



# **Razvijanje tehnološke pismenosti s pomočjo informacijsko-komunikacijske tehnologije**

Stanislav Avsec  
urednik



Univerza v Ljubljani  
*Pedagoška* fakulteta



# **Razvijanje tehnološke pismenosti s pomočjo informacijsko- komunikacijske tehnologije**

*Urednik*

*Stanislav Avsec*

*Ljubljana, 2022*

---

**Razvijanje tehnološke pismenosti s pomočjo  
informacijsko-komunikacijske tehnologije**

*Urednik*

izr. prof. dr. Stanislav Avsec

*Recenzenta*

doc. dr. David Rihtaršič in doc. dr. Andrej Flogie

*Slovenski jezikovni pregled*

Mojca Blažej Cirej, prof. slov. j.

*Tehnični urednici*

Katarina Dobravec in Brina Kurent

*Izdala in založila*

Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

*Za izdajatelja*

prof. dr. Janez Vogrinc, dekan

*Oblikovanje naslovnice*

Katarina Dobravec

*Dosegljivo na (URL)*

<http://pefprints.pef.uni-lj.si/>

© Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani 2022

---

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID = 132503555

ISBN 978-961-253-303-8 (PDF)

---

Vse pravice pridržane, reproduciranje in razmnoževanje dela po zakonu o avtorskih pravicah ni dovoljeno.

---

Avtorji prispevkov po abecednem redu

Avsec Stanislav

Bizjak Patricija

Jamšek Janez

Keše Jaka

Kurent Brina

Ledinek Tjaša

Rozman Tanja

## **Predgovor**

V središču sodobne tehnološke družbe leži nepriznan paradoks. Čeprav so številne tehnološko napredne države in tudi države v razvoju vse bolj odvisne od tehnologije in z dihamajajočo hitrostjo sprejemajo nove tehnologije, državljani še niso pripravljeni za sprejemanje premišljenih odločitev ali kritičnega razmišljanja o tehnologiji. Odrasli in otroci slabo razumejo bistvene značilnosti tehnologije, kako vpliva na družbo in kako lahko ljudje vplivajo na njen razvoj. Veliko ljudi se sploh ne zaveda popolnoma tehnologij, ki jih uporabljajo vsak dan. Že ta okoliščina nakazuje, da kot družba nismo tehnološko pismeni.

Tehnologija je postala uporabniku tako prijazna, da je večinoma »nevidna«. Veliko ljudi uporablja tehnologijo z minimalnim razumevanjem, kako deluje, posledic njene uporabe ali celo tega, od kod prihaja. Vozimo visokotehnološke avtomobile, vendar vemo le malo več, kot upravljati volan, stopalko za plin in zavore. Nakupovalne vozičke polnimo z visoko predelano hrano, vendar v veliki meri ne poznamo sestave teh izdelkov ali načina njihovega razvoja, proizvodnje, pakiranja in dostave. Kliknemo na gumb miške in prenašamo podatke na tisoče kilometrov, ne da bi razumeli, kako je to mogoče ali kdo bi lahko imel dostop do informacij. Čeprav tehnologija postaja vse pomembnejša v naših življenjih, se izmika našemu pogledu.

Če želimo v celoti izkoristiti prednosti tehnologije ter prepoznati, obravnavati ali se celo izogniti nekaterim njenim pastem, moramo postati boljši upravitelji tehnoloških sprememb. Žal je družba slabo pripravljena na doseganje tega cilja. In neskladje se še povečuje. Čeprav naša uporaba tehnologije hitro narašča, ni znakov ustreznega izboljšanja naše sposobnosti za reševanje težav, povezanih s tehnologijo. Niti izobraževalni sistem države niti njen aparat za oblikovanje politik nista dovolj prepoznala pomena tehnološke pismenosti.

Na splošno ima tehnološka pismenost (TP) tri soodvisne razsežnosti: znanje, način razmišljanja in delovanja ter sposobnosti praktične uporabe/izrabe tehnike in tehnologije. TP je definirana tudi kot sposobnost uporabe, upravljanja, razumevanja in ocenjevanja tehnologije. Čeprav ne obstaja arhetip tehnološko pismene osebe, bo taka oseba imela številne splošne značilnosti. Med temi lastnostmi bi morali tehnološko pismeni ljudje v današnji družbi:

- Prepoznati tehnologijo v njenih številnih oblikah in razumeti, da je meja med znanostjo in tehnologijo pogosto zabrisana.
- Razumeti osnovne koncepte in izraze, kot so sistemi, omejitve in kompromisi, ki so pomembni za tehnologijo.
- Vedeti nekaj o naravi in omejitvah procesa inženirskega snovanja.
- Spoznati, da tehnologija vpliva na spremembe v družbi in je vplivala tudi v zgodovini.
- Zavedati se, da družba oblikuje tehnologijo, tako kot tehnologija oblikuje družbo.
- Zavedati se, da vse tehnologije prinašajo tveganje.
- Zavedati se, da razvoj in uporaba tehnologije vključujeta kompromise in ravnesje stroškov in koristi.
- Znati uporabiti osnovne veščine kvantitativnega sklepanja za informirano presojo o tehnoloških tveganjih in koristih.
- Obvladati vrsto praktičnih veščin pri uporabi vsakodnevnih tehnologij.

- Poiskati informacije o določenih novih tehnologijah, ki lahko vplivajo na njihova življenja.
- Odgovorno sodelovati v razpravah ali razpravah o tehnoloških zadevah.

Širok pogled na tehnologijo, ki ga implicira tehnološka pismenost, bi bil enako dragocen tako za inženirje in druge tehnične strokovnjake kot za ljudi brez neposrednega sodelovanja pri razvoju ali proizvodnji tehnologije kot tudi razvijanju veščin 21. stoletja. Rezultat je niz praks, osredotočenih na učečega, ki odražajo znanje, spretnosti in nagnjenosti, ki jih učenci potrebujejo, da bi uspešno uporabili predmetno specifične standarde na različnih kontekstnih področjih, in sicer: (1) Sistemsko razmišljanje, (2) Ustvarjalnost, (3) Praktično delo, (4) Kritično mišljenje, (5) Optimizem, (6) Sodelovanje, (7) Komunikacija in (8) Etični vidiki.

Avtorja Keše in Avsec ugotavljata, da je raven tehnološke pismenosti, ki temelji le na znanju, veščinah nižjega miselnega reda in odnosu do stroke, nezadostna za informirano odločanje o znanstvenih in tehnoloških vprašanjih v družbenogospodarskem kontekstu za trajnostni razvoj družbe. Po navedbah Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj je ključno obdobje informirane odločitve za nadaljevanja šolanja kot tudi poklicne kariere na področju naravoslovja in tehnike ravno obdobje na koncu druge in v začetku tretje triade osnovnošolskega izobraževanja. V slovenskem izobraževalnem sistemu je to značilen prehod artikulacijsko integrirane domene naravoslovja in tehnike v samostojno predmetno področje tehnike in tehnologije, kar zahteva še posebno izostritev metod in pristopov pouka za umestitev in izboljšanje tehnološke pismenosti. Ob primerjanju nivoja tehnološke pismenosti učencev 5. in 6. razreda sta avtorja ugotovila majhen do zmeren učinek pri razlikah v celotni tehnološki pismenosti in zmeren učinek razlike pri komponenti kritično razmišljanje in odločanje v korist učencev 6. razreda. Avtorja razkrijeta tudi soodvisnost med zaznano željo učencev po šolanju/poklicu v tehniki in inženirstvu in tehnološko pismenostjo komponente kritično razmišljanje in odločanje.

Kljub različnim možnostim uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v izobraževalnem procesu jo tako učitelji kot učenci pogosto uporabljajo intuitivno, zato učni dosežki učencev, povezani s takšno z uporabo IKT, ne dosegajo pričakovanj. Pri razmislekih glede didaktične uporabe IKT pri pouku je pogosto uporabljen SAMR model, ki lahko učitelja usmerja pri izbiri aplikacij in pri načrtovanju učnih dejavnosti za doseg zvišanje ravni TP. Bizjak in Avsec določita model ciljne rabe IKT za dvig ravni TP prek komponente kritičnega razmišljanja in sposobnosti odločanja ter eksperimentalno dokazeta napredek učencev.

Kurent in Jamšek v svojem prispevku obravnavata tehnologijo 3D-skeniranja z možnostjo vključevanja v osnovnošolsko tehniško izobraževanje. Zajet je pregled obstoječih del na področju vključevanja 3D-skeniranja na osnovnošolskem nivoju doma in po svetu. Kriterijsko ovrednotita tudi najbolj primerna gradiva, materiale in sestavljanke, kot so plastelin, glina, modelirna snov, polimerna modelirna snov, slano testo, vata s polivinilacetatnim lepilom in mivka s polivinilacetatnim lepilom. Ugotavljata, da se za namen 3D-skeniranja v osnovni šoli izkaže kot najbolj primeren material plastelin. Ta je uporabljen za predloge izdelkov za tri ključne starostne skupine, 4.–6. razred, 7.–8. razred in 8.–9. razred. Pri starejših učencih je poleg zahtevnejših oblik z vključujočimi podrobnostmi zahtevano tudi dodatno urejanje 3D-skeniranih modelov s pomočjo 3D-modeliranja.

Za izboljšanje tehnološke pismenosti je najbolj naraven in pomemben začetek v šolah, kjer se vsem učencem omogoči zgodnji in reden stik s tehnologijo. Izpostavljanje študentov

tehnološkim konceptom in praktičnim dejavnostim, povezanim z oblikovanjem, je najverjetnejši način, da jim pomagamo pridobiti vrste znanja, načine razmišljanja in delovanja ter sposobnosti, ki so skladne s tehnološko pismenostjo. Avtorja Rozman in Avsec ugotavljata, da je eden od omejevalnih dejavnikov majhno število ustrezno usposobljenih učiteljev za poučevanje vsebin tehnike in tehnologije s ciljno rabo IKT. Drugi dejavnik je neustrezna pripravljenost drugih učiteljev za poučevanje tehnologije. S pomočjo nadgrajenega modela TAM 3 izvedeta raziskavo med učitelji razrednega pouka in učitelji zadnje triade osnovne šole. Podata tudi številne smernice za zasnovo pouka v smeri optimizacije učinkovitost rabe IKT.

Dinamično okolje tehnološkega razvoja je bilo zadnja leta podvrženo stresom pandemije covida-19, kar je pustilo določene posledice tudi na pouku vsebin tehnike in tehnologije. Raba tehnologije je bila predvsem zreducirana na instrumentalno vrednost, medtem ko je humanistični del rabe IKT izostal. Ledinek in Avsec sta raziskala, kako je potekal pouk vsebin tehnike in tehnologije tudi s stališča doseganja učnih izidov. Izpostavita, da je taksonomsko najkakovostnejše pridobljena kompetenca učencev pri šolanju na daljavo po oceni učiteljev raba IKT in da se učitelji se pri doseganju taksonomskih ciljev na daljavo najbolj posvečajo taksonomski stopnji razumevanja. Pri vključevanju strategij v kakovostnejši pedagoški proces pa sta po njunem mnenju najpomembnejša človeški dejavnik in podpora vodstva organizacije. Podala sta tudi številne smernice za učinkovit pouk vsebin tehnike in tehnologije (TIT), ciljno rabo IKT, ocenjevanje izdelkov, spodbujanje učencev in sodelovanje učiteljev tega predmeta.

Argument za tehnološko pismenost temelji na enem samem temeljnem prepričanju. V svetu, prežetem s tehnologijo, lahko posameznik deluje učinkoviteje, če tehnologijo pozna in jo osnovno razume. Višja stopnja tehnološke pismenosti pri nas bi imela številne koristi za posameznike in družbo kot celoto. Tehnološka pismenost posameznike pripravlja na sprejemanje dobro ozaveščenih odločitev v njihovi vlogi potrošnikov. Svet je poln izdelkov in storitev, ki so namenjeni za lajšanje življenja ljudi, ki ga naredijo prijetnejše, učinkovitejše ali bolj zdravo, in vsako leto se pojavlja vse več teh izdelkov. Tehnološko pismena oseba ne more vedeti, kako deluje posamezna nova tehnologija, poznati njene prednosti in slabosti, kako z njo upravljati itd., lahko pa se o izdelku nauči dovolj, da ga dobro uporabi ali da se odloči, da ga ne bo uporabljala.

Obstaja veliko tehnologij, ki sestavljajo oblikovani svet. Čeprav ima vsaka tehnologija svoje posebne sisteme in podsisteme, je njen razvoj napredoval zaradi inovativnosti in sposobnosti reševanja problemov, za kar so si prizadevali ljudje, ki delajo na teh področjih. TP je lahko katalizator sistemskih in pedagoških sprememb, kjer učeči (1) izkoriščajo tehnologijo, da prevzamejo aktivno vlogo pri izbiri, doseganju in dokazovanju kompetenc pri svojih učnih ciljih, ki jih obveščajo učne znanosti; (2) prepoznavajo pravice, odgovornosti in priložnosti življenja, učenja in dela v medsebojno povezanem digitalnem svetu ter delujejo in modelirajo na načine, ki so varni, zakoniti in etični; (2) kritično izkoriščajo različne vire z uporabo digitalnih orodij za ustvarjanje znanja, ustvarjanje kreativnih artefaktov in ustvarjanje pomembnih učnih izkušenj zase in za druge; (3) uporabljajo različne tehnologije v procesu načrtovanja za prepoznavanje in reševanje problemov z ustvarjanjem novih, uporabnih ali domiselnih rešitev; (4) razvijajo in uporabljajo strategije za razumevanje in reševanje problemov na načine, ki izkoriščajo moč tehnoloških metod za razvoj in testiranje rešitev; (5) jasno komunicirajo in se ustvarjalno izražajo za različne namene z uporabo platform, orodij,

slogov, formatov in digitalnih medijev, ki ustrezajo njihovim ciljem; (6) uporabljajo digitalna orodja za razširitev svojih perspektiv in obogatitev svojega učenja s sodelovanjem z drugimi ter učinkovitim delom v skupinah lokalno in globalno.

Prispevki v monografiji so rezultat raziskovalnega dela, ki so nastali v okviru magistrskih del na katedri za tehniško izobraževanje oddelka za fiziko in tehniko na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Želimo si, da vsebine tehnike in tehnologije na vseh nivojih vzgoje in izobraževanja postanejo mednarodno bolj primerljive, cenjene in aktualne ter kot take vir motivacije in vzvod konkurenčnosti otrok/učencev/dijakov pri prehodu na višje stopnje šolanja, kot tudi posameznikov za funkcioniranje v tehnološko pogojeni družbi 21. stoletja.

Stanislav Avsec, urednik

## **VSEBINA**

### **TEHNOLOŠKA PISMENOST UČENCEV 5. IN 6. RAZREDA OSNOVNE ŠOLE**

TECHNOLOGICAL LITERACY OF FIFTH AND SIXTH GRADE PUPILS OF PRIMARY SCHOOL

*Jaka Keše in Stanislav Avsec*

11

### **S TEHNOLOGIJO PODPRTO KRITIČNO MIŠLJENJE ZA RAZVIJANJE TEHNOLOŠKE PISMENOSTI**

TECHNOLOGY-ASSISTED CRITICAL THINKING TO DEVELOP TECHNOLOGICAL LITERACY

*Patricija Bizjak in Stanislav Avsec*

44

### **VPELJEVANJE TEHNOLOGIJE 3D-SKENIRANJA V OSNOVNOŠOLSKO TEHNIŠKO IZOBRAŽEVANJE**

BRINGING 3D-SCANNING TECHNOLOGY INTO PRIMARY ENGINEERING EDUCATION

*Brina Kurent in Janez Jamšek*

74

### **SPREJEMANJE SODOBNE INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE MED UČITELJI VSEBIN TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE PO MODELU TAM3**

ACCEPTANCE OF ADVANCED INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY BY TECHNOLOGY AND ENGINEERING TEACHERS USING THE TAM3 MODEL

*Tanja Rozman in Stanislav Avsec*

110

### **POUČEVANJE VSEBIN TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE V RAZMERAH COVID-19**

TEACHING OF DESIGN AND TECHNOLOGY IN THE COVID-19 ERA

*Tjaša Ledinek in Stanislav Avsec*

146

## **TEHNOLOŠKA PISMENOST UČENCEV 5. IN 6. RAZREDA OSNOVNE ŠOLE**

### **TECHNOLOGICAL LITERACY OF FIFTH AND SIXTH GRADE PUPILS OF PRIMARY SCHOOL**

Jaka Keše, Stanislav Avsec

*Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta*

#### **Povzetek**

Tehnološki napredek lahko še bolj poveča neenakosti na trgu dela, kjer je najbolj iskana delovna sila z bolj razvitimi veščinami višjega miselnega reda kot pomembno komponento posameznikove funkcionalne pismenosti. Znano je tudi, da je raven tehnološke pismenosti, ki temelji le na znanju, veščinah nižjega miselnega reda in odnosu do stroke, nezadostna za informirano odločanje o znanstvenih in tehnoloških vprašanjih v družbenogospodarskem kontekstu za trajnostni razvoj družbe. Izobraževalni sistem mora zagotavljati ustrezno podporo za izobraževanje in usposabljanje učencev/dijakov/študentov v celotni izobraževalni vertikali in kasneje nuditi podporo tudi pri vseživljenjskem učenju za uravnavanje potreb dinamičnega trga dela in funkcioniranja v sodobni družbi. Številne raziskave kažejo, da je odločilno obdobje za povečano zanimanje za vsebine tehnike in tehnologije ravno na prehodu z razredne na predmetno stopnjo osnovne šole. Tako je bila naša motivacija, da raziščemo to ciljno skupino, in sicer večplastno. Osrednji namen je bil izmeriti tehnološko pismenost učencev 5. in 6. razreda osnovne šole. Tako je bila za potrebe merjenja nadgrajena veljavna metoda merjenja. Izdelali smo testno baterijo, pilotne teste in končni test, s katerim smo na štirih osnovnih šolah izmerili 35,7 % tehnološko pismenost. Iskali smo statistično pomembne razlike med obema razredoma in med obema spoloma v tehnološki pismenosti, za kar smo uporabili t-test. S pomočjo Cohenovega d indeksa smo ocenili velikost učinka. Ob primerjanju 5. in 6. razreda smo ugotovili majhen do zmeren učinek pri razlikah v celotni tehnološki pismenosti in zmeren učinek razlike pri komponenti kritično razmišljanje in odločanje. Pri analiziranju obeh spolov pride do statistično pomembnih razlik le pri tehnološki pismenosti komponente kritično razmišljanje in odločanje, kjer je učinek šibek do zmeren. Drugi namen raziskave je iskanje povezav med odnosom do tehnike (uporabimo vprašalnik Tehnika in jaz, ki je rekonstrukcija PATT instrumentov za ocenjevanje odnosa) in tehnologije ter med doseženo tehnološko pismenostjo, za kar smo izvedli večkratno regresijsko analizo. Ugotovljenih je kar nekaj korelacij. Najmočnejša pozitivna korelacija, izražena z utežjo  $\beta = 0,22$ , je bila med področjem, ki predstavlja željo po šolanju/poklicu v tehniki in inženirstvu, in tehnološko pismenostjo komponente kritično razmišljanje in odločanje. Najmočnejšo negativno korelacijo ( $\beta = -0,17$ ) pa predstavlja odnos med interesom učencev za Tehniko in tehnologijo ter tehnološkim znanjem.

**Ključne besede:** osnovnošolsko tehniško izobraževanje, tehnološka pismenost, odnos do tehnike in tehnologije, tehnološko znanje, tehnološke zmožnosti, kritično razmišljanje in odločanje.

## **Abstract**

Technological advances can further increase inequalities in the labour market, where the most sought-after workforce with better-developed higher-order skills is an important component of an individual's functional literacy. It is also known that the level of technological literacy based solely on knowledge, lower thinking skills and attitudes towards the profession is insufficient for informed decision-making on scientific and technological issues in the socio-economic context for sustainable development of society. The education system must provide adequate support for the education and training of pupils / students in the entire educational vertical and later also offer support in lifelong learning to regulate the needs of a dynamic labour market and functioning in modern society. Numerous studies show that the decisive period for the increased interest in the contents of technology and engineering is precisely the transition from the primary to lower secondary school. Thus, our motivation was to explore this target group, as the two-fold aim. The first is to evaluate the technological literacy rates among students in the 5th and 6th grade of elementary school. For this purpose, the current evaluation method was expanded and the test battery, pilot test and final test were prepared. The final test was then used at four elementary schools to measure a technological literacy rate of 35.7 %. Statistically significant differences between grades and genders were sought using a t-test. The effect size was determined with a Cohen's d. In terms of the difference between the 5th and 6th grade, the effect was low to moderate for »overall technological literacy«, and moderate for »critical thinking« and »decision-making« components of technological literacy. In terms of gender, statistically significant differences can be observed only for »critical thinking« and »decision-making« components where the effect is weak to moderate. The second goal of the present study was to find correlations between the pupils' attitudes toward technology and engineering, and the technological literacy rate measured in the first part using a multiple regression analysis. Several correlations were observed. The strongest positive correlation ( $\beta = 0.22$ ) was observed between the desire to study/work in technical sciences/engineering and the »critical thinking« and »decision-making« components, while the strongest negative correlation ( $\beta = - 0.17$ ) was between the pupils' interest in engineering and technology and technological knowledge.

**Key words:** primary and secondary school technology and engineering education, technological literacy, attitudes toward technology and engineering, technological knowledge, technological capabilities, critical thinking and decision making.

## **Uvod**

Živimo v času, ko se tehnologija dnevno razvija in izboljšuje, vse več je izumov in inovacij. To pa od izobraževalnega sistema zahteva, da izuri in izobrazi učence, dijake in študente v usposobljeno delovno silo (de Vries, 2006; Petrina, 2000). Ta naj bi bila po končanem šolanju tehnološko pismena (TP). Tako naj ne bi imela težav z zahtevami na področju tehnologije in z njenimi novostmi (de Vries, 2006). Še več, tehnološko pismen posameznik je bolj kompetenten v družbi 21. stoletja, še posebej, ker aktivnosti pouka tehniškega izobraževanja spodbujajo inovativnost, ustvarjalnost, sodelovanje, digitalno pismenost kot tudi kritično mišljenje in globalni pogled na družbo ter okolje okrog sebe (Kelley, 2008). Pri TP gre za široko opredelitev tehnologije, saj ne zajema samo predmetov za izvedbo nekega dejanja ali sistemov, ampak tudi ljudi, infrastrukturo, procese načrtovanja, proizvodnjo, upravljanje in vzdrževanje (Petrina, 2000).

Pri TP moramo definirati pojma tehnika in tehnologija, ki ju predstavi Avsec (2012). Tehnika je področje, kjer človek s svojimi sposobnostmi, z izkušnjami in s spretnostjo zavestno po svojih duhovnih in materialnih potrebah preoblikuje naravni svet v umetno ustvarjeno okolje. Pri tem uporablja naprave, objekte, postopke, procese in pridobljena naravoslovna znanja.

Tehnologijo lahko primerjamo s pojmom znanosti. S pojmom tehnologija označujemo znanstveni prikaz in obravnavo tistih naprav, objektov, postopkov in procesov, s pomočjo katerih uresničujemo izkoriščanje naravoslovnih spoznanj za civilizacijske in kulturne potrebe. Sestavljajo jo različne vrste tehnik glede na značilnosti, uporabo materialov, vrste proizvodnje, storitev itd. Z znanostjo se pridobivajo nova spoznanja, ta pa s pomočjo tehnologije pripomorejo k pridobivanju novih tehnik. S temi znanji zadovoljujemo človeške potrebe in hkrati rešujemo težave (2012).

Tehnologijo srečamo na vsakem koraku človekovega življenja. Ljudem omogoča preživetje, saj z njo po eni strani opravimo nekatere enostavne vsakdanje stvari. Po drugi strani pa od človeka zahteva sposobnost, da sprejme premišljeno in odgovorno odločitev z velikim vplivom na družbo. To pomeni, da morajo ljudje razumeti tehnologijo, drugače ne bodo mogli izbrati pravih odločitev. Pri tem morajo upoštevati tehnične, socialne, gospodarske in politične vplive. Za vse naštetje je zelo pomemben dejavnik poznavanje okolja. To omogoča razumevanje tehnološkega okolja, ki daje posameznikom kakovostno življenje, posledično pa to omogoča in vpliva na razvoj družbe kot celote. Temu rečemo TP (Garmire in Pearson, 2006). Mednarodno združenje za tehniško in inženirsko izobraževanje (*ang. International Technology Education Association-ITEA*) ponudi sintezo vseh definicij o tehnologiji in pravi, da tehnologijo sestavljajo znanje, procesi in iznajdljivost, ki ljudem omogočajo oblikovanje in ustvarjanje orodij, izdelkov ter sistemov na podlagi svojih zamisli (ITEA, 2007).

Tehniško izobraževanje (TI) je za gospodarstvo zelo pomemben dejavnik, zato je glavni namen TI doseganje visoke stopnje TP (de Vries, 2006). Žal pa je naš učni načrt (UN) vsebin tehnike in tehnologije (TiT) naravnano tako, da ne zagotavlja ustrezne ravni tehnološkega znanja in zmožnosti učencev (Avsec, 2012). V Sloveniji obstajata dve raziskavi (Avsec, 2012; Krhin, 2013), ki merita, kakšen nivo TP dosegajo učenci v prvi in tretji triadi slovenskih osnovnih šol (OŠ). Za drugo triado pa podatkov še nimamo, saj jih bomo pridobili z merjenjem. Obstajajo potrebe po merjenju, saj takšno merjenje celovito oceni učinkovitost tehniškega poučevanja, obenem pa lahko te rezultate uporabimo za pridobivanje ocen pri učnih urah v TI in so pokazatelj učenčevega napredka pri tehniških vsebinah (Krhin, 2013). Tovrstno merjenje je pomembno, saj lahko z njim merimo več kognitivnih ravni TP, ki so osnova za izobraževanje delavca, inženirja, brez katerega si današnje industrije ne predstavljamo (Avsec, 2012). Glede na to, da je zaznati upad zanimanja za tehniko in inženirstvo (Ardies idr., 2015), da se tako v svetu kot pri nas v Sloveniji pojavljajo dvomi in vprašanja o smiselnosti učenja ali obstoja TiT v šolskem sistemu (Petrina, 2006), bi lahko bila raziskava ena od kapljic v morju pri načrtovanju prihodnosti te znanosti v šolstvu.

### Tehnološka pismenost in odnos učencev do tehnike in tehnologije

O TP kot pojmu se začne govoriti v 70-ih letih prejšnjega stoletja. V tistem času ni bila posebej izpostavljena pozornosti in raziskovanju. Govorilo se je o znanju in spretnostih, s katerimi je bilo možno delovati v takratnem tehnološkem svetu. Zato pa se o TP veliko več govori od leta 1983, ko je Pacey definiral tehnologijo in tehnološko prakso (Avsec, 2012). Ta fizik in zgodovinar je razširil pojmovanje TP, saj je tehničnemu delu dodal družbeno in kulturno pomembnost ter organizacijo. Njegov pristop k reševanju številnih problemov se začne z njegovo idejo o tehnološki praksi. Po njem ima tehnologija velike politične, kulturne in socialne posledice. Zato je poudarjal, da se ne sme pozabiti na potrebe potrošnikov in družbene posledice (Schaner, 2013).

Ko danes govorimo o TP, ne moremo mimo opredelitve TP. Najbolj enostaven pojem je razumevanje tehnologije. Čeprav je v ameriški raziskavi o pojmovanju tehnologije iz leta 2004 večina povezala tehnologijo z računalniki, ta zajema veliko več kot le računalništvo in elektroniko (Avsec, 2012). Med tehnologijo spada tudi transport, medicina, proizvodnja, kmetijstvo, energetika, založništvo, telekomunikacije, prehrana in celotna industrija. Vse inovacije in tehnološki napredki oz. spreminjanje človekovega naravnega okolja so posledica človeških želja in potreb. Pri preučevanju TP je treba upoštevati dejstvo, da ljudje živijo v treh med seboj povezanih svetovih: naravni svet, socialni svet in oblikovani svet. Naravni svet zajema vse stvari in bitja, ki obstajajo brez človekovih izumov in brez človeškega poseganja. V socialni svet prištevamo navade, kulturo, politiko, pravo, gospodarstvo in vero. Pri oblikovanem svetu pa govorimo o vseh spremembah naravnega sveta, ki ljudem omogočajo, da zadovoljijo svoje potrebe in želje. Vsaka stvar je narejena, da izpolni svoj namen. Obstaja močan socialni vpliv s svojimi političnimi, gospodarskimi in trgovskimi interesi (Garmire in Pearson, 2006).

V zgodovini je bilo učenje tehnologije povezano z usmerjanjem v lokalne potrebe industrije. Tako so se učili obrti in spretnosti, kar je ustvarjalo delavce v poklicnem izobraževanju. To je bilo v veliki meri povezano z nižjimi učnimi dosežki oziroma sposobnostmi. Bilo pa je v tej preteklosti cenjeno univerzitetno inženirsko izobraževanje. V začetku 21. stoletja je TP veliko držav (Avstralija, Velika Britanija, ZDA, Kanada, Hongkong, Nova Zelandija) označilo kot državno pomembne imperativne, kjer je cilj tehnološkega izobraževanja postala TP (Gagel, 1997). Danes je glavni cilj učnih načrtov TI, in sicer da učenci pri pouku tehniških predmetov razvijajo TP. To pomeni, da morajo imeti sposobnost razumevanja in vrednotenja tehnologije, ki omogoča že omenjeno preoblikovanje naravnega sveta v človeku želeni in zavestno preoblikovani svet. Učence je treba ciljno pripraviti za nadaljnje šolanje oziroma za iskanje zaposlitve. Razmere v gospodarstvu in poslovnem svetu zahtevajo višjo raven tehniškega znanja. Za razumevanje tehnologije, s katero se dnevno srečujemo, bi bilo treba razviti neko novo TP (Avsec, 2012).

Tehnologija je osnova sodobnega svetovnega gospodarstva (Holland in Berlin, 2006). Analize so pokazale, da so gospodarske krize v močni povezavi s povišanjem tehnološko nepismene generacije. Blaginja je odvisna od sposobnosti učencev, da tekmujejo v vedno bolj tehnološkem svetu. Problem predstavlja vprašanje, kako vzgojiti ustrezno usposobljene ljudi, ki omogočajo tehnološko rast, kar je tudi ključ za gospodarsko konkurenčnost na svetovnem trgu. Odgovor na zastavljeno vprašanje pa se glasi, da jo je možno doseči le z odličnostjo v TI (Petrina, 2010).

Razvoj postindustrijske družbe ima v izobraževanju nove zahteve, saj od izobraženih delavcev zahteva poleg proizvodnih funkcij tudi sposobnosti in spretnosti za oblikovanje, sposobnost odločanja ter sposobnost ustvarjalnega dela. Te sposobnosti in spretnosti je treba razvijati od otroštva naprej v izobraževanju in kasneje tudi v poklicni karieri. Otroci morajo spoznati različne možnosti preoblikovanja, se naučiti reševati ustvarjalne naloge v projektnem delu, oceniti svoje sposobnosti in posledično izbrati pravo smer v poklicni karieri. Danes je tehnologija pomembna v vseh sferah, saj jo morajo poznati inženirji, odvetniki, zdravniki, menedžerji in še mnogi drugi za kakovostnejše življenje. Tehnologija je nujen sestavni del splošnega izobraževanja za vse učence in dijake, saj zagotavlja priložnost za udeležanje temeljnih znanstvenih spoznanj (Nasipov in Khotuntsev, 2012).

Široka paleta tehnološke znanosti nudi učencem ogromno izobraževalnih in kariernih možnosti. Dejavniki, ki pri učencih vplivajo na izbiro poklicne poti iz tehnike, so pozitivne izkušnje, samozavest, sposobnost in samopodoba. Po raziskavah imajo tudi dekleta zelo pozitiven odnos do tehnike in tehnologije. Ko pa pridejo do faze odločanja o svojem prihodnjem poklicu, se jih zelo malo odloči za nadaljevanje študija v tehničnih smereh. Razlogov je več. Dekleta običajno pridejo v stik s tehnologijo manj pogosto kot fantje, s tem pa pridobijo manj znanja in spretnosti in posledično so na tem področju manj samozavestna. Lahko se znajdejo celo v konfliktu med interesi na različnih tehničnih področjih in svojo ženskostjo. Tako jim poklic ne ustreza, saj se ne ujema z njihovo samopodobo. Vse to izvira iz stereotipne miselnosti. Ta je mnogo večja v tradicionalnih družinah, zato tudi otroci teh družin dosegajo nižjo stopnjo izobrazbe. Da bi dosegli višjo stopnjo žensk v tehničnih poklicih, je treba nekaj spremeniti. Pojavlja se nova perspektiva za spodbujanje pozitivnega odnosa med mladimi in tehnologijo. Zato so potrebni drugačni pristopi, ki naredijo tehnične poklice bolj privlačne. Prav tako je treba usmerjati tip osebnosti, ki močno vpliva na izbor poklicne poti. Ženske je treba približati stvarem in ne samo ljudem, saj si v glavnem izbirajo poklice, pri katerih je treba delati z ljudmi in ne z različnimi stvarmi (Klapwijk in Rommes, 2009).

Za varno prihodnost je treba vzgojiti in pripraviti učence z večjo stopnjo TP. To pomeni izoblikovati znanstvenike in inženirje, ki bodo visoko pristojni ter etično odgovorni. Posledice bodo vidne v ustvarjanju novih izumov in inovacij, ki bodo vplivali na vse prebivalce sveta. Za doseganje visoke stopnje TP in njenih široko zastavljenih ciljev je treba zagotoviti in vzdrževati ustrezno izobrazbo učiteljev, ki je osnova za pripravo učencev za razumevanje, nadzor in uporabo tehnologij (Holland in Berlin, 2006). Pri učencih, dijakih in študentih je treba spodbuditi odnos do tehnike in tehnologije, saj je prisotnost tehnologije večja kot kadarkoli prej v zgodovini. Mladostniki imajo pozitiven odnos do tehnoloških izdelkov, niso pa pozitivno naravnani do tehnoloških poklicev. Ugotovitve kažejo, da na to vplivajo različni dejavniki, kar je bilo predmet raziskovanja v raziskavi (Ardies idr., 2015). Ta je bila izdelana na podlagi različnih pomislekov glede tehnologije v TI, saj je opaziti pomanjkanje ustrezne delovne sile na trgu dela. Iskali so značilnosti, ki imajo pomembno vlogo pri odnosu do tehnologije.

Prva značilnost je spol. Ugotovljeno je bilo, da se dekleta manj zanimajo za tehnologijo, za službe v tehnoloških panogah, hkrati pa njihov interes hitreje kot pri fantih upada s starostjo (od 10 let naprej). Pomembno mesto pri odnosu imajo pozitivne izkušnje s tehnološkimi igračami, saj njihova prisotnost v domačem okolju spodbuja učence k poklicem v tehnologiji. Predstavljajo ustvarjalnost, gradbeništvo in razne druge koncepte tehnoloških sistemov. Zaznan je učinek pri obeh spolih, je pa ta pri fantih veliko močnejši (Virtanen idr., 2015). Problem predstavlja stereotipna miselnost fantov, saj ti menijo, da dekleta ne morejo imeti kariere v tehnologiji (Rupnik in Avsec, 2019). Obstaja verjetnost, da bodo takšno miselnost kot starši v prihodnosti prenašali na svoje potomce. Sama dekleta menijo, da lahko študirajo in se izobražujejo v tehniki in tehnologiji. Če imajo starši (vsaj eden izmed njih) službo v tehnoloških panogah, obstaja veliko večja verjetnost, da bodo tudi njihovi otroci nagnjeni v graditev kariere v tehnologiji. Predvsem pa imajo velik vpliv na zanimanje za tehnologijo, na ambicije po karierah v tehnologiji in na učinek posledic tehnologije učitelji. Učitelji se med seboj močno razlikujejo in nimajo enakega učinka na učence, hkrati pa ne predstavijo praktične uporabnosti tehnologije. Tako je kasneje manjša verjetnost udejstvovanja šolarjev v tehniških poklicih (Ardies idr. 2015).

Dakers (2011) poudarja, da je treba razviti nov jezik in novo pismenost za razumevanje novega sveta. Hkrati pa se je treba naučiti, kako smiselno obstati v njem.

Zanimiva je raziskava, v kateri Wells (2016) potrjuje, da TI, ki temelji na osnovi načrtovanja, projektiranja in oblikovanja spodbuja višje miselne procese. Takšno izobraževanje spodbuja razumevanje povezav med vsebino in prakso ter hkrati s pomočjo tega razumevanja močno pripomore k oblikovanju zavestne odločitve pri nastalih težavah v tehnologiji. Učenje, ki temelji na projektnem delu, pri učencih spodbudi kritično razmišljanje (Wells, 2016).

Ob vseh naštetih pomembnih učinkih TiT pa se pojavljajo tudi različna vprašanja o upravičenosti učenja TiT v šolah, o razlogih za sprejem tehnologije v šolske učne načrte, o samem obstoju TI in o ustreznemu pomenu javnih šol za razvoj gospodarstva. O tem govori Petrina (2006), ki poudarja, da je glavni razlog za obstoj učenja TiT v šolah vsebina, ki je podprta z desetimi utemeljitvami. Tako je na prvem mestu sam pomen tehnologije zaradi njene razširjenosti, saj je pomembna za vsak del našega življenja. Vpliva na človeško delovanje, spoznavanje in čustva. Omogoča prehranjevanje, vpliva na dihanje, omogoča nam zabavo, preživetje in službo (industrija, vojska, zdravstvo, šolstvo, uradništvo), vpliva na dožemanje sveta in sebe, ob tem pa ima tudi negativne posledice za posameznika in družbo. Učenje TiT je samo po sebi dovolj pomembno zaradi vsebine, ne pa tudi zato, da bi bila TiT samo vključena v druge predmete kot orodje. Zato ima velik pomen TP, ki ji lahko damo prispodobo vektorja. Zajema osnovne funkcionalne sposobnosti, kritično razmišljanje, konstruktivne delovne navade, medsebojne odnose in timsko delo, hkrati pa tudi samostojno delovanje. Ena izmed utemeljitev je tehnološka zmogljivost, ki je sestavljena iz zavestno ali podzavestno pridobljenih znanj, spretnosti in izkušenj v delovnih procesih, iz sposobnosti za načrtovanje in izdelavo, ter iz razumevanja, zaznavanja in zavedanja, ki jih potrebujemo za vrednostno sodbo.

Naslednja utemeljitev je nadgradnja TP in se imenuje kritična tehnološka pismenost. Ta visoka stopnja TP meni, da moramo biti ob pomembnosti tehnologije tudi njeni kritiki in da moramo o njej pisati sodbe, saj s tem skušamo omiliti pojme globalizacija, onesnaženost, neenakost, nepravilnost in izključenost. Potrebne so spremembe in ukrepi za večjo enakost med spoloma, in sicer se morajo spremeniti tehnološke dejavnosti in objekti ter vsebina učenja TiT. Ena izmed utemeljitev je tudi vrednost etiket (znakov) v družbi. Pri tem ima velik pomen učitelj TiT, ki v tehniških delavnicah in laboratorijih ustvarja pozitiven občutek za sodelovalno učenje. To razvija moralno in intelektualno zrelost ter zavezanost k skupnosti in večkulturnosti, kar kasneje omogoča prevzem produktivnih vlog v družbi. Hkrati pa uspeh in reševanje problemov na področju tehnološke dejavnosti zvišuje samozavest, samodisciplino in vztrajnost, kar pomeni zdravo napoved za življenje.

Zadosten nivo TP omogoča tudi učinkovito integracijo tehnologije v druge predmete, ki brez nje ne morejo obstajati. Treba pa je paziti, saj ta vključitev/povezovanje tehnologije v druge predmete lahko ogrozi sam predmet TiT. Obstoj TiT je pomemben zaradi učenja spretnosti, ki jih zahtevata gospodarstvo in poslovanje, ki pa sta v nasprotju s svojimi pogledi na pomen TI v šolstvu. Kapitalizem bi zaradi ustvarjanja dobička želel imeti nizkokvalificirane in cenejše delavce, ki znajo le osnovne veščine. Po drugi strani pa je v industriji vedno več avtomatizma, vse več je prestrukturiranj, vse več obrti in visokotehnoloških podjetij, inženiringa, za kar pa se potrebuje bolj TP in izobraženo delovno silo. Ustrezna tehnologija, ki mora s svojimi projekti več poudarka dati pomenu trajnostnega razvoja, je še ena v nizu utemeljitev. Z višjo stopnjo znanja je treba zadovoljiti potrebe v sedanjosti, pri tem pa se ne

sme ogroziti prihodnosti naslednjih generacij. Tako je ustrezna tehnologija usklajena z obrtjo v boju s kapitalizmom, ki mu je mar samo za dobiček. V ta namen potrebujemo izšolane strokovnjake, ki bodo še večji pomen dali alternativnim virom. Kot zadnjo utemeljitev Petrina (2006) opredeli oblikovanje in konstruiranje. S tem naj bi učenje TiT približali učencem, saj bi izdelovali izdelke, ki si jih sami želijo. Hkrati spoznajo vse produktivne postopke (identifikacija, zbiranje informacij, idejni projekt, izvedba v delavnici, končno ocenjevanje), pri čemer je velik pomen na snovanju, oblikovanju in konstruiranju (2006).

