

Univerza v Ljubljani



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD
SOCIALNI SKLAD

Strokovne podlage za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje **matematike,** **tehnike in računalništva**

Matej Urbančič, Marko Radovan,
Mateja Bevčič, Sara Droždek, Sergej Faletič,
Sanja Jedrinović, Anja Luštek, Jože Rugelj,
Stanislav Avsec

Ljubljana, 2021

Strokovne podlage za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje matematike, tehnike in računalništva

Poročilo o izvedbi pilotne posodobitve poučevanja pri projektu »IKT v pedagoških študijskih programih UL«

Avtorji in avtorice besedil: Matej Urbančič, Marko Radovan, Mateja Bevčič, Sara Droždek, Sergej Faletič, Sanja Jedrinović, Anja Luštek, Jože Rugelj, Stanislav Avsec

Jezikovni pregled: Tina Petrovič

Tehnično urejanje: Matej Urbančič

Izdaja: prva elektronska izdaja

Založila: Založba Univerze v Ljubljani

Za založbo: Gregor Majdič, rektor Univerze v Ljubljani

Publikacija je brezplačna.

Publikacija je nastala v okviru projekta »Projekt »IKT v pedagoških študijskih programih UL«, ki ga sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada.

Univerza v Ljubljani



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT**



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI
SOCIALNI SKLAD

V skladu s 7. členom Pogodbe o sofinanciranju operacije je gradivo prosto dostopno, objavljeno na spletni strani upravičenca <http://ikt-projekti.uni-lj.si/porocila%20projekta.html> z dne 17. 6. 2019. Gradivo, nastalo pri izvedbi operacije, se ne sme uporabljati v tržne namene.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
COBISS.SI-ID 88184067
ISBN 978-961-7128-12-3 (PDF)

Kazalo

Uvod	4
Didaktične kompetence učiteljev	5
Digitalne kompetence učiteljev	6
Priprava strokovnih podlag za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu	8
Teoretična izhodišča	9
Teoretična izhodišča za podpodročje matematike	11
Teoretična izhodišča za podpodročje tehnike	12
Teoretična izhodišča za podpodročje računalništva	13
Ugotovitve iz analize stanja na pedagoških študijskih programih za področje matematike, tehnike in računalništva	15
Ugotovitve iz analize stanja o kompetencah in veščinah za uporabo IKT v pedagoških študijskih programih za področje matematike, tehnike in računalništva	15
Ugotovitve iz evalvacije didaktičnih pristopov v pedagoških študijskih programih za področje matematike, tehnike in računalništva	16
Ugotovitve iz analize intervjujev s predstavniki naprednih uporabnikov za področje matematike, tehnike in računalništva	18
Analiza učnih načrtov za osnovno in srednjo šolo za področje matematike, tehnike in računalništva	19
Univerzitetni študijski programi za področje matematike, tehnike in računalništva	22
Univerzitetni študijski programi za področje matematike	22
Univerzitetni študijski programi za področje tehnike	23
Univerzitetni študijski programi za področje računalništva	25
Predstavitev pilotnih izvedb posodobitev s področja matematike, tehnike in računalništva	25
Pilotne izvedbe posodobitev s področja matematike	26
Pilotne izvedbe posodobitev s področja tehnike	27
Pilotne izvedbe posodobitev s področja računalništva	28
Smernice za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje matematike, tehnike in računalništva	30
Kompetence učiteljev s področja matematike, tehnike in računalništva	30
Smernice za področje matematike, tehnike in računalništva	31
Zaključek	33
Viri	36

Uvod

Za uspešno uporabo z IKT podprtih inovativnih oblik poučevanja in učenja je nujno učiteljevo poznavanje različnih didaktičnih pristopov in možnosti za učinkovito uporabo IKT v pedagoškem procesu, pa tudi digitalna pismenost učitelja in učencev. Usposabljanje visokošolskih učiteljev za take oblike pedagoškega dela je bil glavni cilj pri pripravi in izvedbi projekta »IKT v pedagoških študijskih programih UL«, ki je omogočil posodobitev študijskih procesov na tem področju ter spodbudil uporabo inovativnih oblik poučevanja in učenja na visokošolskih zavodih, ki se ukvarjajo z izobraževanjem učiteljev.

V okviru projekta so visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo študijske programe za izobraževanje učiteljev (pedagoški študijski programi – PŠP), v pilotnih izvedbah posodobljenih predmetov usposabljali študente, bodoče osnovnošolske in srednješolske učitelje, za uporabo izbranih didaktičnih pristopov, podprtih z uporabo IKT v procesu poučevanja in učenja.

V projektu je sodelovalo devet članic Univerze v Ljubljani, ki ponujajo študijske programe za izobraževanje učiteljev: Akademija za glasbo, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za matematiko in fiziko, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Fakulteta za šport, Filozofska fakulteta, Pedagoška fakulteta in Teološka fakulteta.

V sodelovanju s članicami smo oblikovali šest vsebinskih področij, na katerih visokošolski učitelj in sodelavci, vključeni v projekt, izvajajo študijske predmete. Ta področja so:

- (1) **Jeziki**, v katere so bili vključeni visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo PŠP na Filozofski in Pedagoški fakulteti;
- (2) **Družboslovje in humanistika**, v katera so bili vključeni visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo PŠP na Filozofski fakulteti;
- (3) **Matematika, Računalništvo in Tehnika**, v katere so bili vključeni visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo PŠP na Pedagoški fakulteti, Fakulteti za matematiko in fiziko in Fakulteti za računalništvo in informatiko;
- (4) **Naravoslovje**, v katero so bili vključeni visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo PŠP na Pedagoški fakulteti, Biotehniški fakulteti, Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo in Fakulteti za matematiko in fiziko;
- (5) **Umetnost**, v katero so bili vključeni visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo PŠP na Akademiji za glasbo in Pedagoški fakulteti ter
- (6) **Interdisciplinarna skupina**, v katero so bili vključeni visokošolski učitelji in sodelavci, ki izvajajo PŠP na Pedagoški fakulteti, Filozofski fakulteti in Fakulteti za šport.

Pomemben del dejavnosti v projektu je bil usmerjen na pripravo strokovnih podlag za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu pri usposabljanju osnovnošolskih in srednješolskih učiteljev, pripravo Priporočil za opremljenost šol z IKT in zagotavljanje informacijske podpore učiteljem ter na posodobitev metod poučevanja in učnih gradiv in okolij, ki so v uporabi na pedagoških študijskih programih.

V okviru projekta smo organizirali štiri posvete z mednarodno udeležbo in izvedli deset delavnic za visokošolske učitelje in sodelavce. Izbrani visokošolski učitelji in sodelavci, ki poučujejo na sodelujočih devetih članicah UL, so ob podpori strokovnjakov za didaktično uporabo IKT razvili gradiva ter pripravili in izvedli več kot šestdeset pilotnih izvedb

posodobljenih študijskih predmetov na omenjenih šestih vsebinskih področjih. Načrtovali in izvedli so tudi evalvacijo pilotnih izvedb posodobitev.

Projekt je pomemben tudi z vidika prepoznavanja možnosti, ki jih nudi uporaba IKT za doseganje digitalne pismenosti ter za vseživljenjsko učenje in konkurenčnost na trgu dela. Projekt pomembno prispeva k razvoju splošnih in poklicnih kompetenc diplomantov pedagoških študijskih programov na vseh omenjenih področjih. Pridobljena znanja bodo bodočim učiteljem omogočala tudi nadaljnje razvijanje komunikacijskih veščin in kritičnega mišljenja s sposobnostjo reševanja problemov.

Didaktične kompetence učiteljev

Čeprav v splošnem tehnologija sama po sebi še ne pomeni večje kakovosti pouka in učenja, lahko preišljeno načrtovanje in izvajanje ustreznih didaktičnih pristopov in strategij, ki vključujejo IKT, pomembno vpliva na kakovost poučevanja in učenja.

Premislek o ustrezni didaktični uporabi IKT je za učitelja in pouk ključen, saj učitelju pomaga pri odločanju, kdaj, kako in zakaj naj ga vključi v pouk. IKT omogoča vključevanje interaktivnosti, vizualizacije in drugih možnosti za podporo kognitivnim procesom, posredovanje povratnih informacij in ocenjevanja znanja, sodelovalno delo in izmenjavo zamisli, lažje iskanje, izbiro, izdelavo in shranjevanje učnih gradiv ter bolj učinkovito organiziranje učnih aktivnosti in administrativnih opravil, ki so povezana s pedagoškim procesom.

Vključevanje IKT od učitelja zahteva poznavanje pristopov za ustrezno uporabo IKT v izobraževalnem procesu ter znanja za pripravo didaktično ustreznih učnih gradiv in za ustrezen način njihovega vključevanja v pouk. Poznati mora tudi programska orodja in storitve za podporo sodobnim metodam poučevanja. Učitelj mora samoiniciativno iskati, razvijati in preizkušati možnosti za učinkovito uporabo IKT in ga kritično vrednotiti, uvajati na učenca usmerjene učne dejavnosti, prožne oblike dela, ustvarjalne naloge in inovativne projekte ter v največji meri upoštevati potrebe in zahteve posameznikov.

IKT vzpostavlja možnosti za računalniško podprto sodelovalno učenje, spreminja časovne in prostorske vidike izvajanja procesa izobraževanja ter organizacijo učenja. Sodelovalno učenje, podprto z IKT, zahteva tudi spremembo vloge učitelja. Ta predvsem pripravlja učne vsebine in strukturo pouka ter predvidi dejavnosti in vključevanje učencev v učni proces. V času izvajanja učnih dejavnosti spremlja delo učencev, jim daje povratne informacije in jim svetuje.

Uporaba tehnologije omogoča pri učenju z raziskovanjem hitrejše pridobivanje, zbiranje, analizo in vrednotenje podatkov, zato ostane več časa za kritičen razmislek o pristopu raziskovanja in sprotno refleksijo o opravljenem delu. Podobno učni pristopi pri problemsko zasnovanem delu zahtevajo usmerjenost nalog in dejavnosti k učencem, pri eksperimentalnem delu učinkovitejše izvajanje meritev in takojšnjo predstavitev zbranih rezultatov, pri projektne učnem delu pa omogočijo zbiranje in vrednotenje digitalnega gradiva.

Digitalne kompetence učiteljev

Prav zaradi navedenih razlogov, pa tudi zaradi eksponentne rabe računalniško podprtega IKT na vseh področjih življenja in dela, vse pomembnejše postajajo t. i. »digitalne kompetence« učiteljev. Digitalne kompetence je mogoče določiti splošno za vse državljane (DigComp, 2013)¹, za izobraževalne ustanove (DigCompOrg, 2016)² ali za učitelje (DigCompEdu, 2017)³. Cilj vseh teh okvirov je poenotenje kategorij, ki omogočajo mednarodno primerljiv in skladen jezik za opisovanje ključnih kompetenc, določajo lestvice, s katerimi je mogoče opredeliti raven doseženih kompetenc, spremljati napredovanja na ravni posameznika ter prepoznati potrebe po nadaljnjem usposabljanju.

Digitalne kompetence (DigComp, 2013) so ena izmed osmih skupin ključnih kompetenc, ki jih je definirala skupina strokovnjakov pod okriljem Evropske komisije iz njihovega skupnega raziskovalnega središča v Sevilli (Joint Research Centre – JRC)⁴. Nanašajo se na ustrezno in varno rabo celotnega nabora digitalnih tehnologij, ki povezujejo ljudi s podatki, omogočajo komunikacijo in pomagajo pri reševanju problemov na različnih področjih delovanja. Digitalne kompetence je treba obravnavati kot pomembne prečne kompetence, ki v digitalni dobi vplivajo na obvladovanje tudi mnogih drugih skupin kompetenc, od splošnega sporočanja do jezikovnih spretnosti, matematičnega in naravoslovnega znanja ter kulturne zavesti in izražanja.

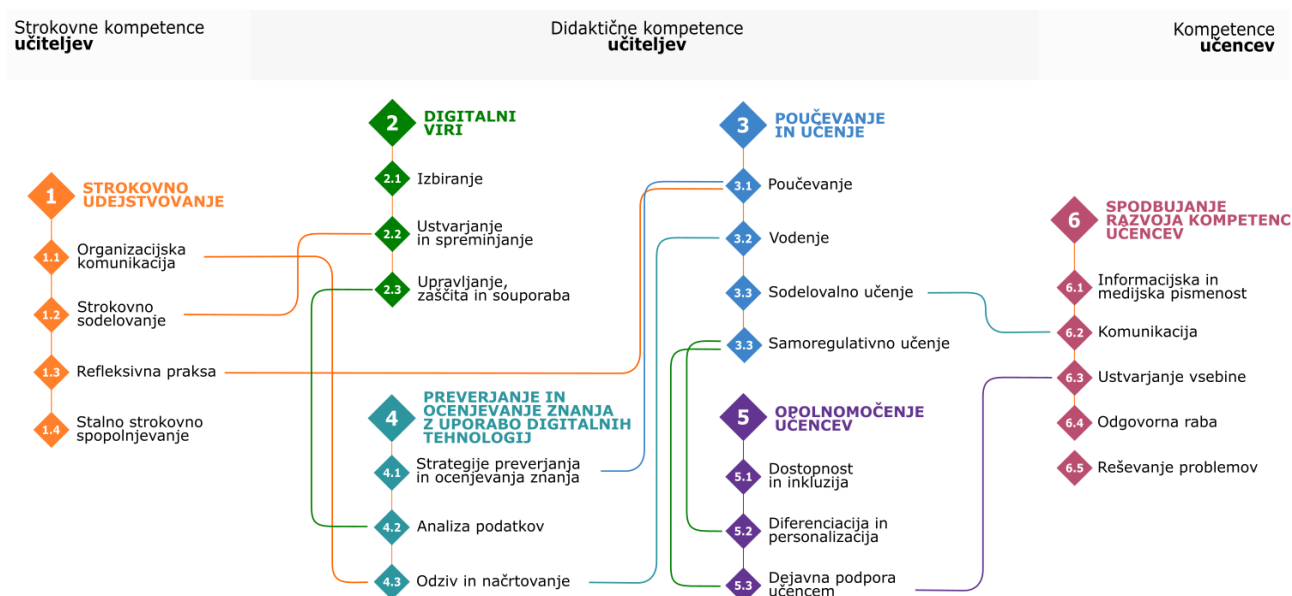
Prisotnost različnih vrst digitalnih tehnologij in delo na področju izobraževanja zahtevata od učiteljev neprestano spremljanje razvoja in razvijanje lastnih digitalnih kompetenc. Poleg tega okvira je bilo na nacionalni in mednarodni ravni oblikovanih več referenčnih okvirov in orodij za samoocenjevanje doseganja kompetenc.

Strokovni okvir kompetenc za učitelje (DigCompEdu, 2017) je namenjen učiteljem na vseh ravneh izobraževanja, vključno s splošnim ter poklicnim in strokovnim, pa tudi izobraževanjem učencev s posebnimi potrebami in neformalnim izobraževanjem.

Okvir DigCompEdu opredeljuje **šest** področij kompetenc s skupno **dvaindvajsetimi** temeljnimi kompetencami. Te morajo učitelji obvladati, da lahko kakovostno opravljajo svoje pedagoško delo z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije in tudi vse s tem delom povezane dejavnosti.

Ključne za strokovne podlage so osrednje **didaktične kompetence**, ki zajemajo znanje in spretnosti s področja učenja in poučevanja. Za visokošolske učitelje so pomembne tudi kompetence s področja njihovega **strokovnega udejstvovanja**, ki vključuje organizacijo, sporočanje, strokovno sodelovanje in kakovostno refleksijo oziroma samoevalvacijo opravljenega dela. V okviru pedagoškega dela visokošolski učitelji posredno skrbijo tudi za razvoj **digitalnih kompetenc študentov**, kamor sodijo informacijska pismenost, sposobnost komunikacije z digitalnimi orodji in storitvami, znanje za ustvarjanje digitalnih gradiv, odgovorna raba digitalnih virov in kritična udeležba v javni digitalni sferi ter reševanje problemov z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije.

Didaktične kompetence sodijo med znanja in spretnosti, povezana z informacijsko-komunikacijskimi tehnologijami, ki jih morajo študenti pridobiti med študijem.



Shema 1: Okvir digitalnih kompetenc, kot ga opredeljuje DigCompEdu 2.1.

Didaktične kompetence vključujejo štiri področja, povezana z načrtovanjem in izvajanjem pouka ter ocenjevanjem znanja (Shema 1).

1. Prvo področje didaktičnih kompetenc predstavljajo kompetence za delo z **digitalnimi viri**, torej kompetence, ki so nujne za učinkovito in odgovorno rabo razpoložljivih virov, ustvarjanje novih in izmenjavo sedanjih virov in gradiv za učenje, ob upoštevanju pravil avtorske in programske zaščite gradiv za objavo.
2. Drugo področje tvorijo kompetence za uporabo **digitalnih tehnologij** za izvedbo učnega procesa, vključno s podporo učencem za kakovostno učenje, kjer sta poudarjena samostojno in sodelovalno učenje.
3. Tretje področje kompetenc je povezano s procesi **preverjanja in ocenjevanja znanja** z uporabo IKT. V tem pogledu so pomembne strategije, ki omogočajo tako kakovostno formativno preverjanje znanja in spremljanje učencev skozi ves učni proces kot tudi kakovostno sumativno ocenjevanje znanja. Te dejavnosti, zlasti sprotne, formativno preverjanje znanja in spremljanje učencev, so lahko podkrepljene z analizo velike količine podatkov, ki jih je mogoče zbrati z IKT.
4. Četrto področje kompetenc je osredotočeno na **opolnomočenje** študentov za učinkovito učenje z zagotavljanjem dostopnosti, z inkluzijo, z upoštevanjem didaktičnega načela individualizacije, ki vključuje tako učno diferenciacijo kot tudi personalizacijo učenja, in z drugimi oblikami dejavne podpore učencem.

Za visokošolske učitelje je področje kompetenc za delo z **digitalnimi viri** pomembno zaradi poznavanja pestrosti možne uporabe, obsežnega nabora digitalnih (izobraževalnih) virov in programskih orodij, ki so na razpolago prek različnih oblik dostopa. Kompetence, ki jih potrebuje učitelj, vključujejo učinkovito iskanje, kritično ocenjevanje ustreznosti, upoštevanje omejitev uporabe in izbiranje ustreznih digitalnih virov, ki bodo uporabljeni pri pouku, z upoštevanjem dovoljenj za uporabo spletnih možnosti dostopa, razpoložljivost za delo brez povezave in zahtev po prijavljanju v storitev, možnosti ustvarjanja in predelave digitalnih virov s strogim upoštevanjem dovoljenj uporabe in izmenjave, zahtev ciljnih skupin, upoštevanje posameznih učnih ciljev, vsebine in didaktičnega pristopa ter

upravljanje, uveljavljanje zaščite, izmenjava in souporaba digitalnih virov, s katero se omogoči varen in prost dostop do različnih objavljenih virov in gradiv.

Digitalne tehnologije lahko izboljšajo učno izkušnjo in na različne načine spreminjajo strategije **poučevanja in učenja** samo takrat, ko imajo učitelji ustrezne kompetence za to področje. Kompetence, ki jih mora imeti učitelj, so sposobnost za strokovno in učinkovito poučevanje, načrtovanje uvajanja digitalnih naprav in virov v pedagoški proces, uporabo tehnologije in vzpostavljanje digitalnega okolja v razredu za podporo pouku, ocenjevanje ustreznosti in učinkovitosti uporabljenih didaktičnih strategij, smiselno prilagajanje didaktičnih strategij ter razvoj in preizkušanje novih. Pri poučevanju je pomembna tudi uporaba tehnologije in storitev za povečanje interakcij med udeleženci v procesu izobraževanja in ponujanje sprotne in ciljno usmerjenega vodenja. Pomembni sta tudi uporaba digitalnih tehnologij za spodbujanje sodelovanja učencev v digitalnih okoljih in uporaba digitalnih tehnologij za spodbujanje samoregulativnega učenja.

Kompetence za **preverjanje in ocenjevanje znanja z uporabo digitalnih tehnologij** so zelo pomembne za celovito uvajanje inovacij na področju izobraževanja. Pri vključevanju digitalnih tehnologij v učenje in poučevanje je treba načrtovati uporabo IKT za formativno spremljanje in sumativno ocenjevanje znanja, razvijati strategije smiselne uporabe odzivnih sistemov, iger in vprašalnikov ter strategije sumativnega ocenjevanja s preizkusi znanja z uporabo različnih orodij IKT. Ob tem je nujno tudi kritično razmišljanje o ustreznosti digitalnega ocenjevanja, pristopov in prilagajanja strategij. Za to je ključna usposobljenost učitelja za zbiranje, kritično vrednotenje in tolmačenje digitalnih podatkov o dosežkih in napredovanju učencev za podporo izvajanju poučevanja in učenja, za posredovanje povratnih informacij ter za prilagajanje strategij za ciljno podporo učencem.

