

Mag. Radovan Krajnc, Zavod Republike Slovenije za šolstvo; dr. Katja Košir, Filozofska fakulteta Univerze v Mariboru;  
dr. Sonja Čotar Konrad, Pedagoška fakulteta, Univerza na Primorskem

## RAČUNALNIŠKO MIŠLJENJE – KAJ JE TO IN ZAKAJ BI GA SPLOH POTREBOVALI?

### POVZETEK

Računalniško mišljenje je ena izmed ključnih spretnosti 21. stoletja in je veliko širše kot programiranje ali poznavanje delovanja računalnikov. Računalniško mišljenje vključuje abstrakcijo, reševanje problemov, algoritmično mišljenje, prepoznavanje vzorcev, dekompozicijo, generalizacijo, in modeliranje. Da bi učenci razvili to zmožnost je potrebno večletno sistematično izobraževanje. V prispevku vsebinsko predstavljamo koncept računalniškega mišljenja in osvetlimo njegovo vlogo pri učenju in poučevanju.

**Ključne besede:** računalništvo, izobraževanje, šola, veščine 21. stoletja

### ABSTRACT

Computational thinking is one of the key skills of the 21st century and has a much broader scope than programming or being familiar with the way computers work. Computational thinking involves abstraction, problem solving, algorithmic thinking, pattern recognition, decomposition, generalisation, and modelling. It takes years of systematic education for students to develop this ability. This paper presents the contents of the concept of computational thinking and sheds light on its role in the learning and teaching process.

**Keywords:** computer science, education, school, 21st century skills

### UVOD

Digitalne tehnologije so korenito spremenile svet in vplivajo na vsa področja človekovega življenja na osebni, družbeni in globalni ravni. Omogočajo inovacije in napredek na vseh področjih od gospodarstva ali družboslovja do kulture. Države, ki bodo zmogle slediti razvoju ali ga celo soustvarjati, bodo v globalnem svetu konkurenčnejše. Evropska komisija je leta 2010 sprejela strategijo Evropa 2020, ki kot eno od sedmih strategij vključuje tudi Evropsko digitalno agendo. Slovenija je na tej podlagi sprejela strategijo razvoja digitalne družbe 2020 – Digitalna Slovenija 2020 in Strateške usmeritve nadaljnega uvajanja IKT v slovenske vzgojno-izobraževalne zavode do leta 2020 (MIZŠ, 2016). V tem zadnjem dokumentu si je Slovenija kot tretji cilj postavila zagotavljanje višje ravni digitalne usposobljenosti učencev, dijakov, študentov in udeležencev v izobraževanju odraslih. V dokumentu je zapisano, da bo ta cilj dosegala med drugim tudi s spodbujanjem razvoja algoritmov in programiranja. Razvoj algoritemskega načina razmišljanja in programiranja je samo del tako imenovanega **računalniškega mišljenja**, ki so ga nekatere države (na primer Velika Britanija, Francija, Poljska, Finska) v

svoje kurikule že vključile kot obvezno vsebino. Pri tem se pojavljajo različni pojmi in poimenovanja (računalništvo, informatika, kodiranje, računalniško mišljenje), v bistvu pa gre za seznanjanje učencev s temeljnimi področji računalništva in informatike ter njuno smiselno in ustvarjalno rabo pri reševanju problemov.

V tem prispevku želimo osvetliti pojem računalniškega mišljenja in kritično oceniti pomembnost razvijanja takšnega mišljenja kot ene ključnih kompetenc 21. stoletja. Skušali bomo tudi oceniti pogoje za razvoj računalniškega mišljenja pri vseh učencih in potrebne kompetence, ki naj bi jih imeli učitelji, ki bi podpirali razvoj računalniškega mišljenja pri vseh udeležencih izobraževanja.

### DEFINICIJA RAČUNALNIŠKEGA MIŠLJENJA

Računalniško mišljenje (angl. computational thinking) nekateri avtorji (na primer Kalelioglu, Gülbar, Kukul, 2016; Wing, 2006) in strokovna združenja pojmujejo kot **eno izmed ključnih spretnosti učencev 21. stoletja** in ga povsem eksplicitno postavljajo ob bok osnovnim učnim spretnostim branja, pisanja in računanja.

Čeprav naj bi bilo računalniško mišljenje kognitivna spretnost, ki se tesno povezuje z računalniškim programiranjem, pa programiranje še zdaleč ni edina dejavnost, ki zahteva uporabo procesov računalniškega mišljenja. Slednje utemeljuje tudi Wing (2006), ki izpostavlja nekatera najpogostejša »napačna prepričanja« o tem, kaj so vsebine računalniškega mišljenja (glej preglednico 1).

*Preglednica 1: Računalniško mišljenje – kaj je in kaj ni računalniško mišljenje (povzeto po Wing, 2006)*

Kaj je računalniško mišljenje?	Kaj ni računalniško mišljenje?
Konceptualizacija: računalniško mišljenje presega običajen nivo računalniškega programiranja; pomeni razmišljanje, ki izhaja iz algoritemskega mišljenja, vendar zajema več ravni abstrakcije.	Zgolj programiranje
Temeljna spretnost: gre za spretnost, ki jo v sodobni družbi za svoje delovanje potrebuje vsak posameznik.	Rutinsko mehansko delovanje
Način človekovega mišljenja	Način delovanja računalnika
Ideje: produkcija idej, strategij in pristopov za reševanje problemov, za uravnavanje vsakodnevne delovanja, komunikacije in medosebnih odnosov na način, da je rešitev algoritem, ki ga lahko izvedeta človek ali stroj.	Artefakti/izdelki: produkcija strojne in programske opreme
Pomembno za vsakogar in povsod: realnost, ki jo je treba vključiti v posameznikov način delovanja in pristopanja k reševanju problemov.	Pomembno zgolj za ožjo skupino (zainteresiranih) posameznikov, ki jih zanimata računalništvo in informatika.

Kljub omenjenemu je opredelitev računalniškega mišljenja zaradi pomanjkljive teoretične podlage danes še vedno nejasna. Metaanaliza raziskav na področju računalniškega mišljenja, v kateri so avtorji pregledali več kot 500 raziskav, izvedenih v zadnjem desetletju (Kalelioglu, Gölbar in Kukul, 2016), je namreč pokazala, da se konstrukt računalniškega mišljenja najpogosteje raziskuje v okviru učenja prek iger (angl. game based learning). Raziskovalno se koncept računalniškega mišljenja preučuje tudi v odnosu do pozitivnega tehnološkega razvoja (angl. positive technological development), do predmetnih področij matematike, informatike, naravoslovja in tehnike; raziskuje pa se ga tudi v odnosu do konstruktivizma in v povezavi s teoretičnim konceptom

območja bližnjega razvoja Vigotskega (Kalelioglu, Gölbar in Kukul, 2016).