TP lahko opišemo kot dva med seboj povezana vidika: potencial in uzakonitev. Potencial sestavljajo znanje o določeni situaciji, osebna zavzetost v situaciji in socialno angažiranje v svetu. Uzakonitev pa zahteva aktivno vlogo pri reševanju in oblikovanju situacije, kjer je treba tudi analizirati posledice. Pri tem se ne sme pozabiti na pojem delovanja, ki je prisoten v vseh vidikih tehnologije in TP. Treba je izbrati pravilno uporabo ustrezne tehnologije, jo nato spremljati in na koncu še ovrednotiti. Večinoma pa se govori samo o vsebini TP, čeprav gre za medsebojen odnos med vsebino in funkcijo pri TP v določeni situaciji. Vsebino človek spoznava v določenih okoljih in situacijah, funkcija pa je usmerjena v dogajanje, delovanje (Ingerman in Collier-Reed, 2011).

Po letu 1970, ko se je TP razumelo kot nekaj, kar vsebuje znanje in veščine, potrebne za delovanje v družbi tehnoloških inovacij, so se pojavili mnogi različni pogledi na to, kaj pomeni biti TP. Tako National Academy of Engineering (NAE) opisuje tehnološko pismenost s tremi soodvisnimi dimenzijami: znanje, način razmišljanja in delovanja ter zmožnost (Ingerman in Collier-Reed, 2011). Holland in Berlin (2006) govorita o njej kot o večdimenzionalnem konceptu, ki vključuje uporabo tehnologije, sposobnost razumevanja kompleksnih vprašanj v zvezi z uporabo in hvaležnost za vlogo tehnologije v družbi. Gre za medsebojno povezanost in usklajenost treh med seboj odvisnih spremenljivk/komponent: znanje, zmožnost in kritično razmišljanje in odločanje KRO (Garmire in Pearson, 2006), slika 1.



Slika 1: Grafični prikaz treh komponent TP (Garmire in Pearson, 2006)

Še večji pomen in vpliv pa ima nastanek združenja ITEA s sedežem v ZDA (ITEA, 2007). V tem združenju so različna društva, zbornice in posamezniki, ki so vodilni v ekonomiji po

svetu. Izdali so standarde TP, njihova priporočila pa številne države uporabljajo pri sestavljanju učnih načrtov (Avsec, 2012). ITEA pa ni izdala samo standardov TP, ampak je definirala tudi TP. To definira kot sposobnost uporabe, upravljanja, ocenjevanja in razumevanja tehnologije.

Analiza intervjujev znanstvenikov iz svetovnih strokovnih organizacij je pokazala, da je prevladujoča stvar pri TP osebe razumevanje povezave med posamezniki, tehnologijo, okoljem in družbo. Težko je postaviti univerzalne norme, saj se osebe razlikujejo glede na socialnokulturni kontekst. Treba je razumeti TP v odnosu do situacije (Keše, 2016).

Z učenjem si znanje vtisnemo v spomin kot celoto podatkov, ki jim pripadajo določena pravila. Torej znanje razumemo kot celoto urejenih informacij, ki smo jih pridobili med učenjem (Avsec, 2012). Pomeni rezultat zadrževanja informacij s pomočjo učenja. Pod pojem znanje spada skupek dejstev, načel, teorije in prakse, ki so povezane s področjem študija ali dela. Znanje je opisano kot teoretično in podatkovno. Razsežnost znanja TP vsebuje razumevanje dejstev, konceptov in pojmovno razumevanje. Pri izobraževanju in delu spoznamo in osvojimo določena načela, dejstva, teorije in prakse (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006).

Na področju znanja je za TP osebo značilno, da potrebuje tako deklarativno kot tudi procesno znanje za ustvarjanje ustrezne zasnove tehnoloških produktov in sistemov. Za komponento znanja je za TP osebo značilno, da:

- razume sodobne načine, ki se sčasoma spreminjajo in razvijajo: kaj je tehnologija, kako se ustvarja, kako vpliva na družbo in jo spreminja;
- priznava prevladujočo tehnologijo v vsakdanjem življenju;
- razume osnovne inženirske pojme in izraze: sistem, omejitve, kompromisi;
- je seznanjen z vrstami in omejitvami konstruiranja;
- pozna tehnologije v zgodovini in njihov vpliv na življenje;
- je seznanjen s tveganji v tehnologiji;
- zna oceniti, da je pri uporabi in razvoju tehnologije treba vključiti kompromise in ravnotežje med stroški in koristmi;
- razume, da tehnologija odraža vrednote in kulturo družbe (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006).

Tehnološko znanje lahko razdelimo na dve vrsti: vedeti kaj in vedeti kako. Vedeti kaj v smislu TP v danem tehnološkem kontekstu, hkrati pa vedeti, kako je treba vedeti, kako doseči dani vnaprej zastavljeni cilj (DeVore, 1980). Vedeti, da tehnologija vključuje dejansko znanje in pojmovno razumevanje s poudarkom na tehnoloških konceptih in načelih. Znanje v tehnologiji se nanaša na znanje, povezano z izvajanjem tehnološkega procesa s poudarkom na tehnoloških metodah. Na splošno tehnološko znanje združuje vedeti to in vedeti kako; z drugimi besedami, to znanje vključuje tehnološke koncepte, tehnološke teorije in tehnološke metode. Tehnološki koncepti se nanašajo na tehnološke izraze ter naravo in zgodovino tehnologije, tehnološke teorije se nanašajo na načela in povezave tehnoloških izdelkov ali poseben tehnološki kontekst, tehnološke metode pa na procese in metode aktualizacije tehnoloških izdelkov.

Kot je predlagal DeVore (1980), lahko vrste in ravni tehnološkega znanja prepoznamo po Bloomovi taksonomiji kognitivnih ciljev, ki vključuje šest ravni znanja, razumevanja, uporabe, analize, vrednotenja in ustvarjanja (Krathwoll, 2002).

»Zmožnost je lastnost, značilnost koga, da zmore uresničiti, opravljati kakšno dejanje, dejavnost« (SSKJ, b.d.). Pri zmožnosti govorimo o dejavniku, kako dobro lahko oseba uporabi ali izkoristi tehnologijo v osebni življenju in na delovnem mestu ter kako se oseba znajde pri težavah oziroma pri odpravljanju težav. To nam nazorno pokažeta primer domače in službene uporabe osebnega računalnika in nanj vezanih elementov ter dilema, ali znamo odpraviti težave, ko nam tiskalnik noče natisniti določenega dokumenta (Garmire in Pearson, 2006). Za vse omenjeno mora človek imeti osebnost, znanje, mišljenje in motivacijo.

Zmožnosti v primeru TP so kognitivne in praktične. Pri kognitivnih gre za uporabo logičnega, zavestnega in ustvarjalnega mišljenja. Med praktične pa spadajo ročne spretnosti, uporaba metod, materialov, orodij in instrumentov. Tako zmožnost predstavljajo intelektualne, senzorične, mehanske in motorične sposobnosti, ko človek uporabi znanje za reševanje težav ali pri izdelavi določene naloge (Avsec, 2012; Krhin, 2013).

Značilnosti TP osebe v okviru zmožnosti:

- ima vrsto praktičnih spretnosti, s pomočjo katerih se zna rokovati z različnimi domačimi in pisarniškimi aparati;
- prepozna ali odpravi preproste mehanske in tehnološke težave doma ali na delovnem mestu;
- uporablja osnovne matematične koncepte, povezane z verjetnostjo, izračuni in z ocenjevanjem pri pripravi sodbe o tehnoloških tveganjih in koristih;
- uporablja tehnično razmišljanje pri reševanju problemov, ki jih srečuje v vsakdanjem življenju;
- pridobiva informacije o tehnoloških vprašanjih iz različnih virov (Garmire in Pearson, 2006).

Tehnološke zmožnosti se v tej študiji nanašajo na psihološki proces izvajanja veščin in sposobnosti v tehnološkem razmišljanju, ki temelji na večjem deležu psihomotoričnih veščin, ki zagotavljajo izpolnitev tehnoloških nalog ali sodelovanje v tehnoloških dejavnostih (Avsec in Jamšek, 2016). Te zmožnosti spadajo k veščinam razmišljanja višjega reda in ne le k deklarativni in proceduralni ravni znanja (Avsec in Jamšek, 2016). Še več, Gu s sodelavci (2019) omenja, da se sposobnost tehnološke identifikacije in uporabe nanaša na sposobnost izkoriščanja orodij v vsakdanjem življenju in presojo lastnosti, značilnosti in operativnih norm tehnoloških izdelkov. Sposobnost tehnološkega oblikovanja se nanaša na sposobnost načrtovanja tehnoloških izdelkov, tehničnih postopkov, sestavljanja izdelkov in tehnoloških vzorcev. Sposobnost tehnološkega vrednotenja se nanaša na sposobnost ocenjevanja tehnoloških vprašanj, inovacij in delovanja izdelka.

Splošne definicije govorijo, da se s KRO povečuje verjetnost doseganja zelenega cilja, saj je razmišljanje vedno obrnjeno v tej smeri (Halpern, 2014). Pri tem se odvija vrsta mentalnih procesov za zavestno reševanje konkretnega primera. Razmišljujoči uporablja svojo glavo premišljeno, učinkovito in prilagojeno okoliščinam (Pičinin, 2012).

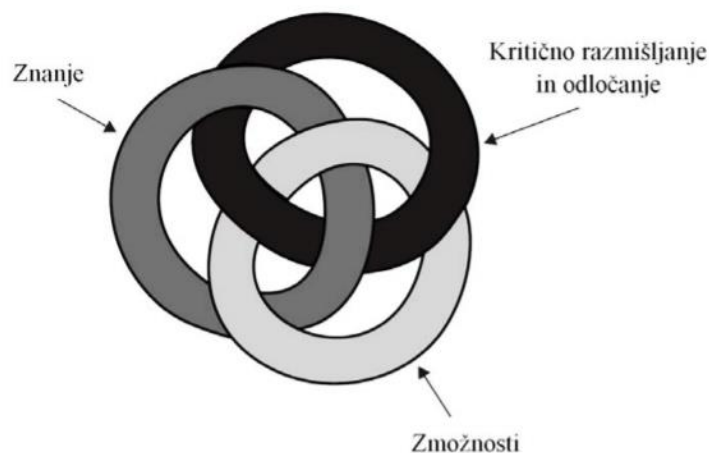
Gre za način, kako se oseba s svojim razmišljanjem približuje tehnološkim vprašanjem in problemom. Tega so sposobne le osebe z visoko razvitimi sposobnostmi na tem področju, saj je treba pretehtati vse koristi in tudi tveganja (Halpern, 2014). Oseba, sposobna kritičnega razmišljanja, lahko sodeluje v razpravah o uporabi tehnologije (Garmire in Pearson, 2006).

Oseba s sposobnostjo KRO zmore uporabljati znanje, spretnosti, osebne, socialne in metodološke zmožnosti tako doma kot v službi. Ravno tako je ta oseba zmožna prepoznati korelacije med dejstvi in konteksti, ki jih nato lahko uporabi pri razvoju ali v drugačnih okoliščinah. Te lastnosti omogočajo sodelovanje pri razumskih globalnih odločitvah in pri odločitvah o nakupu dobrin (Avsec, 2012).

Značilnosti TP osebe pri spremenljivki KRO:

- zastavlja ustrezna vprašanja (sebi in drugim) o koristih in tveganjih;
- sistematično tehta o razpoložljivih informacijah, o koristih, tveganjih, stroških in kompromisih tehnologije;
- po potrebi sodeluje pri odločanju o razvoju in uporabi tehnologije (Garmire in Pearson, 2006).

Vse tri komponente oz. spremenljivke TP lahko ponazorimo tudi z med seboj povezanimi krožnimi kolobarji, ki jih prikazuje slika 2.



Slika 2: Ponazoritev treh komponent TP z med seboj povezanimi krožnimi kolobarji (Garmire in Pearson, 2006)

»Danes se za TP osebo šteje nekdo, ki razume naravo tehnologije, ima praktične (fizične, senzorične) zmogljivosti in sposobnosti za interakcijo s tehnološkimi dosežki in je sposoben kritičnega razmišljanja o vprašanjih glede tehnologije« (Avsec, 2012, str. 44). Veliko vlogo ima TI, ki mora učence naučiti tehniškega znanja, da bodo lahko dosegli svoje mesto v napredni in hitro spreminjajoči se tehnološki družbi (Avsec in Jamšek, 2016; Avsec in Jamšek, 2018). Treba je razumeti napredne načine, ki se razvijajo in spreminjajo s časom. Ta družba zahteva večjo učinkovitost izobraževalnega sistema (Avsec in Szewczyk-Zakrzewska, 2017).

Učencem je treba omogočiti veliko raziskovanja in reševanja kompleksnih ter prepletenih tehnoloških problemov, ki so povezani z življenjskimi izkušnjami (Avsec in Jamšek, 2018; Rupnik in Avsec, 2020). To učence motivira, med tem ko teoretično učenje in učenje podatkov negativno vplivata na TP. Notranja in zunanja kognitivna obremenitev sta povezani z učnimi rezultati z vidika pomnjenja in trajnosti znanja (Avsec in Szewczyk-Zakrzewska, 2017).

Uvedba učne metode aktivnega učenja je pomembna za razvoj TP, saj izboljšuje učenčevo učenje, reševanje problemov in kritično razmišljanje ter sposobnost odločanja. Pri tem imajo zelo pomembno vlogo učitelji, ki morajo biti ustrezno usposobljeni, saj potrebujejo primerno strokovno (temeljito znanje vsebine), pedagoško in didaktično znanje (Avsec, 2012; Rohaan idr., 2012). Tako morajo imeti konceptualno tehnološko znanje (dejstva, načela, teorije), proceduralno znanje (reševanje tehnoloških problemov) in razumevanje narave predmeta (Garmire in Pearson, 2006; Rupnik in Avsec, 2020). Usposobljenost učiteljev pa je le eden izmed sistemskih faktorjev, kamor spadata še opremljenost šole in šolska politika (Rohaan idr. 2012). V razredu, delavnici ali laboratoriju je učitelj ključni faktor, saj nosi odgovorno vlogo, da spodbuja učenčevo motivacijo, spodbuja, oblikuje, pripravlja in organizira dejavnosti, usmerja razprave o izumiteljih in izumih ter podpisuje in razširja ustrezne oblike/vzorke.

To pomeni, da je učiteljevo vedenje v razredu posledica učiteljevega znanja, saj želi z metodami poučevanja doseči zastavljene cilje. Upoštevati mora vse možnosti in omejitve šole ter učenčevega predznanja in pojmovanja tehnologije (Avsec in Jamšek, 2018; Rupnik in Avsec, 2020). Način podajanja snovi vpliva na učenčevo učenje. Učitelj pa mora upoštevati tudi različna načela, saj se mora učenje pojavljati v kontekstu, biti mora aktivno, družbeno in imeti mora refleksivne učinke (Avsec, 2012; Rohaan idr., 2012).

Po zadnjih podatkih kognitivnih znanosti pet učnih strategij močno razvija TP: sodelovalno/skupinsko učenje, kooperativno učenje, družbeno porazdeljeno strokovno znanje in izkušnje, snovalsko razmišljanje in projektno učno delo. Vse to mora biti prisotno v tehniškem izobraževanju, da lahko razvijamo tako TP kot tudi odnos učencev do vsebin tehnike in tehnologije (Avsec, 2012).

V ekonomiji znanja pridobiva TP kot glavni rezultat TI vedno večji pomen. TI mora biti prilagojeno starosti učencev. V veliko pomoč so standardi TP, ki natančno opredeljujejo, kako doseči TP, in navajajo, katere cilje naj bi dosegli učenci in dijaki v posameznem razredu (ITEA, 2007).

Tehnološka pismenost je povezana tudi z odnosom do TiT, kar so med drugimi pokazali že van Rensburg idr. (1999), Ardies idr. (2015) in Ankiewicz (2019). Pri merjenju tehnološke pismenosti kot ključnega rezultata tehniškega izobraževanja je treba upoštevati tudi vedenjske razsežnosti, kot so motivacija in občutenje, stališča, mnenja, nagnjenost k akciji in odziv na pozitivni ali negativni stimulans (Ardies idr., 2015). Ta zahteva veljaven in zanesljiv instrument, ki mora biti zgoščen, fleksibilen in natančen kot je to mogoče, da bi ga lahko uporabljali v povezavi z drugimi instrumenti.

### *Standardi tehnološke pismenosti*

Standardi TP so bili kreirani pod okriljem ITEA. V njihov nastanek, razvoj in revizijo je bilo vključenih na stotine učiteljev, vzgojiteljev in profesionalcev (ITEA, 2007). Tako sta med drugim sodelovali tudi dve veliki korporaciji (NSF in NASA). Njihov napor je že bil in je še vedno lahko katalizator sprememb pri učenju tehnologije, hkrati pa tudi pomemben dejavnik pri priznanju učenja tehnologije na področju izobraževanja. Standardi TP so namenjeni učiteljem, načrtovalcem učnih načrtov, šolskim administratorjem, izobraževalcem učiteljev, šolskim voditeljem, staršem, inženirjem, poslovnežem in drugim v izobraževanju, hkrati pa tudi skupnosti kot celoti. Njihova vsebina predstavlja vizijo o tem, kaj morajo učenci vedeti in kaj morajo biti sposobni narediti v posameznem starostnem obdobju, da bi bili TP. Ne skušajo definirati kurikuluma, so pa v pomoč s svojo vsebino in navodili, usmerjanjem in pojasnjevanjem, kaj naj bi naučili učence in dijake v TI pri predmetih povezanih s TiT v OŠ/srednji šoli, da bodo razvili TP (Avsec, 2012, Avsec in Jamšek, 2016). Pri tem se nanašajo na spremembo naravnega okolja, da bi zadostili že omenjenim človekovim potrebam in željam. Pri postavljanju standardov so ustvarjalci za temelj izbrali kognitivno osnovo in učno aktivnost (ITEA, 2007). Spodbujajo medpredmetno povezovanje. Sprejetje teh standardov pa omogoča razvoj vseh učencev na višjo stopnjo TP (ITEA, 2007). Tako morajo biti TP učenci sposobni uporabe, upravljanja, razumevanja in upravljanja tehnologije (Avsec in Jamšek, 2018; ITEA, 2007). Čeprav obstajajo standardi, morajo učitelji spoznati, kako standarde vključiti oziroma povezati s trenutnim poučevanjem tehniških vsebin. Hkrati morajo vedeti, kako ustvariti bogato učno okolje v osnovnošolskem razredu. Namen tega okolja je pritegniti otroke v svet realnega reševanja problemov in ob tem učencem zagotoviti možnost dostopa do strokovnjakov iz tehnološke smeri. S tem učenci pridobijo najnovejše informacije in odgovore na svoja vprašanja, kar ima velik učinek na pozitiven odnos in razumevanje TP (Holland in Berlin, 2006).

Omenjeno je že, kaj pomenijo standardi TP v TI. Žal pa slovenski učni načrt (UN) ne temelji v celoti na standardih TP. Če učenci sodelujejo v procesu učenja standardov TP prek njegovih meril primerjalnega preverjanja, bodo imeli večjo TP. Poleg tega standardi vsebujejo tudi priporočila, kako vrednotiti naučene stvari, medtem ko naš UN natančno določa, kako vsebino podati učencem, kako organizirati pouk ter katere metode in oblike pouka uporabiti v razredu (Avsec, 2012; ITEA, 2007).

Standardi TP so predstavljeni znotraj petih različnih kategorij, in sicer:

- Prva kategorija poudarja, da mora učenec razumeti naravo tehnike in tehnologije. Zato mora pridobiti spoznanje o značilnostih tehnologije in o njenih konceptov, ki dajejo učencu možnost razvijanja celotne slike tehnologije. Prepoznati mora medsebojne povezave različnih vrst tehnologije in povezavo tehnologije z drugimi področji (ITEA, 2007).
- V drugi kategoriji mora učenec spoznati, da ima tehnologija različne učinke v družbi, hkrati pa imajo človeške potrebe neposreden vpliv na razvijanje tehnologije. Učenci se morajo naučiti o okoljskih vprašanjih in o vlogi tehnologije v zgodovini (ITEA, 2007).
- Standardi v tretji kategoriji govorijo o oblikovanju, konstruiranju in projektiranju. Tako
- naj bi se učenci srečali in spoznali, kako idejo prek procesa pretvoriti v končni izdelek in kako reševati ter odpravljati težave v tehnologiji (ITEA, 2007).

- Četrta kategorija opredeljuje zmožnosti za ustvarjanje tehnološke družbe. Učenci morajo spoznati, da je problem treba reševati s pomočjo tehnologije in da je v njej treba pravilno izbirati orodja, naprave in sisteme. V tej kategoriji bo učenec znal preiskovati tehnološke vplive na posameznika, skupnost in družino (ITEA, 2007).
- V zadnji, peti kategoriji se mora učenec seznaniti s pravilno izbiro in z uporabo različnih vrst tehnologij, ki pa jo mora tudi razumeti (ITEA, 2007).

Primerjali smo SZ pri predmetih *Naravoslovje in tehnika* (NT) (Vodopivec idr., 2011) in *TiT* (Fakin idr., 2011), ki so bili sprejeti pri zadnji spremembi UN leta 2011, s standardi TP. Treba je povedati, da je NT le delno sestavljena iz tehniških vsebin, zato se veliko standardov ne zmore primerjati s standardi TP.

Pri preseku učnega načrta za *Naravoslovje in tehniko* in *TiT* za 2. triado OŠ ugotovimo, da je pokritost s standardi TP 81 %. To pomeni, da najdemo v merilih primerjalnega preverjanja primerljive slovenske standarde znanja. Tako ne najdemo področja vloga družbe pri razvoju in uporabi tehnologije, pri medicinski tehniki in tehnologiji pa najdemo le majhen del pokritosti, saj v to lahko vključimo le merjenje oziroma uporabo merilnih pripomočkov. Podobno je zelo pomanjkljiva pokritost kmetijstva in njegovih biotehnologij, posledično se tudi merjenje dosežkov pouka *TiT* zreducira le na večinsko tehnološko znanje nižjih kognitivnih ravni po Bloomovi taksonomiji (Krathwohl, 2002) in ne toliko na celotno TP.

#### *Merjenje TP*

V svetu okoli nas se neprestano nekaj meri. Beseda meriti je v Slovarju slovenskega knjižnega jezika pojasnjena z naslednjo razlago: »ugotoviti, določiti, koliko dogovorjenih enot kaj obsega, vsebuje« (SSKJ, b.d.). ISO (2003) opredeli merjenje kot postopek, pri katerem merilno veličino primerjamo in jo skušamo izraziti kot mnogokratnik merilne normale; je primerjava vrednosti merilne veličine z referenčno veličino. Predstavlja niz operacij za določitev vrednosti veličine (ISO, 2003). Ko govorimo o testu in instrumentu, ne moremo mimo nabora predmetov, vprašanj ali nalog, s katerimi se srečuje testirana oseba pod nadzorovanimi pogoji. Podatkov o pismenosti na drugih področjih znanosti je ogromno, pri TP pa govorimo o pomanjkanju informacij. Poleg tega je zanesljivost kritičen vidik ocenjevanja (Garmire in Pearson, 2006). Metode merjenja TP, ki so jih že preizkusili po svetu, so po večini nepopolne, nezanesljive, nestabilne, nenatančne, zamudne in zahtevajo veliko izdatkov (Avsec in Jamšek, 2016). Nobena od teh sočasno ne meri vseh treh spremenljivk TP (Avsec, 2012) za razliko od pri nas razvite nove metode merjenja (Avsec in Jamšek, 2012), ki predstavlja veljavno in zanesljivo merjenje TP. To prinaša veliko prednosti, saj se poveča prepoznavnost TP in možnost za višjo raven TP. Dokler ni metoda merjena na strog in sistematičen način, ne more povzročiti obravnave snovalcev TI (Schaner, 2013). V Sloveniji je bila uporabljena za merjenje v 9. razredu OŠ (Avsec, 2012) in v prvi triadi OŠ (Krhin, 2013). To zadnjo bomo nadgradili in uporabili za merjenje TP v drugi triadi tudi sami ob kombinaciji z vprašalnikom *Tehnika in jaz*, ki nam bo v pomoč pri določanju korelacije med odnosom učencev do tehnike in tehnologije ter TP.

Te raziskave lahko rešijo pomembno vprašanje, in sicer kako spremljati razvoj TP pri posameznih učencih. Posledično dobljeni podatki lahko vplivajo na izboljšanje učenja in poučevanja v TI, saj lahko vplivajo na kurikulum in na usmerjanje izobraževanja učiteljev na tem področju (Luckay in Collier-Reed, 2014).

Merjenje TP pa je še posebej zapleteno. Na mednarodnem nivoju merjenja v okviru osnovnih in srednjih šol je bilo kljub odsotnosti literature na to temo narejenih nekaj raziskav o TP. Tako so Petrina, De Miranda, Garmire in Pearson, Taylor, Kelley, Wicklein in Castillo v letih od 2000 do 2010 ugotovili, da je bolj napredna TP v močni korelaciji s šolarjevim učenjem, z motivacijo in z zanimanjem za TI (Avsec in Jamšek, 2016). Ob njih so se v raziskovanju trudili tudi nekateri drugi, Custer, Frank, Hilton, Mawson, Shumway in Taylor, ki so uporabljali različne ocenjevalne tehnike (Avsec, 2012). Skupno vsem pa je bilo, da niso merili vseh treh kognitivnih dimenzij, znanja, zmožnosti in KRO, ki zahtevajo celovit pristop. Tako so se dobljeni rezultati močno razlikovali. To pa je potrdilo neustreznost teh metod merjenja za merjenje po standardih ITEA (Avsec in Jamšek, 2016). Za merjenje vsake izmed komponent je treba dobro poznati metodološke značilnosti v korelaciji s TP kot tudi poznavanje vsebinske zasnovanosti (Avsec in Jamšek, 2018).

V Sloveniji so poleg že omenjenih meritev TP (Avsec, 2012) merili tudi tehnično znanje v okviru Nacionalnega preverjanja znanja (NPZ) v 9. razredu. Naša motivacija je prilagoditi in uporabiti že preizkušeno metodo (Avsec, 2012), ki je po vseh merskih zakonitostih veljavna, zanesljiva, stabilna, dovolj občutljiva, hkrati pa omogoča merjenje pri različnih starostnih skupinah. To bomo nadgradili za merjenje TP učencev v 5. in 6. razredu OŠ, hkrati pa meri vse tri kognitivne dimenzije: znanje, zmožnosti in KRO.

#### *Odnos učencev do TiT*

Odnos do TiT je veljal že dolgo nazaj za močan napovedni dejavnik TP (Ankiewicz, 2019). Odnos do TiT ne spada v kognitivno dimenzijo TP, lahko pa določa raven TP učencev (Bame, idr., 1993). Bame in sodelavci (1993) so tudi trdili, da so študentje s pozitivnim odnosom do TiT bolj verjetno tehnološko pismeni. Razsežnost tehnoloških čustev je sestavljena iz tehnološkega zanimanja in motivacije, ki se nanašata na izkušnje in dejavnosti, povezane z učenjem TiT, ter afektivno komponento ali občutki do TiT (npr. pogostost obiska tehniškega muzeja, afektivne reakcije na ustvarjanje orodja). Tehnološke vrednote se nanašajo na tehnološka prepričanja, ki so skladna s tehnološko zgodovino, kulturo, etiko in politiko (npr. prepričanje o ponudbi posebnega učnega načrta TiT na devetletni stopnji obveznega izobraževanja). Tehnološka zavest vključuje tehnološko kritično razmišljanje in odločanje ter nagnjenost posameznika k določenemu tehnološkemu kontekstu (npr. nagnjenost k robotski tehnologiji, razmišljanje o tveganju za razvoj nove tehnologije). Odnos do TiT, ki ga predstavljajo težnje in nagnjenost k tehnologiji, je mogoče izmeriti z ocenjevalno lestvico tipa Likert (Gu idr., 2019).

De Vries je leta 1986 začel razvijati instrument za ocenjevanje odnosa učencev do tehnologije. Zastavil je dve ključni vprašanji, in sicer kakšno je razumevanje tehnoloških konceptov in kakšna je stopnja naklonjenosti otrok (od 10 do 12 let) do TiT ter katere spremenljivke vplivajo na odnos do tehnologije. Raziskavo je razdelil na dva dela. V prvem delu je s pomočjo 5-stopenjske Likertove lestvice ugotavljal vpletenost učencev v tehniške dejavnosti izven šole, ugotavljal je vlogo tehnologije za šolanje ali kariero, iskal negativne učinke tehnologije, meril težavnost tehnike in tehnologije kot šolskega predmeta, iskal želje po tehniki in tehnologiji v šoli in v okviru poklica. V drugem delu je s tremi možnimi odgovori (se strinjam, se ne strinjam, ne vem) iskal stopnjo povezanosti med tehnologijo in družbo, med tehnologijo in znanostjo, potrjeval trditvi, da je znanje pomembno za sposobnost reševanja v tehnologiji ter da sta energetika in informatika stebra tehnologije. V raziskavo je

vključil 2050 učencev iz 60-ih različnih šol na Nizozemskem. Ugotovil je, da so imeli učenci precej bolj pozitiven odnos do TiT kot učenke. Ravno tako so fantje želeli slišati več o tehnologiji kot dekleta in so si bolj želeli imeti tehnični poklic. Po drugi strani pa se toliko stari učenci niso zavedali vpliva tehnologije na svoje življenje (Ardies idr. 2015; Rupnik in Avsec, 2019).

S tem raziskovanjem je de Vries nadaljeval in skupaj s sodelavcema (Bame, Dagger) razvil metodo, ki s pomočjo 5-stopenjske Likertove lestvice meri odnos učencev do tehnike in tehnologije. Pri tem je bilo zajetih 100 TPO, nekatere postavke so bile namenjene iskanju znanja (malo manj kot polovica), druge pa iskanju stopnje osebnostnega odnosa do tehnike in tehnologije (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006). Gu s sodelavci (2019) je potrdil povezanost odnosa do TiT in TP. Še več, predlagali so odnos do TiT kot novo komponento TP, saj so potrdili tudi napovedno veljavnost odnosa za raven TP (Gu idr., 2019).

Številne študije razkrivajo, da imajo učenci z višjim TP bolj pozitiven odnos do TiT (de Vries, 2006) in so nagnjeni k izbiri poklicev v inženirstvu in tehniki (Avsec in Jamšek, 2016; Eisenkraft, 2010). Številni raziskovalci so preučevali TP v srednješolskem tehniškem izobraževanju in ugotovili, da je naprednejši TP pozitivno povezan z učenčevim učenjem, motivacijo in zanimanjem za tehniško in inženirsko izobraževanje (Avsec in Jamšek, 2016; Garmire in Pearson, 2006; Petrina, 2000). Pomembno je, da TI vsem učencem nudi enako možnost, da dosežejo razumen nivo TP. Zanimanje za TiT se pojavi že v otroštvu (Šuligoj in Ferk Savec, 2018; Virtanen idr. 2015). Raziskave so izmerile zanimanje, motivacijo in odnos učencev do TiT, kar je veljalo za merilo TP (Luckay in Collier-Reed, 2014). Vendar je TP celosten s številnimi konstrukti znanja, veščinami, spretnostmi in sposobnostmi, ki sodelujejo pri reševanju problemov, kritičnem razmišljanju in odločanju (Rupnik in Avsec, 2019).

Še vedno pa ni znano, kako je odnos do TiT povezan s posameznimi komponentami TP.

## **Namen in raziskovalna vprašanja**

Charles W. Gagel (1997) je zapisal, da je nepričakovano zapletena in zahtevna naloga opredeliti/izmeriti TP. Še zlasti zaradi narave dosežkov pri TiT (Kelley in Wicklein, 2009), za kar je treba upoštevati pri merjenju TP zelo kompleksno in heterogeno strukturo ter močno povezanost med samimi dimenzijami TP (Luckay in Collier-Reed, 2014). Kljub temu je bila v Sloveniji že izdelana veljavna metodologija za merjenje in ocenjevanje učenčevega napredka ter doseganja standardov TP za 9. razred OŠ (Avsec, 2012), po tej metodi pa je bila tudi izmerjena TP učencev na koncu prve triade OŠ (Krhin, 2013).

Namen naše raziskave je dvoplasten, in sicer (1) ugotoviti stopnjo tehnološke pismenosti v 5. in 6. razredu OŠ in (2) ugotoviti, kakšen je odnos učencev omenjenih razredov do vsebin TiT.

Za potrebe raziskave smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV 1–4):

R V 1: Kakšna je tehnološka pismenost učencev 5. in 6. razreda OŠ?

R V 2: Kakšne so razlike v TP med učenci 5. in 6. razredov OŠ?

R V 3: Ali obstajajo razlike med spoloma v TP, in če so, kakšna je ta razlika?

R V 4: Ali obstajajo povezave med odnosom učencev do tehnike in tehnologije in izmerjeno TP, in če obstajajo, kakšne so?

## Metoda

V raziskavi sta bila uporabljena deskriptivna in kavzalna-neeksperimentalna metoda in raziskovalni pristop kvantitativne raziskave. Eden izmed namenov raziskave je ugotoviti stopnjo TP. Tako smo dejansko merili TP učencev 5. in 6. razreda na štirih osnovnih šolah po prilagojeni in nadgrajeni metodi (Avsec, 2012).

## Vzorec

Način vzorčenja je slučajnost. TP smo merili v sedemnajstih razredih (devet 5. razredov in osem 6. razredov). Vsaka posamezna šola ima po dva 5. in dva 6. razreda, le OŠ Metlika ima tri 5. razrede. Udeleženih je bilo 343 učencev. Ločimo jih lahko po spolu (171 učenek (49,9 %) in 172 učencev (51,1 %)) in po razredu, ki ga obiskujejo (175 učencev je v 5. razredu (51,0 %), 168 pa v 6. razredu (49,0 %)). Seznam v raziskavi udeleženih OŠ prikazuje preglednica 1, ki ob tem prikazuje tudi delež posameznih šol v 5. razredu in 6. razredu ter skupen delež udeleženih šol.

Preglednica 1: Prikaz v raziskavi udeleženih OŠ in delež učencev (5. razred, 6. razred, skupen delež učencev)

| Šola              | Naslov                                    | Delež učencev v 5. razredu [%] | Delež učencev v 6. razredu [%] | Skupen delež učencev [%] |
|-------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| OŠ Šmartno        | Pungrt 9, 1275 Šmartno pri Litiji         | 18,9                           | 25,6                           | 22,1                     |
| OŠ Ivana Groharja | Podlubnik 1, 4220 Škofja Loka             | 25,1                           | 25,0                           | 25,1                     |
| OŠ Ivana Skvarče  | Cesta 9. Avgusta 44, 1410 Zagorje ob Savi | 24,0                           | 26,8                           | 25,4                     |
| OŠ Metlika        | Šolska ulica 7, 8330 Metlika              | 32,0                           | 22,6                           | 27,4                     |
| Skupaj            |                                           | 100                            | 100                            | 100                      |

Izbira ciljnega vzorca se nanaša na razvojnost STP (ITEA, 2007), kjer izhajajoč iz standardov za 5. in 6. razred želimo razviti testno baterijo, ki bo primerna za merjenje dosežkov učencev pri vsebinah TiT. Zavedamo se, da gre za konceptualno in kontekstno različne tehniško-tehnološke osnove obstoječih učnih načrtov Naravoslovja in tehnike ter TiT, vendar nam merilo primerjalnega preverjanja STP omogoča vpogled v raven obeh ciljnih razredov. Še več, želimo podati vpogled v stanje TP učencev pred predmetno stopnjo in učinek pouka TiT po 6. razredu, izražen s TP. Zanimivo bi bilo videti, ali je vpetost tehnike v naravoslovje na razredni stopnji primerna oziroma je bolj učinkovit pouk TiT načrtovan po STP.

## Instrumentarij

Za potrebe merjenja TP smo uporabili lastno zasnovan test, ki je bil predhodno preskušen v pilotni raziskavi. Tako smo preizkusili tri različne testne pole v treh šestih razredih. Dobili smo podatke o tem, ali učenci razumejo test (težavnost TPO), ali je test zanesljiv, veljaven in ali je test obstojen glede diskriminativnosti. Najbolj zanesljivo polo smo tudi validirali, saj je treba

zadostiti vsebinskim, kriterijskim in konstruktivnim pogojem, posamezne postavke pa morajo biti znotraj dopuščenih meril težavnosti in diskriminativnosti. Na osnovi validacije smo določili testno polo, ki je bila nato uporabljena v glavni raziskavi. Podrobnosti o zasnovi in izdelavi testne baterije na osnovi standardov TP in validacija testa so na voljo v delu (Keše, 2016).

Test je vseboval 35 postavk, in sicer 11 za dimenzijo TP znanje, 12 za dimenzijo TP zmožnosti in 12 za KRO. Največje možno število točk na testu je bilo 35. Vsak pravilni odgovor je točkovan z 1 točko. Pri nekaterih testnih postavkah je treba obkrožiti tudi pojasnilo. Pri takih testnih postavkah je celotna naloga točkovana z 1 točko, samo če sta odgovor in pojasnilo obkrožena pravilno. Testne postavke za merjenje TP v 5. in 6. razredu so dosegljive v magistrskem delu (Keše, 2016).

Vprašalnik *Tehnika in jaz* (Ardies idr., 2015) smo uporabili za ugotavljanje učenčevega odnosa do tehnike in tehnologije. Ta je posledica rekonstruiranih PATT instrumentov. Prvotni PATT instrument je imel že omenjenih 100 postavk. Postavke 1–11 so osredotočene na demografske podatke, postavke 12–69 se nanašajo na čustveno komponento odnosa do tehnologije, postavke 70–100 pa na kognitivno komponento stališč do tehnologije (van Rensburg idr., 1999). Uporabili so ga v številnih državah po svetu. Gre za potrjen instrument, ki pa ga je zaradi jezika in drugih posebnosti (vrsta tehnoloških igrac) treba prilagoditi in umestiti v regionalni okvir. V belgijski raziskavi (Ardies idr., 2013) so mu priredili ter zmanjšali število postavk. Tako so vprašalnik spremenili v bolj jedrnato, a še vedno zanesljivo in veljavno različico prvotnega PATT vprašalnika za ocenjevanje odnosa do tehnike in tehnologije. Paziti so morali, da pri združevanju ločenih konstruktov v eno postavko niso izgubili tesne povezanosti. Končni vprašalnik glavnega merjenja je obsegal 6 področij (karijerne želje, zanimanje za tehnologijo, dolgočasnost tehnologije, posledice tehnologije, spol, težavnost). Ta področja so zajemala 24 postavk odnosa do tehnologije, ki je v tesni povezanosti s stopnjo TP. Merili smo s pomočjo 5-stopenjske Likertove lestvice, saj je test z manj postavkami bolj enostaven za uporabo (Ardies idr., 2013).

V vprašalniku *Tehnika in jaz* so splošna vprašanja, s katerimi skušamo ugotoviti učenčevo mnenje o tehniki, saj je eden izmed namenov raziskave tudi iskanje povezave med TP in mnenjem o tehniki. Tako bodo učenci predstavili svoje rokovanje s tehniko, svoje videnje udejstvovanja v tehniki in pa splošno gledanje na pomembnost tehnike ter tehnologije. Vprašalnik je sestavljen iz vprašanj, ki so znotraj šestih različnih področij, ki jim pripadajo kratice (Avsec, 2016). Ta področja in kratice prikazuje preglednica 2.

Preglednica 2: Oznake in razlaga oznak posameznih področij vprašalnika *Tehnika in jaz*

| Področje, označeno z mednarodno kratico | Razlaga področja in slovenska okrajšava                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| TCA                                     | želja po šolanju/poklicu v tehniki in inženirstvu (PTI) |
| IT                                      | zainteresiranost za TiT (ZTiT)                          |
| TTT                                     | odpor do TiT (OTiT)                                     |
| TB                                      | TiT in spol (TiT je bolj primerna za fante) (TiTS)      |
| CT                                      | konsekvenca TiT (zavedanje pomembnosti TiT) (KTiT)      |
| TD                                      | težavnost TiT (TTiT)                                    |

## Zbiranje in obdelava podatkov

Glavno testiranje je potekalo na štirih osnovnih šolah po različnih krajih v Sloveniji. Tako smo v mesecu marcu in mesecu aprilu 2016 raziskavo izpeljali v različnih slovenskih regijah. Učenci so najprej izpolnili vprašalnik Tehnika in jaz, nato še rešili test TP, vse skupaj je trajalo 60 minut. Testiranje je potekalo pri pouku TiT z uporabo metode papir in svinčnik. Učenci so bili naključno izbrani iz osnovnih šol in so se strinjali, da bodo prostovoljno sodelovali v tej študiji. Obrazce za soglasje so podpisali starši/skrbniki in sami udeleženci.

