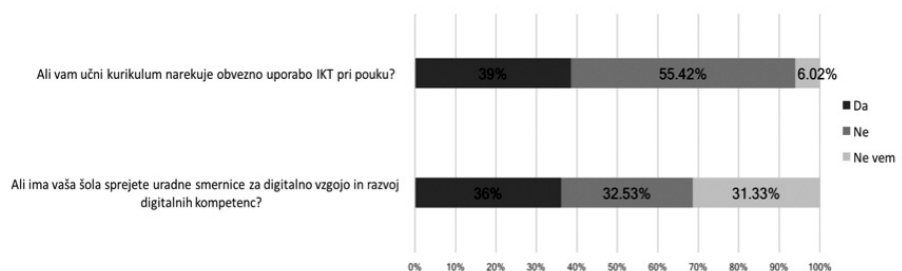
6 Na podoben način smo učiteljem zastavili 13 različnih primerov praksi uporabe tehnologije in jih prosili, naj na lestvici od 1 do 5 ocenijo, kako pogosto jih uporabljajo pri poučevanju. Večja je torej vrednost aritmetične sredine, pogostejše učitelji posamezno obliko oziroma prakso tudi prakticirajo.

sledijo raba videovsebin, priprava predstavitev in interaktivnih vsebin. Torej lahko sklepamo, da je digitalna tehnologija med poukom prisotna predvsem v osnovnem informativnem in multimedijem smislu – kot pripomoček za iskanje podatkov in gradiv ter e-učbenikov, manj pa je uporabljena v kreativne ali skupinske namene.

Tabela 2: Pogostost uporabe izbranih tehnoloških form med učitelji (n = 83)

	1 – Nikoli	2 – Zelo redko	3 – Redko	4 – Pogosto	5 – Zelo pogosto	Skupaj	Arit. sredina	Std. odklon
Iskanje informacij po spletu	0 (0 %)	1 (1 %)	6 (7 %)	31 (37 %)	45 (54 %)	83 (100 %)	<b>4,4</b>	0,7
Uporaba e-učbenikov	3 (4 %)	5 (6 %)	11 (13 %)	31 (37 %)	33 (40 %)	83 (100 %)	<b>4,0</b>	1,1
Videovsebine	1 (1 %)	3 (4 %)	20 (24 %)	46 (55 %)	13 (16 %)	83 (100 %)	<b>3,8</b>	0,8
Priprava predstavitev	0 (0 %)	3 (4 %)	25 (30 %)	43 (52 %)	12 (14 %)	83 (100 %)	<b>3,8</b>	0,7
Interaktivne vsebine	3 (4 %)	5 (6 %)	16 (19 %)	42 (51 %)	17 (20 %)	83 (100 %)	<b>3,8</b>	1,0
Avdio vsebine	1 (1 %)	5 (6 %)	27 (33 %)	36 (43 %)	14 (17 %)	83 (100 %)	<b>3,7</b>	0,9
Spletne igre, učenje skozi igro	2 (2 %)	10 (12 %)	27 (33 %)	32 (39 %)	12 (14 %)	83 (100 %)	<b>3,5</b>	1,0
Oblikovanje lastnih izdelkov	1 (1 %)	11 (13 %)	23 (28 %)	40 (48 %)	8 (10 %)	83 (100 %)	<b>3,5</b>	0,9
E-portali, e-učilnice	5 (6 %)	8 (10 %)	32 (39 %)	27 (33 %)	11 (13 %)	83 (100 %)	<b>3,4</b>	1,0
Ustvarjanje kreativnih vsebin	7 (8 %)	17 (20 %)	31 (37 %)	23 (28 %)	5 (6 %)	83 (100 %)	<b>3,0</b>	1,0
Izvajanje skupinske oblike učnega dela z IKT	5 (6 %)	15 (18 %)	35 (42 %)	28 (34 %)	0 (0 %)	83 (100 %)	<b>3,0</b>	0,9
Uporaba interaktivne table	23 (28 %)	11 (13 %)	17 (20 %)	19 (23 %)	13 (16 %)	83 (100 %)	<b>2,9</b>	1,4
Domače naloge v obliki e-učenja	19 (23 %)	23 (28 %)	29 (35 %)	12 (14 %)	0 (0 %)	83 (100 %)	<b>2,4</b>	1,0

Pomenljiva je ločnica med učitelji glede dojemanja nujnosti uporabe digitalnih tehnologij znotraj šol. Kot kaže graf 1, po mnenju večine učiteljev (55 %), ki so sodelovali v raziskavi, sam učni kurikulum ne narekuje obvezne rabe tehnologije pri pouku, medtem ko preostalih 40 % učiteljev meni, da je treba rabo tehnologij obvezno vključevati v pouk. Ko pa smo učitelje vprašali o smernicah za digitalno vzgojo znotraj same šole, se je razmerje znotraj vzorca še povečalo: večina učiteljev (36 %) takih smernic na šoli nima, druga tretjina (33 %) take smernice pozna, medtem ko slaba tretjina (31 %) učiteljev ne ve, ali imajo šole sprejete uradne smernice za razvoj digitalnih kompetenc ali ne.



Graf 1: Obvezna uporaba tehnologij na ravni kurikuluma in šolskih smernic ( $n = 83$ )

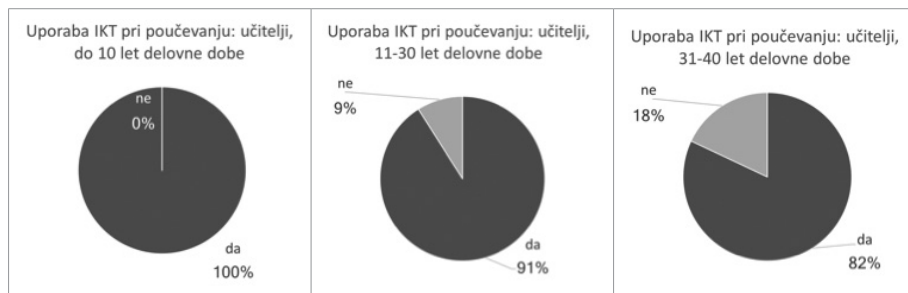
Zanimivo je, da kljub odsotnim smernicam do digitalnega opismenjevanja, gledano v povprečju, učitelji izjemno pozitivno ocenjujejo podporo za uporabo tehnologije na delovnem mestu (preglednica 3): visoko vrednotijo podporo ravnatelja in tudi sodelavcev in obstoječo tehnično podporo, prav tako se strinjajo, da šole zadostno vlagajo v digitalno infrastrukturo. Lahko bi torej sklepali, da učitelji stanje na področju digitalne infrastrukture znotraj šol ocenjujejo kot dobro; še najbolj kritično so ocenili vlaganje v izobraževanje učiteljev na področju digitalnih tehnologij, torej v lastno izobraževanje na tem področju.

Tabela 3: Podpora pri rabi tehnologije na delovnem mestu (n = 83)

Kako se vi osebno strinjate z naslednjimi trditvami?	1 – Sploh se ne strinjam	2 – Se ne strinjam	3 – Niti	4 – Se strinjam	5 – Povsem se strinjam	Skupaj	Arit. sredina	Std. odklon
Pri uporabi IKT imam na del. mestu ustrezno podporo ravnatelja.	0 (0 %)	1 (1 %)	9 (11 %)	37 (45 %)	36 (43 %)	83 (100 %)	<b>4,3</b>	0,7
Pri uporabi IKT imam na del. mestu vsesplošno podporo šole.	0 (0 %)	1 (1 %)	12 (14 %)	41 (49 %)	29 (35 %)	83 (100 %)	<b>4,2</b>	0,7
Pri uporabi IKT imam na del. mestu ustrezno podporo učiteljev.	0 (0 %)	0 (0 %)	15 (18 %)	45 (54 %)	23 (28 %)	83 (100 %)	<b>4,1</b>	0,7
Pri uporabi IKT imam na del. mestu ustrezno tehnično podporo.	0 (0 %)	3 (4 %)	15 (18 %)	41 (49 %)	24 (29 %)	83 (100 %)	<b>4,0</b>	0,8
Šola zadostno vlaga v IKT infrastrukturo in tehnologijo.	0 (0 %)	4 (5 %)	21 (25 %)	33 (40 %)	25 (30 %)	83 (100 %)	<b>4,0</b>	0,9
Učitelji imamo na voljo dovolj e-gradiv za poučevanje.	1 (1 %)	1 (1 %)	13 (16 %)	47 (57 %)	21 (25 %)	83 (100 %)	<b>4,0</b>	0,8
Šola zadostno vlaga v izobraževanje na področju IKT za učitelje.	0 (0 %)	5 (6 %)	22 (27 %)	38 (46 %)	18 (22 %)	83 (100 %)	<b>3,8</b>	0,8

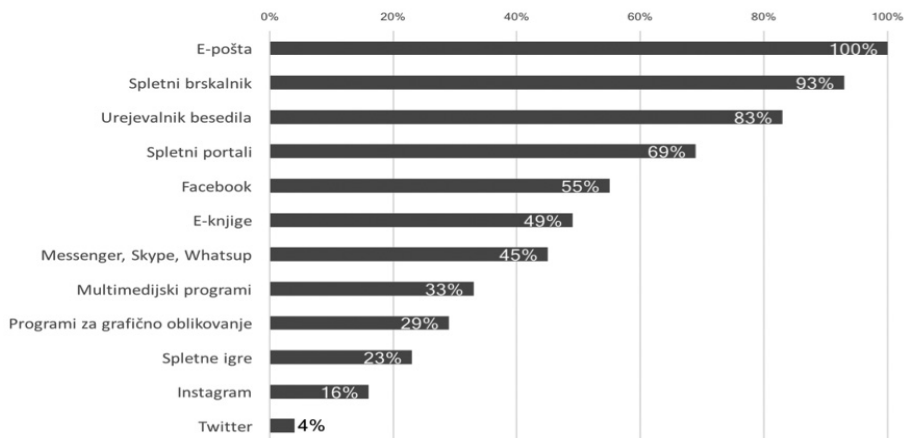
Kljub razmeroma pozitivnim izkušnjam in zajetim praksam smo želeli identificirati morebitne specifične oziroma razlike znotraj samega vzorca učiteljev. Več študij denimo kaže, da se deli vzhodne regije počasneje prilagajajo digitalnim spremembam. Vendar pa podatki v naši študiji ne kažejo kakšnih posebnih razlik med samimi učitelji; učitelji, ki sebe označujejo za samostojne oziroma popolnoma samostojne pri uporabi tehnologij v poučevanju, sicer v povprečju resda pogosteje uporabljajo posamezne digitalne forme, predvsem tiste, ki se nanašajo na bolj kreativne in ne le na osnovne digitalne rabe, vendar pa med skupinama nismo zaznali statistično značilnih razlik. Pokaže pa se *pozitivna korelacija med pogostostjo uporabe tehnologije pri poučevanju z (a) spremljanjem sprememb na tem področju kot tudi med pogostostjo uporabe tehnologij med poukom in (b) udeležbo učiteljev na delavnicah o didaktično usmerjenem izobraževanju s tehnologijo*. Iz rezultatov je mogoče

tudi sklepati, da učitelji, ki so med formalnim izobraževanjem osvojili zadostne digitalne veščine, v povprečju pogosteje uporabljajo tehnologijo v poučevanju.



*Graf 2: Primerjave v uporabi tehnologije pri poučevanju glede na delovni stalež učiteljev (n = 83)*

Zanimive in delno pričakovane razlike znotraj vzorca učiteljev se kažejo glede na učiteljevo starost oziroma njihovo delovno dobo. Kot je razvidno iz treh tortnih prikazovalcev (graf 2), najmlajša skupina učiteljev praktično v celoti uporablja tehnologijo pri svojem delu, medtem ko je med učitelji najstarejšega staleža skoraj petina (18 %) takih, ki tega ne počnejo. Določene razlike se kažejo tudi glede na tip šole, v kateri učitelji poučujejo. Če je pokritost z računalniki in internetno povezavo praktično enaka tako v mestnih (100 %) kot vaških (95 %) okoljih, pa se pokaže, da je dnevna raba tehnologije med učitelji vendarle pogostejša med učitelji v mestnih (48 % učiteljev) kot pa med učitelji v vaških šolah (34 %). Podrobnejši uvid v učiteljske prakse doma nadalje pokaže, da so učitelji sami predvsem informacijsko pismeni, medtem ko se na ravni multimedijskih in omrežnih platform ne znajdejo vsi enako. Vsaj za pridobljeni vzorec učiteljev bi lahko trdili, da je razkorak med praksami in izkušnjami, ki jih imajo t. i. digitalni domorodci in njihovi učitelji, relativno velik – le 55 % učiteljev uporablja denimo eno najbolj priljubljenih družbenih omrežij Facebook, orodja za hitro in hipno komuniciranje pa le 45 % učiteljev v vzorcu (več v grafu 3).



Graf 3: Katera izmed naštetih orodij redno uporabljate tudi doma? (n = 83)

### ***Kaj zapovedujejo učni načrti glede digitalnega opismenjevanja?***

Da bi vsaj delno presegli zamejen pogled na učiteljev odnos do implementacije in uporabe digitalnih tehnologij znotraj šol, smo poleg izkušenj in mnenj med učitelji analizirali tudi učne načrte obveznih in izbirnih predmetov.<sup>7</sup> Zajeli smo 32 učnih načrtov obveznih predmetov in 5 učnih načrtov izbirnih predmetov, pri čemer je bila večina učnih načrtov obveznih predmetov potrjena v letu 2011.<sup>8</sup> Zanimalo nas je, ali učni načrt sploh predvideva uporabo tehnologije in/ali so navedene kakršne koli digitalne kompetence v vsaki od

7 Do seznama učnih načrtov smo dostopali prek spletnega mesta Ministrstva za izobraževanje, šolstvo in šport RS. Rezultati tukajšnje analize, ki smo jo opravljali za vsak predmet in vsako triado ločeno, se tako nanašajo izključno na stanje učnih načrtov izbranih predmetov z dne 20. 4. 2018.

8 V analizo smo vključili učne načrte 32 obveznih predmetov: spoznavanje okolja (1.–3. razred), slovenščina OS (1.–9. razred), slovenščina OSIJ (1.–3. razred), slovenščina DOS (1.–9. razred), matematika (1.–9. razred), glasbena vzgoja (1.–9. razred), glasbena vzgoja DOS (1.–9. razred), italijanščina (osnovna šola z italijanskih učnim jezikom) (1.–9. razred), italijanščina (osnovna šola s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju slovenske Istre) (1.–9. razred), likovna vzgoja (1.–9. razred), madžarščina MJ1 (dvojezična šola) (1.–9. razred), madžarščina MJ2 (dvojezična šola – madžarščina kot drugi jezik) (1.–9. razred), športna vzgoja (1.–9. razred), družba DOS (4.–5. razred), družba OS (4.–5. razred), družba OSIJ (4.–5. razred), naravoslovje in tehnika (4.–5. razred), gospodinjstvo (4.–5. razred), naravoslovje (6.–7. razred), angleščina (4.–9. razred), nemščina (4.–9. razred), geografija (6.–9. razred), geografija DOS (6.–9. razred), geografija OSIJ (6.–9. razred), tehnika in tehnologija (6.–8. razred), zgodovina (6.–9. razred), zgodovina DOS (6.–9. razred), zgodovina OSIJ (6.–9. razred), državljanska in domovinska vzgoja ter etika (7.–8. razred), biologija (8.–9. razred), fizika (8.–9. razred) in kemija (8.–9. razred). Poleg tega smo analizirali tudi učne načrte naslednjih izbirnih predmetov, ki jih poučujejo v tretji triadi: računalništvo (triletni program), elektrotehnika (9. razred), elektronika z robotiko (9. razred), klaviatura in računalnik (dvoletni program), risanje v geometriji in tehniki (enoletni program).

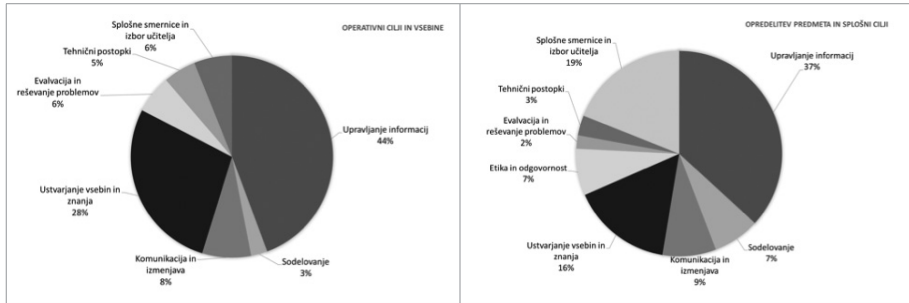
petih kategorij predmeta: (1) opredelitev predmeta in splošni cilji/kompetence, (2) operativni cilji in vsebine, (3) pričakovani dosežki oziroma standardi znanja, (4) didaktična priporočila in (5) vrednotenje dosežkov. Pri tem smo predvidevali, da umeščanje digitalnih kompetenc v prve tri kategorije (1)–(3) predmeta kaže na vsaj delno integracijo tehnologij v učni proces, saj se z njimi povezujejo konkretni cilji, vsebine in standardi znanja. Če pa so digitalne tehnologije omenjene predvsem ali izključno v sklopu (4), se digitalno opismenjevanje razume pretežno kot orodje oziroma učni pripomoček, ki ni nujno cilj sam po sebi.

Če skušamo podrobnejšo analizo na kratko sintetizirati (za posamezne podrobnejše podatke glej Sajko, 2018), ugotovimo, da ima od vseh 32 obveznih predmetov večina (62 % oz. 20 predmetov) učnih načrtov omenjeno samostojno podglavje »informatična tehnologija«, ki pa je po priporočilih v različnih predmetih vsebinsko precej podobno. Tako sta poudarjena splošen pomen tehnologije in njena didaktična vrednost, vendar je hkrati dodano jasno opozorilo, da tehnologija ni nadomestek učitelja, temveč predvsem podpora izbranim temam. Nadalje je analiza pokazala, da učni načrti samo tehnologijo navajajo zelo različno: od danes že zastarele kratice »IKT« do pojmov, kot so »sodobne tehnologije«, »multimedija« ali kar preprosto »računalnik«. Tovrstna pojmovna neenotnost kaže na učno neusklajenost ter hkrati tudi na pojmovno nedoslednost in posledično nejasno opredelitev, katere tehnologije naj sploh so predmet bodisi poučevanja bodisi kot pripomoček pri pouku. Da je izbor in vključenost tehnologije v pouk bolj kot ne samostojna izbira učitelja, je jasno iz pregleda vsebin znotraj učnih načrtov: izkaže se, da spadajo vsebine oziroma cilji, ki bi bili vezani na rabo tehnologije, med neobvezne sestavine predmeta, odvisne pa so tako od izbora samih učiteljev kot od zanimanja učencev. Poljubna in ne načrtovana ali zaželena prisotnost sodobnih tehnologij in hkrati nedoslednost v učnih načrtih se nadalje kaže pri identifikaciji ciljev predmetov, ki segajo od priporočil, naj »učenec uporabi IT pri svojem delu« ali naj »učenec samostojno išče vire informacij (tiskani in spletni viri)« do cilja, da »razvija sposobnosti digitalne pismenosti«.

Podrobnejša analiza pa pokaže naslednje: med vsemi analiziranimi obveznimi predmeti je 11 (34 %) takih, ki na ravni operativnih ciljev in vsebin (sklop 2) ne omenjajo niti uporabe tehnologij niti razvijanja digitalne pismenosti, medtem ko preostalih 25 predmetov oziroma njihovih pripadajočih učnih načrtov zajema specifične vidike digitalnih kompetenc (graf 4): večinoma se te nanašajo na upravljanje informacij (44 %) ter na ustvarjanje vsebin in znanj (28 %), zelo malo pa denimo na pomen komuniciranja in izmenjave (8 %).



Podobna slika se kaže pri analizi učnih načrtov na ravni vsebin in splošnih ciljev predmeta, kjer ostaja v ospredju povezovanje tehnologije z upravljanjem informacij in splošnimi smernicami, ki pa so predvsem stvar izbire učitelja.



Graf 4: Digitalne kompetence na ravni opredelitev vsebin predmeta in splošnih ciljev

## Digitalno opismenjevanje za ozaveščene »domorodce« in kompetentne »priseljence«

Podatki pilotske študije, ki smo jo izvedli med učitelji podravske regije, kažejo nekatere vrzeli v digitalnem opismenjevanju v osnovnih šolah, ki izhajajo tudi iz horizontalno (med predmeti) in vertikalno (med razredi) neusklajenih učnih načrtov ter dejstva, da je razvoj digitalnih kompetenc v celoti prepuščen posameznim šolam in učiteljem (glej tudi Brodnik idr., 2018). Sistemsko gledano preverjanje digitalne pismenosti slovenskih šolarjev (z izjemo dijakov, ki kot izbirni predmet na maturi izberejo računalništvo) ni vpeljeno, tako kot ni regulirano znanje učiteljev na tem področju. Ob tem se zastavlja vprašanje, koliko učiteljev v Sloveniji sploh ima ustrezna znanja za digitalno opismenjevanje učencev.<sup>9</sup>

Pomanjkljivo izobraževanje in ozaveščanje učiteljev je morda povezano tudi s splošno nizko digitalno pismenostjo, kjer se Slovenija po aktualnih podatkih na evropski ravni uvršča pod evropsko povprečje. Po podatkih raziskave DESI za leto 2018 namreč samo dobra polovica oziroma 54 % prebivalcev Slovenije poseduje vsaj osnovne digitalne veščine.<sup>10</sup> V Evropski uniji je v povprečju ta-

<sup>9</sup> Če kot ilustracijo navedemo poučevanje izbirnega predmeta računalništvo v osnovnih šolah, vidimo, da ga le v približno tretjini primerov poučujejo učitelji z računalniško izobrazbo. Ostali računalniške izobrazbe nimajo, a večina med njimi opravi dodatno izobraževanje, s katerimi izpolnjujejo pogoje za poučevanje (Brodnik idr., 2018, str. 32).

<sup>10</sup> Drugačno sliko, kot jo kaže DESI pri splošni populaciji, pa je leta 2010 nakazala raziskava EU Kids Online (b. d.), ki je s svojim indeksom digitalne pismenosti slovenske otroke (11–16 let) uvrstila zelo visoko: <http://www.ris.org/index.php?fl=2&lact=1&bid=11818&parent=27>.

kih posameznikov 57 %, pri čemer imajo Luksemburg, Nizozemska, Švedska, Finska, Danska in Združeno kraljestvo zavidljiv, več kot 70-odstotni delež prebivalcev, ki posedujejo vsaj osnovne digitalne veščine. Pri tem je treba poudariti, da ob dobro strukturirani pobudi po uvajanju računalniških in informacijskih znanj v šolske učne načrte, ki so jo pripravili Brodnik idr. (2018), ne smemo pozabiti na celostno digitalno in medijsko opismenjevanje, ki poleg tehničnih kompetenc vsebuje tudi razumevanje medijske produkcije, digitalnih vsebin v kontekstu širših družboslovnih znanj. Kajti, kot izpostavlja Mihalidis: »Vse dokler bo izobraževanje ohranjalo družbene medije zunaj meja učilnic in izolirane od učenja o skupnosti, demokraciji in družbeni participaciji, bodo naši izobraževalni sistemi precej zaostajali za intenzivno integracijo družbenih medijskih platform v dnevne družbene funkcije« (2014, str. 5).

### ***Primeri dobrih učnih praks***

Eden od uspešnih projektov zgodnjega digitalnega opismenjevanja otrok, starih od 3 do 11 let, poteka recimo na šoli Cornist Park C. P. School (b. d.) v Walesu, kjer se pri pouku osredotočajo na *digitalno državljansko vzgojo*. Ključni cilj šole je omogočiti učencem, zaposlenim, staršem in skupnosti, da prek interneta odgovorno sodelujejo, ustvarjajo in komunicirajo. V ta namen šola učiteljem ponuja izobraževanja s področja etike in varnosti na internetu ter digitalnega državljanstva. *Digitalna državljanska vzgoja* je prisotna tudi v učnih načrtih osnovnih šol na Finskem, kjer je skupaj z digitalnimi, kulturnimi in drugimi povezanimi kompetencami vključena v pouk vseh osnovnošolskih predmetov (Finnish National Agency for Education, b. d.).<sup>11</sup> Finski učitelji sicer z veliko mero avtonomije skrbijo za realizacijo smernic učnih načrtov, a glede na to, da ima Finska zavidljivo visoko stopnjo digitalne pismenosti, so pomisleki glede uspeha pri prenašanju teh kompetenc z učiteljev na učence najbrž odveč. Kot svež primer bolj celostnega in mednarodno uokvirjenega modela, v katerega je prek Mirovnega Inštituta vključena tudi Slovenija, pa velja omeniti projekt MEET, »Media Education for Equity and Tolerance«, ki sicer ni neposredno namenjen digitalnemu opismenjevanju, vendar se ukvarja tudi z razvojem digitalnih orodij za poučevanje s področja medijev in državljanske vzgoje med mladostniki (od 13 do 19 let). Eden od ključnih ciljev projekta je spodbujati ravno kritično in odgovorno rabo medijev v multikulturnih javnih šolah (MEET, medijska vzgoja za pravičnost in strpnost, b. d.).

Podobne aktivnosti, a v veliko bolj omejenem obsegu, potekajo v okviru nekaterih izvenšolskih iniciativ tudi pri nas (Koren Ošljak in Oblak Črnič, 2018).

<sup>11</sup> Predstavitev novega finskega kurikuluma, ki je začel veljati leta 2016 oziroma 2017.

Zavod Državljan D je denimo na Gimnaziji Vič v šolskem letu 2017/2018 izvajal seminar medijske pismenosti (Savič, 2018), ki je obsegal teme s področij ustvarjanja medijskih vsebin, spletnih tehnologij in digitalne medijske produkcije. Dijakinje in dijaki so pri tem spoznali načine preverjanja informacij na spletu, delovanje algoritmov na družabnih omrežjih in značilnosti spletnega oglaševanja ter razpravljali o družbeni vlogi medijev. Drugačen pristop, primernejši za mlajše občinstvo, pa so izbrali sodelavci projekta Code Week s programom Gajin svet programiranja. Delavnice, ki so namenjene digitalnemu opismenjevanju osnovnošolk in osnovnošolcev, gradijo na vsebini mladinskega filma Gajin svet, mentorji projekta Code Week pa jih izvajajo v kinodvoranah po šolskih projekcijah. Poleg tega so vsebine delavnic zbrane tudi v spletni vadnici (Gajin svet programiranja, 2018), ki je učencem in učiteljem na voljo, zato da z delom nadaljujejo v razredu. S poljudno predstavitvijo, igrivim tonom in raziskovalnim pristopom pri osvajanju digitalnih veščin, kjer učitelji in učenci s pomočjo interneta rešujejo zastavljene izzive in se skupaj učijo, se avtorji programa spopadajo z negotovostjo učiteljev glede lastnih digitalnih kompetenc, ki je po navajanju sodelavcev projekta Code Week mnogokrat razlog, da se učitelji digitalnemu opismenjevanju učencev izogibajo.

### ***Izhodišča pilotskega projekta digitalnega opismenjevanja***

Samostojen predmet, ki bi obsegal raznovrstne vsebine s področja digitalnih ter medijskih veščin, bi z implementacijo na sistemski ravni lahko dolgoročneje prispeval k dvigu digitalne pismenosti v Sloveniji. Slaba stran tovrstnega pristopa je, da je uvajanje novega predmeta dolgotrajen in zahteven proces, ki med drugim vključuje spreminjanje učnih načrtov, usklajevanje predmetnikov in ne nazadnje, izobraževanje novega profila učiteljev, ki bi predmet poučevali. Vendar bi v vmesnem času lahko začeli z uvajanjem vsebin s področja digitalnega opismenjevanja že v okviru drugih obstoječih predmetov.<sup>12</sup> Pred tem bi bilo treba tako vertikalno (nadgradnja znanja ob prehodu v višji razred) kot tudi horizontalno (povezovanje znanja med predmeti) uskladiti obstoječe učne načrte. Še pred uvajanjem sistemskih prilagoditev pa bi lahko s pomočjo aplikativnega pilotskega projekta Uvajanje digitalne in medijske pismenosti v OŠ poskusno preverili učinke programa. Okviren načrt za pripravo tovrstnega pilotskega projekta bi sestavljale denimo naslednje faze:

.....  
 12 Predmet Vzgoja za medije bi lahko služil kot primeren pilotski primer, a ob nujni predpostavki - da se učni načrt, pripadajoče vsebine in še posebej učna gradiva predmeta temeljito prenovijo in posodobijo na način, kot to zahtevajo sodobni trendi na področju komunikologije in medijskih študij.

- (1) ***Analiza stanja, potreb in izkušenj z medijsko in digitalno pismenostjo na ravni osnovnih šol:*** Z izbranimi osnovnimi šolami bi identificirali, kaj bi spremembe pomenile v praksi. V ta namen bi delovna skupina za pripravo pilotskega projekta morala združevati zainteresirane strokovnjake in strokovnjakinje s področja pedagoških znanosti, multimedije ali računalništva ter medijskih in komunikacijskih študij. Vsaka od naštetih disciplin na svojstven način razume vlogo medijev in sodobnih tehnologij v poučevanju, preplet trenutno razpršenih znanj pa bi pripomogel k celoviti in bolj poglobljeni sliki o pomenu sodobne digitalne in medijske pismenosti na ravni učencev in tudi na ravni učiteljev.
- (2) ***Priprava vsebinskih smernic za učence:*** Ključna znanja in veščine interdisciplinarnega učnega načrta bi morala vključevati več vsebinskih kategorij: (1) družbeni vidiki medijske produkcije in upravljanja digitalnih tehnologij, (2) medijska pismenost in informiranje v digitalni družbi, (3) etična produkcija in raba tehnologij, (4) računalniško mišljenje, (5) produkcija programske in strojne opreme ter fizično računalništvo in (6) digitalne veščine za raziskovanje, pridobivanje in obdelavo podatkov, izdelavo in objavo nalog ter vsebin na spletu. Če bi danes tak izobraževalni program že potekal, bi učenci znali odgovoriti na mnoga aktualna vprašanja, kot denimo: kako elektronska pošta pride v učiteljev nabiralnik, kako delujejo spletni mediji in spletna družbena omrežja, kaj je algoritem in po kakšnih načelih delujejo sodobni iskalniki in družbena omrežja, kaj so binarna števila, kaj je programiranje, kako prepoznati lažno novico oziroma kako najti in razlikovati zanesljive podatke itd.
- (3) ***Oblikovanje učnih vsebin za mentorje in doizobraževanje učiteljev:*** Naslednji korak bi zahteval oblikovanje učnih vsebin za mentorje, ki bi sodelovali pri razvoju digitalnih in širših medijskih kompetenc učiteljev. Temu bi sledila doizobraževanje učiteljev in priprava učnih vsebin za učence, ki bi potekala v sodelovanju z učitelji. Sodeč po raziskavi o vključenosti tehnologij v visokošolski pedagoški proces na ravni Univerze v Ljubljani je razvidno, kako raznolike pristope gojijo posamezne fakultete in kako pomembne razlike obstajajo znotraj samih ustanov. Zato sta opolnomočenje učiteljev in identifikacija njihovih potreb v odnosu do uporabe digitalnih medijev med poukom ključni nalogi te faze, katere primarni cilj bi bil nasloviti omejitve in ambicije učiteljskega kadra, ki bi interdisciplinarno razvijal lastne digitalne veščine in posledično tudi kompetence med učenci.

(4) **Implementacija učnega načrta:** Zadnja faza bi bila namenjena digitalnemu opismenjevanju v okviru obveznih ali izbirnih predmetov. V okviru pilotskega projekta bi poskus zasnove takega pouka (in tudi njegova nadaljnja korekcija) najbolje deloval, če bi bil usmerjen na ožjo temo, ki bi jo izbrali delovna skupina in drugi morebitni soudeleženci projekta. Delo pri predmetu bi bilo v tem primeru vezano na izbrano specifično temo (npr. o pomenu kulture, medijske potrošnje med mladimi, vlogi oglaševanja in odgovornega potrošništva, pomenu državljanstva in družbenega angažmaja), skozi katero bi zahtevane sestavine predmeta lažje konkretizirali in poglobili v obliki posameznih nalog. To bi ne nazadnje olajšalo tudi delo in pripravo učiteljem pri različnih predmetih, v katerih bi tematsko prilagodili in implementirali zahtevane veščine. Tako bi lažje sledili in preverjali pridobitev dodatnih kompetenc, ključnih za medijsko pismenost v kontekstu sodobne omrežene družbe (Mihailidis, 2014). Gre za pomen (1) preskrbe z informacijami, (2) kritičnosti do vsebin, (3) prispevanja in kreiranja vsebin, (4) sodelovanja in (5) ustvarjanja.

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Med slovenskimi šolarji in njihovimi starši se povečuje interes za digitalno opismenjevanje, ki pa ga v šolah skoraj ni ali vključuje le nekatere kompetence. Zaradi ohlapnih in neuskkljenih učnih načrtov obveznih predmetov »digitalni domorodci« tako ostajajo nekritični uporabniki, ki niso zmožni avtentičnega sodelovanja, ki se kaže skozi nadzor, možnost izbire in reševanje realnih nalog z uporabo digitalne in medijske tehnologije. Doseganje tovrstnih znanj je trenutno v večini omejeno na obšolske interesne dejavnosti, časovno gledano pa premaknjeno šele v obdobje po osnovnošolskem izobraževanju. Digitalna pismenost – z izjemo poudarkov o varnih rabah in osnov računalništva na izbirni ravni – tako ostaja zunaj vrat obveznega šolskega izobraževanja.