Gotovo lahko nejasnost v opredelitvi koncepta povežemo z zelo kratkim obdobjem raziskovanja in maloštevilnimi raziskavami na tem področju, vendar pa metaanaliza najpogosteje opisanih značilnosti računalniškega mišljenja pokaže, da se avtorji v opredelitvah in značilnostih računalniškega mišljenja osredotočajo na abstrakcijo, reševanje problemov, algoritmično mišljenje, prepoznavanje vzorcev, dizajnersko mišljenje (angl. design-based thinking), konceptualizacijo, dekompozicijo, avtomatizacijo, analiziranje, preverjanje in razhroščevanje, generalizacijo, matematično presojanje, implementacijo rešitev in modeliranje (Kalelioglu, Gölbar in Kukul, 2016).

Poenostavljeno povedano, je računalniško mišljenje zmožnost razstavljanja kompleksnih problemov na manjše obvladljive probleme, pri čemer za posamezne probleme najdemo algoritem, ki ga lahko izvedeta človek ali stroj. Pojem računalniško mišljenje je prvič uporabil Seymour Papert v knjigi *Mindstorms* (1980), v kateri je opisoval potencial uporabe računalnikov v šoli pri reševanju problemov in drugačnem načinu razmišljanja. Papert je v njej zapisal, da je resnično računalniško pismena tista oseba, ki zna ne samo uporabiti računalnik za rešitev problema, temveč zna tudi oceniti, kdaj je vključevanje računalnika v reševanje problemov smiselno.

Računalniško mišljenje naj bi torej pomenilo način mišljenja, ki je lahko pomembno orodje ustvarjalnega mišljenja, kritičnega mišljenja, odločanja in reševanja problemov (Levy in Murnane, 2004). Predpostavlja namreč razvijanje rešitev odprtih problemov tako, da sledi vrsti dobro opredeljenih korakov. Učenci, ki spretnosti računalniškega mišljenja ne razvijejo, so oziroma postajajo v svojih sposobnostih reševanja problemov zelo omejeni. Še več: raziskave poročajo o sposobnosti reševanja problemov kot enem najpomembnejših napovednikov uspešnosti pri učenju in v delovnem okolju.

Način spoprijemanja s problemi, kot ga predpostavlja računalniško mišljenje, je namreč ključni pristop k reševanju problemov na vseh strokovnih področjih. Računalniška znanost ni več le nov in pomemben način razumevanja sveta, temveč postaja pomemben vidik vseh (znanstvenih) disciplin. V prihodnosti si strokovnega in znanstvenega udejstvovanja ni več mogoče predstavljati brez zmožnosti reševanja problemov, ki predpostavlja pomembno operacionalizacijo strokovnih in znanstvenih problemov ter njihovih rešitev po vzorcu računalniškega mišljenja. Takšen pristop reševanja problemov velja za ključnega v naravoslovju, v zadnjem času pa avtorji opozarjajo tudi na

njegov čedalje večji pomen v družboslovju (na primer pri formuliranju raziskovalnih vprašanj na področju psihologije; Anderson, 2016).

Conrad Wolfram (2016) opisuje računalniško mišljenje kot štiristopenjski način reševanja problema (glej sliko 1).

- Reševanje problema se začne z razmišljanjem o samem problemu in z definiranjem, kaj v resnici želimo rešiti ali ugotoviti. To fazo bi lahko imenovali tudi kritično razmišljanje o problemu (Wolfram, 2016) - **prvi korak**.
- Ključen pri računalniškem mišljenju je **drugi korak**, v katerem vprašanje »prevedemo« ali zapišemo v abstraktnem računalniškem jeziku, ki je lahko koda, diagram ali algoritem. Ker mora posameznik v tem koraku izdelati računalniški model, potrebuje temeljno razumevanje delovanja digitalnih tehnologij.
- V **tretjem koraku** izračunamo rezultat, pri tem pa lahko izračun (algoritem) izvedemo sami ali ga izvede računalnik, ki ga vrne v obliki abstraktne rešitve.
- **Četrty korak** pomeni interpretiranje (abstraktnega) rezultata v luči definiranega vprašanja. Na podlagi interpretacije prilagodimo model (ali celo vprašanje) in ponovno izračunamo ter interpretiramo rezultat. Postopek ponavljamo tako dolgo, da dobimo odgovor na vprašanje, ali pa tako dolgo spreminjamo vprašanje/model, da je nanj mogoče dobiti odgovor.

Takšen štiristopenjski proces reševanja problemov lahko uporabljamo pri idejah, izzivih ali priložnostih, ki jih vsakodnevno srečujemo v življenju.

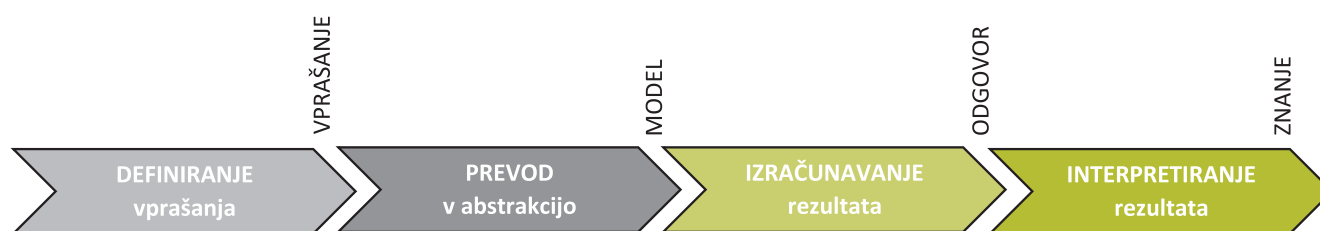
Avtorji prispevka menimo, da posameznik računalniškega mišljenja ne more razvijati v polni meri, če ne pozna temeljnih vsebin računalništva in informatike. Zato je pomembno, da učenec to znanje sistematično pridobiva v vodenem in na računalniško mišljenje jasno osredotočenem procesu učenja in poučevanja. O podobnem vprašanju

lahko razmišljamo tudi pri vprašanju »digitalnih kompetenc«. Ali lahko trdimo, da so sedanje generacije učencev, ki jih nekateri imenujejo digitalni domorodci, digitalno pismene in da posledično zmorejo razviti tudi računalniško mišljenje? Težko. Rezultati raziskave ICILS iz leta 2013 namreč kažejo nasprotno, in sicer, da »digitalni domorodci« z uporabo IKT pri pouku sami ne zmorejo ustvarjati dodane vrednosti, kar nakazuje pomembno vlogo učitelja pri motiviranju in spodbujanju k večji ustvarjalnosti in reševanju problemov.

V zadnji posodobitvi učnih načrtov v letih 2011 in 2012 so bile v vse učne načrte obveznih predmetov v slovenski osnovni šoli vključene digitalne kompetence in smiselna raba IKT pri učenju in poučevanju. Evropska komisija je leta 2013 objavila okvir digitalnih kompetenc DigComp, ki ga je leta 2017 nadgradila z okvirjem DigComp 2.1.