Zbrani podatki so bili obdelani s pomočjo statističnega programa SPSS. Uporabljena je osnovna deskriptivna statistika. Pri obdelavi podatkov smo izračunali frekvence ( $f$ ), odstotke (%), povprečne vrednosti ( $\bar{x}$ ) in standardna odstopanja ( $s$ ). Ustreznost merskih karakteristik instrumentarija je bila preverjena kot: 1. notranja veljavnost – diagnostično-faktorsko; 2. zanesljivost – Cronbach ( $\alpha$ ); 3. občutljivost – simetričnost, sploščenost. Homogenost varianc smo preverjali z Levenovim testom. Statistično pomembne razlike med skupinami in meritvami smo preverili s pomočjo t-testa in enosmerne analize variance. Pri statističnem sklepanju o pomembnosti statističnih razlik smo upoštevali tudi velikost učinka (Cohen  $d$ ). Uporabljena je bila tudi večkratna regresija za določanje povezav in napovedne veljavnosti.

## Rezultati

Analizirane rezultate izvedenega testiranja prikazujejo dobljena aritmetična sredina ( $\bar{x}$ ), standardni odklon ( $s$ ), asimetričnost in sploščenost porazdelitve rezultatov.

V glavnem testu je bilo že omenjenih 35 testnih postavk (TPO), vsaka pravilno rešena postavka je prinesla 1 točko. Tako je bilo možnih 35 točk, kar predstavlja celoto (100 %). Celotna izmerjena aritmetična sredina  $\bar{x}$  TP po metodi (Avsec, 2012) za vse udeležence je  $\bar{x} = 35,7$  % in je skoraj identična kot TP v pilotnem testu, razlika je le v desetinki odstotka. Preglednica 3 prikazuje TP in uspešnost učencev pri znanju, zmožnostih in KRO.

Preglednica 3: Aritmetična sredina ( $\bar{x}$ ), standardni odklon ( $s$ ), asimetričnost in sploščenost TP

| <b>Tehnološka pismenost (5. + 6. razred)</b> | <b><math>\bar{x}</math> [%]</b> | <b><math>s</math> [%]</b> | <b>asimetričnost</b> | <b>sploščenost</b> |
|----------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| TP – celotna                                 | 35,7                            | 14,6                      | 0,54                 | 0,27               |
| TP – znanje                                  | 57,8                            | 18,7                      | -0,24                | -0,20              |
| TP – zmožnosti                               | 32,9                            | 19,2                      | 0,35                 | -0,19              |
| TP – KRO                                     | 18,5                            | 16,1                      | 0,99                 | 0,71               |

Iz preglednice 3 je razvidno, da so učenci najuspešnejši pri TPO komponente znanja, kjer so uspešni v več kot polovici primerov ( $\bar{x} = 57,8$  %). Tako so v povprečju odgovorili pravilno na dobrih 6 vprašanj od 11-ih. Uspeh pri ostalih dve komponentah je mnogo manjši in pada z višjo kognitivno komponento TP. Upad pri komponenti zmožnosti je skoraj 25 % glede na znanje in znaša 32,9 %. Povprečno so pravilno rešili 4 testne postavke od 12-ih. Še slabši pa so učenci pri komponenti KRO, kjer je aritmetična sredina  $\bar{x} = 18,5$  % TP. Uspešni so bili v povprečju le pri dveh vprašanjih od 12-ih.

## Zanesljivost in veljavnost izmerjene TP

Za preverjanje zanesljivosti uporabimo metodo Cronbach  $\alpha$ . Test je zanesljiv, saj je koeficient Cronbach  $\alpha = 0,77$ , kar je več od zahtevane vrednosti  $\alpha > 0,6$  (Avsec, 2012). Za potrditev veljavnega merjenja moramo zadostiti naslednjim pogojem: težavnosti, kriterijski veljavnosti, veljavnosti konstrukta in diskriminativnosti.

Težavnost ( $p$ ) prikažemo z aritmetično sredino ( $\bar{x}$ ) za vsako posamezno testno postavko. Iz preglednice 4 je razvidno, da ni nobene zelo težke TPO ( $p < 0,10$ ) in nobene zelo lahke TPO ( $p > 0,90$ ). Imamo 29 postavk, ki so znotraj priporočenih vrednosti ( $0,15 < p < 0,90$ ). Najdemo pa 6 TPO, ki se približajo zelo težkim postavkam in so pod mejo  $p < 0,15$ . Vse te TP merijo KRO. Opazimo lahko, da je od 12-ih postavk KRO kar 6 oziroma polovica postavk s težavnostjo  $p < 0,15$ , zaradi veljavnosti pa jih ni treba izločiti (preglednica 4).

Namen analize diskriminativnosti (občutljivosti) ( $r_{pbis}$ ) je dokazati, da TP merijo samo tisti želeni predvideni deli in nič drugega (Avsec, 2012). Iz rezultatov (preglednica 4) dokaj hitro ugotovimo, da ni nobene posamezne TP z negativno vrednostjo ( $r_{pbis}$ ), hkrati pa ni nobene postavke z zelo nizko stopnjo občutljivosti. Imamo 13 TPO z nizko stopnjo (TPO 20 ima najnižjo  $r_{pbis} = 0,16$ ) in 22 TPO s srednjo stopnjo diskriminativnosti (TPO 19 ima najvišjo  $r_{pbis} = 0,42$ ). To pomeni, da so vse TPO v želenem območje med 0,15 in 0,50 (Avsec, 2012). S tem potrjujemo veljavnost testiranja.

S kriterijsko veljavnostjo želimo potrditi, da spremenljivke med seboj niso odvisne, oziroma želimo izmeriti stopnjo odvisnosti. To izmerimo s pomočjo Paersonovih spremenljivk ( $r_{xy}$ ). O veljavnosti govorimo takrat, kadar je nizka korelacija ( $r_{xy} < 0,4$ ) ali zmerna korelacija ( $0,4 < r_{xy} < 0,7$ ). V raziskavi so vse TPO v nizki korelaciji z ostalimi postavkami, saj so manjše od 0,4. Tako je kriterijska veljavnost potrjena.

Preglednica 4: Analiza glavnega testiranja

| Testne postavke | Težavnost ( $p$ ) | Diskriminativnost ( $r_{pbis}$ ) | Komunaliteta ( $h^2$ )<br>Izluščena varianca |
|-----------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|
| TPO 1           | 0,13              | 0,28                             | 0,57                                         |
| TPO 2           | 0,44              | 0,30                             | 0,52                                         |
| TPO 3           | 0,86              | 0,18                             | 0,67                                         |
| TPO 4           | 0,14              | 0,27                             | 0,38                                         |
| TPO 5           | 0,34              | 0,27                             | 0,60                                         |
| TPO 6           | 0,42              | 0,20                             | 0,63                                         |
| TPO 7           | 0,41              | 0,30                             | 0,54                                         |
| TPO 8           | 0,30              | 0,22                             | 0,47                                         |
| TPO 9           | 0,83              | 0,17                             | 0,65                                         |
| TPO 10          | 0,16              | 0,29                             | 0,54                                         |
| TPO 11          | 0,43              | 0,32                             | 0,54                                         |
| TPO 12          | 0,61              | 0,22                             | 0,57                                         |
| TPO 13          | 0,11              | 0,26                             | 0,50                                         |
| TPO 14          | 0,29              | 0,24                             | 0,60                                         |
| TPO 15          | 0,74              | 0,22                             | 0,60                                         |
| TPO 16          | 0,28              | 0,25                             | 0,54                                         |
| TPO 17          | 0,27              | 0,30                             | 0,48                                         |
| TPO 18          | 0,39              | 0,21                             | 0,60                                         |
| TPO 19          | 0,20              | 0,42                             | 0,53                                         |
| TPO 20          | 0,24              | 0,16                             | 0,55                                         |
| TPO 21          | 0,31              | 0,18                             | 0,64                                         |
| TPO 22          | 0,11              | 0,22                             | 0,70                                         |
| TPO 23          | 0,27              | 0,24                             | 0,54                                         |
| TPO 24          | 0,75              | 0,28                             | 0,54                                         |
| TPO 25          | 0,12              | 0,28                             | 0,57                                         |
| TPO 26          | 0,24              | 0,22                             | 0,52                                         |
| TPO 27          | 0,43              | 0,32                             | 0,51                                         |
| TPO 28          | 0,22              | 0,23                             | 0,46                                         |
| TPO 29          | 0,51              | 0,38                             | 0,55                                         |
| TPO 30          | 0,62              | 0,35                             | 0,62                                         |
| TPO 31          | 0,12              | 0,25                             | 0,53                                         |
| TPO 32          | 0,31              | 0,26                             | 0,60                                         |
| TPO 33          | 0,35              | 0,32                             | 0,57                                         |
| TPO 34          | 0,22              | 0,22                             | 0,63                                         |
| TPO 35          | 0,32              | 0,27                             | 0,56                                         |

Veljavnost potrdimo z indeksom zanesljivosti faktorske analize (komunalitete spremenljivk) ( $h^2$ ), ki mora biti večji od 0,4. Preglednica 4 pokaže, da 34 spremenljivk zadosti pogoju za potrditev veljavnosti, le TPO 4 je malenkost pod mejo 0,4, saj je nekoliko večja od 0,38. Tako

je deloma nestabilna (Avsec, 2012). Ob upoštevanju možnosti slučajne napake in težavnosti postavke lahko veljavnost konstrukta potrdimo.

#### Analiza razlik v TP med učenci 5. in 6. razreda

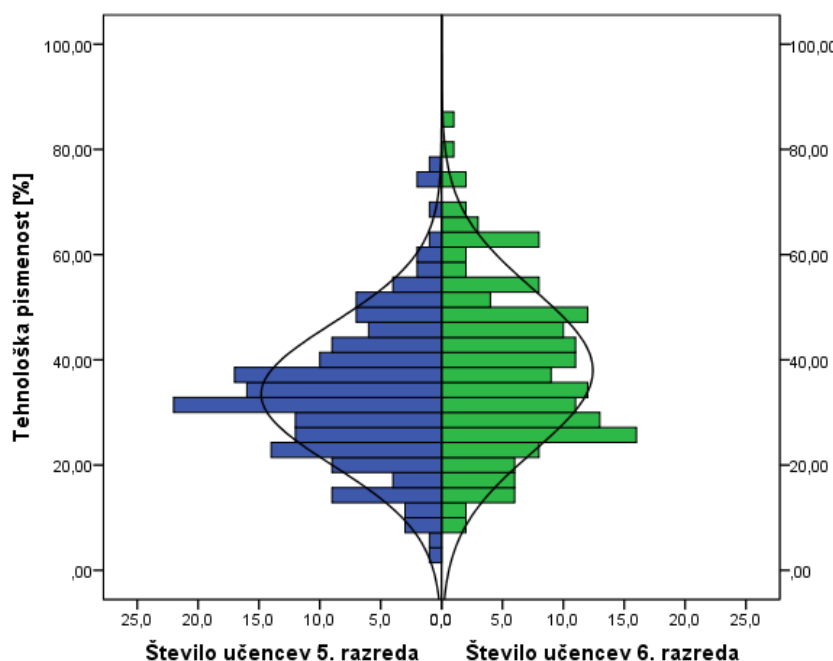
Raziskujemo razlike v TP med učenci, ki obiskujejo 5. razred, in med učenci, ki obiskujejo 6. razred. Podobno kot v prejšnjem poglavju, ko smo predstavili skupno TP obeh razredov, predstavljamo vse razlike med obema razredoma v splošni TP, v TP komponente znanje, v TP komponente zmožnosti in v TP komponente KRO. Pri analizi ločimo oba med seboj neodvisna razreda. Oba razreda sta podobna po številčnosti. V prvi skupini oziroma razredu (5. razred) je 175 učencev (51 %), v drugi skupini (6. razred) pa 168 učencev (49 %).

Preglednica 5: Aritmetična sredina ( $\bar{x}$ ) in standardni odklon ( $s$ ) TP, ki sta ločena glede na razred (5. razred, 6. razred)

| Komponenta TP  | Razred | $\bar{x}$ [%] | $s$ [%] |
|----------------|--------|---------------|---------|
| TP – celotna   | 5.     | 33,5          | 13,5    |
|                | 6.     | 38,0          | 15,4    |
| TP – znanje    | 5.     | 56,4          | 19,4    |
|                | 6.     | 58,5          | 18,0    |
| TP – zmožnosti | 5.     | 31,1          | 17,8    |
|                | 6.     | 34,8          | 20,6    |
| TP – KRO       | 5.     | 14,8          | 13,8    |
|                | 6.     | 22,4          | 17,3    |

Iz preglednice 5 je razvidno, da so učenci 6. razredov pričakovano boljši od 5. razredov, saj dosegajo višjo stopnjo TP. Razlika znaša 4,5 % pri merjenju celotne TP. Tako so imeli učenci v 5. razredu v povprečju TP 33,5 %, medtem ko so imeli učenci v 6. razredu 38,0 % TP. Skorajda zanemarljiva je razlika v nivoju TP pri komponentah znanje in zmožnosti, saj je ta v obeh primerih manjša od 4 %. Pri komponenti znanje je razlika le dobra 2 %, 5. razred ima  $\bar{x}$  = 56,4 %, 6. razred pa  $\bar{x}$  = 58,5 %. Pri kategoriji zmožnosti je razlika 3,7 % (31,1 % in 34,8 %). Večja razlika pa se pokaže pri najvišji kognitivni stopnji TP, pri kategoriji KRO. Učenci 5. razredov dosegajo le 14,8 % TP, kar je za 7,6 % manj od vrstnikov v 6. razredu, ki dosegajo pri komponenti KRO 22,4 % TP.

Slika 3 prikazuje, da znaša najnižja TP, ki je dosežena v 5. razredu, 3 % (1 učenec) in najnižja TP, dosežena v 6. razredu, 11 % (2 učenca). Hkrati je opazno, da je zelo malo učencev v 5. razredu doseglo stopnjo TP, manjšo od 10 %. V 5. razredu je TP najbolj gosto zasedena v območju med 18 % in 41 %, največ učencev pa je doseglo stopnjo TP malo nad 30 %. V 6. razredu pa je gostota dosežene TP najbolj zasedena v razponu med 22 % in 48 %, pri čemer je največ (16) učencev doseglo 25 % TP.



Slika 3: Porazdelitev odstotnih točk pri merjenju TP v ločenem 5. in ločenem 6. razredu OŠ

Najboljši rezultat med vsemi udeleženci testiranja je dosegel učenec 6. razreda, ki je imel 27 pravilno rešenih TPO, medtem ko je najboljši učenec v 5. razredu pravilno rešil 24 TPO. Iz slike je razvidno tudi, da je zlasti v 5. razredu zelo malo učencev s TP nad 60 %. Podobno je zelo malo učencev v 6. razredu, ki so dosegli stopnjo TP nad 66 % (slika 3).

Če želimo ugotoviti, ali se rezultati TP 5. in 6. razreda med seboj v povprečju statistično pomembno razlikujejo, naredimo t-test. Učinek med skupinami bomo izračunali s pomočjo enačbe (1):

$$\text{Cohen } d = \frac{2t}{\sqrt{df}}, \quad \text{En. (1)}$$

kjer je t-velikost razlike relativna na variacijo v vzorcu,  $df$ -prostostne stopnje. Učinek Cohen  $d$  se interpretira kot:  $d < 0,2$  neznamen;  $0,2 < d < 0,4$  majhen;  $0,4 < d < 0,8$  zmeren in  $d > 0,8$  velik učinek (Cohen idr., 2003).

Iz preglednice 6 vidimo, da je razlika v celotni TP ( $P = 0,004 < 0,05$ ), učinek je majhen do zmeren, kar prikazuje Cohen  $d = 0,32$ . Pri TP znanje in zmožnosti ni statistično pomembnih razlik ( $P > 0,05$ ), kar pa ne velja za TP-KRO, kjer se razreda značilno razlikujeta ( $P < 0,001$ ). Učinek je zmeren (Cohen  $d = 0,51$ ).

Preglednica 6: Rezultati Levenovega testa enakosti varianc in t-testa razlik med skupinami. Učinek je izračunan le pri statistično značilnih vrednostih razlik ( $P < 0,05$ ), vrednosti so odebeljene.

|                | Levenenov test enakosti varianc |          | T-test        |                |                     |                       |
|----------------|---------------------------------|----------|---------------|----------------|---------------------|-----------------------|
|                | <i>F</i>                        | <i>P</i> | <i>t</i>      | <i>df</i>      | <i>P</i> (2-smerna) | Učinek Cohen <i>d</i> |
| TP – celotna   | 5,356                           | 0,021    | –2,898        | 341            | 0,004               |                       |
|                |                                 |          | <b>–2,890</b> | <b>330,807</b> | <b>0,004</b>        | <b>0,32</b>           |
| TP – znanje    | 0,157                           | 0,692    | –1,055        | 341            | 0,292               |                       |
|                |                                 |          | –1,056        | 340,678        | 0,292               |                       |
| TP – zmožnosti | 3,515                           | 0,062    | –1,773        | 341            | 0,077               |                       |
|                |                                 |          | –1,767        | 329,684        | 0,078               |                       |
| TP – KRO       | 13,512                          | 0,000    | –4,485        | 341            | 0,000               |                       |
|                |                                 |          | <b>–4,464</b> | <b>318,364</b> | <b>0,000</b>        | <b>0,51</b>           |

#### Analiza vpliva spola na stopnjo TP

Preučujemo razliko med spoloma v doseganju stopnje TP v 5. in 6. razredu skupaj. Analizirana je razlika v celotni TP ter pri posameznih kognitivnih komponentah znanje, zmožnosti in KRO. Tako ločimo dve neodvisni spremenljivki. Imamo dve številčno skoraj enaki spremenljivki. Moški spol zastopa 172 učencev, kar predstavlja 50,1 % celote vzorca, ženski spol pa 171 učenek (49,9 %). TP po spolu je podan v preglednici 7.

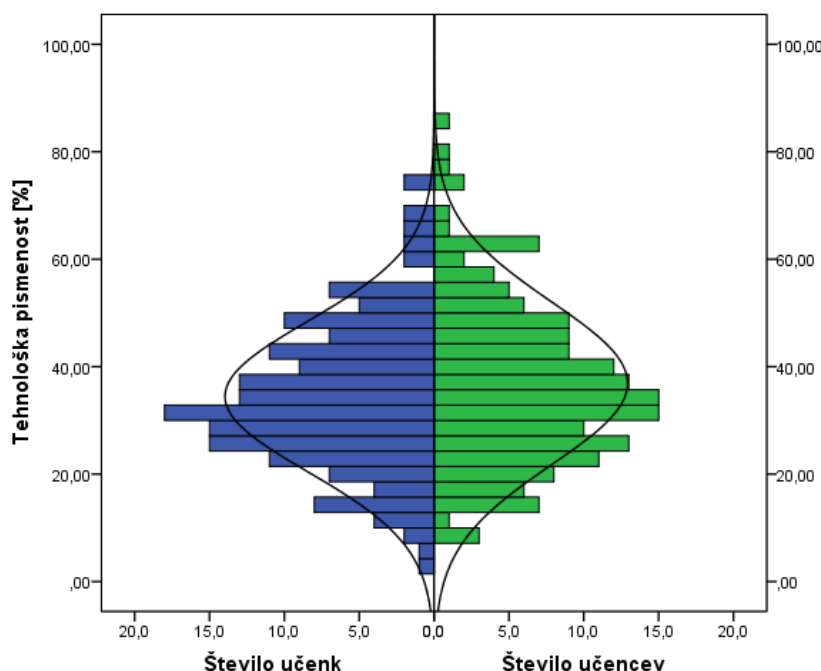
Preglednica 7: TP v 5. in 6. razredu, izražena z  $\bar{x}$  in *s*, glede na spol ( $n = 343$ )

| Komponenta TP  | Spol   | $\bar{x}$ [%] | <i>s</i> [%] |
|----------------|--------|---------------|--------------|
| TP – celotna   | ženski | 34,5          | 14,0         |
|                | moški  | 36,9          | 15,2         |
| TP – znanje    | ženski | 57,2          | 18,8         |
|                | moški  | 57,8          | 18,7         |
| TP – zmožnosti | ženski | 32,0          | 18,5         |
|                | moški  | 33,8          | 20,0         |
| TP – KRO       | ženski | 16,1          | 14,6         |
|                | moški  | 20,9          | 17,0         |

Pri komponenti znanje je razlika le 0,6 % (dekleta 57,2 % in fantje 57,8 %), pri komponenti zmožnosti pa 1,8 % (dekleta 32,0 % in fantje 33,8 %). Malo večja, a še vedno majhna je razlika v celotni TP, kjer dekleta dosegajo 34,5 % TP. Fantje so boljši za 2,5 %, in sicer dosegajo 37,0 % TP. Analizirani rezultati prikazujejo, da so fantje konkretno boljši pri KRO, kjer dosegajo 20,9 % TP, medtem ko dekleta dosegajo samo 16,1 % TP. Ta razlika znaša 4,8 %.

S slike 4 so razvidne podobnosti v doseganju stopnje TP med obema spoloma. Razlike so le pri najboljših, saj je število učencev, ki so dosegli TP nad 60 %, večje od števila učenek. Posledično je razvidno, da se graf pri najboljših učencih počasneje približuje osi kot pri najboljših učenkah. Drugače sta si grafa zelo podobna, saj imata oba najvišjo točko skoraj

identično (znotraj 3 %). Vrh dosežata med 34 % in 37 %. Opazno je tudi, da je najslabši rezultat s samo enim pravilnim odgovorom doseglo dekle, najboljšega pa fant s 27-imi pravilnimi odgovori.



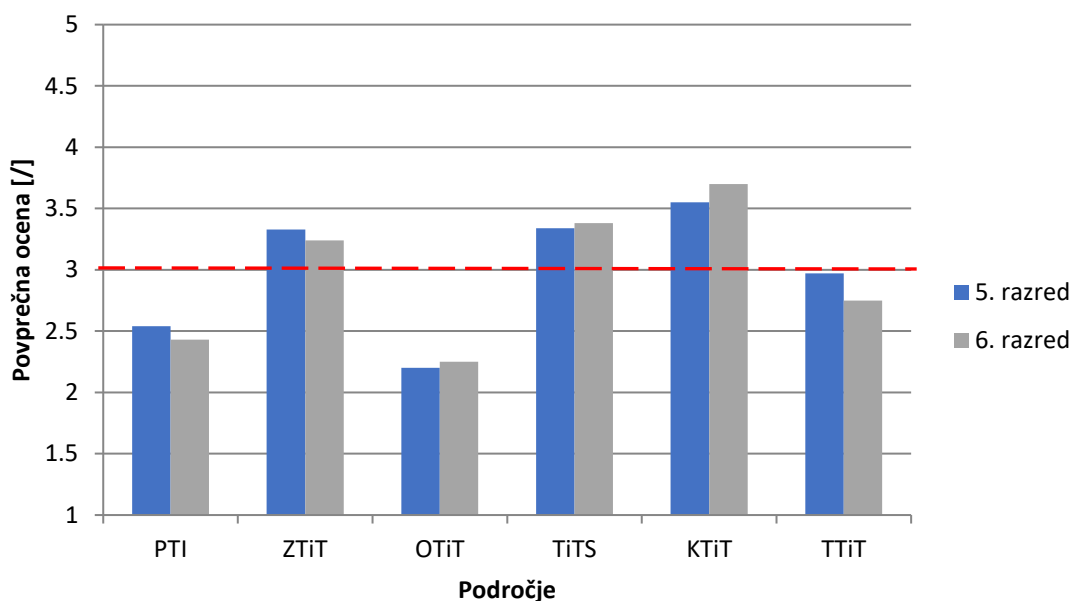
Slika 4: Porazdelitev odstotnih točk po spolu pri merjenju TP v 5. in 6. razredu OŠ

T-test razlik v TP po spolu nam razkrije, da se skupini statistično pomembno razlikujeta le pri TP KRO ( $P < 0,01$ ), učinek spola je šibek do zmeren (Cohen  $d = 0,31$ ). K razliki največ prispevajo učenci 6. razreda, kjer je  $\bar{x} = 24,9 \%$  in  $s = 18,7 \%$  (slika 4).

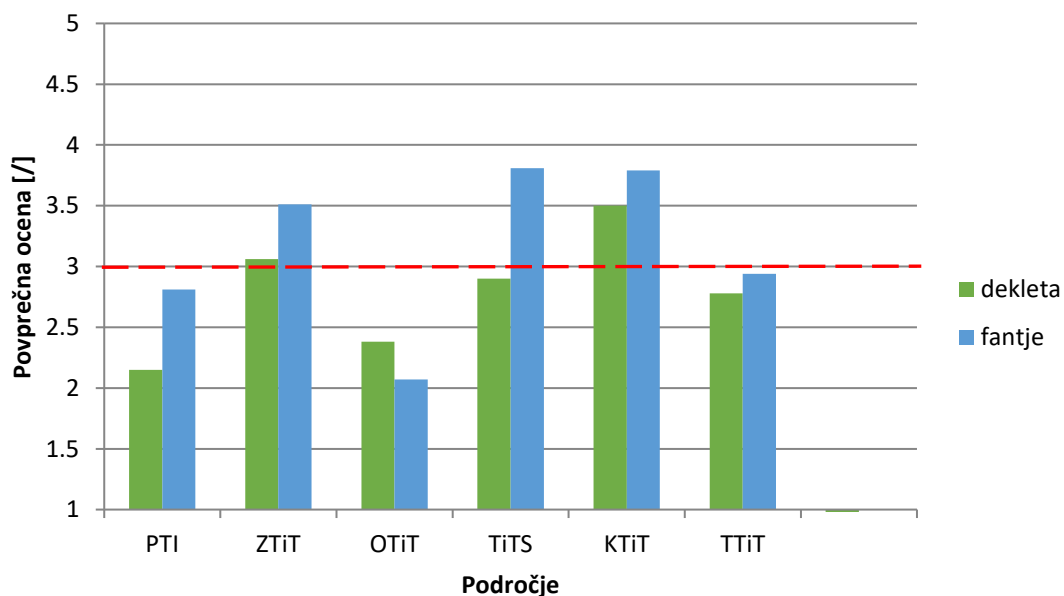
#### Analiza obstoja povezave med odnosom do TiT in doseženo TP

Raziskujemo povezavo med rešenim vprašalnikom *Tehnika in jaz*, ki prikazuje učenčev odnos do TiT, in med doseženo stopnjo TP. Testiranih je bilo enako število učencev kot pri TP, torej 343. Za izpolnjevanje vprašalnika je bilo namenjenih 15 min, tako so imeli učenci za oboje skupaj na voljo 1 uro časa. Testiranje je potekalo tako, da so učenci odgovarjali na vprašanja z obkroževanjem števil v 5-stopenjski Likertovi lestvici, pri čemer je število 1 pomenilo nestrinjanje, število 5 pa popolno strinjanje. Dosežene rezultate prikazujeta sliki 5 in 6.

Na sliki 5 se opazi, da med obema razredoma skoraj ni sprememb pri odnosu do TiT. Drugače je pri povprečnih vrednostih posameznih kategorij glede na spol (slika 4). Dekleta imajo slabši odnos v vseh kategorijah. Največje razlike so pri želji po šolanju/poklicu v tehniki in inženirstvu (PTI) ter pri TiT in spolu (TiTS). Najmanjši razliki pa sta na področjih zavedanja pomembnosti tehnike (KTiT) in pri težavnosti tehnike (TTiT). Zanimanje za tehniške poklice je nizko tako med dekleti kot fanti, gledano na srednjo vrednost (3) lestvice. Zanimivo, zaznan interes učencev za področje TiT in poznavanje posledic TiT sta nadpovprečna ( $> 3$ ) gledano tako po razredu in spolu učencev. Podobno sta ugotovili tudi Šuligoj in Ferk Savec (2018).



Slika 5: Povprečne vrednosti posameznih kategorij (srednja vrednost lestvice 3) glede na razred, kjer pomeni PTI – odnos do poklicev v tehniki in inženirstvu, ZTiT – zanimanje za tehniko in tehnologijo, OTiT – odpor do tehnike in tehnologije, TiTS – primernost tehnike in tehnologije po spolu, KTiT – konsekvence tehnike in tehnologije in TTiT – težavnost tehnike in tehnologije.



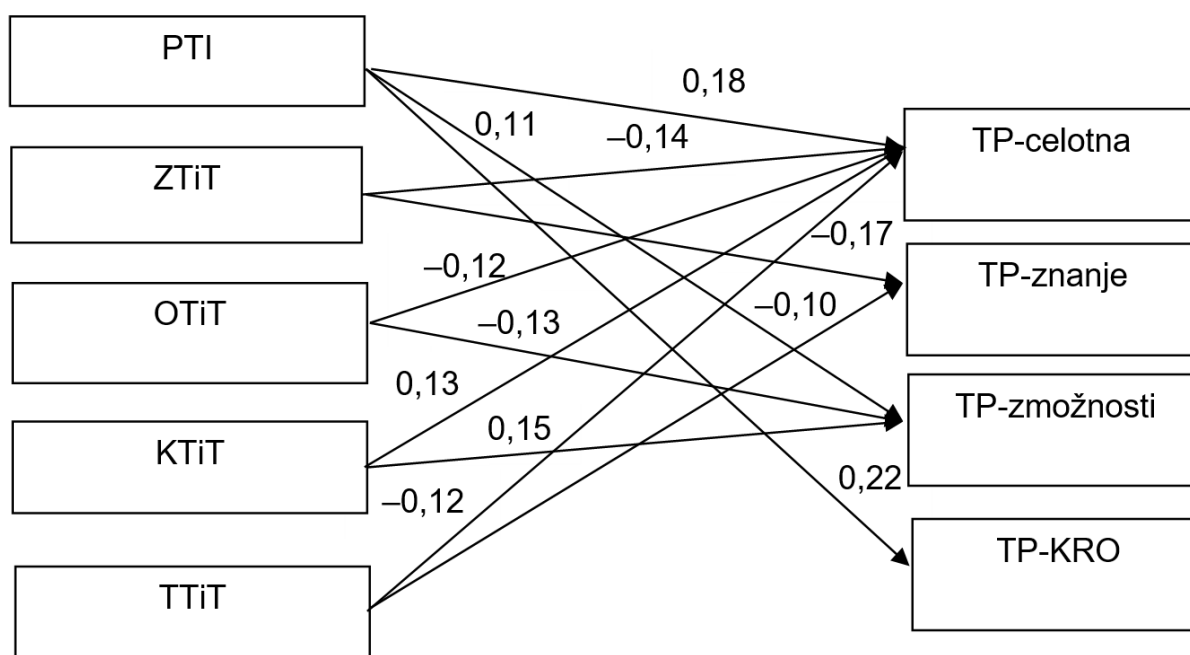
Slika 6: Povprečne vrednosti posameznih kategorij (srednja vrednost lestvice 3) glede na spol, kjer pomeni PTI – odnos do poklicev v tehniki in inženirstvu, ZTiT – zanimanje za tehniko in tehnologijo, OTiT – odpor do tehnike in tehnologije, TiTS – primernost tehnike in tehnologije po spolu, KTiT – konsekvence tehnike in tehnologije in TTiT – težavnost tehnike in tehnologije.

Gledano po spolu statistično značilne razlike ( $P < 0,05$ ) opazimo pri PTI, ZTiT ter TiTS, kjer je učinek spola zmeren do velik (Cohen  $d = 0,71$ ). TiT je sicer najbolj dolgočasno področje tako za učence petega in šestega razreda, kar sta ugotovili tudi Šuligoj in Ferk Savec (2018). Učenci teh razredov v primerjavi z drugimi višjimi razredi dojemajo tehnologijo kot težko področje, za katerega je potrebnega veliko znanja in talenta (Šuligoj in Ferk Savec, 2018).

Za ugotavljanje povezav med kategorijami odnosa učencev do TiT in njihovimi dosežki TP izvedemo večstransko regresijsko analizo, ki nam pokaže, kako neodvisne spremenljivke napovejo dosežke TP.

Vse ugotovljene statistično pomembne korelacije ( $P < 0,05$ ) prikazuje slika 7. Viden je obstoj pozitivnih in tudi negativnih povezav med odnosom do TiT in TP ter njihova moč korelacije. Statistično pomembno korelacijo prikazuje utež  $\beta$  ob predpostavki, da velja  $P < 0,05$ . Prikazuje razmerje med spremenljivkami in je v razponu od  $-1$  do  $1$ .  $\beta = 0$  ne predstavlja nobene povezave med spremenljivkami. Bolj se  $\beta$  bliža  $1$  ali  $-1$ , bolj razlika vrednosti ene spremenljivke korelira z razliko vrednosti druge spremenljivke (Pituch in Stevens, 2016).

Najmočnejša statistično pomembna korelacija ( $\beta = 0,22$ ) obstaja med PTI in TP pri komponenti KRO. To pomeni, da večja kot je želja po šolanju/poklicu v tehniki in inženirstvu, večja je dosežena vrednost TP-KRO. To je logična korelacija, saj mora imeti učenec, ki želi postati inženir, dobro KRO. Statistično pomembna, a manj močna, je tudi korelacija med PTI in TP komponente zmožnosti. Posledica obstoja teh dveh korelacij, predvsem povezanosti želje in TP-KRO, je močna statistično pomembna korelacija ( $\beta = 0,18$ ) med PTI in celotno TP.



Slika 7: Statistično pomembne povezave ( $P < 0,05$ ) med odnosom učencev do TiT in celotno TP, TP-znanje, TP-zmožnosti in TP-KROm, kjer pomeni PTI – odnos do poklicev v tehniki in inženirstvu, ZTiT – zanimanje za tehniko in tehnologijo, OTiT – odpor do tehnike in tehnologije, TiTS – primernost tehnike in tehnologije po spolu, KTiT – konsekvence tehnike in tehnologije in TTiT – težavnost tehnike in tehnologije.

Zanimiva sta obstoja statistično pomembnih ( $P < 0,059$ ) korelacij med zainteresiranostjo do TiT (ZTiT) in med doseženo celotno TP ter med doseženo TP znanje, saj gre za negativni korelaciji. Tako učenci, ki so bolj zainteresirani za TiT, dosegajo nižjo stopnjo TP. Ta korelacija je močnejša pri znanju, posledično pa obstaja pomembnost tudi pri celotni TP. Učenci, ki so mnenja, da so tehniška in tehnološka znanja pomembna in imajo velik interes za tehnologijo, so dosegli nižji nivo znanja TP. Kaže, da imajo ti učenci nižje kognitivne

zmožnosti za usvajanje znanja, ali pa so mogoče bolj praktično naravnani. Ponujamo še morebitno razlago v smeri nepopolnega poznavanja termina tehnologija in same domene TiT, saj gre za učence 5. in 6. razreda, kjer je prevladujoča povezava termina tehnologija z informacijsko-komunikacijsko tehnologijo (IKT), za katero pa verjetno kažejo večje zanimanje ob dnevi rabi računalnikov, telefona, tablice ipd.

Naslednji korelaciji sta logični in pričakovani, ne spadata pa med najmočnejše. Gre za statistično pomembni negativni korelaciji med OTiT in celotno TP ter med OTiT in TP – zmožnosti. Pomenita pa, da večja kot je TP (celotna in komponenta zmožnosti), manjši je odpor do TiT.

Dejstvo, da imamo negativno korelacijo ZTiT in OTiT do TP potrebuje posebno obravnavo in previdnost. Učenci, ko so mnenja, da so stroji, naprave in mehanizacija dolgočasni, imajo pa hkrati interes za tehnologijo, so dosegli nižji nivo TP. Kaže na slabše ali slabo poznavanje termina tehnologija in domene TiT, saj gre za učence 5. in 6. razreda, ki se najprej srečajo s pojmom IKT, ki pa ni splošljiv na vse tehnologije.

Pri področju konsekvence TiT (zavedanje pomembnosti tehnike (KTiT)) obstajata dve podobni statistično pomembni korelaciji kot pri OTiT, le da sta močnejši in pozitivni. Tako imamo močnejšo korelacijo z  $\beta = 0,15$  med KTiT in TP – zmožnosti ter šibkejšo med KTiT in celotno TP ( $\beta = 0,13$ ).

Področje, ki govori o težavnosti TiT (TTiT), oziroma o tem, ali misliš, da sta tehnika in inženirstvo za pametne ter talentirane, ima dve negativni statistično pomembni korelaciji. TTiT je v šibki povezanosti ( $\beta = -0,10$ ) s TP pri komponenti znanje in v rahlo močnejši povezanosti ( $\beta = -0,10$ ) pri celotni TP. Ugotovitev tega je, da učenci, ki pogosteje razmišljajo o tem, da je TiT samo za pametne in talentirane, dosegajo slabšo stopnjo celotne TP. Podobno je za TP pri znanju.

Edino področje, ki ni v nobeni statistično pomembni korelaciji, je področje TiT in spol (TiTS).

## **Diskusija**

Sklicujoč se na študiji Avsec (2012) in Avsec in Jamšek (2016) je ta študija najprej opredelila obseg in področja tehnologij v drugi triadi OŠ ter jih vključila v vsebino elementov instrumenta TP. V nekem smislu smo oblikovali in prestrukturirali raziskovalni okvir, da bi se izognili nekakšnim dvomnostim koncepta tehnološke pismenosti.

V primerjavi s študijo Eisenkrafta (2010), ki je TP preučeval samo z različnimi vrstami tehnologij in ignoriral značilne strukture TP, je izjemna značilnost te študije ta, da združuje raznovrstnost tehnologij s kompleksnostjo TP. Poleg tega je ta študija v primerjavi s prejšnjimi študijami TP (Luckay & Collier-Reed, 2014; Blikstein, Kabayadondo, Martin in Fields, 2017) zbrala podatke za preizkušanje zanesljivosti, veljavnosti vsebine in strukturne veljavnosti ter upoštevala težave in diskriminacijo pri postavkah dimenzije znanja, zmožnosti in KRO kot preizkus usposobljenosti, ne le kot raziskava odnosov ali vedenjskih tendenc. Ta pristop je zagotovil zanesljivo jamstvo za zanesljivost in veljavnost metode za merjenje TP ter izpopolnitev nekvalificiranih testnih postavk.

V nadaljevanju podajmo odgovore na zastavljena raziskovalna vprašanja (RV 1–4).

RV 1: Kakšna je tehnološka pismenost učencev 5. in 6. razreda OŠ?

Merjenje TP je potekalo v mesecu marcu in aprilu na štirih osnovnih šolah po več regijah v Sloveniji (OŠ Ivana Groharja, Škofja Loka, OŠ Metlika, OŠ Šmartno, Šmartno pri Litiji, OŠ Ivana Skvarče, Zagorje ob Savi). Vsi učenci in učenke so reševali isto testno polo s 35-imi TPO. V raziskavo je bilo zajetih 175 učencev 5. razreda in 168 učencev 6. razreda, za reševanje so imeli na voljo 45 min. Izmerili smo celotno TP, ki znaša  $\bar{x} = 35,7 \%$ , TP po posameznih komponentah pa pada z višjimi kognitivnimi stopnjami. Tako je TP – znanje  $\bar{x} = 57,8 \%$ , TP – zmožnosti  $\bar{x} = 32,9 \%$  in TP – KRO  $\bar{x} = 18,5 \%$ . Nivo TP in razmerja med posameznimi komponentami TP so podobna, kot je izmeril že Avsec (2012).

Pri primerjavi standardov TP (ITEA, 2007) in standardov znanja slovenskih UN TI smo ugotovili, da nekaterih področij, zajetih v STP, ne najdemo v UN NT in v UN TiT (Fakin idr., 2011), oz. so zajeta v premajhnem obsegu (vloga družbe pri razvoju in uporabi tehnologije, medicinska TiT, kmetijstvo in njegove biotehnologije). Ta ugotovitev zagotovo spada med vzroke dokaj nizke TP pri učencih in učenkah.

Stopnja TP po posameznih komponentah prikazuje nizke izmerjene vrednosti pri komponentah zmožnosti in KRO v primerjavi s komponento znanje. To pa pomeni, da so učenci 5. in 6. razreda premalo vključeni v raziskovanje in reševanje kompleksnih tehnoloških primerov, ki so povezani z življenjskimi izkušnjami. Takšno aktivno učenje pripomore k razvoju TP, saj poleg znanja izboljšuje tudi zmožnosti in KRO. Spodbujanje višjih miselnih procesov pa hkrati omogoča učenje, ki temelji na projektnem delu, saj tam učenci načrtujejo, projektirajo in oblikujejo.

RV 2: Kakšne so razlike v TP med učenci 5. in 6. razredov OŠ?

Učenci 5. razredov dosegajo 33,5 % TP, kar je za 4,5 % slabše od vrstnikov iz 6. razreda ( $\bar{x} = 38,0 \%$ ). Pri posameznih komponentah TP znanje in zmožnosti so razlike minimalne, saj sta razliki manjši od 4 %. TP – znanje je v 5. razredu  $\bar{x} = 56,4 \%$ , v 6. razredu pa  $\bar{x} = 58,5 \%$ , medtem ko je TP – zmožnosti v 5. razredu  $\bar{x} = 31,1 \%$  in v 6. razredu  $\bar{x} = 34,8 \%$ . Večja razlika je pri komponenti KRO (5. razred  $\bar{x} = 14,8 \%$ , 6. razred  $\bar{x} = 58,5 \%$ ), kar potrdimo s t-testom. S tem smo iskali statistično pomembne razlike. Te nam prikazuje Cohenov d indeks. Z njim ugotovimo majhen do zmeren učinek pri celotni TP (Cohen  $d = 0,32$ ) in zmeren učinek pri TP komponente KRO (Cohen  $d = 0,51$ ).