Med pomembnejšimi prednostmi uporabe digitalne tehnologije v izobraževanju je nedvomno tudi možnost spodbujanja večje dejavnosti vsakega posameznega učenca in njegove vključenosti v učni proces. Kompetence za podporo **opolnomočenju učencev** potrebujejo učitelji za spodbujanje dejavnega udejstvovanja učencev pri poglobljanju učnih vsebin, pri izvajanju poskusov in drugih učnih aktivnosti ter pri iskanju in spoznavanju povezav med obravnavanimi vsebinami pri refleksiji opravljenega dela. V učnih skupinah morajo biti učitelji zmožni zagotoviti dostopnost in inkluzijo, to je dostop do učnih virov in dejavnosti za vse učence, pa tudi ustrezno notranjo diferenciacijo in individualizacijo, ki omogoča večjo personalizacijo učenja. To pomeni upoštevanje pestrega nabora potreb učencev v skupini z uporabo digitalne tehnologije za individualno napredovanje in doseganje osebnih ciljev. Poleg tega je pomembna tudi dejavna podpora učencem pri uporabi digitalne tehnologije za spodbujanje prečnih veščin, kritičnega mišljenja in ustvarjalnega izražanja ter za spodbujanje raziskovalnega pristopa in dejavnega udejstvovanja učencev.

Priprava strokovnih podlag za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu

Pri pripravi strokovnih podlag za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu smo izhajali iz izsledkov teoretičnih in empiričnih raziskav, objavljenih v najbolj priznanih znanstvenih publikacijah, in rezultatov empiričnih raziskav, ki smo jih opravili v okviru

pilotnih izvedb prenovljenih študijskih predmetov v okviru projekta, iz analize stanja na članicah UL, ki so sodelovale v projektu, iz intervjujev z zaposlenimi – naprednimi uporabniki IKT pri pedagoškem delu na teh članicah, iz analize študijskih programov na teh članicah in iz analize učnih načrtov za slovenske osnovne in srednje šole.

Teoretična izhodišča

Tehnologija je močno vpeta v sodobno življenje, s tem pa se povečujejo tudi potrebe po opredelitvi didaktičnega znanja, ki ga potrebujejo učitelji za kakovostno načrtovanje in izvajanje pouka ter spretnosti za ustrezno uporabo tehnologije. Uporaba sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v izobraževanju vključuje tudi potrebo po različnih naložbah v ustrezno infrastrukturo in naprave, v programske rešitve in storitve ter, kar je zlasti pomembno, v izobraževanje. Na področju vzgoje in izobraževanja so pomembne organizacijske spremembe v vodenju šolskega dela in izvajanju pouka, naložbe v razvoj novih didaktičnih pristopov in strategij ter v digitalne kompetence visokošolskih učiteljev, izvajalcev usposabljanja in drugih pedagoških delavcev. Za te spremembe je treba zagotoviti ustrezno izobraževanje in stalno strokovno izpopolnjevanje učiteljev in izvajalcev usposabljanja, ki morata ustrezati namenu ter združevati strokovno znanje s posameznega predmetnega področja, pedagoško znanje in praktično usposobljenost (ET 2020, 2015)⁵.

Številni avtorji ugotavljajo, da je razširjenost uporabe IKT preoblikovala dnevne dejavnosti in življenjski slog posameznika, kar se močno odraža tudi na vseh ravneh izobraževanja, od osnovnošolskega do univerzitetnega (Ceyhan, 2008, Altbach, Reisberg in Rumbley, 2009, Martin in drugi, 2011, Tekinarlan, Güre, 2011, Russell in drugi, 2014, Deng in Tavares, 2015, Keane, Keane in Blicblau, 2016, Webb, 2017, Ramirez in drugi, 2018)^{6,7,8,9,10,11,12,13,14}. IKT vpliva na način, kako učenci, dijaki in študenti pridobivajo znanje, na izvajanje pedagoškega procesa ter delovno in učno okolje učitelja (Ping, Schellings, Beijaard, 2018, Vega-Hernández in drugi, 2018)^{15,16} ter na razvoj in inovacije, ki pospešujejo uvajanje tehnologije na številnih področjih družbenega delovanja (Ollo-Lopez, Aramendía-Muneta, 2012, Lee in drugi, 2016, Willcox in Sarma, 2016)^{17,18,19}. Uporaba družbenih omrežij vpliva tudi na razvoj novih načinov povezovanja in sodelovanja (Carpenter in drugi, 2011, Duță in Martínez-Rivera, 2014)^{20,21}, pomembno dodano vrednost pa predstavlja IKT za proces učenja in na splošno za organizacijo in vodenje šolskega in učnega dela, strokovnega razvoja učiteljev in za hitrejšo napredovanje učencev (OECD, 2012, Fisseha, 2012, Khan, Butt in Baba, 2013, Wilson in drugi, 2015)^{22,23,24,25}. Uporaba IKT lahko omogoči kakovostnejše vzgojno-izobraževalno delo, večji učinek učenja in preprostejši dostop do izobraževanja (Rafique, 2014)²⁶, hkrati pa lahko poveča tudi udeležbo na predavanjih in sodelovanje med študenti (Drent in Meelissen, 2008)²⁷.

Pri vključevanju IKT v pouk ima učitelj pomembno vlogo, saj opredeli didaktični pristop in izbira tehnologijo za uporabo pri pouku. Sicer pa je med izvajanjem pouka učiteljeva vloga lahko zelo različna. Pri uporabi spletnih sodelovalnih okolij in izvajanju projektne, problemskega in sodelovalnega dela so v središču dejavnosti učenca, ki jih učitelj zgolj nadzira in po potrebi usmerja, vzpostavljena interakcija med vrstniki pa lahko močno poveča tudi motiviranost za delo oziroma ustvarjanje. Čeprav sta v središču pouka vedno učenec in učna vsebina, je vloga učitelja pri vpeljavi ustreznih didaktičnih pristopov in izbiri IKT ključna

(Trepule, Tereseviciene in Rutkiene, 2015)²⁸. Izbira didaktičnega pristopa in uporaba ustreznega IKT v podporo učenju in poučevanju pozitivno vplivata na izvajanje pedagoškega procesa (Misut in Pokorny, 2015, Nazir, Davis in Harris, 2015, Mertala, 2018, Panigrahi, Srivastava in Sharma, 2018)^{29,30,31,32}, vendar raziskave kažejo, da še ni splošno določenih temeljnih znanj na področju IKT za izvajanje učinkovitega pouka, ki bi jih morali učitelji pridobiti v času usposabljanja in strokovnega izpopolnjevanja (Ping, Schellings in Beijaard, 2018, Alt, 2018)³³.

Poleg didaktičnih znanj, ki jih učitelji potrebujejo za uspešno uporabo IKT v izobraževanju, je za uspešno načrtovanje in uporabo IKT pomembna tudi t. i. digitalna pismenost (tudi »digitalne spretnosti«, »IKT-pismenost«, »informacijska pismenost« itd.). Raziskave so pokazale, da je treba digitalno pismenost obravnavati večrazsežno in da obstajajo pomembne povezave med pismenostjo, uporabo IKT in odnosom do IKT (Asiyai, 2014, Hu in drugi, 2018, Tondeur, 2018)^{34,35,36}, zaznati je mogoče tudi povezave in razhajanja med mnenji študentov o njihovem znanju uporabe IKT in dejanskim znanjem oziroma dosežki (Hatlevika in drugi, 2018)³⁷. V mednarodni študiji o računalniški in informacijski pismenosti ICILS je bilo na primer ugotovljeno, da mladi, čeprav so s tehnologijo odrasli, sami ne zmorejo ustvarjati dodane vrednosti pri uporabi IKT. To kaže na ključno vlogo splošnega izobraževanja, pa tudi na vlogo študijskih programov na področju izobraževanja učiteljev za ustrezno didaktično uporabo tehnologije pri pouku (MIZS, 2016)³⁸. Prav na tem področju imajo pomembno vlogo visokošolske ustanove, ki izobražujejo bodoče učitelje.

Tradicionalno pojmovanje digitalne oz. IKT-pismenosti, ki je bilo v preteklosti omejeno zgolj na tehnično razumevanje in uporabo programske in strojne opreme (Hubalovska, Manenova in Burgerova, 2015)³⁹, se je v zadnjem obdobju preoblikovalo v celostno razumevanje digitalne pismenosti, ki vključuje tudi uvajanje inovativnih pristopov k poučevanju, vzpostavljanje pogojev za ustvarjalno učenje z namenom izvajanja zanimivejšega in učinkovitejšega dela (Bocconi, Kampylis in Punie, 2012, Blândul, 2015)^{40,41}, večjo fleksibilnost dela, možnosti individualizacije in personalizacije učenja in poučevanja, kritičnosti izbora in uporabe virov in drugih vidikov (Duță, 2015, Safar in Alkhezzi, 2013). Kompetence učiteljev se morajo nadgrajevati od osnovnega računalniškega do strokovnega pedagoškega znanja (Sjølvsberg, Rismark in Haaland, 2009, Stan, Sudituin in Safta, 2011)^{42,43}.

Čeprav visokošolske ustanove primarno še vedno vlagajo v ustvarjanje digitalnih virov za potrebe izobraževanja (Ansyari, 2015, John, 2015, Watty, McKay in Ngo, 2016)^{44,45}, raziskave kažejo, da neprestano poteka tudi iskanje novih poti za vključevanje tehnologije v izobraževalni proces. Stalna modernizacija in razvoj orodij na področju izobraževanja, s katerima se študentom omogoči pridobivanje pomembnih spretnosti in znanj, sta ključna pri izobraževanju bodočih učiteljev. Razvoj izobraževalnih procesov v različnih kontekstih, v različnih oblikah in okoljih, ki so časovno neomejeni, zahteva iskanje novih pedagoških pristopov za izpopolnjevanje znanj učiteljev in kompetenc študentov (Ramirez, 2018). Pomembno je razumevanje povezav med uporabo IKT, učenjem in učnimi pogoji in s tem razumevanje povezave med digitalno pismenostjo ter drugimi oblikami šolskega dela in učnimi dosežki (Cancho in Louisa, 2009, Luu in Freeman, 2011, Alemu, 2015)^{46,47,48}.

Uvajanje IKT v izobraževanje in razvoj didaktičnih pristopov vključuje sodelovanje različnih deležnikov (Brečko, Kampylis in Punie, 2014, Fu, 2013, Pérez-Sanagustín in drugi, 2017)^{49,50,51}. Izobraževalne ustanove, ki spodbujajo in omogočajo integracijo IKT v proces izobraževanja, spodbujajo in omogočajo razvoj tudi različnih učnih okolij (Skryabin in drugi,

2015)⁵². Čeprav je učiteljev odnos do IKT glavni dejavnik za uvajanje in uporabo IKT pri pouku (Teo in drugi, 2016)⁵³, imajo pomembno vlogo pri oblikovanju učnega procesa tudi učenci, dijaki in študenti (Mauder in drugi, 2012)⁵⁴. Raziskave se osredotočajo predvsem na odnos, izkušnje in zahteve za uporabo IKT (Barczyk in Duncan, 2013, Viberg in Grönlund, 2013, Westerman, Daniel in Bowman, 2016)^{55,56,57}, v manjši meri pa je v ospredju raziskovanje mnenj študentov o tem, zakaj visokošolski učitelj določena orodja IKT sploh uporablja (Lee, 2010)⁵⁸. Dejavnik, ki opredeljuje uporabo IKT za poučevanje in učenje, je tudi mesto uporabe, torej ali bo učenje potekalo doma ali v izobraževalni ustanovi. Pomembna je tudi vrsta dejavnosti, ki jo morajo študenti v okviru zahtevanih obveznosti opraviti (Skryabin in drugi, 2015)⁵⁹.

Dejavniki, ki vplivajo na uvajanje in razvoj uporabe IKT v pedagoškem procesu, torej zahtevajo interdisciplinarno sodelovanje visokošolskih ustanov na različnih področjih raziskovanja, spodbujanje uporabe spletnih orodij ter spodbujanje institucionalnih in organizacijskih sprememb v visokem šolstvu (Willcox in Sarma, 2016). S pospešenim razvojem digitalne družbe je treba izkoristi razvojne priložnosti IKT za uvajanje inovativnih pristopov pri uporabi digitalnih tehnologij (Digitalna Slovenija 2020, 2016, ATS2020)^{60,61}.

Strokovnjaki, ki izvajajo izobraževanje na visokošolskih ustanovah, morajo sodelovati pri razvoju pedagoških praks, upoštevajoč različnost študentov, predmetno specifičnost in izvedbene možnosti na nižjih ravneh izobraževanja.

Teoretična izhodišča za področje matematike

Eno izmed vprašanj, s katerimi se srečujejo izvajalci programov za izobraževanje učiteljev, je, kako pripraviti učitelje za ustrezno uporabo tehnologije pri pouku. Pomembno je, kako in kdaj ustrezno uporabiti tehnologijo pri pouku matematike in omogočiti učiteljem, da svoje znanje ustrezno uporabijo pri poučevanju matematike (Powers in Blubaugh, 2016)⁶². Posamezniki, ki so uspešni pri reševanju matematičnih nalog na internetu, imajo tako več zaupanja do izvajanja dejavnosti, povezanih z IKT v pedagoškem procesu (Zhang in Liu, 2016)⁶³.

Razvoj pedagoške stroke spreminja pristope k učenju in poučevanju. Med drugim omogoča, da učitelji koncepte, ki so učencem težje predstavljeni, ponazorijo s pomočjo tehnologije. Poleg izbire orodja pa je bistvenega pomena tudi izbira učnega pristopa, ki ga lahko učitelji uporabijo pri obravnavanju posamezne učne vsebine. V središču dogajanja je učenec, učitelj pa je usmerjevalec učnega procesa. Na področju matematike so v ospredju predvsem učenje z raziskovanjem, problemsko učenje in projektno učno delo (Jaworski in Crawford, 2012)⁶⁴. Problemsko učenje je pristop, pri katerem se v poučevanju uporablja avtentična okolja in primere iz resničnega življenja. Študenti imajo lahko težave pri povezovanju matematičnega sveta z resničnimi situacijami. Uporaba pristnih in življenjskih primerov je bistvenega pomena pri poučevanju, osredotočenem na učenca (Jaworski in Crawford, 2012). Pri projektne učnem delu predstavljajo delo zapletene naloge, ki vključujejo izzive in vprašanja. Posamezniki ali skupine so vključeni v analizo in reševanje problemov ter raziskovanje in podajanje rezultatov v obliki konkretnih izdelkov ali predstavitev (Thomas, 2000)⁶⁵. Raziskave o uporabi tehnologije za učenje in poučevanje na splošno kažejo na

zanimanje med učitelji za uporabo tehnologije kot »kognitivnega orodja«. Uporaba tehnologije lahko naredi učno okolje bolj pristno, saj računalniki omogočajo dostop do podatkov ter interakcijo in sodelovanje z drugimi na spletnih omrežjih (Thomas, 2000).

Pri učenju z raziskovanjem učenci prek lastnega raziskovanja postopoma preidejo od koncepta do konstrukcije s pomočjo tehnologije, pri tem utemeljujejo svoje rešitve in iščejo pravilne odgovore. Pri tem je pomembno, da učitelji razumejo, kako, kaj in zakaj uporabljati tehnologijo pri poučevanju ter čim bolj izkoristiti njene prednosti. Uporaba tehnologij za dinamično geometrijo bi morala pomagati pri povečevanju uspešnosti pri učenju geometrije, saj omogočajo vizualizacijo različnih konceptov. Učenci lahko s pomočjo dinamične geometrije raziskujejo lastnosti, skladnosti in podobnosti, pri čemer se osredotočijo na transformacijo. Tehnologija jim omogoča, da niso le njeni uporabniki, temveč da z njeno pomočjo sami gradijo znanje. Prost dostop do uporabe tehnologije, tako v razredu kot tudi zunaj njega, omogoča učencem ustvarjalnost in napredovanje v učenju (Morton, 2016)⁶⁶.

Ob navedenih pristopih pa je v literaturi mogoče zaslediti tudi uporabo pristopa obrnjenega učenja pri matematiki (Katsa, Sergis, Sampson, 2016)⁶⁷. Obrnjeno učenje je učni pristop, pri katerem učitelji poskusijo izboljšati kakovost predavanj in povečati aktivno sodelovanje učencev. Učenci samostojno predelajo izbrano učno vsebino pred učno uro, na učni uri pa se nato o obravnavanem pogovarjajo, razrešujejo nejasnosti ter s skupinskim delom raziskujejo in poglobljajo svoje znanje.

Pri različnih učnih pristopih učitelji uvajajo različne tehnologije da bi dosegli kakovostnejše usvajanje učnih ciljev. Pred uvajanjem tehnologije morajo biti učitelji z njo seznanjeni in jo znati uporabljati samozavestno in suvereno, predvsem pa jo morajo znati na ustrezen način povezati z učno vsebino (Powers, 2005)⁶⁸.

Teoretična izhodišča za podpodročje tehnike

Sodobno tehniško izobraževanje je zasnovano na petih (5) osnovnih elementih: (1) dizajniranje, (2) sistemi, (3) modeliranje, (4) sredstva in viri ter (5) vrednote (de Vries, 2018)⁶⁹. Prav v vseh elementih je IKT močno vpet kot orodje za doseganje ciljev poučevanja in učenja. Še več, modeliranje, podprto z IKT, je postalo osrednje orodje za doseganje ključnega produkta tehniškega izobraževanja, tj. tehnološke pismenosti. Sodobna grafična orodja, 3D-tisk in modeliranje, omogočajo izboljšanje vizualizacije, prostorskih rotacij in mentalnih transformacij ter ob uporabi sodobnih (zlasti) biomaterialov se je močno razširila veja tkivnega inženirstva, ki predstavlja izziv vsakemu učitelju in vsem bodočim učiteljem. Modeli in prototipi predstavljajo fundamentalno orodje pri oblikovanju in kot taki predstavljajo most med idejami in realnim svetom. Trirazsežni tisk močno prodira v šole, ne samo pri vsebinah tehnike in tehnologije, pač pa tudi pri preostalih predmetnih področjih (Greenhalgh, 2016)⁷⁰. Dokazano je bilo, da namenska raba 3D-tiska izboljša odnos učencev/dijakov do tehnike in tehnologije, izboljša njihovo znanje predmeta in, kar je še posebno zanimivo, zmanjša anksioznost učiteljev pred poučevanjem vsebine naravoslovja in tehnike. Dokazano je tudi, da je primerno orodje pri doseganju miselnih veščin višjega reda, razvoja kritičnega mišljenja (deVries, 2018) in je močno povezan z ustvarjalnostjo in/ali ustvarjalnim mišljenjem, ki je predpogoj za inventivnost, ki jo želimo razvijati pri učencih/dijakih/študentih.

Tehnološke spremembe na področju elektronike so prinesle nove učne cilje, tudi v osnovnošolskem tehniškem izobraževanju, zlasti na področju računalniških merjenj in komunikacijskih sistemov. Učenje »naredi si sam« z realnimi komponentami predstavlja izziv učencem in učiteljem, saj močno izboljša vsebinsko znanje in veščine raziskovanja ter praktičnih spretnosti od uporabi direktnih manipulacijskih okolji (de Vries, 2018).

Kot naslednje zelo močno področje tehniškega izobraževanja lahko omenimo robotiko, ki močno pospešuje inovacijskih proces in povezano učenje, zlasti v odprtih učnih okoljih. Uvedba robotike kot del vsebin predmeta tehnika in tehnologija prinaša možnost, da se otrokom posredujejo osnove tehnologije in da pridobijo druge vrste človeških in organizacijskih vrednot. Program področja robotike učiteljem omogoča usposabljanje in način, s katerim lahko otroci izkažejo odlične učne sposobnosti na področju tehnologije, sodelovanja in skupinskega dela.