Okvir DigComp opisuje pet področij (informacije, sodelovanje, ustvarjanje vsebin, varnost in reševanje problemov) z 21 digitalnimi kompetencami, ki naj bi jih imeli državljani EU, da bi lahko polnopravno sodelovali v družbi 21. stoletja. V modelu DigComp razen programiranja ni znanja s področja računalništva in informatike. Da bi lahko učitelji informacijsko tehnologijo uspešno vključili v pouk, morajo tudi sami razviti digitalne kompetence. Učitelji so imeli v preteklosti pri razvijanju lastnih digitalnih kompetenc veliko podporo pri projektih, akcijah ali na konferencah (e-šolstvo, e-učbeniki, konferenca Sirikt ...), vendar raziskave kažejo, da se v šolski praksi ni veliko spremenilo. Raziskava ICILS iz leta 2013 je pokazala tudi, da je le 20 % učiteljev intuitivno uporabljalo IKT pri vsakdanjem izvajanju pouka z učenci (MIZŠ, 2016: 21). Zato tudi ne preseneča dejstvo, da je bilo le 16 % slovenskih osmošolcev v raziskavi ICILS sposobnih samostojno in ustvarjalno rešiti nalogo ter pri reševanju problema iskati različne poti. Raziskava ICILS ni preverjala zmožnosti računalniškega mišljenja, ampak je merila razvoj računalniške in informacijske pismenosti, kar v modelu DigComp pokrivajo kompetence s področja virov in ustvarjanja vsebin.

Poročilo ACM Europe (2013) navaja, da bi morali imeti vsi državljani EU razvite digitalne kompetence ter imeti



Slika 1: Računalniško mišljenje kot štiristopenjsko reševanje problemov

hkrati tudi temeljno znanje s področja računalništva in informatike. Računalniških vsebin v učnih načrtih obveznega predmetnika osnovne šole pa ni. Ali lahko torej pričakujemo, da bodo učitelji, ki v večini primerov ne podpirajo učencev pri razvijanju digitalnih kompetenc, zmožni podpirati učence tudi pri razvoju računalniškega mišljenja? Ali lahko prav tako pričakujemo, da bodo učenci, ki imajo slabo razvite digitalne kompetence in v šoli ne pridobivajo temeljnega znanja s področja računalništva, zmožni razviti računalniško mišljenje vsaj na osnovni ravni?

### RAČUNALNIŠKO ZNANJE IN VEŠČINE ZA VSE UČENCE

V mednarodni strokovni javnosti že nekaj let potekajo razprave in pobude (ACM, 2016; ACM in CSTA, 2012; IFIP TC3, 2013; The Royal Society, 2012; Unesco, 2013), da bi imeli vsi učenci priložnost spoznati temeljna področja računalništva in informatike ter razviti računalniško mišljenje. Vse pobude kot glavni razlog uvajanja računalništva v šole navajajo spremenjeno družbo, v kateri glavno vlogo razvoja igrajo nove tehnologije. Če naj šola pripravi učence na življenje, potem morajo učenci spoznati svet, ki jih obkroža, šola pa jim mora omogočiti, da pridobijo znanje in spretnosti, s katerimi ne bodo samo uporabniki, ampak tudi ustvarjalci vsebin in tehnologij. Ker gre za korenite spremembe v družbi, pobude predlagajo tudi korenite spremembe v šoli. Učenci naj bi spoznavali temeljna področja računalništva in pridobivali spretnosti in veščine za ustvarjalno reševanje problemov s pomočjo novih tehnologij. Mednarodno združenje ACM (Association for Computing Machinery) je v sodelovanju s CSTA (Computer Science Teachers Association) ter mnogimi drugimi organizacijami in podjetji pripravilo okvir za poučevanje računalništva od najzgodnejšega začetka šolanja do konca srednje šole (ACM, 2016). Dokument izrecno navaja, da namen poučevanja računalništva ni priprava na prihodnjo kariero v računalništvu ali tehniki, temveč omogočanje vsem učencem ustvarjalnega in produktivnega reševanja problemov na katerem koli področju v njihovi prihodnosti.

Učenci naj bi spoznavali naslednja področja (ACM, 2016):

- računalniški sistemi,
- omrežja in internet,
- podatki in analiza,
- algoritmi in programiranje,
- vpliv digitalnih tehnologij na družbo.

Ker je glavni namen poučevanja računalništva spoznavanje digitalnega sveta in priprava na življenje, dokument navaja tudi načine ali prakse, s katerimi bi učenci računalniške

koncepte povezovali z realnim svetom in s svojimi resničnimi problemi:

1. Spodbujanje kulture vključevanja
2. Sodelovanje pri rabi novih tehnologij
3. Zaznavanje in določanje računalniških problemov
4. Razvoj in uporaba abstrakcij
5. Ustvarjanje računalniških vsebin/izdelkov
6. Preizkušanje in izboljševanje računalniških vsebin/izdelkov
7. Predstavljanje rezultatov/ugotovitev/računalniških vsebin

Računalniško mišljenje je predstavljeno kot zbir praks od številke 3 do 6 (zaznavanje problemov, abstrakcija, ustvarjanje in preizkušanje), kar je identično Wolframovi razlagi na sliki 1. Dokument navaja, da je računalniško mišljenje človekova, in ne računalniška zmožnost. Načeloma lahko sicer do neke mere razvijamo računalniško mišljenje tudi brez računalnika, vendar je poznavanje temeljnega računalniškega znanja nujno. Hkrati velja, da navzočnost računalnika v učilnici še ne pomeni nujno tudi razvijanja računalniškega mišljenja. Ključnega pomena je namreč usposobljen učitelj, ki je tudi sam zmožen računalniško razmišljati in reševati probleme s pomočjo digitalnih tehnologij. Področja, ki jih navaja okvir poučevanja računalništva K12 (ACM, 2016), so bila namenoma izbrana tako, da učenci računalniške abstraktne pojme in ideje spoznavajo na konkretnih in zanje relevantnih primerih. Predlagana področja (sistemi, omrežja, podatki, algoritmi, vpliv na družbo) omogočajo postopno poglobljanje in razumevanje ter medpredmetne povezave, hkrati pa gre za temeljna področja, ki se ne spreminjajo tako hitro kot tehnologije in bodo relevantna še vsaj 10 let.

Računalniško mišljenje zahteva večletno sistematično in načrtno pridobivanje temeljnega znanja s področja računalništva in informatike ter postopno in vedno bolj kompleksno reševanje problemov z računalniki.

V Veliki Britaniji, kjer so leta 2013 uvedli nov obvezni predmet računalništvo (angl. computing), učenci v vseh razredih javne osnovne in srednje šole spoznavajo računalniške pojme in razvijajo računalniško mišljenje (Berry, 2015):

- 5–7-letniki programirajo BeeBoot, programirljivo čebelo, ki je primerna tudi za otroke v vrtcu. Napovedujejo vedenje enostavnega programa in uporabljajo tehnologijo ter najrazličnejše aplikacije za ustvarjanje, predelovanje, shranjevanje in

izmenjevanje digitalnih vsebin. Učijo se uporabljati tehnologije, ki jih srečujejo tudi zunaj šole (pametne naprave, tablice, telefone in podobno), in se hkrati seznanjajo z varno rabo naprav in varovanjem osebnih podatkov.