V UN 6. razreda je več načrtovanja, projektiranja in oblikovanja kot v UN 5. razreda, kar spodbuja razvoj KRO. Učenci v 6. razredu izdelujejo izdelke iz papirja in lesa, kjer se prvič srečajo z aktivnim delom v delavnici. To jim daje motivacijo, z reševanjem tehnoloških težav pa pozitivno vplivajo na razvijanje višjih miselnih procesov. Posledica tega je obstoj statistično pomembne razlike pri komponenti KRO, na kar pa vpliva tudi razvoj stopnje učenca, ki je v 6. razredu na višji stopnji kot v 5. razredu.

RV 3: Ali obstajajo razlike med spoloma v TP, in če so, kakšna je ta razlika?

Analizirali smo vpliv spola na doseženo TP. Razlika med doseženimi TP je 2,5 %. Dekleta so dosegla  $\bar{x} = 34,5 \%$ , fantje pa  $\bar{x} = 37,0 \%$ . Podobno kot pri razlikah med posameznima razredoma, smo tudi tukaj iskali razlike v posameznih komponentah. Malenkost večja razlika je le pri KRO, kjer so dekleta imela  $\bar{x} = 16,1 \%$ , fantje pa  $\bar{x} = 20,7 \%$ . To potrdi tudi t-test, ki

pokaže obstoj statistično pomembnih razlik le pri TP – KRO. Učinek je šibek do zmeren, saj je Cohen indeks  $d = 0,31$ .

RV 4: Ali obstajajo povezave med odnosom učencev do tehnike in tehnologije in izmerjeno TP, in če obstajajo, kakšne so?

Z večstransko regresijo smo iskali povezave med odnosom do TiT in med doseženo TP. Ugotovili smo kar nekaj statistično pomembnih pozitivnih in negativnih povezav. Najbolj statistično pomembna povezava je med PTI (želja po šolanju/poklicu v tehniki in inženirstvu) in TP – KRO. Pomeni pa, da večja kot je TP – KRO, večje je zanimanje za šolanje/poklic v tehniki. Rupnik in Avsec (2019) sta ugotovila, da je to pristno le pri nižjih razredih, v višjih pa se trend obrne in se učenci z bolj razvitim KRO raje odločajo za šolanje v splošni gimnaziji kot tudi za poklice izven tehnike in inženirstva. Najmočnejšo negativno korelacijo ( $\beta = -0,17$ ) pa predstavlja povezave ZTiT in TP – znanje. To velja zlasti za nižje razrede, kot sta bila v našem primeru, kjer TiT še ni dobro artikulirana in zaznana, saj pri višjih je ZTiT pomemben pozivni napovedni dejavnik TP (Rupnik in Avsec, 2019). Edino področje, ki ni v nobeni statistično pomembni povezavi, je področje TiT in spola (TiTS). S tem smo tudi potrdili študijo Wolters (1989), Ardies idr. (2015) ter Šuligoj in Ferk Savc (2018), ki trdijo, da se učenci v 5. in 6. razredu še ne zavedajo v celoti pojma in področja tehnike in tehnologije. Kot drugo pomembno dejstvo so ciljne vsebine TiT, ki so definirane in določene z našimi učnimi načrti *Naravoslovje in tehnika* za 4. in 5. razred ter TiT za 6. razred OŠ (Vodopivec idr., 2011). Vsebine v primerjavi s standardi TP to predstavijo kot celoto TiT (tehnološke kategorije in nižji kognitivni nivo učnih ciljev), zato je verjetno tudi percepcija med učenci in učenkami glede primernosti tehnologij po spolu podobna. Tisti učenci in učenke, ki so bili menja, da je tehnika in inženirstvo bolj primerna za fante, niso bili uspešnejši v TP od učencev, ki so mnenja, da je tehnika in inženirstvo primerna za vse. Verjetno gre za kognitivno manj zmožne učence in učenke, kar je skladno z raziskavo Gu s sodelavci (2019).

## **Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu**

V tej študiji smo se osredotočili na razvoj metode za merjenje TP v drugi triadi OŠ, kjer smo za osnovo tehnološkega obsega metode uporabili tehnološko infrastrukturo, ki jo je predlagal DeVore (1980), in sedem taksonomij tehnologije, objavljenih v knjigi »Standardi tehnološke pismenosti« (ITEA, 2007). Vsebino testnih postavk smo obravnavali s treh vidikov: kompleksnost tehnologije, vsebina tehnologije in njeni sestavni deli. Poleg merjenja TP smo tudi ocenili odnos učencev do TiT z določanjem možnih povezav in delovanja kognitivne, kognitivne in emocionalne komponente na napoved ravni TP učencev.

S pomočjo raziskave smo predstavili dognanja o TP, o kateri se v slovenskih šolah premalo govori. Z merjenjem TP v 5. in 6. razredu, ki je nadgradnja preizkušene in uveljavljene metode merjenja (1), smo predstavili celotno TP, ki je primerljiva z že izmerjeno TP na koncu prve in tretje triade. Za to merjenje smo izdelali testno baterijo, na podlagi tega pa smo izdelali pilotne teste in določili končni test. Ob tem smo izmerili TP po posameznih komponentah, kjer nismo prejeli presenetljivih rezultatov, saj stopnja TP pada z višjimi kognitivnimi ravnmi. Analizirali smo razlike med obema razredoma in med obema spoloma. Pričakovano so malenkost boljši učenci v 6. razredu, občutljive statistično pomembne razlike ( $P < 0,05$ ) pa so predvsem pri TP komponente KRO. Podobno velja tudi pri spolu, kjer so prav tako ugotovljene razlike pri TP – KRO. Hkrati z merjenjem smo dali v reševanje

vprašalnik Tehnika in jaz, s katerim smo v obeh razredih ugotovili odnos učencev na TiT. S tem smo dosegli dva glavna namena dela, saj smo z anketnim vprašalnikom in testom TP po predvideni metodologiji odgovorili na vsa raziskovalna vprašanja in zastavljene cilje.

Raziskava pokaže določene pomanjkljivosti TI, ki močno vplivajo na poklicno orientacijo v tehniki in inženirstvu. Področje TiT je učencem, ki so bili vključeni v našo raziskavo, nezadostno predstavljeno in si še ne morejo ustvariti pravega odnosa do TiT. To nam kažejo tudi rezultati večstranske regresijske analize, ki jih moramo jemati s previdnostjo pri sami razlagi. Glede na razvoj, pomen in uporabo TiT v današnjem svetu bi morali TI posvetiti večjo veljavo in večjo vključenost vsebin TiT v učni načrt, tako po vertikali šolanja kot tudi na višjih taksonomskih stopnjah kognitivnega znanja. Pri izvedbi testiranja in ob analiziranju vprašalnika Tehnika in jaz se pri določenih učencih (zlasti učenkah) kaže odpor do TiT. V TI bi moralo biti več realnih primerov in primerov reševanja problemov, kar ne samo, da popravi vzdušje v tehniških učilnicah ali delavnicah, temveč tudi omogoča razvijanje komponent TP zmožnosti in KRO. S tem se dviguje motivacija, z reševanjem v skupini se krepi sodelovanje, z uspehom pa se krepi samozavest, učinkovitost kot tudi procesi samoregulacije, nujni za razvoj KRO. Ob tem se učenci srečujejo z materiali, izboljšujejo se ročne spretnosti, spoznavajo orodja, stroje in naprave, hkrati pa izdelujejo oziroma rešujejo nekaj, kar jim je blizu. Krepi se logika tehniškega mišljenja in razvija se mišljenje višjega reda, to pa ima za posledico izboljšanje stopnje celotne TP in tudi TP po posameznih komponentah.

Izsledki naše raziskave bi lahko vplivali na TI. V raziskavo je bilo vključenih 343 učencev in učenk, rezultati pa omogočajo določene ugotovitve, ki se jih ne sme spregledati, zlasti pri pogledu na TP. S tem namenom bi bilo testiranje smiselno razširiti na večjo populacijo in na vse slovenske regije, da bi dobili še bolj verodostojne podatke o TP in o pogledu oziroma mnenju glede TiT. Poleg tega bi bilo pametno testirati vse generacije v celotnem obdobju šolanja v osnovni šoli. Testiranje bi lahko opravljali ob koncu vsake triade. Večkratno testiranje naredi metodo še bolj občutljivo in natančno za merjenje. Izdelani sta bili že metodi za prvo in tretjo triado, s pomočjo te raziskave pa je bila izdelana še zadnja manjkajoča metoda za merjenje TP v drugi triadi. S tem bi opazovali napredek/nazadovanje posameznega učenca ali skupine v procesu šolanja. Po večletnih testiranjih različnih generacij pa bi dobili podatke, ali se stanje na področju TI izboljšuje, stagnira ali slabša. Takšni rezultati bi predstavljali osnovno informacijo za načrtovalce pouka, saj bi prejeli podatke o tem, ali je treba pouk TiT izboljšati, in o tem, kako to storiti. Na koncu pa se TB lahko uporablja tudi za merjenje TP oz. kot pomoč pri ocenjevanju znanja tehniških vsebin pri pouku.

V praksi raziskava TP ponuja jasno usmeritev za razvoj učnih načrtov TI in obogatitev učnih vsebin. Vsebina učnega načrta TiT mora vključevati različna tehnološka področja, zlasti tehnologije, ki so prisotne v vsakdanjem življenju, nato pa je mogoče TP izboljšati z reševanjem dejanskih tehnoloških problemov in izvajanjem tehnoloških poskusov v resničnem življenju.

## **Literatura**

Ankiewicz, P. (2019). Perceptions and attitudes of pupils towards technology: In search of a rigorous theoretical framework. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(1), 37–56.

- Ardies, J., De Maeyer, S, Gijbels, D. & van Keulen, H. (2015). Students attitudes towards technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 43–65.
- Ardies, J., De Maeyer, S. and Gijbels, D. (2013). Reconstructing the pupils attitude towards technology survey. *Design and Technology Education: An International journal*, 18(1), 8–19.
- Avsec, S. (2012). *Metoda merjenja tehnološke pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole* [Doktorska disertacija]. Univerza v Ljubljani: Pedagoška fakulteta.
- Avsec, S. (2016). Profiling an inquiry-based teacher in a technology-intensive open learning environment. *World transactions on Engineering and Technology education*, 14(1), 25–30.
- Avsec, S. & Jamšek, J. (2016). Technological literacy for students aged 6–18: A new method for holistic measuring of knowledge, capabilities, critical thinking and decision-making. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 43–60.
- Avsec, S. & Jamšek, J. (2018). A path model of factors affecting secondary school students' technological literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 145–168.
- Avsec, S. & Szewczyk-Zakrzewska, A. (2017). Predicting academic success and technological literacy in secondary education: A learning styles perspective. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(2), 233–250.
- Bame, E., Dugger, W., de Vries, M. in McBee, J. (1993). Pupils' attitudes toward technology--PATT-USA. *Journal of Technology Studies*, 19, 40–48.
- Blikstein, P., Kabayadondo, Z., Martin, A., in Fields, D. (2017). An assessment instrument of technological literacies in makerspaces and fablabs. *Journal of Engineering Education*, 106(1), 149–175.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G. & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. (3rd Edn). Lawrence Erlbaum Associates.
- Dakers, J. R. (2011). The rise of technological literacy in primary education. V C. Benson in J. Lunt (ur.), *International handbook of primary technology education: Reviewing the past twenty years*. Sense Publishers, str. 181–193.
- De Klerk Wolters, F. (1989). A PATT Study Among 10 to 12-Year-Old Students in the Netherlands. *Journal of Technology Education*, 1(1), 1–8.
- DeVore, P. W. (1980). *Technology: An Introduction*. Worcester: Davis Publications.
- De Vries, M. J. (2006). Technological Knowledge and Artefacts: an Analytical View. In: Dakers, J. R. (ur.), *Defining Technological Literacy: towards an Epistemological Framework*. Palgrave Macmillan, str. 17–30.
- Eisenkraft, A. (2010). Retrospective analysis of technological literacy of K-12 students in the USA. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(3), 277–303.
- Fakin M. in ostali (2011). *Učni načrt – Tehnika in tehnologija*. Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Gagel, C. W. (1997). Literacy and Technology: Reflections and insight for technological literacy. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 6–34.

- Garmire, E. in Pearson, G. (2006). *Tech tally: Approaches to assessing technological literacy*. National Academies Press.
- Gu, J., Xu, M. in Hong, J. (2019). Development and validation of a technological literacy survey. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 109–124
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Psychology Press.
- Holland, S. M. in Berlin, D. F. (2006). Development of technological literacy in gifted and talented elementary school students. V M. de Vries in I. Mottier (ur.), *PATT-16 research for standard-based technology education*. ITEA 2006 Annual Conference in Baltimore, MD.
- Ingerman, Å. in Collier-Reed, B. (2011). Technological literacy reconsidered: a model for enactment. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 137–148.
- International Technology Education Association ITEA (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. International Technology Education Association.
- International Organisation for Standardization (ISO) (2003), *Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment*, ISO 10012, International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kelley, T. R. (2008). Cognitive processes of students participating in engineering-focused design instruction. *Journal of Technology Education*, 19(2), 50–64.
- Kelley, T. R. in Wicklein, R. C. (2009). Examination of assessment practices for engineering design projects in secondary education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 46(2), 6–25.
- Keše, J. (2016). *Tehnološka pismenost učencev 5. in 6. razreda osnovne šole* [Diplomsko delo]. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Klapwijk, R. in Rommes, E. (2009). Career orientation of secondary school student (m/f) in the Netherlands. *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 403–418.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41, 213–217.
- Krhin, T. (2013). *Tehnološka pismenost v prvi triadi osnovne šole* [Diplomsko delo]. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Luckay, M. B. in Collier-Reed, B. I. (2014). An instrument to determine the technological literacy levels of upper secondary school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(3), 261–273.
- Nasipov, A. J. in Khotuntsev, Y. L. (2012). Formation of technological literacy and technological culture in school. *Bulletin of Institute of Technology and Vocational Education*, 9, 76–80.
- Petrina, S. (2006). *Advanced Teaching Methods for the Technology Classroom*. Information Science Publishing.
- Petrina, S. (2000). The politics of technological literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 10(2), 181–206.

- Pičinin, R. (2012). *Kritično razmišljanje in sprejemanje odločitev v menedžmentu – uporaba kritičnega razmišljanja v vsakdanjem življenju* [Magistrsko delo]. Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede.
- Pituch, K. A. in Stevens, J. P. (2016). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Routledge.
- Rohaar, E. J., Taconis, R., in Jochems, W. M. G. (2012). Analysing teacher knowledge for technology education in primary schools. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3), 271–280.
- Rupnik, D. in Avsec, S. (2019). The relationship between student attitudes towards technology and technological literacy. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 17(1), 48–53.
- Rupnik, D. in Avsec, S. (2020). Effects of a transdisciplinary educational approach on students' technological literacy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(1), 121–140.
- Schaner, G. G. (2013). Review: The culture of technology by Arnold Pacey. *Intersect*, 6(1), 1–3.
- Slovar slovenskega knjižnega jezika-SSKJ. [<http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html>]
- Šuligoj, V. in Savec, V. F. (2018). The relationship of students' attitudes to technology and their creative ability. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 16(3), 243–248.
- Van Rensburg, S., Ankiewicz, P. in Myburgh, C. (1999). Assessing South Africa Learners' Attitudes Towards Technology by Using the PATT (Pupils' Attitudes Towards Technology) Questionnaire. *International Journal of Technology and Design Education*, 9, 137–151.
- Virtanen, S., Räikkönen, E. in Ikonen, P. (2015). Gender-based motivational differences in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(2), 197–211.
- Vodopivec I. in ostali (2011). *Učni načrt – Naravoslovje in tehnika*. Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Wells, J. G. (2016). Efficacy of the Technological/Engineering Design Approach: Imposed Cognitive Demands Within Design-Based Biotechnology Instruction. *Journal of Technology Education*, 2(27), 4–20.

## **S TEHNOLOGIJO PODPRTO KRITIČNO MIŠLJENJE ZA RAZVIJANJE TEHNOLOŠKE PISMENOSTI**

### **TECHNOLOGY-ASSISTED CRITICAL THINKING TO DEVELOP TECHNOLOGICAL LITERACY**

Patricija Bizjak<sup>1</sup>, Stanislav Avsec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>OŠ Idrija, <sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

#### **Povzetek**

Kljub različnim možnostim uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v izobraževalnem procesu jo tako učitelji kot učenci pogosto uporabljajo intuitivno, zato učni dosežki učencev, povezani s takšno z uporabo IKT, ne dosegajo pričakovanj. Posledično je tudi malo poznanega o tem, kako IKT učinkovito vključimo k pouku vsebin tehnike in tehnologije, da bi izboljšali dosežke učencev v tehnološki pismenosti (TP) kot osrednjem rezultatu tehniškega izobraževanja. Pri razmislekih glede didaktične uporabe IKT pri pouku je pogosto uporabljen SAMR model, ki lahko učitelja usmerja pri izbiri aplikacij in pri načrtovanju učnih dejavnosti za zvišanje ravni TP. Cilj naše raziskave je ugotoviti, kako uporaba IKT vpliva na razvoj TP s poudarkom na dimenziji kritičnega mišljenja pri učencih 6. razreda osnovne šole. V raziskavo smo vključili 50 učencev treh oddelkov 6. razreda osnovne šole v šolskem letu 2018/2019. Učenci so bili naključno razdeljeni v eksperimentalno in kontrolno skupino, ob intervenciji desetih šolskih ur in izvedbo pred- in posttesta TP. Iz rezultatov je razvidno, da so učenci na posttestu ( $\bar{x} = 41,08 \%$ ) dosegli boljše rezultate kot na predtestu TP ( $\bar{x} = 35 \%$ ). Ob primerjavi skupin ugotovimo, da je eksperimentalna skupina z IKT podprtim učenjem napredovala v TP za 27,21 %, medtem ko je kontrolna skupina (tradicionalni pouk) nazadovala za 14,44 %. Na pred- in posttestu TP so bile najslabše rešene testne postavke, ki so zajemale dimenzijo kritičnega razmišljanja in sposobnost odločanja, na področju katere je eksperimentalna skupina napredovala za kar 31,45 %, medtem ko je na dimenziji znanja napredovala za 27,37 %, na dimenziji zmožnosti pa najmanj, to je 14,30 %. Kontrolna skupina je na področju vseh dimenzij nazadovala. Iz dobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da je uporaba IKT pri pouku tehnike in tehnologije pozitivno vplivala na dvig ravni TP učencev, še posebno na dimenzijo kritičnega mišljenja in sposobnosti odločanja, ki pa je glede na pregled TP v Sloveniji najbolj podhranjena. Sklepamo, da ciljna raba IKT lahko značilno izboljša dosežke učencev pri pouku TP in zato je uvedba IKT k pouku res smiselna. Izsledki dela bodo dobro izhodišče vsem raziskovalcem na področju tehniškega izobraževanja in v veliko pomoč učiteljem tehnike in tehnologije, ki si prizadevajo razvijati tehnološko pismenost učencev na področju vseh dimenzij, kot tudi učiteljem ostalih predmetov, ki si prizadevajo razvijati veščine kritičnega mišljenja pri učencih.

**Ključne besede:** osnovnošolsko tehniško izobraževanje, tehnika in tehnologija, informacijsko-komunikacijska tehnologija, tehnološka pismenost, kritično mišljenje.

## **Abstract**

Despite the various ways in which information and communication technology (ICT) is used in the educational process, it is often used intuitively by both teachers and students, so that student learning outcomes related to this use of ICT do not meet expectations. As a result, little is also known about how we effectively incorporate ICT into the teaching of technical and technological content to improve student achievement in technological literacy (TL) as a key outcome of technical education. When considering the didactic use of ICT in the classroom, the SAMR model is often used, which can guide the teacher in selecting applications and planning learning activities to achieve an increase in the TL level. The aim of our research is to determine how the use of ICT affects the development of TL by focusing on the dimension of critical thinking in 6th grade elementary students. The study included 50 students from three departments of 6th grade of Elementary school in the 2018/2019 school year. The students were randomly divided into experimental and control group, with the intervention lasting 10 school periods and a pre-test and post-test TP. The results show that students performed better on the post-test ( $\bar{x}$  = 41.08%) than on the pre-test TP ( $\bar{x}$  = 35%). From the comparison of the groups, it can be seen that the experimental group with ICT-enhanced learning in TP increased by 27.21% while the control group (traditional teaching) decreased by 14.44%. In the pre-test and post-test of TP, the worst solved test items were those involving the dimension of critical thinking and decision-making ability in which the experimental group gained as much as 31.45% while in the dimensions of knowledge it gained 27.37%, in the dimension of capacity it gained the least i.e. 14.30%. The control group deteriorated in all the dimensions. From the obtained results we can conclude that the use of ICT in technology education had a positive effect on raising the level of students TL, especially in the dimension of critical thinking and decision-making capacity, which according to the review of TL in Slovenia is the most underserved. We conclude that the targeted use of ICT can significantly improve students' performance in TL lessons and therefore the introduction of ICT in the classroom is more than reasonable. The results of the work will be a good starting point for all researchers in the field of technology education as well as a great help for teachers of engineering and technology who strive to develop students' technological literacy in all dimensions, and for teachers of other subjects who strive to develop critical thinking skills.

**Key words:** Elementary school technology education, design, technology and engineering, information and communication technology, technological literacy, critical thinking skills.

## **Uvod**

Tehnološka pismenost je z razvojem tehnologije postala ena od ključnih pismenosti v današnjem času. Razumevanje tehnologije pripomore k temu, da v dani situaciji izberemo najustreznejši izdelek, ga znamo uporabljati in znamo s pomočjo tega odpravljati težave (ITEEA, 2007). Tehnološko pismenost določajo tri dimenzije: znanje, zmožnosti ter kritično mišljenje in sposobnost odločanja. Te so med seboj odvisne in neločljive. Oseba mora biti za sprejemanje premišljenih odločitev podprta z znanjem, brez katerega prav tako ne more doseгти višjih ravni dimenzije zmožnosti (Garmire in Pearson, 2006). Po pregledu stanja tehnološke pismenosti v Sloveniji v raziskavah iz zadnjih let ugotovimo, da je ta pri učencih v osnovnih šolah podhranjena, predvsem je kritična izmerjena vrednost kritičnega mišljenja in sposobnosti odločanja (Avsec, 2012; Keše, 2016; Krhin, 2013; Pajk, 2017). Prav sposobnost kritičnega mišljenja nam pride še kako prav v različnih vsakodnevnih življenjskih situacijah pri sprejemanju odločitev. Če te sposobnosti ne razvijemo, lahko ima »slabo mišljenje« za posledico slabe odločitve, ki pa ne vplivajo le na naše življenje, temveč lahko vplivajo tudi na življenje ljudi okoli nas. Zato je pomembno, da sposobnosti kritičnega mišljenja razvijamo tudi pri pouku, saj je bistvenega pomena za življenje in samozadostnost, prav tako pa omogoči učencem prehod od intelektualne odvisnosti do neodvisnosti (Stobaugh, 2013).

Brečko in Vehovar (2008) v svojem delu izpostavita model spretnosti, ki naj bi bile pomembne za delovanje v družbi. V tem modelu se je poleg kreativnosti, sodelovanja, medkulturnega razumevanja, komunikacije, primerne in učinkovite rabe informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT) ter samozaupanja na prvem mestu znašlo kritično mišljenje. Strategije razvoja teh spretnosti posredno ali neposredno vključujejo IKT v izobraževanje.

Glede na to, da so digitalne tehnologije vključene v vsakdan skoraj vsakega učenca, je dobro, da bi jim jih predstavili tudi z učenjem. Z uporabo IKT pri pouku spodbudimo motivacijo za učenje, poleg tega pa je učencem podano znanje še na drugačen način (Rebernak, 2008). Pri uporabi IKT pri pouku pa se moramo zavedati in ozavestiti tudi učence, da imamo danes dostop do različnih informacij že, če imamo računalnik, prenosni telefon ali tablico in internetni dostop, zaradi česar moramo biti toliko bolj pozorni, katerim informacijam verjamemo in na podlagi kakšnih informacij bomo sprejemali odločitve (Halpern, 2014). Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport poudari, da je uporaba IKT pri učenju smiselna, kadar pripelje učenca do ciljev učnega načrta in prispeva k izboljšanju učnih dosežkov, kamor spada tudi tehnološka pismenost. To pa se doseže, če upoštevamo kompleksnost osmih med seboj povezanih dimenzij (kurikulum, ocenjevanje, dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja, organizacija vzgojno-izobraževalnega procesa, vodenje in vrednote, medsebojna povezanost in infrastruktura) in dejavnikov, ki vplivajo na učinkovito rabo IKT v izobraževanju (MIZŠ, 2016).

Pri tem, kako vključiti IKT v proces poučevanja in učenja, nas usmerja SAMR model. Model sestavljajo štiri stopnje uporabe tehnologij za aktivnosti pri učenju, in sicer: zamenjava (*ang. Substitution*), obogatitev (*ang. Augmentation*), prilagoditev (*ang. Modification*) in nov pristop (*ang. Redefinition*). Pri zamenjavi je tehnologija pripomoček za učenje brez spremembe v primerjavi s klasičnim učenjem, npr. delanje zapiskov v računalniškem programu namesto pisanja v zvezek. Pri obogatitvi dejavnost ostane enaka, tehnologija pa poskrbi za spremembo v načinu izvajanja, npr. učenci rešijo kviz prek aplikacije, kar nam omogoča hitro povratno informacijo. Prvi korak čez mejo tradicionalnega učenja v razredu pa naredimo, ko pridemo do stopnje spremembe. Pri tej je IKT potreben, da učilnica funkcionira, naloge so namesto na tradicionalen način dosežene s pomočjo tehnologije, npr. učenci napišejo esej, se posnamejo pri branju, dodajo glasbeno podlago ipd. Na stopnji novega pristopa pa nam IKT omogoča izvedbo dejavnosti, ki je sicer ne bi mogli izvesti, npr. snemanje videa ipd. (Romrell idr., 2014).

SAMR model nas torej usmerja, kako uporabiti izbrano tehnologijo. Na voljo so nam številni programi in aplikacije. Razlikujejo se po kakovosti in tudi v tem, v katero stopnjo so uvrščene po Bloomovi taksonomiji. Allan Carrington je avtor pedagoškega kolesa, v katerem je mobilne aplikacije razvrstil v taksonomsko kolo. Pri izbiranju aplikacij za uporabo v raziskavi smo se omejili na aplikacije, ki so uvrščene v stopnjo ustvarjanja po Bloomovi taksonomiji. Preizkusiti želimo aplikacije Seesaw, Explain Everything in KineMaster. Pedagoško kolo deluje na način petih med seboj povezanih zobnikov, kjer je za sinhrono delovanje celote potrebno brezhibno delovanje vsakega. Pet zobnikov predstavljajo lastnosti (kako bo to, kar počnemo, vplivalo na zmožnosti in dobre lastnosti učenca), motivacija (kako poučevanje vpliva na samostojnost pri doseganju ciljev učencev), Bloomova taksonomija (pomaga pri uresničevanju učnih ciljev z zahtevano višjo ravno razmišljanja), izobraževalna tehnologija (ali in kako tehnologija podpira pedagoško delo učitelja) in SAMR (Designing Outcomes, 2019).

Uporaba IKT nam omogoča različne možnosti v avtentičnih situacijah, s tem pa spodbujamo razvoj veščin kritičnega mišljenja (Rupnik V., 2010 b). Rupnik V. (2010 b) navaja tudi model temeljnih elementov, ki nas usmerja pri načrtovanju pouka, naravnane na razvijanje veščin kritičnega mišljenja in sposobnosti odločanja. Za tak pouk je značilno, da učenci sprašujejo in odkrivajo, presoja in vrednotijo, sklepajo in interpretirajo, argumentirajo, rešujejo probleme ter se odločajo in razmišljajo o lastnem razmišljanju. Vse te elemente je mogoče vključiti v pouk, izveden z uporabo IKT orodij. Zavedati pa se moramo, da je treba učencem oblikovati izhodišča, ki jih usmerijo k razvoju veščin kritičnega mišljenja (Rupnik V., 2010 b).

IKT lahko prav tako uporabimo za pripovedovanje zgodb, katerih glavni namen je izboljšanje kritičnega mišljenja. Ko učenci ustvarjajo zgodbe, se srečujejo z življenjskimi situacijami, problemi in reševanje teh vključijo v zgodbo. Proces pripovedovanja in poslušanja zgodb pa vključuje številne elemente kritičnega mišljenja. Naloga pripovedovalca je, da z vključevanjem slik, grafike in zvoka v zgodbo prepriča svoje občinstvo, poslušalec pa mora zagovarjati svoje argumente (Yang in Wu, 2011).

Kljub temu da poznamo že ogromno strategij poučevanja, pa je najpogosteje uporabljena tradicionalna oblika. Ta pa glede na omenjene rezultate ne zadošča za celostni razvoj tehnološke pismenosti. Vedno več (mladih) učiteljev si prizadeva v pouk vnesti spremembe, ki bi razbile monotonost tradicionalnega učenja, obenem pa bi pripomogle k razvoju veščin in spretnosti, kot je tudi tehnološka pismenost.

### IKT v izobraževanju

IKT zajema nabor najrazličnejših računalniških, informacijskih in komunikacijskih naprav, ki omogočajo dostop do informacijske telekomunikacije. Priklic, iskanje, obdelovanje, zapisovanje, shranjevanje, deljenje informacij itd. združuje računalnike (namizni, prenosni, tablični itd.), omrežja (internet), mobilne telefone in druge komunikacijske medije (Ratheeswari, 2018).

Učenci se srečajo z IKT že v domačem okolju in vključevanje tega v pouk je dobro tudi z vidika, da učenci spoznajo uporabo IKT z učenjem. Res je, da izobraževalni sistem ne more posameznika prepričati, kaj je to učinkovita raba tehnologij, saj izobraževanje v najširšem pomenu posamezniku omogoči, da pridobi znanje, ter ga uči spretnosti, ki so uporabne za življenje. Lahko pa uporabo IKT integriramo v šolski kurikulum, tako da se bo posameznik prek izobraževalnega procesa usposobil za samostojno življenje v svetu tehnologij (Praprotnik in Zakrajšek, 2008).

Kreuh in Brečko (2011) navajata razloge, zakaj je smiselno uporabljati IKT pri pouku, in sicer:

- za podporo, razvoj in uporabo funkcionalnih spretnosti, potrebnih v življenju,
- na področju uporabe IKT nekateri učenci kažejo visoke spretnosti, ki jih je treba udejanjiti in še bolj razviti,
- uporaba IKT, ki je medij današnjega in jutrišnjega časa, podpira motivacijsko učenje in omogoča uporabo različnih e-grafov,
- pravilna raba IKT pri pouku omogoča razvoj kreativnega učenja in razvoj inovativnih metod poučevanja, poleg tega tudi podpira vseživljenjsko učenje,
- pri učenju, podprtim z IKT, učenci dalj časa obdržijo koncentracijo in

- IKT nam omogoča zbiranje, obdelavo in učinkovito predstavitev ali izmenjavo podatkov v realnem času, ob ustrezni uporabi omogoča poglobljanje predmetnega znanja.

Vključevanje IKT pri pouku je smiselno, ko zaznamo težave pri poučevanju zaradi zastarelih informacij v učbenikih, ko opazimo, da so učenci postali nemotivirani in imajo posledično težave pri učenju. Poleg tega so prednosti tudi te, da lahko učencem prikažemo snov tudi na načine, kot je brez IKT ne bi mogli, ter da se učencem na ta način bistveno poveča dostopnost do znanja in hkrati pozitivno vplivamo na informacijsko pismenost učencev (Rebernak, 2008). Uporaba IKT omogoča učencem prejemanje novih znanj, novih sposobnosti. Z ustvarjanjem digitalnih vsebin postanejo ustvarjalci in posredniki znanja med sošolci, za razliko od klasičnega pouka, pri katerem so podano znanje le sprejemali. V tem primeru se spremeni tudi vloga učitelja. Namesto da bi bil učitelj prevladujoč vir znanja, postane moderator in njegova naloga je usmerjanje učencev (Papić in Bešter, 2012).

IKT se v izobraževanju na eni strani uporablja kot podpora učnemu okolju, na drugi strani pa kot orodje, namenjeno izboljšanju učenja učencev (Brečko, Vehovar, 2008). Poleg tega uporaba IKT pri pouku zahteva drugačne pristope kot pri tradicionalnem poučevanju. Učiteljeva vloga se spremeni, še vedno pa je ključni dejavnik v razredu (Kreuh in Brečko, 2011). Pri načrtovanju poučevanja z vključevanjem IKT pa se je treba zavedati, kaj lahko in česa ne moremo pričakovati od učencev. Uporaba ustreznega didaktičnega pristopa k poučevanju bo imela za posledico tudi ustrezno uporabo tehnologije. Zato se ni smiselno osredotočiti na to, kaj tehnologija zmore, temveč bi morali poudarek dati na sam proces izobraževanja, kaj zahteva, kaj so njegovi cilji, razumeti pa ga moramo kot sodelovalni proces, pri katerem poteka prenos znanja od ene osebe k drugi (Praprotnik in Zakrajšek, 2008).

Pri vključevanju IKT v poučevanje nas usmerja tudi Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ), ki poudari, da je ta smiselna, ko učenci dosežejo cilje učnega načrta in ko IKT pozitivno vpliva na učne dosežke. Pri tem moramo upoštevati vpliv kompleksnosti osmih med seboj povezanih dimenzij in dejavnikov, in sicer: kurikulum, ocenjevanje, dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja, organizacija vzgojno-izobraževalnega (VI) procesa, vodenje in vrednote, medsebojna povezanost in infrastruktura (MIZŠ, 2016).

Bocconi s sodelavci (2012) opredeli te dimenzije kot:

- Spodbujanje čustvene inteligence: ta parameter je ključen za razvoj kreativnega učenja. Spodbuditi jo je mogoče prek različnih aktivnosti, učencem pa pomaga uspešno prepoznati in obvladovati čustva ter zahteve v nenehno spreminjajočem se svetu. Parameter zajema dimenzije: kurikulum, dobre prakse v procesu učenja in vodenje.
- Spodbujanje različnih načinov mišljenja: učitelj mora spodbujati, da učenci v največji meri razvijejo svoje talente in ustvarjalni potencial na vseh področjih v najširšem smislu, tako na umetniškem kot na znanstvenem. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu poučevanja, dobre prakse v procesu učenja in medsebojno povezanost.
- Razvijanje individualnih prednosti in želja: učitelj mora omogočiti razvoj močnih področij posameznega učenca ob upoštevanju njegovih interesov, ciljev, spretnosti in predhodnega znanja, saj je to ključni vir in gonilo kreativnega učenja. Parameter

zajema dimenzije: dobre prakse v procesu poučevanja, preverjanje in ocenjevanje ter vodenje in vrednote.

- Spodbujanje splošnih sposobnosti: najrazličnejše dejavnosti bi morale razvijati splošne sposobnosti, kot so reševanje problemov, sodelovanje in kulturna zavest, in s tem bi olajšali učenje prav tako pomembnih specifičnih sposobnosti. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu poučevanja, dobre prakse v procesu učenja in kurikulum.
- Omogočanje (socialnega) podjetništva: učence moramo spodbujati in jim zagotoviti možnost, da razvijajo in oblikujejo projekte s poudarkom na inovativnih izdelkih ali storitvah za šolsko skupnost; prek tega bi razvijali kulturo, ki spoštuje in ceni podjetništvo in inovacije. Parameter zajema dimenzije: vodenje in vrednote, dobre prakse v procesu učenja in medsebojno povezanost.
- Vpeljava socialnega vključevanja in pravičnosti: vsem učencem moramo zagotoviti enake možnosti in ustrezna sredstva za kakovostno učenje. Spodbujati moramo aktivno državljanstvo in vključevanje (ter sprejemanje) večkulturnosti. Parameter zajema dimenzije: vodenje in vrednote, kurikulum in medsebojno povezanost.
- Prepoznavanja neformalnega učenja: podpirati moramo učenje, ki sega izven meja formalnega učenja, saj je to osnova za dejanske, v učenca usmerjene dejavnosti za ustvarjanje inovativnih rešitev za lokalne potrebe. Parameter zajema dimenzije: preverjanje in ocenjevanje, dobre prakse v procesu poučevanja in organizacijo VI procesa.
- Spremljanje kakovosti: zasnovati moramo okvirje, usmerjene v spremljanje in izboljšanje kakovosti poučevanja, učenja in ocenjevanja. Parameter zajema dimenzije: organizacijo VI procesa, vodenje in vrednote in medsebojno povezanost.
- Ustvarjanje urnikov: urniki učiteljev in učencev morajo biti zasnovani tako, da omogočajo priložnosti in čas, da lahko sodelujejo v kreativnem učenju. Parameter zajema dimenzije: organizacijo VI procesa, kurikulum, dobre prakse v procesu poučevanja.
- Izravnavanje in delovanje IKT infrastrukture: omogočiti je treba ustrezno IKT opremo, zmogljivo na nivoju, da se učitelju in učencem omogoči dostop do aplikacij in storitev za inovativno poučevanje in kreativno učenje. Parameter zajema dimenzije: infrastrukturo, vodenje in vrednote, organizacijo VI procesa.
- Inovacije in prenova storitev: v učilnici mora biti omogočen dostop do IKT, ki učitelju omogoča izvedbo formalnega, neformalnega in kreativnega učenja. Parameter zajema dimenzije: organizacijo VI procesa, infrastrukturo in medsebojno povezanost.
- Preurejanje fizičnega prostora: učilnice bi morale biti barvne, svetle in ustrezno opremljene, da bi omogočale kreativno učenje. Parameter zajema dimenzije: infrastrukturo, vodenje in vrednote, dobre prakse v procesu učenja.
- Učenje po predmetih: učni material morajo biti učiteljem dostopen, da lahko z njim učencem snov prikažejo na različne načine, z različnih perspektiv in jim omogoča analizirati in razumeti snov. Parameter zajema dimenzije: kurikulum, dobre prakse v procesu poučevanja in dobre prakse v procesu učenja.
- Učenje z raziskovanjem: učencem mora biti omogočeno raziskovanje zapletenih konceptov, s katerimi bi izboljšali kritično mišljenje in zmožnost povezovanja na videz nepovezanih konceptov. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja in kurikulum.

- Učenje z ustvarjanjem: učencem mora biti omogočeno uresničenje lastnih idej v izdelkih z namenom razvijanja ustvarjalne domišljije, inovativnosti in pristnega učenja. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja in kurikulum.
- Učenje z igro: v razredu bi moral učitelj spodbujati in v proces poučevanja vključiti igro (fizično in mentalno), saj bi s tem učence v celoti vključil v učni proces. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja in kurikulum.
- Obravnava več učnih slogov: učitelj bi moral v razredu uporabljati različne učne sloge, s katerimi bi vsem učencem omogočil kar se da najboljšo vključitev v učni proces. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu poučevanja, kurikulum in infrastrukturo.
- Izboljšanje samoregulativnega učenja: učni proces bi moral omogočati učencem razvijati zmožnosti samoregulativnega učenja, s katerim sami nadzorujejo učni proces. Učencem bi morali prikazati možnosti na sebe usmerjenega učenja, spodbujati refleksijo in metakognicijo. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja ter preverjanje in ocenjevanje.
- Prilagojeno učenje: učenci bi morali biti v središču vsakega učnega procesa. Uporabljene metode bi morale zadostiti potrebam posameznega učenca z namenom, da bi spodbujale učenčevo lastno motivacijo. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu učenja, dobre prakse v procesu poučevanja in infrastrukturo.
- Smiselne aktivnosti: izvedene dejavnosti morajo predstavljati avtentične situacije, s čimer učence spodbujamo k uporabi predhodnega znanja, k poizvedovanju in k samostojnemu razmišljanju, s tem pa prav tako razvijamo splošne in specifične sposobnosti. Parameter zajema dimenzije: kurikulum, dobre prakse v procesu poučevanja in medsebojno povezanost.
- Omogočanje medsebojnega sodelovanja: učence je treba spodbujati k sodelovalnemu učenju. Spodbujati je treba samostojno razmišljanje pa tudi zmožnost pogleda na situacijo z drugih zornih kotov. Parameter zajema dimenzije: dobre prakse v procesu učenja, medsebojna povezanost, vodenje in vrednote.
- Uporaba, ponovna uporaba in ustvarjanje odprtih izobraževalnih virov: prizadevati si moramo uporabljati že obstoječe odprte izobraževalne vire, kar bo pripomoglo k nadgradnji kurikuluma, prav tako pa nam to omogoča doseganje pričakovanih učnih rezultatov. Parameter zajema dimenzije: kurikulum, dobre prakse v procesu poučevanja, vodenje in vrednote.
- Vključevanje v oblikovanje ocenjevanja: ocenjevanje bi moralo vsebovati kreativne naloge z namenom vključevanja in motiviranja učencev ob ocenjevanju kompleksnih veščin, kot so sodelovanje in reševanje problemov v šoli in izven nje, ki ne morejo biti ocenjene z običajnimi orodji za ocenjevanje. Parameter zajema dimenzije: preverjanje in ocenjevanje, dobre prakse v procesu poučevanja, dobre prakse v procesu učenja.
- Uporaba formativnega ocenjevanja: uporabljati bi morali metode in orodja za formativno ocenjevanje, s katerim učitelj spremlja napredek učenca in dobi povratno informacijo. Parameter zajema dimenzije: preverjanje in ocenjevanje, dobre prakse v procesu poučevanja in organizacijo VI procesa.
- Učni dogodki: razred bi moral aktivno sodelovati pri organizaciji in izvedbi učnih dogodkov. Parameter zajema dimenzije: medsebojno povezanost, dobre prakse v procesu poučevanja, organizacijo VI procesa.