Snovati učne temelje za digitalno kompetentne državljane v času, ko naj bi se generacijske ločnice v izkustvih primarnih družbenih vedenj – od komuniciranja, vzpostavljanja medosebnih odnosov, učenja, pridobivanja in selekcije informacij, nakupovanja, potovanja – predružačile vse do te mere, da se konflikti o značilnostih in obsegu transformacij kažejo že na pojmovni ravni, je posledično svojstven izziv. Boljši pouk digitalne in medijske pismenosti, ki bi presegal fascinacijo s samo tehnologijo in bi njeno vlogo obravnaval celostno, bi poleg tehnično naravnane znanja nudil nastavke za kritično vrednotenje družbenih vidikov posameznih inovacij. S posebnim poudarkom na družboslovnih in humanističnih kontekstih, povezanih s tehnologijo, bi pri učencih

razvijal tudi kompetence za kreativno in participativno rabo tehnologije. S takim znanjem bi uporabniki svojo pozornost s forme preusmerili k bistvu tehnologije, torej k njeni vsebini.

Jezik digitalnih domorodcev je multimedijski, sodobna tehnološka orodja v obliki omrežnih platform pa predpostavljajo »uporabnika«, ki vsebine ne le konzumira, temveč jih samostojno soustvarja, deli z drugimi in distribuira. Tovrstne novonastale medijske forme nosijo s seboj raznotere družbene pomenne in posledično tudi pomembne učinke. Poučevanje o ozadjih in strategijah tako konstruiranih pomenov znotraj digitalnih sporočil je zato ključnega pomena pri ustvarjanju kritičnega in aktivnega digitalnega uporabnika.

Mladi se danes pri informiranju in iskanju podatkov ter tudi v komunikacijskem smislu zanašajo na norme in zahteve družbenih medijev, vprašanje pa ostaja, v kolikšni meri sploh razumejo delovanje teh omrežij in kako zaznavajo sodobna mobilna orodja. Kot opozarja Mihailidis, se bodo »orodja nadgrajevala le v tolikšnem obsegu, kot jih bomo uspeli razvijati za družbene namene. Da bi to dosegli, moramo državljanom ponujati ključne kompetence za izkoriščanje družbenih medijskih tehnologij in platform za konkretne družbene rabe« (2014, str. 67). Vsaj tako pomembno, kot je razvijanje tehničnih kompetenc, je v sodobnem družbenem miljeju pomembno tudi pridobivanje medijskih in drugih družboslovnih kompetenc, povezanih s pametnimi tehnologijami. Razumevanje digitalnega sveta ne more biti celovito, če poleg tehnoloških veščin ne vključuje tudi razumevanja njegovih širših družbenih, kulturnih, ekonomskih in političnih vidikov, s katerimi je šele mogoča aktivna participacija uporabnikov.

Učitelji s svojimi izkušnjami, a tudi akterji zunaj šolskih okolij, so pri tem pomemben in dragocen vir informacij o tem, kaj je treba spremeniti in kako spremembe izpeljati. Hkrati pa se je treba ozreti v prihodnost in inovacije na področju »digitalne vzgoje« vpeljati na interdisciplinaren način, ki presega ozke okvire pedagogike in računalništva, kot so k izzivu denimo z vključitvijo *digitalne državljanske vzgoje* v osnovnošolske učne načrte pristopili na Finskem. Namreč, če želimo vzgajati odgovorne državljane, moramo učence opremljati ne le z obrtniškimi veščinami in znanji s področja računalništva, ampak tudi s sposobnostmi presoje in odločanja pri soustvarjanju vsebin in procesov znotraj digitalne družbe, to pa zahteva družboslovno širino in razumevanje tehnologij v širšem ter kompleksnem medijskem in komunikacijskem okolju.

## Literatura

- Baym, N. (2015). *Personal connections in the digital age*. Cambridge, UK: Polity Press.
- Bakardijeva, M. (2005). *Internet society: The internet in everyday life*. London: Sage Publications.
- Barlow, J. P. (1996). A Declaration of the Independence of Cyberspace. Dostopno na: <https://www.eff.org/cyberspace-independence>
- Brodnik, A., Krajnc, R., Demšar, J., Črepinšek, M., Kljun, M., Čotar Konrad, S., Košir, K., Anželj, G., Kermc, N., Stanovnik, T. Čampelj, B., in Klun, K. (2018). *Snovalci digitalne prihodnosti ali le uporabniki? Poročilo strokovne delovne skupine za analizo prisotnosti vsebin računalništva in informatike v programih osnovnih in srednjih šol ter za pripravo študije o možnih spremembah (RINOS)*. Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/Aktualno/Porocilo\\_RINOS\\_30\\_5\\_18.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/Aktualno/Porocilo_RINOS_30_5_18.pdf)
- Cornist Park C. P. School. (b. d.). Pridobljeno s <http://www.cornistparkcp.co.uk/>.
- Cox, M., Preston, C., in Cox, K. (1999). *What factors support or prevent teachers from using ICT in their classrooms?* King's College London, Miranda Net Project, University of Surrey.
- Dietrich, T., in Balli, S. J. (2014). Digital natives: fifth-grade students, authentic and ritualistic engagement with technology. *International Journal of Instruction*, 7(2), 21–34.
- Drent, M., in Meelissen, M. (2006). Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education*, 51(1), 187–199.
- EU Kids Online. (b. d.). Pridobljeno s <http://globalkidsonline.net/eu-kids-online/>
- Finnish National Agency for Education. (b. d.). *New national core curriculum for basic education*. Pridobljeno s [https://www.oph.fi/english/curricula\\_and\\_qualifications/basic\\_education/curricula\\_2014](https://www.oph.fi/english/curricula_and_qualifications/basic_education/curricula_2014)
- Gajin svet programiranja. (2018). Pridobljeno s <https://gajinsvet.si/vadnica>
- Gerlič, I. (2013). *Informacijsko komunikacijske tehnologije v slovenskih osnovnih šolah: stanje in možnosti*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko; Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport.
- Guo, R., Dobson, T., in Petrina, S. (2008). Digital natives, digital immigrants: an analysis of age and ICT competency in teacher education. *Journal of Educational Computing Research*, 38(3), 235–254.
- Gumpert, G., in Cathcart, R. (1985). Media grammars, generations, and media gaps. *Critical Studies in Mass Communication*, 2(1), 23–35.

- Helsper, E. (2008): *Digital inclusion: an analysis of social disadvantage and the information society*. London, UK: Department for Communities and Local Government.
- Herring, S. C. (2008). Questioning the generational divide: technological exoticism and adult constructions of online youth identity. V D. Buckingham (ur.), *Youth, identity, and digital media* (str. 71–92). Cambridge, MA: MIT Press.
- Howe, N., in Strauss, W. (2009). *Millennials rising: The next generation*. New York: Vintage Books.
- Humphreys, L. (2018). *The qualified self: Social media and the accounting of everyday life*. Cambridge, MA: Mit Press.
- Jenkins, H., Ito, M., in boyd, d. (2016). *Participatory culture in a networked era*. Cambridge: Polity Press.
- Jimoyiannis, A., in Komis, V. (2007). Examining teacher's beliefs about ICT in education: implications of a teacher preparation programme. *Teacher Development*, 11(2), 149–173.
- Jones, C., in Shao, B. (2011). *The net generation and digital natives: implications for higher education*. Higher Education Academy, York.
- Koren Ošljak, K., in Oblak Črnič, T. (2018). Digitalna kultura na obronkih: vloga izvenšolskih iniciativ pri kultivaciji digitalne pismenosti. *Knjižnica: Revija za področje bibliotekarstva in informacijske znanosti*, 62(1–2).
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford Review of Education*, 38(1), 9–24.
- Liu, Y., in Szabo, Z. (2009). Teacher's attitudes toward technology integration in schools: a four-year study. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15(1), 5–23.
- Loveless, A. (2003). The interaction between primary teacher's perceptions of ICT and their pedagogy. *Education and Information technologies*, 8(4), 313–326.
- Mihailidis, P. (2014). *Media literacy and the emerging citizen: youth, engagement and participation in digital culture*. New York: Peter Lang.
- MEET, medijska vzgoja za pravičnost in strpnost. (b. d.). Pridobljeno s <http://www.mirovni-institut.si/projekti/meet-medijska-vzgoja-za-pravicnost-in-strpnost/>
- Morris, D. (2010). Are teachers technophobes? Investigating professional competency in the use of ICT to support teaching and learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2, 4010–4015.
- Mumtaz, S. (2000). Factors affecting teachers use of information and communications technology: a review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(3), 319–342.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6.
- Prensky, M. (2009). H. Sapiens digital: from digital immigrants and digital natives to



- digital wisdom. *Innovate: Journal of Online Education*, 5(3).
- Prensky, M. (2010). *Teaching digital natives: partnering for real learning*. Thousand Oaks: Corwin.
- Prestridge, S. (2012). The beliefs behind the teacher that influence their ICT practices. *Computers & Education*, 58(1), 449–458.
- Savič, D. (11. 4. 2018). *Zaključena še ena etapa medijske pismenosti*. Pridobljeno s <https://www.drzavljand.si/zakljucena-se-ena-etapa-medijske-pismenosti/>.
- Sajko, M. (2018). *Fenomen digitalne vzgoje s perspektive osnovnošolskih učiteljev. Magistrsko delo*. Ljubljana: FDV.
- Salajan, F. D., Schonwetter, D. J., in Cleghorn, B. M. (2010). Student and faculty inter-generational digital divide: Fact or fiction? *Computers & Education*, 55(3), 1393–1403.
- Tapscott, D. (2009). *Grown up digital: how the net generation is changing your world*. New York: McGraw Hill.
- Thomas, M., Prensky, M., Jones, C., Banaji, S., ... Palfrey, J., in Gasser, U. (2011). *Deconstructing digital natives - young people, technology and the new literacies*. New York, London: Routledge.
- Tondeur, J, Valcke, M., in Van Braak, J. (2008). A multidimensional approach to determinants of computer use in primary education: teacher and school characteristics. *Journal of Computer Assisted learning*, 24, 494–506.
- Turner, A. (2015). Generation Z. *Journal of Individual Psychology*, 71(2), 103–113.
- Vincze, A. (2015). Digital gaps in school? Exploring the digital native debate. *Belvedere Meridionale*, 27(1), 116–125. Pridobljeno s [http://www.belvedere-meridionale.hu/wp-content/uploads/2015/04/09\\_vincze\\_2015\\_01.pdf](http://www.belvedere-meridionale.hu/wp-content/uploads/2015/04/09_vincze_2015_01.pdf)
- Yaounie, S., Leask, M., in Burden, K. (2015). *Teaching and learning with ICT in the primary school*. New York, London: Routledge.
- Wiesinger, S., in Beliveau, R. (2016): *Digital Literacy: A primer on Media, Identity, and the Evolution of Technology*. New York: Peter Lang.

## **SKLOP 3**

**IKT v študijskem procesu  
na področju tehniškega in  
matematičnega izobraževanja**



# Učni model za spodbujanje inovativnosti v okviru kliničnih vaj tehniškega izobraževanja

*Veronika Šuligoj in Janez Jamšek*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

Na Pedagoški fakulteti v Ljubljani tehniško izobražujemo tudi bodoče učitelje razrednega pouka. Študenti razrednega pouka se večinsko ponovno srečajo s tehniko (po osnovnošolski) šele na univerzitetni ravni v 4. letniku diplomskega študija. Izkušnje so pokazale, da je poznavanje tehniških vsebin pri študentih pomanjkljivo, nestrukturirano in nepovezano. Posledično je tudi motivacija študentov nizka, kar se lahko odraža v prihodnosti pri podajanju tehniških vsebin učencem. V študijskem letu 2017/2018 smo v okviru posodobitve študijskih predmetov z uporabo IKT v pedagoških študijskih programih UL izvedli del kliničnih vaj in predavanj v skladu s ključnimi kompetencami 21. stoletja. Bodoče učitelje razrednega pouka želimo, poleg k pridobivanju določenih tehničnih znanj, sposobnosti in veščin, spodbuditi tudi k inovativnemu razmišljanju in izdelavi inovativnih izdelkov. V prispevku predstavljamo ciljno razviti učni model na primeru sklopa vaj, kjer od IKT orodij prevladuje uporaba tridimenzionalnega modeliranja in 3D-tiskalnika. V sklopu vaj smo uporabili model na osnovi kombinacije metod delovne naloge, problemskega učenja in motivacijske naloge. Motivacijska naloga je ciljno usmerjena v spodbujanje inovativnega razmišljanja. Študenti so dobili v okviru vaj za izziv izboljšati funkcionalnost danega izdelka (vrtavke). Študente smo razdelili v kontrolno in eksperimentalno skupino. Eksperimentalna skupina si je pred vajami ogledala e-gradiva, ki so vsebovala ključna teoretična izhodišča (način delovanja vrtavke in funkcijsko relacijske parametre). Iz pred- in post-testov ugotavljamo, da sta kontrolna in tudi eksperimentalna skupina v znanju napredovali. Rešitve motivacijske naloge nakazujejo nizko stopnjo inovativnega razmišljanja, saj so rešitve trivialne. Primeri izdelanih vrtavk ne pokažejo bistvenih razlik med kontrolno in eksperimentalno skupino.

**Ključne besede:** tehniško izobraževanje, učni model, inovativnost, informacijsko-komunikacijske tehnologije, 3D-tisk, razredni pouk

## Uvod

Hitre družbene spremembe narekujejo spremembe tudi v visokošolskem izobraževanju, kjer samo prenašanje znanja ni več zadostno. Študente je treba usposobiti s kompetencami za uspešno soočanje s hitrimi spremembami. Med najpomembnejšimi kompetencami v 21. stoletju se navajajo digitalna pismenost oziroma informacijska pismenost, kritično razmišljanje, sposobnost komunikacije, sposobnost reševanja problemov, ustvarjalnost in inovativnost (Gut, 2011). Brez teh sposobnosti študenti ne bodo uspešno analizirali številnih virov informacij, prihajali do logičnih zaključkov in ustvarjali inovacij. Kritično razmišljanje je tisto, ki študentu omogoča, da obdeluje znanje za prepoznavanje povezav med disciplinami in išče potencialne ustvarjalne rešitve za probleme. Kritični misleci uporabljajo sposobnosti odločanja in reševanja problemov, da lahko analizirajo situacije in delajo ustrezne zaključke (Stobaugh, 2013). Kot najpomembnejše tehniške sposobnosti so izpostavljene integracija in sinteza znanja, konstruktorstvo in inovativnost (Liebenberg in Mathews, 2012). Na slednje smo se ciljno osredotočili v sklopu posodobitve študijskih predmetov z uporabo IKT v pedagoških študijskih programih UL. V okviru posodobitev smo izvedli razvoj učnega modela za doseganje tehniške inovativnosti pri izvajanju kliničnih vaj (KV) in predavanj pri predmetu Tehnika z didaktiko (TZD). V učnem modelu smo uporabili sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT).

TZD obiskujejo študenti 4. letnika dodiplomskega študijskega programa Razredni pouk (RP). Predmet (3 KT) se izvaja v zimskem semestru in je razdeljen na 15 ur predavanj in 30 ur kliničnih vaj. Učitelji razrednega pouka pokrivajo del tehniških vsebin od prvega do petega razreda osnovne šole. V prvem triletju se tehniške vsebine pojavijo kot del predmeta Spoznavanje okolja, v četrtem in petem razredu kot del predmeta Naravoslovje in tehnika. Študenti RP se večinsko ponovno srečajo s tehniko po osmem razredu osnovne šole (obvezni predmet Tehnika in tehnologija) šele na univerzitetni ravni v 4. letniku dodiplomskega študija. Posledica osemletne vrzeli je zelo slabo poznavanje tehniških vsebin. Obstoječe znanje je pomanjkljivo, nestrukturirano, nepovezano in z napačnim razumevanjem ključnih tehniških pojmov in tudi že same terminologije. Zaradi šibkega tehniškega znanja učiteljev RP je posledično nizka tudi nadaljnja motivacija učencev za tehniko. Pri predmetu TZD zato želimo bodoče učitelje RP opremiti z ustreznim 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. Zaradi majhne kvote ur TZD je treba skrbno načrtovati način podajanja vsebin, ki ga vsako leto optimiziramo.

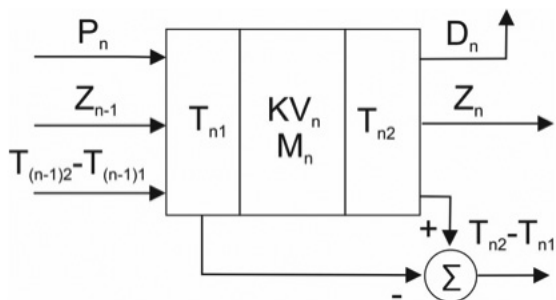
### ***Inovativnost***

Inovacije so eden najpomembnejših dejavnikov za uspeh gospodarskih podjetij. Inovativnost lahko opišemo na več različnih načinov. Pojem inovativnosti pojmuje kot bistveno izboljšanje, izpopolnitev ali uvedbo nečesa novega (Runco, 2014). Strnjeno lahko inovacijo označimo kot prenos nove ideje na uspešen prodajni produkt (Sorli in Stokic, 2009). Rezultat inovativnosti je uporaben izdelek ali proces, ki se komercializira in široko razširja (Bruton, 2011). Osnova inovacij je dobra ideja. Inovativnosti ni brez ustvarjalnega mišljenja. Ustvarjalnost izhaja iz človeških možganov in postane inovacija, ko se uporablja za reševanje specifičnih tehničnih problemov (Sorli in Stokic, 2009). Vsakdo se lahko priuči ustvarjalnega razmišljanja, ki vodi do inovativnosti. Posameznike moramo zato vključevati v ustvarjalne podvige in razvijati nove strategije za produktivno razmišljanje. Današnji študenti imajo premalo raziskovalno naravnanih, interaktivnih in sodelovalnih učnih izkušenj. Učne vsebine bi morale biti motivacijsko naravnane. Težiti moramo k odvritvi pasivnega učnega okolja, ki po mnogih raziskavah odvrča motivacijo in ne spodbuja sposobnosti za vseživljenjsko učenje. Številni avtorji zagovarjajo uporabo problemsko zasnovanega poučevanja. Sposobnost problemskega reševanja problemov pri študentih izboljša konstruktorsko razmišljanje. Aktivno vključevanje študentov v učni proces pomaga študentom razviti sposobnosti za samoučenje ter pridobivanje globljega in dlje časa obstojnega znanja. Sposobnost konstruiranja je ena najpomembnejših sposobnosti človeka. V tehniškem kontekstu ta predstavlja transformacijo zaznanih možnosti v inovativen proces ali produkt. Konstruktorji imajo te sposobnosti, saj poskušajo transformirati določen predmet v nekaj novega, uporabnega. Ključna sposobnost konstruktorjev, poleg razumevanja delovanja stvari, je lateralno mišljenje – bistvo vidijo tudi v nečem nepomembnem (Liebenberg in Mathews, 2012).

Za razvoj inovativnosti je pomembno, da imajo študenti v učnem procesu priložnost ustvarjalnega reševanja problemov in reševanja odprtih nalog z več možnimi rešitvami (Bencze, 2010; D. Cropley in A. Cropley, 2010; McLellan in Nicholl, 2011). Problemi, s katerimi se študenti srečujejo, morajo izhajati iz avtentičnega učnega okolja in realnega življenja. Rezultat procesa inovativnosti je nova, uporabna in praktično orientirana rešitev. Proces inovativnosti vključuje več faz: načrtovanje, študij literature, optimiziranje alternativ, testiranje rešitev, kritično vrednotenje in implementacijo (Lindfors, 2010). E.

Lindfors in A. Hilmola (2016) sta prišli do zaključka, da je za učenje inovativnega razmišljanja pomembno reševanje odprtih projektnih nalog, ki izhajajo iz realnega sveta, treba je imeti dovolj znanja in spretnosti, ki so nujne za načrtovanje in reševanje nalog z visoko uporabnostjo. Študenti morajo imeti priložnosti za raziskovanje, eksperimentiranje, testiranje in vrednotenje produktov in materiala itd. Učiteljeve naloge so osredinjenje študentove pozornosti, pomoč pri izdelavi kognitivnih povezav in vodenje študentov med **učnim procesom** (Turja, Endepohls-Ulpe in Chatooney, 2009). Že zelo zgodaj (okrog leta 1950) so se začeli pojavljati modeli oziroma procesi inovativnosti, ki so se skozi leta spreminjali in nadgrajevali. Prvi modeli so temeljili predvsem na linearnem zaporednem procesu in so se začeli z znanstvenim raziskovanjem. Imeli so kar nekaj pomanjkljivosti (niso vključevali potreb trga in strateškega načrta) (van der Duin, Ortt in Kok, 2007). Osnova za nove ideje produktov so potrošniki (Fornell in Menko, 1981). Kljub temu pa potencialni potrošniki niso mogli izraziti svojih potreb. Osredinjali so se na manjše izboljšave in ne na korenite inovacije (Bennet in Cooper, 1982). Od leta 1970 je **inovacijski proces** še vedno linearen, vendar s povratnimi zankami; izpostavljena je povezava s potrebami trga in najsodobnejšo tehnologijo (Rothwell, 1994). Inovativnost je v tem primeru proces, ki na vsaki stopnji omogoča interakcijo med tehnološkimi zmogljivostmi in potrebami trga. Slabosti tega modela so predvsem v tem, da se pretirano osredinja na končni izdelek, ki je rezultat inovacijskega procesa, in ne na organizacijske in tržne spremembe, potrebne za uspešno uvajanje tega izdelka na trg (Miller, 2001). Od leta 1980 se velik preskok pokaže z razvojem IKT, ki olajša med organizacijsko sodelovanje v inovacijskih procesih. Več pozornosti je namenjene tržnim in organizacijskim spremembam, potrebnim za uspešno uvedbo inovacij na trgu (van der Duin idr., 2007).

V preteklih letih je bil naš cilj oddaljiti se od posredovanja tehniških vsebin pri KV zgolj v obliki pridobivanja ročnih spretnosti in veščin pri obdelavi gradiv. Za izdelke je naš cilj, da so rešitev realnih življenjskih problemov, pristop k reševanju pa s kritičnim pogledom za doseganje čim višje ravni zahtevane funkcionalnosti. Pri vsem tem pa želimo tehniško sposobnejše usmerjati v inovativnost. Študenti izvajajo KV v delavnicah, kjer morajo biti seznanjeni s pravilnimi in varnimi postopki uporabe orodij, strojev in naprav. Za uspešno izvajanje KV je nujna pripravljenost študentov na KV. Za njen dvig smo v predhodnih študijskih letih vpeljevali metodo kratkih testov (Šinigoj in Jamšek, 2016) in jo nadgradili v učni model poučevanja (Šinigoj in Jamšek, 2017). Enota modela je prikazana na sliki 1.



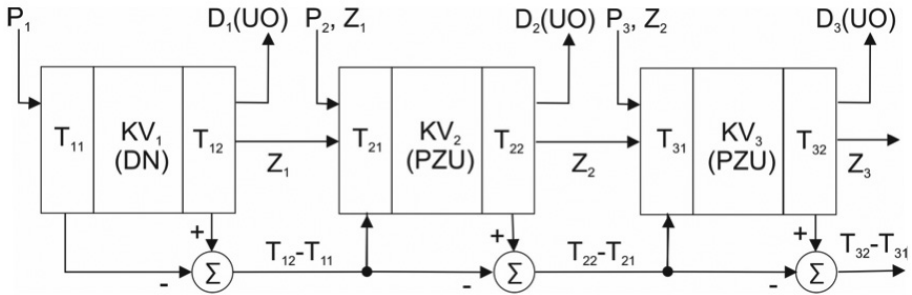
Slika 1: Sklop kliničnih vaj kot osnovne,  $n$ -te enote učnega modela, kjer pomenijo:  $P$  – predavanja,  $Z$  – znanje,  $D$  – podatki,  $KV$  – klinične vaje,  $M$  – metoda,  $T$  – test (indeks 1 – pred-test in 2 – post-test) in  $n$  – zaporedna številka.

Študenti prejmejo na predavanjih ( $P$ ) nova znanja in razvijejo njihovo razumevanje, kar je prikazano s puščico  $P_n$  v blok  $KV_n$ , kjer pomeni  $n$  zaporedno številko sklopa.  $P$  se izvajajo časovno pred  $KV$ . Znanje iz  $P$  je nujno za uspešno izvedbo  $KV$ . Vhod v  $n$ -ti blok je vedno tudi doseženo znanje ( $Z$ ) iz predhodnega bloka ( $n - 1$ ). To znanje je usmerjeno na taksonomsko stopnjo ( $TS$ ) vrednotenja. Enako  $TS$  pričakujemo tudi kot produkt posamezne  $KV$  na njenem izhodu. Na začetku vsake  $KV$  najprej izvedemo kratko preverjanje znanja s  $T$ , kjer se indeks 1 navezuje na pred-test in indeks 2 na post-test. Uspešnost reševanja  $T_1$  vpliva na stopnjo usmerjanja med  $KV$ , razlika  $T_2 - T_1$  pa nam govori o stopnji pridobljenega znanja. Za vsako  $KV$  je značilna prevladujoča metoda ( $M$ ) izvajanja.

Na sliki 2 je prikazan model zaporedja ponavljajočih se sklopov, sestavljenih iz treh osnovnih enot  $KV$ . Prevladujoča  $M$  v  $KV_1$  je delovna naloga, ki spada pod klasične metode poučevanja tehnike. Uporabljena je, kadar želimo, da študenti rešujejo praktične učne naloge. Učitelji pri delovni nalogi pretežno uporabljajo frontalne oblike pouka (Aberšek, 2012). Bistvo prvega sklopa je povezovanje teorije iz  $P_1$  s prakso na  $KV_1$ . Študenti razvijajo proces uporabe pridobljenega znanja, to je pravilno in varno delo z orodjem, izvajanje tehnoloških postopkov in preskušanja mehanskih lastnosti izbranega gradiva. V sklopu tehniških vsebin na razredni stopnji v OŠ se učenci seznanijo s sklopi gradiv papir, les, umetne snovi, kovine in drugimi gradivi (tekstil, usnje, glina itd.). Na  $KV_1$  zato začnemo s papirnim gradivom. Poudarek je na mehanskih lastnostih (zlasti trdnosti, npr. tlačna trdnost). Z uporabo metode vodene delovne naloge lahko študenti ugotovljajo odvisnost med tlačno trdnostjo, lastnostmi gradiva (gramatura, usmerjenost vlaken), načinom tehnološke obdelave (izdelovanje različnih profilov) in vrsto spajanja s preskušanjem. Pridobljeni podatki ( $D_1$ ) so izhod  $KV_1$ . Študijska obveznost vsake



KV je izdelava poročila, v katerem se delovna naloga nadgradi z učenjem z odkrivanjem (UO). Poročilo obsega sistematično celostno povzemanje KV, vrednotenje pridobljenih podatkov in generiranje vzročno-posledičnih relacij.



Slika 2: Ponavljajoči se sklop treh enot, kjer pomenijo: P – predavanja, Z – znanje, D – podatki, KV – klinične vaje, M – metoda, T – test (indeks 1 – pred-test in 2 – post-test), DN – delovna naloga, PZU – projektno zasnovano učenje in n – zaporedna številka.

V sklopu  $KV_{2,3}$  uporabljamo induktivne metode (strategije) učenja. Študentom je podan problem. Njihova naloga je izdelati izdelek, s katerim lahko rešijo dani življenjski problem. Določena je funkcionalnost izdelka. Izdelek je na tej stopnji poimenovan, kar pomeni, da je domena iskanja rešitve sugerirana. S pojmom izdelka zajamemo vse izdelke, ki se pojavljajo v navezavi s tehničkim izobraževanjem na osnovni šoli (od uporabnih izdelkov, orodij, maket, modelov, naprav do igrač in okraskov). V sklopu induktivnih metod prevladujeta metoda problemskega pouka (PrP) (Aberšek, 2012) in projektni pouk (PjP) (Aberšek, 2012). Za obe metodi je značilno, da sta usmerjeni v študente, da rešujeta probleme iz realnega sveta in da študenti delajo pretežno v skupinah. Vloga učitelja je biti organizator, asistent ali tutor. Lastnosti PrP vidimo predvsem v tem, da se KV začne s problemom, ki ga morajo študenti rešiti, vendar problem ni odprt, domnevna rešitev pa je sugerirana (izdelek je poimenovan). Pri tem študentom tudi ni treba predelati literature in iskati informacij za rešitev problema. Lastnosti PjP so vidne v tem, da je rezultat KV izdelek in ne samo novo znanje, vendar pa je problem pripravljen vnaprej in rešitev problema ni povezana z interesi študentov (Aberšek, 2012). Izdelek, ki rešuje problem, lahko študenti ves čas preskušajo do dosega funkcionalnosti. Pri končni verziji izdelka presegajo zadano funkcionalnost oziroma stopnjujejo obremenjevanje do porušitve. Od tu lahko sklepajo, da gre za predimenzioniranje in relacije v zvezi z mehanskimi lastnostmi. V zadnjem sklopu,  $KV_3$ , ostaja metoda učenja enaka, PjP s to razliko, da v podajanju problema ne

sugeriramo s poimenovanjem izdelka, ki rešuje problem. Izhodiščni problem je poudarjen in slabše strukturiran. Dalje, izdelek (rešitev) preskusijo šele po preteku razpoložljivega časa brez možnosti popravkov. To pomeni, da z obstoječim znanjem in sposobnostmi iz predhodnih KV<sub>1</sub>, KV<sub>2</sub> po svojih zmožnostih rešujejo zadani problem. Pri tem jim omejimo gradivo in/ali orodje s ciljem, da morajo za reševanje problema kritično razmišljati in se premišljeno odločiti. Na koncu evalvirajo stopnjo uspešnosti.

Pred in po vsaki KV študenti rešujejo T z namenom povečanja prenosa in priklica znanja (Šinigoj in Jamšek, 2016). Vprašanja z večstransko izbiro spodbujajo kritično razmišljanje, saj morajo študenti med reševanjem testa evalvirati možne odgovore in izbrati pravilnega (Kerkman in Johnson, 2014). Dokazano je tudi, da ima test s postavkami večstranske izbire višji učinek na pomnjenje in se lahko uporablja za učenje (Cheesman, 2009). Testne postavke so sestavljene na podlagi revidirane Bloomove taksonomske lestvice (RBT). Z nalogami v KV<sub>1</sub> ciljamo zlasti na TS procesne ravni pomnjenja in razumevanja, pri KV<sub>2,3</sub> pa na višje (uporabiti, analizirati, evalvirati). Cilj KV<sub>1</sub> je doseganje znanja procesa uporabe, medtem ko je poročilo rezultat višjih TS oziroma kritičnega razmišljanja. Ker je v KV<sub>2</sub> vhod znanja iz KV<sub>1</sub> si prizadevamo, da obsegajo naloge T<sub>31</sub> tudi rezultat analize in vrednotenja, v obliki vhodno-izhodnih relacij (primer naloge je na sliki 3). Kot priprava na KV<sub>3</sub> je T<sub>31</sub>, kjer skušamo zajeti vprašanje TS analize, saj je to ključno za uspešno reševanje zadanega problema. Taksonomske naloge posameznih KV prilagajamo tudi glede na že obdelano gradivo v relaciji na mehanske/tehnološke lastnosti.

*Z gibanko ponazorimo koš za smeti (iz PE), pri katerem pokrov dvignemo s pomočjo nožnega mehanizma. Kako dolge naj bodo ročice ( $r_1$  je ročica pri pokrovu,  $r_2$  je ročica pri nogi) nožnega mehanizma, da bomo z lahkoto dvignili pokrov?*

A: $r_1 = r_2$ ,	ker	1: <i>dvakratna dolžina pomeni dvakrat večji hod pokrova.</i>
B: $r_1 < r_2$ ,		2: <i>dolžina vzvoda pogojuje koliko se bo pokrov dvignil.</i>
C: $r_1 > r_2$ ,		3: <b><i>se pokrov lažje in bolj odpre.</i></b>
D: <i>odvisno od vzvoda,</i>		4: <i>pri pokrovu ni pomembna dolžina ročice.</i>
E: $r_2 = 2 r_1$ ,		5: <i>daljša ročica pomeni večje odprtje.</i>

*Slika 3: Primer naloge T61, taksonomske stopnje konceptualne analize (B4), pri kateri je pravilni odgovor podan v krepkem besedilu*

Tehniško inovativnost dosegamo postopno prek posameznih KV sklopov po poti sistemske variacije (McKeown, 2014), ki jo izvajamo z variacijo izdelkov v 2., 3. podsklopu sklopa treh KV. Študenti so na začetku najbolj kompetentni pri izvajanju KV z metodo delovne naloge, pri prehodu na metodo z odkrivanjem potrebujejo visoko stopnjo vodenja. Pri začetnih poročilih KV<sub>1</sub> – KV<sub>3</sub> te takoj pregledamo ter jim damo povratno informacijo in vodila v smeri odpravljanja napačnega razumevanja in/ali strokovnih konceptov ali zahtev, ki izhajajo iz poročil. Povezovanje KV in v nadaljevanju tudi sklopov KV omogoča strukturiranje smiselnega učenja, kar se odrazi prek uspešnejšega reševanja testov in tudi prek načina pristopa k reševanju danih problemsko zasnovanih nalog (Šinigoj in Jamšek, 2017).