Raziskave so pokazale, da lahko roboti pomagajo učencem pri razvoju zmožnosti reševanja težav ter se hkrati učijo tudi računalniškega programiranja, matematike in naravoslovja. Izobraževalni pristopi temeljijo predvsem na razvoju logike in ustvarjalnosti. Uporaba robotskih sistemov pridobiva veljavo, pomembno pa je, da se uvaja v zgodnejši stopnji izobraževanja. V osnovnih šolah je programiranje robotov zabavno in predstavlja odlično orodje za uvajanje IKT na eni in za razvoj otrokovih logičnih in jezikovnih zmožnosti na drugi strani. V italijanskih šolah je bil program robotike na primer razdeljen na dva glavna dela: prvi dve leti se učenci srečujejo z logiko in mehanskim občutkom z oddaljenim nadzorom z uporabo robotkov (Lego WeDo), naslednja tri leta pa je naloga otrok oblikovanje, konstrukcija in programiranje lastnih robotov z uporabo sistema Lego NXT. Lego Education WeDo je preprosto robotsko okolje, ki mlade učence uvaja v praktično učenje preko zlaganja Lego kock in v najlažjo obliko grafičnega programiranja. Nudi jim praktično učno izkušnjo, ki otroka vključuje v ustvarjalno mišljenje, timsko delo in pomaga pri reševanju težav.

Program robotike, ki je bil v italijanske osnovne šole uveden kot projekt, je leta 2012 prejel priznanje kot najbolj inovativen projekt leta. Projekt otrokom omogoča, da se zavedajo uporabnosti robotov in razvijejo znanje o tehnologiji, ki jo uporabljajo (Scaradozzia, 2015)⁷¹.

Cilj izdelanega e-gradiva je posredovati študentom znanje, ki zajema osnovno terminologijo, pojme, principe, koncepte, zakone za namen usvajanja razumevanja naknadno obravnavanega strokovnega področja oziroma tematike (Bergmann in Sams, 2012, Lage, Platt in Tregua, 2000). Vsak študent mora imeti možnost prilagajanja e-gradiva ravni razumevanja, možnost ogleda v kosu ali po delih, in to v poljubnih ponovitvah. Izbira lahko kraj, čas in način ogleda. Samoregulativni pristop zahteva samostojnost in odgovornost s ciljem vseživljenjskega izobraževanja.

Teoretična izhodišča za podpodročje računalništva

Na področju računalništva se pojavlja potreba po preusmeritvi s tradicionalnih učnih pristopov k konstruktivističnim metodam. Na področju računalništva sta najbolj reprezentativna učna pristopa sodelovalno ter problemsko učenje, pogosta sta tudi projektno učenje in kognitivno vajeništvo. Druge konstruktivistične metode, kot je učenje z raziskovanjem (Rugelj, 2015)⁷², se pojavljajo v manjši meri (Melero, Hernandez-Leo in Blat, 2012)⁷³.

Z napredkom mobilne tehnologije in razvoja mobilnih aplikacij se odpirajo tudi možnosti za računalniško podprto sodelovalno učenje (Ryberg, Davidson in Hodgson, 2018, Rugelj, 2015)^{74,75}. Moderne pametne mobilne naprave so zmogljive, majhne, prenosljive in povezane z internetom, uporabnost pa določajo številne mobilne aplikacije, ki so preproste za uporabo (Johnson, Levine, Smith in Stone, 2010). Uvajanje spreminja časovne in prostorske vidike izobraževalnega procesa in podaja nove možnosti sodelovalnega dela (Ryberg in drugi, 2018). Pri različnih oblikah sodelovalnega učenja je različno izražena tudi vloga učitelja. V večini primerov je učitelj odgovoren za ustvarjanje vsebine in postavljanje strukture pouka, zagotavljanje vključevanja študentov ter možnosti za učenje, učitelj pa ima možnost uvajanja sodelovalnega dela, ki zmanjša njegovo vlogo, odgovornost v večji meri prenese na študente, ki so odgovorni tudi za del organizacije izobraževalnega procesa (Ryberg in drugi, 2018, Hsu in Ching, 2013)⁷⁶.

Problemsko učenje je učni pristop, ki je usmerjen k učencem in je podprt s socialno teorijo in konstruktivističnim pristopom, ki učence opolnomoči, da: kritično razmišljajo; analizirajo in rešujejo kompleksne problem iz resničnega življenja; poiščejo, ocenijo in uporabljajo ustrezne učne vire; sodelujejo med seboj; prikažejo učinkovite komunikacijske spretnosti; ter postanejo vseživljenjski učenci (Baturay, 2010)⁷⁷. Osnovna predpostavka je, da je problemsko učenje »način zasnove in poučevanja predmetov z uporabo problemov kot spodbude in fokus aktivnosti učencev« s ciljem, da učenci pridobijo »znanje in spretnosti preko postopnega zaporedja problemov, ki so predstavljeni v kontekstu« (Pearson, 2006).

Na področju računalništva so bile izvedene številne študije, kjer je bila za podporo problemskemu učenju uporabljena tehnologija. Učenje je bilo reflektivno, saj so morali učenci razviti določene veščine za reševanje (resničnih ali simuliranih) problemov (Melero, Hernandez-Leo in Blat, 2012).

Pri učenju konceptov računalništva se uporablja tudi računalniške igre. Papastergiou (2009)⁷⁸ za učenje konceptov računalniškega spomina uporablja računalniško igro LearnMem1, kjer so učenci aktivno vključeni v reševanje problemov, učitelji pa lahko njihovo razumevanje preverijo. Učenje z igrami se je izkazalo za bolj motivacijsko in bolj učinkovito od klasičnega pristopa (Zapušek, Rugelj in Cerar, 2011, Zapušek in Rugelj, 2013, Rugelj, 2015, Rugelj, 2016, Rugelj in Zapušek, 2018)^{79,80,81,82,83}.

Projektno učenje je celovit pristop, ki organizira učenje okoli projektov (Thomas, 2000)⁸⁴ za vključitev učencev v raziskovanje avtentičnih problemov. Pri metodah PBL se učenci naučijo spopadanja z realnimi, zapletenimi problemi, in ne z akademskimi, poenostavljenimi nalogami, medtem ko razvijajo spretnosti za avtonomno učenje in skupinsko delo (Martínez-Monés in drugi, 2005)⁸⁵. Pristopi projektnega učenja so sestavljeni iz dveh glavnih komponent (Land in Greene, 2000)⁸⁶: (a) učenci ustvarijo vprašanje ali problem, ki služi za organizacijo in spodbujanje učnih potreb, in (b) učenci izdelajo končni izdelek ali serijo izdelkov za reševanje spodbudnega vprašanja ali izpeljanih problemov.

Razlika med pristopoma projektno in problemsko učenje je v trajanju. Projektno delo je lahko organizirano v različnih sklopih ene dejavnosti, ki se izvaja več tednov med študijskim letom ali celo več let (Mioduser in Betzer, 2008)⁸⁷. Dos Santos (Dos Santos in drugi, 2009)⁸⁸ je uvajal projektno delo na področju računalništva z uporabo spletne učilnice Moodle, prek

katere so bili študenti vključeni v praktične projekte razvoja programske opreme. Učitelj ima pri tem vlogo vodje.

Izkaže se, da omenjeni pristopi omogočajo boljše in poglobljeno razumevanje računalniških konceptov, izboljšanje v tehničnih spretnostih in akademskih dosežkih, povečano motivacijo za delo, saj so učenci bližje realnosti in večajo svoje socialne veščine, ker so pri konstruktivističnih metodah poučevanja prisotne aktivnosti sodelovanja.

Mikrokontrolerji in roboti ustvarjajo okolje, kjer je mogoče povezati virtualni svet s fizičnim (Shaer in Hornecker, 2010)⁸⁹. V slovenskih osnovnih šolah je razširjen programski jezik Scratch, s katerim se učenci seznanijo že v drugi triadi. Učitelji iščejo razširitve, s katerimi bi popestrili pouk ter morda učenje programiranja povezali s poukom matematike, fizike, tehnike in nasploh naravoslovja (Martinez in Stager, 2013)⁹⁰.

Ugotovitve iz analize stanja na pedagoških študijskih programih za področje matematike, tehnike in računalništva

Pri pripravi strokovnih podlag za oblikovanje smernic za didaktično uporabo IKT so bili prednostno uporabljeni viri, zbrani v okviru projekta »IKT v pedagoških študijskih programih UL«.

Pri projektu smo strokovnjaki s področja pedagoške metodologije, informacijsko-komunikacijske tehnologije in didaktik različnih študijskih področij pripravili več analiz stanja, v katerih smo ugotavljali znanje za uporabo IKT pri poučevanju in učenju, odnos deležnikov do tehnologije in njihova mnenja o uporabnosti IKT pri izvajanju pedagoškega procesa. Analizirali smo tudi intervjuje s predstavniki naprednih uporabnikov tega področja in v tem poročilu povzemamo najpomembnejše ugotovitve.

Ugotovitve iz analize stanja o kompetencah in veščinah za uporabo IKT v pedagoških študijskih programih za področje matematike, tehnike in računalništva

Za predstavitev ugotovitev analize o znanju, kompetencah in veščinah didaktične uporabe IKT v pedagoških študijskih programih so poudarjene le tiste postavke iz poročila, ki so vezane na didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu. Podrobno poročilo je na voljo kot samostojno poročilo. Ugotovljeno stanje predstavlja izhodišče za načrtovanje aktivnosti za izboljšanje učinkovitosti pedagoškega dela na UL.

Za opredelitev kompetenc in veščin za uporabo IKT je bila pri analizi stanja uporabljena petstopenjska lestvica. Z njeno pomočjo so študenti ocenjevali strinjanje s podanimi trditvami o znanju uporabe IKT in potreb, s katerimi se med študijem srečujejo.

Študenti so svoje znanje za izvajanje (3,9, SD = 0,9), načrtovanje (3,9, SD = 0,9) in organizacijo pouka (3,8, SD = 0,9) v povprečju ocenili precej visoko. Podobno je pri visokošolskih učiteljih. So mnenja, da znajo IKT uporabljati pri načrtovanju (3,9, SD = 0,9), organizaciji (3,8, SD = 0,9) in izvedbi študijskega procesa (3,9, SD = 0,9). Visokošolski učitelji s področja matematike,

tehnike in računalništva so tudi mnenja, da znajo izboljševati svojo usposobljenost za uporabo IKT v študijskem procesu (3,8, SD = 0,8).

Opremljenost fakultete s sodobnim IKT za izvajanje študijskega procesa študenti in visokošolski učitelji ocenjujejo z ocenama 3,6 (SD = 1,0) in 3,3 (SD = 1,0).

Zahtevo, da bi moral znati IKT uporabljati vsak, ki dela v šolskem okolju, so študenti in visokošolski učitelji ocenili visoko (4,0, SD = 0,9, 4,1, SD = 0,8). Po mnenju študentov so to temeljne kompetence vsakega študenta (4,0, SD = 0,8) pedagoških študijskih programov, še bolj pa so v to prepričani visokošolski delavci, ki so trditev v povprečju ocenili z oceno 4,1 (SD = 1,0).

Kdo je odgovoren za razvoj digitalnih kompetenc pri študentih in na kakšen način naj bi jih v času študija razvijali, iz odgovorov ni povsem razvidno, so pa visokošolski učitelji mnenja, da so za vključevanje IKT v študijski proces v večji meri pomembni predvsem mlajši učitelji in asistenti (3,7, SD = 1,0).

Po mnenju študentov vključevanje v pedagoški proces učiteljem omogoča, da učno vsebino obravnavajo v krajšem času, kot če bi jo obravnavali brez IKT (3,5, SD = 0,9), podobnega mnenja so visokošolski učitelji (3,4, SD = 1,0), hkrati pa so oboji prepričani, da vključevanje IKT od učiteljev zahteva več časa za načrtovanje in pripravo ((R) ocena 2,7, SD = 1,0, 2,0 SD = 0,9)).

Ugotovitve iz evalvacije didaktičnih pristopov v pedagoških študijskih programih za področje matematike, tehnike in računalništva

Pri ugotovitvah iz analize evalvacijskega vprašalnika, ki so ga izpolnjevali študenti, vključeni v pilotne izvedbe posodobljenih programov, smo se osredotočili na uporabo različnih didaktičnih pristopov in na poznavanje programske opreme, opredeljene v kategorijah predmetno specifične uporabe.

Študenti s področja matematike, tehnike in računalništva ocenjujejo svojo usposobljenost za delo z različnimi programi in storitvami precej različno. Usposobljenost za iskanje podatkov in informacij s spletnimi iskalniki v skoraj 80 % ocenjujejo kot dobro ali odlično, uporabo urejevalnikov besedil v 61 % in programov za pripravo predstavitev v 50 % ocenjujejo kot dobro in le v manjšem deležu (17 %, 14 %) kot odlično. Polovica študentov navaja, da uporablja preglednične programe dobro oziroma odlično (52 %), patina pa jih ne uporablja (19%). Grafičnih organizatorjev (miselni vzorci in pojmovne mreže) v 61 % ne uporabljajo.

Dobra polovica študentov se strinja, da z uporabo spleta bolje sledijo novostim v svoji študijski disciplini (55 %), malo manj kot četrtina (23 %) pa se s trditvijo povsem strinja. Zanimiv je odziv na vprašanje, ali splet ponuja več informacij, ki jih potrebujejo pri učenju, kot katerikoli drug vir. S trditvijo se ne strinja oziroma je ne more potrditi 54 % študentov. Ob tem 48 % študentov navaja, da z uporabo spleta ne morejo pridobiti vseh informacij, ki jih potrebujejo med učenjem, se pa večina strinja, da se zaradi uporabe IKT lahko učijo kjerkoli (71 %). Na iskanje virov pomembno vpliva tudi znanje jezika. Študenti v četrtini primerov (22 %) navajajo, da zaradi jezikovnih omejitev na spletu ne morejo pridobiti vseh informacij, ki jih potrebujejo med učenjem.

Študenti potrjujejo, da jim uporaba IKT pri učenju v večji meri omogoča tudi pomoč različnih skupin (npr. sošolcev/sošolk, spletne skupnosti). To potrjujejo tri petine odzivov (59 %).

Med trditvami, ki so povezane s stališči do uporabe IKT pri poučevanju, je 62 % študentov potrdilo, da so naklonjeni uporabi IKT pri poučevanju, 88 % jih je potrdilo, da po njihovem mnenju uporaba IKT popestri pouk, 56 % pa jih je tudi mnenja, da so ustrezno usposobljeni za uporabo IKT za delo v šoli. Približno tretjina študentov (31 %) je mnenja, da bi z vključevanjem IKT bolje izvedli pouk kot brez, približno enak delež (33 %) pa potrdi, da po njihovem mnenju priprava učne ure, v katero je vključena uporaba IKT, ni nič bolj zahtevna kot priprava učne ure, v katero uporaba IKT ni vključena, slaba polovica (45 %) se s tem ne strinja, dobra petina 22 % pa se do te ocene ne more opredeliti.

Evalvacija učnega nastopa z uporabo IKT prinaša hitrejšo in učinkovitejšo komunikacijo s profesorjem potrdi 70 % študentov, slaba polovica (47 %) pa, da uporaba IKT daje možnosti kakovostnejše samorefleksije o opravljenih nalogah in nadaljnjega načrtovanja dela.

Študenti pri pedagoškem delu uporabijo IKT dojemajo kot najkoristnejšo za pisanje učnih priprav (73 %) in pri pripravi učnih gradiv za predmet, ki ga bodo poučevali (75 %). Manjši delež vidi uporabo IKT pri obravnavi učne vsebine (47 %) in utrjevanju znanja, pri vajah in pri ponavljanju (52 %), v manj kot polovici primerov, pa se študenti strinjajo z uporabo IKT pri preverjanju (40 %) in ocenjevanju znanja (25 %).

Pri vprašanih, povezanih z uporabo programske opreme, ki je neposredno povezana z učenjem, poučevanjem in sicer z delom na področju **tehnike**, so poudarjene kategorije specifične programske opreme za trirazsežno modeliranje, ki jo petina (19 %) uporablja pogosto, polovica (50 %) jo uporablja redko ali je ne uporablja, in vektorsko načrtovanje, ki ga redko ali pa sploh ne uporablja 57 % študentov, pri tehniki so pomembna orodja za izdelavo in risanje tehnične in tehnološke dokumentacije, ki jih v več kot polovici primerov prav tako ne uporabljajo ali pa uporabljajo redko (50 %) ter programska oprema za sestavljanje električnih vezij, ki jo v slabi tretjini študenti uporabljajo občasno (31 %), v 56 % pa redko oziroma nikoli. Poudarjena so tudi orodja za programiranje naprav, uporabo merilnih orodij in splošno grafično obdelavo slikovnega gradiva.

Študenti, ki študirajo na podpodročju **tehnika**, navajajo, da kot merilna orodja najpogosteje uporabljajo Logger Pro in Avtodesk Inventor. Večina udeležencev raziskave je potrdilo, da za programiranje najpogosteje uporabljajo Arduino. Študenti na podpodročju tehnike si pri vektorskem načrtovanju najpogosteje pomagajo s programom AutoCAD. V manjši meri uporabljajo tudi CiciCAD in FreeCAD. Za obdelavo fotografij in grafično poustvarjanje uporabljajo Gimp, Inkscape in Photoshop. Trirazsežno modeliranje večinoma uporabljajo s programom SketchUp, v manjši meri uporabljajo tudi Avtodesk Inventor. Omenjeni program se uporablja tudi za izdelavo in risanje tehnične in tehnološke dokumentacije. V manjši meri si pri tem pomagajo tudi s programoma AutoCAD in FreeCAD. Najpogosteje izbrana programska oprema za sestavljanje električnih vezij pa je Yenka.

Na področju **matematike** so poudarjena orodja za napredno računanje in dinamično geometrijo, ki jih študenti v četrtini primerov (25 %) uporabljajo pogosto oziroma zelo pogosto, za zapisovanje matematičnih enačb, ki jih v polovici primerov (50 %) ne uporabljajo ali uporabljajo redko in programi za delo s funkcijami, ki jih uporabljajo redko oziroma, v še

večjem odstotku (52 %). Poudarjeni so tudi programi za delo s preglednicami in orodji za izrisovanje in delo z grafi ter programi za matematično dokazovanje.

Študenti, ki študirajo na podpodročju **matematike**, za dinamično geometrijo najpogosteje uporabljajo GeoGebro. V manjši meri uporabljajo tudi orodja Mathematica in OK Geometry. Pri računanju matematičnih izrazov si najpogosteje pomagajo z matematičnim računalom. V manjši meri uporabljajo tudi Wolfram Alpha in Excel. Pri delu z matematičnimi funkcijami najpogosteje uporabljajo GeoGebro, v manjši meri tudi Demos, Mathematica in Wolfram Alpha. Matematične formule in enačbe pa najpogosteje zapisujejo v programu LaTeX. Ko izdelujejo računalniške preglednice, večinoma uporabljajo Excel. Pri izrisovanju grafov in delu z grafi se najpogosteje uporablja Zodiak. Nekoliko manj pogosto uporabljajo tudi GeoGebro in Matlab.

Za področje **računalništva** je značilna široka uporaba različne programske opreme, med specifičnimi orodji pa se pojavljajo programi, ki so namenjeni pisanju programske kode (Magma, Mathematica, MathLab, C, Python ...), ki jih vsaj občasno ali pogosteje uporablja 80 % študentov. V tej kategoriji so tudi orodja za vizualno programiranje, programiranje naprav in programiranje računalniških iger. Posebna kategorija predstavljajo orodja za programsko zapisovanje besedila (LaTeX), ki ga občasno ali pogosteje uporablja polovica študentov (50 %), študenti ne uporabljajo pogosto niti orodij za programsko ustvarjanje predstavitev (Beamer) (77 %) in oblikovanje spletnih strani. Poudarjena so tudi orodja za napovedovanje modelov in vizualizacijo (R), računalniško analizo besedil, pojavljajo pa se še programi za ustvarjanje animacij, simulacij, grafično, zvočno in video obdelavo in druge skupine.

Med orodji za vizualno programiranje navajajo programsko okolje Scratch, Unity, Kodu in Blockly; Unity je tudi najpogosteje naveden med orodji za programiranje računalniških iger. Najpogosteje naveden programski jezik je Python. Za izdelavo animacij in simulacij navajajo odprtokodni program Blender in za programiranje naprav RPi in Arduino. Spletne strani najpogosteje oblikujejo v programu Notepad++.

Ugotovitve iz analize intervjujev s predstavniki naprednih uporabnikov za področje matematike, tehnike in računalništva

Za dejavnike, ki morajo biti izpolnjeni za uspešno uporabo IKT v pedagoškem študijskem procesu, predstavniki vsebinske skupine s področja matematike, tehnike in računalništva navajajo kar nekaj vidikov. Za dejavnosti v okviru študijskih predmetov sta pomembna odnos in motiviranost študentov do IKT. Brez pozitivnega odnosa in volje študenti niso pripravljeni za delo. Kot dejavnik, ki je pomemben del učnega okolja, navajajo stabilnost programske opreme in ustrezno opremljenost fakultete za izvajanje dela.