- 7–11-letniki programirajo naprave (robote, žepne računalnike ...), rešujejo probleme, ki si jih zastavijo sami, pri tem simulirajo fizične sisteme in se urijo v razstavljanju problemov na manjše obvladljivejše probleme. Pri programiranju spoznava naprednejše koncepte, kot so spremenljivke, zanke, pogojni stavki, vhod in izhod. V programih ter algoritmih iščejo napake in jih odpravljajo. Spoznava računalniška omrežja in prednosti pri komuniciranju z njimi. Razumejo delovanje iskalnikov in se urijo v vrednotenju najdenih podatkov. Ustvarjajo programe, ki rešujejo njihove zastavljene probleme.
- 11–14-letniki načrtujejo, uporabljajo in vrednotijo računalniške modele stvarnosti, s katerimi simulirajo izbrane pojave in fizične sisteme. Spoznava ključne računalniške algoritme, jih kritično vrednotijo ter primerjajo med sabo glede učinkovitosti, časovne odvisnosti in podobno. Znajo uporabljati vsaj dva programska jezika, od katerih je vsaj eden tekstovni. Spoznava strojno in programsko opremo in njuno medsebojno povezanost. Ustvarjajo digitalne vsebine za točno določeno ciljno publiko in skrbijo za varno in etično rabo digitalnih naprav ter medijev.
- 14–16-letniki imajo možnost spoznati področje računalništva in informatike do takšne globine, kakršno potrebujejo glede na svoje karierni načrte. Razvijajo analitično, kritično in računalniško mišljenje ter spoznava, kako lahko z digitalno tehnologijo spreminjajo svet okoli sebe.

### ZNANJE, POTREBNO ZA POUČEVANJE RAČUNALNIŠTVA IN RAČUNALNIŠKEGA MIŠLJENJA

Države in šolski sistemi se različno odzivajo na nove potrebe, ugotovitve in pobude strokovne javnosti glede računalništva in razvijanja računalniškega mišljenja. Po poročilu Evropske mreže šol iz leta 2015 se je 16 evropskih držav odločilo v učne načrte integrirati kodiranje na državnem, regionalnem ali lokalnem nivoju. Način vključevanja teh vsebin v predmetnike se razlikuje od države do države. Nekatere so uvedle nov obvezen predmet računalništvo, druge so računalniške vsebine in računalniško mišljenje integrirale v obstoječe predmete. Nekatere države uvajajo

računalniške vsebine od prvega razreda naprej, druge šele proti koncu osnovne šole. Ne glede na samo implementacijo računalniških vsebin v predmetnik, pa se vse države srečujejo z izzivom pomanjkanja usposobljenih učiteljev, ki bi lahko suvereno poučevali računalniške vsebine in podpirali učence pri razvoju računalniškega mišljenja.

Učitelje, ki bodo poučevali računalniške vsebine in podpirali razvoj računalniškega mišljenja, je treba podpreti. Pri tem je treba izdelati različne strategije za različne vrste učiteljev:

- Učitelje z računalniško izobrazbo, ki so doslej poučevali izbirne »računalniške« predmete (in glede na učne načrte v glavnem razvijali digitalne kompetence), je treba seznaniti z didaktičnimi pristopi pri razvijanju računalniškega mišljenja in jim omogočiti dopolnilno in dodatno izobraževanje s področja temeljnih računalniških vsebin.
- Učitelje preostalih ne-računalniških predmetov je treba seznaniti z računalniškim mišljenjem, jim posredovati temeljno računalniško znanje in jih podpreti s primeri razvijanja računalniškega mišljenja pri njihovih predmetih.
- Bodoče učitelje je treba že na pedagoških fakultetah usposobiti, da bodo pri svojih predmetih sposobni podpirati učence pri razvijanju računalniškega mišljenja.

Primere dobrih praks lahko najdemo v mnogih evropskih državah. Tako na primer v Italiji v šolskem letu 2016/17 poteka usposabljanje 157.000 učiteljev za poučevanje računalniškega mišljenja s pomočjo kombinacije usposabljanja, delavnic, spletnih izobraževanj in dalj časa trajajočega izobraževanja (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari in Egelhardt, 2016: 42). V Franciji se za vključevanje računalniškega mišljenja v svoj predmet usposablja 300.000 učiteljev (prav tam). V Veliki Britaniji, kjer so v javnih šolah uvedli nov predmet *računalništvo*, od prvega razreda naprej usposablja t. i. »master teachers« oziroma mentorje, ki podpirajo do 40 učiteljev v svojem lokalnem okolju. Poleg tega imajo Britanci dobro delujočo skupnost učiteljev računalništva, ki si med seboj izmenjujejo gradiva, ideje in didaktične pristope.

Pogoj za kakršno koli uspešno usposabljanje učiteljev je najprej jasen signal šolske politike, da so računalniške vsebine in razvoj računalniškega mišljenja prioriteta in nujna ter obvezna vsebina v osnovnošolskem

Dr. Vesna Ferik Savec, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## NARAVOSLOVNO IZOBRAŽEVANJE – ZAKAJ IN KAKO?

Naravoslovje ima pomembno vlogo na vseh področjih našega življenja, znanje naravoslovja pa je tudi temeljno gibalno razvoja znanosti in gospodarstva. Pomembno je, da učenci v času šolanja razvijejo razumevanje temeljnih naravoslovnih pojmov in jih znajo uporabiti v svojem vsakdanjem življenju ter da se pri mladih ljudeh razvija ozaveščenost o nujnosti trajnostnega načina razmišljanja, na primer pri izbiri živil za načrtovanje zdravega prehranjevanja, pri uporabi prevoznih sredstev, načrtovanju energijske preskrbe, vzdrževanju čistega in urejenega domačega okolja, skrbi za okolje na splošno in podobno. Rezultati mednarodne raziskave ROSE (Relevance of Science Education)<sup>1</sup> kažejo v glavnem pozitiven odnos mladih do naravoslovja in tehnologije, v splošnem pa se nekoliko razlikujejo stališča fantov

<sup>1</sup> ROSE, dostopno na spletu < <http://roseproject.no/>>.

in srednješolskem izobraževanju. Jasen signal pomeni spremembo učnih načrtov in glede na družbeni dogovor tudi morebitno uvedbo novega računalniškega predmeta. Financiranje projektov, kot je Razvoj naravoslovne in matematične pismenosti (MIZŠ, 2017), v katerem je eden od ciljev tudi razvijanje računalniškega mišljenja, je zelo dobrodošlo in potrebno. Vendar pa le v smislu preizkušanja in iskanja primerov dobre prakse. Od nekaj potencialnih primerov dobre prakse razvijanja računalniškega mišljenja do dejanskega razvijanja tega konstrukta pri vseh ali vsaj večini učiteljev in posledično pri vseh učencih pa je še dolga pot.