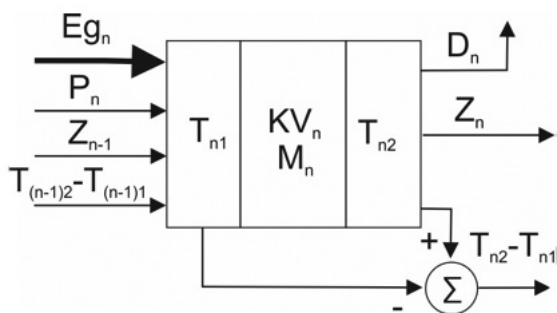
### ***Tehnologija 3D-tiska***

Tehnologija 3D-tiska je postala dostopna tudi v izobraževalne namene zaradi nenehnega zniževanja cen 3D-tiskalnikov ter večje razpoložljivosti odprtokodnih in prosto dostopnih CAD aplikacij, namenjenih uporabnikom z različnimi spretnostmi 3D-modeliranja (Novak in Wisdom, 2018). Tehnologija 3D-tiska kot učni vir lahko spodbuja sposobnost študentov pri reševanju problemov, sodelovanju, komunikaciji in kritičnem razmišljanju, hkrati pa pozitivno vpliva na učenje (Trust in Maloy, 2017). 3D-tisk je bil kot izobraževalno orodje uporabljen v različnih domenah, tudi v naravoslovju in inženirstvu za tiskanje prototipov. O uporabi 3D-tiska za izobraževanje učiteljev razrednega pouka pri poučevanju vsebin naravoslovja in tehnike pa lahko najdemo le malo raziskav (Verner in Merkasamer, 2015). Učne ure, pri katerih bomo uporabili 3D-tisk, bodo za študente bolj zanimive, študenti pa bodo ob tem širili svoje znanje teoretično in tudi praktično. Tehnologija 3D-tiska se lahko uporablja kot inovativna učna strategija za približevanje inženirstva učencem ter za spodbujanje zanimanja za tehniško in naravoslovno področje.

### **Metoda**

V prispevku nadgrajujemo dosedANJI razviti učni model, z uporabo katerega pri študentih spodbujamo inovativno razmišljanje (Šinigoj in Jamšek, 2016; Šinigoj in Jamšek, 2017). Študenti na predavanjih prejmejo nova znanja in razvijajo razumevanje, ki je nujno potrebno za uspešno izvedbo kliničnih vaj (KV). Študenti pristopijo k vsaki novi vaji z določenim novim znanjem, pridobljenim v okviru predavanj, in pridobljenim znanjem iz predhodnih KV. Zaradi pomanjkljivega tehniškega znanja imajo študenti težave pri povezovanju teoretičnih znanj iz okvira P in praktičnih znanj, pridobljenih na KV. Medtem

ko so lahko uspešni v posameznih konkretnih primerih, naletijo na težave pri prenosu znanj na širši kontekst izdelkov ter izgradnjo jasnih relacij med funkcionalnostjo in parametri izdelkov, ki nanjo bistveno vplivajo. Nizke sposobnosti prenosa na nove produkte in s tem doseganja inovativnosti pripisujemo zlasti ozkemu strokovnemu znanju študentov, manku praktičnih izkušenj in njenemu medsebojnemu povezovanju. Za dvig ravni znanja smo v predhodnih letih izdelovali testno gradivo za preverjanje tehniškega znanja. Z njegovo pomočjo lahko študenti ugotovijo, katere teme je smiselno obnoviti, hkrati pa jih z načinom izdelave gradiva usmerjamo v kritično razmišljanje. Naloge za preverjanje znanja so izbirnega tipa z enim najbolj pravilnim odgovorom. Možnih rešitev tehniških problemov je vedno več, med njimi je treba izbirati na podlagi več kriterijev, ki so čim bolj neposredno povezani s funkcijo izdelka, ki rešuje problem. To od študentov zahteva logično, racionalno in optimizacijsko razmišljanje. Zaznane vrzeli v znanju in razmišljanju študentov so bila naša motivacija za nadgraditev učnega modela. V študijskem letu 2017/2018 smo v okviru projekta model nadgradili z izdelavo vhodne komponente  $Eg_n$  v sklop KV (slika 4). Komponenta  $Eg_n$  predstavlja učno e-gradivo, ki so si ga študenti pogledali pred prihodom na  $KV_n$ . Komponenta  $Eg$  za posamezno  $KV_n$  je v obliki animacij in/ali videov.  $Eg_n$  je vsebinsko vezan na posamezni sklop KV enot v smislu zahtevane pripravljenosti na KV.  $Eg_n$  lahko tipično zajema relacije gradivo – mehanske lastnosti, način delovanja izdelka, funkcionalnost izdelka, sestavni deli in njihova funkcijska relacija v primerjavi s celoto, povezovanje principa, sestavnih delov in vpliva na funkcionalnost ter obstoječih primerov izdelkov kot primerov rešitve podanega problema. S pred-/post-testi  $Eg_n$  ciljno nadgrajujemo s spodbujanjem kritičnega mišljenja. Testne postavke so zato prevladujoče kognitivne procesne stopnje analize.



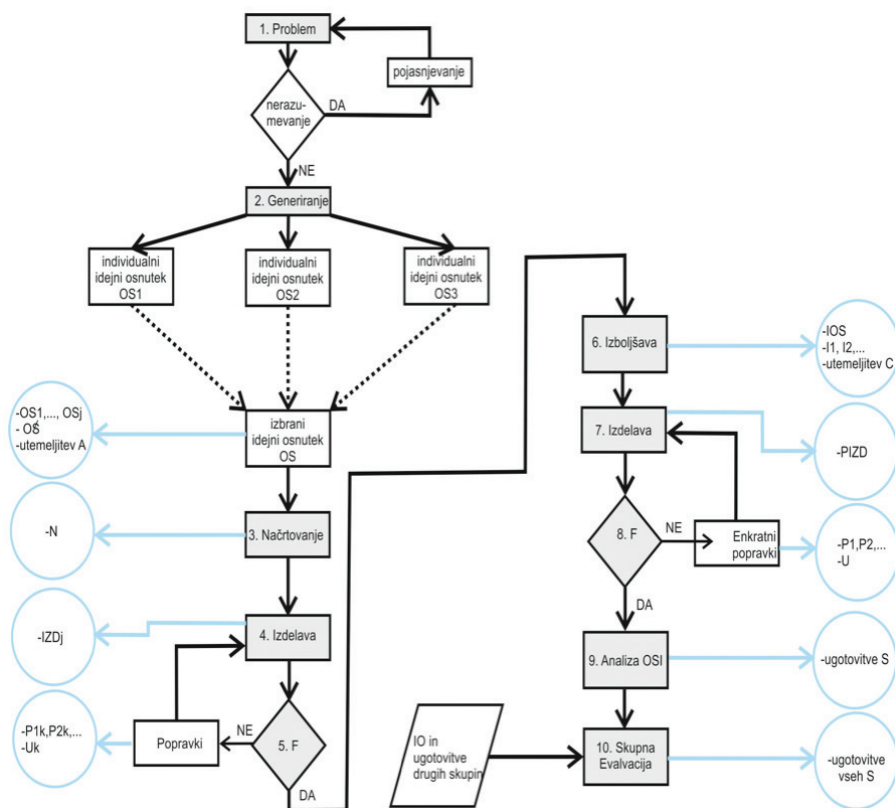
Slika 4: Potek KV, kjer pomenijo:  $Eg_n$  – e-gradivo,  $P$  – predavanja,  $Z$  – znanje,  $D$  – podatki,  $TS_5$  –  $TS$  vrednotenja,  $KV$  – klinične vaje,  $M$  – metoda,  $T$  – test (indeks 1 – pred-test in 2 – post-test) in  $n$  – zaporedna številka.

Na sliki 5 je prikazan del učnega modela, ki se navezuje na PZU za sklopa  $KV_2$  in  $KV_3$ .

Potek modela ima tipično zasnovo modela PjP (Aberšek, 2012). To so faze 1–4 in 10. Faze 5–9 so dodane empirično na podlagi večletnih rezultatov uspešnosti študentov pri opravljanju KV in izvajanju tehniškega izobraževanja v okviru pedagoške prakse. Ko predstavljamo problem, poskrbimo, da je problem dobro razumljiv vsem študentom. V diagramu modela je to poudarjeno s povratno zanko. Zaradi omejitev v delovnih prostorih glede razpoložljivih delovnih mest in orodja študenti večinoma KV opravljajo v skupinah. V drugi fazi generiranja idejnih osnutkov so vsi študenti vključeni v iskanje možnih rešitev. Izbrano rešitev morajo znati strokovno utemeljiti, kar je tudi del poročila (vse obveznosti so v okroglih elementih diagrama). Fazo preizkušanja funkcionalnosti izdelka učitelj RP tipično izpusti, saj večinsko niti ni določena. Tako se pogosto po izdelavi izdelkov izkaže, da izdelek ne opravlja pričakovane funkcije. V primeru nedoseganja funkcionalnosti učitelji RP ne izvajajo analize vzrokov, prav tako ne izvajajo vrednotenja stopnje reševanja izhodiščnega problema, ki ga izdelek rešuje. Z dodano peto fazo in njeno povratno zanko zagotovimo, da bodo vsi idejni osnutki izdelkov dosegli stopnjo funkcioniranja. Študenti tipično niso sposobni teoretičnega medpredmetnega povezovanja (z naravoslovjem in matematiko) in prenosa v prakso. Po peti fazi spoznajo funkcijske relacije sestavnih delov izdelka, kar jim omogoča izboljševanje načina doseganja funkcionalnosti in tudi njenega preseganja ter razvijanje domene uporabnosti izdelka za več, kot je določen minimum s funkcionalnostjo (npr. težje breme). Študenti izluščijo tri parametre (P1–3), ki bistveno vplivajo na funkcionalnost izdelka, in med njimi določijo najpomembnejšega. V začetnih sklopih KV podajamo nabor možnih izboljšav za doseganje inovativnosti v poznejših KV. Najenostavnejše izhodišče je modifikacija parametra, ki bistveno vpliva na funkcionalnost izdelka. Za poudarjanje in zagotavljanje preseganja funkcionalnosti je v osmi fazi vključena varovalna, enkratna povratna zanka. To skušamo zagotavljati z analizo uspešnosti zadanih ciljev izboljšav in v deseti fazi z evalvacijo variacij izdelkov različnih skupin (različno uspešno) za enak izvorni problem.

Učinkovitost  $Eg_n$  bomo določali na podlagi ugotovljenega doprinosa v znanju ( $T_{n1} - T_{n2}$ ). T so zastavljeni tako, da jih je mogoče rešiti v času do največ 10 minut, zato obsegajo od tri do največ osem testnih postavk večstranske izbire. Za določanje stopnje inovativnosti izhajamo iz lastnosti inovativnega izdelka (A. Cropley in D. Cropley, 2010), ki jih prilagodimo potrebam. Osredinjamo se predvsem na funkcionalnost/uporabnost izdelkov. Pri tem upoštevamo tudi

število modifikacij in stopnjo modifikacij posameznih izdelkov. Stopnjo inovativnosti ocenjujemo na skali 1–5, kjer pomeni 1 – najnižjo stopnjo in 5 – najvišjo stopnjo inovativnosti (tabela 1). Za ugotavljanje inovativnosti izhajamo iz poročil kot izhoda posameznega sklopa  $KV_n$ . Poročilo vključuje sistematično celostno povzemanje KV, vrednotenje pridobljenih podatkov, generiranje vzročno-posledičnih relacij in tehnično-tehnološko dokumentacijo izdelkov, na podlagi katere je mogoče ocenjevati stopnjo inovativnosti izdelkov.



*Slika 5: Diagram učnega modela, ki se nanaša na metodologijo dela. Krožni elementi so zahtevani sestavni deli poročila KV, kjer okrajšave pomenijo: OSj – osnutek; S = 1, 2 ... skupina, j = 1., 2., 3. član skupine, IOS – izboljšani osnutek skupine S, F – funkcionalnost, N – načrt (osnutek delovnega območja, delov s kotami in določitvijo gradiva; delitev dela v skupini), IZDj – fotografija izdelka (prvi izdelek = IZD1, prvič popravljeni = IZD2 ...), PIZD – fotografija popravljenega izdelka, Pik – P = popravek številka i (i = 1, 2, 3 ...) in cikla k (k = 1, 2 ...), Uk – utemeljitev cikla k (k = 1, 2 ...) in romb – od drugih skupin.*

Tabela 1: Ocenjevalna lestvica za stopnjo inovativnosti

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

## Rezultati z razpravo

Za evalvacijo predlaganega učnega modela za spodbujanje inovativnosti v okviru KV tehniškega izobraževanja smo uporabili kavzalno neeksperimentalno metodo. Vseh KV je bilo 10 in so bile med seboj povezane v sklope 1–3 (tabela 2). Posamezne KV so se izvajale v obsegu dveh šolskih ur. Študente smo razdelili v dve skupini, v kontrolno (KS) in eksperimentalno (ES). KS je obsegala 31 študentov (30 ženskega in 1 moškega spola), ki so bili porazdeljeni v prvi dve skupini KV. ES je obsegala 43 študentov (41 ženskega in 2 moškega spola), ki so bili porazdeljeni v 3.–5. skupino KV, časovno vedno za prvima dvema skupinama. ES je prejela  $Eg_n$  pred izvedbo  $KV_n$ , medtem ko ga KS ni prejela. Na vseh KV smo uporabili enake učne metode in strategije za vse skupine. Po končanem sklopu  $KV_n$  smo zagotovili dostop do učnih gradiv tudi KS. Vsi študenti so reševali spletne pred-teste ( $T_{n1}$ ) pred izvedbo KV, medtem ko je bilo reševanje post-testov ( $T_{n2}$ ) sestavni del poročila KV. Naloge v testih so bile taksonomsko naravnane po RBT na raven doseganja kritičnega mišljenja. Pred vsakim novim sklopom  $KV_{n+1}$  smo podali pravilne odgovore na  $T_{n1}$  in po potrebi še dodatno interpretacijo pravilnih odgovorov. Pred-test  $T_{n1}$  in post-test  $T_{n2}$  sta bila vedno enaka. Študijska obveznost vseh študentov je bila izdelava poročila s KV. Pri izdelkih, ki so jih študenti izdelali v prvem in drugem sklopu KV (3, 5, 7 in 10), smo ocenili stopnjo inovativnosti v skladu s tabelo 1. V nadaljevanju predstavljamo rezultate in ugotovitve, najprej pregledno čez vse KV1–10, nato pa se osredinjamo le na zadnji sklop KV9–10.

*Tabela 2: Pregled vseh KV, ki so bile deležne evalvacije učnega modela, in njihovo medsebojno sklopno navezovanje (slika 2)*

N	KV sklop 1	KV sklop 2	KV sklop 3
1	[KV1] tehtnica – izdelava	[KV2] tehtnica – reševanje problema	[KV3] tehtnica – inovacija
2		[KV4] papirni profili + reševanje problema	[KV5] žerjav – inovacija
3		[KV6] gibanka – izdelava + reševanje problema	[KV7] gibanka
4	[KV8] vozilo na lastni pogon		
5		[KV9] 3D tisk – izdelava + reševanje problema	[KV10] vrtavka – inovacija

### ***Pregled prek vseh KV***

V tabeli 3 so prikazane povprečne vrednosti prispevka znanja ( $T_{n1} - T_{n2}$ ) za KS in ES prek vseh KV. Učinkovitost  $Eg_n$ , kot večji prispevek v znanju, lahko ugotovimo na RBT procesnih stopnjah pomnjenja in analiziranja, manjši pa pri procesih razumevanja, uporabe in vrednotenja. Pri relaciji na KV je v povprečju višji pri KV5–7. Največ znanja na vseh procesnih stopnjah pri obeh skupinah so študenti pridobili pri KV2 (KV1). Negativni doprinos znanja znanimo pri KV6 za obe skupini pri procesu pomnjenja, največjega pa pri KS pri analizi (KV4, KV6). Z višanjem strokovne težavnosti KV5 v primerjavi s KV4 in KV7 v primerjavi s KV6 lahko ugotovimo, da so razlike med KS in ES najvišje ter da so študenti ES v povprečju izkazali dvakrat večji prirast znanja na post-testih. Stopnja povprečne izmerjene inovativnosti je prikazana v tabeli 4. Najbolj inovativni izdelki študentov so dosegli oceno 3 (ni vidne povezave z danimi primeri in s teorijo), večina izdelkov je bila ocenjena z oceno 2 (povezava s teorijo), manjši del izdelkov pa z najnižjo oceno 1 (brez vidnih podobnosti z danimi primeri). Na KV se večinoma dosežena stopnja povečuje pri vseh študentih, medtem ko večje razlike med stopnjo dosežene inovativnosti SE in SK ni zaznati.



Tabela 3: Povprečne vrednosti rezultatov pred-/post-testov za KS in ES (v oklepaju) po posameznih KV po posameznih procesnih taksonomskih stopnjah (1 – pomniti, 2 – razumeti, 3 – uporabiti, 4 – analizirati in 5 – evalvirati)

KV	N	RBT – proces (vseh stopenj znanj)					Povprečje /%
		1	2	3	4	5	
		$T_{n2}-T_{n1}$ /%	$T_{n2}-T_{n1}$ /%	$T_{n2}-T_{n1}$ /%	$T_{n2}-T_{n1}$ /%	$T_{n2}-T_{n1}$ /%	
[KV2] Tehtnica	31-39	4,0 (8,9)	7,8 (16,2)	15,6 (6,8)	16,0 (6,4)	37,7 (19,2)	<b>16,22</b> <b>(10,6)</b>
[KV4] Papirni profili	30-39		25,0 (-3,2)	15,0 (0,0)	-8,3 (10,3)	0,0 (2,6)	<b>11,3</b> <b>(1,3)</b>
[KV5] Žerjav	30-37		1,3 (10,4)		11,7 (13,2)		<b>6,5</b> <b>(11,8)</b>
[KV6] Gibanka	30-40	-1,7 (-4,0)	18,3 (25,6)	6,7 (-5,0)	-13,3 (16,3)		<b>2,5</b> <b>(8,22)</b>
[KV7] Gibanka II	30-36		3,3 (2,2)	0,8 (7,9)			<b>2,1</b> <b>(5,0)</b>
[KV8] Vozilo na lastni pogon	30-34				7,7 (0,9)		<b>7,7</b> <b>(0,9)</b>
[KV9] 3D-tisk	26-36			1,2 (-7,2)	2,7 (1,6)		<b>2,0</b> <b>(-2,8)</b>
[KV10] Vrtavka	25-32		20,0 (8,0)		11,2 (13,8)		<b>14,5</b> <b>(11,6)</b>

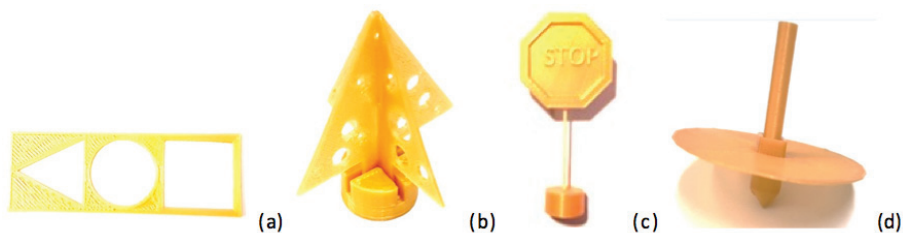
Legenda: N – število študentov (dano je območje od najmanj do največ pri posameznem testu za KS in ES). Siva polja prikazujejo rezultate, kjer je zaznan večji prispevek znanja SE.

Tabela 4: Povprečne vrednosti rezultatov za stopnjo inovativnosti za skupini KS in skupine ES

Skupina	Stopnja inovativnosti			
	KV3	KV5	KV7	KV10
KS1	1,8	1,0	2,0	2,0
KS2	1,7	1,0	2,3	2,3
ES3	1,3	1,5	2,4	1,8
ES4	1,4	2,0	1,5	1,5
ES5	1,3	1,6	2,3	2,3

### Sklop KV9–10 – 3D-tisk

KV9 se je izvajala v dolžini treh šolskih ur, kar nam je omogočalo, da smo lahko izvedli kombinacijo sklopov 1, 2. Študenti ES so prejeli Eg pred izvedbo, ki je obsegalo spoznavanje tehnologije 3D-tiska (definicijo, princip, namen) in njeno uporabo (gradivo, modeliranje, tiskanje). Na KV so prejeli ustrezno tehniško-tehnološko dokumentacijo za izdelavo preprostih izdelkov, šablone (slika 2(a)) in smreke (slika 2(b)). Prve z namenom seznanjanja z modeliranjem osnovnih likov (Google Sketch-up) in druge za spoznavanje zatičnega spajanja. Za prvi izdelek so študenti prejeli tehnologijo izdelave, ki je obsegala tudi pretvorbo modela v datoteko STL, priklop tiskalnika, nastavitvev parametrov tiskanja in pošiljanje v tisk. Za drugi izdelek so prejeli tehniške risbe (delavniško in sestavno) ter opis še nepoznatih funkcij Sketch-upa. Prvi sklop se je izvajal po strategiji delovne naloge.



Slika 6: Primeri izdelkov KV9: (a) šablona, (b) smreka, (c) prometni znak in (d) vrtavka

V drugem sklopu smo izvedli okrnjen učni model (faze 1–5 ter 10) (slika 5). V prvi fazi prejmejo fotografijo prometnega znaka, za katerega morajo izdelati maketo. Delo je bilo organizirano skupinsko (2–3 študenti). Funkcionalnostne zahteve znaka so bile, da je sestavljiv/razstavljiv, trdno spojen in stabilen. Primer prometnega znaka je prikazan na sliki 6(c).

Pred tretjim sklopom KV10 so študenti dobili Eg, ki je zajemalo delovanje izdelka – vrtavke, parametre, ki vplivajo na njeno funkcionalnost in primere obstoječih tržnih vrtavk. Zaradi časovne potratnosti 3D-tiska smo v tretjem sklopu preskočili faze 1–4 učnega modela ter dali vsaki skupini že izdelano vrtavko (slika 6(d)). Študenti so začeli s peto fazo učnega modela (slika 5), z ugotavljanjem funkcionalnosti vrtavke in jo v nadaljevanju inovativno izboljševali (faze 6, 10). Študenti so morali upoštevati časovne lastnosti 3D-tiska. Zmagovalna vrtavka je bila tista, katere uporabnost je največja (najdaljši čas vrtenja). Pred-/post-test so bili izdelani v prosto dostopni aplikaciji Google Forms.  $T_{91}/T_{92}$  za prvi in drugi sklop je zajemal sedem testnih postavk,  $T_{101}/T_{102}$  za drugi in tretji sklop pa osem

testnih postavk izbirnega tipa. Vsak odgovor postavk se je točkoval z eno točko. V tabeli 5 so predstavljeni rezultati pred- in post-testa za KV9. Vidimo lahko, da so študenti KS test reševali bolje, pri večini testnih postavk se namreč vidi napredek v znanju. Negativen napredek v znanju je opazen samo pri testnih postavkah (2.2 in 3.1). Študenti ES so pri večini testnih postavk nazadovali (v sivi barvi). Pri ES lahko zaznamo več znanja pri reševanju pred-testa, kar lahko povežemo z Eg.

Tabela 5: Povprečno število doseženih točk na testih sklopa 1 in 2 KV9

TP (RBT)	Kontrolna skupina			Eksperimentalna skupina		
	$T_1: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2-T_1 / \%$	$T_1: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2-T_1 / \%$
1.1 (4C)	34,62 (0,49)	48,00 (0,51)	13,38	44,12 (0,50)	41,67 (0,50)	-2,45
1.2 (4C)	23,08 (0,43)	28,00 (0,46)	4,92	20,59 (0,41)	22,22 (0,42)	1,63
2.1 (4B)	0,00 (0,00)	16,00 (0,37)	16,00	17,65 (0,38)	13,89 (0,35)	-3,76
2.2 (4B)	7,69 (0,27)	0,00 (0,00)	-7,69	0,00 (0,00)	2,78 (0,17)	2,78
3.1 (4B)	19,23 (0,40)	8,00 (0,28)	-11,23	20,59 (0,41)	13,89 (0,35)	-6,70
3.2 (4B)	15,38 (0,37)	16,00 (0,37)	0,62	14,71 (0,36)	13,89 (0,35)	-0,82
4.1 (3C)	30,77 (0,47)	32,00 (0,48)	1,23	29,41 (0,47)	22,22 (0,42)	-7,19

Legenda: TP – testna postavka, RBT – revidirana Bloomova taksonomska lestvica (številka – kognitivni proces in črka – vrsta znanja)  $\bar{x}$  – aritmetična sredina in  $s_x$  – standardni odklon.

Tabela 6: Povprečno število doseženih točk na testih za sklopa 3 KV10

TP (RBT)	Kontrolna skupina			Eksperimentalna skupina		
	$T_1: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2-T_1 / \%$	$T_1: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2: \bar{x} / \% (s_x)$	$T_2-T_1 / \%$
1.1 (2A)	32,00 (0,45)	60,00 (0,51)	28,00	16,67 (0,36)	25,00 (0,38)	8,33
2.1 (2A)	64,00 (0,51)	88,00 (0,44)	24,00	86,11 (0,42)	81,25 (0,49)	-4,86
3.1 (4C)	12,00 (0,31)	20,00 (0,38)	8,00	5,56 (0,22)	25,00 (0,39)	19,44
3.2 (4C)	32,00 (0,45)	32,00 (0,45)	0,00	58,33 (0,51)	75,00 (0,50)	16,67
4.1 (4C)	12,00 (0,31)	24,00 (0,41)	12,00	30,56 (0,45)	53,13 (0,49)	22,57
4.2 (4C)	32,00 (0,45)	64,00 (0,51)	32,00	55,56 (0,51)	68,75 (0,51)	13,19
5.1 (4D)	0,00 (0,00)	4,00 (0,19)	4,00	2,78 (0,16)	0,00 (0,00)	-2,78
6.1 (2B)	48,00 (0,50)	56,00 (0,51)	8,00	13,89 (0,33)	34,38 (0,44)	20,49

Legenda: TP – testna postavka, RBT – revidirana Bloomova taksonomska lestvica (številka – kognitivni proces in črka – vrsta znanja)  $\bar{x}$  – aritmetična sredina in  $s_x$  – standardni odklon.

V tabeli 6 so predstavljeni rezultati pred- in post-testa za KV10. Pri študentih KS je pri vseh nalogah viden napredek v znanju. Napredka ni mogoče najti le

pri testni postavki 3.2 (v sivi barvi). Tudi pri študentih ES je pri večini testnih postavk opazen napredek, ki je pri nalogah 3.1, 3.2, 4.1 in 6.1 večji kot pri KS. Nazadovanje je opazno pri dveh testnih postavkah (2.1 in 5.1). Pri ES lahko zaznamo več znanja pri reševanju pred-testa, kar ponovno lahko povezujemo z Eg.

**Inovativnost.** V drugem sklopu KV9 so vsi študenti izdelali funkcionalne izdelke, prometne znake, večinoma že v prvem poskusu. Iz izdelkov lahko ugotovimo, da so študenti večinoma izbirali enostavne rešitve izdelave prometnega znaka in enostavne načine spajanja sestavnih delov prometnega znaka (okrogel drog, ki se ustavi v izvrtino v znaku in podstavku).

*Tabela 7: Rezultati KV10, sklop 3, izdelek – vrtavka. Porabljen material, čas tiskanja in čas vrtenja vrtavk po posameznih skupinah, vrsta izboljšave in ocenjena stopnja inovativnosti.*

Skupina	Porabljen material /m	Čas tiskanja /min	Čas vrtenja /s	Vrsta izboljšave	Stopnja inovativnosti
SK: 1.1	6,897	115,45	40,00	1 in 2	2
SK: 2.1	2,270	59,59	13,52	4	3
SK: 2.2	0,918	43,27	2,21	3	/
SK: 2.3	1,900	54,00	27,40	1 in 4	3
SE: 3.1	1,947	61,54	18,00	1	2
SE: 3.2	7,307	119,49	29,87	1 in 2	2
SE: 3.3	4,903	89,46	30,31	1	2
SE: 3.4	3,198	51,15	47,00	2	2
SE: 3.5	0,941	43,42	3,49	3	/
SE: 4.1	1,827	51,43	4,28	2	/
SE: 4.2	1,578	51,90	18,00	1	2
SE: 5.1	3,250	62,00	29,00	1 in 2	2
SE: 5.2	1,635	56,17	10,00	1	2
SE: 5.3	2,130	58,00	30,00	1 in 5	3
SE: 5.4	3,986	76,57	17,00	1 in 2	2
SE: 5.5	1,278	48,47	10,00	6	3
SE: 5.6	1,399	51,54	12,30	1	2

*Legenda: 1 – povečan premer diska, 2 – povečana debelina diska, 3 – zmanjšan premer diska, 4 – koncentracija mase v središču, 5 – koncentracija mase ob obodu in 6 – posebna oblika diska. Oznaka pri skupini pomeni: oznaka skupine (1 – 5), podskupina (1 – 6).*

V tretjem sklopu, KV10, je večina študentov preseгла zadano funkcionalnost izdelka – vrtavke. Sestavni del, tj. gred, so študenti že dobili natisnjeno. Zaradi časovne potratnosti 3D-tiska so se izboljšave usmerile na disk in le za najsposobnejše študente tudi na gred. Spremljali smo količino porabljenega gradiva, čas za 3D-tisk in čas vrtenja vrtavke (funkcionalnost in uporabnost). Tabela 7 prikazuje rezultate za KV10 po skupinah (predstavljeni so samo rezultati skupin, ki so uspešno izdelale izdelek in imele popolne rezultate v poročilu). Pri 3D-tisku so lahko nastopile težave in skupina izdelka ni izdelala in/ali ga preskusila. Pri izboljšavah študentov smo ugotovili, da se pojavi šest različnih izboljšav, ki smo jih v tabeli navedli oštevilčene. Nekatere skupine so izvedle več kot eno izboljšavo. Večina izdelanih izboljšav je smiselnih, razen zmanjšanja premera diska vrtavke. Najpogostejša je bila povečava premera diska, sledi ji povečava debeline diska. Študenti, ki niso izdelali funkcionalne vrtavke (čas vrtenja je najmanj 10 s), so vrtavki zmanjšali premer diska. V izboljšavah ni mogoče ugotoviti značilnih razlik med KS in ES. Študenti so izbirali trivialne in preproste izboljšave. Sklepamo lahko, da so se študenti ES preveč osredinjali na izpostavljene parametre, ki bistveno vplivajo na funkcionalnost vrtavke: povečan premer diska, povečana debelina diska in dolžina gredi, kar je zajemalo tudi Eg. Posledično se stopnja inovativnosti med skupinama ne razlikuje. Ocenjena stopnja inovativnosti je v povprečju za obe skupini 2, najvišje dosežena 3, v primeru nedoseganja funkcionalnosti izdelka pa ni ocene stopnje inovativnosti primerov.

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Predlagani učni model za spodbujanje inovativnosti v okviru KV tehniškega izobraževanja je plod izboljševanja v zadnjih letih. Študenti so najbolj kompetentni pri izvajanju prvega sklopa KV, kjer dobro poznajo metodologijo dela. V delu modela, kjer izvajamo induktivne metode učenja, osvojijo način dela šele v zadnjem delu semestra. Uvajanje sodobne tehnologije (3D-tisk) ter uporaba IKT za pripravo in izvajanje sta za študente motivacijska, hkrati pa to od njih zahteva še več aktivnosti, samostojnosti in sprotne delo. Tipično so usmerjeni v kampanjsko, pasivno in vodeno delo, zato jim tak učni model povzroča težave. Ob izvajanju učnega modela smo zaznali strukturiranje smiselnega učenja prek uspešnejšega reševanja testov in tudi načina pristopa k reševanju problemsko zasnovanih nalog. Z vključitvijo Eg v učni model zaznamo povečani prirastek znanja procesne stopnje pomnjenja in analiziranja. Presenetljivo je opazen nižji prirast ali celo nazadovanje znanja na navezujočih se procesnih taksonomskih stopnjah uporabe in evalvacije. Stopnja strokovnega znanja, podanega v e-gradivih, se izkaže kot težavna za študente.