- Sodelovanje prek družbenih omrežij: družbena omrežja šolski skupnosti ponujajo možnosti komuniciranja pa tudi modernizacijo notranjih procesov. Parameter zajema dimenzije: medsebojno povezanost, dobre prakse v procesu poučevanja, organizacijo VI procesa.
- Vključevanje in upravljanje inovacij: ljudje podamo ideje za inovacije in kreativnost, ki bi jih prek dobre organizacije lahko uresničili. To bi morali spodbujati tudi v razredu in s tem bi ustvarili šolsko kulturo, ki podpira trajnostne inovacije in učinkovito uporablja človeške vire. Parameter zajema dimenzije: vodenje in vrednote, organizacijo VI procesa, medsebojno povezanost.
- Mreženje z akterji: šola neprekinjeno sodeluje s podjetji, agencijami, muzeji itd., kar omogoča, da se učenci srečajo z družbenimi vrednotami, kulturami, s čimer tudi podpiramo in spodbujamo njihovo motivacijo. Parameter zajema dimenzije: medsebojno povezanost, vodenje in vrednote, organizacijo VI procesa.

V izobraževanju vse povezujemo s taksonomskimi stopnjami, zato je potrebno, da se na te naslanjamo tudi pri vključevanju IKT v pouk. Razvoj znanja gledamo od konkretnega do abstraktnega znanja po stopnjah Gagnejeve taksonomije: faktografsko, konceptualno, proceduralno in metakognitivno znanje. Razvoj kognitivnih procesov pa od miselnih veščin prvega reda prek šestih stopenj Bloomove taksonomije (pomnjenje, razumevanje, uporaba, analiziranje, vrednotenje in ustvarjanje) preide na miselne veščine drugega reda (MIZŠ, 2016).

Prav po stopnjah Bloomove taksonomije pa so uvrščene aplikacije v pedagoško kolo, ki ga lahko uporabimo kot pomoč pri iskanju ustrezne aplikacije za uporabo v razredu.

### *Pedagoško kolo*

Pedagoško kolo je ustvarjeno v pomoč učiteljem pri izbiri aplikacij za uporabo pri pouku. Usmerja nas k razmišljanju o poučevanju v digitalni dobi, ki poveže pomisleke glede funkcij, ki nam jih ponujajo mobilne aplikacije, spreminjanje načinov učenja, povečanje motivacije pri učencih, izboljšanje kognitivnega razvoja in dolgoročnih ciljev učenja. Je pripomoček, ki ga je mogoče enostavno uporabiti (Teach Thought, 2018).

Pedagoško kolo v enem grafikonu združuje več različnih področij pedagoškega mišljenja. Učitelju omogoči, da v okviru splošnih ciljev predmeta in glede na širše razvojne potrebe svojih učencev določi učne dejavnosti, katerih izvedba temelji na uporabi aplikacij (Teach Thought, 2018).

Koncept pedagoškega kolesa temelji na interakciji petih elementov, te si lahko zamislimo kot med seboj povezane zobnike, saj odločitev na enem področju (zobniku) vpliva na odločitve na preostalih področjih. Ti elementi so: a) lastnosti, b) motivacija, c) Bloomova taksonomija, d) izobraževalna tehnologija in e) SAMR model (Teach Thought, 2018; Designing Outcomes, 2019).

V nadaljevanju so elementi od a) do e) opisani podrobneje (Teach Thought, 2018).

a) Lastnosti so v središču učenja. Bistveno pri načrtovanju učenja je, da se nenehno vračamo k lastnostim, kot so etika, odgovornost in aktivno državljanstvo. Vprašati se moramo, kaj bo prispevalo k razvoju posameznih lastnosti, kako bo neka učna izkušnja vplivala na posameznega učenca, kako bo način izvedbe pouka vplival na razvoj lastnosti in

zmožnosti učencev in ali obstaja način izvedbe aktivnosti, ki bo vsakemu učencu pomagala postati najboljši.

b) Motivacija je ključnega pomena za doseganje učinkovitih učnih rezultatov. Vprašati se moramo, kako bo naš način poučevanja podpiral samostojnost učencev in njihovo doseganje ciljev.

c) Bloomova taksonomija je pomemben dejavnik na vseh področjih poučevanja. Učiteljem pomaga pri oblikovanju dejavnosti za doseganje učnih ciljev, sploh teh, ki zahtevajo razmišljanje višjega reda. Aplikacije so razvrščene v 6 stopenj, in sicer: pomnjenje, razumevanje, uporaba, analiziranje, vrednotenje in ustvarjanje.

d) Izobraževalna tehnologija nam omogoča uporabo aplikacij in implementacijo v pouk. Na voljo so nam raznorazne aplikacije, katerih verzije se nenehno nadgrajujejo, nastajajo pa tudi nove, zato pedagoško kolo potrebuje nenehne posodobitve. Tudi učitelji bi morali ves čas razmišljati, ali obstaja kakšna aplikacija, ki bo izboljšala trenutno uporabljene pedagoške pristope in strategije.

e) SAMR model nas vodi, kako uporabiti izbrano tehnologijo. Pomaga nam oceniti, v kolikšni meri pouk, izveden z uporabo IKT in aplikacij, presega način poučevanja, ki ga lahko izvedemo brez teh. Uporaba SAMR modela je tako namenjena predvsem premisleku učiteljev o kognitivnih procesih učencev pri obstoječi uporabi IKT in o možnostih nadgradnje uporabe IKT pri pouku, da bi tako pri učencih ob uporabi IKT v čim večji meri spodbujali uporabo višjih taksonomskih stopenj kognitivnih procesov, povezanih z razvojem potrebnih spretnosti, veščin in znanj za 21. stoletje, med katere uvrščamo tudi kritično mišljenje (Webb, 2014, Yen & Halili, 2015; Keane idr., 2016).

Aplikacije za uporabo pri poučevanju izbiramo glede na cilje, ki jih hočemo doseči. Pri tem nas vodijo merila izbiranja aplikacij, kjer je zapisano, kaj aplikacije, uvrščene v posamezno stopnjo, od učencev zahtevajo. V stopnjo pomnjenja so uvrščene aplikacije, s katerimi učenci izboljšujejo zmožnosti definiranja izrazov, prepoznavajo dejstva in izboljšujejo priklic ter iskanje dejstev in podatkov. Naloge v aplikacijah so zasnovane tako, da od učencev zahtevajo npr. izbiro pravilnega odgovora, določanje vrstnega reda, vpisovanje kratkih odgovorov ipd. Na stopnji razumevanja je od učencev zahtevana pojasnitev zamisli ali pojmov, prisotna so vprašanja odprtega tipa, ki zahtevajo povzetek vsebine ali razlago pomena. Na naslednji stopnji, stopnji uporabe, aplikacije omogočajo razvijanje naučenih postopkov in metod, uporabe pojmov v novih okoliščinah. Aplikacije, uvrščene v stopnjo analiziranja, omogočajo razvoj zmožnosti razlikovanja med pomembnim in nepomembnim, medtem ko tiste, ki so uvrščene v stopnjo vrednotenja, pri učencih spodbujajo razvijanje zmožnosti za presojanje zanesljivosti, kakovosti, pravilnosti in učinkovitosti gradiva ter pri sprejemanju odločitev glede na dobljene podatke. Na zadnji stopnji, stopnji ustvarjanja, aplikacije učencem omogočajo ustvarjanje novih zamisli, načrtovanje in izdelovanje (Teach Thought, 2018).

Pri vključevanju IKT v poučevanje moramo biti torej pozorni in preučiti vse dejavnike, ki lahko vplivajo tako na izvedbo kot na spodbujanje znanja in zmožnosti učencev. Model, ki nas pri tem usmerja, je med drugim tudi že omenjeni SAMR model, ki se mu bomo bolj podrobno posvetili v nadaljevanju.

### *SAMR model*

SAMR model je, kot je že omenjeno, eden glavnih modelov, ki nas vodi pri uporabi IKT v poučevanju. Model spodbuja učitelje, da poučevanje prek tehnologije usmerijo v napredovanje z nižje do višjih stopenj (Hamilton, Rosenberg in Akcaoglu, 2016). Model sestavljajo štiri stopnje, in sicer: a) zamenjava (ang. Substitution), b) obogatitev (ang. Augmentation), c) sprememba/prilagoditev (ang. Modification) in d) nov pristop (ang. Redefinition).

V nadaljevanju so stopnje od a) do d) opisane podrobneje.

- a) Na stopnji zamenjave IKT nadomesti zvezke in svinčnike brez posebne spremembe v primerjavi s klasičnim učenjem. Namesto da učitelj učencem v razred prinese kopije besedila, ga preberejo npr. na tablicah (Hamilton idr., 2016).
- b) Na stopnji obogatitve je tehnologija v razredu v pomoč, da presežemo, kar bi lahko dosegli brez IKT. Dejavnost sicer ostane enaka, IKT pa nam omogoči, da jo izvedemo na drugačen način. Namesto da bi učenci rešili kviz na papir, ga rešijo prek aplikacije, kar nam hkrati omogoča tudi hitrejšo povratno informacijo (Romel idr., 2014).
- c) Opisani stopnji (zamenjava in obogatitev) poskrbita za spremembo pri učenju in poučevanju, ko pa uporabimo IKT na stopnji spremembe in novega pristopa, pa proces učenja in poučevanja povsem preoblikujemo (Jude idr., 2014).
- d) Prehod na stopnjo spremembe je prvi korak čez mejo tradicionalnega učenja. Na tej stopnji vpeljava tehnologije zahteva pomembno preoblikovanje naloge (Hamilton idr., 2016). Te stopnje na tradicionalen način, brez IKT ne moremo doseči, saj je pouk zasnovan tako, da učenci npr. na računalnik napišejo esej, se posnamejo pri branju, dodajo različne zvočne efekte (Romel idr., 2014).
- e) Zadnja stopnja novega pristopa je dosežena, ko je IKT uporabljen za dosego popolnoma nove naloge, ki je prej ne bi mogli izvesti. Učitelj za dosego te stopnje od učencev npr. zahteva, da postavljeno nalogo opravijo tako, da posnamejo video in ga nato smiselno uredijo, mu dodajo efekte in napise (Hamilton idr., 2016).

Romrell, Kidder in Wood (2014) ugotovijo, da tehnologija predstavlja pozitivno alternativo drugim metodam učenja. Poznavanje in razumevanje, kaj je tehnologija (ne le IKT), kje jo lahko uporabljamo, na kakšen način jo uporabljamo, je pravzaprav v domeni tehnološke pismenosti. Kaj je tehnološka pismenost, pa si oglejmo v naslednjem poglavju.

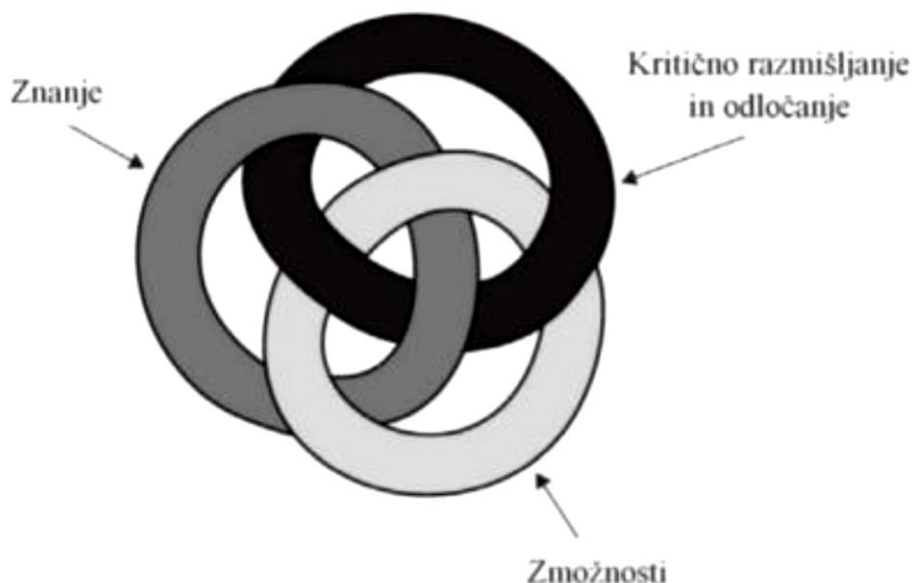
### **Tehnološka pismenost in kritično mišljenje pri TiT**

Tehnološka pismenost (TP) je v najosnovnejšem smislu splošno razumevanje tehnologije. Tehnološko pismena oseba razume, kaj tehnologija je, kako je ustvarjena, kako vpliva na družbo in kako družba vpliva nanjo (ITEEA, 2007). Razumevanje in zavedanje vpliva tehnologije in njene uporabe je pomembno zaradi vse hitrejšega razvoja na tem področju. Tehnologija vpliva na način življenja, saj nam je z njeno uporabo olajšano opravljanje vsakodnevnih opravil (Pajk, 2018). Z osebnega vidika je korist razumevanja tehnologije v tem, da znamo v določeni situaciji izbrati ustrezen izdelek in ga pravilno uporabiti. Prav to poznavanje nam pomaga pri odpravljanju težav, s katerimi se vsakodnevno srečujemo (ITEEA, 2007).

TP nam zagotovi orodja, s katerimi se lahko inteligentno in premišljeno najdemo v današnjem svetu. Vrsta in stopnja TP pa se spreminja glede na starost, potrebe, izobrazbo, interese in stališča (Garmire in Pearson, 2006). Zaradi vedno večje odvisnosti trga od sodobnih razvijajočih se tehnologij mora posameznik za uspešno konkuriranje dosegati vedno višje stopnje TP (Avsec, 2012). Pomembno je, da TP razvijamo pri otrocih že v zgodnjih letih in med vsemi leti šolanja, saj učenci na vsaki stopnji šolanja z razumevanjem osnovnih tehnoloških konceptov predhodna znanja nadgrajujejo. Razvijanje TP pa ni pomembno le pri učencih, ki se bodo usmerili v tehnološke poklice, temveč tudi pri ostalih, saj je zaradi močnega razvoja tehnologije zmožnost rokovanja z njo prednost (ITEEA, 2007).

Tehnološko pismenost določajo tri dimenzije, in sicer: znanje, zmožnosti ter kritično razmišljanje in sposobnost odločanja (KRO).

Garmire in Pearson (2006) ter drugi viri TP pripisujejo tri kompleksne dimenzije: a) znanje, b) zmožnosti in c) kritično razmišljanje in sposobnost odločanja. Te tri dimenzije so med seboj povezane, odvisne in neločljive ter ustvarjajo dodatne sinergije (slika 1). Da je posamezniku omogočeno doseganje višjih ravni zmožnosti, mora biti podprt z znanjem, prav tako brez razumevanja značilnosti tehnologije ne more sprejemati premišljenih odločitev (Garmire in Pearson, 2006; Pajk, 2017).



Slika 1: Ponazoritev dimenzij TP z medsebojno povezanimi krožnimi kolobarji (Garmire in Pearson, 2006; Pajk, 2018)

V nadaljevanju so dimenzije od a) do c) opisane podrobneje.

a) Znanje. Pomeni rezultat pridobivanja in pomnjenja informacij z učenjem. Sem spadajo razumevanje pojmov, dejstev, načel in konceptov, povezanih s področjem dela, ter pojmovno razumevanje, te posameznik pridobi skozi učenje. Z učenjem si to znanje v spomin vtisnemo kot celoto podatkov (Avsec 2012; Keše, 2016; Pajk, 2018).

Za tehnološko pismeno osebo je na področju znanja značilno, da (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006; Pajk, 2018):

- prepozna razširjenost, razvijanje in prodornost tehnologije v vsakdanjem življenju;
- je seznanjen z zgodovino tehnologije in njenim vplivom na življenje ter na razvoj človeka;
- razume osnovne tehnološke koncepte in izraze, kot so npr.: sistemi, omejitve in kompromisi;
- pozna vrste in omejitve procesov tehnološkega konstruiranja;
- pozna in upošteva tveganja, ki jih povzroča uporaba tehnologije;
- upošteva, da je treba pri uporabi tehnologije vključevati kompromise in ravnovesje med stroški in koristmi;
- ve, da tehnologija odraža vrednote in kulturo družbe.

b) Zmožnosti. So sposobnosti, pridobljene z usposabljanjem ter uporabo implicitnega spomina za uporabo znanja pri izvedbi nalog ter reševanju problemov. Zmožnosti delimo na kognitivne ali logične. Med kognitivne zmožnosti uvrščamo uporabo logičnega mišljenja, intuitivnega ter ustvarjalnega mišljenja, praktične zmožnosti pa so npr. ročne spretnosti, uporaba orodij, materialov, metod in instrumentov (Avsec, 2012). Ključno pri tej dimenziji je, da posameznik izvede (vsaj) preprost postopek načrtovanja (konstruiranja) z namenom rešitve problema, pomembnega za življenje. V kolikšni meri so zmožnosti razvite, določa to, kako posameznik izkoristi tehnologijo v svojem zasebnem življenju in kako učinkovita je ta oseba na delovnem mestu (Garmire in Pearson, 2006).

Zmožnosti tehnološko pismene osebe se odražajo v tem, da (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006; Pajk, 2018):

- ima vrsto praktičnih spretnosti, znanje, s katerim upravlja različne naprave, pripomočke in stroje doma ali na delovnem mestu;
- je zmožen prepoznati in popraviti preproste mehanske in tehnološke probleme doma ali na delovnem mestu;
- uporablja osnovne matematične koncepte, ki so povezani z verjetnostjo, izračuni in ocenjevanjem, ki so mu v pomoč pri pripravi poučene sodbe o tehnoloških tveganjih in koristih;
- za rešitev težav, s katerimi se srečuje v vsakdanjem življenju, uporabi tehnično razmišljanje;
- raziskuje, išče in pridobi informacije o tehnoloških vprašanjih iz različnih virov.

c) KRO. Nanaša se na način, kako oseba pristopi k tehnološkemu problemu. Posameznik z razvitimi sposobnostmi na področju KRO bo ob soočenju z vprašanjem pretehtal koristi in tveganja pri reševanju problema. Zmožen je uporabiti znanje, spretnosti, osebne, socialne in metodološke zmožnosti na osebni ravni ali na delovnem mestu. KRO se nanaša na to, kako oseba pristopi k tehnološkim problemom in vprašanjem. Na ravni posameznika se odraža kot boljša odločitev v določenih situacijah, na ravni družbe pa se odraža pri odločitvah o globalnih vprašanjih, ki vplivajo na okolje. TP je med drugim tudi zagotovilo, da posameznik svoja mnenja in odločitve dobro utemelji, pri tem pa izhaja iz močne baze znanja (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006; Pajk, 2018).

Za tehnološko pismeno osebo na področju KRO je značilno, da (Avsec, 2012; Garmire in Pearson, 2006):

- zastavlja ustrezna vprašanja sebi in drugim o koristih in tveganjih tehnologij,

- sistematično pretehta informacije o koristih, tveganjih, stroških in kompromisih tehnologij, ki so mu na voljo, in
- če je treba, sodeluje pri odločitvah o razvoju in uporabi tehnologije.

Ker je namen našega dela raziskati vpliv uporabe IKT na TP s poudarkom na kritičnem mišljenju, se temu v nadaljevanju podrobneje posvetimo.

#### *Kritično mišljenje kot ena izmed dimenzij TP*

V različnih virih lahko najdemo ogromno definicij kritičnega mišljenja. Halpernova (1996) kritično mišljenje opiše kot uporabo kognitivnih sposobnosti ali strategij, ki večajo možnost za ugoden izid. Je mišljenje, ki je namensko, utemeljeno in usmerjeno k cilju, je »zvrst« mišljenja, ki jo uporabimo pri reševanju problemov, pri oblikovanju sklepov in pri sprejemanju odločitev. Kritičen mislec uporablja preiščljene veščine, ki so učinkovite za določeno vrsto naloge, uporablja dokaze in razloge ter si prizadeva preseči pristranskosti (Halpern, 2014).

Stobaughova (2013) zapiše definicijo kritičnega mišljenja avtorja Chaffee (1988), ki pravi, da je kritično mišljenje naše aktivno, namensko in organizirano prizadevanje, da bi razumeli smisel sveta s skrbnim preiščljanjem o svojem razmišljanju in razmišljanju drugih, z namenom razjasnitve in izboljšanja našega razumevanja. Poudari, da je kritično mišljenje analitično in namerno, vključuje tudi izvirno mišljenje. Je globoka predelava znanja, s katero ugotavljamo povezave med posameznimi področji in iščemo kreativne rešitve za reševanje problema (Stobaugh, 2013).

Hunter (2014) v svojem delu zapiše definicijo kritičnega mišljenja enega najpomembnejših raziskovalcev na tem področju Roberta Ennisa, ki kritično mišljenje opiše kot razumno, reflektivno mišljenje, ki je usmerjeno v odločanje, čemu verjeti in kaj storiti. Na to definicijo pogleda z več zornih kotov na vsak posamezen del. Del odločanja, čemu verjeti, je stvar odločitve ob dejstvih, npr. ali je zunaj dež ali sonce, ali je bil ogledan film vreden denarja, ali je restavracija z leti postala boljša, ali lahko zaupamo vsemu, kar nam pove učitelj itd. Če gre za odločanje o dejanski zadevi, kot je primer z vremenom (na kar nimamo vpliva), se zavzemamo za dejstva. Pri odločanju o neki ocenjevalni zadevi, kot je primer s filmom, gre za zavzemanje stališč, kaj je dobro ali boljše. V vseh primerih je kritično mišljenje uporabljeno kot pomoč pri sprejemanju odločitev o tem, kaj verjeti, kar lahko uvrstimo v teoretično sklepanje (Hunter, 2014).

Če se osredotočimo na del odločanje, kaj storiti, se postavimo na mesto, ko razmišljamo o tem, čemu v življenju dati večjo težo, kaj bomo bolj cenili. Ko se na primer odločamo, ali se gremo ukvarjat s športom ali še naprej beremo knjigo, pretehtamo, kaj nam je v življenju bolj pomembno, kakšna oseba želimo biti, kakšno življenje si želimo imeti. Odločili smo se npr. za šport, saj je forma pomembna za dobro življenje. Odločitve, kaj v življenju postaviti na prvo mesto, so najtežje odločitve. Pri teh odločitvah nam pomaga kritično mišljenje. Ko pa si enkrat izberemo cilje, se moramo neprestano odločati o sredstvih za doseg teh ciljev. Tudi tukaj v ospredje stopi kritično mišljenje. Ko se odločamo, kaj storiti, se pravzaprav odločamo, kaj storiti in kako to storiti, kar uvrščamo v praktično sklepanje (Hunter, 2014).

To dvoje med sabo poveže del definicije, ki pravi, da je kritično mišljenje razumno. To pomeni, da moramo imeti za vsako odločitev dober razlog. Del, ki pravi, da je kritično

mišljenje reflektivno, pa pomeni, da vključuje razmišljanje o problemu na več različnih ravneh in zahteva pogled na problem z več različnih zornih kotov (Hunter, 2014).

»Kritičen« del kritičnega mišljenja označuje komponento evalvacije oz. vrednotenja, ki je konstruktiven odraz pozitivnih in negativnih lastnosti. Ko uporabljamo kritično mišljenje oziroma ko kritično razmišljamo, pravzaprav evalviramo rezultate naših miselnih procesov. Razmišljamo o tem, kako dobra je bila naša odločitev, kako je bila težava rešena, sklepamo o ugotovitvi, do katere smo prišli (Halpern, 2014). Kritični misleci uporabljajo reflektivno odločanje in premišljeno reševanje problemov. Analizirajo situacijo, evalvirajo argumente in oblikujejo ustrezne sklepe. Kritičen mislec stremi k iskanju resnice, četudi resnica nasprotuje dolgotrajnim prepričanjem, je radoveden, predan razumevanju in želi pridobiti zanesljive informacije in dokaze (Stobaugh, 2013).

Posamezniki s slabo razvitimi veščinami kritičnega mišljenja imajo slabše razumevanje problemov, iz obsežnejših nalog ne znajo izločiti nepomembnih dejstev, ne vztrajajo pri reševanju problemov, temveč oblikujejo nejasno rešitev, ki lahko ne ustreza konkretni situaciji (Stobaugh, 2013). Načina razmišljanja, ki spremlja neke rutinske navade (umivanje zob, pot v šolo ali službo ipd.), ki je prav tako usmerjen k nekemu cilju, ne smemo prištevati h kritičnemu mišljenju. To je primer neusmerjenega ali avtomatskega razmišljanja (Halpern, 2014).

Kritično razmišljanje nam kljub temu da je prihodnost vedno neznana in nikoli nimamo zagotovila o tem, kaj se bo zgodilo, omogoča večjo verjetnost zaželenega izida, če pred neko odločitvijo kritično premislimo vse dejavnike (Halpern, 2014).

Partnerstvo za znanje 21. stoletja (2011, v Stobaugh, 2013) opredeli štiri področja veščin kritičnega mišljenja:

a) učinkovito sklepanje: uporaba različnih vrst sklepanja glede na situacijo (induktivno, deduktivno itd.);

b) uporaba systemskega razmišljanja: analiziranje, kako deli celote medsebojno vplivajo na delovanje zapletenih sistemov;

c) presojanje in sprejemanje odločitev:

- učinkovito analiziranje in ocenjevanje dokazov, argumentov, trditev in prepričanj,
- analiziranje in vrednotenje glavnih alternativnih stališč,
- sintetiziranje in vzpostavljanje povezave med zbranimi informacijami in argumenti,
- interpretiranje informacij in ugotovitve na podlagi analize,
- kritično razmišljanje o učnih izkušnjah in učnem procesu;

d) reševanje problemov:

- reševanje različnih vrst neznanih težav na konvencionalen in inovativen način,
- prepoznavanje in postavljanje pomembnih vprašanj, ki pojasnjujejo različna stališča in vodijo do boljših rešitev.

Ti miselni procesi od učencev zahtevajo, da ob srečanju s težavami pregledajo več virov in izluščijo pomembne informacije, ki jim bodo pomagale pri reševanju problema (Stobaugh, 2013).

Med drugim se kritičnega mišljenja dotakne tudi avtorica Rupnik V. (2010 a), ki je predstavila osem veščin kritičnega mišljenja. Te so: spraševanje in odkrivanje, presojanje in vrednotenje, jasna in natančna raba jezika, sklepanje in interpretiranje, argumentiranje, reševanje problemov in odločanje ter refleksija in samoregulacija. Učitelj učencem z omogočanjem učnih priložnosti spodbuja razvoj kritičnega mišljenja.

Za razvoj na področju prve veščine je pomembno, da učencem omogočimo zastavljanje vprašanj v različnih fazah učnega procesa, spodbujamo presojo kakovosti lastnih in tujih vprašanj, pri tem odkrivajo in raziskujejo. Na področju razvoja veščine natančne in jasne rabe jezika je pomembno, da učitelj učence spodbuja k opredeljevanju pojmov ter k preverjanju razumevanja slišane in prebranega. Učence spodbujamo k samostojnemu opredeljevanju do kriterijev, presojanju njihove jasnosti in na podlagi tega k presojanju ideje, pojava, dogodka in situacije. To je pomembno pri razvoju veščine analiziranja in vrednotenja, medtem ko je na področju veščine sklepanja in interpretiranja pomembno, da učence navajamo na razlikovanje dejstev od interpretacije in na samostojno interpretiranje pojavov, iskanje možnih interpretacij, razlag ter zavzemanje različnih perspektiv ob opisu dogodkov in pojavov. Za razvoj veščine argumentiranja učencem omogočamo, da oblikujejo, analizirajo in vrednotijo svoje argumente in argumente drugih. Učencem za razvoj veščine reševanja problemov in odločanja predstavimo in omogočimo uporabo različnih strategij za reševanje odprtih problemov, pri tem uporabljajo raznovrstne tehnike odločanja in sprejemanja odločitev. Na področju razvoja zadnje veščine, refleksije in samoregulacije pa je pomembno, da učencem omogočimo razmišljanje o lastnem razmišljanju, da jih spodbujamo k analiziranju lastnega razmišljanja z vidika vsebine in procesa ter k presojanju kakovosti lastnega razmišljanja, k postavljanju ciljev in načinov doseganja teh ciljev ter glede na to prilagajanju postavljenih ciljev (Rupnik V., 2010 a, 2010 b).

Avtorica tudi poudari, da je samoregulacija ena izmed osrednjih veščin kritičnega misleca. Samoregulacijo različni avtorji opredelijo kot učenčevo prizadevanje k izboljšanju lastnih rezultatov, učenci so usmerjeni k dajanju povratne informacije med učenjem, k spremljanju odzivov na lastna opažanja. Kaže pa se v spremembi načina pristopa k dejavnostim, pa tudi kot sprememba v vedenju. Na področju mišljenja naj bi bila sposobnost misleca nadzorovanje in spreminjanje lastnega mišljenja. Uporablja različne strategije in procese, s katerimi dosega boljše rezultate na področju mišljenja. Za razvoj na področju samoregulacije/metakognicije se lahko uporablja več strategij; igra vlog, simulacije, pisanje dnevnika, parafraziranje itd. Med najpomembnejše avtorica uvršča eksplicitnost v poučevanju kritičnega mišljenja. To se lahko doseže s tem, da a) učenci sami raziščejo, kaj pomenijo pojmi kritično mišljenje, metakognicija, samoregulacija, b) učencem damo možnost, da osmislijo učenje kritičnega mišljenja v kontekstu konkretne znanosti in v življenju na sploh, c) učence spodbudimo, da si oblikujejo jasne in preproste cilje, h katerim stremijo z namenom izboljšanja njihovega mišljenja, d) učencem omogočimo, da razumejo vlogo in pomen prepričanj, predpostavk, stališč, vrednot itd. na zaznavanje, doživljanje in ravnanje, in e) učencem omogočimo, da uresničijo svoje načrtovanje, ga ovrednotijo in reflektirajo svoje mišljenje s ključnimi koncepti, modeli in principi s področja kritičnega mišljenja (Rupnik V., 2010a).

Prav tako kot Rupnik V. tudi Halpern (2014) zapiše osem veščin kritičnega mišljenja, in sicer: veščine pomnjenja, razumevanja, določanja veljavnosti sklepov, analize argumentov, razumevanja in uporabe verjetnosti, veščine odločanja, načrtovanja in reševanja problemov ter veščine ustvarjalnega mišljenja.

### Stanje TP v slovenskih OŠ

V tem delu bomo naredili pregled, kakšna je TP učencev in učiteljev TIT v slovenskih OŠ. Meritve TP so bile opravljene z učenci 3. razreda OŠ leta 2013 (Krhin), leta 2016 je Keše meril TP učencev 5. in 6. razreda OŠ, pri učencih 9. razreda OŠ je TP leta 2012 meril Avsec. Leta 2017 pa je Pajk opravila meritev TP še pri učiteljih TIT (Bizjak, 2018).

Meritve TP z učenci 3. razreda OŠ dajo rezultate, da je TP precej nizka. Na področju znanja so učenci dosegli 32,9 %, na področju zmožnosti 23,4 %, na področju KRO pa kar 40,3 %. Presenetljiv podatek je, da so učenci na dimenziji KRO dosegali višje rezultate kot na ostalih dveh dimenzijah. Rezultat pri dimenziji zmožnosti, ki je najnižji, pa nam pove, da je reševanje problemov in izvedba naloge najšibkejše področje pri učencih 3. razreda (Krhin, 2012; Bizjak, 2018).

O razmeroma nizki TP učencev poroča tudi Keše (2016), ki meri TP v 5. in 6. razredu OŠ. Na področju znanja so učenci uspešni v 57,8 %, na področju zmožnosti dosegajo 32,9 %, najmanj, 18,5 %, pa so učenci dosegli na dimenziji KRO. Ugotavlja, da TP po dimenzijah z višjimi kognitivnimi stopnjami pada, in sklene, da so učenci premalo vključeni v raziskovanje in reševanje tehnoloških problemov iz vsakdanjih situacij. Razlika v TP se pokaže tudi med razredoma, učenci 5. razreda so dosegli za nekaj odstotkov slabše rezultate kot učenci 6. razreda (Keše, 2016; Bizjak, 2018).

Avsec (2012), ki meri TP pri učencih 9. razreda OŠ, prav tako ugotavlja, da je stopnja TP teh učencev nizka. Na področju tehnološkega znanja so bili učenci uspešni v 48,7 %, na področju zmožnosti 28,9 %, na področju KRO pa 28,1 %. Poudari, da so rezultati na dimenzijah zmožnosti in KRO kritični, saj sta ti dve ključni za tehniško izobraževanje.

Na TP učencev pa vsekakor vpliva tudi TP učiteljev. To je merila Pajk (2017) in izmerila uspešnost učiteljev na področju znanja v 85,45 %, na področju zmožnosti 55,00 % in na področju KRO 56,67 %. Avtorica ne opazi vpliva spola, delovne dobe, opazi pa vpliv samoizobraževanja, lastne motivacije ipd.

Glede na to, da se TP v slovenskem šolstvu razvija pri predmetih tehničnega izobraževanja, ki učence pripravljajo, da stremijo k uspehu v svetu sodobnih tehnologij, je dobro poudariti, da učni načrt za TIT ni v zadostni meri pokrit s STP, prav tako nezadovoljivo razvija kompetence, kot sta ekonomska in podjetniška, ne obravnava vsebinskih področij, kot na primer zdravstvena tehnologija, biotehnologija, transportna in proizvodna tehnologija (Avsec, 2012; Pajk, 2017).

Iz rezultatov omenjenih raziskav lahko vidimo, da so kritične izmerjene vrednosti predvsem na komponenti KRO. Razvoj TP s poudarkom na dimenziji KRO pa je motivacija tudi za naše delo. Eden izmed načinov razvijanja TP, ki ga bomo vključili v izvedbe pouka s pomočjo IKT, je tudi uporaba tehničnih zgodb.

## Uporaba tehničnih zgodb prek IKT pri spodbujanju KRO

IKT se šteje za ključno izobraževalno orodje, zato si vedno bolj prizadevamo, da jih uporabimo kot pripomoček pri graditvi znanja učencev (Yang in Wu, 2011). Zaradi omogočanja različnih dejavnosti v avtentičnih situacijah je IKT orodje, ki nam omogoča razvijanje kritičnega mišljenja (Rupnik V., 2010a). Eden možnih načinov uporabe IKT z namenom spodbujanja veščin kritičnega mišljenja so tehnične zgodbe. To so zgodbe s tehnično vsebino, ki jih učenci dopolnjujejo. Možnih izvedb je več, poznamo zgodbo s podanim začetkom, zgodbo s podanim koncem, zgodbo s podanimi štirimi ključnimi dejavniki, zgodbo s podanim naslovom ter sestavljanje celote iz slik konkretnih ali abstraktnih predmetov.

Pri zgodbi z danim začetkom učenci glede na prvi del zgodbe ustvarijo nadaljevanje in konec. Pri tem morajo razumeti in osmisliti pojme, razmišljati o različnih možnih interpretacijah dogodkov, argumentirati, uporabljati različne strategije reševanja problemov, iskati odgovore na vprašanja, razumeti prebrano, zavzemati različne perspektive pogleda na situacijo. Enak način je pri zgodbi s podanim koncem, kjer učenci ustvarijo začetek zgodbe, iščejo razloge za določeno situacijo. Pri zgodbi, kjer so podani štiri ključni dejavniki, mora učenec med temi najti povezavo in sestaviti zgodbo. Primorani so k razumevanju pojmov, presojanju situacij in osmišljanju. Ob sestavljanju zgodbe morajo pojme najprej opredeliti, si zadati smiselne kriterije in raziskati različne možnosti interpretiranja pojavov. Podobno je pri zgodbi s podanim naslovom; učenci morajo v tem primeru glede na naslov napisati smiselno celoto. Prav tako si morajo pri pisanju take zgodbe osmisliti pojme v povezavi z določeno tematiko, jih smiselno povezati v celoto, argumentirati in interpretirati. Pri zadnjih dveh možnostih (sestavljanje celote) pa iz slik predmetov ali abstraktnih likov sestavijo celoto, s tem pravzaprav izvajajo sintezo. Ker sta veščini razmišljanja višjega reda in kritično razmišljanje med seboj pogosto povezani z ustvarjalnim razmišljanjem in ustvarjalnostjo, bi lahko ustvarjanje ugotovitev, uvodov, celih zgodb ali celote opredelili tudi kot ustvarjanje (Rupnik V., 2010 a, 2010 b, 2010 c; Brown, 2017; Bizjak, 2018).

Zgodbe so lahko pripovedovane na tradicionalen način s svinčnikom na papir. Vsekakor pa zgodbe, pripovedovane prek IKT, presegajo zmožnosti tradicionalnega pripovedovanja. Poleg uporabe različnih veščin razmišljanja se je treba pri pripovedovanju zgodb prek IKT ukvarjati še s paleto tehničnih orodij. Takim zgodbam lahko dodajamo grafike, zvočne efekte ipd. Na tak način pritegnemo pozornost tako ustvarjalcev kot tudi poslušalcev (Yang in Wu, 2011; Bizjak, 2018).

Eden izmed glavnih namenov ustvarjanja zgodb z uporabo IKT je razvijanje veščin kritičnega mišljenja. Pet merljivih dimenzij, ki odražajo kritično mišljenje, sta nakazala avtorja Yang in Wu (2011), in sicer: postavljanje predpostavk, indukcija, dedukcija, razlaga in vrednotenje argumentov. V procesu pripovedovanja in poslušanja zgodb morajo pripovedovalci in poslušalci uporabljati prej naštete elemente KRO, pripovedovalci morajo prepričati svoje občinstvo, oboji, tako pripovedovalci kot poslušalci, pa morajo zagovarjati svoje argumente, kar so pravzaprav elementi kritičnega mišljenja (Yang in Wu, 2011; Bizjak, 2018). Ob uporabi zgodb pri pouku pravzaprav povezujemo dva predmeta, npr. tehniko in umetnost, kar med drugim vpliva na izboljšanje sposobnosti razmišljanja višjega reda, posebej integrirano mišljenje. Kritično mišljenje, miselne veščine višjega reda, povezane z ustvarjalnostjo in ustvarjalnim mišljenjem, se še posebej razvijajo ob sodelovalnem učenju (Brown, 2017).

## **Namen in cilji**

Osrednji namen raziskave je bil dvojen, in sicer v pouk TIT vpeljati uporabo IKT in ugotoviti njen vpliv na razvoj tehnološke pismenosti s poudarkom na dimenziji KRO. Osredotočili se bomo na uporabo tehnologij pri vpeljavi snovi o lesnih gradivih v šestem razredu OŠ. S pred- in posttesti v eksperimentalni in kontrolni skupini učencev bomo tako videli razliko prirastka TP med učenci, ki bodo obiskovali pouk z uporabo IKT, in tistimi, ki bodo deležni tradicionalne oblike pouka.

Na osnovi pregleda relevantne literature in analize dognanj smo si za potrebe raziskave zastavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV 1–3):

RV 1: Kakšen je nivo tehnološke pismenosti v 6. razredu osnovne šole, gledano v celoti in po posamezni dimenziji tehnološke pismenosti?

RV 2: Ali uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije pri pouku tehnike in tehnologije vpliva na tehnološko pismenost učencev? Če da, kakšen je učinek, gledano v celoti in po posamezni dimenziji tehnološke pismenosti?

RV 3: Ali obstajajo razlike med spoloma glede na prirastek tehnološke pismenosti v eksperimentalni skupini? Če da, kakšne so te razlike?

## **Metoda**

Raziskava je potekala v okviru magistrskega dela (Bizjak, 2019), kjer smo uporabili kvantitativni raziskovalni pristop, prevladujoči metodi (M) pa sta:

M1: Teoretično-kavzalna metoda – preučevanje domače in tuje literature, deskriptivna metoda teoretičnih prispevkov, analiza in interpretacija izsledkov.

M2: Kavzalno-eksperimentalna metoda, kjer bomo s pomočjo pedagoškega kvazi-eksperimenta pojasnjevali spremembo ravni TP učencev.

## **Vzorec**

Raziskava temelji na namenskem vzorcu. Pred- in postteste so reševali učenci treh oddelkov 6. razreda osnovne šole na območju severne Primorske v mesecu aprilu, maju in juniju v šolskem letu 2018/2019. Skupno število učencev, vključenih v raziskavo, je 50, od tega 22 deklic, kar predstavlja 44 % vzorca, in 28 fantov, to je 56 % vzorca. Učencev v eksperimentalni skupini je 26, v kontrolni pa 24. Učenci so v povprečju stari od 11 do 12 let.