Učitelj mora biti kompetenten na več področjih in mora imeti dovolj strokovnih in tehnoloških znanj, poznati mora študente in mora imeti navsezadnje tudi sam pozitiven odnos do vsebin, ki jih poučuje. Poznavanje vsebin in na podlagi tega ustrezna izbira IKT se predstavnikom zdi ključnega pomena. V primeru težav so navedli tudi nujnost ustrezne podpore, didaktične ali tehnične, odvisno od nastalega problema.

Kot prvi element za opredelitev dobre učne prakse so predstavniki skupine navedli pridobljeno znanje študentov. Zdi se jim nujno, da študenti ob učni praksi razširijo in poglobijo svoje znanje glede vsebin, tehnologije in možnosti povezovanja med njima. So mnenja, da tehnologija lahko pomaga pri ustvarjanju in pripravi novih vsebin, gradiv ali predstavitev. Študenti se na tak način naučijo medsebojnega sodelovanja ter razvijajo kritično razmišljanje.

Predstavniki skupine navajajo, da se študenti veliko naučijo prav prek navedenih primerov dobrih praks, predvsem imajo možnost tudi sami preizkusiti, kako določeno orodje v povezavi z obravnavano vsebino uporabiti. Spoznavajo celoten proces nastajanja gradiv in pripravijo pedagoški paket, ki vsebuje učne cilje in načine vključevanja IKT v pouk.

Kot specifična znanja in kompetence, ki jih študenti v času študija usvojijo, so predstavniki navedli predvsem uporabo specifičnega IKT, pridobivanje večje samostojnosti ter samozavesti. Učna izkušnja poglobi razumevanje študentov na tak način, da so bolj usposobljeni optimalno uporabiti IKT v praksi.

Predstavniki menijo, da so študenti po opravljenih študijskih obveznostih usposobljeni za uporabo IKT na svojem področju. S projektnim delom študenti ustvarjajo izdelke, ki so pravzaprav nekakšen povzetek njihovega dela. Ta izkušnja je del njihovega usposabljanja, s tem pridobijo tudi specifična tehnična in didaktična znanja, njihov naslednji korak pa mora biti, da to znanje naprej sproti nadgrajujejo.

Omenjajo, da bi študenti lahko pridobili več spretnosti glede same prilagoditve IKT in njene uporabe. Izboljšati bi morali tudi odnos do IKT in razvijati zamisli za njeno konkretno uporabo. Predstavniki tehnikov še dodajajo, da bi študenti potrebovali več tehniško-tehnoloških znanj za risanje.

Analiza učnih načrtov za osnovno in srednjo šolo za področje matematike, tehnike in računalništva

Pri pregledu učnih načrtov za osnovno in srednjo šolo oziroma gimnazijo so opisani predvsem operativni cilji in didaktična priporočila, povezana z uporabo IKT. S kurikularno prenovo na osnovnošolski (2011) in srednješolski (2008) ravni so se v mnogih učnih načrtih pojavili tudi cilji za doseganje ustreznih digitalnih kompetenc pri obravnavi posameznega predmeta.

Na področju matematike, tehnike in računalništva se pojavljajo priporočila za ustvarjalno uporabo tehnologije pri pouku. Omenja se uporaba projektorja in interaktivnih tabel med poukom, pri učencih in dijakih pa uporaba namiznih računalnikov in pametnih naprav, načrt spodbuja uporabo spleta za iskanje informacij, pa tudi druge vrste naprav in storitev.

Učni načrt za matematiko (UN Matematika, 2014)⁹¹ je namenjen spodbujanju različnih oblik mišljenja, ustvarjalnosti, formalnega znanja in spretnosti ter učencem omogoča spoznavanje praktične uporabnosti in smiselnosti učenja matematike. Med splošnimi cilji je poudarjen razvoj matematičnih kompetenc, ki nudi podporo tudi drugim naravoslovno-tehniškim predmetom. Za spodbujanje omenjenih kompetenc učni načrt predvideva iskanje, obdelavo in vrednotenje podatkov iz različnih virov. Učenec tako *načrtno spoznava načine iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov* in *uporablja IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij*. V skladu s splošnimi cilji predmeta je predvidena kritična uporaba

IKT pri *usvajanju novih matematičnih pojmov, izvajanju matematičnih postopkov, raziskovanju in reševanju matematičnih problemov, predstavitvi rezultatov raziskovalnega dela in utrjevanju in preverjanju znanja*. IKT je pri matematiki učni pripomoček ali komunikacijsko sredstvo. Predvideva se uporaba *numeričnih in grafičnih računal, računalniških programov (dinamična geometrija, programi za delo s funkcijami, računalniške preglednice, programi za statistiko, programi za učenje ali utrjevanje določenih matematičnih vsebin)*, predvidena je uporaba *interneta (podatki in informacije, elektronska učna gradiva, elektronska pošta, spletne učilnice, videokonference)* ter različnih orodij in programov *za zapis in predstavitev podatkov ali rezultatov dela (interaktivna tabla, programi za predstavitve)*.

Učni načrt za matematikov v gimnaziji (UN Matematika, 2008)⁹² navaja, da je *z razvojem informacijsko-komunikacijske družbe prisotnost matematike na drugih predmetnih področjih vedno manj vidna, saj se skriva v tehnologiji. Za opravljanje določenih dejavnosti je zato manj pomembno zgolj rutinsko obvladovanje računskih postopkov, vedno pomembnejši pa so razumevanje, medpredmetno povezovanje in uporaba matematičnega znanja ter zmožnost reševanja problemov*. Se pa posamezniki pri matematiki srečujejo, spoznavajo in uporabljajo tehnologijo, ki pomaga pri razumevanju konceptov in omogoča obravnavo kompleksnejših in realističnih situacij ter učenje zahtevnejših matematičnih strategij. *Pouk matematike usposablja predvsem za uporabo tehnologije pri spopadanju z matematičnimi problemi in posredno tudi za uporabo v vsakdanjem življenju. IKT odpira veliko možnosti za učinkovitejši razvoj matematičnega znanja dijaka in dijakinje in omogoča različne pristope k poučevanju in učenju*. IKT lahko kompenzira različne učne in grafomotorične primanjkljaje ter ponuja dodatne možnosti učenja v ustreznem spoznavnem slogu posameznika. IKT je lahko *sredstvo za razvoj matematičnih pojmov, za ustvarjanje, simuliranje in modeliranje realnih in učnih situacij, učni pripomoček, metoda dela ali komunikacijsko sredstvo*.

Med splošnimi cilji predmeta je navedeno, da naj se dijaki in dijakinje pri pouku matematike *učijo spoznavati in uporabljati različne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) kot pomoč za učinkovitejše učenje in reševanje problemov*. Pri tem pa je tudi poudarjeno, da se morajo posamezniki naučiti *presojeti, kdaj je smiselno uporabiti določeno informacijsko-komunikacijsko tehnologijo in razviti kritičen odnos do informacij na spletu*.

V katalogu znanja za poklicno tehniško izobraževanje in srednje strokovno izobraževanje (Katalogi znanja PTI in SSI)⁹³ je kot ključna kompetenca navedena *zmožnost za uporabljanje tehnologije pri izvajanju matematičnih postopkov ter pri raziskovanju in reševanju matematičnih problemov*. Kompetenca se razvija tako, da dijake in dijakinje poučujejo glede smiselne uporabe različnih tehnoloških orodij.

Učna načrta za Naravoslovje in tehniko (UN Naravoslovje in tehnika, 2011)⁹⁴ ter UN Tehnika in tehnologija (201x, UN Tehnika, 2011)⁹⁵ se izvajata v 4. in 5. oziroma 6., 7. in 8. razredu. Pri NIT je predmet usmerjen v razvoj in nadgradnjo temeljnega naravoslovnega in tehničnega znanja, spretnosti ter stališč, ki učencem omogoča odgovorno vključevanje v družbo s tem, da pridobljeno znanje in spretnosti uporabijo v različnih situacijah in pri reševanju problemov. Vsebinska in organizacijska zasnova ter izvedba delovnega procesa v okviru predmeta tehnika pa omogočajo celovit razvoj učenčeve osebnosti, ob hkratnem odkrivanju in razvoju interesov učencev za poklicno usmeritev.

UN za tehniko v višjih razredih (UN Tehnika, 2013)⁹⁶ osnovne šole opredeljuje vsebine, ki jih učenci spoznavajo prek lastne dejavnosti. Uporabo IKT je mogoče povezati s splošnimi cilji

predmeta. Učenci samostojno ali s sodelovanjem v skupini s pomočjo IKT *spoznavajo, raziskujejo in konstruirajo preproste tehnične predmete, ob uporabi preprostih obdelovalnih orodij in strojev ter računalniške tehnologije razvijajo in urijo delovne spretnosti, spoznavajo merilna orodja in se urijo v merilnih postopkih.*

Ob pomoči se navajajo na samostojno izražanje zamisli s skiciranjem, branjem, risanjem tehnične in tehnološke dokumentacije ter ustnim in pisnim sporočanjem. Za predstavitev prednostno uporabljajo ročna in računalniška grafična orodja. Učenci v *6. razredu narišejo mrežo škatle z računalniškim grafičnim orodjem, v 7. razredu izračunajo ceno izdelka z računalniškim orodjem, v 8. razredu narišejo sliko predmeta v prostoru z računalniškim grafičnim programom za trirazsežno modeliranje, opredelijo namen vhodnih in izhodnih funkcij računalnika ter primerjajo računalniško krmiljene naprave – stroj, tiskalnik, risalnik, ugotovijo vlogo računalnika pri krmiljenju delovnih procesov in naprav ter razložijo princip delovanja sistema CAD/CAM.*

Neobvezni izbirni predmet računalništvo (UN Računalništvo, 2013)⁹⁷ seznanja učence v 4. 5. in 6. razreda s temeljnimi računalniškimi koncepti in procesi. Tako učenci pridobivajo znanja, spretnosti in veščine, ki so veliko bolj trajni kot hitro razvijajoče se tehnologije. Ta znanja so neodvisna od tehnologij in so prenosljiva. Predstavljajo del digitalne pismenosti v evropskem referenčnem okviru osmih ključnih kompetenc.

Pomembnejši vidik predmeta so medpredmetne povezave, ki so vzpostavljene z večino osnovnošolskih predmetov. Z matematiko predmet povezujejo *formalni postopki, dokaz, logični in aritmetični izrazi, problemske naloge, logično in algoritmično razmišljanje*, z likovno umetnostjo *razumevanje računalniške grafike, s slovenščino zmožnost natančnega opisovanja in urjenje v razumevanju takšnih besedil, poročanje, preoblikovanje besedila v drugo obliko zapisa, členjenje besedila na logične enote, povzemanje in oblikovanje sklepov, z družbo skupinsko delo; razumevanje vpliva določenih rešitev na okolje; pojem intelektualne lastnine, oblikovanje socialnih veščin in gradnja skupinske inteligence, kritično razmišljanje, argumentiranje ter oblikovanje skupnih rešitev*, z naravoslovjem in tehniko *osnovni koncepti delovanja računalnika; načrtovanje dela, preskušanje postopkov, natančno in sistematično zaznavanje in opazovanje*, z angleščino *raba strokovnih računalniških izrazov v slovenskem in angleškem jeziku* ter z vsemi predmeti *delo z viri (iskanje in pridobivanje informacij, kritičen odnos do virov in njihova uporaba), varna raba informacijsko-komunikacijske tehnologije ter načrtovanje, skiciranje, izdelava in preizkušanje izdelkov ter predlogi za izboljšave.*

Standardi znanja, ki jih v okviru izbirnega predmeta računalništvo doseže posameznik ob koncu druge triade, vključujejo tudi to, da učenec *opiše vsakdanje dejavnosti z algoritmom in ustvari preprost program, ga zažene, v program vključi konstante in spremenljivke, prepozna različne vrste podatkov, kot so besedilo, številka, in te predstavi podatke na sistematičen način.* Učenec tudi *uporablja glavne storitve računalniških omrežij (elektronska pošta, splet idr.) ter poišče podatke na spletu in presodi njihovo relevantnost.*

Področje računalništva zastopa tudi izbirni predmet v zadnjem obdobju OŠ (UN Računalništvo – urejanje besedil; računalniška omrežja; multimedija, 2002)⁹⁸, ki je razdeljen na tri sklope, vezane na posamezno leto izvajanja. Med splošnimi cilji je navedeno, da učenci pri predmetu *spoznavajo osnovne pojme računalništva in vlogo ter pomen računalniške tehnologije v sodobni družbi, spremljajo razvoj računalniške tehnologije, pridobivajo temeljna znanja, spretnosti in navade za učinkovito ter uspešno uporabo IKT za zadovoljevanje svojih in družbenih potreb, razvijajo komunikacijske zmožnosti, oblikujejo stališča do pridobljenih*

informacij, razvijajo sposobnosti za učinkovito in estetsko oblikovanje informacij, pridobivajo sposobnost samostojnega reševanja problemov, razvijajo sposobnost in odgovornost za sodelovanje v skupini ter si krepijo pozitivno samopodobo, razvijajo pravilen odnos do varovanja lastnine (avtorske pravice) in osebnosti (zaščita podatkov).

Učni načrt za informatiko v gimnaziji (UN Informatika, 2008)⁹⁹ v opredelitvi predmeta navaja, da je predmet informatika splošnoizobraževalni predmet, *pri katerem se teorija poznavanja in razumevanja osnovnih zakonitosti informatike prepleta z metodami neposrednega iskanja, zbiranja, hranjenja, vrednotenja, obdelave in uporabe podatkov z digitalno tehnologijo z namenom oblikovanja relevantnih informacij za dograjevanje lastnega znanja in za njegovo predstavitev oziroma posredovanje drugim.*

Informacijsko-komunikacijska tehnologija je tesno vpeta v celotno zasnovo predmeta, saj je tehnologija temelj predmeta. To pomeni, da je IKT povezan s splošnimi in posebnimi znanji, kompetencami in celotno vsebino predmeta.

Za uporabo IKT na področju matematike, tehnike in računalništva so na ZRSS objavili tudi smernice (iEkosistem ZRSS)¹⁰⁰, katerih namen je spodbujanje inovativnega in ustvarjalnega pouka z uporabo IKT. Smernice se nanašajo na vključevanje IKT v pouk, sledijo didaktični napotki z možnimi dejavnostmi z IKT za učence oziromadijake, ki jih zaokroža seznam uveljavljenih e-gradiv in e-storitev za pouk posameznega predmeta.

Med smernicami za predmet Informatika (Smernice za uporabo IKT pri predmetu Informatika, 2016)¹⁰¹ so povzete digitalne kompetence iz okvira DIGCOMP, dodatni didaktični napotki za uporabo IKT, sledi pregled izbranih dejavnosti z osmišljeno uporabo IKT, navedenih pa je tudi je več spletnih strani s programsko opremo, gradivom in drugimi informacijami.

Univerzitetni študijski programi za področje matematike, tehnike in računalništva

Univerzitetni študijski programi za področje matematike

Predmeta **Didaktika matematike 2** in **Sodobni trendi v izobraževanju matematike** se izvajata na Fakulteti za matematiko in fiziko UL, v okviru študijskega programa Enoviti magistrski študijski program Pedagoška matematika. V okviru predmetov so obravnavane vsebinske in didaktične posebnosti pouka matematike v prvih dveh triadah devetletne osnovne šole. Med vsebinami so logika in jezik, obdelava podatkov, aritmetika in algebra, geometrija in merjenje. Študenti se seznanijo z možnostjo preoblikovanja matematičnih vsebin za doseganje učnih ciljev, spoznajo različne učne metode, oblike, didaktična sredstva in učna gradiva ter problemska znanja, ki predstavljajo izzive pri matematiki. Obravnavana je tudi vloga osebnega računalnika in žepnega računala pri poučevanju in učenju matematike. Poudarjena je vloga matematike na različnih drugih področjih in možnosti za medpredmetno povezovanje. Pomemben vidik predstavljajo tudi individualizacija in diferenciacija učnega procesa ter obravnava nadarjenih oziroma manj uspešnih učencev pri matematiki ter vrednotenje matematičnega znanja.

Predmet **Poglavja in didaktike matematike** se izvaja na Pedagoški fakulteti UL, v okviru študijskega programa Dvopredmetni učitelj matematika in vezava, ki je namenjen študentom četrtega letnika. Pri predmetu so poudarjena področja uporabe tehnologije pri pouku matematike (žepno računalno, grafično računalno, programi za dinamično geometrijo, programi za poučevanje algebre), obdelave podatkov pri pouku matematike, empirična preiskovanja, matematični kurikulum, poglobljena obravnava metod diferenciacije pri pouku matematike v osnovni šoli ter preverjanje in ocenjevanje.

Pilotna raziskava je potekala pri strokovnem predmetu **Verjetnostni račun in statistika** v okviru pedagoškega študijskega programa s področja matematike na študijski smeri Dvopredmetni učitelj, smer Računalništvo z vezavami. Študenti se pri predmetu seznanijo z osnovnimi pojmi verjetnostnega računa.

Študenti pri predmetu razvijajo sintetično, analitično in ustvarjalno mišljenje ter spoznajo pristope za reševanje problemov. Predmet vključuje dejavnosti za razvoj znanj za fleksibilno uporabo znanja v praksi, za interdisciplinarno povezovanje vsebin, poznavanje, razumevanje in apliciranje osnovnih matematičnih konceptov in teorij ter sposobnost upravljanja z različnimi pojavnimi oblikami podatkov in informacij.

Univerzitetni študijski programi za področje tehnike

Predmet **Didaktika tehnike 4** se izvaja v okviru pedagoškega študijskega programa Dvopredmetni učitelj tehnike z vezami na Pedagoški fakulteti UL. Pri predmetu se študenti seznanijo s primeri vsebine letnih učnih načrtov v povezavi s predmeti tehnike in tehnologije, se seznanijo z izobraževalno tehnologijo, učnimi zbirkami in učnimi pripomočki ter metodologijo znanstveno raziskovalnega dela za pripravo raziskovalnih in projektnih nalog. Dejavnosti, ki se izvajajo v okviru vaj, vključujejo preizkušanje postopkov in načinov obdelave, oblikovanja in preoblikovanja materialov. Študenti se usposobijo za učinkovito izpeljavo izobraževalnih modelov, ki vplivajo na tehnično ustvarjalnost otrok in razvijajo ročne spretnosti pri tehnologijah različnih gradiv. Študenti se naučijo ovrednotiti projektno delo tehnične ustvarjalnosti glede na uresničevanje zastavljenih ciljev in dosežke učencev.

Obvezna strokovna predmeta **Elektronika** in **Elektrotehnika** se izvajata v okviru pedagoškega študijskega programa Dvopredmetni učitelj tehnike, fizike in matematike z vezavami na Pedagoški fakulteti UL. Pri Elektroniki študenti spoznajo delovanje in uporabo izbranih električnih vezij in računalniških orodij za njihovo načrtovanje in simulacijo. Seznanijo se tudi s pomenom elektronike pri pouku naravoslovnih in tehniških predmetov.

Pri predmetu Elektrotehnika razvijajo sintetično, analitično in ustvarjalno mišljenje ter spoznajo pristope za reševanje problemov. Spoznajo tudi vpliv fizike na razvoj tehnike in tehnologije. Študenti pridobijo teoretična in praktična znanja za učinkovito integracijo informacijsko komunikacijskih tehnologij na različna področja izobraževanja, spoznajo različne učne metode in oblike dela s pomočjo multimedijske tehnologije ter uporabo IKT na različnih tehniških področjih. Študenti se naučijo tudi vrednotiti rezultate svojega dela glede na uresničevanje zastavljenih ciljev.

Predmeta **Tehnična dokumentacija 1** in **Tehnična dokumentacija 2** sta obvezna predmeta v okviru prvostopenjskega študijskega programa Dvopredmetni učitelj Tehnike z vezavami. Predmet tehnična dokumentacija 1 obravnava osnove opisne geometrije in pravila tehniškega risanja po standardih SIST ISO. Študenti spoznajo načine projiciranja in osnovne metode ter pravila za risanje projekcij. Študenti se naučijo tehničnega risanja po slovenskih in mednarodnih standardih in spoznajo možnosti, metode in prednosti uporabe informacijske tehnologije pri izdelavi preprostih risb in pri poučevanju opisne geometrije in tehničnega risanja.