Dejstvo je, da je tehnološka pismenost študentov RP nizka (Avsec in Jamšek, 2013). Medpredmetno zelo slabo povezujejo fizikalno-teoretične osnove s tehniškim konstruiranjem, pri čemer ne vidijo jasne uporabe matematičnih orodij za načrtovanje, še manj za racionalizacijo in optimizacijo. Preveč strokovnih podrobnosti zlasti v povezavi z načinom delovanja izdelka in funkcijskorelacijsko odvisnostjo povzroči destabilizacijo pomanjkljivih temeljnih znanj in povečanje zmotnih konceptov. Pregled obstoječih izdelkov na tehnološkem področju je dobrodošel, analiza teh izdelkov pa lahko vodi do usmerjenega razmišljanja in **čezmernega zanašanja na že obstoječe izdelke**. Študenti pristopajo k reševanju tehniških problemov še zlasti intuitivno in praktično. Njihove rešitve so lahko prevladujoče ustvarjalne, a tipično nefunkcionalne. Največja težava pri izvajanju predlaganega modela je premajhna kvota ur predavanj in tudi KV. Poleg tega tehnika ni področje, za katero bi se študenti zanimali, zato imajo nizko stopnjo motivacije, kar nam je še zlasti v izziv. Izdelovanje izdelkov v okviru KV je visoko motivacijsko, veliko manj pa doseganje in preseganje zahtevane funkcionalnosti. Študenti so nagnjeni k iskanju trivialnih, ne inovativnih rešitev, ki zadostijo le zadanemu problemskemu izzivu. Kljub vsemu lahko z uporabo učnega modela skozi KV zaznamo trend izboljševanja doseganja zahtevane funkcionalnosti izdelkov in stopnjevanja ocene tehniške inovativnosti, kar je zelo spodbudno. V učnem modelu se zazna zlasti prispevek povratnih zank popravljanja do zadoščanja ter v nadaljevanju prenosa na celostno in odgovorno načrtovanje brez preskušanja, tj. dvigovanja zmožnosti študentov.

V sklopu KV smo po izvedbi pilotnega projekta izvedli še KV11, v kateri smo predstavljeni učni model še nadgradili glede na dobljene rezultate iz pilotne študije. Na tem mestu samo povzemamo vsebino prispevka, za več pa vabimo bralca na povezavo (Šinigoj in Jamšek, 2018). Model smo poenostavili in dvignili stopnjo aktivnega, induktivnega učenja z vpeljavo začetnih motivacijskih izzivov, pri katerem študenti empirično raziskujejo z odkrivanjem vzročno-posledičnih relacij, ključnih za načrtovanje izdelka. V zvezi z Eg nas je zanimalo, katera je ključna vsebina, ki omogoča študentom največji napredek v smislu hitrejšega doseganja funkcionalnosti in višje stopnje inovativnosti. Študente smo razdelili v skupine glede na vsebino e-gradiva (definicija izdelka, sestavni deli izdelka, način delovanja izdelka in obstoječi primeri izdelka). V znanju je najbolj napredovala skupina študentov, ki ji v Eg ni bil dan način delovanja, v stopnji inovativnosti pa skupina, ki je imela poleg Eg še dodatno krajšo motivacijsko nalogo, s katero smo **želeli aktivirati kognitivne** procese uporabe, analiziranja in ovrednotenja za globlje razumevanje dane problematike.

## Literatura

- Aberšek, B. (2012). *Didaktika tehniškega izobraževanja med teorijo in prakso*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Avsec, S., in Jamšek, J. (2013). Tehnološka pismenost študentov razrednega pouka: določitev in primerjava s pismenostjo učencev 9. razreda OŠ. V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2013, 16. – 18. september 2013, Portorož, Slovenija* (str. 193–196). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Bencze, J. (2010). Promoting student-led science and technology projects in elementary teacher education: entry into core pedagogical practices through technological design. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 43–62.
- Bennett, R. C., in Cooper, R. G. (1982). The misuse of marketing: An american tragedy. *Business Horizons*, 24(6), 51–61.
- Bruton, D. (2011). Learning creativity and design for innovation. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 321–333.
- Cheesman, K. L. (2009). Writing/using multiple-choice question to assess higher-order thinking. V T. R. Lord, D. P. French in L. W. Crow (ur.), *College Science Teachers Guide to Assessment*. Virginia: NSTA.
- Cropley, D., in Cropley, A. (2010). Recognizing and fostering creativity in technological design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(3), 345–358.
- Fornell, C., in Menko, R. D. (1981). Problem analysis: A consumer-based methodology for the discovery of new product ideas. *European Journal of Marketing*, 15(5), 61–72.
- Gut, D. M. (2011). Integrating 21st century skills into the curr. V G. Wan in D. M. Gut (ur.), *Bringing schools into the 21st Century* (str. 137–157). Dordrecht, New York: Springer.
- Kerkman, D. D., in Johnson, A. T. (2014). Challenging multiple-choice questions to engage critical thinking. *Journal of Scholarly Teaching*, 9, 92–97.
- Liebenberg, L., in Mathews, E. H. (2012). Integrating innovation skills in an introductory engineering design-build course. *International Journal of Technology and Design Education*, 22, 93–113.
- Lindfors, E. (2010). Innovation and user-centred design. V J. Sjøvoll in K. Skogen (ur.), *Creativity and Innovation. Preconditions for entrepreneurial education* (str. 53–63). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Lindfors, E., in Hilmola, A. (2016). Innovation learning in comprehensive education? *International Journal of Technology and Design Education*, 26(3), 373–389.
- McKeown, M. (2014). *The innovation book*. London: FT press.

- McLellan, R., in Nicholl, B. (2011). »If I was going to design a chair, the last thing I would look at is a chair«. Product analysis and the causes of fixation in students' design work 11–16 years. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(1), 71–92.
- Miller, W. L. (2001). Innovation for business growth. *Research Technology Management*, 44(5), 26–41.
- Novak, E., in Wisdom, S. (2018). Effects of 3D printing PBL on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 412–432. doi:10.1007/s10956-018-9733-5
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31.
- Runco, M. (2014). *Creativity. Theories and themes: Research, development, and practice*. San Diego, CA: Elsevier Academic Press.
- Sorli, M., in Stokic, D. (2009). *Innovating in product/process Development. Gaining pace in new product development*. London: Springer-Verlag.
- Stobaugh, R. (2013). *Assessing critical thinking in middle and high schools*. New York: Routledge.
- Šinigoj, V., in Jamšek, J. (2016). Kratki testi v okviru kliničnih vaj za doseganje smiselnega učenja, kritičnega razmišljanja in inovativnosti. V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2016, 19. – 21. september 2016, Portorož, Slovenija* Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Šinigoj, V., in Jamšek, J. (2017). Spodbujanje inovativnosti v okviru kliničnih vaj tehniškega izobraževanja. V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2017, 25. – 26. september 2017, Portorož, Slovenija* (str. 555–558). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Šinigoj, V., in Jamšek, J. (2018). Learning model for developing critical thinking and encouraging innovativeness in engineering education by problem based learning. V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2018, 17. – 18. september 2018, Portorož, Slovenija* (str. 449–452). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Trust, T., in Maloy, R. W. (2017). Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects. *Computers in the Schools*, 34(4), 253–266. doi: 10.1080/07380569.2017.1384684
- Turja, L., Endepohls-Ulpe, M., in Chatoney, M. (2009). A conceptual framework for developing the curriculum and delivery of technology education in early childhood. *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 353–365.
- Van der Duin, P., Ortt, R., in Kok, M. (2007). The cyclic innovation model: A new



challenge for a regional approach to innovation systems? *European Planning Studies*, 15(2), 195–215.

Verner, I., in Merksamer, A. (2015). Digital design and 3D printing in technology teacher education. *Procedia CIRP*, 36, 182–186.

# Razvoj gradiva za kombinirano učenje pri izvajanju predavanj in kliničnih vaj pri predmetu Odprti učni sistemi v tehniki

*David Rihtaršič in Janez Jamšek*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

Generacije po letu 1982 so odraščale v obdobju hitro razvijajoče se tehnologije (neprestan dostop do informacij, večopravilnost, skupinsko delo, spoštovanje socialnih vidikov učenja itd.). Te kažejo zmanjšano toleranco za razširjanje informacij v obliki klasičnih predavanj. Sodobnejše metode zahtevajo premik poučevanja z učitelj-center na študent/učenec-center. V prispevku podajamo aplikacijo kombiniranega učenja v okviru drugostopenjskega študijskega programa Predmetno poučevanje pri predmetu Odprti učni sistemi v tehniki v študijskem letu 2017/2018 v obsegu 14 ur (klinične vaje in predavanja). Uporabili smo model standardne obrnjene učilnice zaradi možnosti neposrednega prenosa v ciljno učno okolje bodočih učiteljev tehnike. Študentom smo vnaprej posredovali e-gradivo, ki zajema osnovno terminologijo, pojme, principe, koncepte in zakone za namen razumevanja obravnavane strokovne tematike. Razvoj e-gradiva je vključeval vodila za uporabo IKT orodij (programska oprema za učne portale, obdelavo zvoka, zajem videoposnetkov itd.). Vsak študent je lahko izbiral kraj, čas in način ogleda e-gradiva. Čas, prenesen na študente, zagotavlja dodaten čas za reševanje problemov, pridobivanje spretnosti, globljega razumevanja, komunikacijskega sodelovanja itd. Na začetku izvajanja pilotnega projekta zaznamo visoko stopnjo motivacije študentov, ki se izkazuje v pozitivnem prirastu znanja (pred-/post-test). V nadaljevanju sledi upadanje motivacije in stopnje aktivnosti študentov, ki se na koncu pilotnega projekta prevesi v negativen izmerjen prirast znanja. Zaključimo lahko, da je bila izpeljava pilotnega projekta uspešna, saj so imeli študenti manj težav z uporabo programskih orodij. Učni proces je potekal z manj interakcijami dodatne individualne pomoči. Ogled e-gradiva brez utrjevanja ni zadosten pogoj za učinkovito razumevanje in pomnjenje, ki omogoča uporabo znanja na višjih kognitivnih procesnih stopnjah.

**Ključne besede:** tehniško izobraževanje, kombinirano učenje, obrnjeno učenje, IKT orodja

## Uvod

Najbolj znana in tudi najstarejša metoda učenja oziroma poučevanja je tradicionalni pouk. Ta poteka v učilnicah, kjer obstajajo prostorske in časovne omejitve. Razvoj tehnologije ves čas spodbuja in omogoča nove načine izvajanja izobraževanja in učenja. Prvi poskus premagovanja časovnih in prostorskih omejitev v izobraževanju poznamo pod imenom dopisno izobraževanje (1892, W. R. Harper, Univerza v Chicagu), ki je potekalo v dvosmernem pisnem dopisovanju. Tako se je razvil študij na daljavo, ki je doživel popularizacijo s telekomunikacijsko revolucijo. Množična razširjenost radia in televizije je omogočila zmanjšanje stroškov in povečala obseg izobraževanja. Prvi poskusi izobraževanja na daljavo, ki je temeljilo na uporabi elektronskih medijev, so se pojavili na polovici 20. stoletja z ustanovitvijo prve »odprte univerze« (Open University) v Veliki Britaniji. Ta svoje programe izvaja izključno na daljavo, izobraževanje pa temelji na posnetkih predavanj, ki jih predvajata BBC-jeva televizija in radio (Kahiigi, 2008). Z vsakim novim izumom, na primer televizija, CD-ROM, splet ipd., je postajalo gradivo čedalje bolj dostopno. Velika pomanjkljivost dvosmerne komunikacije je bila presežena s prihodom informacijske revolucije. Pojavile so se prve spletne oglasne deske (angl. billboard systems). Z vzpostavitvijo globalnega računalniškega omrežja beležimo že 4. generacijo študija na daljavo, imenovanega e-izobraževanje oziroma e-učenje (Bonk in Graham, 2005).

E-učenje ponuja udeležencem samostojno učenje in poteka z uporabo elektronskih medijev in s pomočjo IKT. Pri tem sta udeleženec in učitelj krajevno in časovno ločena, vendar med njima obstaja komunikacija (Osguthorpe in Graham, 2003; Kahiigi, 2008). Pravi pomen je e-učenje dobilo ob učinkoviti uporabi spleta, vendar pa nikoli ni doseglo pričakovanih učinkov. Izkazalo se je, da je za uspešno učenje ključnega pomena tudi stik učečega z učiteljem. Kljub številnim kritikam zastarelosti tradicionalne metode poučevanja in naraščajočega števila novih in sodobnejših metod je tradicionalno poučevanje, ki je preživelo vse tehnološke revolucije, še vedno prevladujoča oblika. Vloga učitelja je nadzorna in ne sodobno mentorska, saj popolnoma kontrolira proces poučevanja. Tempo podajanja snovi je prilagojen glede na celotno populacijo, čeprav ima vsak udeleženec svoj tempo. Metoda je omejena na prostor in čas, saj morajo biti udeleženci v učilnicah, kar znatno omejuje učence s posebnim statusom (športnik, raziskovalec itd.). Učna vsebina poteka po vnaprej določenem urniku, prav tako učitelj posreduje učno gradivo in naloge v razredu/predavalnici (Howard, Boettcher, Justice, Schenk, Rogers in Berg, 2005).

Trend razvoja metod poučevanja oziroma učenja izkustveno vodi v prihodnost,

ki je v kombinaciji obeh metod, tj. tradicionalne in e-učenja (Howard idr., 2005). Prva vzdržuje neposredni stik z udeleženci, druga pa izkorišča tehnološki potencial. Take metode imenujemo hibridne, mešane ali kombinirane (angl. blended learning). Koncept kombiniranega učenja (KU) učencem in učiteljem omogoča, da izrabijo najboljše iz obeh svetov (fizičnega in virtualnega). Pri tem se spajajo in mešajo različni učni slogi: vključevanje najrazličnejših nalog in dejavnosti v pouk, uporaba računalniške tehnologije, e-gradiv, interakcija med učiteljem in učenci oziroma interakcije med samimi učenci (Bonk in Graham, 2005; Jun in Ling, 2011). Tehnologija ni uporabljena kot izolirano orodje, temveč kot ključni del celovite rešitve za uspešno učenje oziroma poučevanje. Spletno učenje se torej ne sme razumeti le kot sredstvo za izobraževanje, ampak ga je treba upoštevati kot dodatek k celovitemu pedagoškemu procesu (Sharma, 2010).

Poznamo različne oblike KU, ne obstaja namreč enoten dogovor o njegovi definiciji. Prevladujoča je definicija Bonka in Grahama (2005), ki sta zapisala delovno definicijo KU: »Sistemi kombiniranega učenja združujejo tradicionalni pouk z elementi e-izobraževanja.« Graham (2005) izpostavi tri temeljna izhodišča KU: (1) je kombinacija učnih modalitet (medijev), (2) je kombinacija učnih metod in (3) je kombinacija različnih načinov e-učenja in tradicionalnega učenja (angl. face to face classroom) (Osguthorpe in Graham, 2003). Modeli KU poskušajo pomagati pri izboljšanju in lažjem načrtovanju posamezne učne vsebine. Uporaba modela je odvisna od učencev in specifičnih učnih potreb (predznanje učencev, vloga in pravila mentorja, načrtovanje, vsebina predmeta, vrsta in način informacij ...).

Poznamo več modelov KU. Najpogosteje uporabljeni po H. Staker (2011) so: iz oči v oči (angl. face to face), rotacijski model (angl. rotation model) (pod katerega spada tudi obrnjeno učenje), prilagodljiv model (angl. flex model), spletni laboratorij (angl. web lab), samostojno kombiniranje (angl. self-blend), spletni voznik (angl. online driver), kurikulumska kocka in ostali (Howard idr., 2005; Sharma 2010; Moore, 2013). Model kurikulumske kocke v primerjavi z drugimi modeli ponuja visoko stopnjo prilagodljivosti glede na dane potrebe, medtem ko so preostali modeli primerni za bolj specifične učne potrebe (Howard idr., 2005).

KU se najhitreje uveljavlja na visokošolski ravni izobraževanja, kjer ga je tudi najenostavnejše vpeljati. Nižje gremo po vertikali izobraževanja, bolj premišljena in dovršena mora biti njegova vpeljava, da nam zagotovi uspeh. Trend motivacije učencev/dijakov/študentov upada zlasti zaradi ustaljenega, tradicionalnega podajanja znanja na zalogo, ki je nižje po vertikali širše dostopno na svetovnem spletu. Novim metodam izobraževanja učitelji prevladujoče niso

naklonjeni, ker zahtevajo veliko časa in priprav. V tujini, zlasti v ZDA, je kombinirano učenje že uveljavljeno in se širi iz visoko- in srednješolskega študija tudi na osnovnošolsko raven (West in Graham, 2005; Allen, Seaman in Garrett, 2007; Staker, 2011). V Sloveniji je bil eden izmed modelov kombiniranega učenja, tj. obrnjeno učenje, prvič predstavljen v sklopu mednarodne konference EDID 2014. Obrnjeno učenje so preskusno izvedli na štirih osnovnih šolah, vendar ga niso preučevali z vidika učne uspešnosti, le z vidika odzivov učiteljev in učencev. Pri predmetu Odprti učni sistemi v tehniki so študenti v okviru študijskih obveznosti kliničnih vaj in seminarske naloge že uspešno prenesli KU v šolsko prakso na področju osnovnošolskega tehniškega izobraževanja. Preskusili smo različne metode KU, od katerih se je za najbolj enostavno in neposredno izkazala metoda obrnjenega učenja (angl. flipped learning). Uspešni parcialni rezultati prenosa sodobne metode učenja (Kvenderc in Jamšek, 2015; Dvorščak in Jamšek, 2017; Lokar in Jamšek, 2017) so nas spodbudili k celostni vpeljavi metode tudi v okvir kliničnih vaj in delno v okviru predavanj pri predmetu Odprti učni sistemi v tehniki. V prispevku podajamo metodologijo razvoja gradiva oziroma e-gradiva. Z zgledom želimo motivirati tudi druge učitelje tehniškega (in netehniškega) izobraževanja ne glede na raven poučevanja.

### ***Obrnjeno učenje***

Metoda obrnjenega učenja je ena izmed metod rotacijskega modela. Rotacijski model je definiran kot pouk, tečaj ali predmet, pri katerem učenci rotirajo iz ene učne modalitete v drugo, pri tem pa je vsaj ena modaliteta spletno učenje. Rotacije so v pouk vključene že več let, vključitev komponente spletnega učenja v rotacijski model omogoči, da je rotacijski model postal eden izmed modelov KU. Poleg metode obrnjenega učenja poznamo še tri specifične tipe rotacije: rotacija po postajah (angl. station rotation), laboratorijska rotacija (angl. lab rotation) in rotacija posameznika (angl. individual rotation) (Bergmann in Sams, 2012; Moore, 2013).

Obrnjeno učenje ali obrnjena učilnica je vrsta kombiniranega učenja, ki obrne tradicionalno poučevanje z zagotavljanjem ustreznih učnih vsebin na spletu, zunaj učilnice. Dejavnosti, ki bi jih pri tradicionalnem poučevanju šteli med domačo nalogo, se premaknejo v učilnico. Pri obrnjenem učenju si učenci na spletu ogledajo učno gradivo, sodelujejo v razpravah na spletu ali opravljajo raziskave doma, v učilnici pa se pod vodstvom mentorja (učitelja) vključujejo v obravnavo konceptov (Bergmann in Sams, 2012). Obrnjeno učenje je sodobna izobraževalna metoda, ki združuje učenje v živo in na daljavo, saj v pouk ustrezno vpleta sodobno informacijsko tehnologijo. Učitelj namreč vnaprej

pripravi učno gradivo (najpogosteje videoposnetek z razlago učne vsebine), ki ga nato posreduje učencem prek spletne učilnice, elektronske pošte ali storitve Dropbox. Učenci si spletno gradivo oziroma video ogledajo doma in si pripravijo lastne zapiske, s katerimi pridejo k pouku. Videoposnetek traja okrog 5 do 7 minut oziroma največ 10 minut, da učenci pri ogledu še ohranijo koncentracijo. Obrnjeno učenje ima številne prednosti. Naštejmo le nekaj glavnih razlogov za obrnjeno učenje v primerjavi s tradicionalnim poučevanjem: učenec usvajanje učne snovi prilagodi sebi; snov je razdeljena v manjše, lažje obvladljive odseke; spodbuja učenčevo zavzetost za pouk; razvija sodelovanje v skupini, komunikacijske sposobnosti in posameznikov socialni razvoj; učenci lahko izbirajo med (različnimi) spletnimi gradivi različnih učiteljev, ki podajajo enako snov; učitelj lahko učno gradivo sproti ureja in prilagaja; učenci klasične domače naloge rešujejo v šoli; učitelji lahko svoje pomisleke ali slabe izkušnje o neuspešno izvedeni učni uri delijo z drugimi učitelji; starši imajo dostop do učne vsebine, ki se jo otroci učijo v šoli; tehnologijo, ki je dobro znana učencem, približa tudi učiteljem (McDonald in Smith, 2013).

Pogosto je obrnjeno učenje poenostavljeno opredeljeno kot šolsko delo doma in domača naloga v šoli. Treba pa je razlikovati med obrnjeno učilnico in obrnjenim učenjem. Ni namreč nujno, da obrnjena učilnica vodi do obrnjenega učenja. Veliko učiteljev lahko »obrne učilnico« tako, da učenci zunaj razreda berejo besedila, gledajo dopolnilne videoposnetke ali rešujejo dodatne probleme.

## Metoda

Obrnjeno učilnico (OU) lahko delimo v več modelov izvedbe: standardna OU, OU z usmeritvijo v pogovor, OU s poudarkom na demonstraciji, lažno OU, skupinsko usmerjena OU, navidezno OU in obrnjeni učitelj (Bergmann in Sams, 2012). V raziskavi smo uporabili model standardne OU.

Za uporabljeni model smo izdelali vsebinsko primerno gradivo za namen predmeta odprti učni sistemi v tehniki. Cilj predmeta je, da so študenti zmožni transferja klasičnih učnih priprav v priprave na osnovi kombiniranega učenja ali generiranja novih učnih priprav na osnovi kombiniranega učenja. Za ta namen obsegajo klinične vaje sodobna IKT orodja, s katerimi je mogoče izdelati atraktivna e-gradiva v kombinaciji najrazličnejših vsebin (besedila, nalog, slik, zvoka, animacij, video izrezov, spletnih strani itd.). Z izdelovanjem krajšega e-gradiva, okvirno 5 do 7 minut, smo pokrili:

- (2.1) spletna učna okolja,
- (2.2) izdelavo videovsebin,

- (2.3) izdelavo interaktivnega predstavitvenega gradiva,
- (2.4) izdelavo gradiva za digitalno pripovedovanje zgodb in
- (2.5) izdelavo učnih priprav s HTML5 različico besedilnih označb.

Vsa učna e-gradiva so izdelana v obliki videogradiv, ki so jih študentje prejeli prek elektronske pošte s kratkim navodilom. Na koncu poglavja podajamo povzetke vsebin posameznih videogradiv (2.1–2.5). Del izdelanega gradiva je bil izveden v okviru predavanj za obravnavo izobraževalne tehnologije do pojava e-učenja kot primer izdelave poglavja vaj (2.2).

Pri metodi klasične OU študenti vsebino učne ure (pripravljeno e-gradivo) obravnavajo samostojno prek spletnega gradiva. Študenti si pri tem sami poljubno razporedijo čas za obravnavo nove snovi. Čas, ki bi ga v učilnici porabili za obravnavo vsebine, lahko dodatno uporabimo za razvijanje znanja kognitivne procesne stopnje uporabe in višjih stopenj. Metoda OU omogoča učitelju, da čas pouka uporabi učinkovito ter s tem zagotovi premostitev in okrepitev področij, v katerih je znanje študentov pomanjkljivo. Aktivno delo študentov zahteva aktivne oblike učenja. Za vsebinski koncept kliničnih vaj izhajamo iz problemsko zasnovanega učenja (Prince in Felder, 2006), ki je študentom dobro poznan že iz predhodnega študija. Za problemsko zasnovano učenje uporabimo učni model s fazami določitve problema, razjasnitve problema, identifikacije potrebnega znanja, učenja, aplikacije znanja za rešitev problema in evalvacije (Prince in Felder, 2006). Učitelj ima mentorsko vlogo, spodbuja in izziva njihove misli in razmišljanja, jih vodi pri reševanju problemov ter uči uporabe samostojno pridobljenega znanja in informacij. Pouk, pri katerem so študenti aktivni, pozove študente k sodelovanju in refleksiji ter spodbuja njihovo motivacijo za pridobivanje znanja in izboljšanje veščin. Raziskave kažejo, da aktivno učenje povečuje učne rezultate študentov ter izboljša njihovo motivacijo in celo odnos do predmeta, pouka in učenja. Poleg tega aktivno učenje spodbuja razmišljanje in znanje na višjih taksonomskih stopnjah, reševanje problemov, kritično mišljenje, hkrati pa zagotavlja povratno informacijo tako učencu kot učitelju (Moore, 2013; McLaughlin idr., 2014).

Za izvajanje OU se dodatno držimo vključevanja štirih stebrov (a–d), ki jih priporoča Flipped Learning Network: (a) Prilagodljivo okolje, ki zajema aktivne oblike učenja, ki bo v našem primeru problemsko zasnovano učenje. (b) Kultura učenja, ki je pri OU je pouk osredotočena k študentu, čas je namenjen poglobljanju snovi v čim večjo globino, značilno je ustvarjanje bogatih možnosti za učenje. Kot rezultat so študenti aktivno vključeni v gradnjo znanja, saj sodelujejo pri učenju in vrednotijo svoje učenje na način, ki je njim smiseln. (c) Namerna vsebina se nanaša na način uporabe modela OU, da študentom pomaga razvijati

konceptualno razumevanje in tudi obvladovanje proceduralne dimenzije znanja. Učitelj je tisti, ki določi, kaj se morajo študenti naučiti in kaj morajo raziskati individualno. Uporabimo ciljno vsebino za namen maksimalnega izkoriščanja časa v učilnici, z izbrano metodo učenja (problemsko zasnovano učenje) in prilagojeno na raven strokovnega znanja in vsebine. (d) Strokovni učitelj se pojmuje kot učitelj, ki nudi takojšnjo povratno informacijo študentu, njegovo delo se ocenjuje. Zavedamo se vloge strokovnega učitelja kot bistvenega sestavnega dela, ki omogoča obrnjeno učenje (Bergmann in Sams, 2012).

Uspešnost e-gradiv preverjamo s pred-/post-testi, ki so hkrati tudi del e-gradiva, saj z njimi lahko ugotavljamo stopnjo pridobljenega znanja iz posredovanih strokovnih vsebin. Na podlagi rezultatov pred-/post-testov lahko določimo teme, potrebne dodatne obravnave na začetku kliničnih vaj oziroma predavanj (slabše rešene naloge). S pred-/post-testi ugotavljamo prirast znanja ter s tem učinkovitost in smiselnost aplikacije OU pri izvajanju predmeta odprti učni sistemi v tehniki. Pri izdelavi e-gradiva izhajamo tudi iz pridobljenih izkušenj z že izvedenim kombiniranim učenjem v praksi (Kvenderc in Jamšek, 2015; Dvorščak in Jamšek, 2017; Lokar in Jamšek, 2017).

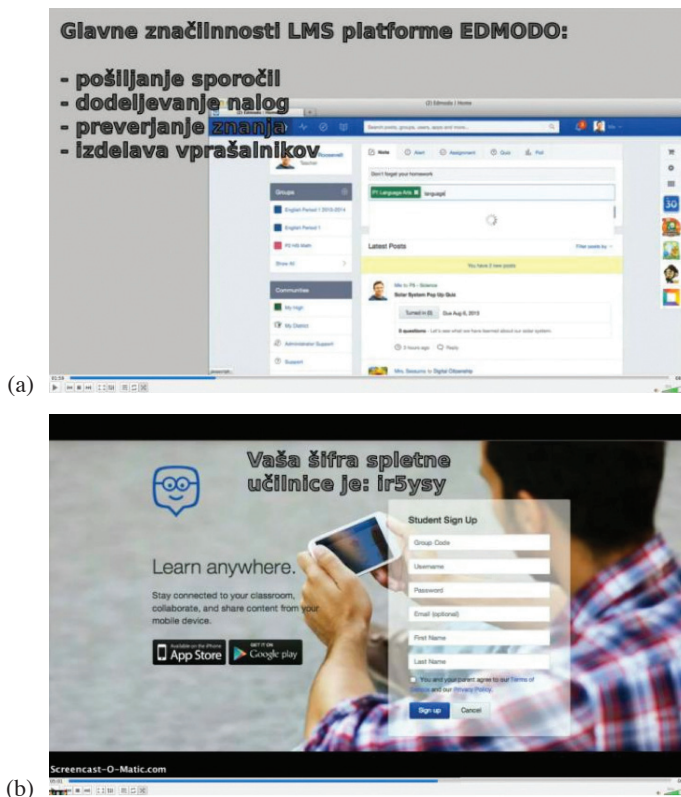
### ***Uporaba spletnih učnih okolij***

Prva učna aktivnost je namenjena spoznavanju spletnih učnih okolij, ki omogočajo nadzor učnega procesa in učnih vsebin. Da bi lahko na samih kliničnih vajah začeli z aktivnim učenjem, skušamo zagotoviti ustrezno predznanje študentov s tega področja. Videogradivo obsega predstavitev osnovnega namena in funkcionalnosti učnih portalov. Na sliki 1(a) je prikazan primer splošnih vsebin, poleg teh pa gradivo vsebuje tudi nekaj ključnih informacij (npr. šifra učilnice), ki jih morajo študenti uporabiti za uspešno dopolnjevanje svojega predznanja, kot je prikazano na sliki 1(b). Če videogradivo nekoliko bolj razčlenimo po njegovi vsebini, ga lahko razdelimo na dva dela:

- (1) splošen pregled tovrstnih platform, ki so med bolj priljubljenimi in jih lahko koristimo brezplačno, ter
- (2) podrobnejša predstavitev platforme Edmodo z osnovnimi funkcionalnostmi.

V drugem delu gradiva so izpostavljene vsebine, kot so sledenje učni aktivnosti vsakega učenca, zbirno mesto z učnimi gradivi, dodajanje učnih nalog, razporejanje učencev v delovne skupine, možnosti komunikacije med učenci in učiteljem, dodeljevanje nalog, sestavljanje testov znanja in njihovo vrednotenje, vključevanje dokumentov s spletnih odlagališč (npr. Google Drive) itd.





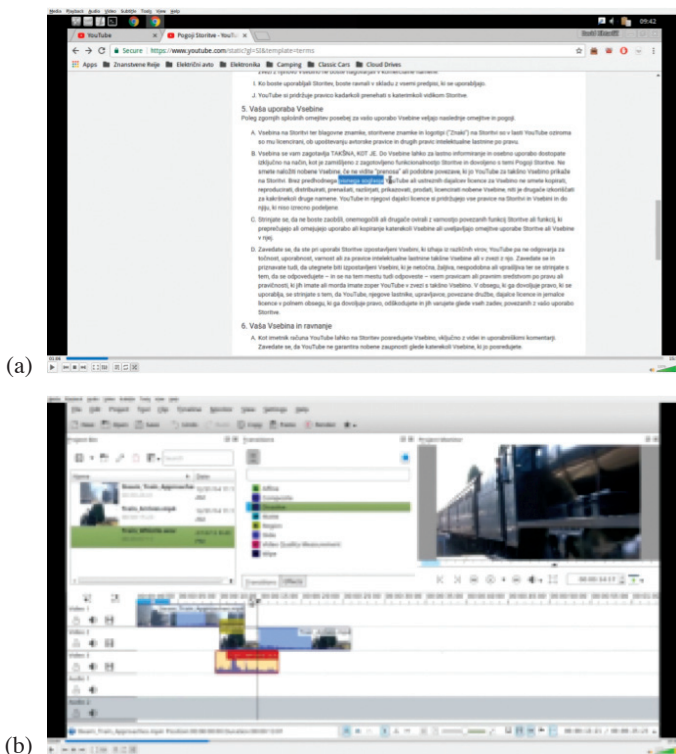
Slika 1: (a) Predstavitev nekaterih osnovnih funkcionalnosti učne platforme Edmodo (Ingwersen, 2017) in (b) primer vključene specifične informacije za nadaljevanje učnega procesa (desno) (Huff, 2013)

Večina teh aktivnosti je prikazanih z vidika učitelja kot načrtovalca učnega procesa in prav tako z vidika učenca, ki mora te aktivnosti izpolniti za uspešno izpolnjene pogoje napredovanja. Poleg teh dveh vidikov videogradivo izpostavi tudi starševski nadzor, ki omogoča vpogled v delo učenca ter komunikacijo med učiteljem in učencem. Nato je predstavljen proces ustvarjanja računa, ki študenta vodi v več korakih, vključujoč tudi navodila, kako se lahko z znano šifro pridružimo spletni učilnici. V tem delu je bila v obliki (pod)napisa izpostavljena tudi šifra, ki jo morajo študenti opaziti (slika 1(b)) in uporabiti za vključitev v spletno učilnico, v kateri simuliramo razredno situacijo. Videogradivo se nadaljuje s podrobnejšimi prikazi učenčevih aktivnosti, kot so objavljanje vsebine v spletni učilnici, izpolnjevanje dodeljenih nalog (časovno neomejene) in izpolnjevanje testov znanja (časovno omejen). V tem delu se videogradivo zaključuje z učno vsebino in študenti so pozvani, naj platformo še praktično preizkusijo z vidika učenca. Na tem mestu se zaključuje faza dopolnjevanja študentovega

predznanja in seznanjanja z osnovnimi pojmi ter se nadaljuje na samih kliničnih vajah. Na kliničnih vajah študenti praktično preskusijo učno platformo še v vlogi učitelja. Ob minimalni pomoči asistenta ustvarjajo potrebne učne enote, razporejajo učence v posamezne skupine in ustvarjajo preproste teste znanja ter tako svoje znanje podkrepijo s praktičnimi izkušnjami.