Četudi bi začeli s kurikularnimi spremembami že danes, smo v zaostanku, saj so nekatere države prehodile pot, trajajočo več kot štiri leta. Toliko približno je tudi naš zaostanek za najbolj prodornimi in razvitimi državami (Velika Britanija, Poljska, Nizozemska ...) glede vključevanja računalniških vsebin in računalniškega mišljenja v obvezne vsebine predmetnika. Z vsakim letom zaostanka so naši učenci tudi vedno bolj deprivilegirani v primerjavi z učenci tistih držav, kjer računalniške vsebine in računalniško mišljenje spoznavajo v okviru obveznega šolanja.

in deklet. Fantje se bolj zanimajo za tehnične, mehanske, električne, nenavadne ali eksplozivne pojave v naravoslovju. Dekleta pa kažejo več zanimanja za zdravje, medicino, človeško telo in etična, estetska ter paranormalna vprašanja. Okoljske teme so se izkazale kot pomembne za oba spola, zanimivo pa je, da so se bila dekleta bolj pripravljena strinjati s trditvijo, da lahko tudi vsak posameznik prispeva k reševanju okoljskih problemov.

V povezavi s pomenom naravoslovja se v zadnjem času vse bolj uveljavlja model za vrednotenje relevantnosti naravoslovnega izobraževanja, ki ga je leta 2013 predlagal Stuckey s sodelavci in ki temelji na ideji o vrednotenju pozitivnih »posledic« za učenčevo življenje, pri čemer ni pomembno, ali učenec te posledice že lahko zaznava ali ne. Model predlaga tri dimenzije relevantnosti pouka naravoslovja: relevantnost za posameznika, družbena relevantnost in poklicna relevantnost. Kot nakazuje že poimenovanje, se relevantnost za posameznika ukvarja z učenčevimi interesnimi področji in omogoča razvijanje praktičnih spretnosti v vsakdanjem življenju, ki so za posameznika

## POTENCIALNE PREDNOSTI IN KORISTI UVAJANJA RAČUNALNIŠKEGA MIŠLJENJA V ŠOLE

Predpostavimo lahko naslednje pomembne vidike prednosti urjenja učencev v računalniškem mišljenju:

- Urjenje v reševanju problemov in programiranju omogoča bolj večje reševanje strokovnih in znanstvenih problemov. Učenci pri tem spoznavajo tehnologije, ki jih obkrožajo, in jih vključujejo v svoje rešitve. Tako se učenci sistematično in načrtno spreminjajo tudi v ustvarjalce in ne le potrošnike digitalnih orodij in naprav. Hkrati na ta način urijo algoritemski oziroma postopkovni način mišljenja, ki je ena od strategij za reševanje problemov in ga je najverjetneje mogoče posplošiti tudi na probleme, ki ne vključujejo uporabe računalnika; posledično je to lahko pomembno orodje reševanja problemov. Nekatere raziskave nakazujejo, da se spretnosti računalniškega mišljenja do neke mere **posplošijo na sposobnost reševanja problemov na splošno** in da vodijo v bolj razvito

uporabna že zdaj ali bodo uporabna v prihodnje in ki omogočajo njegov intelektualni razvoj. Družbena relevantnost se nanaša na pripravo učencev na odgovorno ravnanje v različnih okoliščinah, pri katerih lahko v procesih odločanja uporabijo znanje naravoslovja, in vključuje razumevanje vloge naravoslovja v družbi. Poklicna relevantnost se nanaša na spodbujanje razmisleka o naboru zaposlitvenih možnosti, za katere so pomembni naravoslovne spretnosti in znanje, kar je podlaga za gospodarsko rast in razvoj znanosti. Omenjene dimenzije so medsebojno povezane in se lahko delno prekrivajo.

Analiza trendov prispevkov, objavljenih v treh ključnih revijah s področja naravoslovnega izobraževanja – International Journal of Science Education (IJSE), Journal of Research in Science Teaching (JRST), Science Education (SE) –, je pokazala, da je bilo največ pozornosti v zadnjih petnajstih letih namenjene preučevanju »učnih kontekstov« (713 člankov), »učenju pojmov« (481 člankov), »poučevanju« (360 člankov) ter »neformalnemu učenju« (110 člankov) in »učnim tehnologijam« (112 člankov). Avtorji iste raziskave navajajo, da so bili med navedenimi članki v zadnjem času (v obdobju od leta 2008 do leta 2012) z vidika števila citatov najbolj odmevni članki o »učnih kontekstih«

(70 %), »poučevanju« (20 %) ter o »ciljih, strategijah in kurikulu« (10 %).

Na izsledkih omenjenih raziskav temeljijo različna poročila, ki izpeljujejo in predlagajo smernice za bodoče naravoslovno izobraževanje. Tako smernice v skladu z ugotovitvami mnogih študij, namreč da se učenci manj zanimajo za naravoslovje tudi zato, ker (šolsko) naravoslovje dojemajo kot premalo povezano s svojimi izkušnjami in uporabnostjo za vsakdanje življenje, predlagajo t. i. kontekstualno poučevanje naravoslovja. Pri tem naj učitelji naravoslovja podajanje naravoslovnih vsebin umestijo v različne družbene in življenjske okoliščine, v katerih je znanje naravoslovja mogoče praktično uporabiti, še bolje pa je izhajati neposredno iz izkušenj učencev ali jim omogočiti izkušnje v povezavi z naravoslovjem v lokalnim okolju in podjetjih. Študije kažejo, da je učenje in poučevanje naravoslovja odvisno od številnih dejavnikov, vendar pa se da ugotoviti, da so z vidika učinkovitosti usvajanja znanja in spretnosti nekateri načini izvedbe pouka primernejši. Zanje je značilna jasna opredelitev učnih ciljev in dejavno sodelovanje učencev, še posebej uporaba učenja z raziskovanjem, argumentiranega dialoga, modeliranja in formativnega spremljanja znanja.

metakognitivno mišljenje (na primer Lye in Koh, 2014). Razvijanje računalniškega mišljenja lahko torej pripomore tudi k razvijanju metakognitivnih strategij učencev, saj jim omogoča lažje reševanje (vsakdanjih ali učnih) problemov.