Predmet Tehnična dokumentacija 2 je vsebinsko nadaljevanje predmeta Tehnična dokumentacija 1. V okviru predmeta se izvaja računalniško podprto risanje, pri katerem študenti spoznajo načine in programsko opremo za izdelavo tehnične dokumentacije, osnovne principe in napotke za pravilno uporabo računalniških programov za izdelavo tehnične dokumentacije in delo s temeljnim programom (osnovna šola) za računalniško tehnično risanje (CiciCAD).

Predmet **Tehnična vzgoja** se izvaja v okviru pedagoške študijske smeri Predšolska vzgoja na Pedagoški fakulteti UL. Pri predmetu se študenti seznanijo s pristopi za zgodnje uvajanje otrok v svet tehnike in tehnologije ob igri z igračami in s spoznavanjem bližnje okolice. Študenti spoznajo različne igrače, osnovne materiale, glavne sestavne dele in načine razvrščanja igrač po izbranih lastnostih. Dejavnosti so usmerjene tudi v postopke za razvijanja delovnih navad, spretnosti in znanj ter za načrtovanje, organizacijo in spodbujanje ustvarjalnih tehnično-vzgojnih dejavnosti otrok v vrtcu.

Tehnika z didaktiko je obvezni strokovni predmet, ki se izvaja v okviru pedagoškega študijskega programa Razredni pouk na Pedagoški fakulteti UL. Študenti pri predmetu spoznajo ključne dejavnike za oblikovanje sodobnih vzgojnih in izobraževalnih modelov pri pouku, se seznanijo s kriteriji, ki določajo sodobne načine preverjanja, ocenjevanja in vrednotenja vzgojno-izobraževalnega dela glede na cilje in standarde predmeta ter spoznajo vsebinske in didaktične posebnosti tehnične vzgoje. Študenti se usposobijo za učinkovito izpeljavo izobraževalnega modela, ki vpliva na tehnično ustvarjalnost otrok in poznavanje tehnike, znajo načrtovati letno pripravo in jo smiselno prilagajati učenčevim zmožnostim, potrebam ter zastavljenim ciljem izobraževalnega dela in so sposobni izpeljati projektne naloge, ki odražajo učenčevo tehnično ustvarjalnost s primernimi izdelki. Študenti se usposobijo za učinkovito uporabo didaktičnih sredstev, s poudarkom na multimediji.

Predmet **Odprti učni sistemi** je izbirni strokovni predmet, ki se izvaja na drugostopenjskem študijskem programu Poučevanje. Študenti se seznanijo z osnovnimi pojmi in vrstami odprtih učnih sistemov, spoznajo namen in umestitev odprtih učnih sistemov v izobraževalni proces, učna okolja in vrste učnih objektov za obravnavo vsebin tehnike. Pri predmetu obravnavajo različne modele poučevanja in učenja v tehniškem izobraževanju in spoznajo prednosti in slabosti posameznih vrst odprtih učnih sistemov. Študenti načrtujejo in oblikujejo učenje vsebin tehnike s postavitvijo učne platforme, uvajanjem novih tehnologij v pedagoško in raziskovalno delo, kritično presojujejo tehnologijo in razloge za izbor najustreznejše za dane pogoje ter samostojno izdelujejo e-učne objekte za obravnavo vsebin tehnike v osnovni in srednji šoli. Seznanijo se z neposrednim vrednotenjem učenja na podlagi izkustvenega (hands-on) učenja, pa tudi z vlogo in pomenom menedžmenta pri organizaciji in zagotavljanju kakovosti izvajanja odprtih učnih sistemov.

Univerzitetni študijski programi za področje računalništva

Obvezni splošni predmet **IKT v izobraževanju** se izvaja v okviru pedagoškega študijskega programa Razredni pouk na Pedagoški fakulteti UL. Pri predmetu se študenti seznanijo z osnovami IKT, spoznajo temeljne pojme in koncepte s področij, ki so pomembna za pedagoško in raziskovalno delo učitelja, z možnostmi vključevanja tehnologije za reševanje problemov, načrtovanja in vključevanja sodelovalnega učenja in timskega dela pri uporabi IKT pri pouku ter analizi in posplošitvi spoznanj iz primerov dobre prakse.

Pri obveznem strokovnem predmetu **Računalnik v pouku fizike**, ki se izvaja na študijskih programih Dvopredmetni učitelj fizike z vezavami, so poudarjena znanja načinov uporabe informacijske in komunikacijske tehnologije pri pouku fizike, vloge računalnika v šolskem naravoslovnem laboratoriju, možnosti povezave računalnika z okolico in lastnostmi osnovnih elektronskih merilnih sistemov s primeri uporabe pri pouku. Pri predmetu se študenti seznanijo tudi z obravnavo računalniških simulacij pri navideznih (virtualnih) eksperimentih in z uporabo računalnika pri fizikalnem eksperimentiranju.

Predmet **Z IKT podprta učna gradiva – računalniške izobraževalne igre** je splošni strokovni predmet za študente dvopredmetnega študija prve stopnje na študijski smeri računalništvo z vezavami. Študenti pri predmetu pridobijo splošne pedagoške kompetence s področja vodenja projekta po fazah, skupinskega dela, računalniško podprtega sodelovanja in skupinskega dela na daljavo, izbire ustreznih didaktičnih metod za doseganje izbranih učnih ciljev in pravila snovanja izobraževalnih gradiv (instructional design) ter kritično analizo, vrednotenje in sociološke vidike uporabe IKT v izobraževanju.

Pri obveznem strokovnem predmetu **Izbrana poglavja računalništva z didaktiko** na drugostopenjskem magistrskem študiju Poučevanje spoznajo študenti vsebine s področja računalništva v osnovnošolskem in srednješolskem kurikulumu, obravnavajo možnosti medpredmetnega povezovanja, uporabo računalniških iger in simulacij v izobraževanju, teorije o učenju in poučevanje vsebin in didaktične vidike poučevanja izbranih zahtevnejših vsebin s področja računalništva. Študenti se seznanijo z modernimi oblikami pedagoškega dela pri poučevanju programiranja, z motivacijsko vlogo IKT v poučevanju, vizualizacijo znanja in uporabe IKT v procesih vizualizacije ter sodelovalno učenje in skupinsko delo z uporabo IKT.

Predstavitev pilotnih izvedb posodobitev s področja matematike, tehnike in računalništva

V poglavju so predstavljeni posamezni predmeti, v okviru katerih so potekale pilotne izvedbe posodobitev, krajši opisi posodobitev in najpogosteje uporabljeni inovativni pristopi, ki so jih izvajalci predmetov pri izvedbi uporabili. S področja matematike, tehnike in računalništva je bilo pripravljenih 16 pilotnih izvedb posodobitev študijskih predmetov, štiri s področja matematike, osem s področja tehnike in štiri s področja računalništva.

Pilotne izvedbe posodobitev s področja matematike

Pri pilotni izvedbi posodobitev predmeta **Didaktika matematike 2** je bilo v ospredju izvajanje vsebin, ki sledijo paradigmi naravoslovno orientiranega poučevanja STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Vsebine so bile zasnovane za standarde in cilje učnega načrta za matematiko za srednje šole s poudarkom na konstruktivističnem problemsko zasnovanem pristopu k delu pri pouku. Pri tem so v okviru vsebin, pripravljenih za pilotno izvedbo posodobitev v okviru predmeta, poudarjene tudi taksonomske ravni zahtevnosti, na osnovi katerih so bile oblikovane tri ciljne skupine: a) nadarjeni dijaki, b) skupina za motivacijo in popularizacijo ter c) za matematiko manj zainteresirani dijaki. Za vizualizacijo, implementacijo in diagnosticiranje pomenov/rešitev so bila uporabljena in pripravljena ustrezna dinamična računalniška orodja v obliki gradiv GeoGebra.

Pri pilotni izvedbi posodobitev predmeta **Sodobni trendi v izobraževanju matematike** so bili v skladu z že utečenim sodelovanjem dopolnjujočih se predmetov študijskega programa pri izvedbi obravnavani isti vsebinski primeri kot pri pilotni izvedbi posodobitve predmeta Didaktika matematike 2, z razliko, da je bila osredotočenost usmerjena na raziskovanje in utemeljevanje različnih možnosti in koristni uporabe IKT (GeoGebra, Mathematica, spletne platforme, interaktivna tabla, pametni računalniki ...), s katerimi bi lahko optimizirali pristop za bolj produktivno učenje.

V okviru pilotne izvedbe posodobitev predmeta **Poglavja iz didaktike matematike** so študenti razvijali metode uporabe IKT pri dokazovanju v geometriji. Tovrstne pripomočke naj bi uporabljali pri študiju in pri delu z nadarjenimi osnovnošolci (zahtevnejše geometrijske dejavnosti, podprte z IKT).

V okviru predavanj in vaj so študenti spoznali primere programov za dinamično geometrijo (s poudarkom na didaktičnih elementih programa GeoGebra), programov za računalniško opazovanje geometrijskih konstrukcij (OK Geometry) in programov za avtomatsko dokazovanje (Java Geometry Expert) ter se usposobili za njihovo uporabo. Tovrstni programi (posebej programi za avtomatsko dokazovanje) poudarjajo vidike in elemente dokazovanja, ki pri klasičnem dokazovanju tako rekoč niso prisotni.

V okviru vaj in spremljajočih konzultacij so študenti v skupinah razvili dejavnosti za nadarjene učence OŠ z uporabo programov dinamične geometrije in deduktivnega dokazovanja. Pri delu so študenti uporabljali tudi spletno okolje, v katerem so pripravili skupni izdelek. Razvite dejavnosti so na nastopih v okviru prakse preizkusili s skupinami nadarjenih učencev v osnovnih šolah.

Za pilotno izvedbo posodobitev predmeta **Verjetnostni račun in statistika** so bile pripravljene interaktivne animacije in kratki video posnetki za uporabo pri predavanjih, posodobljena in prilagojena so bili nekatera uveljavljena odprtokodna prosto dostopna gradiva sistema WIMS ter interaktivni delovni listi z dinamično ustvarjenimi nalogami in kvizi. Pripravljena je bila spletna učilnica WIMS z gradivi. Pripravljene so bile tudi interaktivne izpitne pole za preverjanje znanja.

Dejavnosti so bile osredotočene na uporabo IKT za neposredno utrjevanje in preverjanje znanja z uporabo dinamično ustvarjenih nalog in naključnih parametrov v prirejeni spletni

učilnici WIMS, ter na pilotno uporabo sistema za preverjanje znanja na izpitu in kolokvijih. Posebnost elektronskega preverjanja v sistemu WIMS so t. i. odprti izpiti – izpiti, ki jih sestavljajo le naloge, s katerimi so se študenti pred tem že srečali.

Pilotne izvedbe posodobitev s področja tehnike

Posodobitev pri pilotni izvedbi predmeta **Didaktika tehnike 4** vključuje razvoj učnega modela za inovativno tehniško konstruiranje s tiskalniki 3D pri izvajanju dejavnosti pri predmetu Didaktika tehnike 4. Model obsega določitev učnih metod, vrste zahtevanega učnega gradiva, primernih in ustreznih učil ter način vrednotenja dosežkov in izdelkov. Učni model zajema uporabo IKT za izdelavo in pripravo osnutkov, poročil in evaluacije ter tiskalnik 3D za izdelavo maket in konstrukcij.

Gradiva, posodobljena v okviru pilotne izvedbe posodobitev predmeta **Elektronika**, so bila uporabljena kot temeljne vsebine, ki so bile iz analogne elektronike navezane na »fizično računalništvo«. Praktično imajo osrednjo vlogo programabilni mikrokrmilniški sistemi, na primer Arduino Uno/Nano, ki so povezljivi z računalniki, pametnimi telefoni, tablicami ... Pričakovati je, da bodo na ta način bolj osmišljene teoretične vsebine iz elektronike. Podkrepljene so bile s primeri v simulacijskem programu Yenka, kar je omogočalo približanje abstraktnih spremenljivk v elektroniki. Vsi bodoči dvopredmetni učitelji se izobražujejo tudi v okviru laboratorijskih vaj, ki vključujejo izdelavo različnih analogno/digitalnih vezij ter merjenja njihovih električnih signalov. V izvajanje teh vaj bodo vključeni mikrokrmilniški sistem Arduino Uno/Nano, teoretične vsebine pa bodo aplicirane na praktičnih primerih.

Pri pilotni izvedbi posodobitev predmeta **Elektrotehnika** so bila učna gradiva posodobljena z vpeljavo modernejših regulacijskih sistemov elektromotorjev in jih na tak način približali študentom dvopredmetnih učiteljev. Na primeru mikrokrmilniškega sistema Arduino Uno/Nano v vlogi krmilnika koračnih in servo-motorjev so bile osmišljene tudi teoretične zakonitosti delovanja teh električnih strojev. V laboratorijsko delo študentov bodo tudi v bodoče vključeni cenovno zelo ugodni računalniški merilni sistemi in na ta način zamenjali klasične .

Dejavnosti v okviru pilotne izvedbe posodobitev pri predmetu **Tehnična dokumentacija 1** so vezane na preverjanje uporabnosti in primernosti razpoložljivih odprtokodnih programskih orodij za prostorsko modeliranje, uvajanje sodobnih pristopov in konceptov prostorskega geometrijskega modeliranja in pripravljane tehnične dokumentacije projekta. Cilj je študente usposobiti za osnovno rabo takega orodja za študij in za poučevanje. Za uvajanje so bili pripravljene vodiči za namestitve, prilagoditev in osnovno uporabo. Komunikacija in izmenjava je potekala prek družbenih omrežij, načrtovano pa je tudi domače delo, ki ga opravijo z novim orodjem in ga predstavijo kot projektno nalogo. V tej se zlasti osredotočijo na natančnost rešitev ter splošno kakovost izdelkov (risbe, projekcije) ter sami ocenijo in primerjajo z ročno izdelanimi rešitvami. Namen je spoznavanje prednosti in učinkovitosti uporabe modernih orodij ter temeljnih načel za uspešno delo (natančnost, organiziranost, sistematičnost ...).

Predmet **Tehnična dokumentacija 2** je vsebinsko nadaljevanje predmeta Tehnična dokumentacija 1 (TD1), v tem smislu se nadaljujeta in nadgrajujeta tudi priprava in izvedba posodobitev predmeta oziroma uporaba programskih orodij za specifične naloge iz učnega načrta. Dodani so specifični novi koncepti in principi gradnje prostorskih virtualnih modelov objektov s pomočjo prostorskih modelirnikov (popolna natančnost modelov, hierarhija, načini generiranja površin in volumnov, dodajanje simboličnih informacij in pridevkov k elementom modelov itd.).

Pilotna izvedba posodobitev predmeta **Tehnična vzgoja** je bila osredotočena na razvoj učnega modela zgodnjega tehnološkega opismenjevanja s poudarkom na dvigu ravni tehnološkega znanja, zmožnosti reševanja problemov, razvoja komunikacijskih in medosebnih veščin, ustvarjalnosti, sposobnosti kritičnega razmišljanja in odločanja za izbiro pri izvajanju dejavnosti v okviru Tehnične vzgoje.

Učni model je zajemal uporabo IKT v vseh izvedbenih oblikah predmeta: za načrtovanje, izdelavo in pripravo osnutkov, interaktivnih učnih portalov in vsebinskih gradiv, poročil, interaktivnih učnih priprav, spremljanje in vrednotenje. Interaktivna predavanja so zasnovna za učinkovito izvajanje učnega procesa tehnične vzgoje z uporabo IKT. Aktivno učenje (strategije in metode) so vertikalno in horizontalno vpete ter s pomočjo IKT omogočajo izboljšanje učnih učinkov in dvig ustvarjalnosti ter digitalnih kompetenc.

Posodobitev, izvedena pri pilotni izvedbi predmeta **Tehnika z didaktiko**, uvaja delo študentov z različnimi orodji IKT za iskanje informacij na spletu, urejanje besedila, pregledničnega izračunavanja, pripravo predstavitev, izdelavo tehniških risb in tehniških modelov, obdelavo slikovnega gradiva in tiskanje s 3D-tiskalnikom. Vsebinska osnova je projektno delo izdelave izdelka, ki je sicer del dejavnosti v okviru predmeta Naravoslovje in tehnika v 5. razredu OŠ. Model je predstavljal osnovo za izdelavo tehnične risbe, med vajami pa so študenti po konstrukcijski nalogi individualno izdelali tehtnico.

Posodobitev v okviru pilotne izvedbe pri predmetu **Odprti učni sistemi v tehniki** je zajemala vpeljavo sodobne metode kombiniranega učenja in s tem razvoj ustreznega gradiva za obrnjeni model kombiniranega učenja (flipped blended learning). Razvoj gradiv je zajemal vodnik za uporabo orodij IKT za izdelavo gradiv in vodnik za učenje kombiniranega učenja. Študenti so spoznali spletna okolja za obdelavo zvoka, za zajem video posnetkov, za preverjanje in ocenjevanje ter orodja za oblikovanje predstavnih gradiv v standardni video formata.

Pilotne izvedbe posodobitev s področja računalništva

V okviru dejavnosti pri pilotni izvedbi posodobitev predmeta **IKT v izobraževanju** so študenti razvijali, objavljali in ocenjevali digitalne zgodbe. Posodobitev je predvidevala vključevanje IKT v vse faze projektne dela, od zamisli prek načrta in izvedbe do analize in vrednotenja dela. Študenti so hkrati razvijali kompetence za komuniciranje, kritično razmišljanje, sodelovanje in skupinsko delo ter ustvarjalno razmišljanje. Zgodbe so bile ocenjene tudi z vrstniškim ocenjevanjem.

Pri pilotni izvedbi posodobitve predmeta **Računalnik v pouku fizike** so se študenti seznanili z uporabo računalnika pri izvedbi fizikalnih poskusov in prikazu fizikalnih pojavov z ustreznimi simulacijskimi programi. Študenti so kritično obravnavali različne programske simulacije, ki so namenjene različnim fizikalnim pojavom. Poleg nazornih slikovnih interpretacij raznih fizikalnih pojavov je zelo pomembno, da se zavedamo tudi nepravilnosti, ki jih morda simulacijsko okolje posredno ali neposredno podaja. Take napake lahko vodijo v napačna teoretična spoznanja. Pri izvajanju laboratorijskih vaj so študenti izgradili svoje merilne sisteme in z njimi skušali izvesti različne meritve. Podatke so zajemali z računalniškim sistemom, ki bo kot merilni vmesnik uporabljal Arduino Uno/Nano. Izmerjene podatke so tudi ustrezno obdelali tako, da bodo lahko preverili znane fizikalne konstante.

Pilotna izvedba posodobitve predmeta **Z IKT podprta učne gradiva – računalniške izobraževalne igre** vključuje vpeljavo aktivnih oblik dela v okviru skupinskih projektov, proces dela pa je oblikovan po trialoških principih. Tak načrt poučevanja vključuje oblike učenja, pri katerih študenti sodelovalno razvijajo, spreminjajo oz. ustvarjajo skupne artefakte v nekem sistematičnem procesu. Bistvena je interakcija, ki se dogaja ob ustvarjanju konkretnih artefaktov.

Skupinsko izdelovanje izobraževalnih računalniških iger, zasnovano na metodi SADDIE (Specification, Analysis, Design, Development, Instructional and Evaluation), opredeljuje faze razvoja izobraževalnih gradiv. Znotraj faz v modelu študenti izberejo temo, povezano z izbranimi učnimi cilji. Izdelane igre bodo preizkušene tudi pri pouku računalništva v osnovni ali srednji šoli. Izobraževalna igra bo tako imela v trialoškem smislu vlogo artefakta, ki ga bodo morali študenti zasnovati in razviti do končnega produkta, celoten proces pa bodo opisali v projektni dokumentaciji. Študenti bodo za načrtovanje dela, zapisovanje rezultatov, komuniciranje, deljenje gradiv in pisanje projektne dokumentacije uporabljali spletni sistem za koordinacijo projektov – Zoho.

V pilotni izvedbi posodobitve predmeta **Izbrana poglavja računalništva z didaktiko** so se študenti v okviru predavanj seznanili z novostmi na področju poučevanja programiranja v fizičnem računalništvu, pri seminarjih pa so z uporabo različnih naprav (LEGO WeDo, LEGO Mindstorms ...) spoznali različne možnosti uporabe in dejavnosti, namenjene učenju. Dejavnosti so vključevale projektno delo študentov, pri katerem so izkustveno spoznali povezave med fizičnim računalništvom in konstruktivistični pristop k učenju. Raziskovali so različna izbrana programska okolja, razvijali kompetence za sodelovalno učenje, spoznavali delo s tehnologijo, razvijali ustvarjalno razmišljanje, razreševali probleme in jih kritično presojali. Študenti so spoznali možnosti didaktične uporabe robotov (LEGO WeDo, LEGO Mindstorms, Sphero SPRK+) pri skupinskem, problemskem in projektnem delu. Študenti so imeli možnost uporabe različnih pripomočkov, ki omogočajo upravljanje sestavljenih robotov, branje podatkov s tipali in dostop do dokumentacije opravljenega dela. Študenti so pripravili tudi video posnetke izdelkov, ki so jih zmontirali in objavili. Projektna dokumentacija je med drugim vključevala pisna poročila o izvedbi dejavnosti.