### *Izdelava videovsebin*

Drugi sklop kliničnih vaj se posveča izdelavi video učnih vsebin. V posredovanem učnem gradivu so najprej izpostavljeni pogoji uporabe vsebin s portala YouTube (slika 2(a)) in nato navajanje avtorjev morebitnih že pripravljenih videovsebin za izobraževalni namen.



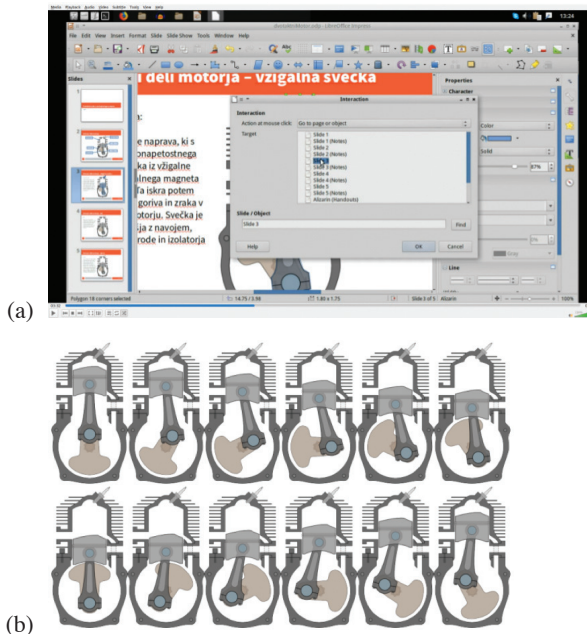
Slika 2: (a) Predstavitev pogojev uporabe večpredstavnih vsebin portala YouTube (Pogoji Storitve – YouTube, 2018) in (b) pregled osnovnih funkcionalnosti programa za izdelavo/obdelavo videogradiva (Victoriano, 2017)

Videogradivo sledi s predstavitvijo možnosti prenosa takih vsebin s portala, s katerimi lahko vplivamo na kakovost teh vsebin. To je zelo pomembno zlasti, če

bodo te vsebine pozneje uporabljene v izdelavi nove videovsebine. Gradivo se nadaljuje s predstavitvijo nekaj priporočljivih orodij za obdelavo videogradiv, kot so HitFilm, DaVinci Resolve, VSDC, Shotcut, Lightworks, ter predstavitvijo njihovih prednosti in slabosti. Podana je še kratka predstavitev uporabe tovrstnega programa z osnovnimi funkcijami, kot so dodajanje zvoka, uporaba t. i. učinkov, rezanje vstavljenih videogradiv in podobno, kot prikazuje slika 2(b). Nazadnje videogradivo seznanja gledalca še z različnimi multimedijskimi formati in datotekami s končnicami imen, kot so .avi, .mov, .mp3, .mp4 itd.

### *Izdelava interaktivnega predstavitvenega gradiva*

Pripravljen videogradivo o izdelavi interaktivne predstavitve vsebuje dva primera izdelave interaktivne predstavitve. Prvi primer opisuje postopek izdelave predstavitve z animacijo, drugi pa prikazuje različno zaporedje glede na odziv uporabnika. E-gradivo tako ponudi širši vpogled v pripravo takega gradiva, ki omogoča primerno načrtovanje izdelave. Vsebinski okvir je postavljen v tehniško področje z razlago delovanja dvotaktnega bencinskega motorja in s tem simulira realno učiteljsko situacijo učitelja tehnike. Primer izdelave interaktivne predstavitve prikazuje slika 3(a). Nato videogradivo podaja možnosti in lastnosti shranjevanja predstavitvenega gradiva v različnih formatih, kot so .pptx, .pdf, .potx, .ppsx ali .mp4, ter se zaključuje z načinom objave interaktivne predstavitve na spletu.



Slika 3: (a) Izdelava interaktivne predstavitve in (b) predpripravljene sličice posameznih faz delovanja dvotaktnega bencinskega motorja, narisane v programu Inkscape

Za potrebe aktivnega učenja in izdelavo interaktivne predstavitve posredujemo študentom tudi slike, ki prikazujejo različne faze dvotaktnega motorja, ki jih prikazuje slika 3(b).

### *Izdelava gradiva za digitalno pripovedovanje zgodb*

Pripravljeno gradivo povzema ključne elemente digitalnega pripovedovanja zgodb, ki jih je na posvetu strnila dr. Nančovska Šerbec (2017). Primer posnetka je prikazan na sliki 4(a).



*Slika 4: (a) Strnjene vsebine o pripovedovanju digitalnih zgodb (Nančovska Šerbec, 2017) in (b) primer izdelovanja računalniške igre (Basic 2D Platformer Part 1 [stencyl], 2018)*

Videogradivo se osredotoča na didaktične igre, ki so lahko nosilec pomembnega sporočila oziroma zgodbe. Med mnogimi orodji za izdelavo iger jih je predstavljenih nekaj. Nekaj tovrstnih orodij je tudi takih, da jih lahko uporabljajo učenci v prvi triadi osnovne šole. Podrobneje je predstavljeno programsko orodje Stencyl (slika 4(b)), s katerim lahko dokaj preprosto ustvarimo preprosto računalniško igro. Hkrati je to orodje tudi kompleksno in nudi



Najprej so predstavljeni primeri uporabe različnih označb, kot so <h1>, <p>, <head>, <title>, <body> itd., ki jih dopolnimo z nekaterimi lastnostmi, kot sta id in class. Nato sledijo splošna navodila, kako naj se uporabnik ravna pri izbiri HTML elementov, kot so <header>, <nav>, <section>, <aside>, <footer> itd., s katerimi bo označil vključene vsebine. Splošnim navodilom sledi predstavitev praktične uporabe različnih elementov (slika 5(b)). Na koncu e-gradiva je predstavljena tudi izdelava datoteke, v kateri zapišemo sloge, ki določajo prikazovanje HTML vsebin.

## Rezultati z razpravo

V okviru predmeta Odprti učni sistemi je bilo evidentiranih deset študentov, od katerih se jih je predavanj in vaj udeleževalo devet, od tega dva moškega spola. Predmet se je izvajal v zimskem semestru 2017/2018. Začel se je s predavanji v dveh terminih, katerim so sledile vaje v petih terminih z metodo OU. Rezultati preverjanja znanja s pred-/post-testi pred in po ogledu izdelanih videogradiv so prikazani za predavanja v tabeli 1.

*Tabela 1: Povprečno število doseženih točk na predavanjih (P) za posamezni pred- (T1) in post-test (T2)*

Vprašanje	T <sub>1</sub> : /%	T <sub>2</sub> : /%	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub> /%
N	9	9	
P1.1 Opredeli pojem odprt učni sistem.	0	100	100
P1.2 Opredeli pojem učenje na daljavo.	22	100	78
P1.3 Opredeli pojem e-učenje.	22	100	78
P1.4 Določi zvrst (sinhrono/asinhrono) dopisnega izobraževanja v začetku 20 stol. z vidika načina komunikacije učitelj-učenec in jo utemelji.	0	33	33
P1.5 Napovej najbolj potencialno obliko e-učenja v prihodnosti in jo utemelji.	0	90	90
P1.6 Pripiši lastnost enemu ali večim pojmom (1- odprt učni sistem; 2 - učenje na daljavo; 3 - e-učenje).	11	90	79
P1.7 Navedite kakšno izmed vam poznanih oblik e-učenja/izobraževanja (podajte akronim in njegov pomen).	11	44	33
P1.8 Pri pouku TIT v 7. razredu ste uporabili e-gradivo za pojasnjevanje delovanja električnih stikal, ki so si ga učenci ogledali pred izvedbo učne ure. V katero zvrst e-izobraževanja spada izvedeni način?	0	55	55

*Tabela 1: Povprečno število doseženih točk na predavanjih (P) za posamezni pred- (T1) in post-test (T2) (nadaljevanje)*

Vprašanje	T <sub>1</sub> : /%	T <sub>2</sub> : /%	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub> /%
N	9	5	
P2.1 Kaj je obrnjeno učenje?	33	100	67
P2.2 Navedite kakšno izmed vam poznanih oblik kombiniranega učenja:	44	80	36
P2.3 V katere dele učne ure bi bilo najlažje umestiti koncept kombiniranega učenja?	11	30	19
P2.4 Pri pouku TIT v 7. razredu ste uporabili e-gradivo za pojasnjevanje delovanja električnih stikal, ki so si ga učenci ogledali pred izvedbo učne ure. V katero zvrst e-izobraževanja spada izvedeni način?	22	100	78
P2.5 Po revidirani Bloomovi taksonomski lestvici opredelite katere stopnje nove učne snovi bi jih lahko učenci dosegli s samostojnim delom že doma pred samo uro.	77	100	23
P2.6 Kaj od vaše izbrane učne priprave bi najlažje realizirali s kombiniranim učenjem?	33	100	67
P2.7 Podaj hipotetični načrt za realizacijo izbranega dela učne priprave s kombiniranim učenjem.	22	90	68

*Legenda: N – število študentov.*

V primeru izvajanja obrnjenega učenja smo v sklopu predavanj zaznali zelo visok prirast znanja študentov: 68 % na prvem sklopu predavanj in 51 % na drugem sklopu predavanj ob hkratnem slabem predznanju iz obravnavane tematike.

V vseh primerih pred-testov iz KV je prav tako razvidna nizka stopnja znanja, medtem ko je s post-testom ugotovljena visoka stopnja napredka v znanju študentov. V okviru KV1 je se je izkazala metoda OU za zelo učinkovito, porast znanja je za 55 %. Med izvajanjem predmeta Odprti učni sistemi v tehniki je mogoče opaziti, da trend učinkovitosti ogledovanja videogradiv in s tem pridobivanja želenega znanja iz izvedbe v izvedbo upada. S 55 % (KV1) na 26 % (KV2), 28 % (KV3), -3 % (KV4) in 9 % (KV5). Upad prirasta znanja pojasnimo na primeru vprašanja KV2.13. Kar trije (33 %) študenti so odgovorili enako kot na pred-testu. Take odgovore smo točkovali z 0 točkami. To posledično vpliva na neizkazovanje prirasta znanja. Enak pojav smo zaznali tudi pri vprašanjih KV4.1 (kjer je rezultat z 1.3 nazadoval na 0,5), KV4.2 in KV4.3. Upadajoči interes študentov za izpolnjevanje pred- in post-testov je bilo mogoče zaznati tudi že na predavanjih.

Za klinične vaje (KV) podajamo rezultate vsebinsko ločeno po posameznih podpoglavjih.

### ***Podrobnejša analiza učne aktivnosti o spletnih učnih okoljih***

Iz analize rezultatov pred-testa znanja lahko za prvo izvajanje kliničnih vaj na temo uporabe spletnih učnih okolij ugotovimo, da so študenti posredovano videogradivo vestno pregledali in na vprašanja tudi vsi odgovorili. Za ogled in odgovarjanje so študentje v obliki samostojnega dela porabili v povprečju 33 minut. Podrobnejša časovna razčlenitev tega individualnega dela je prikazana v tabeli 2.

*Tabela 2: Časovni okvir, ki so ga študenti namenili posameznim aktivnostim v svojem prostem času (N = 9)*

Naziv	< 3 min	3–5 min	5–10 min	10–15 min	> 15 min
Ogled gradiva	0	1	4	3	1
Preskus vprašalnika	4	3	2	0	0
Preskus testa znanja	1	6	2	0	0
Objava vsebine	0	1	4	2	2
Pregled ostalih funkcionalnosti platforme	1	6	2	0	0

*Tabela 3: Povprečno število doseženih točk na prvih kliničnih vajah za posamezni pred- ( $T_1$ ) in post-test ( $T_2$ )*

Šifra	Testno vprašanje	$T_1$ /%	$SD_1$ /%	$T_2$ /%	$SD_2$ /%	$T_2-T_1$ /%	Cohen D
KV1.1	Napišite, čemu služi »šifra razreda« ali angleško »code class«.	28	36	100	0.0	72	<b>2,8</b>
KV1.2	Katere vsebine lahko učenec oddaja v zahtevano nalogo?	22	44	72	26	50	<b>1,4</b>
KV1.3	Med katerimi tipi vprašanj lahko izbiramo pri izdelavi testa znanja?	28	44	83	25	56	<b>1,5</b>
KV1.4	Ali lahko učitelj popravi že poslan vprašalnik?	5.6	17	39	33	33	<b>1,3</b>
KV1.5	Kako lahko nadzorujete podajanje učnih vsebin in aktivnosti?	22	44	67	25	44	<b>1,2</b>



Tabela 3: Povprečno število doseženih točk na prvih kliničnih vajah za posamezni pred- ( $T_1$ ) in post-test ( $T_2$ ) (nadaljevanje)

Šifra	Testno vprašanje	$T_1$ /%	$SD_1$ /%	$T_2$ /%	$SD_2$ /%	$T_2-T_1$ /%	Cohen D
KV1.6	Kateri statistični rezultati so učencu na voljo?	28	44	83	25	56	<b>1,5</b>
KV1.7	Katero statistične rezultate učenca lahko učitelj spremlja?	33	50	72	36	39	<b>0,9</b>
KV1.8	Ali so lahko učenci v razredu razdeljeni v podskupine?	11	33	50	50	39	<b>0,9</b>
KV1.9	Naštete, kateri podatki so učencu na voljo o njegovih aktivnostih.	5.6	17	89	22	83	<b>4,3</b>
<b>Povprečje vseh vprašanj</b>		<b>20</b>	<b>38</b>	<b>73</b>	<b>34</b>	<b>52</b>	<b>1,5</b>

Legenda:  $T$  – aritmetična sredina doseženih točk vseh študentov,  $SD$  – standardni odklon,  $N$  – število študentov = 9.

Razmeroma velik delež individualnega dela se je odrazil v testu predznanja s povprečno vrednostjo doseženih točk  $T_1 = 20$  % ( $SD_1 = 38$  %). Pomembnejši učinek je bil zaznan na področju aktivnosti študentov med samim učnim procesom KV, saj so študenti ob minimalni pomoči asistenta napredovali z zadanimi nalogami. Tako so lahko spoznali precejšnji del uporabe spletne učilnice, kar lahko tudi potrdimo z rezultati iz post-testa. Končna povprečna ocena znanja s tega področja je bila  $T_2 = 73$  % ( $SD_2 = 34$  %), kar po Cohenovi lestvici pomeni zelo velik učinek  $D_{Cohen} = 1,5$ . Podrobnejši rezultati s Cohenovo mero učinka so predstavljeni v tabeli 3.

### **Podrobnejša analiza rezultatov iz izdelave videogradiva**

Čeprav se danes večpredstavna gradiva uporabljajo zelo pogosto, zlasti v objavah različnih družbenih omrežij in portalih, lahko navedemo, da je bilo poznavanje te tematike med študenti zelo slabo. Analiza rezultatov iz pred-testa znanja o možnostih urejanja videogradiva na portalu YouTube kaže slabo poznavanje tega področja. Študenti najpogosteje niso vedeli, ali portal omogoča izpostavljenost funkcionalnosti. Pravilno so odgovorili le v  $T_1 = 46$  %. Točnejša razporeditev odgovorov je prikazana v tabeli 4 in je urejena po funkcionalnosti urejevalnika z največjim doprinosom znanja.

Kljub nizkim stopnjam kognitivnih taksonomskih procesnih stopenj vprašanj je napredek v rezultatu zelo majhen  $dT = 20$  %. Rezultat sovпада z rezultati

raziskav o neaktivnem sodelovanju učencev v učnem procesu. Podobne zaključke lahko ugotovimo s področja o smiselni uporabi različnih kodirnih zapisov videodatotek. Podrobnejši rezultati so predstavljeni v tabeli 5.

Tabela 4: Rezultati pred- ( $T_1$ ) in post-testov ( $T_2$ ) o poznavanju funkcionalnosti spletnega urejevalnika videogradiv YouTube pred izvedbo

Šifra	Funkcionalnost urejevalnika	$T_1$ /%	$T_2$ /%	$T_2-T_1$ /%
KV2.3	Pohitreno oziroma upočasnjeno predvajanje	33	75	<b>42</b>
KV2.6	Dodajanje slik v videoposnetek	33	75	<b>42</b>
KV2.2	Barvne nastavitve videoposnetka	33	63	29
KV2.5	Dodajanje besedila	78	100	<b>22</b>
KV2.8	Omogočanje interaktivnosti z uporabnikom	44	63	<b>18</b>
KV2.4	Dodajanje zvočne podlage	33	38	<b>4</b>
KV2.7	Krajsanje/izrezovanje videoposnetka	67	50	-17
<b>Povprečje</b>		<b>46</b>	<b>66</b>	<b>20</b>

Legenda:  $T$  – aritmetična sredina doseženih točk vseh študentov,  $SD$  – standardni odklon,  $N$  – število študentov = 9.

Tabela 5: Rezultati pred- ( $T_1$ ) in post-testov ( $T_2$ ) o poznavanju razlik med različnimi zapisi videovsebin

Šifra	Načini kodiranja oziroma zapisovanja datotek z videovsebin	$T_1$ /%	$SD_1$ /%	$T_2$ /%	$SD_2$ /%	$T_2-T_1$ /%	Cohen D
KV2.15	.mp4	28	36	44	42	16	<b>0,41</b>
KV2.16	.mpeg2	39	33	56	42	17	<b>0,46</b>
KV2.17	.avi	28	44	38	35	10	0,24
KV2.18	.mov	28	36	50	38	22	<b>0,60</b>
KV2.19	polovično-/polnovrstični zapis	0	0	13	23	13	<b>0,78</b>
<b>Povprečni rezultat</b>		<b>24</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>0,49</b>

Legenda:  $T$  – aritmetična sredina doseženih točk vseh študentov,  $SD$  – standardni odklon,  $N$  – število študentov = 3.

Pričakovali smo, da bodo študenti boljše odgovorili na vprašanje, v katerem so morali opisati postopek izdelave videoposnetka. Na vajah so študenti že uporabili orodje za

obdelavo videoposnetkov, katerih vsebina je vključevala delovanje dizelskega motorja. Povprečni rezultat iz pred-testa  $T_1 = 36\%$  ( $SD = 36\%$ ) se na post-testu skoraj ni spremenil in je  $T_2 = 38\%$  ( $SD = 36\%$ ). Vzrok za tak rezultat je 38 % odgovorov enakih na pred- in post-testu (izbran je nevtralen odgovor). Glede na način reševanja T sklepamo na nemotivacijo za izpolnjevanja T s številnimi vprašanji (27).

### ***Podrobnejša analiza rezultatov o izdelavi interaktivne predstavitve***

Tudi pri KV3 zaznamo trend upadanja motivacije za izpolnjevanje T. Posredovano videogradivo si je ogledalo le malo več kot polovica študentov (56 %) in en študent le delno. Na enako nemotiviranost kaže tudi odziv študentov na post-testu, na katerega je odgovorilo le 67 % študentov. O boljših rezultatih učnega procesa lahko poročamo le v tistem segmentu, ki so ga študenti aktivno preskušali na KV, na primer izdelava objektov, odzivnih na klik ( $dT = 40\%$  s Cohenovim faktorjem učinka  $DCohen = 0,91$ ), preskus različnih formatov predstavitvenega gradiva ( $dT = 39\%$ ,  $DCohen = 0,93$ ). Ostale funkcije, ki so bile v učnem gradivu le predstavljene, niso imele znatnih učnih učinkov na pomnenje in razumevanje. Podrobnejša predstavitev rezultatov znanja je predstavljena v tabeli 6.

Če bi preverjali znanje študentov iz vsebin, predstavljenih v obeh učnih metodah, lahko ugotovimo, da bi bili učni učinki zmerni ( $D_{Cohen} = 0,64$ ) in da izstopajo z veliki učnimi učinki le tisti, ki so jih študenti utrjevali na kliničnih vajah.

*Tabela 6: Rezultati pred- (T1) in post-testov (T2) o poznavanju različnih funkcionalnosti programskega okolja za izdelavo predstavitev*

Šifra	Uporaba različnih funkcionalnosti programskega orodja za izdelavo predstavitev	$T_1$ /%	$SD_1$ /%	$T_2$ /%	$SD_2$ /%	$T_2 - T_1$ /%	Cohen D
KV3.4	Pomen izvoza v različnih formatih	18	17	57	15	39	<b>0,93</b>
KV3.5	Vključevanje datuma, strani ...	63	44	92	42	29	<b>0,37</b>
KV3.6	Izdelava animirane predstavitve	44	42	50	41	6.3	<b>0,13</b>
KV3.7	Samodejno vstavljanje pregleda	19	26	25	27	6.3	<b>0,28</b>
KV3.8	Povezava na določenem delu slike	19	37	58	42	40	<b>0,91</b>
KV3.9	Dodajanje animacije zmesi goriva	6.3	18	17	20	10	<b>0,83</b>
KV3.10	Krmarjenje po predstavitvi na izbiro uporabnika	44	50	58	49	15	<b>0,28</b>
KV3.11	Prikaz predstavitve v spletnem mestu	0.0	0.0	8.3	0.0	8.3	<b>1,41</b>
	<b>Povprečje</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>0,64</b>

*Legenda: T – aritmetična sredina doseženih točk vseh študentov, SD – standardni odklon, N – število študentov = 5.*

### ***Podrobnejša analiza rezultatov o digitalnem pripovedovanju zgodb***

Število ogledov posredovanega videogradiva upada. Gradivo si je ogledalo le 44 % študentov ( $n = 4$ ) in na vprašanja iz post-testa je odgovorilo le 67 % študentov ( $n = 6$ ). Poleg nemotiviranosti za reševanje T zaznamo še malomarno izpolnjevanje posttestnih vprašanj, saj večkrat odgovorijo, da so že odgovorili na pred-testu. Tovrstne odgovore smo točkovali z 0 točkami in posledično izračunali negativen prirast znanja. Podrobnejši rezultati iz pred- in post-testov prikazuje tabela 7.

*Tabela 7: Rezultati pred- ( $T_1$ ) in post-testov ( $T_2$ ) o poznavanju tehnike pripovedovanja zgodb in uporabi v didaktične namene*

Šifra	Vprašanja iz testa znanja	$T_1$ /%	$SD_1$ /%	$T_2$ /%	$SD_2$ /%	$T_2-T_1$ /%	Cohen D
KV4.1	Na kratko opišite, kaj je pripovedovanje zgodb (PZ)	63	35	25	27	-38	<b>-0,79</b>
KV4.2	Didaktična pomembnost PZ	50	38	33	41	-17	<b>-0,39</b>
KV4.3	Izpostavite ključne pomembne elemente PZ	63	35	33	26	-29	-0,58
KV4.4	Naštejte dig. orodja za dig. PZ	50	46	50	45	0.0	<b>0,00</b>
KV4.5	Opis izdelave igre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0,00</b>
<b>Povprečni rezultat</b>		<b>45</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>-17</b>	<b>-0,35</b>

*Legenda: T – aritmetična sredina doseženih točk vseh študentov, SD – standardni odklon, N – število študentov = 6.*

Rezultati testa ne odražajo dejanske situacije učne aktivnosti na KV. Učni proces je potekal z manj nujnimi interakcijami in težavami kot predhodno leto. Študentom ni bilo treba dodatno pojasnjevati določenih procesov in so lahko sledili vodeni izdelavi igre. Lahko bi ocenili, da je bila razredna klima zelo dobra in da so bili študenti motivirani za izdelavo igre. Pomembno jim je bilo, kako bo njihov junak upodobljen in kako se bo premikal v navideznem svetu.

### ***Podrobnejša analiza rezultatov o izdelavi HTML5 vsebin***

Na zadnjih KV so rezultati najslabši. Posredovano videogradivo sta si ogledala le dva študenta, od devetih, ki so redno obiskovali vaje. Na pred- in post-test je odgovorilo le pet študentov, povprečni doprinos znanja pa je bil le 8 %. Nihče od študentov ni odgovoril na vprašanja:

- (1) Ali morda poznate razlike HTML5 v primerjavi s predhodnimi oblikami tovrstnega zapisa besedila? Napišite čim več razlik.
- (2) Ali ste že kdaj urejali HTML kodo neke vsebine?
- (3) Napišite, katere programe uporabljate za urejanje kode HTML5.
- (4) V kodi HTML nastopajo različni »atributi« in »elementi«. Ali poznate razliko med njimi? Napišite po enega predstavnika zanje.

Vprašanja so ostala neizpolnjena tudi na post-testu, čeprav smo na KV ustvarili primer učne priprave za učitelja z vključenim videogradivom, z možnostjo zakrivanja/odkrivanja pomembne vsebine in možnostjo vpisovanja sprotnih opomb.

### **Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Izvedba pilotnega projekta v okviru predmeta Odprti učni sistemi v tehniki je bila zelo pozitivno sprejeta med študenti tako s samega koncepta učne metode kakor tudi izvedbe. Na začetku izvedbe smo dosegali visoko motivacijo s strani študentov. Dobljeni rezultati z interno analizo v povprečju izkazujejo pozitivni prirast znanja za izvedbo v okviru KV in tudi predavanj. Z izvajanjem KV smo opazili, da so študentje videogradivo na začetku pogledali in izpolnili T hitreje in z večjim zanimanjem. Med izvajanjem zaznamo upad motivacije in znižanje stopnje aktivnosti. Ogled videograda je izrazito upadel: 100 %, 89 %, 67 %, 67 %, 56 %. Posledično je upadel tudi zaznan prilast znanja, dosežen na testih. Predstavitev vsebin brez utrjevanja teh vsebin ni zadosten pogoj za učinkovito pomnjenje in razumevanje. V sklopu predavanj zaznamo le manjše znižanje povprečnega prirasta znanja, kar je verjetno posledica še visoke stopnje motiviranosti študentov za ogled videograda.

Kljub upadanju zaznanega prirasta znanja so imeli študenti na vseh KV bistveno manj težav z uporabo v videogradivu obravnavanih programskih orodij kakor študenti preteklih let, ki niso bili deležni metode OU. Najočitnejše je bilo to mogoče zaznati pri uporabi programskega orodja Stencil za izdelavo računalniške igre. Učni proces je potekal z manj interakcijami, v katerih je bilo treba individualno pomagati študentu.

Na podlagi preteklih let lahko zaključimo, da so študenti za kombinirano učenje zelo zainteresirani. Pri njihovem prenosu kombiniranega učenja iz univerzitetne učilnice v osnovnošolski razred med učence zaznajo visoko motivacijo učencev za tovrstno učenje in tudi visoko stopnjo pridobljenega znanja (Kvenderc in Jamšek, 2015; Dvorščak in Jamšek, 2017; Lokar in Jamšek,

2017). Pri študentih je mogoče sklepati na poznejši upad interesa izvajanja aktivne oblike učenja v okviru predmeta Odprti učni sistemi v tehniki z večanjem študijskih obremenitev med iztekanjem semestra. Zaključimo lahko, da je uvajanje kombiniranega učenja smiselno tudi v našem visokošolskem prostoru, pri tem pa je treba upoštevati stopnjo študijske obremenitve študentov, saj je večinski del študijskih obveznosti že prenesen zunaj učilnic (priprave na KV, izdelovanje poročil, seminarskih nalog, izvajanje pedagoške prakse itd.).

## Literatura

- Allen, E., Seaman, J., in Garrett, R. (2007). *Blending in: The extent and promise of blended education in the United States*. Neddham, MA: The Sloan Consortium. Pridobljeno s <http://www.sloan-c.org/publications/freedownloads.asp>
- Basic 2D Platformer Part 1 [stencyl]* [Video]. (2018). Pridobljeno s [https://www.youtube.com/watch?v=EF\\_\\_tes8xCA](https://www.youtube.com/watch?v=EF__tes8xCA)
- Bergmann, J., in Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reaching every student in every class every day*. Washington: International Society for Technology in Education.
- Bonk, C. J., in Graham, C. R. (2005). *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Dvorščak, M., in Jamšek, J. (2017). Obrnjeno učenje z metodo učenja z odkrivanjem pri pouku tehnike in tehnologije, V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2017, 25. – 26. september 2017, Portorož, Slovenija* (str. 547–550). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Huff, E. (16. 8. 2013). *Edmodo basics for students* [Video]. Pridobljeno s <https://www.youtube.com/watch?v=q-xxqQAd-5o>
- Howard, C., Boettcher, J. V., Justice, L., Schenk, K. D., Rogers, P. L., in Berg, G. A. (2005). *Encyclopedia of distance learning*. PA: Idea Group Reference.
- HTML5 Tutorial for beginners - 6 of 6 - New semantic elements* [Video]. (2018). Pridobljeno s <https://www.youtube.com/watch?v=dDn9uw7N9Xg>
- Ingwersen, H. (2017). *19 free and open source LMSs for corporate training* [Web log post]. Pridobljeno s <https://wp-stage.capstage.net/top-8-freeopen-source-lmss/>
- Intro to HTML* [Video]. (2018). Pridobljeno s <https://www.youtube.com/watch?v=qVY2x6f3FTU>
- Jun, L., in Ling, Z. (2011). Improving flexibility of teaching and learning with blended learning: A case study analysis. V R. Kwan, J. Fong in J. Lam (ur.), *Hybrid Learning. ICHL 2011. LNCS, vol. 6837* (str. 251–261). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kahiigi, E. K. (2008). Exploring the e-learning state of art. *The Electronic Journal of*

*e-Learning*, 6(2), 77–88.

- Kvenderc, J., in Jamšek, J. (2015). Kombinirano učenje v tehniškem izobraževanju : uporaba kurikulumske kocke pri predmetu tehnika in tehnologija. V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2015, 21. – 23. september 2015, Portorož, Slovenija* (str. 159–162). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Lokar, N., in Jamšek, J. (2017). Sodobne metode poučevanja v tehniškem izobraževanju: kombinirano učenje pri predmetu tehnika in tehnologija, V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2017, 25. – 26. september 2017, Portorož, Slovenija* (str. 551–554). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- McDonald, J. K., in Smith, C. M. (2013). The flipped classroom for professional development: part I. Benefits and strategies. *J Contin Educ Nurs*, 44(10), 437–445.
- McLaughlin, J. E., Tork Roth, M. A., Glatt, D. M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C. A., Griffin, L., Esserman, D. A., in Mumper, R. J. (2014). The flipped classroom: A course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Academic Medicine*, 89(2), 236–243.
- Moore, M. G. (2013). *Handbook of distance education*. New York: Routledge.
- Nančovska Šerbec, I. (2017). *Primeri dobre prakse: Digitalno pripovedovanje zgodb in primeri storyboardov* [Interno gradivo]. Pridobljeno s <http://ikt-projekti.uni-lj.si/PrviPosvet.html>
- Osguthorpe, R. T., in Graham, C. R. (2003). Blended learning systems: Definitions and directions. *Quarterly Review of Distance Education*, 4(3), 227–234.
- Prince, M. J., in Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
- Sharma, P. (2010). *Blended learning*. London: Oxford University Press.
- Staker, H. (2011). *The rise of K–12 blended learning - profiles of emerging models*. Lexington: Innosight institute.
- Victoriano, J. (8. 2. 2017). *Kdenlive tutorial: Basic video editing* [Video]. Pridobljeno s <https://www.youtube.com/watch?v=LIIdOlnpRzQ>
- West, R. E., in Graham, C. R. (2005). Five powerful ways technology can enhance teaching and learning in higher education. *Educational Technology*, 45(3), 20–27.
- YouTube (22. 1. 2019). *Pogoji Storitve*. Pridobljeno s <https://www.youtube.com/static?gl=SI&template=terms>

# Razvoj učnega modela za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom pri predmetu Didaktika tehnike 4

*Janez Jamšek*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

Na Pedagoški fakulteti v Ljubljani tehniško izobražujemo tudi bodoče učitelje tehnike. V okviru posodobitve študijskih predmetov z uporabo IKT v pedagoških študijskih programih UL smo pri predmetu Didaktika tehnike 4 razvili učni model za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom. Namen učnega modela je njegov transfer v osnovnošolsko izobraževanje za doseganje inovativnih rešitev. Učni model vključuje določitev učnih metod, učnega gradiva in primernih učil. Predpostavka modela je zahtevana raven strokovnega znanja. Študenti se med predhodnim študijem že spoznajo s tehnologijo 3D-tiska in računalniškega modeliranja. Sposobni so načrtovati in izdelati vnaprej določen izdelek (s podanimi sestavnimi gradniki) z zadano funkcionalnostjo in uporabnostjo. V študijskem letu 2017/2018 so izdelali izdelek namizne svetilke. Izdelek je na strokovni stopnji študentov kot bodočih učiteljev tehnike. Izhodiščni izdelek ima le funkcionalne in uporabne kriterije. Te v učnem modelu nadgradimo s poenostavljanjem izdelka za določeno ciljno skupino, z doseganjem raznolikosti znotraj predloženega gradiva in izpostavitvijo ključnih elementov, pri čemer študente usmerimo v inovativne rešitve. V začetnih fazah učnega modela pri študentih opažamo zlasti zgrešen koncept določanja meril, vezanih na ciljno skupino. Zatekajo se k razmišljanju z vidika učencev in ne učiteljev tehnike, tako so prevladovali izdelki na podlagi uporabe le ene tehnologije izdelave in enega načina spajanja. Faza usmerjanja se je izkazala za nujno. V primeru prevelike podobnosti rešitev smo vpeljali varovalko potrjevanja za nadaljevanje dela. V nadaljnjih fazah so študenti uspešno odpravljali ugotovljene pomanjkljivosti pri izdelkih in v sklopu zadnjih faz predložili inovativne rešitve sprememb. V tem smislu je bil učni model zelo uspešen.