- Spodbujanje računalniškega mišljenja lahko vidimo tudi kot element v razvoju **samoregulacijskega učenja** učencev (t. i. »učenje učenja«), ki je ena od ključnih kompetenc sodobnega učenca (Ključne kompetence za vseživljenjsko učenje (The Key Competences for Lifelong Learning – An European Framework), 2007). Zimmerman (1995, po Pečjak, 2012) samoregulacijsko učenje opredeljuje kot učenje, pri katerem si učenec sam postavi svoje učne cilje, ob tem pa spremlja, nadzoruje in regulira svoj učni proces (Tomec, Pečjak in Peklaj, 2006). Upoštevajoč svoje značilnosti in značilnosti okolja je učenec metakognitivno, motivacijsko in vedenjsko dejavno udeležen. Računalniško mišljenje podobno kot učenje učenja razvija sposobnosti organizacije in usmerjanja lastnega učenja,

učinkovitega upravljanja časa, virov, podatkov, informacij in tako naprej ter s tem smiselno doprinese k razvoju posameznikovih metakognitivnih spretnosti, prenosljivih med predmeti in med različnimi primeri. Podobno navajajo sodobne raziskave, ki so preučevale učinek intervencij, namenjenih urjenju računalniškega mišljenja (več v Lye in Koh, 2014), in ki poročajo o pozitivnem učinku razvijanja računalniškega mišljenja na kognitivne izide učencev. Ob tem je treba poudariti, da je raziskav na področju povezanosti računalniškega mišljenja in kognitivnega funkcioniranja še vedno premalo, da bi lahko podali bolj veljavne sklepe.

- Urjenje v računalniškem mišljenju pomeni urjenje v strategijah reševanja odprtih problemov; enako kot je treba učence uriti v bralno učnih strategijah, da so se sposobni spoprijemati z učenjem iz pisnih virov, jih je treba opremiti tudi s strategijami reševanja odprtih problemov. Strategije računalniškega mišljenja so tako lahko za učence orodje, ki jim omogoča, da pri reševanju problemov

Za izboljšanje prenosa raziskovalnih spoznanj s področja naravoslovnega izobraževanja in smernic v šolsko prakso pa so bistvene tudi dejavnosti na področju izobraževanja bodočih in dejavnih učiteljev naravoslovnih predmetov. Poleg razvoja in uporabe posodobljenih učnih gradiv je ključno razvijanje zavedanja o pomenu in uporabnosti raziskovalnih spoznanj pri pouku specifičnih vsebin; ob branju prispevkov iz znanstveno-raziskovalnih revij s področja naravoslovnega izobraževanja je, na primer, smiselno spodbujati diskusijo o uporabni vrednosti predstavljenih rezultatov v primerjavi z učenčevimi izkušnjami, o možnih izboljšavah in podobno. Pomembno je, da učitelji načrtujejo, kako bi lahko nova spoznanja uporabili za izboljšanje svoje šolske prakse. Zaželeno je, da učitelji stopijo na pot učitelja-raziskovalca, na kateri tudi sami sodelujejo pri načrtovanju in izvedbi akcijskih raziskav z namenom izboljševanja poučevanja in učenja specifičnih vsebin glede na izzive, ki jih prepoznajo v lastni šolski praksi.

Med številnimi primeri dobre prakse pri nas in po svetu, ki si prizadevajo za kakovosten pouk naravoslovja, morda

izpostavimo še posebej uspešen primer iz Finske, kjer so pred petnajstimi leti na Univerzi v Helsinkih ustanovili prvi t. i. *LUMA Center* z namenom intenzivnejšega povezovanja šol, univerze in podjetij na področju razvijanja znanja naravoslovja pri mladih. Zaradi zavedanja vseh treh prej omenjenih dimenzij relevantnosti naravoslovnega izobraževanja je tako ob podpori podjetij v zadnjih letih na Finskem nastala *mreža LUMA Centrov*, ki vsako leto prireja tudi različne mednarodne konference in prireditve za spodbujanje razvoja mladih naravoslovnih talentov, ki se jih udeležujejo tudi naši učenci in dijaki.

V partnerstvu z Univerzo v Helsinkih, Katedro za izobraževanje učiteljev kemije, je letos tudi v Sloveniji na Univerzi v Ljubljani na Pedagoški fakulteti zaživel *Center KemikUm – razvojno-inovacijski učni laboratorij*. Zaradi odličnih odzivov udeleženih učencev, dijakov in učiteljev iz vse Slovenije, ki so sodelovali pri dejavnostih, na primer na prireditvi Kemija z misijo na jutri, ki smo jo skupaj z bodočimi učitelji kemije izvedli v počastitev dneva Zemlje, si želimo v prihodnje še okrepiti dejavnosti na področju

vztrajajo in se znajo spoprijeti tudi s položajem, ko so neuspešni.

- Urjenje v računalniškem mišljenju pomeni tudi dolgoročno opolnomočenje učencev za razvijanje vztrajnosti pri soočanju z neuspehom in posledično večanje psihične odpornosti. Čeprav se zdi, da se koncept računalniškega mišljenja v večji meri osredotoča prav na kognitivne vidike reševanja problema, pa je to lahko tudi učinkovita strategija spoprijemanja s čustvi v učnih okoliščinah, ki so frustrirajoče. Urjenje spretnosti računalniškega mišljenja je lahko za učence učinkovito orodje spoprijemanja z zahtevnejšimi učnimi nalogami, katerih obvladovanje zahteva vztrajanje tudi ob doživljanju začetnega neuspeha. **Zmožnost vztrajanja ob neuspehu** je ena ključnih značilnosti posameznikov, pri katerih prevladujejo cilji obvladovanja (angl. mastery goal orientation), ki se povezujejo z večjo uspešnostjo na različnih področjih. Še posebej urjenje v učinkovitem iskanju in popravljanju napak lahko učencem pomaga pri razvoju miselne naravnosti k rasti (angl. growth mindset, tudi incremental self-theory), pri čemer gre za posameznikovo prepričanje, da je sposobnosti mogoče razvijati z lastnimi

prizadevanji in izobraževanjem. Takšna miselna naravnost ustvarja pogoje za kakovostno učenje in psihično odpornost (angl. resilience), ki sta ključnega pomena za visoke dosežke. Učenci z *miselno naravnostjo k rasti* verjamejo, da je s prizadevanjem in z izobraževanjem mogoče spreminjati svoje sposobnosti in osebnostne značilnosti, zato v večji meri iščejo izzive in priložnosti za učenje. Neuspeh jim pomeni del procesa na poti k uspehu oziroma povratno informacijo o tem, da morajo v svojih učnih strategijah nekaj spremeniti. Posamezniki s takšno miselno naravnostjo visoko vrednotijo prizadevanje, saj verjamejo, da lahko le tako izboljšajo svoje sposobnosti. Radi preizkušajo nove strategije in uporabljajo različne vire, ker jim je bolj kot cilj oziroma dosežek pomembno samo učenje oziroma proces. Povratne informacije uporabljajo kot sredstvo za učenje, izboljšanje in navdih za uspeh (Dweck, 2006). Dosedanje raziskave kažejo, da se *miselna naravnost k rasti* povezuje s pozitivnimi izidi na različnih področjih: posamezniki s takšno miselno naravnostjo so bolj odprti za učenje ter spoprijemanje z novimi izzivi, so bolj vztrajni, kadar se spoprijemajo s težavnimi nalogami, in



integracije trajnostnega razvoja v pouk kemije in naravoslovja v sodelovanju z zainteresiranimi slovenskimi podjetji

in šolami, pri čemer izhajamo iz aktualnih raziskovalnih spoznanj stroke.

## VIRI IN LITERATURA

Center KemikUm – razvojno-inovacijski učni laboratorij. <https://goo.gl/HVzse3> (dostopno 15. 7. 2017).