Smernice za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje matematike, tehnike in računalništva

Smernice za uvajanje IKT na področju izobraževanja učiteljev temeljijo na (1) teoretičnih izhodiščih, (2) analizi učnih načrtov in nacionalnih smernic za osnovnošolsko in srednješolsko raven, (3) na analizi stanja rabe IKT na pedagoških študijskih programih UL, (4) izsledkih evalvacijskega vprašalnika za študente, (5) mnenjih naprednih uporabnikov in (6) pilotnih raziskavah.

Kompetence učiteljev s področja matematike, tehnike in računalništva

Področja matematike, tehnike in računalništva so močno vpeta v tehnologijo. Sploh zadnji dve področji sta neposredno povezani z ustvarjanjem različnih predstavitev, programov, iger in drugih izobraževalnih gradiv, s pripravo in konstrukcijo različnih naprav ter z oblikovanjem različnih pristopov za uvajanje IKT v delo pri pouku. Študenti, ki se izobražujejo na teh področjih, pridobijo široka znanja za didaktično ustrezno uporabo tehnologije in naprav, imajo znanja za izbor, vzpostavljanje, omogočanje in ustvarjanje spletnih okolij za skupinsko, sodelovalno, projektno ali raziskovalno delo in razreševanje tehničnih in tehnoloških težav, ki se pri uvajanju IKT pojavljajo. Kompetence, ki jih pridobijo študenti teh smeri, pokrivajo tako delo z digitalnimi viri in pristope k digitalnemu ocenjevanju kot tudi poznavanje različnih pristopov in metod dela v razredu.

03 Poučevanje	02 Digitalni viri	04 Digitalno ocenjevanje	05 Opolnomočenje učencev
Sodelovalno učenje Skupinsko delo Problemski pouk Projektno delo Raziskovalno delo Obrnjeno učenje Učenje z igrami Učenje s primeri Kombinirano učenje Samoregulativno učenje	Izbira digitalnih virov - iskanje in vrednotenje digitalnih virov - iskanje informacij Ustvarjanje, predelovanje in nadgrajevanje digitalnih virov - ustvarjanje slikovnega gradiva, zvočnih, video posnetkov, iger ... - ustvarjanje različnih gradiv za izvajanje pouka tehnike, matematike, računalništva Organiziranje, zaščita in izmenjava digitalnih virov - sodelovalna okolja za izmenjavo digitalnih virov	Različne oblike in načini preverjanja znanja - ocenjevanje in vrednotenje digitalnih izdelkov - evalvacija gradiv in dela mentorjev in učiteljev - uporaba odzivnih sistemov - samoevalvacija Povratna informacija in načrtovanje - odziv na opravljeno delo - vrstniško ocenjevanje	Vključevanje učencev - vključevanje naloge s sprotnimi refleksijami in poročanjem o napredku dela - sprotne evalvacije gradiv - uporaba avtentičnih in stvarnih problemov - izvajanje praktičnih (hands-on) dejavnosti

Razpredelnica M1: Pregled dejavnosti, izvedenih v okviru pilotnih izvedb posodobitev.

Na teh področjih so posebej pogosto poudarjene kompetence, povezane z ustvarjanjem, predelovanjem in nadgrajevanjem digitalnih virov, z uporabo široke palete različnih naprav in storitev, pripravo naprednih orodij za učenje, preverjanje znanja in ocenjevanje ter pripravo oziroma uporabo animacij in simulacij pri pouku. Pomembno se kaže področje poučevanja in učenja, kjer je bilo v okviru pilotnih izvedb posodobitev uporabljenih več

različnih didaktičnih pristopov, uporabljeni so bile tudi različne oblike preverjanja znanja študentov. Dejavnosti, ki so bile izvedene za razvoj kompetenc posamezne skupine v okviru pilotnih izvedb posodobitev so zbrane v Razpredelnici M1.

Smernice za področje matematike, tehnike in računalništva

Izsledki evalvacijskega vprašalnika o uporabi didaktičnih pristopov in strategij so pokazali, da so študenti, ki se izobražujejo na vsebinskem področju, le v dobri polovici naklonjeni uporabi IKT pri poučevanju in le polovica jih meni, da so ustrezno usposobljeni za uporabo IKT pri pouku. Programi, v okviru katerih so potekale pilotne izvedbe posodobitev, so bili zasnovani na osnovi različnih didaktičnih pristopov. Če želimo povečati **uporabo IKT pri študiju in delu**, je treba v okviru izobraževanja učiteljev spodbujati **uvajanje širokega nabora različnih dejavnosti, ki vključujejo delo z IKT**.

Ugotovitve evalvacijskega vprašalnika o uporabi didaktičnih pristopov in strategij kažejo tudi, da študenti nimajo težav z iskanjem gradiv in virov, v večji meri pa navajajo, da na spletu ne najdejo vseh informacij, ki jih potrebujejo pri učenju. Pri uporabi digitalnih virov je pomembno **vključevanje različnih strategij iskanja in vrednotenja virov**, vključno s posebnimi viri, podatkovnimi zbirkami in repozitoriji, ki so specifični za področje, spodbujanje spletnih storitev, pri katerih sodeluje širša javna skupnost, hkrati pa **uvajanje sodelovalnih pristopov**, pri katerih iskanje poteka skupinsko, nadzor nad delom in ustrezno vodenje pa lahko nudi tudi učitelj.

Zato je za **podporo sodelovalnemu, raziskovalnemu, problemskemu učenju in drugim pristopom dela pomembno spodbujati uporabo sodelovalnih učnih okolij**, v katerih je mogoče ustvarjati, zbirati in urejati gradiva, ki so uporabniku z ustreznim dostopom vedno na voljo. V okviru pilotnih izvedb posodobitev s področji matematike, tehnike in računalništva so bile v ta namen uporabljene spletne učilnice (Arnes, Moodle, WIMS) in druga spletna orodja (Wiki, Spletniki, e-listovniki).

Ustrezno didaktično pripravljena, ustvarjena in izbrana gradiva pomembno vplivajo na kakovost pedagoškega procesa, prav tako so pomembna izbrana orodja IKT. V okviru pilotnih raziskav so bile pri številnih predmetih zasnovane dejavnosti, pri katerih so študenti razvijali kompetence **kritičnega izbiranja in vrednotenja virov, orodij in storitev** in na ustrezen način **načrtovali njihovo uporabo**. Nekatere pilotne izvedbe posodobitve so izhajale tudi iz vprašanj, kdaj in na kakšne načine učinkovito uporabljati različna učna okolja in učna orodja pri pouku.

Številne dejavnosti, izvedene v pilotnih izvedbah posodobitev, so vezane na uporabo splošnih in specifičnih orodij za ustvarjanje in predelovanje ter na nadgrajevanje digitalnih virov. V okviru izbranega didaktičnega pristopa je za spoznavanje različnih možnosti rabe nujno **spodbujanje uporabe različne programske opreme in spletnih orodij**, od pisarniških programov do posebne programske opreme, ki je značilna za študijsko področje. Pri matematiki so to orodja za matematično dokazovanje, izrisovanje grafov, za geometrijo in drugo, pri tehniki so to na primer orodja za načrtovanje, ploskovno in prostorsko risanje, pripravo, izdelavo in uporabo naprav in izdelkov, pri računalništvu pa na primer orodja za programiranje, ustvarjanje izobraževalnih iger in mnogo drugih orodij.

Iz analize evalvacijskega vprašalnika je razvidno, da študenti IKT povezujejo pretežno z uporabo orodij za iskanje in izdelavo gradiv. Kako **pomembno je razvijanje razumevanja didaktičnih zahtev uporabe**, kažejo tudi ugotovitve, da vidijo študenti koristi v uporabi IKT za pisanje učnih priprav in pri pripravi učnih gradiv, v manjši meri pa razmišljajo o uporabi IKT pri preverjanju in ocenjevanju znanja.

Nujno je **spodbujanje razvijanja različnih kompetenc s področja ocenjevanja z uporabo digitalnih tehnologij**. Uvajanje odzivnih sistemov in orodij, ki omogočajo pripravo nalog za preverjanje oziroma ocenjevanje znanja, je smiselno tudi zato, ker se manj kot polovica študentov strinja z uporabo IKT pri preverjanju, v še manjšem deležu pa pri ocenjevanju znanja. V okviru pilotnih izvedb posodobitev predmetov so uporabljali različne odzivne sisteme, pripravili so okolje za vrstniško ocenjevanje in naredili več spletnih anketnih vprašalnikov. Izvajalci so te sisteme uporabili za **zagotavljanje hitre in kakovostne povratne informacije v učnem procesu**. V eni izmed pilotnih izvedb posodobitev so lahko študenti na lastno željo med drugim izbrali možnost opravljanja izpita z uporabo spletnega okolja, ki je bilo namenjeno tudi ocenjevanju znanja. Izkazalo se je, da so bile ocene pri elektronskem preverjanju večinoma višje. Izkazalo se je tudi, da spodbuja večkratno ponavljanje reševanja nalog z ključnimi parametri rutinsko delo in pomnjenje postopkov namesto globljega razumevanja vsebine.

Raziskave so pogosto usmerjene na učinkovitost in način uporabe naprav pri pouku, redkejšje so raziskave, ki obravnavajo didaktično uporabo IKT pri predmetu. Stroka **priporoča tudi vključevanje dejavnosti za raziskovanje in razvoj različnih didaktičnih pristopov** in inovativnih metod poučevanja. S tem učitelji prispevajo k oblikovanju izvirnih dobrih praks poučevanja. Raziskave potrjujejo, da omogoča uporaba inovativnih didaktičnih pristopov z IKT oblikovanje bolj pestrih in motivirajočih dejavnosti. Pri pilotnih izvedbah posodobitev študijskih predmetov so učitelji poleg spletne učilnice uporabljali tudi različne pametne naprave, kot so tablični računalniki, pametni telefoni, interaktivne table in drugo.

Ugotovitve raziskav prav tako kažejo, da je IKT lahko pripomore k individualizaciji poučevanja in prilagajanju učnega procesa posameznikovemu prednostnemu pristopu, zato je **pomembno tudi razvijanje kompetenc učiteljev s področja opolnomočenja učencev**. Omogočanje dostopnosti, diferenciacije in personalizacije učenja pripomorejo k hitrejšemu napredovanju in kakovostnejšem znanju posameznega učenca in skupini kot celoti. Učitelj lahko IKT uporablja za spodbujanje dinamičnega, interaktivnega in na splošno bolj stimulativnega učnega okolja, na primer z uporabo izobraževalnih iger, s prilagajanjem raziskovalnega ali projektnega dela glede na želje učenca, z uvajanjem avtentičnih primerov in drugimi pristopi.

Za izvajanje posameznih dejavnosti pri pilotni izvedbi posodobitev z vsebinskega področja matematike, tehnike in računalništva so izvajalci uporabili različne vire, gradiva, naprave, spletna orodja in spletna okolja. Uvajanje je zahtevalo posebna znanja za ustrezen izbor in uporabo specialnih virov, študenti pa so ob tem razvijali tudi specifične tehnične kompetence. Namen dejavnosti in uporabljena orodja IKT, so zbrana v razpredelnici M2. Študenti so ob **uporabi novih in posodobljenih gradiv ter ustreznih didaktičnih pristopov hkrati razvijali več področij digitalnih kompetenc**. Ob specifičnih orodjih so se seznanili tudi z didaktično rabo IKT pri pouku.

Namen	Orodja IKT
Predstavitev vsebine	Spletniki, Youtube, pisarniški programi, GeoGebra, iSpringRiver, e-listovniki
Iskanje in vrednotenje informacij	Repozitoriji virov
Zbiranje podatkov	Spletne strani z videom in zvokom
Sprotno preverjanje znanja	GoogleForms, Arnesova spletna učilnica, Moodle (H5P), Kahoot, Plickers, Google forms, Mentimeter
Organizacija učnega procesa	Spletno izobraževalno okolje – Moodle, Arnesova spletna učilnica, okolje Wiki, LePlanner
Skupinsko delo, sodelovanje, projektno delo	Spletna izobraževalna okolja, Moodle, WIMS
Izdelava gradiv, izgradnja pojmovnih zemljevidov	Matematična orodja, GeoGebra, Maxima, Yacas, Derive, Mathematica, OK Geometry, Java Geometry Expert, grafični programi Inkscape, GIMP, orodja za numerično matematiko, statistiko in simulacijo, MatLab, R, program Yenka, izdelovanje animacij, programi CAD, FreeCAD, nanoCAD, LibreCAD, CAD Asistant, programska oprema za 2D- in 3D-risanje (QCAD, SketchUp, Corel Designer), Audacity, Pinnacle Studio, Stencil
Objavljanje gradiv	Spletna učilnica, YouTube, Facebook, Arnesov Spletnik
Specifične naprave	Interaktivna tabla, pametne naprave, fotoaparati, kamera, Arduino Uno/Nano, 3D-tiskalniki
Sporočanje	Spletna učilnica, elektronska pošta
Specifične metode poučevanja	Digitalno pripovedništvo, igra vlog

Razpredelnica M2: Namen in izbrana orodja IKT, uporabljena pri izvajanju pilotnih izvedb posodobitev.

Za spodbujanje uporabe IKT imajo pomembno vlogo tudi **učni načrti za osnovno in srednjo šolo** oziroma za gimnazije. Med priporočili za ustvarjalno uporabo tehnologije pri pouku je omenjena uporaba različnih naprav, spodbuja se uporaba spleta za iskanje informacij in uporabo različnih spletnih storitev, v veliko manjši meri pa je poudarjen didaktični vidik uporabe IKT, ki bi temeljil na inovativnih didaktičnih pristopih k delu v razredu. Na podobni osnovi je pomembno **tudi spodbujanje uvajanja posodobitev didaktičnih pristopov in smiselna uporaba IKT tudi v učne načrte visokošolskih predmetov**, oziroma uvajanje specifičnih predmetov, namenjenih prav razvoju digitalnih kompetenc bodočih učiteljev za posamezno študijsko področje. Temu pritrjujejo tudi visokošolski učitelji in študenti, ki se strinjajo, da bi moral znati IKT uporabljati vsak, ki dela v šolskem okolju, ter da so digitalne kompetence temeljne kompetence vsakega študenta pedagoških študijskih programov.

Zaključek

Za uspešno izvajanje z IKT podprtih inovativnih oblik poučevanja in učenja je nujno učiteljevo poznavanje različnih didaktičnih pristopov in možnosti za učinkovito uporabo IKT v pedagoškem procesu. Pomembna je digitalna pismenost učitelja in učencev, učitelj mora

znati ustvariti didaktično ustrezna gradiva, poznati mora tudi programsko opremo in storitve za sodobne metode poučevanja.

Ustrezna didaktična obravnava uporabe IKT pomaga učitelju pri odločanju, kdaj uporabiti IKT in kako ter zakaj ga vključiti v pouk, s tem pa je mogoče doseči boljše učne rezultate, učni proces je lahko bolj dinamičen in zato za učence bolj zanimiv.

V okviru projekta »IKT v pedagoških študijskih programih UL« so strokovnjaki s področja didaktike predstavili in uporabili velik nabor inovativnih pristopov ter digitalnih virov in orodij, kar kaže na različne možnosti za posodobitve in inovacije.

Najpogosteje se je med dejavnostmi pojavilo ustvarjanje novih digitalnih virov. Pri tem so strokovnjaki v splošnem uporabili širok nabor različne programske opreme in storitev, programska orodja pa so uporabljali na različne načine, glede na specifične naloge in cilje. Uporabljenih je bilo več različnih pristopov k poučevanju, od sodelovalnega in raziskovalnega učenja do učenja z igrami in digitalnega pripovedništva, uporabljena so bila tudi različna učna okolja.

Ugotovitve analiz, izvedenih v okviru projekta, so pokazale precejšnje razlike med kompetencami študentov in njihovo pripravljenostjo za spoznavanje in uporabo inovativnih didaktičnih pristopov in smiselno uporabo IKT pri tem, saj se nekateri še ne počutijo sposobne uporabljati IKT za načrtovanje in izvajanje pouka, drugim pa to ne predstavlja težav.

Velik problem pri tem predstavljajo učni načrti za osnovnošolsko in srednješolsko izobraževanje, kjer zelo redko najdemo priporočila za uporabo inovativnih didaktičnih pristopov z uporabo IKT pri pouku. Zato študenti, ki te učne načrte poznajo, niso dovolj motivirani za usposabljanje na tem področju.

Na podoben način bi lahko bolj intenzivno spodbujali uvajanje sodobnih didaktičnih metod in uporabo IKT ter tudi razvoja digitalnih kompetenc tudi v visokošolskih študijskih programih, še posebej na področju izobraževanja učiteljev. Temu pritrjujejo tudi visokošolski učitelji in študenti, ki se strinjajo, da bi moral sodobne didaktične pristope z ustrezno IKT podporo poznati vsak, ki dela v šoli, ter da so digitalne kompetence temeljne kompetence vsakega študenta pedagoških študijskih programov.

Analiza intervjujev z naprednimi uporabniki je omogočila še eno dodatno opredelitev možnosti za uporabo inovativnih didaktičnih pristopov z uporabo IKT v pedagoškem procesu in s tem možnosti za izboljšanje kakovosti učnih procesov na področju matematike, tehnike in računalništva. Po njihovem mnenju je eden od pomembnejših dejavnikov, ki ovirajo spremembe na tem področju, neustrezna in neusklajena opremljenost šol. Oprema na osnovnih in srednjih šolah je pogosto povsem drugačna od opreme, ki jo študenti uporabljajo v okviru študijskih dejavnosti na fakultetah, neprimerljiva pa je tudi opremljenost med šolami.

Poudarjen je tudi problem opremljenosti visokošolskih ustanov, ki izobražujejo bodoče učitelje. Študenti bi morali imeti možnost spoznati širok nabor sodobnega IKT in ustrezno didaktično uporabo.

Visokošolski učitelji opozarjajo tudi na precejšnje razlike v predznanju, motiviranosti in odnosu študentov do IKT, se pa zavedajo, da je podobno pestra tudi slika med njimi samimi. Opozarjajo na pomen dobrega znanja na predmetnem, tehnološkem in pedagoškem

področju, saj največji problem pri posodabljanju učnih procesov in uvajanju IKT predstavlja izbira ustreznega didaktičnega pristopa.

Prednosti uporabe IKT se lahko izkažejo tudi kot slabosti. Te so na primer povezane s hitrim razvojem programske opreme in s tem s spreminjanjem možnosti uporabe IKT. Sledenje tem spremembam zahteva precejšen časovni vložek. Pri sprotne obveščanju in usposabljanju za delo z različnimi orodji bi bila dolgoročno lahko v veliko pomoč skupina za didaktično podporo za uporabo IKT, ki bi delovala v sklopu UL. Podobno velja za naprave, vmesnike in druga orodja. Delo z njimi je treba omogočiti vsem študentom, kar pomeni, da je treba na eni strani zagotoviti dovolj naprav, na drugi pa ustrezno veliko skupino, ki naprave uporablja.

Pomanjkljivost uporabe IKT, ki se je pojavila pri izvedbi pilotov, je okrnjena dostopnost opreme za izvedbo dejavnosti. Z razvojem digitalnih učnih pripomočkov za poučevanje se na trgu pojavljajo vedno nova orodja. Če bi želeli slediti napredku na področju, bi morali imeti izobraževalci učiteljev – predvsem didaktiki – na voljo več sredstev za nakup vsaj vzorčnih primerov takih orodij. Pri objavi razpisov za posodabljanje opreme IKT na osnovnih in srednjih šolah morajo biti vključeni tudi oddelki specialne didaktike, ki izvajajo programe za izobraževanje učiteljev. Izkušnje s terena kažejo, da zaradi neustreznega znanja uporabe IKT, oprema v šolah ostane neuporabljena, ali pa se uporablja pretežno za podporo frontalnega poučevanja učitelja.