**Ključne besede:** tehniško izobraževanje, učni model, inovativno konstruiranje, 3D-tiskanje, IKT orodja



## Uvod

Hitri razvoj tehnologije predstavlja priložnosti in tudi izzive za izobraževanje ne glede na njeno stopnjo. Učitelji so imeli vedno vlogo spodbujanja uporabe nove tehnologije v svojih učilnicah za izboljšanje kakovosti poučevanja, motivacije učenja, spodbujanja ustvarjalnosti, dviga sodelovanja med učenci itd. Zelo hiter razvoj in napredek tehnologije v širši družbi hkrati postavlja pred učitelje številne izzive. Seznanjanje z novo (izobraževalno) tehnologijo je postalo za številne učitelje časovno preveč potratno in težavno, da bi ji lahko sledili. Učenci/dijaki/študenti na drugi strani v takem svetu odraščajo. So digitalno pismeni in tehnologijo uporabljajo v vsakdanjem življenju v najrazličnejših kontekstih (delo, igra, komunikacija itd.). Zato je pomembno, da se tehnologija na smiseln način uporablja tudi znotraj predavalnic in učilnic.

Ena izmed danes hitro razvijajočih se tehnologij je aditivna tehnologija. Aditivna tehnologija, ki ima svoje začetke že v poznih šestdesetih letih (H. Volcker), se je do konca osemdesetih let (C. Deckard) že tako izpopolnila, da je nastala nova vrsta industrije – oblikovanje nepravilnih oblik oziroma hitro prototipiranje. Do danes se je tehnologija 3D-tiska razvila, izpopolnila in zlasti znatno pocenila do take mere, da ni več omejena le na uporabo v industriji (Redwood, Garret, Schöffner in Fadell, 2017). Prodrla je v podjetja, v izobraževalne ustanove in vse do hišnih uporabnikov. Zaradi nizkih cen 3D-tiskalnikov (DIY že za okoli 100 USD), ki temeljijo na eni najbolj priljubljenih in razširjenih 3D-tehnologij tiskanja FFF (Fused Filament Fabrication), so dostopni že prav vsem. Prav tako se večja razpoložljivost odprtokodnih in prostodostopnih CAD aplikacij, namenjenih uporabnikom na različnih stopnjah spretnosti 3D-modeliranja (Novak in Wisdom, 2018).

Do sedaj se je v izobraževalne namene uporabljal 3D-tisk največ v visokem šolstvu, za raziskovanje in izobraževalne namene (Szulżyk-Cleplak in Sidor, 2014). Ker študentom dovoljuje povezovanje teorije s prakso (Sun in Li, 2018), lahko 3D-tisk uporabimo kot orodje za poučevanje inženirstva, tehnologije in aplikacije znanstvenih konceptov (Novak in Wisdom, 2018). Na področju osnovnošolskega izobraževanja se 3D-tisk uporablja zlasti pri poučevanju vsebin naravoslovja in tehnike (Lacey, 2010; Eisenberg, 2013; Pandora in Frederick, 2017). Koristi vključevanja 3D-tiska v izobraževanje so olajšanje učenja, razvijanje spretnosti, povečanje angažiranosti, spodbujanje ustvarjalnosti, izboljšanje odnosa do predmetov naravoslovja, matematike in tehnike ob hkratnem povečanju zanimanja in angažiranja učiteljev (Horejsi, 2014). 3D-tiskanje omogoča spreminjanje abstraktnih pojmov v relevantne

fizične predmete, kar lahko izkoristimo pri podajanju težjih snovi. 3D-tisk ni predmetno specifičen, zato omogoča medpredmetno povezovanje (Szulzyk-Cieplak in Sidor, 2014; Cook, Bush in Cox, 2015).

Na Pedagoški fakulteti v Ljubljani tehniško izobražujemo tudi bodoče učitelje tehnike, ki praviloma v obveznem osnovnošolskem (OŠ) izobraževanju pokrivajo tehniške vsebine v okviru predmetov tehnike in tehnologije ter izbirnih predmetov (obdelava gradiv, elektrotehnika, robotika v tehniki, elektronika z robotiko, risanje v geometriji in tehniki, projekti iz fizike in tehnike). Študenti tehnike pridobijo med študijem predvideni spekter vseh potrebnih tehniških znanj in veščin. Medtem ko izkazujejo primerno sposobnost uporabe pridobljenega znanja in veščin/spretnosti, lahko zaznamo pomanjkanje zlasti pri reševanju avtentičnih problemov, doseganju kritičnega mišljenja, izvajanju transferja znanja in doseganju tehniške inovativnosti. Zadnje je zlasti pomembno za bodoče učitelje tehnike, saj morajo biti sposobni motivirati sposobnejše učence pri pouku tehnike in tehnologije za višji nivo, kot je na primer udeležba na tehniških tekmovanjih in izbira izbirnih predmetov iz tehnike. Inovativnost na državni ravni je ključna za gospodarski napredek. Tehnološki razvoj in inovativnost je smiselno uvajati in spodbujati že na stopnji osnovnošolskega izobraževanja v sklopu obveznih predmetov tehniškega izobraževanja, zlasti naravoslovja in tehnike ter tehnike in tehnologije, prek reševanja problemov z izdelovanjem inovativnih izdelkov. Inovativnost se v osnovnošolskem izobraževanju pogosto zamenjuje za ustvarjalnost (Higgins, 2014). Pojma ustvarjalnost in tehniška inovativnost sta med seboj povezana, vendar pa imata različen pomen, saj ustvarjalne rešitve nimajo pogojev za doseganje funkcionalnosti ob hkratni optimizaciji in racionalizaciji, kar je ključno za doseganje tehniške inovativnosti. Med učitelji je pojem ustvarjalnosti dobro poznan. Obstajajo številne metode za njeno razvijanje, zato se jo pogosto izvaja tudi pri tehniškem izobraževanju. Za osnovnošolsko tehniško izobraževanje je didaktično priporočilo (učni načrti) vpeljevanje projektnega učnega dela zaradi najbolj neposredne navezave na končni izdelek (produkt učenja) (Vodopivec, Papotnik, Gostinčar Blagotinšek, Skribe Dimec in Balon, 2011; Fakin, Kocijančič, Hostnik in Florijančič, 2011). Časovno potratna izvedba in napačna interpretacija metode se izrazita v oddaljevanju od primarnega cilja te metode (pot do produkta). Bistvene faze (ki so hkrati tudi časovno najbolj potratne) se izpuščajo, kar izrodi problemski vidik, zato se metoda tipično prelevi v delovno nalogo, avtentične rešitve izhodiščnih problemov pa hitro konvergirajo proti tipskim in trivialnim rešitvam.

Naš primarni cilj je usposobiti učitelje razrednega pouka in učitelje tehnike za zmožnost spodbujanja tehniške inovativnosti pri učencih na celotni vertikali

osnovnošolskega tehniškega izobraževanja, to je učence od 1. do 9. razreda. Pojem inovativnost pojmuje kot bistveno izboljšanje, izpopolnitev ali uvedbo nečesa novega (Runco, 2014). Rezultat inovativnosti je uporaben izdelek ali proces, ki se komercializira in široko razširja (Bruton, 2011). Inovativnosti ni brez ustvarjalnega mišljenja. Ustvarjalnost izhaja iz človeških možganov in postane inovacija, ko se uporablja za reševanje specifičnih tehniških problemov (Sorli in Stokic, 2009). Inovativnost bi lahko označili tudi kot kombinacijo ustvarjalnosti, sposobnosti in znanja, ki temelji na potrebah ter namenu uporabnikov in potrošnikov. Ključna elementa inovacije pa sta uporaba in uporabnost. Za razvoj inovativnosti je pomembno, da imajo študenti v učnem procesu priložnost ustvarjalnega reševanja problemov in reševanja odprtih nalog z več možnimi rešitvami (Bencze, 2010; Cropley in Cropley, 2010; McLellan in Nicholl, 2011). Problemi, s katerimi se študenti srečujejo, morajo izhajati iz avtentičnega učnega okolja in realnega življenja. Rezultat procesa inovativnosti je nova, uporabna in praktično usmerjena rešitev. Proces inovativnosti vključuje več faz: načrtovanje, študij literature, optimiziranje alternativ, testiranje rešitev, kritično vrednotenje in implementacijo (Lindfors, 2010). E. Lindfors in A. Hilmola (2016) sta prišli do zaključka, da je za učenje inovativnega razmišljanja pomembno reševanje odprtih projektnih nalog, ki izhajajo iz realnega sveta, ter da imajo dovolj znanja in spretnosti, potrebnih za načrtovanje in reševanje nalog z visoko uporabnostjo. Študenti morajo imeti priložnosti za raziskovanje, eksperimentiranje, testiranje, vrednotenje produktov in materiala itd. Učiteljeva naloga je fokusiranje študentove pozornosti, pomoč pri izdelavi kognitivnih povezav in vodenje študentov med učnim procesom (Turja, Endepohls-Ulpe in Chatooney, 2009). Za razvoj inovativnega razmišljanja poudarjajo tudi uporabo kolaborativnega skupinskega dela ter problemsko in projektno učno delo (Liebenberg in Mathews, 2012).

Prvi modeli za razvijanje inovativnosti so se pojavili že leta 1950, najprej kot linearni modeli, ki so se skozi leta spreminjali in nadgrajevali. Od leta 1970 so v proces vključene povratne zanke ter povezava s potrebami trga in najsodobnejšo tehnologijo. Inovativnost je v tem primeru proces, ki na vsaki stopnji omogoča interakcijo med tehnološkimi zmogljivostmi in potrebami trga. Slabosti tega modela so predvsem, da se pretirano osredotoča na izdelek in proces, na ustvarjanje inovacij, namesto na izkoriščanje inovacij. Od leta 1980 se velik preskok pokaže z razvojem IKT, ki olajša medorganizacijsko sodelovanje v inovacijskih procesih. Več pozornosti je namenjene tržnim in organizacijskim spremembam, potrebnim za uspešno uvedbo inovacij na trgu (van der Duin, Ortt in Kok, 2007).

Za učitelje razrednega pouka že vrsto let razvijamo učni model za spodbujanje inovativnosti v okviru kliničnih vaj pri predmetu Tehnika z didaktiko (Šinigoj in Jamšek 2016, 2017, 2018). Učni model je zasnovan problemsko. Po začetnem induktivnem osvajanju problemskega področja študenti najprej izdelajo funkcionalni izdelek, ki rešuje zadani problem, in ga v preostanku kliničnih vaj nadgrajujejo na čim višjo stopnjo doseganja inovativnosti. Zaradi slabega teoretično-tehniškega znanja in kratkega razpoložljivega časa za izvajanje posamezne vaje je model ciljno usmerjen v doseganje čim višje stopnje uporabnosti kot preseganja zadane funkcionalnosti. Tehnološko bolj pismeni študenti izkazujejo zmožnost načrtovanja in izdelovanja inovativnih izdelkov (Šinigoj in Jamšek, 2018). Zaradi bistveno višjega teoretično-strokovnega znanja ter tudi veščin in spretnosti učiteljev tehnike do učiteljev razrednega pouka smo za izvajanje kliničnih vaj do zdaj izhajali zlasti iz induktivnih modelov zasnovanega učenja (Prince in Felder, 2006), prevladujoče projektno zasnovanega modela z relacijo na didaktična vodila v učnem načrtu tehnike in tehnologije (Fakin idr., 2011). Tako imenovana projektna naloga je sestavljena iz treh faz. Prva faza vključuje iskanje rešitve problema, oblikovanje idej in njihove predstavitve. Najdaljša je druga faza, ki obsega izdelavo tehnične in tehnološke dokumentacije, dopolnitev znanja, izdelavo predmeta in ugotavljanje njegove primernost oziroma delovanja. V zadnji, tretji fazi sta podfazi vrednotenja dela in rezultatov dela ter izračuna cene. Kot lahko ugotovimo iz artikulacije predlaganega modela, je bistvo v izdelku. Čeprav je predvidena faza ugotavljanja delovanja izdelka oziroma predmeta, pa čas za odpravo nefunkcionalnosti ni predviden, temveč je predviden samo za ugotavljanje stopnje primernosti. Model vodi učence v samostojno doseganje funkcionalnih izdelkov, medtem ko jih ne spodbuja v preseganje.

Pri poučevanju tehniških vsebin na visokošolski stopnji se še vedno najpogosteje uporablja vodeno laboratorijsko delo. Dokazano je, da imajo študenti premalo raziskovalno naravnanih in s učnih izkušenj, učne vsebine pa so premalo motivacijsko naravnane. Prizadevati si moramo za aktivno učno okolje, ki spodbuja motivacijo in sposobnost za vseživljenjsko učenje (Liebenberg in Mathews, 2012). Tekom študijskih let smo prešli z vodenega laboratorijskega dela na induktivne oblike učenja. Zaradi lažjega transferja didaktičnih modelov v prakso smo v zadnjih dveh letih uporabili učni model projektne naloge (Fakin, Kocijančič, Hostnik in Florijančič, 2011). Pri izvajanju kliničnih vaj kljub motiviranju študentov k inovativnim rešitvam s podajanjem problemskih izzivov, svobodne izbire, zagotavljanjem virov, omogočanja dela v skupinah, mentorsko spodbudo in organizacijsko podporo (Adams, 2005) nismo dosegali zelenih rezultatov. Izdelki so tipično dosegali funkcionalnost,

izhajali iz poznanih tržnih rešitev in izkazovali medsebojno podobnost (enakost) v izhajajočem načinu delovanja izdelka. Obstoječih predlogov modelov za razvijanje inovativnosti za bodoče učitelje tehnike nismo zaslediti. Večina obstoječih del obravnava predloge tečajev, katerih cilj je povečati znanje in spretnosti študentov pri poučevanju digitalnega oblikovanja in proizvodnje, prav tako z uporabo 3D-tiska (Verner in Merksamer, 2015).

V okviru pilotnega projekta IKT v pedagoških študijskih programih Univerze v Ljubljani smo pri predmetu Didaktika tehnike 4 (DT4) razvili učni model za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom. Namen učnega modela je njegov transfer v osnovnošolsko izobraževanje za doseganje inovativnih rešitev. Učni model zajema določitev učnih metod, učnega gradiva in primernih učil. Izhajali smo iz predpostavke, da imajo študenti zahtevano raven strokovnega znanja. Študenti se med predhodnim študijem že spoznajo s tehnologijo 3D-tiska in računalniškega modeliranja. Sposobni so načrtovati in izdelati vnaprej določen izdelek (s podanimi sestavnimi gradniki) z zadano funkcionalnostjo in uporabo.

## Metoda

Učni modela razvijamo za namen uporabe v okviru DT4 za izvedbo v okviru kliničnih vaj in v manjšem obsegu v okviru predavanj. Za izvajanje modela je predvidena kvota 17 ur (15 v okviru kliničnih vaj in dveh ur v okviru predavanj), zaporedno izvajanje v blok urah po več šolskih ur, po obsegu prilagojenih posameznemu delu učnega modela. V okviru predavanj sta predvidena usmerjanje in usklajevanje študentov v posameznih fazah učnega modela.

V nadaljevanju podajamo učni model za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom. Model je podrobno artikuliran, določeni so številni izhodi z namenom možnega ugotavljanja ključnih faz za možnosti izboljševanja modela. Zasnovan je na uporabi IKT za izdelavo in pripravo osnutkov, poročil in 3D-tiska za izdelavo potrebnih osnutkov maket/modelov, konstrukcij (v nadaljevanju: izdelka). Aplikacija učnega modela je podana za primer, na katerega je vezana vsebinsko v posameznih artikulacijskih fazah, sicer pa ga je mogoče uporabiti za poljubno izhodiščno konstrukcijo/izdelek. Dani primer je vezan na vsebino predhodno izvajajočega se predmeta Didaktika tehnika 3 (DT3) v zimskem semestru. V okviru DT3 se študenti spoznajo s tehnologijo 3D-tiska, z modeliranjem v programskem okolju Google Sketchup in risanjem tehniških risb v QCAD.

Učni model z namenom doseganja inovativnega tehniškega konstruiranja s 3D-tiskom je predstavljen na sliki 1. Zajema sedem faz in je zasnovan na uporabi različnih induktivnih metod učenja, zlasti problemskega pouka, konstruiranja (Aberšek, 2012) in projektne naloge (Fakin, Kocijančič, Hostnik in Florijančič, 2011). Začetna prva faza izhaja iz uvodnih faz metode konstrukcije (uvodna faza, faza analiziranja in faza iskanja informacij), ki ji je dodana povratna zanka za natančnejše razumevanje in zavedanje izpostavljene problematike ter usmerjanja v samoregulacijo z evalvacijsko zaključitvijo te faze. Tudi druga faza je v skladu s konstrukcijsko metodo (ideja, izbira, realizacija), v kateri prepustimo študente, da po svojih najboljših močeh poiščejo rešitev za izhodiščni problem. Izdelki druge faze po pričakovanju odstopajo od v prvi fazi izpostavljene problematike, zato je v tretji fazi predvideno vodeno usmerjanje. Četrta in peta faza obsegata tipične faze projektne naloge (ideja, izbiranje, načrtovanje, izdelava in vrednotenje), s to razliko, da jim je dodana konstrukcijska faza popravkov izdelka do zadostitve funkcionalnosti. Dodana je tudi varovalka v samoregulacijo študentov pred izdelovanjem izdelka s strani izvajalca vaj. Inovativnost zahteva trg. Trg simuliramo z neodvisnim ocenjevalcem drugega študenta. V model vpeljemo izdelovalca in inovatorja. Šele rezultat njunega sodelovanja so izboljšave, ki vodijo v doseganje inovativnosti (faza 6). Celostni pregled izvedenega dela je predviden v zadnji fazi, kjer se vrednotita raznolikost popravkov in njihova stopnja inovativnosti. Vsaka faza je sestavljena iz krajših problemsko-projektno naravnanih izzivov oziroma motivacijskih nalog, s katerimi skušamo usmerjati študente v problemski cikel (določitev problema, analiza problema, oblikovanje idej). Za obe metodi (problemsko in projektno) je značilno, da sta usmerjeni v študente, da rešujeta probleme iz realnega sveta in da študenti delajo večinoma v skupinah. Vloga učitelja je biti organizator, asistent ali tutor. Lastnosti problemskega pouka vidimo predvsem v tem, da se vaja začne s problemom, ki ga morajo študenti rešiti, vendar problem ni odprt, domnevna rešitev je sugerirana (izdelek je poimenovan). Pri tem študentom tudi ni treba predelati literature in iskati informacij za rešitev problema. Lastnosti projektne naloge so vidne s tem, da je rezultat vaj izdelek in ne samo novo znanje, vendar pa je problem pripravljen vnaprej in rešitev problema ni povezana z interesi študentov. Izdelek, ki rešuje problem, lahko študenti ves čas preskušajo do dosega funkcionalnosti. V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis posameznih faz učnega modela (slika 1).

V uvodni podfazi 1.1 prikažemo študentom e-gradivo v obliki pripravljene videodatoteke. Zajema primere izdelkov, vezanih na 7. razred obveznega osnovnošolskega predmeta Tehnika in tehnologija (TIT) iz učbenikov in delovnih

zvezkov. Opredelimo jih z vidika gradiv in funkcije. Izdelki so iz sklopa gradiv umetnih snovi. V okviru Didaktike tehnike 2 so bili študenti ocenjeni: produkt, proces in znanje. Iz tega sklopa predznanja od njih pričakujemo prenos znanja na v uvodu izpostavljene produkte oziroma izdelke iz umetnih snovi.

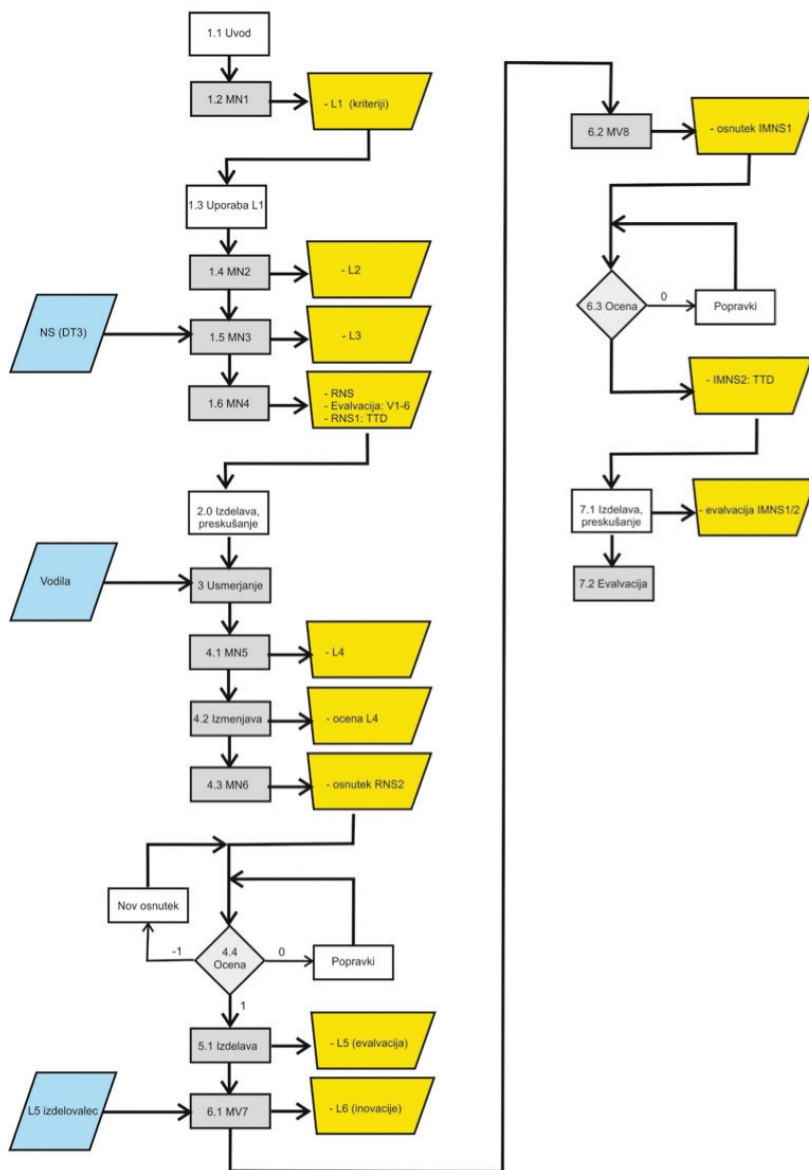
V podfazi 1.2 so študenti deležni metode motivacijske naloge (MN) 1.

*MN1: Podajte smiselne kriterije, ki bi jih moral dosežati projektni izdelek (zajema vse relevantne možne izdelke) iz umetnih snovi v 7. razredu.*

Izhod iz MN1 je seznam kriterijev (L1 – list). Na razpolago imajo 7 minut. Obrazec za L1 je del gradiva. V podfazi 1.3 vodja KV vrednoti že prikazane izdelke iz umetnih snovi pod fazo 1.1, vendar tokrat z vidika kriterijev, ki so jih posredovali študenti. Tako želimo usmerjeno voditi študente, če se ne zavedajo koncepta vrednotenja izdelkov, da jih vrednotimo z vidika primernosti za uporabo v okviru TIT za 7. razred in s tem krepimo kritično mišljenje študentov. Sledi MN2.

*MN2: Obstoječe kriterije rangirajte po pomembnosti. Nabor kriterijev še skrčite in dopolnite z novimi, smiselnimi kriteriji, ki bi jih moral dosežati projektni izdelek (zajema vse relevantne možne izdelke) iz umetnih snovi v 7. razredu.*

Študenti ločeno v 10 minutah napišejo na list A4 kriterije in list oddajo (L2). Obrazec za L2 je del gradiva. V sklopu KV DT3 so izdelovali izdelek namizne svetilke (NS). Za izdelavo so bili vnaprej določeni kriteriji, ki so jih morale NS zagotavljati za doseganje funkcionalnosti in uporabnosti. Ti kriteriji so bili naravnani na zahtevnostno raven študentov in ne na raven učencev. S preseganjem ravni smo ciljali na inovativnost, ki bi jo lahko v razred prenesli za sposobnejše učence. Namen naslednje MN3 je NS reducirati na raven, primerno za izdelavo kot projektni izdelek v 7. razredu TIT. Z različicami že izdelanih NS pokrivamo možne variacije znotraj izdelave in hkrati gradimo bazo potrebnega znanja iz NS za omogočanje doseganja tehniške inovativnosti.



Slika 1: Diagram učnega modela, v katerem okrajšave pomenijo: NS – namizna svetilka, RNS1 – reducirana namizna svetilka, IMNS – inovativno modificirana namizna svetilka, MN – motivacijska naloga, L – list in TTD – tehnično-tehnološka dokumentacija. OSj – osnutek; S = 1 ... skupina; j = 1 ... član skupine, IOS – izboljšani osnutek skupine S, IOK – izboljšani osnutek skupine K (K = S), F – funkcionalnost (preskušanje), U – uporabnost (preskušanje), Pik – popravek številke i; k cikel, Li – izboljšava številke i, m – masa bremena,  $\Delta m$  – povečanje mase bremena. Element v obliki romba v diagramu pomeni vhod in v obliki trapeza izhod.



*MV3: Smiselno prenesite splošne kriterije na primer vaše namizne svetilke. Čemu bi morala zadoščati vaša namizna svetilka, da bi bila primerna za izdelavo kot projektni izdelek v 7. razredu TIT? Podajte relevantne kriterije.*

Študenti vsak ločeno v 7 minutah napišejo na list A4 kriterije in list oddajo (L3). Obrazec za L3 je del gradiva. V nadaljevanju je cilj implementirati določene kriterije na osnutek NS, ki ga podajo v okviru MN4.

*MN4: (a) Skladno z zastavljenimi kriteriji podajte skico možne izvedbe ustrezajoče reducirane namizne svetilke (RNS).*

Študenti vsak ločeno v 20 minutah narišejo skico na list A4. Bistvo je, da je RNS jasno razumljiva tistemu, ki skico razbira, to je število pozicij, njihova funkcijska odvisnost, delovanje, zmožnost funkcionalnosti, poimenovanje pozicij itd. V sklopu MN4 sledi še naloga:

*(b): Obrnite list in odgovorite na vprašanja:*

- 1. Kako je mogoče RNS prilagoditi za najmanj sposobne učence?*
- 2. Kako RNS dopušča možnosti sposobnejšim učencem?*
- 3. Kateri tehnološki postopki, značilni za umetne snovi, so zajeti?*
- 4. Katera predhodna znanja iz TIT povezuje RNS v smiselno učenje?*
- 5. Kako boste preizkusili funkcionalnost RNS?*
- 6. Kako boste preizkusili uporabnost RNS?*

Študenti vsak ločeno v 15 minutah napišejo odgovore na list A4 in ga oddajo. Če se izvedejo popravki skice RNS, se ta poimenuje RNS1. Študenti izdelajo (doma) potrebno tehnično- tehnološko dokumentacijo (TTD) za RNS1. To je model v Google sketchupu (\*.skp), montažno risbo (\*.jpg) in tehnološki list (\*.doc). Vodja vaj predloge pregleda in potrdi. RNS1 izdelajo v drugi. Izdelke preizkusijo po zastavljenih kriterijih, najmanj pa funkcionalnost in uporabnost. Na list A4 napišejo evalvacijo (ujemanje oz. odstopanje) z načrtovanim RNS1 in oddajo. Če študenti ne zastavijo dovolj ciljno kriterijev za izdelavo RNS in zahtevo po primernosti za projektno izvedbo v okviru TIT v 7. razredu, sledi faza usmerjanja. Učni list faze usmerjanja je del gradiva.

Po fazi usmerjanja sledijo metode, s katerimi želimo študente najprej usmeriti v ciljno izdelane produkte za ciljno skupino in izbrano vsebinsko področje (TIT, umetne snovi). Sledi MN5.

*MN5: V skladu s podanimi usmeritvami za primerne namizne svetilke za 7. razred v sklopu izdelovanja izdelka iz umetnih snovi skladno z evalvacijo kovinskega izdelka – svečnik smiselno analogno določite ZAHTEVE za primernost izdelave namizne svetilke v sklopu TIT v 7. razredu.*

Treba je dodatno izpostaviti, da ne določajo kriterijev, po katerih bodo ocenjevali učenčev izdelek – NS, temveč ZAHTEVE, ki jih je treba doseči pri načrtovanju NS, da bo primerna za ciljno skupino in se bo v čim bolj navezovala na vsebino TIT. Glede na usmeritve morajo zahteve (Z) obsegati najmanj:

*Z1: Zahteve glede vključitve različnih vrst umetnih snovi v izdelek, kjer se bo jasno odražala navezava med vrsto umetne snovi in funkcionalnostjo.*

*Z2: Zahteve glede uporabe prevladujočega števila značilnih tehnoloških postopkov za umetne snovi.*

*Z3: Zahteve glede električnega tokokroga.*

*Z4: Zahteve glede načina spajanja, ki ga učenci poznajo.*

*Z5: Zahteve glede minimalnih doseganj, da bo izdelek odražal ciljno funkcionalnost. Z6: Zahteve glede enostavnosti za možnost izdelave za vse učence.*

*Z7: Zahteve glede možnosti izdelave za sposobnejše učence.*

Študenti si izmenjajo list L4 in ocenijo primernost navedenih zahtev v skladu z Z1-7. Ocene od 1 do 5 (kjer pomeni 1 – povsem neprimerno in 5 – popolnoma primerno) pišejo v preglednico zgoraj. Avtorji z ocenami 1 do 3 morajo zahteve dopolniti/popraviti. Nadaljujemo z MN6.

*MN6: V skladu s postavljenimi ZAHTEVAMI za ocenjevanje namizne svetilke podajte osnutek RNS2.*

Študenti vsak ločeno v 15 minutah narišejo osnutek na drugo stran prejetega lista A4. Glava risbe je podana zato, da bodo označili posamezne pozicije RNS2 ter jih v kosovnici poimenovali in določili gradivo. RNS2 naj bo podana tako:

- da bo razvidno število sestavnih delov oziroma pozicij;
- da bodo poimenovana gradiva;
- da bo iz skice razviden način spajanja;
- da bo iz skice razvidna funkcionalnost (tudi el. tokokrog) in
- da bodo podane okvirne gabaritne mere.

Vodja vaj RNS2 pregleda in oceni z ocenami -1/0/1, kjer pomeni ocena:

*1 – neprimerno: Podajo nov osnutek RNS2.*

*0 – delno: Vodja vaj določi potrebne popravke.*

*1 – v redu: Nadaljujejo izdelavo potrebne TTD za izdelavo RNS2.*

TTD zajema model RNS2, montažno risbo, tehnološki list in kriterije ocenjevanja za RNS2, ki so jih izdelali učenci. Iz TTD mora biti razvidno, da bodo študenti prišli na vaje pripravljeni in z izdelanim načrtom. TTD posredujejo vodji vaj pred izvedbo vaj (faza 5.1), ko izdelke izdelajo in preskusijo ter podajo evalvacijo (L5).

Naslednja faza cilja na inovativnost. Inovativnost je opredeljena na treh različnih nivojih. Sposobnejši študenti lahko izberejo višji nivo. Nivo si vsak študent izbere sam.

**1. nivo:** Modifikacija najmanj dveh ključnih spojev (spajanje baterijskega vložka na podlago, spajanje grla žarnice, spajanje stikala itd. – niso ključni, ključni so v vertikalni konstrukciji svetila). Njihova naloga je, da jih inovativno spremenijo z vodilom tako, da so zatični (razstavljivi).

**2. nivo:** Če je RNS2 taka, da že izpolnjuje 1. nivo, potem podajo inovativne modifikacije, ki so jih označili kot najbolj pomembne. Minimalna zahteva je ena modifikacija, zaželeno pa je, da jih izvedejo več (čim več).

Študenti si izdelke zamenjajo. Vpeljemo pojma inovator in izdelovalec. Poleg izdelka izdelovalca inovator prejme tudi njegovo evalvacijo izdelka. Sledi MN7.

*MN7: (a) Preskusite funkcionalnost in uporabnost RNS2 ter ju zapišite na list (L6).*

*(b) Podajte za dobljeno RNS2 vsaj pet modifikacij (značilnih), ki se lahko navezujejo na:*

- koncept RNS,*
- funkcionalnost/uporabnost,*
- posamezno pozicijo z vidika (konstrukcije, izbire gradiva itd.),*
- način spajanja pozicij in*
- ostalo.*

*Modifikacije oštevilčite, kjer pomeni 1 – najbolj pomembna.*

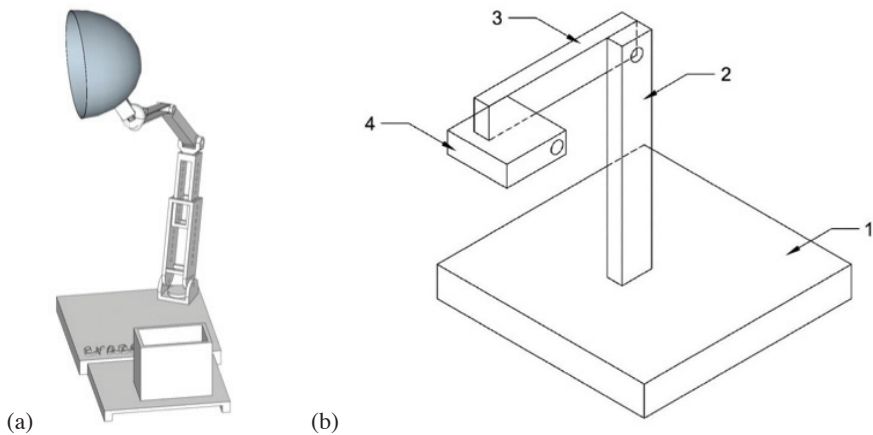
Z naslednjo MN8 na podlagi preskušanja RNS2 podajo osnutek tako izboljšane RNS2. Inovativnost bo usmerjena. Najbolj problematični so spoji RNS2. Nekateri so trdnostno neprimerni (npr. čelno lepljenje), drugi so vijaki itd. Študenti izbrani nivo navedejo in predložijo osnutek modifikacije (IMNS1=inovativna modifikacija NS).