European Commission. (2004). Europe needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology. Brussels. European Commission.

Forsthuber, B., Motiejunaite, A., in de Almeida Coutinho, A. S. (2011). Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission.

Gilbert, J. K., Justi, R. Van Driel, J. H., De Jong, O. in Treagus, D. F. Securing a Future for Chemical Education, Chem. Educ. Res. Pract., 2004, 5, 5–14.

Kemija z mislijo na jutri. <https://kemijazajutri.wixsite.com/kemijazajutri> (dostopno 15. 7. 2017).

LUMA Centre Finland. <http://www.luma.fi/en/> (dostopno 15. 7. 2017).

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., in Loveless, T. (2016). Twenty years of TIMSS international trends in mathematics and science achievement, curriculum, and instruction. Chestnut Hill, MA: Boston College, TIMSS and PIRLS International Study Center.

Rocard, M. idr. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Brussels. Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Osborne, J., in Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok - Naaman, R., in Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. Studies in Science Education, 49(1), 1–34.

Tzu-Chiang Lin, Tzung-Jin Lin in Chin-Chung Tsai. (2014). Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals, International Journal of Science Education, 36(8), 1346–1372.

bolj psihično odporni, torej v večji meri zmožni okrevati po neuspehu. Posledično so uspešnejši pri spoprijemanju z izzivi; tako so na primer Blackwell, Trzesniewski in Dweck (2007) ugotovili, da implicitne teorije učencev o inteligentnosti napovedujejo učno vedenje v nekem časovnem obdobju, kar še posebej velja za soočanje z izzivi.

## SKLEP

Zaradi sprememb, ki jih je digitalna tehnologija povzročila v družbi, se šolski sistemi v večini najrazvitejših držav trudijo seznaniti učence s tehnologijami in jih usposobiti za njihovo kritično ter ustvarjalno rabo. V večini držav so v kurikule vključevali digitalne kompetence, in to na različne načine. Nekateri države imajo poseben predmet, pri katerem učenci pridobivajo osnovne digitalne kompetence, druge pa so digitalne kompetence vključile v vse predmete, med njimi tudi Slovenija ob prenovi učnih načrtov leta 2011. O uspešnosti vključevanja digitalnih kompetenc v vse predmete, pri katerem so za razvoj digitalnih kompetenc odgovorni vsi učitelji, je težko govoriti. Raziskava ICILS iz leta 2013 kaže, da ima le 16 % slovenskih osnovnošolcev takšne digitalne kompetence, ki omogočajo samostojno reševanje precej enostavnega problema

z iskanjem podatkov in ustvarjanjem vsebine za izbrano ciljno skupino. Digitalne kompetence se nikjer ne preverjajo, in le od strokovne presoje posameznega učitelja in seveda od njegove usposobljenosti je odvisno, koliko bo razvoj digitalnih kompetenc vključeval v svoj predmet.

Od leta 2012 se v mednarodni strokovni javnosti vse bolj krepi spoznanje, da digitalne kompetence niso dovolj, če želimo celotne generacije učencev usposobiti za ustvarjalce novih vsebin in tehnologij. Vsi učenci bi morali poznati delovanje digitalnih tehnologij, ki jih obkrožajo, saj danes ni področja, ki ne bi temeljilo na digitalnih tehnologijah. Vsi učenci bi torej morali imeti priložnost spoznati temeljne vsebine s področja računalništva in informatike ter se urediti v reševanju problemov, pri katerem bi vključevali tudi računalniško moč. Takšno zmožnost reševanja problemov imenujemo računalniško mišljenje. Računalniško mišljenje je **spretnost, ki jo je treba razvijati z dalj** časa trajajočim sistematičnim in načrtnim urjenjem. Urjenje običajno zajema treninge v kodiranju oziroma programiranju, vendar pa ni utemeljeno enačiti računalniško mišljenje zgolj s spretnostmi programiranja, saj gre za način mišljenja, ki vsebuje tudi definiranje problema, izdelavo modela, izračun ter interpretacijo dobljenih rezultatov. V zgodnjih letih šolanja je mogoče računalniško mišljenje urediti tudi brez vključevanja računalnika v pouk (na primer z nalogami, ki od učenca zahtevajo

natančen opis nekega postopka, priprave najljubše jedi ali poti od doma do šole), obenem pa je za urjenje računalniškega mišljenja smiselno v obvezno osnovnošolsko izobraževanje postopoma vključevati orodja, ki omogočajo dostop do programiranja že otrokom in ki so hkrati v izziv tudi učencem, bolj izkušenim v programiranju (t. i. orodja z velikim razponom težavnosti; angl. low floor high ceiling). Urjenje računalniškega mišljenja je **uporabna strategija in učni cilj v učnih primerih, ki so zasnova ni kot problemsko učenje in** pri katerih učenci rešujejo odprte probleme. Učenci pri urjenju računalniškega mišljenja razvijajo vztrajnost in krepijo psihično odpornost pri soočanju z neuspehi, hkrati pa se z digitalno tehnologijo učijo spreminjati svet okoli sebe.

Glavni izziv pri vključevanju računalniškega mišljenja v pouk je usposobljen kader. Učitelji, ki bi podpirali učence pri razvijanju računalniškega mišljenja, morajo najprej sami imeti razvito to isto zmožnost in morajo hkrati dovolj dobro poznati temeljne vsebine področja računalništva.

## VIRI IN LITERATURA

- ACM Europe. (2013). Europe cannot afford to miss the boat, Informatics education report. (dostopno 3. 7. 2017).
- ACM. (2016). K-12 Computer Science Framework. <http://www.k12cs.org> (dostopno 1. 7. 2017).
- Anderson, N. D. (2016). A call for computational thinking in undergraduate psychology. *Psychology Learning & Teaching*, 15, 1–9.
- Blackwell, L., Trzesniewski, K. in Dweck, C.S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, 78, 246–263.
- Berry, M. (2015). CS in English Schools: This is for everyone. [http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ERTE/codeweek-2015/lisbon\\_-\\_computing\\_in\\_england.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ERTE/codeweek-2015/lisbon_-_computing_in_england.pdf) (dostopno 1. 7. 2017).
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset*. New York, NY: Random House.
- Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC83167.pdf>.
- Kalelioglu, F., Gülbar, Y. in Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 538–596.
- Ključne kompetence za vseživljenjsko učenje (The Key Competences for Lifelong Learning – An European Framework), 2007. <https://erasmusplus.org.uk/file/272/download> (dostopno 5. 7. 2017).
- Levy, F. in Murnane, R.J. (2004). *The new division of labor*. New York: Russell Sage.
- Lye, S. Y. in Koh, Joyce. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61.

Glede na izkušnje z integriranjem digitalnih kompetenc v vse predmete in posledično nizkim odstotkom učiteljev, ki v resnici vključujejo digitalne tehnologije v pouk in podpirajo razvoj digitalnih kompetenc, lahko upravičeno pričakujemo, da bi bilo še manj učiteljev, ki bi zmogli podpirati učence pri razvijanju računalniškega mišljenja.