Pilotne izvedbe posodobitev predmetov, ki so potekale v okviru projekta, predstavljajo pomemben prispevek k razvoju ustrezne didaktične uporabe IKT. Temelj za to mora biti postavljen že v učnem načrtu, kjer so definirane vsebine predmeta in izbrane didaktične metode, IKT pa je uporabljen za doseganje večje učinkovitosti učnega procesa. Pomembno je, da študenti ob kompetencah s področja poučevanja in učenja pridobijo tudi ključne digitalne kompetence za učitelje, ki jih definira dokument EU »Digital Competence Framework for Educators« ([DigCompEdu, 2017](#)).

Viri

- Alemu, Birhanu Moges (2015). Integrating ICT into teaching-learning practices: Promise, challenges and future directions of higher educational institutes. *Universal Journal of Educational Research*, (3) 3, 170–189.
- Alt, Dorit (2018). Science teachers' conceptions of teaching and learning, ICT efficacy, ICT professional development and ICT practices enacted in their classrooms, *Teaching and Teacher Education*, (73) 141–150.
- Altbach, Philip G., Liz Reisberg in Laura E. Rumbley (2009). *Trends in global higher education: Tracking an academic revolution*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Asiyai, Romina I. (2014). Assessment of information and communication technology integration in teaching and learning in institutions of higher learning. *International Education Studies*, (7) 2, 25–36.
- Barczyk, Casimir C. in Duncan, Doris G. (2013). Facebook in higher education courses: An analysis of students' attitudes, community of practice, and classroom community. *International Business and Management*, (6) 1, 1–11.
- Baturay, Meltem H. in Bay, Omer F. (2010). The effects of problem-based learning on the classroom community perceptions and achievement of web-based education students. *Computers & Education*, 55(1), 43–52.
- Blândul, Valentin C. (2015). Innovation in Education – Fundamental Request of Knowledge Society, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (180) 5, 484–488.
- Bocconi, Stefania, Kampylis, Panagiotis G., Punie Yves (2012). *Inovating learning: Key Elements for developing Creative Classrooms in Europe*, European Commission, Joint Research Centre, 7–8, spletni vir: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC72278.pdf>.
- Brečko, Barbara. N., Kampylis, Panagiotis in Punie, Yves (2014). *Mainstreaming ICT-enabled innovation in education and training in Europe*. EC JRC.
- Canchu, Lin, Ha, Luisa (2009). Subcultures and use of communication information technology in higher education institutions. *The Journal of Higher Education*, (80) 5, 564–590.
- Carpenter, Jordan M., Melanie C. Green in Jeff LaFlam (2011). People or Profiles: Individual Differences in Online Social Networking Use. *Personality and Individual Differences*, (50) 5, 538–541.
- Ceyhan, A. Aykut (2008). Predictors of Problematic Internet Use on Turkish University Students. *Cyberpsychology Behavior and Social Networking*, (11) 3, 363–366.
- Deng, Liping in Tavares, Nicole J. (2015). Exploring university students' use of technologies beyond the formal learning context: A tale of two online platforms. *Australasian Journal of Educational Technology*, (31) 3, 313–327.
- deVries, Marc J. (2018). *International Handbook of Technology Education*. Springer: Cham, Switzerland.
- Digitalna Slovenija 2020 – Strategija razvoja informacijske družbe do leta 2020, spletni vir: http://www.mju.gov.si/fileadmin/mju.gov.si/pageuploads/DID/Informacijska_druzba/DSI_2020.pdf.
- Dos Santos, Simone C., Batista, Maria da C. M., Cavalcanti, Ana P. C., Albuquerque, Jones O. in Meira, Silvio R. (2009). Applying PBL in software engineering education. In *Software Engineering Education and Training, CSEET'09. 22nd Conference* 182–189.
- Drent, Marjolein in Martina Meelissen (2008). Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education*, (51) 1, 187–199.

- Duță, Nicoleta in Martínez-Rivera, Oscar (2015). Between theory and practice: the importance of ICT in Higher Education as a tool for collaborative learning, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 180, 1466–1473.
- Fakin, Milan in drugi (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_tehnika_tehnologija.pdf.
- Ferrari, Anusca (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. IPTS Reports. Luxembourg: European Commission.
- Fišer, Gorazd in drugi (2013). Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika – neobvezni izbirni predmet, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_tehnika_tehnologija.pdf.
- Fu, Jo Shan (2013). ICT in education: A critical literature review and its implications, *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, (9) 1 (2013), 112–126.
- Greenhalgh, Scott (2016). The effects of 3D printing in design thinking and design education, *Journal of Engineering, Design and Technology* (14) 4 752–769.
- Hatlevika, Ove Edvard, Thronsen, Inger, Loi, Massimo in Gudmundsdottir, Greta B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships, *Computers & Education* (118) 2, 107–119.
- Hsu, Yu-Chang in Ching, Yu-Hui (2013). Mobile computer-supported collaborative learning: A review of experimental research. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), E111–E114.
- Hu, Xiang, Gong, Yang, Ali, Chun, Leung in Frederick K. S. (2018). The relationship between ICT and student literacy in mathematics, reading, and science across 44 countries: A multilevel analysis, *Computers & Education*, 125, 1–13.
- Hubalovska, Marie, Manenova, Martina in Burgerova, Jana (2015). Selected Problems of Relation of the Teachers to Modern Technology at the Primary Education *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (191) 2, 2062–2067.
- Jaworski, Abdulwahed M., Crawford, Allen (2012). Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 17(2), 49–68.
- John, Surej P. (2015). The integration of information technology in higher education: A study of faculty's attitude towards IT adoption in the teaching process. *Contaduría y Administración*, 60, 230–252.
- JRC in brief, EU Science HUB, The European Commission's science and knowledge service, spletni vir: <https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-in-brief>.
- Kampylis, Panagiotis, Punie, Yves in Devine, Jim (2016). Promoting Effective Digital-Age Learning, A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations, JRC Science for policy report, EU.
- Katalog znanja PTI (2007), Srednje strokovno izobraževanje in poklicno-tehniško izobraževanje, Katalogi znanj splošnoizobraževalnih predmetov, Ministrstvo za šolstvo in šport, spletni vir: <http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2016/programi/SSI/KZ-IK/katalog.htm>.
- Katsa, Maria, Sergis, Stylianos, Sampson, Demetrios G. (2016). Investigating the potential of the flipped Classroom model in k-12 mathematics Teaching and learning, 13th

- International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2016), 210–218.
- Keane, Therese, Keane, William F. in Blicblau Aaron S. (2016). Beyond traditional literacy: Learning and transformative practices using ICT, *Education and Information Technologies* (21) 4, 769–781.
- Khan, Sajad M., Muheet, Ahmed B. in Baba, Majid Z. (2013). ICT: Impacting teaching and learning, *International Journal of Computer Applications*, (61) 8, 7–10.
- King, Luu in Freeman, John G. (2011). An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia. *Computers & Education*, (56) 4, 1072–1082.
- Kranjc, Radovan (2016). Smernice za uporabo IKT pri predmetu informatika (delovna različica), Zavod RS za šolstvo, spletni vir: <https://www.zrss.si/digitalnknjiznica/smernice-ikt-inf/>.
- Kranjc, Radovan in drugi (2013). Učni načrt. Program osnovna šola. Računalništvo – neobvezni izbirni predmet, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/program_razsirjeni/Racunalnistvo_izbirni_neobvezni.pdf.
- Land, Susan. M. in Greene, Barbara A. (2000). Project-based learning with the World Wide Web: A qualitative study of resource integration. *Educational technology research and development*, 48(1), 45–66.
- Lee, Ming-Chi (2010). Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation–confirmation model. *Computers & Education*, (54) 2, 506–516.
- Lee, Sangwon, Nam, Yoonjae, Lee, Seonmi, Son, Hyunjung (2016). Determinants of ICT innovations: A cross-country empirical study, *Technological Forecasting and Social Change*, (110), 71–77.
- Martin, Sergio, Diaz, Gabriel, Sancristobal, Elio, Gil, Rosario, Castro, Manuel, Peire, Juan (2011). New Technology Trends in Education: Seven Years of Forecasts and Convergence. *Computers & Education*, (57) 3, 1893–1906.
- Martinez, Sylvia L. in Stager, Gary (2013). Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom (pp. 31-41). Torrance, CA: Constructing modern knowledge press, 31–41.
- Martínez-Monés, Alejandra, Gómez-Sánchez, Eduardo, Dimitriadis, Yannis A., Jorrín-Abellán, Ivón M., Rubia-Avi, Bartolomé in Vega-Gorgojo, Guillermo (2005). Multiple case studies to enhance project-based learning in a computer architecture course. *IEEE Transactions on Education*, 48(3), 482–489.
- Maunder, Rachel E, Cunliffe, Matthew, Galvin, Jessica, Mjali, Sibulele in Rogers, Jenine (2012). Listening to student voices: Student researchers exploring undergraduate experiences of university transition. *Higher Education*, (66) 2, 139–152.
- Melero, Javier, Hernandez-Leo, Davinia, Blat, Joseph (2012). A Review of Constructivist Learning Methods with Supporting Tooling in ICT Higher Education: Defining Different Types of Scaffolding. *Journal of Universal Computer Science*, 18(16), 2334–2360.
- Mertala, Pekka (2018). Wag the dog – The nature and foundations of preschool educators' positive ICT pedagogical beliefs, *Computers in Human Behavior*, (69) 197–206.
- Mikre, Fisseha (2012). The Roles of Information Communication Technologies in Education: Review Article with Emphasis to the Computer and Internet, *Ethiopian Journal of Education and Sciences*, (6) 2.

- Mioduser, David in Betzer, Nadav (2008). The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of technology and design education*, 18(1), 59–77.
- Misut, Martin in Pokorny, Milan (2015). Does ICT Improve the Efficiency of Learning? *Procedia – Social and Behavioral Sciences* (177), 306–311.
- Morton, Edgar (2016). The Use of Dynamic Geometry Software in the Teaching and Learning of Geometry through Transformations, spletni vir: https://pcmi.ias.edu/files/Final%20Transformations%20with%20Technology%20%202010_17.pdf.
- Nazir, Usman, Davis, Hugh in Harris, Lisa (2015). First day stands out as most popular among MOOC leavers. At 2015 International Conference on Learning and Teaching (ICLT 2015) 2015 International Conference on Learning and Teaching (ICLT 2015), Singapore 2015.
- OECD (2012). Literacy, numeracy and problem solving in technology-rich environments: Framework for the OECD survey of adult skills. OECD Publishing.
- Ollo-López, Andrea, Aramendía-Muneta, Elena M. (2012). ICT impact on competitiveness, innovation and environment, *Telematics and Informatics*, (29) 2, 204–210.
- Panigrahi, Ritanjali, Srivastava, Praveen R. in Sharma, Dheeraj (2018). Online learning: Adoption, continuance, and learning outcome—A review of literature. *International Journal of Information Management*, (43) 12, 1–14.
- Papastergiou, Marina (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.
- Pérez-Sanagustín, Mar, Nussbaum, Miguel, Hilliger, Isabel, Alario-Hoyos, Carlos, Heller, Rachele S., Twining, Peter in Tsai, Chin-Chung (2017). Research on ICT in K-12 schools- A review of experimental and survey-based studies in computers & education 2011 to 2015. *Computers & Education*, 104(C), A1–A15.
- Ping, Cui, Schellings, Gonny in Beijaard, Douwe (2018). Teacher educators' professional learning: A literature review, *Teaching and Teacher Education*, (75) 19, 93–104.
- Portal iEkosistem, ZRSŠ: spletni vir: <https://www.zrss.si/iekosistem/>.
- Powers, Robert in Blubaugh, William (2005). Technology in mathematics education: Preparing teachers for the future. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5(3), 254–270.
- Powers, Robert, Blubaugh, William, (2016). Technology in Mathematics Education: Preparing Teachers for the Future, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*.
- Projekt AT2020, Assessment of Transversal skills, spletni vir: <http://www.ats2020.eu/>.
- Rafique, Ghulam M. (2014). Information literacy skills among faculty of the University of Lahore. *Library Philosophy & Practice*, paper 1072.
- Ramirez, Gabriel M., Collazos, Cesar A. in Moreira, Fernando (2018). All-Learning: The state of the art of the models and the methodologies educational with ICT, *Telematics and Informatics*, (35) 4, 2018, 944–953.
- Redecker, Christine (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu (No. JRC107466). Joint Research Centre (Seville site).
- Rugelj, Jože (2015). Serious computer games design as inquiry based learning in teacher education. v *Proceeding of the Sixth International Conference FMNS2015: 10 - 14. 6. 2015, Blagoevgrad, Bulgaria, (Mathematics and natural sciences, ISSN 1314-0272, Mathematics and informatics, Vol. 1)*. Blagoevgrad: [South-West University Neofit Rilsky]. (1) 189–199.

- Rugelj, Jože (2015). Serious computer games in computer science education. *Game-Based Learning*, (15) 6.
- Rugelj, Jože (2015). Serious games design as collaborative learning activity in teacher education. V: BUSCH, Carsten (ur.). *Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning : Steinkjer, Norway 8-19 October 2015*, (Proceedings of the ... European conference on games-based learning (Online), ISSN 2049-100X). Reading: Academic Conferences and Publishing International Limited. cop. 2015, str. 456–460.
- Rugelj, Jože (2016). Snovanje izobraževalnih računalniških iger kot aktivna oblika učenja v izobraževanju učiteljev = Serious games design as an active learning activity in teacher education. V: Aškerc Veniger, Katarina (ur.). *Izboljševanje procesov učenja in poučevanja v visokošolskem izobraževanju : zbornik konference = Improving teaching and learning processes in higher education : conference proceedings*. Ljubljana: Center RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja, 212–218.
- Rugelj, Jože, Zapušek, Matej (2018). Innovative and flexible forms of teaching and learning with information and communication technologies. v: *Education and research in the information society : proceedings*. Sofia: Institute of Mathematics and Informatics Bulgarian Academy of Sciences, Association for the Development of the Information Society, 11–20.
- Russell, Carol, Malfroy, Janne, Gosper, Maree, McKenzie, Jo (2014). Using research to inform learning technology practice and policy: A qualitative analysis of student perspectives. *Australasian Journal of Educational Technology*, (30) 1, 1–15.
- Ryberg, Thomas, Davidsen, Jacob in Hodgson, Vivien (2018). Understanding nomadic collaborative learning groups. *British Journal of Educational Technology*, 49(2), 235–247.
- Scaradozzia, David, Sorbia, Laura, Pedaleab, Anna, Valzanoc Mariantonietta, Vergine, Cinzia (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838–3846.
- Shaer, Orit in Hornecker, Eva (2010). Tangible user interfaces: past, present, and future directions. *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction*, 3(1–2), 4–137.
- Skryabin, M., Zhang, J., Liu, L., Zhang, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science? *Computers & Education*, 85, 49–58.
- Skryabin, Maxim, Zhang, JingJing, Liu, Luman in Zhang, Danhui (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science? *Computers & Education*, 85, 49–58.
- Skupno poročilo Sveta in Komisije za leto 2015 o izvajanju strateškega okvira za evropsko sodelovanje v izobraževanju in usposabljanju (ET 2020), Nove prednostne naloge za evropsko sodelovanje v izobraževanju in usposabljanju, Uradni list Evropske unije, 15.12.2015, 6, 12.
- Sølvberg, Astrid M., Rismark, Marit, Haaland, Erna (2009). Teachers and technology in the making: developing didactic competence, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (1) 1, 2791–2794.
- Stan, Emil, Suditu, Mihaela, Safta, Cristina (2011). The teachers and their need for further education in didactics – An example from the Technology curricular area, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (11), 112–116.
- Strateške usmeritve nadaljnjega uvajanja IKT v slovenske VIZ do leta 2020, Ljubljana, januar 2016, Priloga 1, 9–11, spletni vir:

- http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/StrateskeUsmeritveNadaljnegaUvajanjaIKT1_2016.pdf.
- Tekinarslan, Erkan, Gürer, M. Derya (2011). Problematic Internet use among Turkish university students: A multidimensional investigation based on demographics and Internet activities, *Journal of Human Sciences*, (8) 1.
- Teo, Timothy, Verica Milutinović in Zhou, Mingming (2016). Modelling Serbian pre-service teachers' attitudes towards computer use: A SEM and MIMIC approach. *Computers & Education*, 94, 77–88.
- Thomas, John W. (2000). A Review of research on project-based learning, spletni vir: http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29.
- Thomas, John W. (2000). A Review of research on project-based learning, spletni vir: http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29.
- Tondeur, Jo, Aesaert, Koen, Prestridge, Sarah in Consuegra, Els (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies, *Computers & Education*, (122), 32–42.
- Trepule, Elena, Tereseviciene, Margarita in Rutkiene, Ausra (2015). Didactic Approach of Introducing Technology Enhanced Learning (TEL) Curriculum in Higher Education, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (191) 2, 848–852.
- Vega-Hernández, María-Concepción, Patino-Alonso, María-Carmen, Galindo-Villardón, María-Purificación (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning, *Computers & Education*, (121) 1, 124–130.
- Viberg, Olga in Grönlund, Åke (2013). Cross-cultural analysis of users' attitudes toward the use of mobile devices in second and foreign language learning in higher education: A case from Sweden and China. *Computers & Education*, 69, 169–180.
- Vladimir, Batagelj in drugi (2002). Učni načrt za izbirni predmet Računalništvo – urejanje besedil, računalniška omrežja, multimedija, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_izbirni/Racunalnistvo_izbirni.pdf.
- Vodopivec, Irena in drugi (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje in tehnika, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje_in_tehnika.pdf.
- Watty, Kim, Jade McKay in Leanne Ngo (2016). Innovators or inhibitors? Accounting faculty resistance to new educational technologies in higher education. *Journal of Accounting Education*, 36, 1–15.
- Webb, Lucy, Clough, Jonathan, O'Reilly, Declan, Wilmott, Danita in Witham, Gary (2017). The utility and impact of information communication technology (ICT) for pre-registration nurse education: A narrative synthesis systematic review, *Nurse Education Today*, (48) 1, 160–171.
- Wechtersbach, Rado in drugi (2008). Učni načrt za izbirni predmet Računalništvo – urejanje besedil, računalniška omrežja, multimedija, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2014/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_INFORMATIKA_gimn.pdf.
- Westerman, David, Emory S. Daniel in Bowman, Nicholas D. (2016). Learned risks and experienced rewards: Exploring the potential sources of students' attitudes toward

- social media and face-to-face communication. *The Internet and Higher Education*, 31, 52–57.
- Willcox, Karen, Sanjay Sarma in Lippel, Phillip (2016). Online education: a catalyst for higher education reforms, spletni vir: <https://oepi.mit.edu/files/2016/09/MIT-Online-Education-Policy-Initiative-April-2016.pdf>.
- Wilson, Mark, Kathleen Scalise in Perman Gochyyev (2015). Rethinking ICT literacy: From computer skills to social network settings. *Thinking Skills and Creativity*, 18, 65–80.
- Zapušek, Matej, Cerar, Špela, Rugelj, Jože (2011). Serious computer games as instructional technology. v Činčin-Šain, Marina (ur.). *MIPRO 2011 : 34th International Convention, May 23–27, 2011, Opatija, Croatia : proceedings 34. Međunarodni skup, Svibanj 23–27, 2011, Opatija: zbornik radova. [Vol. 4], Computers in education, = Računala u obrazovanju. Rijeka: MIPRO, 93–95.*
- Zapušek, Matej, Rugelj, Jože (2013). Learning programming with serious games, *EAI Endorsed Trans. Game-Based Learning*, (1) 13, 1–8.
- Zhang, Dahnuai, Liu, Luman (2016). How Does ICT Use Influence Students' Achievements in Math and Science Over Time? Evidence from PISA 2000 to 2012, *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed* 2016;12(9), 2431–2449.
- Žakelj, Amalija in drugi (2008). Učni načrt. Matematika. Gimnazija, splošna, klasična in strokovna gimnazija – obvezni predmet in matura, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2018/programi/media/pdf/un_gimnazija/un_matematika_gimn.pdf.
- Žakelj, Amalija in drugi (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Matematika_obvezni.pdf.