## **Značilnosti pouka TiT**

Za potrebe raziskave smo zasnovali učne priprave na temo lesnih gradiv z vpeljavo IKT pri pouku tehnike in tehnologije (TIT) v 6. razredu osnovne šole (OŠ). Tema, ki smo jo vpeljali v 6. razredu z uporabo IKT, so lesna gradiva, za katera smo izdelali ciljne učne priprave, podrobno opisano v delu (Bizjak, 2019). Zasnovali smo 5 učnih priprav, vsako za po dve šolski uri. Pouk je bil v skladu s temi pripravami izveden z eksperimentalno skupino.

Aplikacije, ki smo jih uporabili, smo izbrali iz pedagoškega kolesa, in sicer iz stopnje ustvarjanja po Bloomovi taksonomiji (Seesaw, Explain Everything, Kine Master).

## Opis instrumentarija

Pred vpeljavo snovi o lesnih gradivih v 6. razredu so učenci obeh skupin (eksperimentalne in kontrolne) rešili predtest TP, po izvedbi petih srečanj po dve šolski uri so vsi učenci rešili še posttest TP.

Test TP sestavlja 24 vprašanj, povzetih iz testnih baterij, ki sta jih sestavila Avsec (2012) in Keše (2016). Vprašanja v testnih baterijah obeh avtorjev so uvrščena v pet kategorij STP, in sicer: narava tehnike in tehnologije, tehnika in družba, oblikovanje in projektiranje, zmožnosti za ustvarjanje tehnološke družbe ter svet oblikovanja, konstruiranja in projektiranja. Prav tako so vprašanja razvrščena (enakomerno) v dimenzije TP, in sicer znanje, zmožnosti ter kritično mišljenje in sposobnost odločanja (Bizjak, 2019).

Pri sestavljanju testa TP, ki smo ga uporabili v naši raziskavi, smo bili pozorni, da so bila vprašanja enakomerno vzeta iz petih kategorij standardov TP, vprašanja prav tako enakomerno pokrivajo vse tri dimenzije TP, in sicer je v testu po 8 vprašanj vsake dimenzije.

Vprašanja so izbirnega tipa s 4 ali 5 možnimi odgovori, izmed katerih učenec izbere najbolj pravilen odgovor. Pri vprašanjih, ki preverjajo dimenzijo kritičnega mišljenja in sposobnosti odločanja, učenec najprej izbere in obkroži najbolj pravilen odgovor, nato pa iz prav tako že podanih predlogov še razlog.

Učenci so poleg pole z vprašanji in podanimi odgovori prejeli polo, na kateri so obkrožili odgovore (Bizjak, 2019). Njihove odgovore smo točkovali s točkama 0 (napačno) ali 1 (pravilno). Pri vprašanjih, ki se nanašajo na dimenzijo kritičnega mišljenja in sposobnosti odločanja, so morali, kot omenjeno, učenci obkrožiti dve postavki, in sicer: najbolj pravilen odgovor in razlog. Ta vprašanja smo točkovali z 1 (pravilno), če sta bili pravilno obkroženi obe postavki, oziroma z 0 (napačno), če ni bila pravilno obkrožena nobena postavka oziroma le ena od njiju.

## Zanesljivost instrumenta

Zanesljivost instrumenta smo preverjali na posttestu, kjer smo izračunali vrednost koeficienta Cronbach. Če je Cronbach  $\alpha > 0,6$ , privzamemo, da je test zadostno zanesljiv (Avsec, 2012).

Rezultati kažejo, da je posttest TP kljub majhnemu vzorcu dobro zanesljiv, saj je vrednost Cronbach  $\alpha = 0,767$ .

Zanesljivost smo zaradi kompleksne strukture TP preverili še z intraklasnim korelacijskim koeficientom (ICC), katerega vrednost za naš primer znaša 0,839. Vrednost ICC koeficienta za posttest TP predstavlja dobro zanesljivost (Avsec, 2012).

## Diskriminativnost testa ter občutljivost in težavnost testnih postavk

Diskriminativnost testa smo preverili z izračunom koeficienta Ferguson  $\delta$ . Vrednost koeficienta variira med 0 in 1. Višja, kot je vrednost, bolj je test diskriminativen. Da lahko rečemo, da je test diskriminativen, mora biti vrednost Ferguson  $\delta$  večja od 0,9 (Goldstein in Hersen, 2000). V našem primeru je vrednost koeficienta Ferguson  $\delta$  za posttest TP enaka 0,958.

Eden izmed dejavnikov analize testnih postavk je tudi diskriminativnost  $r$  (ali občutljivost) testnih postavk. Ta nam pove, v kolikšni meri se testna postavka razlikuje med testiranci glede na lastnost, ki jo meri celoten test. Torej se med dobre testne postavke uvrščajo tiste postavke, ki so jih uspešno rešili boljši testiranci, ne pa tudi testiranci, ki so v celoti dosegli slabši rezultat (Avsec, 2012).

Pregled diskriminativnosti posamezne postavke  $r$  kaže na to, da je pri vseh postavkah diskriminativnost pozitivna, to pomeni, da merijo, kar smo hoteli meriti (Avsec, 2012). Občutljivost postavk je v večini srednja in nizka (Bizjak, 2019), izstopajo pa postavka TPP6, ki ima neznatno občutljivost, postavki TPP17 in TPP20 pa visoko. Postavka TPP6 meri zmožnosti, po težavnosti pa spada med srednje težke postavke ( $p = 0,62$ ). Postavka TPP17 meri KRO, TPP20 pa zmožnosti, po težavnosti obe prav tako spadata med srednje težke postavke ( $p = 0,34$ ). Zmožnosti in KRO sta za razliko od znanja večkrat povezani z dejavniki, kot so opazovanje, izkustveno učenje, spremljanje, enkratno dejanje ipd., in lahko zaradi tega tudi slabši učenci kakšno postavko rešijo bolje od boljših, če ti niso bili deležni te izkušnje (Avsec, 2012).

### Težavnost testnih postavk

Pregled težavnosti posameznih testnih postavk posttesta TP kaže, da so veljavne vse postavke ( $p > 0$ ), težavnost  $p$  testnih postavk se giblje med vrednostma 0,08 in 0,78. Torej je težavnost postavk od lahkih do težkih. Precej izstopa testna postavka TPP8 z vrednostjo  $p = 0,08$ . Postavka meri sposobnost KRO, kar pomeni, da so imeli učenci, ki so imeli izkušnje s pojavom, prednost pri reševanju, saj je to področje specifično za razumevanje, je pa bila kljub temu postavka za vse reševalce težka (Avsec, 2012).

### Postopek zbiranja in obdelave podatkov

Učenci treh 6. razredov OŠ so bili razdeljeni v dve skupini; v prvi skupini je bil pouk izveden z vpeljavo IKT, v drugi skupini pa je bil pouk izveden na tradicionalen način. Prva skupina je bila torej eksperimentalna, druga pa kontrolna. Pred vpeljavo teme o lesnih gradivih smo v obeh skupinah izvedli predtest TP, sledilo je 5 srečanj po 2 šolski uri, kjer so učenci spoznavali snov o lesu, po koncu smo izvedli še posttest TP.

Pri vseh raziskovalnih stopnjah smo upoštevali etični vidik, torej od načrtovanja raziskave do pisanja poročila. Držali smo se temeljnih etičnih načel, ki so osnova vsake raziskave.

Zbrani podatki so bili obdelani s pomočjo statističnega programa SPSS. Uporabljena je bila osnovna deskriptivna statistika. Pri obdelavi podatkov smo izračunali frekvence ( $f$ ), odstotke (%), povprečne vrednosti ( $\bar{x}$ ) in standardni odklon ( $s$ ). Ustreznost merskih karakteristik instrumentarija smo preverili z mero zanesljivosti – Cronbach ( $\alpha$ ). Homogenost varianc smo preverjali z Levenovim testom. Statistično pomembne razlike med skupinami in meritvami smo preverili s pomočjo t-testa in enosmerne analize variance in kovariance. Pri statističnem sklepanju o pomembnosti statističnih razlik smo upoštevali tudi velikost učinka (parcialni  $\eta^2$  s kontrolo Cohen  $d$ ). Mere učinka parcialni  $\eta^2$  se oceni kot šibek (od 0,01 do 0,059), zmeren (od 0,06 do 0,14) ali močan (nad 0,14) (Cohen idr., 2003).

## Rezultati

V tem delu bo predstavljena analiza rezultatov, in sicer nivo TP v 6. razredu OŠ, vpliv uporabe IKT na TP učencev, in razlike med spoloma glede na prirastek TP v eksperimentalni skupini.

### Nivo TP v 6. razredu OŠ

Skupno število možnih točk na testu TP je bilo 24, kar je 100 %. TP učencev 6. razreda OŠ na pred- in posttestu kot celota in po posamezni dimenziji TP je prikazana v preglednici 1.

Iz podatkov, prikazanih v preglednici 1, vidimo, da je povprečno število doseženih odstotnih točk pri merjenju celotne TP na pred testu TP za  $N = 50$  učencev = 35,00 %, ob odklonu  $s = 8,71$  % in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine = 1,23 %. Minimalno število odstotnih točk, ki so jih učenci dosegli pri merjenju celotne TP, je  $\min = 16,67$  %, največje število odstotnih točk pa je  $\max = 58,33$  %. Porazdelitev rezultatov TP je rahlo asimetrična, vrednost  $g_3 = 0,252$  % je pozitivno asimetrična, kar pomeni, da je večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. več učencev je doseglo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = -0,045$  %, nam pove, da je porazdelitev bolj sploščena od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 8,71$  % (Avsec, 2012).

Preglednica 1: TP učencev pred in po izvedbi pouka z vpeljavo IKT, kjer pomeni  $\bar{x}$  – aritmetična sredina in  $s$  – standardni odklon

| Tehnološka pismenost | <i>predtest</i> |         | <i>posttest</i> |         |
|----------------------|-----------------|---------|-----------------|---------|
|                      | $\bar{x}$ [%]   | $s$ [%] | $\bar{x}$ [%]   | $s$ [%] |
| TP – celotna         | 35,00           | 8,71    | 41,08           | 18,25   |
| TP – znanje          | 49,00           | 15,53   | 45,50           | 22,18   |
| TP – zmožnosti       | 37,25           | 14,39   | 38,00           | 22,01   |
| TP – KRO             | 18,75           | 10,79   | 29,75           | 23,54   |

**Znanje na predtestu TP.** Pri merjenju tehnološkega znanja je za  $N = 50$  učencev povprečno število doseženih odstotnih točk  $\bar{x} = 49,00$  %, ob odklonu  $s = 15,53$  % in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 2,20$  %.

Minimalno število odstotnih točk, ki so jih učenci dosegli pri TP – znanje, je  $\bar{x}_{\min} = 25,00$  %, največje število odstotnih točk pa je  $\bar{x}_{\max} = 78,50$  %. Izračun koeficienta  $g_3$  nam da vrednost  $g_3 = 0,423$  %, je pozitivno asimetrična, kar pomeni, da je večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. več učencev je dosegalo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = -0,047$  % nam pove, da je porazdelitev bolj sploščena od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 15,53$  %, ki nam pove, kako so vrednosti odstotnih točk razpršene okoli  $\bar{x}$ .

**Zmožnosti na predtestu TP.** Pri merjenju tehnoloških zmožnosti je povprečno število doseženih odstotnih točk za  $N = 50$  učencev  $\bar{x} = 37,25$  %, ob odklonu  $s = 14,39$  % in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 2,04$  %.

Minimalno število odstotnih točk, ki so jih učenci dosegli pri merjenju tehniških zmožnosti, je  $\bar{x}_{\min} = 12,50$  %, največje število odstotnih točk, pa je  $\bar{x}_{\max} = 75,00$  %. Porazdelitev rahlo

asimetrična, vrednost  $g_3 = 0,625 \%$  je pozitivno asimetrična, kar pomeni, da je večja gostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. več učencev je dosegalo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = 0,066 \%$  nam pove, da je porazdelitev bolj koničasta od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 14,39 \%$  (Avsec, 2012).

**KRO na predtestu TP.** Pri merjenju TP na komponenti KRO je povprečno število doseženih odstotnih točk za  $N = 50$  učencev  $\bar{x} = 18,75 \%$ , ob odklonu  $s = 10,79 \%$  in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 1,53 \%$ .

Minimalno število odstotnih točk, ki so jih učenci dosegli pri merjenju tehniških zmožnosti je  $\bar{x}_{min} = 0,00 \%$ , največje število odstotnih točk pa je  $\bar{x}_{max} = 50,00 \%$ . Porazdelitev je rahlo asimetrična, vrednost  $g_3 = 0,595 \%$  je pozitivno asimetrična, kar pomeni, da je večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. več učencev je doseglo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = 0,429 \%$  nam pove, da je porazdelitev bolj koničasta od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 10,79 \%$  (Avsec, 2012).

Po izvedbi pouka TIT z vpeljavo IKT smo izvedli še posttest TP. Iz podatkov, prikazanih v preglednici 1, razberemo, da je povprečno število doseženih odstotnih točk pri merjenju celotne TP za  $N = 50$  učencev  $\bar{x} = 41,08 \%$ , ob odklonu  $s = 18,25 \%$  in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 2,58 \%$ .

Porazdelitev rezultatov TP je rahlo asimetrična, vrednost  $g_3 = 0,713 \%$  je pozitivno asimetrična, kar pomeni, da je večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. več učencev je doseglo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = 0,313 \%$ , nam pove, da je porazdelitev bolj koničasta od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 18,25 \%$ .

**Znanje na posttestu TP.** Pri merjenju tehnološkega znanja na posttestu je za  $N = 50$  učencev povprečno število doseženih odstotnih točk  $\bar{x} = 55,50 \%$ , ob odklonu  $s = 22,18 \%$  in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 3,14 \%$ . Porazdelitev rezultatov je rahlo asimetrična, skoraj normalna, vrednost  $g_3 = 0,046 \%$ . Je pozitivno asimetrična ( $g_3 > 0$ ), kar pomeni, da je malo večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. je več učencev doseglo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = -0,742 \%$ , nam pove, da je porazdelitev bolj sploščena od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 22,18 \%$ .

**Zmožnosti na posttestu TP.** Pri merjenju tehnoloških zmožnosti je povprečno število doseženih odstotnih točk za  $N = 50$  učencev  $\bar{x} = 38,00 \%$ , ob odklonu  $s = 22,01 \%$  in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 3,11 \%$ . Porazdelitev rezultatov TP je rahlo asimetrična, vrednost  $g_3 = 0,848 \%$  je pozitivno asimetrična, kar pomeni, da je večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih, oz. več učencev je doseglo nižje rezultate. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = 0,857 \%$  nam pove, da je porazdelitev bolj koničasta od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 22,01 \%$  (Avsec, 2012).

**KRO na posttestu TP.** Pri merjenju TP na komponenti KRO je povprečno število doseženih odstotnih točk za  $N = 50$  učencev  $\bar{x} = 29,75 \%$ , ob odklonu  $s = 23,54 \%$  in z vrednostjo standardne napake aritmetične sredine  $SE_{\bar{x}} = 3,33 \%$ . Porazdelitev rezultatov TP je rahlo asimetrična, vrednost  $g_3 = 0,624 \%$ , kar pomeni, da je porazdelitev pozitivno asimetrična oz., da je večja zgostitev rezultatov pri manjših vrednostih. Sploščenost porazdelitve  $g_4 = -0,186$

% nam pove, da je porazdelitev bolj sploščena od normalne, na kar vpliva tudi vrednost standardnega odklona  $s = 23,54 \%$  (Avsec, 2012).

Ob primerjavi rezultatov pred in posttesta TP je vidno, da se povprečno število odstotnih točk razlikuje tako na TP – celotna kot na vseh treh dimenzijah TP. To potrdimo z izvedbo t-testa za parno primerjavo, katerega vrednost je statistično pomembna ( $t = 2,99$ ;  $df = 23$ ;  $P = 0,007 < 0,05$ ). Povprečno število točk, ki so jih učenci dosegli na predtestu TP, se statistično pomembno razlikuje od povprečnega števila točk, ki so jih dosegli na posttestu TP.

Vpliv uporabe IKT pri pouku TiT na TP

Preučujemo, kako uporaba IKT v eksperimentalni skupini vpliva na razlike v TP med skupinama. Analizirali bomo razliko v celotni TP ter po posamezni dimenziji TP. Učencev v eksperimentalni skupini je bilo 26 (52 %), v kontrolni skupini pa 24 (48 %), torej skupno  $N = 50$ . Prirastek TP učencev v celoti kot tudi po njenih dimenzijah smo izračunali kot:

$$\text{Prirastek TP} = 100 \cdot \frac{\bar{x}_{\text{posttest}} - \bar{x}_{\text{predtest}}}{100\% - \bar{x}_{\text{predtest}}} \quad \text{En. (1)}$$

Med skupinama razlike v prirastkih obstajajo (preglednica 2), v nadaljevanju preverimo še učinek skupine na prirastek TP (preglednica 3).

Preglednica 2: Povprečna vrednost prirastka TP ( $\bar{x}$ ) in standardni odklon ( $s$ ) za celotno TP in njene dimenzije glede na skupino (eksperimentalna in kontrolna)

| Komponenta TP  | Skupina         | Prirastek TP $\bar{x}$ [%] | $s$ [%] |
|----------------|-----------------|----------------------------|---------|
| TP – celotna   | kontrolna       | –14,44                     | 22,24   |
|                | eksperimentalna | 27,71                      | 25,39   |
| TP – znanje    | kontrolna       | –27,57                     | 74,29   |
|                | eksperimentalna | 27,37                      | 45,72   |
| TP – zmožnosti | kontrolna       | –25,79                     | 43,60   |
|                | eksperimentalna | 14,30                      | 51,54   |
| TP – KRO       | kontrolna       | –8,97                      | 21,28   |
|                | eksperimentalna | 31,45                      | 26,14   |

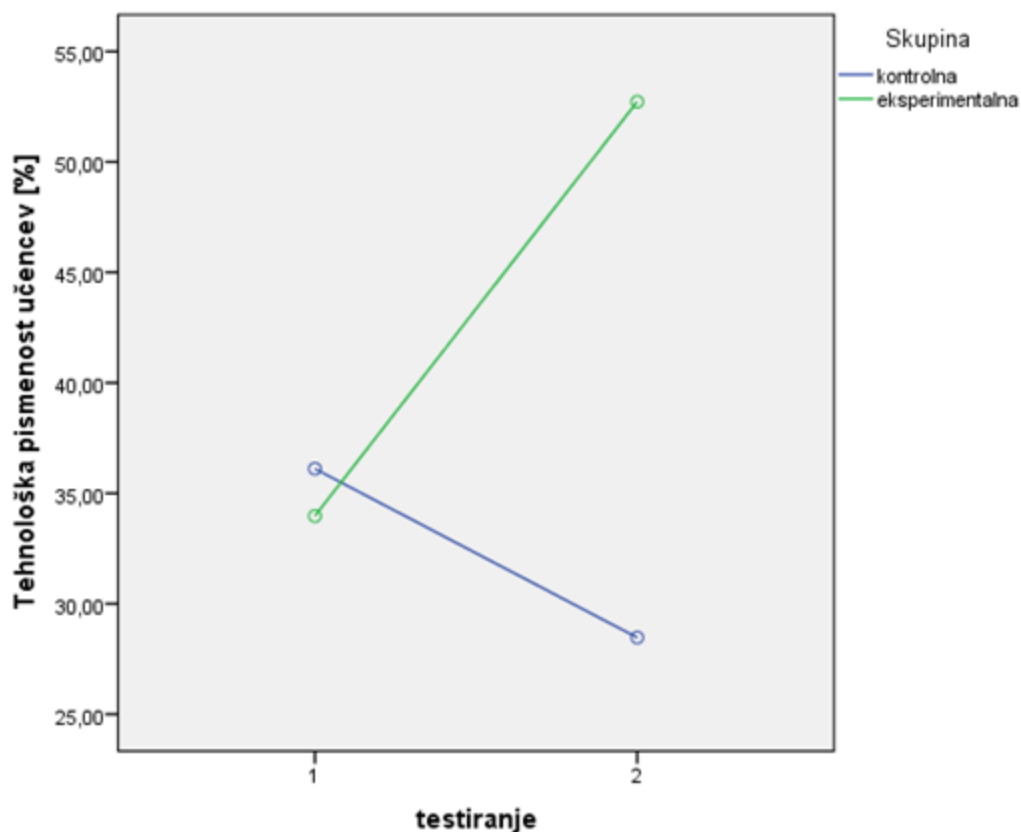
Preglednica 3: Učinki prirastkov med skupinama, kjer je  $P$  – statistična pomembnost,  $df$  – prostostne stopnje,  $SS$  – vsota kvadratov tipa III,  $F$  – razmerje med dvema ocenama variance,  $\eta^2$  – mera velikosti učinka.

| Prirastek      | $SS$     | $df$ | $s^2$    | $F$    | $P$   | $\eta^2$ |
|----------------|----------|------|----------|--------|-------|----------|
| TP – celotna   | 22178,84 | 1    | 22178,84 | 38,729 | 0,000 | 0,447    |
| TP – znanje    | 37671,38 | 1    | 37571,38 | 10,091 | 0,003 | 0,174    |
| TP – zmožnosti | 20065,64 | 1    | 20065,64 | 8,747  | 0,005 | 0,154    |
| TP – KRO       | 20394,25 | 1    | 20394,25 | 35,608 | 0,000 | 0,426    |

Na osnovi primerjave aritmetičnih sredin prirastka TP – celotne med skupinama ugotovimo, da obstajajo statistično pomembne razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino, kjer je statistika  $F = 38,729$  in statistična pomembnost  $P = 0,000 < 0,05$ . Učinek skupine na TP – celotno je velik ( $\eta^2 = 0,447$ ) (preglednica 3). Prav tako je na dimenzijo TP – znanje, kjer je

statistika  $F = 10,091$  in statistična pomembnost  $P = 0,003 < 0,05$ , učinek skupine velik ( $\eta^2 = 0,174$ ). Učinek skupine na TP zmožnosti, kjer je statistika  $F = 8,747$  in statistična pomembnost  $P = 0,005 < 0,05$ , je velik ( $\eta^2 = 0,154$ ). Za TP – KRO, statistika  $F = 35,608$  in statistična pomembnost  $P = 0,000 < 0,05$ , je učinek prav tako velik ( $\eta^2 = 0,426$ ).

Sklepamo lahko, da skupina oz. eksperiment, ki smo ga izvajali, pozitivno vpliva tako na TP – celotno kot na posamezne dimenzije TP, saj je učinek pri vseh velik. Učenci v eksperimentalni skupini so dosegli večje prirastke v primerjavi s kontrolno skupino, ki je tako na TP – celotna kot na vseh treh posameznih dimenzijah nazadovala. To prikazuje tudi slika 2. Modra črta prikazuje potek spremembe kontrolne skupine, ki je negativen,  $\bar{x} = -14,44\%$  ( $s = 22,24$ ;  $N = 24$ ), medtem ko zelena črta prikazuje potek spremembe TP v eksperimentalni skupini, kjer je  $\bar{x} = 27,71$  ( $s = 25,39$ ,  $N = 26$ ). Nazadovanje kontrolne skupine tako na celotni TP kot na njenih dimenzijah je presenetljivo. Kaže na to, da so rezultati lahko posledica nezadostne motivacije pri učencih ob reševanju posttesta TP. Slabe rezultate lahko pripišemo tudi temu, da so postteste učenci reševali v mesecu juniju, ko so se jim že končala ocenjevanja in so v tem obdobju njihova motivacija bile predvsem poletne počitnice.



Slika 2: Napredek TP po izvedeni intervenciji IKT podprtega pouka TiT

#### Vpliv spola na prirastek TP v eksperimentalni skupini

Raziskujemo razliko med spoloma v doseganju stopnje TP v eksperimentalni skupini. Analizirali bomo razliko v celotni TP ter po posamezni dimenziji TP. Vseh učencev skupaj je bilo v eksperimentalni skupini 26, od tega 12 deklet (46,15 %) in 14 fantov (53,85 %).

Preglednica 4: Povprečna vrednost prirastka ( $\bar{x}$ ) in standardni odklon ( $s$ ) za celotno TP in njene dimenzije glede na spol

| Komponenta TP  | Spol   | $\bar{x}$ [%] | $s$ [%] |
|----------------|--------|---------------|---------|
| TP – celotna   | ženski | 41,53         | 27,94   |
|                | moški  | 15,87         | 15,87   |
| TP – znanje    | ženski | 45,97         | 39,90   |
|                | moški  | 11,43         | 45,61   |
| TP – zmožnosti | ženski | 31,67         | 54,84   |
|                | moški  | -0,59         | 45,24   |
| TP – KRO       | ženski | 42,26         | 31,05   |
|                | moški  | 22,19         | 17,26   |

Med spoloma razlike v prirastkih TP obstajajo (preglednica 4), v nadaljevanju preverimo še velikost učinka spola na prirastek TP (preglednica 5), kot je definiran z enačbo 1.

Preglednica 5: Učinki prirastkov med spoloma, kjer je  $P$  – statistična pomembnost,  $df$  – prostostne stopnje,  $SS$  – vsota kvadratov tipa III,  $F$  – razmerje med dvema ocenama variance,  $\eta^2$  – mera velikosti učinka

| Prirastek      | $SS$    | $df$ | $s^2$   | $F$  | $P$   | $\eta^2$ |
|----------------|---------|------|---------|------|-------|----------|
| TP – celotna   | 4253,99 | 1    | 4253,99 | 8,61 | 0,007 | 0,264    |
| TP – znanje    | 7710,32 | 1    | 7710,32 | 4,15 | 0,053 | 0,148    |
| TP – zmožnosti | 6718,27 | 1    | 6718,28 | 2,70 | 0,113 | 0,101    |
| TP – KRO       | 2604,43 | 1    | 2604,43 | 4,32 | 0,049 | 0,153    |

Levenov test je pokazal enake variance čez skupine po dimenzijah TP in varianco lahko analiziramo s pomočjo multivariatnega testa MANOVA (preglednica 5), medtem ko variance čez skupine za TP celotno niso homogene ( $F = 10,432$ ;  $P = 0,004 < 0,05$ ). Za ugotavljanje učinka med skupinami uporabimo asimptotični t-test neodvisnih vzorcev ( $t = 2,816$ ,  $df = 16,839$ ,  $P = 0,012$ ). Velikost učinka izračunamo s pomočjo koeficienta Cohen  $d = 1,37$ , kar predstavlja zelo velik učinek.

Ugotovimo, da spol statistično značilno vpliva na TP – celotno. Učinek je velik. V skupini učenk se tako na celotni TP kot pri KRO opazi statistično ( $P < 0,05$ ) večji prirastek kot pri fantih. To lahko pripišemo interesu za delo z lesom, pa tudi vpliv obiskovanja neobveznega izbirnega predmeta tehnika, ki ga je večina učenk obiskovala v 4. in 5. razredu. Slabši rezultati v skupini fantov, ki vplivajo na manjši prirastek na celotni TP in tudi na ostalih dimenzijah, pa lahko pripišemo tudi neresnosti pri reševanju posttesta.

## Diskusija

Naša motivacija je bila, da v pouk TIT vpeljemo uporabo izobraževalne IKT za razvoj tehnološke pismenosti s poudarkom na dimenziji KRO. Osredotočili smo se na ciljno rabo izobraževalnih tehnologij pri vpeljavi snovi o lesnih gradivih v šestem razredu OŠ. S pred- in posttesti v eksperimentalni in kontrolni skupini učencev smo tako dobili vpogled v napredek

TP med učenci, ki so obiskovali pouk z uporabo IKT, in tistimi, ki so bili deležni tradicionalne oblike pouka.

V tem delu bo narejen pregled, v kolikšni meri smo s pomočjo raziskave odgovorili na zastavljena raziskovalna vprašanja RV 1–RV 3.

RV 1: Kakšen je nivo tehnološke pismenosti v 6. razredu osnovne šole, gledano v celoti in po posamezni dimenziji tehnološke pismenosti?

Glede na rezultate pred in posttesta TP ugotovimo, da se je TP učencev 6. razreda izboljšala, a je še vedno nizka. Na predtestu TP je povprečno število doseženih odstotnih točk na področju celotne TP 35 %. Iz grafa na sliki 2 vidimo, da so 50 ali več odstotkov na predtestu dosegli le štirje učenci, najboljši je dosegel 58,33 %. Na posttestu so učenci v celoti dosegli povprečno 6,08 % več kot na predtestu, je pa v tem primeru število učencev, ki so na testu dosegli več kot 50 odstotnih točk, naraslo, najboljši učenec je dosegel okoli 90 %.

Po pregledu rezultatov glede na eksperimentalno in kontrolno skupino pa ugotovimo, da je eksperimentalna skupina, v kateri smo v pouk vpeljali IKT, napredovala tako na celotni TP kot tudi na področjih posamezne dimenzije, medtem ko je kontrolna skupina nazadovala. Prirastek TP eksperimentalne skupine na celotni TP je = 27,71 %, medtem ko je ta v kontrolni skupini negativen (–14,44 %).

Glede na posamezno dimenzijo so učenci na predtestu najboljše rezultate dosegli na dimenziji znanja, in sicer s 49 %, najslabše pa na področju dimenzije KRO, in sicer 18,75 %. Na področju dimenzije zmožnosti pa so v povprečju dosegli 37,25 %. Na posttestu so v povprečju največ odstotnih točk zbrali na področju znanja ( $\bar{x} = 45,5$  %), najmanj na področju KRO ( $\bar{x} = 29,75$  %), na področju zmožnosti pa 38 %.

Ugotovimo lahko, da je tehnološka pismenost učencev 6. razreda šibka, posvetiti bi se morali predvsem izboljšanju na področju KRO.

RV 2: Ali uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije pri pouku tehnike in tehnologije vpliva na tehnološko pismenost učencev, če da, kakšen je učinek, gledano v celoti in po posamezni dimenziji tehnološke pismenosti?

Vpeljava IKT v pouk TIT je glede na rezultate pred- in posttesta TP pozitivno vplivala, eksperimentalna skupina je napredovala na področju vseh treh dimenzij, predvsem na področju dimenzije KRO, kjer je eksperimentalna skupina napredovala kar za 31,45 % (kontrolna skupina pa nazadovala za 8,97 %). Na področju celotne TP je razlika v povprečni vrednosti odstotnih točk med eksperimentalno in kontrolno skupino 42,15 %, tudi učinek skupine na TP je velik, saj je izmerjena vrednost  $\eta^2 = 0,447$ . Glede na posamezno komponento, je razlika prirastka med skupinama v znanju kar 54,94 %, prav tako je učinek skupine na TP znanje velik,  $\eta^2 = 0,174$ . Na področju zmožnosti je razlika v prirastku 40,09 %, na področju KRO pa 40,42 %. Tudi na področju teh dveh dimenzij je učinek velik (zmožnosti:  $\eta^2 = 0,154$ , KRO:  $\eta^2 = 0,426$ ). Kontrolna skupina je povsod nazadovala, najbolj na komponenti znanja, najmanj pa, presenetljivo, na komponenti KRO. Eksperimentalna skupina je na področju vseh treh dimenzij napredovala, najbolj na komponenti KRO, najmanj pa na komponenti zmožnosti.

Ugotovimo lahko, da je vpeljava IKT v pouk TIT pozitivno vplivala na celotno TP učencev, predvsem pa na KRO. Z izvedbo pouka z uporabo IKT smo dosegli namen, ki je bil vplivati na kritično mišljenje učencev. Prav tako je napredek viden na dimenziji zmožnosti, vendar je tukaj najmanjši, zato bi bilo dobro v nadaljevanju dati poudarek tudi na razvoj teh veščin.

Presenetili so nas rezultati kontrolne skupine, ki je na področju vseh treh dimenzij, tudi na celotni TP, nazadovala. Slabe rezultate lahko pripišemo neresnosti učencev pri reševanju posttesta in času reševanja, saj so učenci posttest reševali v mesecu juniju.

RV 3: Ali obstajajo razlike med spoloma glede na prirastek tehnološke pismenosti v eksperimentalni skupini, in če da, kakšne so te razlike?

Ugotovimo, da spol vpliva na TP učencev. V skupini učenk se tako na celotni TP kot na vseh treh dimenzijah pojavi večji prirastek kot pri učencih. Učenke na področju celotne TP v povprečju dosegajo prirastek 41,53 %, medtem ko so fanti v povprečju napredovali za 15,87 %. Prav tako na področju dimenzije znanja učenke dosegajo višje povprečno število odstotnih točk ( $\bar{x} = 45,97 \%$ ) kot učenci ( $\bar{x} = 11,43 \%$ ), na dimenziji zmožnosti so učenke napredovale za 31,67 %, medtem ko so učenci nazadovali za 0,59 %. Prav tako se je razlika v prirastku med spoloma pokazala tudi na dimenziji KRO. Učenke so na tem področju napredovale za 42,26 %, učenci pa za 22,19 %.

### **Ugotovitve s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu**

Že med samo raziskavo smo ugotovili, da je razvijanje tehnološke pismenosti dandanes zelo pomembno. Pri pouku lahko uporabljamo ogromno že poznanih načinov za njeno razvijanje, s preizkušanjem vedno novih pa lahko odkrijemo tudi še nepoznane pristope, ki učence spodbudijo k razvoju celotne TP. Poudariti moramo, da je v veliki večini to odvisno od učitelja, od njegove pripravljenosti in interesa. Res je, da učitelju zasnova priprav na tak način vzame več časa, potrebnega je več truda in volje, pa vendar je na koncu rezultat tak, kot bi si ga želeli. Pomembno je zavedanje, da danes priprava učencev na življenje od učitelja zahteva več. Za razvoj učencev na vseh področjih jih je treba pri pouku aktivno vključevati.

Ugotovili smo, da je uporaba IKT pri pouku TIT pozitivno vplivala na razvoj tehnološke pismenosti učencev, predvsem na razvoj kritičnega mišljenja. Možnost za nadaljnje delo z učenci bi bila dati večji poudarek na razvoj celotne TP, predvsem pa na komponenti KRO in zmožnosti, saj so na tej zadnji učenci najmanj napredovali.

Pozitiven vpliv uporabe IKT pri pouku smo opazili tako pri samostojnem kot pri skupinskem delu, saj je vsak posameznik aktivno iskal informacije, prispeval k izdelavi izdelka tako individualno kot v skupini. Za skupinsko delo, kjer vsak učenec uporablja svoj tablični računalnik, se je kot zelo uporabna izkazala aplikacija *Explain Everything*. Najbolje se je izkazala oblika dela v skupinah, saj je vsak učenec poskrbel za svoj prispevek k izdelku.

S pomočjo dosežkov te raziskave želimo prispevati k boljšemu poznavanju problematike stanja TP v Sloveniji, pa tudi predstaviti možne načine za njegovo izboljšanje. Pomembno je, da se zavedamo, da TP postaja vse bolj pomembna za naše življenje. Od TP posameznika je odvisna kakovost njegovega življenja, kako se bo znašel v svetu, polnem tehnologij, od ravni TP pa je konec koncev odvisna tudi zaposljivost.

Opravljen raziskavo bi bilo smiselno izvesti na večjem vzorcu, pri tem bi dali večji poudarek na razvoj celotne TP, ne le na dimenziji KRO. Prav tako bi bilo smiselno vključiti IKT pri več predmetih čez celotno šolsko leto, saj bi tako prihranili na času, ki bi ga drugače namenili spoznavanju aplikacij in na splošno delu s tabličnimi ali z osebnimi računalniki. Prav tako bi se lahko osredotočili ne le samo na razvoj TP, temveč tudi na razvoj ostalih kompetenc. Smiselno bi bilo raziskati odnos učencev do TIT in preučiti vpliv odnosa na prirastek TP. V primeru rezultatov, ki bi kazali pozitiven vpliv takega načina dela na tehnološko pismenost pa tudi na ostale kompetence, bi lahko k takemu načinu dela spodbudili več učiteljev.

## **Literatura**

- Avsec, S. (2012). Doktorska disertacija: *Metoda merjenja tehnološke pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Bizjak, P. (2018). Diplomsko delo: *Možnosti razvijanja tehnološke pismenosti preko tehničnih zgodb*. Univerza v Ljubljani: Pedagoška fakulteta.
- Bizjak, P. (2019). Magistrsko delo: *S tehnologijo podprto kritično mišljenje za razvijanje tehnološke pismenosti*. Univerza v Ljubljani: Pedagoška fakulteta.
- Bocconi, S., Kampylis, P. G., Punie, Y. (2012). *Innovating Learning: Key Elements for Developing Creative Classrooms in Europe*. Publications Office of the European Union.
- Brečko, B. N. in Vehovar, V. (2008). *Informacijsko-komunikacijska tehnologija pri poučevanju in učenju v slovenskih osnovnih šolah*. Pedagoški inštitut.
- Designing Outcomes (2019). *The Padagogy Wheel Slovenian V5: The Beginning of the Slovene Version*. <https://designingoutcomes.com/pwslv5/>
- Forneris, S. G. in Campbell, S. E. (2008). From "What" to "Why" – Reflective Storytelling as Context for Critical Thinking. V (ur. Facione, N. C in Facione, P. A) *Critical thinking and clinical reasoning in the health sciences: an international multidisciplinary teaching anthology*. California Academic Press.
- Garmire, E. in Pearson, G. (2006). Tech tally: Approaches to assessing technological literacy. National Academies Press.
- Goldstein G. in Hersen, M. (2000). Handbook of Psychological Assessment. Oxford Press.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An Introduction to critical thinking*. Psychology Press.
- Hamilton, E., Rosenberg, J. M., Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: A critical review and suggestions for its use. *TechTrends* 60, 433–441.
- Hunter, D. A. (2014). A practical guide to critical thinking: *Deciding What to Do and Believe* (2. izd.). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- International Technology Education Association/International Technology and Engineering Educators Association (ITEA). (2007). Standards for technological literacy: Content for the study of technology (3 izd.). ITEA.

- Jude, L. T., Kajura, M. A., in Birevu, M. P. (2014). Adoption of the SAMR Model to Asses ICT Pedagogical Adoption: A Case of Makerere University. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 4(2), 106–115.
- Keane, T., Keane, W. F. in Blicblau, A. S. (2016). Beyond traditional literacy: Learning and transformative practices using ICT. *Education and Information Technologies*, 21(4), 769–781.
- Keše, J. (2016). Diplomsko delo: *Tehnološka pismenost učencev 5. in 6. razreda osnovne šole*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Kreuh, N. in Brečko, B. (2011). *Izhodišča standarda e-kompetentni učitelj, ravnatelj in računalnikar*. Zavod RS za šolstvo.
- Krhin, T. (2013). Diplomsko delo: *Tehnološka pismenost v prvi triadi osnovne šole*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (2016). *Strateške usmeritve nadaljnjega uvajanja IKT s slovenske VIZ do leta 2020*. MIZŠ
- Pajk, B. (2017). Diplomsko delo: *Tehnološka pismenost učiteljev tehnike in tehnologije v osnovni šoli*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Pajk, B. (2018). Magistrsko delo: *Primerjalni vidiki tehnološke pismenosti učiteljev in bodočih učiteljev tehnike in tehnologije*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Papić, M. in Bešter, J. (2012). Trends in ICT and multimedia supported education. *Organizacija (Kranj)*, 45(3), 131–139.
- Papotnik, A in ostali (2011). *Učni načrt – Tehnika in tehnologija*. Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Plohl Križnar, H. (2017). Diplomsko delo: *Tehnološka pismenost pri otrocih, starih 5–6 let*. Univerza v Ljubljani: Pedagoška fakulteta.
- Praprotnik, T. in Zakrajšek, S. (2008). (Multi)mediji v izobraževanju in vsakdanjem življenju. *Časopis za kritiko znanosti*, 36(233), 216–230.
- Ratheeswari, K. (2018). Information Communication Technology in Education. *Journal of Applied and Advanced Research* 3(S1), 45–47.
- Rebernak, B. (2008). Pomen IKT in e-gradiv v osnovni šoli. V: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15.–18. april 2009. Orel M. in ostali (Ur.) (str. 411–419). Arnes.
- Romrell, D., Kidder, L. C. in Wood, E. (2014). The SAMR Model as a Framework for Evaluating mLearning. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 18(2), 1–15.
- Rupnik Vec, T. (2010 a). Management, izobraževanje in turizem: družbena odgovornost za trajnostni razvoj: 2. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo, 21.–22. oktober 2010, Portorož: zbornik povzetkov referatov: *Model osmih temeljnih veščin kritičnega mišljenja kot referenčni okvir kurikularnega načrtovanja*. Turistica, Fakulteta za turistične študije.
- Rupnik Vec, T. (2010 b). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT: *Kako spodbujati razvoj kritičnega mišljenja pri pouku s pomočjo nekaterih orodij IKT?* Miška.

- Rupnik Vec, T. (2010 c). Medpredmetne in kurikularne povezave: priročnik za učitelje: *Kritično mišljenje kot kroskurikularni cilj*. Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Stobaugh, R. (2013). *Assessing critical thinking in Middle and High Schools. Meeting the Common Core*. Routledge.
- Teach Thought (2018). *The Padagogy Wheel – It's Not About The Apps, It's About The Pedagogy*. <https://www.teachthought.com/technology/the-padagogy-wheel/>
- Temple, C. (2015). *Storytelling & Critical Thinking*. Hobart & William Smith Colleges.
- Webb, M. (2014). Pedagogy with information and communications technologies in transition. *Education and Information Technologies*, 19(2), 275–294.
- Yang, Y. in Wu, W. (2011). Digital storytelling for enhancing student academic achievement, critical thinking, and learning motivation: A year-long experimental study. *Computers & Education*, 59(2), 339–352.
- Yen, T. S. in Halili, S. H. (2015). Effective teaching of higher order thinking (HOT) in education. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 3(2), 41–47.