V zadnjem delu učnega modela vpeljemo povratno zanko (MV8 in faza 6.3 Ocena izdelovalca), v kateri inovator pojasni modifikacije izdelovalcu RNS2, skupaj jih preučita in v obliki alinej zapišeta zaključke. Če nastopi sprememba pri zamišljeni modifikaciji, jo inovator ponovno skicira (IMNS2). Rezultat je osnutek IMNS1/2. Študenti doma izdelajo potrebno TTD za IMNS1/2. Sledijo izdelovanje, preskušanje in evalvacija (fazi 7.1, 7.2). Učni model zaključimo s skupno evalvacijo doseženih inovacij (faza 7.2).

## **Rezultati z razpravo**

Učni model za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom pri predmetu DT4 smo izvedli v poletnem semestru študijskega leta 2017/2018. Klinične vaje je obiskovalo 12 študentov, od tega 3 moškega spola in 11 ženskega. Izvajal se je v okviru zaporednih blok ur po več šolskih ur, prilagojenih posameznemu delu učnega modela, skupno 17 ur, od tega 2 uri v okviru predavanj za namen usklajevalne faze.

V okviru KV DT3 so študenti v študijskem letu 2017/2018 izdelali konstrukcijski izdelek NS (namizna svetilka) z uporabo 3D-tiska. Konstrukcija je na ravni sposobnosti študentov kot bodočih učiteljev tehnike. Za izdelavo NS so imeli študenti podane osnovne sestavne gradnike (moznični spoj, zarezno-zatični spoj, valjasti gibljivi spoj in krogelni gibljivi spoj). Konstrukcijske zahteve NS so bile možnost (I) nastavitve po višini, (II) prilagoditve smeri osvetlitve, (III) uravnavanja jakosti osvetlitve in (IV) transporta. Funkcionalnost NS je bila določena s tem, da omogoča branje v temnem prostoru. Vsi študenti so uspešno izdelali funkcionalne NS. Primer modela v sketchUP prikazuje slika 2(a).



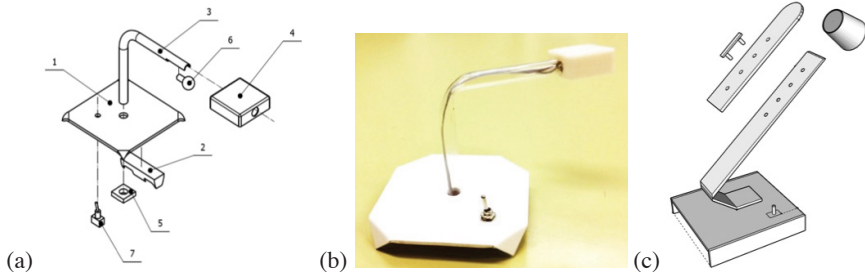
Slika 2: (a) Primer modela NS, izdelane v okviru DT3, in (b) primer modela reducirane namizne svetilke (RNS)

V nadaljevanju podajamo le pavšalno analizo ključnih faz učnega modela, medtem ko bo podrobna analiza objavljena na drugem mestu. V prvi fazi je študentom predstavljen problem, ki vključuje didaktično redukcijo izdelane NS v okviru DT3 za namen projektne izdelka v 7. razredu pri predmetu TIT. Globalni cilj, ki ga želimo doseči z aplikacijo učnega modela, je nabor NS, ki ne bi bile le funkcionalne, temveč za učence čim bolj motivacijske zaradi izkazujoče stopnje inovativnosti (najmanj v obliki konstrukcije, ki jo omogoča 3D-tisk). Rezultat druge faze je reducirana NS (RNS). V tabeli 1 so ovrednoteni izdelki študentov. Študenti izvedejo didaktično redukcijo, tako da vsi izločijo možnost nastavljanja po višini. Večina ohrani gibljive spoje ali jih zmanjša za eno stopnjo, trije študenti pa jih izločijo. Tisti, ki ohranijo vse gibljive spoje, jih poenostavijo. Pri tem zaznamo drugo obliko spojev (jim ni bila predložena v okviru KV), kar lahko štejemo kot inovativno rešitev. Gradivo ostaja povsod enako, razen v enem primeru je predvidena osnovna plošča iz lesa. Polovica RNS ni več razstavljevih. Tehnologija 3D-tiska večinsko ostaja edini tehnološki postopek (slika 2(b)).

Tabela 1: Pregled RNS, kjer pomenijo: F – študent ženskega spola, M – študent moškega spola, oblika: 1 – izvorna, 2 – spremenjeni spoji, 3 – novi spoji.

Študent	Št. pozicij	Št. gradiv	Druga gradiva	Oblika	Št. gibljivih spojev	Razstavljiva	El. krog
F1	6	1	0	3	3	1	0
F2	7	1	0	2	2	1	0
F3	3	1	1	1	2	1	0
F4	3	1	0	1	0	0	0
F5	6	1	0	2	2	0	0
F6	5	1	0	1	3	1	0
F7	4	3	0	1	3	1	0
F8	6	1	0	3	3	1	0
F9	3	3	0	1	0	0	0
M1	4	1	0	1	1	0	0
M2	6	1	0	3	3	1	0
M3	3	2	0	1	0	0	0

V celoti z RNS študenti ne dosežejo cilja, postavljenega v prvi fazi, saj nihče ni upošteval, da je projektni izdelek tisti, ki naj bi povezoval vsebino gradiv v 7. razredu TIT in tudi že poznane vsebine v nižjih razredih. Obsegati bi moral različne vrste umetnih snovi (PE, PVC, akrilno steklo itd.) in vključevati najmanj značilne tehnološke postopke, ki jih lahko izvajamo z umetnimi snovmi (krivljenje, globoki vlek, lepljenje itd.). Obsegati bi moral električni tokokrog z učencem poznanimi el. viri in porabniki (baterija, žarnica, stikalo). Zaradi tega je bila nujna faza usmerjanja. V četrti fazi, za namen čim bolj ciljnih izdelkov RNS, izhajamo še iz vloge bodočega učitelja tehnike: študenti pred ponovno izdelavo RNS zasnujejo kriterije z opisniki za ocenjevanje RNS, ki bi jih izdelali učenci (tabela 2). Pred izdelavo novih RNS vodja vaj potrdi njihovo ustreznost in lahko zahteva popravke ali nov koncept. V tabeli 3 so vrednoteni izdelki NS po usmerjanju (RNS2). Opazimo lahko, da je bilo usmerjanje zelo uspešno. Študenti so v RNS2 v povprečju uporabili štiri različne vrste umetnih snovi, večina jih je uporabila še odpadno embalažo, le ena študentka je kot gradivo uporabila les, ki se navezuje na TIT (6. razred). Vsi za izdelavo uporabijo značilne tehnološke postopke za umetne snovi. Vsi dodajo el. tokokrog. Tisti, ki so imeli veliko število gibljivih spojev, so jih zmanjšali, (slika 3(a) in (b)). Ocenili smo še stopnjo zahtevnosti izdelka na lestvici od 1 do 5 glede na ciljno raven učencev (1 – nezahtevno). Večina študentov je izdelke poenostavila. Pri obliki RNS2 opazamo manjšo stopnjo novih inovativnih oblik kot pri RNS.



Slika 3: Primer izboljšane reducirane namizne svetilke (RNS2): (a) model in (b) izdelek ter (c) primer modela inovativno modificirane RNS2.

Tabela 2: Primer kriterijev za ocenjevanje RNS, kjer pomeni N natančnost

Kriterij	Opisnik	Točkovanje
Funkcionalnost	Svetilka je samostojna (1)	2
	Svetilka sveti (vključuje tudi stikalo) (1)	
Dokončanost	Izdelek je dokončan	1
Trdnost spojev	Zlepni spoj (1)	2
	Vijačna zveza (1)	
N1: ujemanje mer	Senčnik in držalo (1)	5
	Pozicija in velikost lukenj (1)	
	Mesto lepljenja (1)	
	Podstavek (1)	
N2: robovi	Robovi so gladki (1)	2
	Robovi so ravni (1)	
N3: lepljenje	Ni odvečnega lepila (1)	2
	Ni madežev lepila (1)	
N4: krivljenje	Podstavek pod kotom 90° (1)	2
	Vrat pod kotom 90° (1)	
N5: globoki vlek	Posoda nima lukenj (ni strgana)	1
N6: vijačna zveza	Velikost in vrsta vijaka in matice	1

Tabela 3: Pregled RNS, kjer pomenijo: *F* – študent ženskega spola, *M* – študent moškega spola; oblika: 1 – izvorna, 2 – spremenjeni spoji, 3 – novi spoji; zahtevnost: 1 – nezahtevno ... 5 – zahtevno; sivo polje – zdravstvena odsotnost

Štud.	Št. poz.	Št. gradiv	Odpadna embalaža	Druga gradiva	Št. tehn. postopkov	Oblika	Zahtevnost	Št. gib. spojev
F1	7	3	1	0	4	2	1	0
F2	11	6	1	0	6	2	3	0
F3	3	3	0	1	4	1	1	1
F4	6	2	0	0	4	2	1	0
F5	12	6	1	0	5	2	2	0
F6	5	4	1	0	3	1	1	2
F7	4	4	1	0	4	2	2	2
F8								
F9	3	3	0	0	3	1	1	0
M1	5	3	0	0	4	1	1	1
M2	12	5	1	0	5	1	4	3
M3	5	6	0	0	4	3	1	0

V zadnjem delu učnega modela (faza 6–7), ki je namenjena inovativnim izboljšavam RNS2, vpeljemo igro vlog, to je inovatorja in izdelovalca z namenom optimiziranja alternativ. Študenti kritično ovrednotijo alternative in samostojno izvedejo izboljšave. Rezultat inovativno modificiranih RNS2 (IMNS) je zajet v tabeli 4.

Tabela 4: Pregled inovativnih popravkov RNS2, kjer pomenijo: *F* – študent ženskega spola, *M* – študent moškega spola, oblika: 1 – izvorna, 2 – spremenjeni spoji, 3 – novi spoji, zahtevnost: 1 – nezahtevno ... 5 – zahtevno, sivo polje – zdravstvena odsotnost

Štud.	Opis popravkov	Stopnja inovativnosti
F1	Samo funkcionalnost gibljivih spojev.	/
F2	Samo trdnost spoja z osnovno ploščo, doda gibljivi spoj svetila.	*
F3	Povsem nova zasnova – nov način spreminjanja višine in naklona svetila.	2
F4	Povsem nova oblika – spreminjanje lege svetila in višine s pretikanjem, skriva baterijo.	3
F5	Samo naklon svetila.	*
F6	Novo nastavljanje višine s 3-točkovnim gibljivim spajanjem.	1



*Tabela 4: Pregled inovativnih popravkov RNS2, kjer pomenijo: F – študent ženskega spola, M – študent moškega spola, oblika: 1 – izvorna, 2 – spremenjeni spoji, 3 – novi spoji, zahtevnost: 1 – nezahtevno ... 5 – zahtevno, sivo polje – zdravstvena odsotnost (nadaljevanje)*

<b>Štud.</b>	<b>Opis popravkov</b>	<b>Stopnja inovativnosti</b>
F7	Skrije baterijo, poveča trdnost konstrukcije.	/
F8	Povsem nova zasnova spreminjanja višine – zatično.	3
F9		
M1	Samo poenostavitev spoja.	/
M2	Samo način pritrditve svetila.	*
M3		

Za ocenjevanje uporabimo razvito ocenjevalno lestvico na skali od 1 do 5 (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) (Šinigoj in Jamšek, 2018). V treh primerih je ugotovljena znatna 3. stopnja inovativnosti. V primerih že zelo uspešnih RNS2 študenti niso izvedli popravkov – označeno z \*. Preostali primeri, pri katerih so študenti izvedli le minimalne popravke, so označeni z /.

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Razvoj učnega modela za inovativno tehniško konstruiranje s 3D-tiskalnikom se je izkazal za zelo uspešnega. Študenti so imeli pričakovano zgrešen koncept določanja primernosti ciljnega produkta za ciljno skupino. Kljub že obravnavani in izpostavljeni tematiki so se zatekali k razmišljanju z vidika učencev in ne učiteljev tehnike. Posledično so prevladovali izdelki, izdelani v večini le z uporabo 3D-tiska in vijačnih razstavljivih zvez. Izpostavljeno gradivo (to je umetne snovi) pri predmetu TIT obsega številne za umetne snovi značilne tehnološke postopke in ne samo tehnologijo 3D-tiska, ki so jih študenti zamenjali. Umetne snovi zajemajo zelo različne vrste snovi od termoplastov do elastov, medtem ko so študenti uporabili le PLA (Polylactic Acid). Zato je bila nujna druga faza usmerjanja, v kateri je bilo treba študente usmeriti v način doseganja zadanih ciljnih kriterijev. Od tretje do pete faze so vsi študenti uspešno izdelali zelo raznolike različice NS, ki so v večini zadovoljevale tudi zahteve po funkcionalnosti in uporabnosti kot kriterijem določanja zmagovalne namizne svetilke. Pričakovali smo, da si bodo izdelki med seboj bolj podobni.

Za ta primer je bila v učni model uvedena varovalka potrjevanja koncepta namizne svetilke s strani vodje vaj, to je še pred samim načrtovanjem in izdelavo TTD. Še vedno pa je bilo v namiznih svetilkah kljub raznolikim vrstam umetnih snovi in potrebni paleti značilnih tehnoloških postopkov za njeno izdelavo mogoče zaznati prevladovanje neprimernih vijačnih spojev (TTT, 8. razred), izbire svetil (žarnica zaradi prenizke razpoložljive nazivne napetosti vira) in prenizke trdnosti sestavnih delov. V šesti do sedmi fazi učnega modela študenti te pomanjkljivosti pri produktih odpravijo in podajo izvirne oziroma inovativne rešitve sprememb, večinoma na podlagi pristopa sistemske variacije. Tisti, ki so bili uspešni v reševanju izhodiščnega problema že v začetnem delu učnega modela, so naklonjeni manjšim spremembam za inoviranje izdelka. Največje premike v zadnjih fazah inoviranja izdelkov zaznamo pri študentih, ki so imeli največ težav in so pri načrtovanju in izdelavi izdelkov naredili največ napak.

Zelo dobro se je izkazal prenos znanj iz predhodne DT3, kjer smo znanje iz 3D-modeliranja uspešno poglobili in prešli na zahtevnejše tehnologije tiskanja s 3D-tiskalnikom (večji sestavni deli, izbira gostote in temperature, predpriprava osnovne plošče in natančnosti tiskanja). Učni model za inovativno tehniško konstruiranje se je izkazal za zelo uspešnega, čeprav študenti praviloma inovirajo le, da zadoščajo zahtevam iz KV (minimalno število izboljšav). Učni model smo na podlagi pridobljenih rezultatov poenostavili v petfazni model, podrobnosti pa bomo predstavili na drugem mestu.

## Literatura

- Aberšek, B. (2012). Didaktika tehniškega izobraževanja med teorijo in prakso. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Adams, K. (2005). *The sources of innovation and creativity*. Washington, DC: National Center on Education and Economy.
- Bencze, J. L. (2010). Promoting student-led science and technology projects in elementary teacher education: entry into core pedagogical practices through technological design. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 43–62.
- Bruton, D. (2011). Learning creativity and design for innovation. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 321–333.
- Cook, K. L., Bush, S. B., in Cox, R. (2015). Creating a prosthetic hand: 3D printers innovate and inspire and maker movement. *Sci. Child.*, 53, 80–86.
- Cropley, D., in Cropley, A. (2010). Recognizing and fostering creativity in technolog-

- ical design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(3), 345–358.
- Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1(1), 7–13.
- Fakin, M., Kocijančič, S., Hostnik, I., in Florijančič, F. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_tehnika\\_tehnologija.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_tehnika_tehnologija.pdf)
- Higgins, S. E. (2014). Critical thinking for 21st-century education: A cyber-tooth curriculum?, *Prospects*, 44(4), 559–574.
- Horejsi, M. (2014). Teaching STEM with a 3D printer. *Science Teacher*, 81(4), 10.
- Lacey, G. (2010). 3D printing brings designs to life. *Technology Education*, 70(2), 17–19.
- Liebenberg, L., in Mathews, E. H. (2012). Integrating innovation skills in an introductory engineering design-build course. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(1), 93–113.
- Lindfors, E. (2010). Innovation and user-centred design. V J. Sjøvoll in K. Skogen (ur.), *Creativity and innovation. Preconditions for entrepreneurial education* (str. 53–63). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Lindfors, E., in Hilmola, A. (2016). Innovation learning in comprehensive education? *International Journal of Technology and Design Education*, 26(3), 373–389.
- McLellan, R., in Nicholl, B. (2011). »If I was going to design a chair, the last thing I would look at is a chair«: product analysis and the causes of fixation in students' design work 11–16 years. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(1), 71–92.
- Novak, E., in Wisdom, S. (2018). Effects of 3D printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 412–432. doi:10.1007/s10956-018-9733-5
- Pandora, C. P., in Frederick, K. (2017). *Full STEAM ahead: Science, technology, engineering, art, and mathematics in library programs and collections*. Santa Barbara: Libraries unlimited.
- Prince, M. J., in Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95, 123–138.
- Redwood, B., Garret, B., Schöffner, F., in Fadell, T. (2017). *The 3D printing handbook: technologies, design and applications*. Amsterdam: 3D Hubs B.V.
- Runco, M. A. (2014). *Creativity. Theories and themes: Research, development, and practice*. San Diego, CA: Elsevier Academic Press.

- Sorli, M., in Stokic, D. (2009). *Innovating in product/process Development. Gaining pace in new product development*. London: Springer-Verlag.
- Szulzyk-Cieplak, J., in Bartłomiej Sidor, A. D. (2014). 3D printers – new possibilities in education. *Adv. Sci. Technol. Res. J.*, 8(24), 96–101. doi:10.12913/22998624/575
- Sun, Y., in Li, Q. (2018). The application of 3D printing in STEM education. V *Proceedings of IEEE International Conference on Applied System Innovation 2018 (ICASI 2018)*, (str. 1115–1118). doi:10.1109/ICASI.2018.8394476
- Šinigoj, V., in Jamšek, J. (2016). Kratki testi v okviru kliničnih vaj za doseganje smiselnega učenja, kritičnega razmišljanja in inovativnosti, V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2016, 19. – 21. september 2016, Portorož, Slovenija* (str. 183–186). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Šinigoj, V., in Jamšek, J. (2017). Spodbujanje inovativnosti v okviru kliničnih vaj tehniškega izobraževanja, V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2017, 25. – 26. september 2017, Portorož, Slovenija* (str. 555–558). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Šinigoj, V., in Jamšek, J. (2018). Learning model for developing critical thinking and encouraging innovativeness in engineering education by problem based learning, V B. Zajc in A. Trost (ur.), *Zbornik ERK 2018, 17. – 18. september 2018, Portorož, Slovenija* (str. 449–452). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE.
- Turja, L., Endepohls-Ulpe, M., in Chatoney, M. (2009). A conceptual framework for developing the curriculum and delivery of technology education in early childhood. *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 353–365.
- Van der Duin, P., Ortt, R., in Kok, M. (2007). The cyclic innovation model: A new challenge for a regional approach to inno. systems? *European Planning Studies*, 15(2), 195–215.
- Verner, I., in Merksamer, A. (2015). Digital design and 3D printing in technology teacher education. *Procedia CIRP*, 36, 182–186.
- Vodopivec, I., Papotnik, A., Gostinčar Blagotinšek, A., Skribe Dimec, D., in Balon, A. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje in tehnika*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_naravoslovje\\_in\\_tehnika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje_in_tehnika.pdf)



## **IKT – most med fakultetnim in osnovnošolskim dokazovanjem v matematiki**

*Zlatan Magajna in Adrijana Mastnak*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

Dokazovanje spada med zahtevnejše dejavnosti fakultetne in tudi (osnovno) šolske matematike, za bodoče učitelje matematike pa je velik izziv tudi poučevanje dokazovanja v osnovnih šolah. Zlasti primerno področje za učenje dokazovanja je ravninska geometrija. V okviru posodobitve študijskih predmetov z uporabo IKT v pedagoških študijskih programih UL smo želeli uporabiti programska orodja pri učenju formalnega dokazovanja in tudi pri poučevanju začetkov strožjega utemeljevanja v zadnjem triletju osnovne šole, in sicer programe za računalniško dokazovanje geometrijskih trditev in uveljavljene, šolsko usmerjene, a v naših osnovnih šolah redko prisotne programe dinamične geometrije. V prvem delu projekta so študenti spoznali osnove programa dinamične geometrije (GeoGebra), programa za opazovanje dinamičnih konstrukcij (OK Geometry) in programa za računalniško dokazovanje (Java Geometry Expert). Študenti so individualno izdelali seminarske naloge iz vsebin elementarne geometrije. V drugem delu projekta so trojice študentov oblikovale delavnice iz izbranih vsebin iz prvega dela projekta. Na delavnicah so osnovnošolce učili osnov programa dinamične geometrije, s pomočjo katerega so učenci odkrivali geometrijske zakonitosti, in jih dokazali s postopkom, prirejenim po programu za opazovanje. Študenti so svoje delo dokumentirali v e-listovniku Mahara. Uspešnost projekta smo preučili z analizo dokumentov. Analiza seminarških nalog kaže, v kolikšni meri so študenti usvojili formalno dokazovanje in osnove omenjenih treh računalniških programov, analiza e-listovnikov in opazovanje izvedbe delavnic pa razkrivata, v kolikšni meri so izbrane ideje iz prvega dela znali preoblikovati in uporabiti pri poučevanju geometrije, učenja uporabe programa dinamične geometrije in začetnega učenja strožjega dokazovanja v osnovni šoli.

**Ključne besede:** dinamična geometrija, dokazovanje, računalniško opazovanje, računalniško dokazovanje

## Uvod

Dokazovanje je za matematika srž matematike. Idealni poligon za učenje dokazovanja, torej formalnega, deduktivnega utemeljevanja, je bila že od Evklida (ravninska) geometrija. Toda sredi dvajsetega stoletja je v šolskem okolju postajalo vedno bolj moteče zavedanje, da učenci tedanjega zelo formaliziranega pouka geometrije niso spremljali z zeleno stopnjo razumevanja in zahtevnejšimi kognitivnimi procesi (Lingefjärd, 2011). Drugo polovico prejšnjega stoletja tako po eni strani zaznamuje poudarjanje razumevanja z vnašanjem empiričnih elementov, raziskovanja in tudi reševanja različnih problemskih situacij, po drugi strani pa opuščanje dokazovanja, tako da je na prehodu v novo tisočletje marsikje (in tudi pri nas) iz šolske geometrije tako rekoč izginilo formalno dokazovanje in s tem glavno sredstvo za učenje deduktivnega utemeljevanja. Poudarimo naj, da dokaz v šolski matematiki pomeni veliko več kot sredstvo za učenje dedukcije in način verifikacije trditev. Vsaj tako pomembna kot vedenje, da nekaj velja, je prepričljiva razlaga, zakaj nekaj velja. Poleg tega dokaz omogoča raziskovanje pomena predpostavk v izrekih, v dokazu so tudi prepletene in sistematizirana različna predhodno obravnavana znanja, dokaz je med drugim tudi ustaljen način komuniciranja argumentiranja matematičnih dejstev (Hanna, 2000). Zaradi pomena dokazov in dokazovanja v zadnjih desetletjih učni načrti pri nas in drugod znova poudarjajo pomen dokazov in učenja utemeljevanja v geometriji (Žakelj, 2011), didaktična stroka pa išče nove načine, kako učencem in dijakom približati formalne dokaze in jih naučiti samostojnega dokazovanja geometrijskih trditev. Bodoči učitelji matematike so pri dokazovanju soočeni z dvojnimi izzivom: znati morajo čim bolje dokazovati geometrijske trditve, hkrati pa znati učence uvajati v spretnost dokazovanja in deduktivnega utemeljevanja.

### *Programi dinamične geometrije*

Zgodnja devetdeseta leta prejšnjega stoletja je šolsko geometrijo zaznamoval prihod novih računalniških programov, imenovanih sistemi dinamične geometrije (npr. programa Cabri Geometre in Geometer's Sketchpad), ki so kot naročeni oplemenitili tedaj empiristično usmerjeno šolsko geometrijo. V naslednjih dveh desetletjih so se ti in na novo izdelani programi dinamične geometrije funkcionalno poenotili. Med temi programi je danes v Evropi in tudi drugod najbolj razširjen odprtokodni program GeoGebra. Bistvo sistemov dinamične geometrije je, da omogočajo variiranje izhodiščnih elementov geometrijske konstrukcije (npr. primer z »vlečenjem« točk), tako da je grafična predstavitev geometrijske konstrukcije dinamična. Didaktiki so hitro spoznali velik učni potencial teh sistemov, ki so seveda bili tudi predmet številnih didaktično usmerjenih raziskav. Mnoge

geometrijske pojme in trditve je mogoče s sistemi dinamične geometrije predstaviti na načine, ki omogočajo kvalitetnejše razumevanje geometrijskih pojmov kot statične slike in bi bile težko izvedljive brez računalniško podprte tehnologije (Jones, 2001). Eksperimentiranje s konstrukcijami pri učencih močno olajša postavljanje hipotez o lastnostih konstrukcij in omogoča preprosto empirično preverjanje domnev o preučevanih konstrukcijah (de Villiers, 2010). Odkrivanje novih lastnosti, ki je prej pri pouku lahko zahtevalo veliko časa in dela z ročnimi orodji (seveda je tudi tovrstno delo pomembno), postane z dinamično geometrijo neprimerno učinkovitejše, tako da lahko učenci sami odkrivajo lastnosti geometrijskih objektov. Bodoči učitelji matematike pri svojem študiju spoznajo in tudi uporabljajo sisteme dinamične geometrije. Smernice uporabe IKT v slovenskih šolah (Sirnik in Bone, 2016) priporočajo aktivno uporabo dinamične geometrije le v srednjih šolah. Po naših izkušnjah pri delu z osnovnošolskimi učitelji matematike mnogi učitelji pri pouku pokažejo na spletu dostopne izdelane dinamične predstavitve geometrijskih objektov v obliki javanskih programčkov (appletov). GeoGebro ali kak drug sistem dinamične geometrije kot demonstracijsko sredstvo uporablja le manjši del učiteljev, le izjemoma pa kak osnovnošolski učitelj uvede učence v delo in raziskovanje s tovrstnim programom.

### ***Računalniški programi za dokazovanje geometrijskih trditev***

Eksperimentalni značaj programov dinamične geometrije omogoča učinkovito vizualno in numerično preverjanje pravilnosti konstrukcij in geometrijskih trditev. Preverjanje še tako številnih posebnih primerov je nekaj drugega kot splošni dokaz trditve. Raziskave o vlogi programov dinamične geometrije pri dokazovanju so obravnavale motiviranje učencev za deduktivno dokazovanje (Hadas, Herschowitz in Schwarz, 2001) in predvsem za razvijanje argumentativnega diskurza pri učencih (Abdelfatah, 2011; Prusak, Herschowitz in Schwarz, 2012). Učenje dokazovanja in predvsem avtomatsko dokazovanje geometrijskih trditev zahtevata drugačne pristope in orodja. Zato se je v zadnjem desetletju razvoj IKT orodij na področju šolske geometrije s področja eksperimentiranja v geometriji pomaknil na področje deduktivnega utemeljevanja, pri čemer lahko prepoznamo tri smeri razvoja.

Manj zastopana smer tega področja se ukvarja z orodji za pomoč učencem pri dokazovanju geometrijskih trditev. Sem spadajo programi za pisanje in predstavljanje dokazov, ki jih koncipira učenec. Tovrstni programi (npr. MR Geo) trditve ne dokazujejo niti ne preverjajo pravilnosti dokaza, temveč le usmerjajo učenca v korekten formalen zapis njegovega dokaza, dokaz tudi ilustrirajo in ga predstavijo na različne načine (Wong idr., 2011). K tej smeri prištevamo



tudi računalniška orodja za avtomatsko opazovanje in hipotetiziranje, npr. OK Geometry (Magajna, 2017). OK Geometry s posebnimi numeričnimi metodami preučuje dano dinamično geometrijsko konstrukcijo in opozori na lastnosti konstrukcije, ki veljajo »skoraj zagotovo« (torej z verjetnostjo blizu 1). Lahko rečemo, da OK Geometry generira hipoteze o konstrukciji, a jih ne dokazuje. OK Geometry pomaga pri dokazovanju s tem, da učenca opozori na številne lastnosti obravnavane konfiguracije, med katerimi so lahko take, ki so pomemben korak v dokazu. Mnogokrat namreč učenci ne zmorejo dokazati dane geometrijske trditve, ker ne opazijo kake pomembne lastnosti obravnavane konfiguracije. Še vedno pa mora učenec sam izbrati pomembne lastnosti in jih organizirati v deduktivno shemo – dokaz (Magajna, 2011).

Druga smer razvoja so računalniška orodja za avtomatsko izdelavo »berljivih« dokazov, torej dokazov, ki jih je mogoče razumeti in geometrijsko interpretirati. Ti programi prevedejo predpostavke in posledice v geometrijski trditvi v sistem enačb, ki povezujejo poznane in tudi neobičajne, umetelne geometrijske količine, kakršnih učenci pri pouku ne srečajo (npr. celi kot, pitagorejska razlika). Sicer zapleten postopek reševanja algebraskih enačb je mogoče izraziti v berljivem geometrijskem jeziku (Janičić, Narboux in Quaresma, 2012; Quaresma in Santos, 2016). K tej smeri lahko prištevamo tudi metodo geometrijske podatkovne baze, ki skuša geometrijsko trditev deduktivno povezati z množico privzetih geometrijskih trditev oziroma izrekov (Chou, Gao in Zhang, 2000). Gre za specifične metode, ki načeloma niso vedno uspešne, dobljeni dokazi pa so lahko zelo nenavadni in drugačni od razmišljanja, kot ga običajno srečajo učenci v šoli.

Močno prevladujoča smer v raziskovanju in razvoju programov ravninske geometrije so orodja za avtomatsko dokazovanje geometrijskih trditev z algebraskimi metodami. Tovrstni programi (npr. CGLC, Java Geometry Expert– JGEX, novejši modul dokazovanja v GeoGebri) prevedejo predpostavke in posledice geometrijske trditve v polinomske enačbe, nato pa s konceptualno in računsko zahtevnimi metodami komutativne algebre pokažejo, da trditev drži ali da trditve ne morejo dokazati oziromada trditevdrži pri dodatnih pogojih, ki jih je po navadi težko geometrijsko interpretirati (Pech, 2011). Sam dokaz tvori običajno nepregledna množica kompliciranih polinomskih enačb. Z vidika verifikacije so algebrajske metode najučinkovitejše in najsplošnejše med poznanimi metodami, žal pa so dokazi, česo računsko izvedljivi, neberljivi in ne omogočajo geometrijske interpretacije, torej so brez razlagalne vrednosti. Programi za avtomatsko dokazovanje geometrijskih trditev z algebraskimi metodami so poznani že več desetletij, vendar so zaradi računske zahtevnosti šele v zadnjem času implementirani na osebnih računalnikih in posledično v šolskem prostoru.