Zato menimo, da bi bil predmet, pri katerem bi usposobljeni učitelji sistematično in načrtno podpirali učence pri razvoju računalniškega mišljenja, bistveno bolj učinkovita in smiselna rešitev. Sicer bi bilo treba tudi učiteljem računalništva ponuditi dodatna in dopolnilna strokovna izobraževanja, vendar bi bilo to enostavneje kot usposabljanje vse učitelje v Sloveniji, ker prvi temeljno znanje s področja računalništva že imajo. Najslabša možnost se zdi ohranjanje trenutnega stanja, pri katerem učenci ne spoznavajo področja računalništva in v skladu z učnimi načrti razvijajo le digitalne kompetence (pri tistih 20 % učiteljev, ki se za to odločijo).

Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (2016). *Strateške usmeritve nadaljnega uvajanja IKT v slovenske VIZ do leta 2020*. [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/StrateškeUsmeritveNadaljnegaUvajanjaIKT1\\_2016.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/StrateškeUsmeritveNadaljnegaUvajanjaIKT1_2016.pdf) (dostopno 28. 6. 2017).

Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (2017). Javni razpis za izbor operacij »Razvoj in udeleževanje inovativnih učnih okolij in prožnih oblik učenja za dvig splošnih kompetenc«. [http://www.mizs.gov.si/si/javne\\_objave\\_in\\_razpisi/okroznice/arhiv\\_okroznice/okroznice\\_razpisi\\_in\\_javna\\_narocila/javni\\_razpisi/?tx\\_t3javnirazpis\\_pi1%5Bshow\\_single%5D=1486](http://www.mizs.gov.si/si/javne_objave_in_razpisi/okroznice/arhiv_okroznice/okroznice_razpisi_in_javna_narocila/javni_razpisi/?tx_t3javnirazpis_pi1%5Bshow_single%5D=1486) (dostopno 1. 7. 2017).

Papert, S. (1993). *Mindstorm, Children, computers and powerful ideas*. New York: Harvester Press.

Pečjak, S. (2012). Metakognitivne sposobnosti pri učenju: struktura in njihov razvoj. *Vzgoja in izobraževanje*, 43(6), 4–6.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking, *Communication of the ACM*, 49(3).

Wolfram, C. (2016). Anchoring Computational Thinking in today's curriculum. <http://www.conradwolfram.com/home/anchoring-computational-thinking-in-todays-curriculum> (dostopno 4. 7. 2017).

## PRIPOROČENI VIRI

- ACM in CSTA. (2012). *Running On Empty, The Failure to Teach K-12 Computer Science in the Digital Age*, <http://www.acm.org/runningonempty/> (dostopno 28. 6. 2017).

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. in Egelhardt, K. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education. [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188\\_computhinkreport.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf) (dostopno 2. 7. 2017).
- CSTB, Computer Science Telecommunications Board. (2010). Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking. Washington, D. C.: The National Academies Press. [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=12840&page=R1](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12840&page=R1) (dostopno 5. 2. 2012).
- Carretero, S., Vuorikari, R. in Punie, Y. (2017). DigComp 2.1 The Digital Competence Framework for Citizens. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1.pdf\\_\(online\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1.pdf_(online).pdf) (dostopno 5. 7. 2017).
- Digitalna Slovenija 2020 – Strategija razvoja informacijske družbe do leta 2020 (2010). [http://www.mju.gov.si/fileadmin/mju.gov.si/pageuploads/DID/Informacijska\\_druzba/DSI\\_2020.pdf](http://www.mju.gov.si/fileadmin/mju.gov.si/pageuploads/DID/Informacijska_druzba/DSI_2020.pdf) (dostopno 1. 7. 2017).
- Dweck, C. S. (2000). Self-theories. Their role in motivation, personality, and development. London in New York: Routledge.
- Dweck, C. S. in Sorich, L. A. (1999). Mastery-oriented thinking. V Snyder, C. Rick. (Ur.), *Coping*, 232–251. New York, NY: Oxford University Press.
- European Schoolnet. (2015). Computing our future. Computer programming and Coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. [http://www.eun.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887](http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887) (dostopno 26. 6. 2017).
- IFIP TC3, Torun, (2013). Educational stakeholders and purpose: who and what can be supported better by computers. [http://wcce2013.umk.pl/sites/default/files/The\\_Torun%20Vision%20-%20IFIP%20TC3%20from%202013%20to%202017%20final.pdf](http://wcce2013.umk.pl/sites/default/files/The_Torun%20Vision%20-%20IFIP%20TC3%20from%202013%20to%202017%20final.pdf) (dostopno 1. 7. 2017).
- ISTE. 2007. ISTE Standards for students. [http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14\\_ISTE\\_Standards-s\\_PDF.pdf](http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14_ISTE_Standards-s_PDF.pdf). (dostopno 2. 7. 2017).
- Kirschner, P. A., Sweller, J. in Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75–86.
- NRC (2011). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core ideas. Washinton, D. C.: The National Academies Press.
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (2011). Posodobljeni učni načrti obveznih predmetov v osnovni šoli. [http://www.mizs.gov.si/si/delovna\\_podrocja/direktorat\\_za\\_predsolsko\\_vzgojo\\_in\\_osnovno\\_solstvo/osnovno\\_solstvo/ucni\\_nacrti/](http://www.mizs.gov.si/si/delovna_podrocja/direktorat_za_predsolsko_vzgojo_in_osnovno_solstvo/osnovno_solstvo/ucni_nacrti/) (dostopno 29. 6. 2017).
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (2017). Javni razpis za izbor operacij »Razvoj in udejanjanje inovativnih učnih okolij in prožnih oblik učenja za dvig splošnih kompetenc«. [http://www.mizs.gov.si/si/javne\\_objave\\_in\\_razpisi/okroznice/arhiv\\_okroznice/okroznice\\_razpisi\\_in\\_javna\\_narocila/javni\\_razpisi/?tx\\_t3javnirazpis\\_pi1%5Bshow\\_single%5D=1486](http://www.mizs.gov.si/si/javne_objave_in_razpisi/okroznice/arhiv_okroznice/okroznice_razpisi_in_javna_narocila/javni_razpisi/?tx_t3javnirazpis_pi1%5Bshow_single%5D=1486) (dostopno 1. 7. 2017).
- Puklek Levpušček, M. in Zupančič, M. (2009). Osebnostni, motivacijski in socialni dejavniki učne uspešnosti. Ljubljana: Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani.
- The Royal Society. (2012). Shut down or restart, The way forward for computing in UK schools, <https://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/> (dostopno 1. 7. 2017).
- UNESCO. (2013). Towards Knowledge Societies for Peace and Sustainable Development. [http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/wsis/WSIS\\_10\\_Event/wsis10\\_outcomes\\_en.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/wsis/WSIS_10_Event/wsis10_outcomes_en.pdf) (dostopno 28. 6. 2017).