-
- ¹ Ferrari, Anusca (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. IPTS Reports. Luxembourg: European Commission.
- ² Kamylyis, Panagiotis, Punie, Yves in Devine, Jim (2016). Promoting Effective Digital-Age Learning, A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations, JRC Science for policy report, EU.
- ³ Redecker, Christine (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu (No. JRC107466). Joint Research Centre (Seville site).
- ⁴ JRC in brief, EU Science HUB, The European Commission's science and knowledge service, spletni vir: <https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-in-brief>.
- ⁵ Skupno poročilo Sveta in Komisije za leto 2015 o izvajanju strateškega okvira za evropsko sodelovanje v izobraževanju in usposabljanju (ET 2020), Nove prednostne naloge za evropsko sodelovanje v izobraževanju in usposabljanju, Uradni list Evropske unije, 15.12.2015, 6, 12.
- ⁶ Ceyhan, A. Aykut (2008). Predictors of Problematic Internet Use on Turkish University Students. *Cyberpsychology Behavior and Social Networking*, (11) 3, 363–366.
- ⁷ Altbach, Philip G., Liz Reisberg in Laura E. Rumbley (2009). Trends in global higher education: Tracking an academic revolution. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- ⁸ Martin, Sergio, Diaz, Gabriel, Sancristobal, Elio, Gil, Rosario, Castro, Manuel, Peire, Juan (2011). New Technology Trends in Education: Seven Years of Forecasts and Convergence. *Computers & Education*, (57) 3, 1893–1906.
- ⁹ Tekinarslan, Erkan, Güner, M. Derya (2011). Problematic Internet use among Turkish university students: A multidimensional investigation based on demographics and Internet activities, *Journal of Human Sciences*, (8) 1.
- ¹⁰ Russell, Carol, Malfroy, Janne, Gosper, Maree, McKenzie, Jo (2014). Using research to inform learning technology practice and policy: A qualitative analysis of student perspectives. *Australasian Journal of Educational Technology*, (30) 1, 1–15.
- ¹¹ Deng, Liping in Tavares, Nicole J. (2015). Exploring university students' use of technologies beyond the formal learning context: A tale of two online platforms. *Australasian Journal of Educational Technology*, (31) 3, 313–327.
- ¹² Keane, Therese, Keane, William F. in Blicblau Aaron S. (2016). Beyond traditional literacy: Learning and transformative practices using ICT, *Education and Information Technologies* (21) 4, 769–781.
- ¹³ Webb, Lucy, Clough, Jonathan, O'Reilly, Declan, Wilmott, Danita in Witham, Gary (2017). The utility and impact of information communication technology (ICT) for pre-registration nurse education: A narrative synthesis systematic review, *Nurse Education Today*, (48) 1, 160–171.
- ¹⁴ Ramirez, Gabriel M., Collazos, Cesar A. in Moreira, Fernando (2018). All-Learning: The state of the art of the models and the methodologies educational with ICT, *Telematics and Informatics*, (35) 4, 2018, 944–953.
- ¹⁵ Ping, Cui, Schellings, Gonny in Beijaard, Douwe (2018). Teacher educators' professional learning: A literature review, *Teaching and Teacher Education*, (75) 19, 93–104.
- ¹⁶ Vega-Hernández, María-Concepción, Patino-Alonso, María-Carmen, Galindo-Villardón, María-Purificación (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning, *Computers & Education*, (121) 1, 124–130.
- ¹⁷ Olló-López, Andrea, Aramendía-Muneta, Elena M. (2012). ICT impact on competitiveness, innovation and environment, *Telematics and Informatics*, (29) 2, 204–210.
- ¹⁸ Lee, Sangwon, Nam, Yoonjae, Lee, Seonmi, Son, Hyunjung (2016). Determinants of ICT innovations: A cross-country empirical study, *Technological Forecasting and Social Change*, (110), 71–77.
- ¹⁹ Willcox, Karen, Sanjay Sarma in Lippel, Phillip (2016). Online education: a catalyst for higher education reforms, spletni vir: <https://oepi.mit.edu/files/2016/09/MIT-Online-Education-Policy-Initiative-April-2016.pdf>.
- ²⁰ Carpenter, Jordan M., Melanie C. Green in Jeff LaFlam (2011). People or Profiles: Individual Differences in Online Social Networking Use. *Personality and Individual Differences*, (50) 5, 538–541.
- ²¹ Duță, Nicoleta in Martínez-Rivera, Oscar (2015). Between theory and practice: the importance of ICT in Higher Education as a tool for collaborative learning, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 180, 1466–1473.

- ²² OECD (2012). Literacy, numeracy and problem solving in technology-rich environments: Framework for the OECD survey of adult skills. OECD Publishing.
- ²³ Mikre, Fisseha (2012). The Roles of Information Communication Technologies in Education: Review Article with Emphasis to the Computer and Internet, *Ethiopian Journal of Education and Sciences*, (6) 2.
- ²⁴ Khan, Sajad M., Muheet, Ahmed B. in Baba, Majid Z. (2013). ICT: Impacting teaching and learning, *International Journal of Computer Applications*, (61) 8, 7–10.
- ²⁵ Wilson, Mark, Kathleen Scalise in Perman Gochyyev (2015). Rethinking ICT literacy: From computer skills to social network settings. *Thinking Skills and Creativity*, 18, 65–80.
- ²⁶ Rafique, Ghulam M. (2014). Information literacy skills among faculty of the University of Lahore. *Library Philosophy & Practice*, paper 1072.
- ²⁷ Drent, Marjolein in Martina Meelissen (2008). Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education*, (51) 1, 187–199.
- ²⁸ Trepule, Elena, Tereseviciene, Margarita in Rutkiene, Ausra (2015). Didactic Approach of Introducing Technology Enhanced Learning (TEL) Curriculum in Higher Education, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (191) 2, 848–852.
- ²⁹ Misut, Martin in Pokorny, Milan (2015). Does ICT Improve the Efficiency of Learning? *Procedia – Social and Behavioral Sciences* (177), 306–311.
- ³⁰ Nazir, Usman, Davis, Hugh in Harris, Lisa (2015). First day stands out as most popular among MOOC leavers. At 2015 International Conference on Learning and Teaching (ICLT 2015) 2015 International Conference on Learning and Teaching (ICLT 2015), Singapore 2015.
- ³¹ Mertala, Pekka (2018). Wag the dog – The nature and foundations of preschool educators' positive ICT pedagogical beliefs, *Computers in Human Behavior*, (69) 197–206.
- ³² Panigrahi, Ritanjali, Srivastava, Praveen R. in Sharma, Dheeraj (2018). Online learning: Adoption, continuance, and learning outcome—A review of literature. *International Journal of Information Management*, (43) 12, 1–14.
- ³³ Alt, Dorit (2018). Science teachers' conceptions of teaching and learning, ICT efficacy, ICT professional development and ICT practices enacted in their classrooms, *Teaching and Teacher Education*, (73) 141–150.
- ³⁴ Hu, Xiang, Gong, Yang, Ali, Chun, Leung in Frederick K. S. (2018). The relationship between ICT and student literacy in mathematics, reading, and science across 44 countries: A multilevel analysis, *Computers & Education*, 125, 1–13.
- ³⁵ Asiyai, Romina I. (2014). Assessment of information and communication technology integration in teaching and learning in institutions of higher learning. *International Education Studies*, (7) 2, 25–36.
- ³⁶ Tondeur, Jo, Aesaert, Koen, Prestridge, Sarah in Consuegra, Els (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies, *Computers & Education*, (122), 32–42.
- ³⁷ Hatlevika, Ove Edvard, Throndsen, Inger, Loi, Massimo in Gudmundsdottir, Greta B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships, *Computers & Education* (118) 2, 107–119.
- ³⁸ Strateške usmeritve nadaljnjega uvajanja IKT v slovenske VIZ do leta 2020, Ljubljana, januar 2016, Priloga 1, 9–11, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/StrateskeUsmeritveNadaljnjegaUvajanjaIKT1_2016.pdf.
- ³⁹ Hubalovska, Marie, Manenova, Martina in Burgerova, Jana (2015). Selected Problems of Relation of the Teachers to Modern Technology at the Primary Education *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (191) 2, 2062–2067.
- ⁴⁰ Bocconi, Stefania, Kampylis, Panagiotis G., Punie Yves (2012). Inovating learning: Key Elements for developing Creative Classrooms in Europe, European Commission, Joint Research Centre, 7–8, spletni vir: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC72278.pdf>.
- ⁴¹ Blândul, Valentin C. (2015). Innovation in Education – Fundamental Request of Knowledge Society, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (180) 5, 484–488.
- ⁴² Sølvsberg, Astrid M., Rismark, Marit, Haaland, Erna (2009). Teachers and technology in the making: developing didactic competence, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (1) 1, 2791–2794.

- ⁴³ Stan, Emil, Suditu, Mihaela, Safta, Cristina (2011). The teachers and their need for further education in didactics – An example from the Technology curricular area, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (11), 112–116.
- ⁴⁴ John, Surej P. (2015). The integration of information technology in higher education: A study of faculty's attitude towards IT adoption in the teaching process. *Contaduría y Administración*, 60, 230–252.
- ⁴⁵ Watty, Kim, Jade McKay in Leanne Ngo (2016). Innovators or inhibitors? Accounting faculty resistance to new educational technologies in higher education. *Journal of Accounting Education*, 36, 1–15.
- ⁴⁶ Canchu, Lin, Ha, Luisa (2009). Subcultures and use of communication information technology in higher education institutions. *The Journal of Higher Education*, (80) 5, 564–590.
- ⁴⁷ King, Luu in Freeman, John G. (2011). An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia. *Computers & Education*, (56) 4, 1072–1082.
- ⁴⁸ Alemu, Birhanu Moges (2015). Integrating ICT into teaching-learning practices: Promise, challenges and future directions of higher educational institutes. *Universal Journal of Educational Research*, (3) 3, 170–189.
- ⁴⁹ Brečko, Barbara. N., Kamylyis, Panagiotis in Punie, Yves (2014). Mainstreaming ICT-enabled innovation in education and training in Europe. EC JRC.
- ⁵⁰ Fu, Jo Shan (2013). ICT in education: A critical literature review and its implications, *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, (9) 1 (2013), 112–126.
- ⁵¹ Pérez-Sanagustín, Mar, Nussbaum, Miguel, Hilliger, Isabel, Alario-Hoyos, Carlos, Heller, Rachele S., Twining, Peter in Tsai, Chin-Chung (2017). Research on ICT in K-12 schools-A review of experimental and survey-based studies in computers & education 2011 to 2015. *Computers & Education*, 104(C), A1–A15.
- ⁵² Skryabin, Maxim, Zhang, JingJing, Liu, Luman in Zhang, Danhui (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science? *Computers & Education*, 85, 49–58.
- ⁵³ Teo, Timothy, Verica Milutinović in Zhou, Mingming (2016). Modelling Serbian pre-service teachers' attitudes towards computer use: A SEM and MIMIC approach. *Computers & Education*, 94, 77–88.
- ⁵⁴ Maunder, Rachel E, Cunliffe, Matthew, Galvin, Jessica, Mjali, Sibulele in Rogers, Jenine (2012). Listening to student voices: Student researchers exploring undergraduate experiences of university transition. *Higher Education*, (66) 2, 139–152.
- ⁵⁵ Barczyk, Casimir C. in Duncan, Doris G. (2013). Facebook in higher education courses: An analysis of students' attitudes, community of practice, and classroom community. *International Business and Management*, (6) 1, 1–11.
- ⁵⁶ Viberg, Olga in Grönlund, Åke (2013). Cross-cultural analysis of users' attitudes toward the use of mobile devices in second and foreign language learning in higher education: A case from Sweden and China. *Computers & Education*, 69, 169–180.
- ⁵⁷ Westerman, David, Emory S. Daniel in Bowman, Nicholas D. (2016). Learned risks and experienced rewards: Exploring the potential sources of students' attitudes toward social media and face-to-face communication. *The Internet and Higher Education*, 31, 52–57.
- ⁵⁸ Lee, Ming-Chi (2010). Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation–confirmation model. *Computers & Education*, (54) 2, 506–516.
- ⁵⁹ Skryabin, M., Zhang, J., Liu, L., Zhang, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science? *Computers & Education*, 85, 49–58.
- ⁶⁰ Digitalna Slovenija 2020 – Strategija razvoja informacijske družbe do leta 2020, spletni vir: http://www.mju.gov.si/fileadmin/mju.gov.si/pageuploads/DID/Informacijska_druzba/DSI_2020.pdf.
- ⁶¹ Projekt ATS2020, Assessment of Transversal skills, spletni vir: <http://www.ats2020.eu/>.
- ⁶² Powers, Robert, Blubaugh, William, (2016). *Technology in Mathematics Education: Preparing Teachers for the Future, Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*.
- ⁶³ Zhang, Dahnui, Liu, Luman (2016). How Does ICT Use Influence Students' Achievements in Math and Science Over Time? Evidence from PISA 2000 to 2012, *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed* 2016;12(9), 2431–2449.

- ⁶⁴ Jaworski, Abdulwahed M., Crawford, Allen (2012). Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 17(2), 49–68.
- ⁶⁵ Thomas, John W. (2000). A Review of research on project-based learning, spletni vir: http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29.
- ⁶⁶ Morton, Edgar (2016). The Use of Dynamic Geometry Software in the Teaching and Learning of Geometry through Transformations, spletni vir: https://pcmi.ias.edu/files/Final%20Transformations%20with%20Technology%20%202010_17.pdf.
- ⁶⁷ Katsa, Maria, Sergis, Stylianos, Sampson, Demetrios G. (2016). Investigating the potential of the flipped Classroom model in k-12 mathematics Teaching and learning, 13th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2016), 210–218.
- ⁶⁸ Powers, Robert in Blubaugh, William (2005). Technology in mathematics education: Preparing teachers for the future. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5(3), 254–270.
- ⁶⁹ deVries, Marc J. (2018). *International Handbook of Technology Education*. Springer: Cham, Switzerland.
- ⁷⁰ Greenhalgh, Scott (2016). The effects of 3D printing in design thinking and design education, *Journal of Engineering, Design and Technology* (14) 4 752–769.
- ⁷¹ Scaradozzia, David, Sorbia, Laura, Pedaleab, Anna, Valzanoc Mariantonietta, Vergine, Cinzia (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838–3846.
- ⁷² Rugelj, Jože (2015). Serious computer games design as inquiry based learning in teacher education. v *Proceeding of the Sixth International Conference FMNS2015: 10 - 14. 6. 2015, Blagoevgrad, Bulgaria, (Mathematics and natural sciences, ISSN 1314-0272, Mathematics and informatics, Vol. 1). Blagoevgrad: [South-West University Neofit Rilsky]. (1) 189–199.*
- ⁷³ Melero, Javier, Hernandez-Leo, Davinia, Blat, Joseph (2012). A Review of Constructivist Learning Methods with Supporting Tooling in ICT Higher Education: Defining Different Types of Scaffolding. *Journal of Universal Computer Science*, 18(16), 2334–2360.
- ⁷⁴ Ryberg, Thomas, Davidsen, Jacob in Hodgson, Vivien (2018). Understanding nomadic collaborative learning groups. *British Journal of Educational Technology*, 49(2), 235–247.
- ⁷⁵ Rugelj, Jože (2015). Serious games design as collaborative learning activity in teacher education. V: *BUSCH, Carsten (ur.). Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning : Steinkjer, Norway 8-19 October 2015, (Proceedings of the ... European conference on games-based learning (Online), ISSN 2049-100X). Reading: Academic Conferences and Publishing International Limited. cop. 2015, str. 456–460.*
- ⁷⁶ Hsu, Yu-Chang in Ching, Yu-Hui (2013). Mobile computer-supported collaborative learning: A review of experimental research. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), E111–E114.
- ⁷⁷ Baturay, Meltem H. in Bay, Omer F. (2010). The effects of problem-based learning on the classroom community perceptions and achievement of web-based education students. *Computers & Education*, 55(1), 43–52.
- ⁷⁸ Papastergiou, Marina (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.

- ⁷⁹ Zapušek, Matej, Cerar, Špela, Rugelj, Jože (2011). Serious computer games as instructional technology. v Činčin-Šain, Marina (ur.). MIPRO 2011 : 34th International Convention, May 23–27, 2011, Opatija, Croatia : proceedings 34. Mednarodni skup, Svibanj 23–27, 2011, Opatija: zbornik radova. [Vol. 4], Computers in education, = Računala u obrazovanju. Rijeka: MIPRO, 93–95.
- ⁸⁰ Zapušek, Matej, Rugelj, Jože (2013). Learning programming with serious games, *EAI Endorsed Trans. Game-Based Learning*, (1) 13, 1–8.
- ⁸¹ Rugelj, Jože (2015). Serious computer games in computer science education. *Game-Based Learning*, (15) 6.
- ⁸² Rugelj, Jože (2016). Snovanje izobraževalnih računalniških iger kot aktivna oblika učenja v izobraževanju učiteljev = Serious games design as an active learning activity in teacher education. V: Aškerc Veniger, Katarina (ur.). Izboljševanje procesov učenja in poučevanja v visokošolskem izobraževanju : zbornik konference = Improving teaching and learning processes in higher education : conference proceedings. Ljubljana: Center RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja, 212–218.
- ⁸³ Rugelj, Jože, Zapušek, Matej (2018). Innovative and flexible forms of teaching and learning with information and communication technologies. v: Education and research in the information society : proceedings. Sofia: Institute of Mathematics and Informatics Bulgarian Academy of Sciences, Association for the Development of the Information Society, 11–20.
- ⁸⁴ Thomas, John W. (2000). A Review of research on project-based learning, spletni vir: http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29.
- ⁸⁵ Martínez-Monés, Alejandra, Gómez-Sánchez, Eduardo, Dimitriadis, Yannis A., Jorrín-Abellán, Ivón M., Rubia-Avi, Bartolomé in Vega-Gorgojo, Guillermo (2005). Multiple case studies to enhance project-based learning in a computer architecture course. *IEEE Transactions on Education*, 48(3), 482–489.
- ⁸⁶ Land, Susan. M. in Greene, Barbara A. (2000). Project-based learning with the World Wide Web: A qualitative study of resource integration. *Educational technology research and development*, 48(1), 45–66.
- ⁸⁷ Mioduser, David in Betzer, Nadav (2008). The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of technology and design education*, 18(1), 59–77.
- ⁸⁸ Dos Santos, Simone C., Batista, Maria da C. M., Cavalcanti, Ana P. C., Albuquerque, Jones O. in Meira, Silvio R. (2009). Applying PBL in software engineering education. In *Software Engineering Education and Training, CSEET'09. 22nd Conference* 182–189.
- ⁸⁹ Shaer, Orit in Hornecker, Eva (2010). Tangible user interfaces: past, present, and future directions. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 3(1–2), 4–137.
- ⁹⁰ Martinez, Sylvia L. in Stager, Gary (2013). Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom (pp. 31-41). Torrance, CA: Constructing modern knowledge press, 31–41.
- ⁹¹ Žakelj, Amalija in drugi (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Matematika_obvezni.pdf.
- ⁹² Žakelj, Amalija in drugi (2008). Učni načrt. Matematika. Gimnazija, splošna, klasična in strokovna gimnazija – obvezni predmet in matura, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS

za šolstvo, spletni vir: <http://eportal.mss.edus.si/msswww/>

programi2018/programi/media/pdf/un_gimnazija/un_matematika_gimn.pdf.

⁹³ Katalog znanja PTI (2007), Srednje strokovno izobraževanje in poklicno-tehniško izobraževanje, Katalogi znanj splošnoizobraževalnih predmetov, Ministrstvo za šolstvo in šport, spletni vir: <http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2016/programi/SSI/KZ-IK/katalog.htm>.

⁹⁴ Vodopivec, Irena in drugi (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje in tehnika, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje_in_tehnika.pdf.

⁹⁵ Fakin, Milan in drugi (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_tehnika_tehnologija.pdf.

⁹⁶ Fišer, Gorazd in drugi (2013). Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika – neobvezni izbirni predmet, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_tehnika_tehnologija.pdf.

⁹⁷ Kranjc, Radovan in drugi (2013). Učni načrt. Program osnovna šola. Računalništvo – neobvezni izbirni predmet, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/program_razsirjeni/Racunalnistvo_izbirni_neobvezni.pdf.

⁹⁸ Vladimir, Batagelj in drugi (2002). Učni načrt za izbirni predmet Računalništvo – urejanje besedil, računalniška omrežja, multimedija, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_izbirni/Racunalnistvo_izbirni.pdf.

⁹⁹ Wechtersbach, Rado in drugi (2008). Učni načrt za izbirni predmet Računalništvo – urejanje besedil, računalniška omrežja, multimedija, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo, spletni vir: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2014/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_INF ORMATIKA_gimn.pdf.

¹⁰⁰ Portal iEkosistem, ZRSŠ: spletni vir: <https://www.zrss.si/iekosistem/>.

¹⁰¹ Kranjc, Radovan (2016). Smernice za uporabo IKT pri predmetu informatika (delovna različica), Zavod RS za šolstvo, spletni vir: <https://www.zrss.si/digitalnahnknjiznica/smernice-ikt-inf/>.