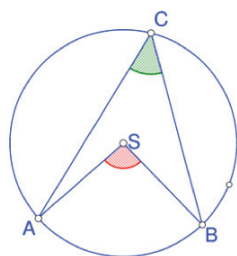
Medtem ko so orodja za pisanje in predstavljanje dokazov ter avtomatsko opazovanje v svoji zasnovi usmerjena v obstoječe načine poučevanja geometrije, je orodja za avtomatsko dokazovanje težko povezati z obstoječo šolsko geometrijo. Posledično se zastavlja vprašanje o vlogi omenjenih računalniških orodij pri izobraževanju bodočih učiteljev matematike. Ti študenti morajo vsekakor zelo dobro razumeti koncept dokaza, pomen predpostavk in seveda vsebine geometrijskih trditev, ki jih dokazujejo. Če si pri programih za opazovanje lahko nekako predstavljajo, kako deluje program, je to veliko težje pri programih za algebrasko dokazovanje. S programi avtomatskega opazovanja si študenti lahko pomagajo pri iskanju geometrijskih lastnosti in pri lastni izdelavi dokazov, programi za avtomatsko dokazovanje z algebraskimi metodami pa študentom povedo le to, da trditev zagotovo drži ali da je ni bilo mogoče dokazati (zaradi omejitve računalniškega spomina, dodatnih pogojev ali drugih razlogov). Prav ničesar pa ne izvemo o najpomembnejšem, tj. zakaj trditev drži. Kljub temu menimo, da obstajajo tehtni razlogi za obravnavo tovrstnih programov v procesu oblikovanja bodočih učiteljev matematike:

- (1) Študenti morajo poznati sodobna geometrijska orodja, jih znati uporabljati in interpretirati rezultate. Vsekakor dokaz, ki z geometrijsko argumentacijo pojasnjuje, zakaj nekaj drži, velja veliko več kot računalniško generiran algebraski dokaz, ki le potrди pravilnost trditve. To še zlasti velja v šolskem prostoru. Vendar pa je računalniško generiran algebraski dokaz, ki le potrди pravilnost trditve, vseeno boljši kot nič.
- (2) Programi avtomatskega opazovanja študentom razkrijejo bogastvo in strukturno povezanost lastnosti geometrijskih konfiguracij, torej odprejo prostor raziskovanja.
- (3) S hkratno uporabo programov dinamične geometrije, opazovanja in dokazovanja pri študentih ozavestimo dejstvo, da še tako natančno in obširno opazovanje v geometriji ne pomeni dokaza.
- (4) Kombinacija avtomatskega opazovanja in avtomatskega dokazovanja omogoča učinkovito raziskovanje konstrukcij. Študent med lastnostmi, pridobljenim iz avtomatskim opazovanjem, izbere zanimive lastnosti, veljavnost lastnosti pa skuša potrđiti z avtomatskim dokazovanjem.

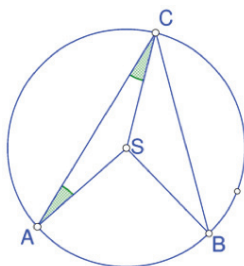
Vse zgoraj omenjene vrste programov, povezanih z dokazovanjem, so neuporabne za osnovnošolce, ki se geometrijskega argumentiranja in osnov dokazovanja šele učijo. Res je eden temeljnih namenov osnovnošolske geometrije, poleg oblikovanja geometrijskih pojmov, prav učenje utemeljevanja, toda pot od preprostih načinov utemeljevanja prek učenja argumentativnega diskurza do formalnega deduktivnega utemeljevanja ni preprosta. Zlasti pomembna je

priprava učencev na dokazovanje, torej spoznavanje nujnosti in pomena deduktivnega sklepanja, razumevanje pomena definicij, predpostavk in posledic matematičnih trditev. Menimo, da bi se vsaj zmožnejši učenci v osnovni šoli lahko soočili z začetnim dokazovanjem v geometriji. Učni načrt za osnovno šolo (Žakelj, 2011) ne omenja dokazovanja, poudarja pa pomen utemeljevanja na neformalni ravni. Tudi v osnovnošolskih učbenikih matematike ne zasledimo formalnega utemeljevanja. Pri pouku utemeljujejo le učitelji, naloge z utemeljevanjem so kvečjemu izjeme, kaj šele naloge z osnovnim dokazovanjem.

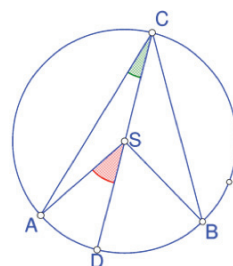
Pri delu z osnovnošolci smo v projektu uporabili metodo sličic, ki je preprosta inačica metode, uporabljene v programu OK Geometry, in ne zahteva uporabe IKT (Magajna, 2011). Učencem, ki utemeljujejo dano trditev o geometrijskih objektih, ponudimo izrezane sličice, ki poudarjajo izbrane lastnosti obravnavanih objektov. Učenci morajo razbrati grafično poudarjene lastnosti na sličicah, sličice postaviti v vrstni red in utemeljiti veljavnost lastnosti na posameznih sličicah z lastnostmi predhodnih sličic (slika 1). Gre torej za dokazovanje z oporo, pri čemer od učencev še ne zahtevamo formaliziranega zapisa dokaza, prav tako ne sistematične obravnave vseh možnosti, ki bi lahko nastopile pri dokazovanju.



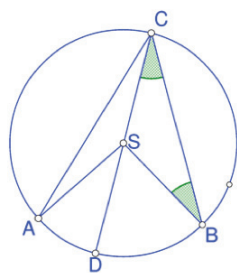
Središčni kot je dvakratnik  
obodnega kota



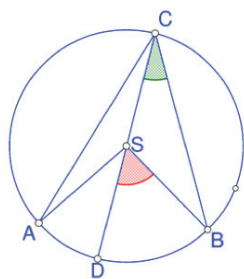
Primerjaj kota



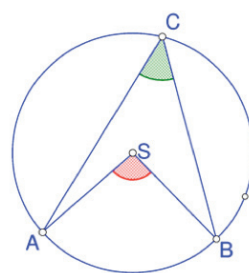
Primerjaj kota



Primerjaj kota



Primerjaj kota



Primerjaj kota

Slika 1: Dokazovanje izreka o središčnem in obodnem kotu z metodo sličic

V projektu smo v okviru geometrijskega dokazovanja preverjali, ali znajo bodoči učitelji usposobiti osnovnošolce za uporabo programov dinamične geometrije pri iskanju lastnosti geometrijskih objektov in preverjanju lastnosti. Preizkusili smo tudi, ali znajo učencem zagotoviti potrebno premišljeno oporo s sličicami pri začetnem dokazovanju.

### ***Raziskovalna vprašanja***

V raziskavi smo želeli odgovoriti na naslednja vprašanja:

1. V kolikšni meri so študenti usvojili formalno dokazovanje geometriji in osnove treh z dokazovanjem povezanih računalniških programov (GeoGebra, OK Geometry, JGEX)?
2. Kako uspešno so skupine študentov implementirale znanje o uporabi IKT v geometriji in o dokazovanju v geometriji v pouk matematično nadarjenih učencev?

Pri tem uspešnost implementacije ocenjujemo na podlagi naslednjih kriterijev:

- (a) Kako uspešno so si študenti zamislili in učencem predstavili izhodiščno problemsko situacijo?
- (b) Kako uspešno so študenti pripravili in izvedli poučevanje osnov dinamične geometrije z GeoGebro?
- (c) Kako uspešno so študenti pripravili in z učenci izvedli dejavnosti samostojnega raziskovanja dinamičnih konstrukcij v GeoGebri?
- (d) Kako uspešno so študenti pripravili in z učenci izvedli skupinsko utemeljevanje z metodo sličic?

### **Metoda**

Vzorec raziskave je bil priložnosten. Vanj smo vključili 34 študentov 4. letnika dvopredmetnega študijskega programa Matematika prve bolonjske stopnje ter 11 skupin matematično nadarjenih učencev (skupaj približno 165 učencev) starih 12 do 14 let iz 8 različnih ljubljanskih osnovnih šol.

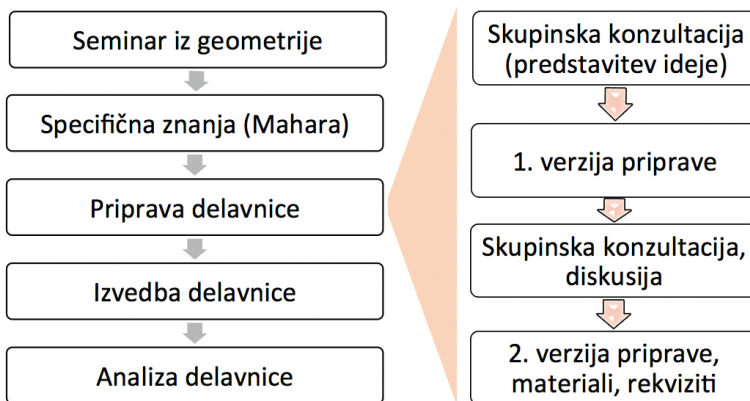
Raziskavo smo izvedli v okviru pilotne posodobitve študijskega predmeta Izbrana poglavja iz didaktike matematike, ki je bila del projekta IKT v pedagoških študijskih programih UL. V prvi fazi raziskave so študenti najprej pridobili osnovna znanja o treh računalniških programih, in sicer o programu dinamične geometrije GeoGebra, programu za avtomatsko opazovanje dinamičnih konstrukcij OK Geometry in programu za avtomatsko dokazovanje

geometrijskih trditev Java Geometry Expert (JGEX). Te programe so študenti nato uporabili pri izdelaviseminarških nalog, v katerih so teoretično obravnavali zanimive geometrijske probleme (34 različnih tem). Geometrijske situacije v seminarških nalogah naj bi obravnavali s tremi pristopi: z izdelavo podrobnega formalnega dokaza, z analizo s programom za opazovanje in s programom za avtomatsko dokazovanje. V drugi fazi raziskave so študenti v manjših skupinah na podlagi tem, razdelanih v prvi fazi (izbrali smo 11 različnih tem, npr. središčni in obodni kot, tetivni štirikotnik, Johnsonov izrek, Miquelov izrek, pričrtane krožnice), pripravili geometrijske delavnice za matematično nadarjene učence. Za vsako temo je bila pripravljena ena delavnica, ki jo je izvedla skupina treh do štirih študentov z do 20 nadarjenimi učenci. Posamezne delavnice so obsegale naslednje dejavnosti:

- (1) študenti so predstavili realistično situacijo kot izhodišče geometrijskega problema;
- (2) študenti so učence učili osnov programa dinamične geometrije (program GeoGebra);
- (3) učenci so s pomočjo GeoGebre odkrivali geometrijske zakonitosti;
- (4) učenci soz metodo sličic deduktivno dokazali odkrito zakonitost.

Celotno delo v drugi fazi so študenti dokumentirali v e-listovniku Mahara. Vsaka skupina študentov je tako izdelala svoj e-listovnik. Usposobljenost študentov za delo z Maharo ni predmet naše raziskave, zato bomo pridobljene izkušnje na tem področju le omenili.

Celoten proces poteka raziskave je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Proces izvedbe delavnic iz geometrije v okviru predmeta  
Poglavja iz didaktike matematike

Podatke smo zbrali z anketiranjem, opazovanjem (polstrukturiran opazovalni list) in analizo dokumentov (seminarske naloge študentov, e-listovnik Mahara). Anketni vprašalnik za študente je sestavila skupina, ki je vodila projekt IKT v pedagoških študijskih programih UL. Vprašalnik je bil sestavljen iz štirih pet-stopenjskih ocenjevalnih lestvic in štirih vprašanj odprtega tipa. Z ocenjevalnimi lestvicami smo ugotavljali študentovo oceno razumevanja obravnavanih vsebin pri predmetu zaradi uporabe IKT, oceno izvedbe aktivnosti z IKT pri predmetu, oceno kakovosti vključitve IKT v izvedbo predmeta ter kako jim je bila uporaba IKT pri predmetu všeč. Z odprtimi vprašanji smo ugotavljali, katere so po mnenju študentov ključne prednosti in možne slabosti uporabe IKT pri predmetu, kako bodo to znanje lahko uporabili v prihodnje pri pedagoškem delu ter kakšni so njihovi predlogi sprememb pri vključitvi IKT v predmet. Sestavili smo polstrukturiran opazovalni list, s katerim smo na štiristopenjski ocenjevalni lestvici (1 – neustrezno, 4 – odlično) ugotavljali kakovost izvedbe matematičnih delavnic za nadarjene po naslednjih vsebinskih sklopih: predstavitev izhodiščne situacije/matematičnega problema učencem, poučevanje osnov GeoGebre, nudenje možnosti učencem za raziskovanje v GeoGebri, izvedba utemeljevanja/dokazovanja. V zadnjem razdelku opazovalnega lista je opazovalec lahko zapisal morebitne druge posebnosti pri izvedbi.

Z analizo seminarskih nalog smo ugotavljali, v kolikšnem deležu so študenti uporabljali posamezne programe za risanje, odkrivanje geometrijskih lastnosti in njihovo dokazovanje. Študenti so svoje izdelke, namenjene izvedbi delavnice, oblikovali v e-listovniku Mahara. Študentom je bila dana predloga e-listovnika na osmih straneh: predstavitvena stran, povzetek teorije, uvod v GeoGebro, izziv, utemeljevanje, dodatne naloge, učna priprava, analiza/refleksija izvedbe. Analiza strani v e-listovniku nam pove, v kolikšni meri so znali študenti izbrane ideje iz prvega dela raziskave preoblikovati in uporabiti pri poučevanju geometrije, učenja uporabe dinamične geometrije in začetnega učenja strožjega dokazovanja v osnovni šoli. Izdelali smo ocenjevalno shemo, po kateri smo izbrane strani e-listovnika (predstavitvena stran– problemska situacija, uvod v GeoGebro, izziv–raziskovanje v GeoGebri, utemeljevanje) ocenili po več kriterijih (privlačnost, vsebinska ustreznost in tehnična izdelava). Posamezne kriterije smo ocenjevali s tristopenjsko ocenjevalno lestvico (1 – neustrezno, 3 – odlično). Za oceno uspešnosti priprave e-listovnika smo naredili analizo kriterija vsebinske ustreznosti.

Zbrane podatke smo obdelali kvantitativno z uporabo opisne statistike.

## Rezultati z razpravo

V okviru projekta so študenti spoznali tri vrste geometrijskih programov: GeoGebra (program za risanje dinamičnih konstrukcij), OK Geometry (program za odkrivanje lastnosti dinamičnih konstrukcij) in JGEX (program za avtomatsko dokazovanje geometrijskih trditvev). Vsak študent je moral izdelati seminar o geometrijski temi. V okviru seminarja so morali študenti izdelati formalen dokaz geometrijske trditve ter izvesti dejavnosti konstruiranja, odkrivanja lastnosti in avtomatskega dokazovanja. Zanimalo nas je, v kolikšni meri so študenti usvojili formalno dokazovanje in osnove teh treh računalniških programov. Tabela 1 prikazuje število seminarjev s pričakovano dejavnostjo (N) in dejansko uporabo posameznih programov.

*Tabela 1: Uporaba posameznih računalniških programov pri izdelavi seminarskih nalog*

Programska oprema	Računalniške dejavnosti v seminarski nalogi		
	Risanje	Odkrivanje	Dokazovanje
N (pričakovano)	33	25	24
GeoGebra	30	4	0
OK Geometry	11	18	0
JGEX	7	2	16

Iz tabele 1 je razvidno, da je 91 % študentov za risanje dinamičnih geometrijskih konstrukcij uporabljalo GeoGebro in nekateri tudi druge programe. Za odkrivanje lastnosti je 72 % študentov uspešno uporabilo OK Geometry, nekateri tudi druge programe. Za dokazovanje je 67 % študentov uspešno uporabilo JGEX. Ocenjujemo, da so študenti v zadovoljivi meri usvojili znanja o uporabi geometrijskih programov, in to kljub težavam z dostopnostjo računalniških učilnic med predavanji in vajami.

V kontekstu priprave in izvedbe matematičnih delavnic za nadarjene nas je tudi zanimalo, kako uspešno so skupine študentov implementirale znanje o uporabi IKT v geometriji in v dokazovanju v geometriji v pouk matematično nadarjenih učencev. Uspešnost implementacije (torej priprave in izvedbe delavnic) smo ocenili na podlagi štirih kriterijev: oblikovanje problemske situacije, poučevanje osnov GeoGebre, ponujanje priložnosti učencem za raziskovanje v GeoGebri in utemeljevanje z metodo sličic. Tabela 2 prikazuje, kako uspešne so bile skupine v povprečju pri posameznih dejavnostih pri pripravi in tudi izvedbi delavnice. Pripravo študentov na delavnico (izdelano v

e-listovniku) po posameznih kriterijih smo ocenili na ocenjevalni lestvici od 1 – neustrezno do 3 – odlično, medtem ko izvedbo na ocenjevalni lestvici od 1 – neustrezno do 4 – odlično.

*Tabela 2: Uspešnost študentov pri pripravi in izvedbi geometrijskih delavnic za učence*

	PRIPRAVA (1-3)		IZVEDBA (1-4)	
	M	SD	M	SD
<b>Problemska situacija</b>	2,55	0,522	3,00	0,707
<b>Poučevanje GeoGebre</b>	2,55	0,688	3,46	0,688
<b>Raziskovanje z GeoGebro</b>	2,46	0,688	3,09	0,831
<b>Utemeljevanje</b>	2,91	0,302	3,00	0,775

Študenti so si v povprečju problemsko situacijo zelo dobro ( $M = 2,55$ ,  $SD = 0,522$ ) zamislili in jo učencem tudi zelo dobro ( $M = 3,00$ ,  $SD = 0,707$ ) predstavili. Ugotovili smo, da je 55 % skupin študentov problemsko situacijo pripravilo odlično, 45 % pa dobro z nekaj pomanjkljivostmi. Pri izvedbi je 22 % skupin študentov to dejavnost izvedlo odlično, prav toliko skupin študentov (22 %) jo je izvedlo neustrezno, večina skupin študentov (56 %) pa jo je izvedla dobro. Študenti so pokazali pri svojih zamislih problemskih situacij veliko izvirnosti in ustvarjalnosti, največ težav pa so imeli pri zastavljanju matematičnih vprašanj, ki jih lahko izzove problemska situacija. To se je odražalo tudi pri sami izvedbi, saj je večina skupin študentov premalo poudarjala matematično bistvo in imela težave pri matematizaciji problema.

Študenti so znali svoje znanje uporabe programa za dinamično geometrijo GeoGebra zelo dobro prenesti v učilnico, saj so se na poučevanje v povprečju zelo dobro pripravili ( $M = 2,55$ ,  $SD = 0,688$ ). Ugotovili smo, da je 64 % skupin študentov to dejavnost pripravilo odlično, 27 % dobro in 9 % (to je 1 skupina) neustrezno. Izvedba poučevanja GeoGebre je bila med vsemi vidiki pri skupinah študentov v povprečju ocenjena najvišje ( $M = 3,46$ ,  $SD = 0,688$ ), saj je 55 % skupin študentov poučevanje GeoGebre izvedlo odlično, 36 % skupin študentov dobro in 9 % skupin študentov z večjimi pomanjkljivostmi (neustrezno). To se je odražalo tudi pri poznejšem delu učencev, saj večinoma niso imeli težav, ko so sami raziskovali v GeoGebri. Ključne napake študentov pri poučevanju GeoGebre so bile: zanemarjanje tehnike dela z GeoGebro, opisovanje nepotrebnih ukazov in nepotrebna obravnava več različic osnovnih postopkov. Ta del delavnice je bil pri nekaterih študentih časovno predolg,



so pa vse skupine študentov odlično uporabile vojaško metodo poučevanja uporabe ukazov v GeoGebri.

Med opazovanimi vidiki ocenjevanja uspešnosti priprave delavnice so imeli študenti največ težav s pripravo dejavnosti samostojnega raziskovanja v GeoGebri. V povprečju so študenti to dejavnost pripravili dobro ( $M = 2,46$ ,  $SD = 0,688$ ). So pa pri pripravi te dejavnosti potrebovali kar nekaj naše pomoči. Ugotovili smo, da je 55 % skupin študentov to dejavnost pripravilo odlično, 36 % dobro in 9 % (to je 1 skupina) neustrezno. Izvedba dejavnosti raziskovanja v GeoGebri je bila v povprečju zelo dobra ( $M = 3,09$ ,  $SD = 0,831$ ), kar pomeni, da so imeli učenci dovolj priložnosti, da so v GeoGebri sami raziskovali in tako odkrivali matematične zakonitosti v geometriji, ki so jih potem dokazali. Samostojno izdelavo konstrukcij in njihovo preučevanje so učenci pri 36 % skupin študentov izvedli odlično, prav toliko (36 %) jo je izvedlo dobro, medtem ko v 28 % skupin študentov ta dejavnost ni bila ustrezno izvedena. Glavna težava pri izvedbi samostojnega raziskovanja so bila premalo jasna navodila za delo, kar je pogosto pripeljalo do bolj vodenega dela, priložnosti za samostojno raziskovanje pa je bilo manj. Študenti so sicer pri tej dejavnosti večinoma zelo dobro poudarili cilje raziskovanja oziroma ključne ugotovitve, ki so jih potem učenci dokazali z metodo sličic. Učenci večjih težav s samimi ukazi v GeoGebri niso imeli.

Zadnji pomemben kriterij, ki smo ga upoštevali pri oceni uspešnosti priprave in izvedbe delavnice, sestavljata priprava gradiva za dokazovanje s sličicami in izvedba dokazovanja z učenci. Ugotovili smo, da so ta del delavnice študenti v povprečju pripravili odlično ( $M = 2,91$ ,  $SD = 0,302$ ) in večinoma samostojno, saj je 91 % skupin študentov to dejavnost pripravilo odlično, 9 % (to je 1 skupina) pa dobro. Uspešnost priprave te dejavnosti povezujemo s tem, da so imeli študenti pri seminarskih nalogah predhodne izkušnje z dokazovanjem. Pri dokazovanju z metodo sličic so študenti učence v povprečju vodili zelo dobro ( $M = 3,00$ ,  $SD = 0,775$ ). Pri tem je 46 % skupin študentov to dejavnost izvedlo dobro, 27 % skupin študentov odlično in prav toliko skupin študentov (27 %) neustrezno. Pri vseh skupinah študentov so učenci uspešno izpeljali dokaz s sličicami. Večina skupin je učencem znala jasno predstaviti metodo sličic in uspešno dajala namige, če so jih pri dokazovanju potrebovali. Najpogostejša napaka pri skupinah študentov je bila, da so prehitro prešli v vodeno frontalno dokazovanje, pri katerem učenci večinoma niso več sami razmišljali o korakih dokaza. Prav tako je nekaj skupin študentov učencem premalo poudarilo sam pomen dokazovanja in tudi, kaj sploh dokazujejo.

## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Z IKT podprte študentske geometrijske delavnice z osnovnošolci so po našem mnenju lahko pomemben način razširjanja zavedanja pomembnosti uporabe IKT pri učenju zahtevnejših procesnih znanj v osnovnošolski geometriji. Dobljeni rezultati raziskave kažejo, da so uporabljeni računalniški program primerni za delo s študenti, saj jih študenti lahko obvladajo ter uporabijo kot učno orodje pri izdelavi dokazov. Prav tako se tudi učenci (vsaj učno zmogljivejši) v višjih razredih osnovne šole lahko ob ustreznem uvajanju brez težav naučijo osnov dela s programom za dinamično geometrijo GeoGebra, tako da lahko z njegovo pomočjo samostojno raziskujejo matematične zakonitosti in jih z metodo sličic tudi dokazujejo. Študenti so pri pripravi matematičnih delavnic pokazali kreativnost pri oblikovanju problemskih situacij, so pa potrebovali podporo pri vsebinskih (matematičnih) vprašanjih, vezanih na dano problemsko situacijo. Vsebinsko je to najzahtevnejši del priprave takega dela z učenci in menimo, da bi pri njegovi vpeljavi v pouk tudi učitelji potrebovali neko oporo.

Študenti so vpeljano inovacijo (uporaba IKT) v študijski predmet sprejeli pozitivno, saj je največ študentov ocenilo, da jim je všeč in da se strinjajo, da zaradi uporabe IKT pri predmetu bolje razumejo obravnavano snov in da je bila IKT v izvedbo predmeta dobro vključena. Izvedbo dejavnosti z IKT pri predmetu ocenjujejo kot dobro. Študenti so glede prednosti uporabe IKT pri predmetu izpostavili spoznavanje novih programov in usposobljenost za njihovo uporabo, učinkovitost programov pri poučevanju in sledenje sodobnim trendom izobraževanja. Med možnimi slabostmi uporabe IKT pri predmetu so izpostavili preobremenjenost študentov, slabo opremljenost ozirom adostopnost do računalnikov pri predavanjih in vajah ter hitre spremembe na področju IKT. Med pomembnimi predlogi so izpostavili predvsem boljše pogoje izvedbe v smislu dostopnosti do računalniških učilnic med predavanji in vajami. Menimo, da je opisana izvedba posodobitve predmeta študentom omogočala integrirano učenje več znanj, relevantnih za bodoče učitelje matematike: (1) spoznavanje računalniških programov s področja geometrije, (2) učenje z IKT podprtega poučevanja geometrije, (3) izkušnja timskega poučevanja, (4) delo z matematično nadarjenimi učenci, (5) izkušnja z uporabo sodelovalnega spletnega orodja (e-listovnik Mahara) v poučevalnem kontekstu. Za tega smo ugotovili, da je učinkovito orodje za sodelovalno delo študentov ter sprotno spremljanje in zagotavljanje podpore študentom s strani učiteljev. Študenti so delo z e-listovnikom hitro in dobro usvojili, saj je bila približno polovica izdelkov v e-listovniku tehnično povsem primerna. To pomeni, da

so bili pregledni, tehnično ustrezno oblikovani in so vključevali več različnih elementov multimedije (tekst, slike, video, dinamične konstrukcije). Približno tretjina izdelkov je bila primernih z manjšimi pomanjkljivostmi in manj kot petina izdelkov je bila neustrezna v kakšnem tehničnem vidiku. Čeprav to ni bil prvotni namen, smo s projektom pri študentih razvijali tudi digitalne kompetence, in sicer:

- komunikacijo na ravni samostojnega uporabnika (znati uporabljati sodelovalna spletna orodja, vanje nalagati datoteke, deliti datoteke, ki jih je izdelal nekdo drug);
- ustvarjanje vsebin na ravni usposobljenega uporabnika (znati ustvariti zahtevnejše multimedijske vsebine z različnimi orodji na različnih digitalnih platformah in okoljih; znati pripraviti spletno stran z uporabo programske opreme);
- reševanje problemov na ravni samostojnega uporabnika (znati rešiti preproste probleme, ki se pojavijo pri uporabi digitalne tehnologije; znati izbrati digitalno orodje, ki ustreza potrebam, ter znati preučiti nastavitve in funkcionalnosti programov).

## Literatura

- Abdelfatah, H. (2011). A story based dynamic geometry approach to improve attitudes toward geometry and geometric proofs. *ZDF – International Journal on Mathematics Education*, 43(3), 441–450.
- Chou, S., Gao, X., in Zhang, J. (2000). A deductive database approach to automated geometry theorem proving and discovering. *Journal of Automated Reasoning*, 25(3), 219–246.
- De Villiers, M. (2010). Experimentation and proof in mathematics. V G. Hanna, H. Jahnke in H. Pulte (ur.) *Explanation and proof in mathematics: Philosophical and educational perspectives*(str. 205–221). Berlin:Springer.
- Hadas, N., Hershkowitz, R., in Schwarz, B. (2000). The role of contradiction and uncertainty in promoting the need to prove in dynamic geometry environments. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1–2), 127–150.
- Hanna, G. (2000). Proof, explanation and exploration: An overview. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1), 5–23.
- Janičić, P., Narboux, J., in Quaresma, P. (2012). The area method: A recapitulation. *Journal of Automated Reasoning*, 48(4), 489–532.
- Jones, K. (2001). Learning geometrical concepts using dynamic geometry software. V K. Irwin (ur.), *Mathematics education research: A catalyst for change* (str. 50–58). Auckland: University of Auckland.

- Lingefjård, T. (2011). Rebirth of Euclidean geometry? V L. Bu in R. Schoen (ur.), *Model-centered learning: Pathways to mathematical understanding using GeoGebra* (str. 205–215). Rotterdam: Sense Publishers.
- Magajna, Z. (2011). An observation tool as an aid for building proofs. *The Electronic Journal of Mathematics & Technology*, 5(3), 251–260.
- Magajna, Z. (2017). Automated Observation of Dynamic Constructions. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 24(3), 115–120.
- Žakelj, A. (2011). *Program osnovna šola. Matematika. Učni načrt*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf)
- Pech, P. (2011). On proving and discovering theorems by computer. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 5(2), 109–129.
- Prusak, N., Hershkowitz, R., in Schwarz, B. B. (2012). From visual reasoning to logical necessity through argumentative design. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 19–40.
- Quaresma, P., in Santos, V. (2016). Visual geometry proofs in a learning context. V *Workshop on Theorem proving components for Educational software (THEdu'15), March 2016*. Pridobljeno s <https://www.uc.pt/en/congressos/thedu/thedu15/files/thedu1art>
- Sirnik, M., in Bone, J. (2016). *Smernice za uporabo IKT pri predmetu matematika*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://www.zrss.si/digitalnknjiznica/smernice-ikt-mat/>
- Wong, W.-K., Yin, S.-K., Yang, H.-H., in Cheng, Y.-H. (2011). Using computer-assisted multiple representations in learning geometry proofs. *Educational Technology & Society*, 14(3), 43–54.



## Vsebinsko kazalo

### A

aktivni pouk, 4, 27, 34-35, 38-39

### B

biologija (biološko izobraževanje), 3-4, 33, 67-69, 81-82, 84-86, 92, 222

### D

digitalna mikroskopija, 81, 83  
digitalni komunikacijski medij, 167, 169, 177  
digitalne kompetence, 219, 222-224, 226, 314  
digitalno opismenjevanje, 5-6, 209, 211, 213, 219, 222-226  
dinamična geometrija, 301-303, 305, 307-309  
dokazovanje, 197, 301-310, 312

### E

eksperimentalno-raziskovalno delo, 45, 50-51, 55-56, 59  
e-stripi, 34-38  
e-učilnica (elektronska učilnica), 4, 63, 65-69, 74-79, 218

### F

fizično računalništvo, 131-137, 139, 141-142, 145-147, 227  
fizika (fizikalno izobraževanje), 3-4, 33, 95, 100-108, 132, 141, 143, 146, 222, 253, 281

### G

glasovalni sistem, 4, 36, 95, 97-98, 100-101, 103, 106-109

### H

hospitacije, 3, 13, 15-24

### I

IKT orodja, 6, 167, 169-170, 172, 174, 183, 257, 261, 279  
IKT pri eksperimentalnem delu, 45, 58  
informatika, 3, 5, 129, 145, 171, 213  
inovativne didaktične metode, 151, 153  
inovativno konstruiranje, 279  
inovativnost, 6, 113, 118, 212, 235-238, 242-248, 251-253, 281-286, 290-292, 295-296  
interaktivno gradivo, 5, 187, 190, 193, 195, 197-205  
interaktivni video, 39-40  
izobraževalne igre (igre pri pouku), 40, 151, 153-158, 160-161, 163  
izobraževanje učiteljev (usposabljanje učiteljev), 92, 133, 146, 153, 219, 227, 242

### K

kemija (kemijsko izobraževanje), 3-4, 13-20, 22, 24, 27, 29-40, 42, 45  
kombinirano učenje, 6, 50-53, 59, 65, 113-115, 119, 122, 124, 257, 259-261, 270, 276-277  
konstrukcionizem, 131, 133, 135  
kviz, 99, 102-103, 105-106, 124

### M

matematika (matematično izobraževanje), 3, 6-7, 141, 143-144, 146, 222, 233, 244, 280, 301-303, 305-308, 313  
medijska pismenost, 209, 212, 226-228  
medpredmetno povezovanje, 141-142, 146, 244, 281  
mobilne naprave, 15, 49, 209, 211

**O**

obrnjeno učenje, 257, 259-261, 263, 270

**P**

poletna šola, 114-116, 119, 133  
 problemsko učenje, 146, 235  
 projektno delo (projektno učno delo),  
 131, 138, 142, 145-146, 154, 158,  
 167, 171, 173, 177-178, 182

**Q**

QR kode, 34-37, 41

**R**

računalništvo (računalniško izobraževanje), 3, 5, 129, 131-147, 151-154, 156,  
 160, 189, 213, 222, 224, 227-229  
 računalniško dokazovanje, 301  
 računalniško opazovanje, 301  
 roboti, 131-132, 134-138, 140, 142,  
 145-146

**S**

sodelovalno učenje, 3, 12, 15-16, 24,  
 145  
 spletna okolja, 167-168, 181-182, 191,  
 193  
 spletna orodja, 5, 167, 183, 268, 314

**T**

tehnika (tehniško izobraževanje), 3,  
 6, 64, 70, 100, 123, 132, 143-144,  
 146-147, 159, 161, 168, 177, 222,  
 235-236, 239, 242, 244, 246, 252-253,  
 257, 260-261, 263, 266, 270, 275-277,  
 279-286, 291, 293, 297, 311

timsko poučevanje, 4, 30, 63-66, 72-73,  
 76-77, 79, 313

tiskano študijsko gradivo, 187

tiskarski postopki, 5, 172, 187, 190-195,  
 197, 203-204

trialogsko učenje, 151, 155-156

**U**

učenje prek snovanja iger, 151  
 učenje z raziskovanjem, 46, 48-51, 55,  
 59

učni model, 6, 235-236, 238-239, 242-  
 247, 249, 252-253, 262, 279, 283-285,  
 291-292, 295-297

učni načrt, 29-30, 35, 76, 82, 146, 156,  
 222-223, 226-228, 281, 302, 306

učni rezultati, 24, 97, 187-188, 202,  
 204-205, 216

utrjevanje znanja, 40, 101, 157, 183

**3**

3D-animacije, 171, 177, 187-190, 193-  
 194, 196, 204-205

3D-tisk (3D-tiskalnik), 6, 169, 177, 191,  
 193-194, 235, 242, 248-249, 252,  
 279-281, 284-285, 291-292, 296-297

Univerza v Ljubljani



ISBN 978-961-6410-62-5



9 789616 410625 >