## **VPELJEVANJE TEHNOLOGIJE 3D-SKENIRANJA V OSNOVNOŠOLSKO TEHNIŠKO IZOBRAŽEVANJE**

### **BRINGING 3D-SCANNING TECHNOLOGY INTO PRIMARY ENGINEERING EDUCATION**

Brina Kurent in Janez Jamšek

*Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta*

#### **Povzetek**

V raziskavi je obravnavana tehnologija 3D-skeniranja z možnostjo vključevanja v osnovnošolsko tehniško izobraževanje. 3D-skeniranje je postopek zajemanja podatkov oblike in dimenzij fizičnega predmeta ter njihove pretvorbe v digitalno obliko. V uvodnem delu so predstavljeni začetki 3D-skeniranja in področja današnje uporabe te tehnologije. Naštete so različne tehnologije 3D-skeniranja, izmed katerih je glede na kriterij natančnost/cena za osnovnošolsko izobraževanje najbolj primerna tehnologija strukturiranega osvetljevanja 3D-skeniranja. Zajet je pregled obstoječih del na področju vključevanja 3D-skeniranja na osnovnošolskem nivoju doma in po svetu. V nadaljevanju so kriterijsko ovrednotena najbolj primerna gradiva, materiali in sestavljanke, kot so plastelin, glina, modelirna snov, polimerna modelirna snov, slano testo, vata s polivinilacetatnim lepilom in mivka s polivinilacetatnim lepilom. Med sestavljankami so v naboru zajete kocke lego, konstrukcijska zbirka Fischertechnik in sestavljanka tipa »izdelaj sam« iz ekspaniranega polistirena z zobotrebci ter furnirne plošče z lepilnim trakom. Za namen 3D-skeniranja v osnovni šoli se izkaže kot najbolj primeren plastelin. Ta je uporabljen za predloge izdelkov za tri ključne starostne skupine, 4.–6. razred, 7.–8. razred in 8.–9. razred. Skupine so določene glede na znanje učencev in zahtevnost izdelave izdelkov, ki pri najmlajših ne vključujejo izdelave podrobnosti. Pri starejših učencih je poleg zahtevnejših oblik z vključujočimi podrobnostmi zahtevano tudi dodatno urejanje 3D-skeniranih modelov s pomočjo 3D-modeliranja. Predlagana izdelka za najmlajšo starostno skupino sta črka za oznako sobe in pripomoček za branje knjig. V srednji starostni skupini sta predlagana pripomočka za slušalke in notranji šestkotni vijačni ključ. Za najstarejše pa sta predvidena izdelava ročaja za žago in popraviljanje poškodovanih izdelkov.

**Ključne besede:** tehniško izobraževanje, tehnika in tehnologija, 3D-skener, tehnologije 3D-skeniranja, 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem.

#### **Abstract**

The research encompasses 3D-scanning technology with the possibility of its integration in primary school engineering education. 3D-scanning capturing process of physical object's shape and dimension data into a digital form. The theoretical part scopes the beginnings of 3D-scanning and its fields of application. Various 3D-scanning technologies are mentioned, among which, according to the accuracy/price criteria, the best suitable technology for primary school education, structured light 3D-

scanning, is defined. An overview of existing contributions in the field of bringing 3D-scanning at the primary school level at national in international level is included. In the following, the most suitable materials and construction sets such as plasticine, clay, modelling substance, polymeric modelling substance, salt dough, cotton wool with polyvinyl acetate glue, and sand with polyvinyl acetate glue are treated. The construction set collection includes LEGO puzzles, the Fischertechnik construction set, and do-it-yourself sets made of expanded polystyrene with toothpicks and plywood with adhesive tape. For the purpose of introducing 3D-scanning to primary school level, plasticine turns out to be the most suitable. The latter is used for product templates for three key age groups, 10-12 years old, 13-14 years old, and 14-15 years old students. They are determined according to the students' knowledge and the complexity of product planning and making. Complex shapes and details are not included for the youngest ones. For older pupils, complex shapes including details and 3D-modelling to edit 3D-scanned models are applied. The suggested products for the youngest age group are the door letter and an accessory for reading books. For the middle age group, accessories for headphones and a hex key are suggested. Lastly, handle for a saw and repairing damaged products are proposed for the oldest.

**Key words:** Engineering education, technology education, Design and technology, 3D-scanner, 3D-scanning technologies, structured light 3D-scanning.

## Uvod

Enotne definicije 3D-skeniranja v literaturi ne najdemo, številni avtorji pa 3D-skeniranje opredeljujejo kot proces zbiranja 3D-podatkov fizičnega objekta s 3D-skenerjem in konstrukcijo 3D-modela iz zbranih podatkov z ustrezno programsko opremo (slika 1). 3D-skener je torej naprava, ki zajema podatke objekta iz resničnega sveta, in sicer njegove dimenzije in oblike. Zajeti podatki vsebujejo informacije o položaju posamezne točke predmeta, ki so navadno opisane s koordinatami v prostoru. Nekateri 3D-skenerji lahko zajemajo tudi podatke o barvi površine. Zajete podatke obdelata ustrezna programska oprema, ki jo namestimo na osebni računalnik. V programu se generira 3D-model 3D-skeniranega fizičnega objekta. Nastali 3D-model pa lahko nato urejamo v neodvisnih CAD (angl. computer-aided design) programih, namenjenih 3D-modeliranju (Tóth in Živčák, 2014).



Slika 1: Shema 3D-skeniranja (PrintLab, b. d.b)

Končne produkte 3D-tehnologij srečujemo vsakodnevno. 3D-modeliranje omogoča ustvarjanje 3D-modela, ki ga s 3D-tiskanjem enostavno izdelamo. Z razvojem 3D-skeniranja je ustvarjanje digitalnih modelov bistveno hitrejše in enostavnejše (3D Printing Guide for Teachers, 2018).

Nekakšne začetke idej nekaterih današnjih tehnologij 3D-skeniranja so ljudje uporabljali že pred 5000 leti, druge leta 1860, spet nove so se začele z razvojem računalnikov in koordinatnih merilnih naprav (CMM). Več o tem je podrobneje zapisano v magistrskem delu (Kurent, 2021).

Na razvoj 3D-skenerjev je imel velik vpliv na razvoj laserjev v šestdesetih letih dvajsetega stoletja. Lasersko tehnologijo so pri 3D-skeniranju začeli uporabljati v osemdesetih letih dvajsetega stoletja. To velja za resnični začetek 3D-skeniranja s sodobnimi tehnologijami. Do leta 1985 so se uveljavili načini skeniranja s pomočjo bele svetlobe, laserjev in zaznavanja senc. Razvili so se 3 različni načini 3D-skeniranja, med katerimi se je zaradi svoje enostavnosti natančnosti in hitrosti obdržal črtni (Ebrahim, 2015; Yalçinkaya, 2019). Ti trije načini so:

- točkovni,
- črtni in
- površinski.

Do devetdesetih let dvajsetega stoletja so bili problem 3D-skeniranja tudi zajemanje iz različnih položajev, podvajanje informacij, omejenost skeniranja raznobarnih površin, podvajanje informacij ... 3D-skener ModelMaker je z združitvijo črnega načina 3D-skeniranja in ročnega upravljanja leta 1996 na področju 3D-skeniranja povzročil velik preobrat (slika 2). Z ročnim upravljanjem skenerja sta bila omogočena hitro in natančno skeniranje kompleksnih oblik ter zajem barvnih površin predmetov, kar je danes mogoče že v nekaj minutah (Edl idr., 2018; Yalçinkaya, 2019).



Slika 2: 3D-skener s črtnim načinom in ročnim upravljanjem (Edl idr., 2018)

V svojih začetkih so bili 3D-skenerji uporabljeni za merjenje, skeniranje človeškega telesa ipd. Dandanes so v kombinaciji z ostalim nepogrešljiva tehnologija na različnih področjih. Na področju inženirstva 3D-skeniranje poenostavlja obratno oz. vzvratno inženirstvo (angl. reverse engineering). Omogoča hitro izboljševanje in nadgradnjo starejših predmetov, strojnih delov in ustvarjanje 3D-modelov fizičnih predmetov, katerih digitalni zapisi ne obstajajo. Poenostavlja prototipiranje izdelkov, snovanje in oblikovanje, merjenje ter določanje mehanskih lastnosti. Prisotno je tudi pri preučevanju materialov, optičnih meritvah, shranjevanju podatkov v digitalni obliki ipd. Uveljavlja se v filmski industriji, pri razvoju navidezne resničnosti in izdelavi animacij, kjer zmanjšuje stroške in povečuje kakovost izdelkov. V medicini in zdravstvu je 3D-skeniranje nepogrešljivo za preučevanje teles, odkrivanje nepravilnosti in bolezni. Na področju protetike in zobne protetike pa časovno in stroškovno olajšuje izdelavo implantatov, protetičnih udov in drugih pripomočkov po meri. Uporablja se tudi za zajem posnetkov krajev zločina, poustvarjanje nesreč, analizo vzorcev krvnih madežev ipd. V arhitekturi in geodeziji omogoča hitro merjenje, pridobivanje prostorskih informacij, vizualizacijo in nadaljnje popravke 3D-modelov. Pogosto ga uporabljajo tudi za ohranjanje zgodovinske zapuščine. Omogoča nastanek zelo natančnih kopij različnih umetnin, zgradb, kipov in drugih artefaktov. Nastali 3D-modeli so v primerjavi z originali bolj primerni za analize in meritve. Omogočajo pa tudi enostavno deljenje zgodovinske zapuščine z ostalimi znanstveniki po vsem svetu. Z vse večjo dostopnostjo pa

se njihova uporaba širi na nivo vsakega posameznika in postaja prihodnost tudi na področju osnovnošolskega in višjega izobraževanja (3D Printing Guide for Teachers, 2018; Boehler in Marbs, 2002; Edl idr., 2018; Haleem, 2018; PrintLab, b. d.a).

Ne glede na svojo uporabnost 3D-skeniranje v slovenskih šolah še ni našlo svojega pravega prostora. Izsledki raziskave diplomskega dela (Urbas, 2019) kažejo, da 3D-skeniranje pri pouku uporablja le peščica osnovnošolskih učiteljev tehnike. Razloge za to lahko najdemo v visoki ceni 3D-skenerjev, nepoznavanju tehnologije in načinu ter obsegu vpeljevanja te tehnologije glede na trenutno veljavni UN predmeta. Cenovna dostopnost se z leti razrešuje sama, saj z rastjo trga cene 3D-skenerjev padajo. Cenovno še dostopnejše je izdelati lastni odprtokodni 3D-skener, o čemer se lahko veliko poučimo na spletu (Hesamn, b. d.; Janth, b. d.; OpenScan b. d.). To od učitelja tehnike zahteva veliko samoiniciative, volje in truda ter poznavanje tehnologije, ki predstavlja razlog za manjšo prisotnost nove tehnologije pri pouku TIT. Nepoznavanje tehnologije, načina vpeljevanja in obsega je treba reševati z izobraževanjem učiteljev, posodabljanjem UN in postavitvijo okvirjev oziroma zasnove za vpeljevanje 3D-skeniranja v posameznih razredih. Ustrezna gradiva, materiali in sestavljanke, namenjeni vpeljavi 3D-skeniranja v šolski prostor, bi učiteljem tehnike pokazali možnosti vpeljave in jim pomagali pri snovanju idej za vpeljevanje 3D-skeniranja. To bi odprlo pot tehnologiji 3D-skeniranja **Napaka! Zaznamek ni definiran.** do tehniške učilnice. S tem bi popestrili in posodobili pouk TIT in učence motivirali ter soočili z novimi tehnologijami. Vse to kaže na veliko uporabnost in dostopnost tehnologije ter posledično njeno možno vpeljavo v šole v bližnji prihodnosti (II OŠ Celje, 2020; Edl idr., 2018; Hesamn, b. d.; Janth, b. d.; Kos, 2015; OpenScan b. d.; Osredkar, 2019; *Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011; Urbas, 2019).

### Tehnologije 3D-skeniranja

Tehnologije, ki jih uporabljajo 3D-skenerji, so med seboj zelo različne. Za izvedbo 3D-skeniranja potrebujemo ustrezno strojno opremo, ki podatke iz fizičnega sveta zajame, in programsko opremo, ki jih nato digitalno obdelava. Pridobljeni podatki fizičnega predmeta so skupek točk z informacijami o položaju in morebiti barvi. Skupek teh točk imenujemo oblak točk. V procesu rekonstrukcije se sosednje točke računalniško povežejo. Tako se zapolnijo praznine med zajetimi točkami. S pomočjo večkotnikov, krivulj ipd. nastanejo površine, ki tvorijo 3D-model (Tóth in Živčák, 2014; Yalçinkaya, 2019).

Pri postopku 3D-skeniranja se moramo držati določene metodologije. Sprva poskrbimo za ustrezno okolje, pripravimo objekt skeniranja, umerimo ali kalibriramo 3D-skener (vpliva na natančnost meritev), nastavimo parametre, večkrat zajamemo podatke s 3D-skenerjem in jih izvozimo, dobljene podatke uredimo in evalviramo (Tóth in Živčák, 2014; Boehler in Marbs, 2002). Natančnejši opis metodologije in pogoji okolja so opisani v magistrskem delu (Kurent, 2021).

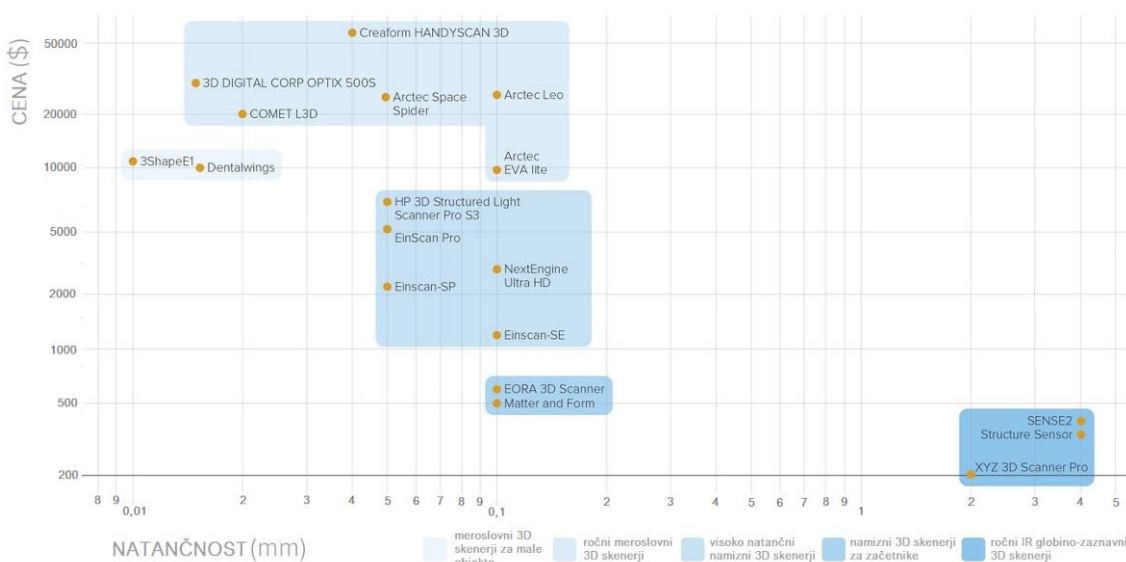
Glede na konstrukcijo 3D-skenerjev jih delimo na stacionarne in premične. Ti zadnji so načeloma manjši in omogočajo 3D-skeniranje večjih nepremičnih predmetov. Glede na uporabljeno tehnologijo jih delimo na kontaktne in brezkontaktne, ki pa se nato delijo glede na optično, lasersko in drugo tehnologijo (preglednica 1) (Kus, 2009; Tóth in Živčák, 2014).

Preglednica 1: Delitev 3D-skenerjev glede na uporabljeno tehnologijo (Kus, 2009; Tóth in Živčák, 2014)

| 3D-skenerji                                       |                                                              |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| kontaktni                                         | brezkontaktni                                                |
| koordinatna merilna naprava (CMM)<br>merilne roke | optični<br>laserski<br>rentgenski<br>magnetni<br>ultrazvočni |

Ker se 3D-tehnologije z dneva v dan razvijajo, s tem rasteta tudi povpraševanje in trg. Na spletu je moč zaslediti ogromno ponudnikov različnih 3D-skenerjev. Pred odločitvijo o tem, kateri 3D-skener bi za svoje delo uporabili, se je treba vprašati, kako velike in kakšne vrste objektov želimo 3D-skenirati kakšno ločljivost in natančnost potrebujemo in tudi kakšne so naše omejitve glede cene. Med najpomembnejše lastnosti uvrščamo natančnost. Ta je tesno povezana s ceno. Za 3D-skenerje z natančnostjo do 0,03 mm lahko odštejemo do 41 300 EUR, za natančnost do 0,1 mm 3300–7500 EUR, za tiste z manjšo natančnostjo pa do 2500 EUR. Podobno kot natančnost je tudi ločljivost povezana s ceno 3D-skenerja. Ločljivost in natančnost pa med seboj nista povezani. Tudi hitrost je lastnost 3D-skenerjev, za katero odštejemo večjo količino denarja. Ta pride predvsem v poštev, ko 3D-skeniramo ljudi ali živali oziroma stvari, ki se lahko med skeniranjem premaknejo. Na ceno 3D-skenerjev vplivajo tudi cene licenc za potrebno programsko opremo, dodatki strojne opreme, kot so vrtljiva mizica, možnost zajema texture idr., ter tip 3D-skenerja glede na konstrukcijo. Cena ročnih v primerjavi z namiznimi 3D-skenerji je lahko tudi do 4-krat večja (Mullick in Smith, 2019).

Na spletu je moč najti različne ponudnike 3D-skenerjev. Slika 3 prikazuje razmerje cene in natančnosti nekaterih 3D-skenerjev leta 2018 (Formlabs, 2018).



Slika 3: Primerjava 3D-skenerjev glede na ceno in natančnost (leto 2018) (Formlabs, 2018)

V preglednici 2 so zbrani podatki o ločljivosti in ceni 3D-skenerjev različnih tehnologij, ki jih lahko najdemo na spletu (ARTECH CMM, b. d.; Z + F IMAGER 5016, ZOLLER +

*FRÖHLICH, b. d.; 3D SCANNER ULTRA HD, NEXTENGINE, b. d.; EinScan-SE White Light Desktop SE 3D Scanner, b. d.; AURUM 3D, OPEN TECNOLOGIES, b. d.).*

Preglednica 2: Primerjava 3D-skenerjev različnih tehnologij glede na ceno in ločljivost (ARTECH CMM, b. d.; Z + F IMAGER 5016, ZOLLER + FRÖHLICH, b. d.; 3D SCANNER ULTRA HD, NEXTENGINE, b. d.; EinScan-SE White Light Desktop SE 3D Scanner, b. d.; AURUM 3D, OPEN TECNOLOGIES, b. d.)

| Tehnologija 3D-skeniranja                               | Cena/EUR      | Ločljivost/mm |
|---------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Kontaktno 3D-skeniranje (industrijski)                  | 9900 –19800   | 0,0004        |
| Lasersko pulzno 3D-skeniranje (stacionarni)             | 77 500–87 100 | 0,8           |
| Lasersko skeniranje s triangulacijo (namizni)           | 2500          | 0,1           |
| 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem (namizni) | 1050          | 0,1           |
| Fotogrametrija (namizni)                                | 8300–14 300   | 0,053         |

Vsaka tehnologija ima svoje prednosti in slabosti, zato je v različnih situacijah treba uporabiti različne tehnologije. Slika 3 nakazuje, da ima omenjeni model razmeroma dobro razmerje med natančnostjo in ceno. Prav tako pa je iz preglednice 2 razvidno, da so za vpeljavo v osnovne šole najprimernejši 3D-skenerji s strukturiranim osvetljevanjem, saj so cenovno ugodni in imajo zadostno ločljivost, hkrati pa niso zdravju škodljivi, kot je lahko svetloba laserskih 3D-skenerjev (3D Printing Guide for Teachers, 2018).

V nadaljevanju so kratko opisane kontaktne in brezkontaktne tehnologije 3D-skeniranja, s poudarkom na 3D-skeniranju s pomočjo svetlobnega osvetljevanja, več o ostalih tehnologijah je zapisano v magistrskem delu (Kurent, 2021).

#### *Kontaktna tehnologija 3D-skeniranja*

Kontaktna tehnologija 3D-skeniranja že v imenu razkriva, da je za zajem podatkov s kontaktnim 3D-skenerjem potreben fizični stik. Kontaktni 3D-skenerji zajemajo podatke s pomočjo sonde, ki je pritrjena na konec mehanske roke (slika 4). Skenerji so umerjeni za delovanje na fiksni ploščadi, kamor se postavi predmet. Sonda je lahko upravljana ročno ali je programsko vodena. S premikanjem sonde po površini predmeta pridobivamo podatke o položaju točk na površini, torej o x, y in z koordinatah sonde. Zbrani podatki tvorijo oblak točk, ki ga programsko še obdelamo in uredimo do želenega 3D-modela. Skeniranje poteka počasi, saj lahko sonda naenkrat zajame podatke le za eno točko na površini. Poleg omenjene slabosti kontaktni 3D-skenerji niso najbolj primerni za skeniranje občutljivih predmetov, kot so na primer umetniška dela ter predmeti, ki jih je mogoče hitro poškodovati in preoblikovati. Prednosti kontaktnega 3D-skeniranja pa sta izjemna natančnost ter zmožnost skeniranja prozornih in svetlečih se predmetov (Arrighi, 2020; Ebrahim, 2011).



Slika 4: Kontaktno 3D-skeniranje z ročnim vodenjem sonde (ghost3d.com, b. d.)

#### a) Koordinatna merilna naprava

Koordinatna merilna naprava (CMM, angl. coordinate measuring machine) se uporablja za merjenje fizičnih geometrijskih lastnosti predmetov. Zaradi visoke natančnosti se jo pogosto uporablja v industriji, za dimenzijske meritve, merjenje profilov, kotnosti, orientacije, pregledovanje in nadzor delov in morebitnih težav. Glavni sestavni deli naprave so konstrukcija s ploščadjo in tremi premikajočimi se osmi, sonda in krmilnik ter računalnik z ustrežno programsko opremo (Ebrahim, 2015).

#### *Brezkontaktna tehnologija 3D-skeniranja*

Brezkontaktna tehnologija delimo glede na aktivnost in pasivnost ter glede na uporabljene tehnologije. Laserske in optične tehnologije se zaradi svojih lastnosti soočajo z nekaterimi omejitvami. Predmeti z zapleteno geometrijo in veliko luknjami onemogočajo usmeritev svetlobe na celotno površino, zato 3D-skenerji ne zmorejo pridobiti vseh potrebnih podatkov oblike in videza predmeta. Prozorni oziroma prosojni predmeti prepuščajo svetlobo skozi površino. Odbije se le malo svetlobe, ki jo 3D-skener lahko zazna, zato so pridobljeni podatki pogosto nenatančni. Če ima predmet svetleče površine, se svetloba odbija veliko bolj kot sicer, zato je tudi v tem primeru zajem lahko nenatančen. Predmeti temnejši odtenkov ali črne barve absorbirajo skoraj vso vpadlo svetlobo, zaradi česar 3D-skener ne zajame dovolj podatkov, kar onemogoča uspešno skeniranje in generiranje 3D-modela. Zaradi omenjenih težav se za lažje skeniranje priporoča obarvanje predmeta z belo barvo ali prekritje z belim prahom (3D Printing Guide for Teachers, 2018; Kus, 2009).

Aktivne tehnologije 3D-skeniranja vključujejo sevanje oziroma oddajanje svetlobe. Mednje na primer uvrščamo lasersko 3D-skeniranje s pomočjo triangulacije, 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem idr. 3D-skenerji so po navadi sestavljeni iz vira sevanja oz. svetlobe, zaznavne komponente (npr. kamere), mizice (ki je lahko vrtljiva) in računalnika z ustrežno programsko opremo. Slabost aktivnih tehnologij je v tem, da večjih predmetov, ki jih ne moremo enostavno položiti na mizico, ni mogoče 3D-skenirati, zato je treba naprave prenašati okoli predmeta, kar je zamudno, naporno in zato lahko tudi manj natančno (Ebrahim, 2015; Reljič in Dunder, 2019).

Pasivni 3D-skenerji za razliko od aktivnih zaznavajo oddano vidno svetlobo, s katero je predmet osvetljen iz okolja. Pasivne tehnike so v osnovi cenejše, saj ne potrebujejo zahtevne strojne opreme. Pogosto je dovolj že preprosta digitalna kamera. Med pasivne tehnologije 3D-skeniranja uvrščamo fotogrametrijo in računalniški vid (Ebrahim, 2015).

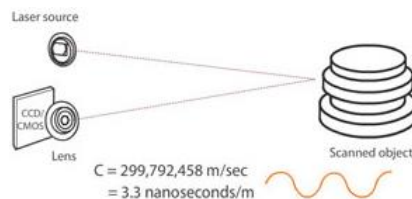
Med brezkontaktno tehnologije 3D-skeniranja uvrščamo koordinatni merilni sistem, lasersko pulzno 3D-skeniranje, lasersko 3D-skeniranje s triangulacijo, 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem, 3D-modeliranje na osnovi fotografij in 3D-tehnologije v zdravstvu.

a) Koordinatni merilni sistem

Koordinatni merilni sistem deluje podobno kot koordinatna merilna naprava. Uporabljata enako zasnovo, a drugačen senzor. S pojavljanjem potreb po neinvazivnem načinu so začeli razvijati optične sonde, ki delujejo s pomočjo slikovnih senzorjev (CCD, angl. charge coupled device). Tradicionalni CMM s kontaktno sondo je danes kombiniran z ostalimi merilnimi tehnologijami (laserji, bela svetloba), kar omogoča multisenzorno merjenje (Ebrahim, 2015).

b) Lasersko pulzno 3D-skeniranje

Laserski pulzni 3D-skener je ponekod poimenovan tudi kot 3D-skener »časa preleta« (meri čas, ki ga laser potrebuje, da prepotuje določeno razdaljo). Lasersko pulzno 3D-skeniranje deluje tako, da se z laserjem sproži ogromno impulzov, ki se od predmeta odbijejo (slika 5). Ker je hitrost svetlobe znana, je mogoče izračunati oddaljenost predmeta z merjenjem časa od trenutka, ko laser sproži svetlobni pulz, do trenutka, ko odbito svetlobo senzor na 3D-skenerju zazna. Prednosti laserskih pulznih 3D-skenerjev so v tem, da imajo veliko merilno območje oziroma merilno razdaljo, zato so primerni za 3D-skeniranje večjih stavb in pokrajin. Na račun večje razdalje do predmeta skeniranja se zmanjšuje natančnost skeniranja tudi do milimetra (Arrighi, 2020; Ebrahim, 2015).



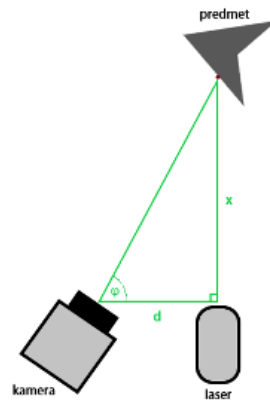
Slika 5: Princip delovanja laserskega pulznega 3D-skenerja (Objex Unlimited, 2014)

Laserskim pulznim 3D-skenerjem so podobni laserski 3D-skenerji s faznim zamikom. Delujejo tako, da primerjajo čas laserskega žarka pri faznem zamiku in brez njega (fazni zamik omogoča natančnejšo določitev razdalje). Merilna razdalja laserskega 3D-skenerja s faznim zamikom je okoli trikrat krajša (70–80 m) kot merilna razdalja laserskega pulznega 3D-skenerja (200–300 m) (Ebrahim, 2015).

c) Lasersko 3D-skeniranje s triangulacijo

Lasersko 3D-skeniranje s triangulacijo je skeniranje, kjer laser odda svetlobo v obliki točke ali črte. Kamera zaznava projekcijo laserja na objektu. Položaj laserja, kamere in projekcije točke na predmetu tvori trikotnik. Zaradi znane razdalje med laserjem in kamero ter znanega kota med pravokotnico laserskega žarka in smerjo vidnega polja kamere je mogoče s pomočjo trigonometrije izračunati razdaljo do objekta (slika 6). Znana sta kot  $\varphi$  (kot med laserjem in kamero) in razdalja  $d$  (med laserjem in kamero). S pomočjo kotnih funkcij (1) se da izračunati razdaljo  $x$  (med laserjem in objektom) (Ebrahim, 2015).

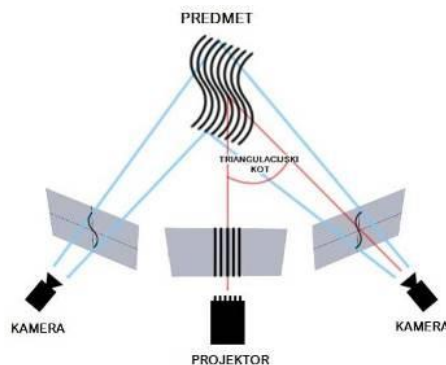
$$x = \tan \varphi \cdot d \quad (1)$$



Slika 6: Princip delovanja laserskega 3D-skeniranja s triangulacijo

d) 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem

3D-skener s strukturiranim osvetljevanjem je sestavljen iz projektorja in kamere (ali več njih, pogosto dveh). Projektor na predmet projicira določen vzorec, ki je pogosto sestavljen iz vzporednih črt oziroma svetlobnih pasov (slika 7). Glede na način osvetljevanja se projicirani vzorci razlikujejo: so črno-beli, sivine, barvni, njihove ponovitve projiciranja, širine pasov ipd. ter kombinacije teh. Vsak vzorec s pasovi določene širine se spreminja tako, da je videti, kakor da v horizontalni smeri potuje čez predmet. Svetloba pade na površino, ki zaradi svojih geometrijskih značilnosti popači vzorec, ki ga kamera zazna. Z zaznavanjem robnih delov svetlobnih pasov in programske opreme izračunava razdaljo do teh točk. Med enostavnejšimi načini je črno-bel, binarno-kodirani vzorec, za zmanjšanje števila potrebnih binarno-kodiranih vzorcev pa so bili razviti vzorci s sivinami, barvami idr. (Arrighi, 2020; Ebrahim, 2015; Geng, 2011).



Slika 7: Princip delovanja 3D-skenerja s strukturiranim osvetljevanjem (Hesamn, b. d.)

Programska oprema s postopkom, podobnim triangulaciji, določa kot in razdaljo predmeta do 3D-skenerja. Iz podatkov se oblikuje oblak točk, ki mu sledi nadaljnja računalniška obdelava do želenega 3D-modela. Prednost 3D-skenerjev s strukturiranim osvetljevanjem je hitrost, saj lahko pridobivajo informacije ne le celotne osvetljene črte, ampak celotnega vidnega polja, ki je z vzorcem osvetljen. Tehnologija se hitro razvija, zato danes že obstajajo 3D-skenerji, ki omogočajo zajem premikajočih se predmetov (Georgopoulos idr., 2010).

e) 3D-zajem na osnovi fotografij

3D-zajem na osnovi fotografij, kamor spadata fotogrametrija in računalniški vid, je priljubljena tehnologija za 3D-skeniranje preprostejših predmetov, spomenikov, nezahtevnih arhitektur, predmetov enostavnih in pravilnih oblik ipd. (Remondino, 2011).

Tako fotogrametrija kot računalniški vid na fotografijah identificirata homološke (tj. skupne) točke. Glavna razlika je v tem, da koncept fotogrametrije izhaja iz povezave med fizičnim modelom in fotografijami, računalniški vid pa to povezavo nekoliko izgubi na račun močnih povezav fotografij z matematičnimi koncepti in algoritmi. Danes sta obe tehnologiji pogosto uporabljeni in je med njima težko ločevati, saj ideje računalniškega vida uporabljajo tudi v nekaterih fotogrametrijskih programskih opreмах (Aicardi idr., 2018).

f) 3D-zajem v zdravstvu

V zdravstvu se za pridobivanje 3D-lastnosti pojavljajo rentgenske, magnetne in ultrazvočne tehnologije. Zajem informacij z rentgenom izkorišča lastnosti mehkih tkiv, ki za razliko od kosti rentgenskih žarkov ne absorbirajo. Podobno deluje računalniška tomografija (CT), ki zajame več rentgenskih posnetkov, na primer možganov, oči, srca ... Slikanje z magnetno resonanco (MRI) za zajem uporablja močno magnetno polje in radijske valove, ultrazvok pa informacije pridobiva na osnovi odboja ultrazvočnih valov od površin različnih tkiv. Zajeti podatki omenjenih tehnologij ne tvorijo oblaka točk, ampak t. i. 2D-rezine, ki jih je mogoče z združitvijo oblikovati v 3D-model. Uporaba omenjenih tehnologij 3D-skeniranja vsakodnevno rešuje življenja, a ima tudi nekaj slabosti. Večji slabosti sta zdravstveno ogrožanje (možnost nastanka raka ali mutacij določenih celic) in cena tehnologije (Ebrahim, 2015; Haleem, 2018).

*Strojna in programska oprema*

Večina podatkov o natančnem delovanju 3D-skenerjev in programske opreme je zaradi velike konkurence in poslovnih skrivnosti podjetij nedostopna. Poleg zunanjih vplivov oziroma pogojev okolice imajo na končni produkt 3D-skeniranja velik vpliv lastnosti strojne in programske opreme. Običajno proizvajalci ponujajo 3D-skener in ustrezno programsko opremo v kompletu, kar pomeni, da je cena programske opreme zajeta v ceni 3D-skenerja.

3D-skenerji so običajno sestavljeni iz projektorjev ali laserjev, kamer in drugih senzorjev, stojal, ohišij, morebitnih ploščadi ali mizic ter pogosto kablov za napajanje in prenos podatkov. Nekateri 3D-skenerji v okviru strojne opreme ponujajo tudi t. i. sledilne predmete, ki omogočajo združevanje delnih zajemov s programsko opremo. Vsa strojna oprema ima določene značilnosti, glede katerih se izvedbe razlikujejo. V veliki meri na lastnosti vplivajo karakteristike projektorjev, laserjev in kamer ter drugih senzorjev (Boehler in Marbs, 2002).

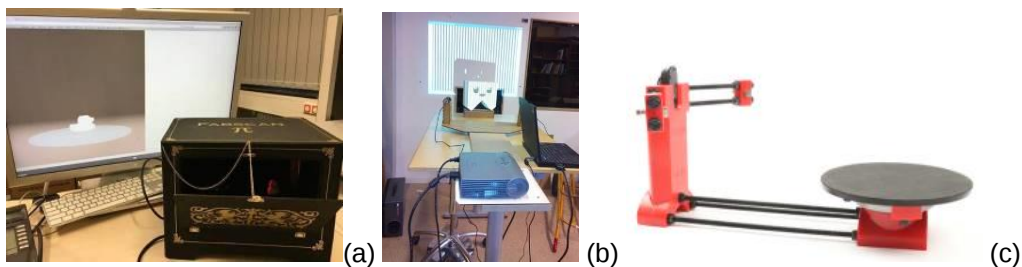
Produkt 3D-skeniranja je tipično datoteka s 3D-modelom formata STL, OBJ, PLY idr. Datoteke STL sodijo med najpogostejše datoteke, ki so kompatibilne z veliko večino strojne in programske opreme 3D-tiskalnikov. Od ostalih dveh se razlikujejo v tem, da ne vsebujejo informacij o barvi, teksturi in materialu 3D-objekta. 3D-model, zapisan v STL-datoteki, je sestavljen iz mnogo trikotnikov. Datoteka PLY shranjuje podatke 3D-modela v obliki večkotnikov. Tako PLY in OBJ omogočata shranjevanje informacij o barvi, teksturi in materialu, sta pa zato nekoliko manj združljivi z drugo programsko opremo za urejanje (Revopoint 3D, 2020).

## Tehnologija 3D-skeniranja za izobraževalne namene

Za uporabo 3D-skenerjev za osnovnošolske namene ne potrebujemo visoke natančnosti. Finančna sredstva šol so omejena, glede na preglednico 2 pa je za osnovno šolo primerna izbira 3D-skeniranja s strukturiranim osvetljevanjem. Za delovanje je treba imeti tudi osebni računalnik, na katerega namestimo programsko opremo, ki zahteva nekatere specifikacije računalnika (določen operacijski sistem in centralno procesna enota, vhod za priključitev kabla, najmanjša velikost delovnega pomnilnika in grafične kartice ter vrsta grafične kartice). Cenovno najdostopnejša možnost za samoiniciativne učitelje tehnike so 3D-skenerji, ki jih lahko izdelamo sami (Shining 3D, b. d.).

### *Odprtokodni 3D-skenerji*

Splet omogoča dostop do podatkov odprtokodnih projektov, ki spadajo v t. i. kategorijo »izdelaj sam« (DIY, angl. do it yourself). Najdemo lahko veliko projektov za izdelavo lastnega 3D-skenerja z določeno tehnologijo. Izdelamo lahko laserski 3D-skener, 3D-skener s strukturiranim osvetljevanjem, laserski 3D-skener HE3D Reprap iz kompleta in mnoge druge (slika 8). Okvirne cene izdelave 3D-skenerjev znašajo 115–200 EUR. Našteti odprtokodni 3D-skenerji so natančneje opisani v magistrskem delu (Kurent, 2021). Dostopni projekti zajemajo podatke o potrebni strojni opremi, navodila za izdelavo ter informacije o možni namestitvi ustrezne programske opreme. Ta je za nekatere projekte tudi prosto dostopna na spletu.



Slika 8: (a) Laserski 3D-skener »izdelaj sam« (Janth, b. d.), (b) 3D-skener s strukturiranim osvetljevanjem »izdelaj sam« (Hesamn, b. d.) in (c) laserski 3D-skener HE3D Reprap (HE3D Reprap, b. d.)

### *Komercialni 3D-skener*

V nadaljevanju je opisan 3D-skener EinScan SE znamke Shining 3D (slika 9), ki je na trgu eden izmed cenejših z zadovoljivimi lastnostmi za OŠ (3D Printing Guide for Teachers, 2018).



Slika 9: 3D-skener EinScan SE

3D-skener EinScan SE je skener, ki ga je razvilo podjetje Shining 3D. Uporablja tehnologijo strukturiranega osvetljevanja. Strojno opremo 3D-skenerja sestavljajo: vrtljiva mizica, glava skenerja, ki vsebuje projektor in dve kameri, različni nosilci, ustrezni kabli za napajanje in prenos podatkov ter ploščica za umerjanje (Shining 3D, b. d.).

Nosilnost vrtljive mizice znaša 5 kg. Kameri z resolucijo 1,3 MP (megapiksel) uporabljata slikovni senzor (CMOS, angl. complementary metal–oxide–semiconductor) s 24 MP in 20 fps (število sličic na sekundo, angl. frames per second). Projektor predmet osvetljuje z belo svetlobo, ki jo generira svetleča dioda (LED). Ta je sprogramirana s pomočjo ustreznih elektronskih komponent znotraj glave 3D-skenerja. Elektronske komponente poskrbijo, da 3D-skener deluje tako, da pri mirujoči mizici predmet osvetli s strukturiranim vzorcem (svetlobnimi pasovi), nato pa se mizica zasuče in projektor ponovno osvetli predmet (Shining 3D, b. d.).

EinScan SE 3D-skener en posnetek opravi v manj kot 8 sekundah. Razdalja med točkami, ki jih zajame, znaša med 0,17 in 0,20 mm, posamezen posnetek pa je narejen na manj kot 0,1 mm natančno. Deluje na razdalji od 290 do 480 mm. 3D-model, ki nastane, lahko izvozimo v različnih formatih (STL, OBJ, PLY, ASC in 3MF). Omogoča zajemanje teksture površine. Velikost 3D-skeniranih predmetov mora biti med (30 x 30 x 30) mm in (700 x 700 x 700) mm (Shining 3D, b. d.).

Na računalnik si je treba namestiti ustrezno programsko opremo. Računalnik mora imeti nameščen operacijski sistem Windows 7 ali 8 oziroma 10, 64 bit. Imeti mora vsaj en USB 2.0 ali 3.0 vhod ter več kot 8 GB delovnega pomnilnika. Zahteva tudi grafično kartico serije NVIDIA z več kot 1 GB spomina in centralno procesno enoto i5 ali več (Shining 3D, b. d.).

### 3D-skeniranje v osnovnošolskem izobraževanju

Meadati idr. (2013) opisuje 3D-skeniranje kot eno izmed učnih orodij. Pri poučevanju uporabljamo različne metode in oblike dela, ki jih prilagajamo glede na vsebino, učni slog in druge potrebe učečih. 3D-skeniranje je dobro orodje za izboljšanje vizualizacijskih sposobnosti in zagotavlja vizualno in kinestetično okolje. V delu (Meadati idr., 2013) se navezuje na poučevanje s pomočjo 3D-skeniranja pri študentih gradbeništva, kar po analogiji lahko prenesemo tudi na mlajše učence. Morze idr. (2016) poudarjajo pomen 3D-skeniranja kot tistega dela 3D-tehnologij (tiskanje, modeliranje in skeniranje), ki omogoča povezovalno STEM (znanost, tehnologija, inženirstvo, matematika) oz. STEAM (znanost, tehnologija, inženirstvo, umetnost, matematika) izobraževanje. S povezovanjem logičnega mišljenja, deduktivnega in induktivnega razmišljanja povečuje kritično mišljenje, prilagodljivost, socialne veščine ipd. (Meadati idr., 2013; Molenbroek in Goto, 2015; Morze, 2016).

3D-skeniranje je izobraževalno orodje, ki lahko z vključevanjem v šolske učilnice izboljša učno okolje. Učenci se učijo eksperimentiranja, opazovanja, analiziranja ipd. 3D-skeniranje spodbuja tudi raziskovanje in razumevanje različnih pojmov, npr. merila, deleže, razmerja, količine. Ker je močno povezano z vzratnim inženirstvom, omogoča razumevanje dekonstrukcije kot učnega orodja in spoznavanje sestavnih delov predmetov. Cikel razvoja se s 3D-skeniranjem pospeši. Učenci lahko spoznajo proces hitrega razvoja produktov (RPD, angl. rapid product development). Več časa je mogoče nameniti analizi predmetov, eksperimentiranju in raziskovanju. 3D-skeniranje ponuja možnosti za učenje abstraktnih konceptov na interaktiven način (Central Scanning, 2020).

### *Pregled objav uporabe tehnologije 3D-skeniranja*

Tehnologija 3D-skeniranja se čedalje bolj pojavlja v znanosti in na področju izobraževanja. V nadaljevanju so podani najdeni načini vpeljave 3D-skeniranja v osnovnošolskem izobraževanju v Sloveniji in na mednarodnem nivoju.

#### *a) 3D-skeniranje v osnovnih šolah v Sloveniji*

Urbas (2019) je v svojem raziskovanju ugotovil, da 3D-skeniranje pri poučevanju uporablja le 3 % slovenskih osnovnošolskih učiteljev tehnike. Glede na najdene zapise poteka vpeljevanje

3D-skeniranja predvsem prek TD z zunanjimi izvajalci (Urbas, 2019).

Pregled javno dostopnih gradiv, učnih priprav, zapisov na spletnih straneh šol ipd. podaja skromne informacije o načinu vpeljevanja in seznanjanja s 3D-skeniranjem. Iz fotografij ob zapisih (Kos, 2015; Osredkar, 2019; OŠ Kozara Nova Gorica, 2017) lahko samo sklepamo, da so 3D-skeniranje izvedli na izbranih predmetih in opazovali nastajanje 3D-modela, ponekod so skenirane predmete tudi 3D-natisnili. Povzamemo lahko, da je javno dostopnih le malo podatkov o seznanjanju učencev s 3D-skeniranjem. O dejanskem stanju 3D-skeniranja v osnovnih šolah ne moremo soditi. Izhajajoč iz ugotovitev Urbasa (2019) je stanje dostopnih podatkov pričakovano (Urbas, 2019).

#### *b) 3D-skeniranje v osnovnih šolah v tujini*

V nadaljevanju so predstavljeni načini vpeljevanja 3D-skeniranja v osnovnošolskem izobraževanju po svetu, ki so javno dostopni. Podrobneje so opisani tudi predlogi za vpeljevanje te tehnologije, namenjeni prav osnovnošolskemu izobraževanju, sicer pa informacij o njihovi dejanski izvedbi ni.

Prispevek (RangeVision 3D Scanners, 2016) prikazuje vključevanje 3D-skeniranja v tehniški pouk osnovne šole v Rusiji. Učence je obiskala skupina razvijalcev 3D-skenerjev. Prikazali so uporabno vrednost 3D-skeniranja v povezavi s 3D-tiskanjem pri reševanju problema izgubljenega avtomobilskega kolesa otroške igrače. Pri pouku so izgubljeno kolo nadomestili tako, da so eno izmed koles 3D-skenirali in nato natisnili s 3D-tiskalnikom. Učenci so prek aktivnosti spoznali preprostost ustvarjanja novih predmetov in uporabnost 3D-tehnologij. Uporabljena tehnologija 3D-skeniranja ni natančno navedena, a je mogoče iz podatkov na spletu (*SMART RANGEVISION*, b. d.) ugotoviti, da je uporabljeni 3D-skener deloval na osnovi strukturiranega osvetljevanja (RangeVision 3D Scanners, 2016; *SMART RANGEVISION*, b. d.).

Na spletu je dostopnih nekaj učnih lekcij za vključevanje 3D-skeniranja v osnovnošolske aktivnosti. Nastale so v podjetju PrintLab iz Združenega kraljestva, ki se ukvarja predvsem z razvojem kurikuluma za 3D-tiskanje. Njihov cilj je podpora in izobraževanje učiteljev za poučevanje 3D-tehnologij. Na spletu je dostopen njihov priročnik za učitelje (3D Printing Guide for Teachers, 2018) z navodili za 3D-tiskanje, ki zajema tudi 3D-skeniranje in pripravo datotek. V svojih zasnovah učnih lekcij vključujejo cilje iz kurikuluma Združenega kraljestva. Poleg gradiva za učitelje na spletu ponujajo tudi gradivo, primerno za samostojno delo učencev. Učne lekcije podjetja vključujejo 3D-skenerje, ki uporabljajo tehnologijo strukturiranega osvetljevanja (EinScan SE, EinScan H oz. Structured Sensor), kot alternativo pa ponekod predlagajo uporabo fotogrametrije (Autodesk ReCap Photo). Učne lekcije se

nanašajo na izdelovanje ergonomskih pripomočkov, ortoze, t. i. organskih domačih pripomočkov, vzvratno inženirstvo ipd. in so natančneje zapisane v magistrskem delu (Kurent, 2021).

Javno dostopnih informacij o vključevanju 3D-skeniranja v osnovnošolski prostor je malo. Pregled dostopnih gradiv nakazuje na pojavljanje zapisov o prednostih vpeljevanja 3D-skeniranja v izobraževanje, ne opiše pa primerov (dobre) prakse vpeljevanja te tehnologije. O dejanskem pojavljanju 3D-skeniranja v tujih osnovnih šolah ne moremo soditi, dostopne lekcije za vključevanje 3D-skeniranja v tehniški pouk pa so dobro izhodišče za to. Predvidevajo namreč uporabo 3D-skenerja s strukturiranim osvetljevanjem ali 3D-skeniranje s fotogrametrijo na preprostih primerih iz vsakdana, ki so učencem blizu.

## **Namen in cilji**

Namen raziskovanja je bila določitev smernic in načina za vpeljavo nove tehnologije 3D-skeniranja v osnovnošolsko tehniško izobraževanje. Glede na sodobnost te tehnologije je področje še zelo malo raziskano. S svojimi lastnostmi izkazuje uporabno vrednost in osmišlja idejo po vpeljevanju 3D-skeniranja v nižje izobraževanje.

Raziskovalna vprašanja (RV), ki smo si jih zastavili, so:

RV 1: V okviru katerih tehniških predmetov lahko 3D-skeniranje vključimo na osnovnošolski ravni?

RV 2: Katere cilje trenutno veljavnega UN TIT je mogoče doseči z vpeljavo 3D-skeniranja pri rednem pouku?

RV 3: Kakšne so možnosti navezovanja nove tehnologije 3D-skeniranja z že vpeljano tehnologijo 3D-tiska pri tehniškem pouku v osnovni šoli?

RV 4: Kako lahko vključevanje 3D-skeniranja v pouk vpliva na domeno izdelkov pri TIT?

## **Metoda**

Pri raziskavi, ki je del magistrskega dela (Kurent, 2021), smo kot raziskovalni pristop uporabili teoretično raziskavo. Uporabili smo deskriptivno raziskovalno metodo. Predstavitev tehnologije, zgodovine in uporabe 3D-skeniranja je narejena na podlagi obstoječe strokovne literature. Pregled trenutnega stanja 3D-skeniranja v izobraževanju pri nas in v tujini je nastal na podlagi dostopnega gradiva. S pregledom UN TIT in izbirnih predmetov, kjer bi bila vpeljavo 3D-skeniranja mogoča, za preučeni nivo standardov znanja učencev in cilje posameznih predmetov. Na tej podlagi so izdelani predlogi za možno vpeljavo 3D-skeniranja na različnih starostnih stopnjah. Preizkušen je model 3D-skenerja EinScan SE blagovne znamke Shining 3D, ki deluje s tehnologijo strukturiranega osvetljevanja in je cenovno dostopen. Primeri za vpeljavo tehnologije 3D-skeniranja so opisani in predstavljeni s slikovnim gradivom (*Učni načrt. Izbirni predmet: program osnovnošolskega izobraževanja. Obdelava gradiv: les, umetne snovi, kovine*, 2005; *UČNI načrt. Program osnovna šola. Tehnika: neobvezni izbirni predmet*, 2013; *Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011; *Program osnovna šola. RISANJE V GEOMETRIJI IN TEHNIKI. Izbirni predmet. Prenovljeni učni načrt*, 2012; Shining 3D, b. d.).

## **Rezultati**

V poglavju so predstavljeni tehniški predmeti, pri katerih je mogoče vpeljati 3D-skeniranje. Podani so tudi dejanski primeri vpeljave 3D-skeniranja v osnovnošolski prostor.

### **Možna umestitev tehnologije 3D-skeniranja v poučevanje tehnike**

Tehniško osnovnošolsko izobraževanje v največji meri narekuje UN tehniških predmetov. V UN so zajeti cilji predmeta, ki jih mora vsak učitelj tehnike pri pouku doseči. Trenutno veljavni UN za predmet TIT za 6., 7. in 8. razred osnovne šole je iz leta 2011, tehnologija 3D-skeniranja pa je zelo sodobna tehnologija, zato v UN pričakovano ni zajeta (*Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011).

Namen vpeljave 3D-skeniranja v osnovno šolo je predvsem predstavitev nove tehnologije, ki se izjemno dobro dopolnjuje s 3D-tehnologijama 3D-tiskanja in 3D-modeliranja. S tehnologijo 3D-skeniranja 3D-model ustvarimo hitreje kot z računalniškim modeliranjem. Želen predmet za 3D-skeniranje lahko izdelamo iz materialov, enostavnih za preoblikovanje (npr. modelirna snov). Nastali model zahteva nekaj ročnih popravkov, kjer s pomočjo CAD-programov uporabljamo 3D-modeliranje. 3D-model v fizično obliko pretvorimo s 3D-tiskalnikom. Tehnologija 3D-tiska se v osnovnih šolah v zadnjih letih pogosteje pojavlja zaradi padca cen 3D-tiskalnikov. 3D-modeliranje je pri pouku pogosteje prisotno, ker UN predpisuje obravnavo teh vsebin. Vpeljava 3D-skeniranja bi učencem omogočila celosten pregled 3D-tehnologij, spoznavanje novih naprav, optimizacijo postopkov in spoznavanje uporabnosti 3D-tehnologij na številnih področjih. Glede na veljavni UN lahko 3D-skeniranje vpeljujemo v posameznih razredih rednega pouka TIT, kar prikazuje preglednica 3 (*Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011; Urbas, 2019).

Preglednica 3: Možna vpeljava 3D-skeniranja v posameznih razredih pri pouku TIT (*Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011)

| Razred    | Vsebina                                                                                                                        | Cilji                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Način vpeljave                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. razred | Rezervni čas*                                                                                                                  | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3D-skeniranje v okviru TD.                                                                                                                                                                                                     |
| 7. razred | Načrtovanje in izdelava predmeta: področja uporabe umetnih snovi, rešitev izbranega problema, obvladovanje orodja in postopkov | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ugotovijo, predstavijo in utemeljijo razširjenost ter rabo umetnih snovi v vsakdanjem življenju.</li> <li>▪ Izdelajo sestavne dele in jih sestavijo v izdelek.</li> <li>▪ Preizkusijo izdelek, ga ovrednotijo in predstavijo ideje za izboljšanje.</li> </ul> | 3D-skeniranje v navezavi s 3D-tiskom ob obravnavi umetnih snovi.<br><i>Učenci v okviru obravnave umetnih snovi spoznajo tehnologijo 3D-tiskanja. Izdelek iz umetnih snovi izdelajo s pomočjo 3D-skeniranja in 3D-tiskanja.</i> |
|           | Rezervni čas*                                                                                                                  | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3D-skeniranje v navezavi s 3D-tiskom ob obravnavi umetnih snovi.<br>3D-skeniranje v okviru TD.                                                                                                                                 |
| 8. razred | Slika predmeta v prostoru in njen pomen, skiciranje in risanje prizmatičnega predmeta                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Narišejo sliko predmeta v prostoru z računalniškim grafičnim programom za trirazsežnostno modeliranje (3D).</li> </ul>                                                                                                                                        | 3D-skeniranje kot uvod v 3D-modeliranje.<br><i>Učenci s 3D-skeniranjem ustvarijo model, ki ga v ustreznih programih dodatno urejajo s pomočjo 3D-modeliranja.</i>                                                              |
|           | Rezervni čas*                                                                                                                  | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3D-skeniranje kot uvod v 3D-modeliranje.<br>3D-skeniranje v okviru TD.                                                                                                                                                         |

\*Vsebine v okviru rezervnega časa so namenjene poglobljanju v okviru projektov, tematikam v navezavi z aktualizacijo, ekskurzijami, upoštevanju specifičnih interesov učencev in individualizacije, povezavam z drugimi področji, razvijanju odnosov (človek in ustvarjanje), soodvisnosti gospodarskih in socialnih dejavnosti idr. Cilje oblikuje učitelj samostojno.

V okviru tehniškega izobraževanja v osnovni šoli so učencem ponujeni različni izbirni predmeti. 3D-skeniranje je smiselno glede na UN vpeljati tudi pri predmetih, predstavljenih v preglednici 4 (*Učni načrt. Izbirni predmet: program osnovnošolskega izobraževanja. Obdelava gradiv: les, umetne snovi, kovine*, 2005; *UČNI načrt. Program osnovna šola. Tehnika: neobvezni izbirni predmet*, 2013; *Program osnovna šola. RISANJE V GEOMETRIJI IN TEHNIKI. Izbirni predmet. Prenovljeni učni načrt*, 2012).

Preglednica 4: Možna vpeljava 3D-skeniranja pri tehniških izbirnih predmetih (*Učni načrt. Izbirni predmet: program osnovnošolskega izobraževanja. Obdelava gradiv: les, umetne snovi, kovine, 2005; UČNI načrt. Program osnovna šola. Tehnika: neobvezni izbirni predmet, 2013; Program osnovna šola. RISANJE V GEOMETRIJI IN TEHNIKI. Izbirni predmet. Prenovljeni učni načrt, 2012).*

| Izbirni predmet                 | Vsebina                                                       | Cilji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Način vpeljave                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obdelava gradiv: umetne snovi   | Projektne naloge                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Načrtujejo predmete iz različnih gradiv in pri tem uporabijo oziroma sami izdelajo tehniško in tehnološko dokumentacijo.</li> <li>▪ Konstruirajo in izdelajo preproste predmete iz različnih gradiv ter primerjajo načine obdelav posameznih gradiv.</li> <li>▪ Razvijajo spretnosti in sposobnosti za različne obdelave.</li> <li>▪ Ob delu pravilno izbirajo in uporabljajo orodja za obdelavo različnih gradiv.</li> </ul> | <p>3D-skeniranje v navezavi s 3D-tiskom ob obravnavi umetnih snovi.</p> <p><i>Učenci v okviru obravnave umetnih snovi spoznajo tehnologijo 3D-tiskanja. Izdelek iz umetnih snovi izdelajo s pomočjo 3D-skeniranja in 3D-tiskanja.</i></p> |
| Risanje v geometriji in tehniki | Risanje preprostih geometrijskih teles in homogenih predmetov | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Spoznajo in uporabljajo orodja za risanje.</li> <li>▪ Modelirajo osnovna geometrijska telesa. Modelirajo tridimenzionalni model resničnega homogenega predmeta.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>3D-skeniranje kot uvod v 3D-modeliranje.</p> <p><i>Učenci s 3D-skeniranjem ustvarijo model, ki ga v ustreznih programih dodatno urejajo s pomočjo 3D-modeliranja.</i></p>                                                              |
|                                 | Izdelava predmeta                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelirajo tridimenzionalni model predmeta.</li> <li>▪ Izdelajo predmet iz izbranih gradiv.</li> <li>▪ Opišejo pot od zamisli, načinov vnašanja v 3D-program in modeliranja do uporabe tridimenzionalnega modela za upodobitev (vizualizacija), navidezno resničnost (virtualizacija) oziroma izdelavo.</li> </ul>                                                                                                            | <p>3D-skeniranje kot uvod v 3D-modeliranje za potrebe 3D-tiskanja.</p> <p><i>Učenci s 3D-skeniranjem ustvarijo model, ki ga v ustreznih programih dodatno urejajo s pomočjo 3D-modeliranja. Izdelek 3D-natisnejo.</i></p>                 |
|                                 | Predmeti iz okolja                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uporabijo 3D-grafični program za modeliranje predmetov iz okolja.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>3D-skeniranje kot uvod v 3D-modeliranje.</p> <p><i>Učenci s 3D-skeniranjem ustvarijo model, ki ga v ustreznih programih dodatno urejajo s pomočjo 3D-modeliranja.</i></p>                                                              |

|                                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Neobvezni izbirni predmet tehnika | Umetne snovi    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utemeljijo razširjenost uporabe umetnih snovi ter njihove prednosti in slabosti pred drugimi gradivi.</li> <li>▪ Izdelujejo uporabne predmete.</li> </ul>                                          | <p>3D-skeniranje v navezavi s 3D-tiskom ob obravnavi umetnih snovi.</p> <p><i>Učenci v okviru obravnave umetnih snovi spoznajo tehnologijo 3D-tiskanja. Izdelek iz umetnih snovi izdelajo s pomočjo 3D-skeniranja in 3D-tiskanja.</i></p> |
|                                   | Izbirne vsebine | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Izberejo aktualno področje oz. področje, značilno za njihovo okolje.</li> <li>▪ Izdelajo rešitev (predmet, model, konstrukcijo).</li> <li>▪ Spoznavajo obdelovalne in delovne postopke.</li> </ul> | <p>3D-skeniranje kot uvod v 3D-modeliranje za potrebe 3D-tiskanja.</p> <p><i>Učenci s 3D-skeniranjem ustvarijo model, ki ga v ustreznih programih dodatno urejajo s pomočjo 3D-modeliranja. Izdelek 3D-natisnejo.</i></p>                 |

Če učitelji povezave med tehnologijo 3D-skeniranja in predvidenimi vsebinami UN morebiti ne naredijo oz. izkoristijo, so v šolskem letu predvideni tudi dnevi dejavnosti. Glede na majhno število ur TIT in zaradi časovne zahtevnosti uporabe 3D-tehnologij pri pouku je njihovo vpeljevanje bolj smiselno v okviru TD. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport v svojih smernicah in priporočilih navaja dni dejavnosti in predlaga nekatere primerne vsebine. Dnevi dejavnosti so namenjeni povezovanju disciplin in predmetnih področij, nadgrajevanju teoretičnih znanj s praktičnim, medsebojnemu sodelovanju, odzivanju na aktualne dogodke ipd. Vsebine 3D-skeniranja je ob primernih prilagoditvah prek TD mogoče vpeljati v vseh razredih predmetne stopnje (Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, b. d.; *Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011).

Vsebine UN z višjim razredom po zahtevnosti rastejo. Učenci lahko ob spoznavanju novih tehnologij in gradiv te kombinirajo z že poznanimi ter vsebine med seboj smiselno povezujejo. S tega vidika je vpeljevanje 3D-skeniranja smiselno v 8. razredu osnovne šole. Takrat učenci spoznavajo 3D-modeliranje, ki je neposredno povezano s tehnologijo 3D-skeniranja. Hkrati lahko kombinirajo že prej poznana gradiva (papirna gradiva, les, umetne snovi) z novimi (kovine). Uporaba umetnih snovi s tehnologijo 3D-tiskanja te skupaj s 3D-skeniranjem in 3D-modeliranjem poveže v smiselno celoto (*Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, 2011).

#### Primeri umestitve 3D-skeniranja v tehniško poučevanje

Za namen vključevanja 3D-skeniranja v tehniško izobraževanje izvedemo preizkušanje različnih gradiv/materialov in sestavljanj. Sprva določimo oblike preizkusnega modela. Sledi določitev kriterijev za vrednotenje izdelanih modelov in nastalih 3D-modelov z namenom razmejčitve preizkušenih gradiv/materialov in sestavljanj. Izdelamo preizkusne izdelke, jih 3D-skeniramo s 3D-skenerjem EinScan SE in ovrednotimo. Rezultate zberemo v preglednici in interpretiramo.

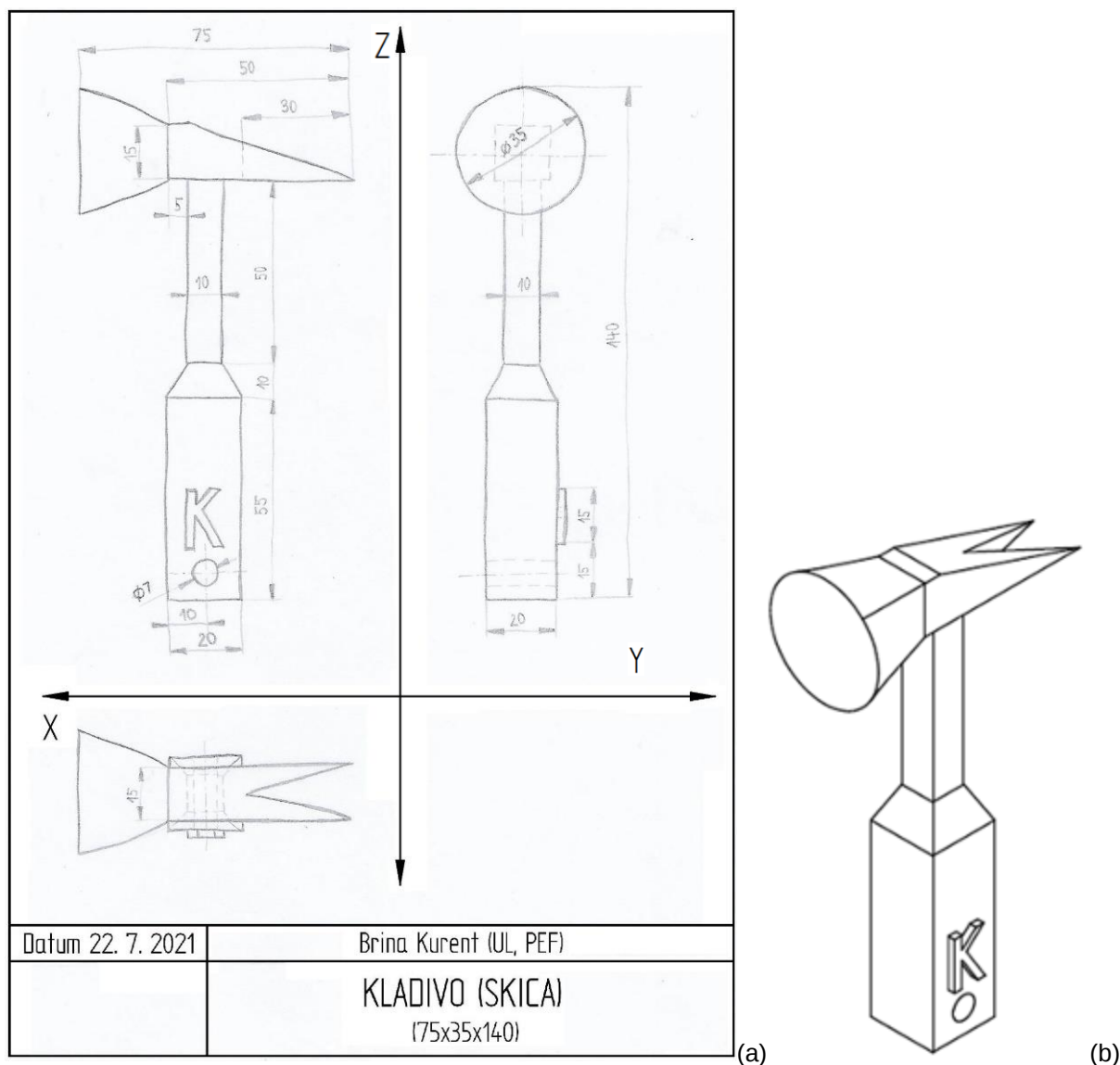
V nadaljevanju so predstavljena različna gradiva, materiali oziroma sestavljanke (slike 10–20), ki so učencem poznani in omogočajo enostavno oblikovanje predmetov za namen 3D-skeniranja (preglednica 5). Predstavljeni so tudi izdelki, primerni za učence različnih starosti, glede na poznavanje in enostavnost obdelave.

Preglednica 5: Izbrana gradiva, materiali in sestavljanka za namen preizkušanja

| Gradivo/<br>material/<br>sestavljanka | Naziv                                                         | Prikaz                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GM1                                   | plastelin                                                     | <br>Slika 10: Kvader plastelina.                       |
| GM2                                   | glina                                                         | <br>Slika 11: Kvader gline.                            |
| GM3                                   | modelirna snov<br>(utrjevanje na zraku)                       | <br>Slika 12: Kvader modelirne snovi                   |
| GM4                                   | polimerna modelirna<br>snov (utrjevanje v<br>pečici)          | <br>Slika 13: Kvader polimerne modelirne snovi         |
| GM5                                   | slano testo                                                   | <br>Slika 14: Kvader slanega testa                    |
| GM6                                   | vata in<br>polivinilacetatno lepilo                           | <br>Slika 15: Kvader vate in PVA-lepila              |
| GM7                                   | mivka in<br>polivinilacetatno lepilo                          | <br>Slika 16: Kvader mivke in PVA-lepila             |
| S1                                    | kocke lego                                                    | <br>Slika 17: Kocke lego                             |
| S2                                    | konstrukcijska zbirka<br>Fischertechnik,<br>MECHANIC + STATIC | <br>Slika 18: Konstrukcijska zbirka Fischertechnik   |
| S3                                    | ekspandiran polistiren<br>in zobotrebc                        | <br>Slika 19: Gradniki iz ekspandiranega polistirena |

|    |                                    |                                                                                    |                                       |
|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| S4 | furnirna plošča in<br>lepilni trak |  | Slika 20: Gradniki iz furnirne plošče |
|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|

Za preizkusni predmet določimo model kladiva (slika 21, priloga 9.8 v magistrskem delu, Kurent, 2021). Predmet je preišljeno izbran/določen z namenom, da lahko iz gradiv/materialov obvladujemo osnovne značilnosti osnovnošolskih tehniških izdelkov. Predmet je iz enega samega dela, ki ga lahko razdelimo na osnovna matematična telesa (kvader, valj, sfera) oziroma njihove dele. S tem lahko ugotavljamo zmožnosti preoblikovanja in obvladovanja osnovnih, ravnih in okroglih oblik. Tipičen tehniški izdelek obsega luknje/izvrtine za namene pritrdjevanja, spajanja, gibljivih zvez itd. Na ročaju smo zato predvideli izvrtino. Predmetu dodamo še dva detajla, enostavnejši in zahtevnejši. Kot enostavnejši detajl je na glavi kladiva narejena zareza. Kot zahtevnejši detajl je na ročaju taktilna oznaka v obliki velike tiskane črke K. Omenjene značilnosti izdelka omogočajo lažjo primerjavo med zmožnostmi gradiv in materialov za potrebe oblikovanja izdelkov. Zmožnost oblikovanja ravnih in okroglih linij ter odprtin je ključna za potrebe tehniških izdelkov, oblikovanje detajlov pa dodatno razmeji uporabljena gradiva oz. materiale glede na uporabnost.



Slika 21: (a) Skica preizkusnega izdelka – kladiva in (b) njegov 3D-model

Za vrednotenje primernosti gradiv in materialov za uporabo pri 3D-skeniranju določimo kriterije preizkusnih izdelkov. Kriterije razvrstimo v posamezne skupine:

- P – potrebni pripomočki, orodja, naprave, stroji,
- Č – časovna zahtevnost,
- O – obdelava,
- L – lastnosti gradiva/materiala in
- S – 3D-skeniranje.

Vsaka skupina zajema več kriterijev, ki so podani z opisniki. Za vsak kriterij je podan način točkovanja ter vsota vseh možnih točk za posamezno skupino (preglednica 6).

Preglednica 6: Kriteriji (K) z opisniki in točkovanjem za vrednotenje 3D-skeniranih preizkusnih izdelkov iz različnih gradiv in materialov po skupinah (S), kjer pomenijo P – potrebni pripomočki, orodja, naprave, stroji, Č – časovna zahtevnost, O – obdelava, L – lastnosti gradiva/materiala in S – 3D-skeniranje

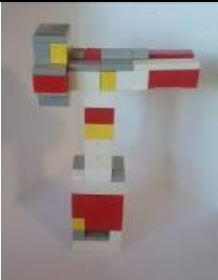
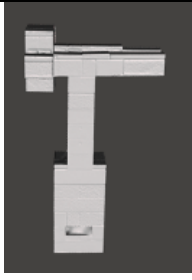
| S | K  | Opisnik                                                                                 | Točkovanje                                                                                              | Možne točke | Vsota točk po skupini |
|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| P | P1 | Uporabljeno orodje/pripomočki za oblikovanje/sestavljanje                               | Št. uporabljenih orodij/pripomočkov: točk<br>= 0: 3; ≤ 2: 2; ≤ 4: 1; > 4: 0                             | 3           | 5                     |
|   | P2 | Uporabljene naprave ali stroji za izdelavo                                              | Št. uporabljenih naprav/strojev: točk<br>= 0: 1; ≥ 1: 0                                                 | 1           |                       |
|   | P3 | Potrebne snovi za oblikovanje/sestavljanje                                              | Št. uporabljenih snovi: točk<br>= 0: 1; ≥ 1: 0                                                          | 1           |                       |
| Č | Č1 | Čas priprave gradiva/materiala/sestavljank                                              | Časovni interval : točk<br>≤ 5 min: 2; ≤ 10 min: 1; > 10 min: 0                                         | 2           | 9                     |
|   | Č2 | Čas izdelave izdelka                                                                    | Časovni interval : točk<br>≤ 10 min: 2; ≤ 15 min: 1; > 15 min: 0                                        | 2           |                       |
|   | Č3 | Čas barvanja/ sušenja/ pečenja                                                          | Časovni interval : točk<br>≤ 10 min: 5; ≤ 20 min: 4; ≤ 30 min: 3; ≤ 40 min: 2; ≤ 50 min: 1; > 50 min: 0 | 5           |                       |
| O | O1 | Potrebna predobdelava                                                                   | Da: 0; ne: 1                                                                                            | 1           | 9                     |
|   | O2 | Potrebna dodatna obdelava                                                               | Da: 0; ne: 1                                                                                            | 1           |                       |
|   | O3 | Zveznost površine                                                                       | Stopnja zveznosti: točk<br>brez razpok/zvezno: 2; male razpoke/srednje zvezno: 1; razpokano/nezvezno: 0 | 2           |                       |
|   | O4 | Natančnost                                                                              | Stopnja natančnosti: točk<br>visoka: 2; srednja: 1; nizka: 0                                            | 2           |                       |
|   | O5 | Doseganje okroglih linij                                                                | Da: 1; ne: 0                                                                                            | 1           |                       |
|   | O6 | Doseganje ravnih linij                                                                  | Da: 1; ne: 0                                                                                            | 1           |                       |
|   | O7 | Zahtevnost sestavljanja                                                                 | Da: 1; ne: 0                                                                                            | 1           |                       |
| L | L1 | Potrebno izdelovanje snovi/sestavljank                                                  | Da: 0; ne: 1                                                                                            | 1           | 13                    |
|   | L2 | Odpornost na preoblikovanje v času uporabe                                              | Da: 1; ne: 1                                                                                            | 1           |                       |
|   | L3 | Zmožnost izdelave detajlov                                                              | Da: 2; ne: 0 (za vsak detajl)                                                                           | 6           |                       |
|   | L4 | Cena potrebnega gradiva/materiala/gradni kov sestavljanj, potrebnih za izdelavo izdelka | Cenovno razpon: točk<br>≤ 0,2 EUR: 5; ≤ 0,5 EUR: 4; ≤ 1 EUR: 3; ≤ 2 EUR: 2; ≤ 4 EUR: 1; > 4 EUR : 0     | 5           |                       |
| S | S1 | Detajli na nastalem 3D-modelu (luknja, zareza,                                          | Stanje detajla: točk<br>luknja skozi: 2; slepi luknji: 1;                                               | 6           | 11                    |

|  |    |                                |                                                                                                                                     |   |  |
|--|----|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|
|  |    | črka).                         | manjši slepi luknji/brez luknje: 0; zarez: 2; slabše zaznana zarez: 1; brez zarez: 0; črka: 2; slabše zaznana črka: 1; brez črke: 0 |   |  |
|  | S2 | Potrebno število ročnih poravn | Št. ročnih poravn: točk<br>= 0: 5; = 1: 4; = 2: 3; = 3: 2; = 4: 1;<br>> 4: 0                                                        | 5 |  |

\*Natančnost detajlov iz določenega gradiva oz. materiala ter sestavljanj je odvisna od natančnosti obdelovalca. Vrednotena je glede na strukturo gradiv/materialov, ki z velikostjo delcev pogojuje natančnost detajlov (najmanjšo imata slano testo in mivka). Pri sestavljanjkih jo določa velikost najmanjšega sestavnega dela.

Izdelki in njihovi 3D-skenirani modeli so prikazani v preglednici 7. Natančno pa so vrednoteni v magistrskem delu (Kurent, 2021). Iz vrednotenja izločimo primer vate s PVA-lepilom, saj je že samo oblikovanje izhodiščnega kvadra problematično in neuspešno. V primeru uporabe mivke s PVA-lepilom je zahtevno že samo ustvarjanje zmesi, saj zahteva čakanje, da se lepilo začne sušiti in zmes ohranjati obliko. Tudi pri oblikovanju potrebujemo več časa, pripomočke, oblikovanje kalupa ipd. Med postopkom odstranjevanja kalupa iz aluminijaste folije se kladivo ponekod zdrobi, zaradi dolgega sušenja, težavnega izdelovanja in poškodovanega končnega izdelka tudi mivko s PVA-lepilom izločimo iz nadaljnje primerjave gradiv in materialov. V preglednici 8 je prikazano vrednotenje izdelovanja kladiv iz različnih gradiv/materialov in sestavljanj.

Preglednica 7: Prikaz izdelkov iz različnih gradiv/materialov/sestavljank in njihovih 3D-modelov

| Gradivo<br>oz.<br>material | Izdelek                                                                             | 3D-model                                                                            | Sestav-<br>ljanka | Izdelek                                                                              | 3D-model                                                                              |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| GM1                        |    |    | S1                |    |    |
| GM2                        |    |    | S2                |    |    |
| GM3                        |   |   | S3                |   |   |
| GM4                        |  |  | S4                |  |  |
| GM5                        |  |  |                   |                                                                                      |                                                                                       |

Preglednica 8: Prikaz točkovanja izdelkov iz gradiv/materialov ter sestavljanek glede na vrednotenje po skupinah, kjer pomenijo P – potrebni pripomočki, orodja, naprave, stroji, Č – časovna zahtevnost, O – obdelava, L – lastnosti sestavljanke in S – 3D-skeniranje

| Gradivo/material/sestavljanka                  | P/točk | Č/točk | O/točk | L/točk | S/točk | Vsota točk |
|------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Plastelin                                      | 4      | 9      | 8      | 11     | 7      | 39         |
| Glina                                          | 2      | 3      | 7      | 13     | 10     | 35         |
| Modelirna snov (utrjevanje na zraku)           | 2      | 3      | 7      | 12     | 11     | 35         |
| Polimerna modelirna snov (utrjevanje v pečici) | 1      | 2      | 8      | 9      | 7      | 27         |
| Slano testo                                    | 1      | 5      | 5      | 12     | 8      | 31         |
| Kocke lego                                     | 3      | 9      | 5      | 6      | 6      | 29         |
| Konstruktorska zbirka FT                       | 3      | 8      | 5      | 4      | 7      | 27         |
| EPS in zobotrebci                              | 4      | 8      | 4      | 10     | 5      | 31         |
| Furnirna plošča in lepilni trak                | 4      | 9      | 4      | 10     | 7      | 34         |

Iz preglednice 8 je razvidno, da je za potrebe 3D-skeniranja izbranega izdelka (kladiva) glede na kriterije največ točk dosegel plastelin, ki je med primerjanimi zato najprimernejši. Za izdelovanje potrebujemo najmanj pripomočkov, časovno je izdelovanje najhitrejše in obdelava najenostavnejša. Po lastnostih gradiv in materialov ter 3D-skeniranja se sicer uvršča na 4. mesto, a je za potrebe OŠ zadovoljiv. V skupnem seštevku plastelinu sledita glina in modelirna snov, nato slano testo in nazadnje polimerna modelirna snov. Glede na kriterije in izbrani preizkusni izdelek za potrebe OŠ med primerjanimi sestavljanekami največ točk doseže furnirna plošča z lepilnim trakom. Največ točk doseže v vseh skupinah, z izjemo obdelave, kjer ni večjega odstopanja. V skupnem seštevku ji sledi sestavljanek iz EPS z zobotrebci, nato kocke lego in na koncu konstruktorska zbirka FT.

Glede primernosti sestavljanek tipa »izdelaj sam« imamo pomislek glede oblike gradnikov. Ker je preizkusni izdelek določen vnaprej, so oblike gradnikov tudi temu primerno izbrane in izdelane. Če za preizkusni izdelek izberemo ploščat predmet (npr. obesek za ključke z luknjo, zarezo, detajlom ...), imamo pri njegovem sestavljanju npr. več težav pri konstruktorski zbirki FT, gradnike sestavljanek tipa »izdelaj sam« pa lahko temu primerno prilagodimo. Pred uporabo sestavljanek je torej treba razmisliti predvsem o izdelku in potrebni obliki osnovnih gradnikov. Prav tako je potreben razmislek o smiselnosti stalnega prilagajanja oblik gradnikov želenemu izdelku, saj je njihova izdelava narejena po meri in zato časovno zelo potratna. V takšnih primerih je lahko uporaba tehnologije 3D-skeniranja glede na druge nesmiselna in neutemeljena.

V splošnem s 3D-skeniranjem kladiva iz gradiv oz. materialov ter sestavljanek nimamo večjih težav. Za oblikovanje izdelka s sestavljanekami ne potrebujemo strojev in naprav, razen za izdelavo sestavljanke tipa »izdelaj sam«. Tudi gradiva in materiali po večini ne potrebujejo zahtevnejših strojev. Nekateri zahtevajo pečico, ki pa je v tehniških učilnicah pogosta naprava. Večje težave pri 3D-skeniranju predmetov se lahko pokažejo pri simetričnih oblikah. Zato že v začetku izberemo način 3D-skeniranja z razmeroma visokim številom 3D-zajemov s pomočjo vrtljive mizice. Ponekod pri 3D-skeniranju uporabimo tudi zaščitni ličarski trak. Ta se izkaže za zelo uporabnega, saj ne le izboljša zaznavo površine, marveč so koščki zaščitnega ličarskega traku tudi kot oznake. 3D-skenerjem lajšajo orientacijo predmeta in

ustvarjajo opaznejše skupne točke. Oznake so uporabne tudi v primeru, ko moramo 3D-zajeme poravnati ročno.

Gradiva in materiali v primerjavi s sestavljanjkami dosegajo višji nivo natančnosti. Z natančnostjo pa je pogojeno izdelovanje detajlov. Ti so v fazi seznanjanja s 3D-skeniranjem za mlajše učence nebitveni, zato se lahko s sestavljanjkami omejimo na uporabo predvsem v nižjih razredih OŠ.

Primerjava doseženih točk po postavljenih kriterijih pokaže, da med izbranimi gradivi in materiali ter sestavljanjkami za vpeljevanje 3D-skeniranja v OŠ največ točk doseže plastelin. Primerjava najustrežnejšega gradiva oz. materiala (tj. plastelin) z najustrežnejšo sestavljančko (tj. furnirna plošča z lepilnim trakom) pokaže, da v treh skupinah (potrebni pripomočki, orodja, naprave, stroji, časovna zahtevnost in 3D-skeniranje) dosežeta enako število točk. Manjše odstopanje se pojavi pri skupini lastnosti gradiv oz. materialov/sestavljank. Večja pomanjkljivost pri plastelinu je njegova deformabilnost, ki zahteva več pozornosti in pazljivosti pri rokovanju z izdelki. Plastelin je zlasti smiselna za izdelavo ploščatih izdelkov oz. takšnih, kjer lastna teža ne vpliva na deformacijo izdelka. Za ploščate izdelke iz plastelina je priporočljivo, da so debeline 2 mm ali več. Ob ustrezno izdelanih pravokotnih robovih je izdelke med 3D-skeniranjem mogoče enostavno postaviti tudi na rob. K trdnemu položaju pripomore tudi lepljivost plastelina. Prav zato je plastelin zelo uporaben pri fiksiranju različnih predmetov na vrtljivo mizico in omogoča 3D-skeniranje predmetov v mnogih položajih. Bistvena razlika v primerjavi z najustrežnejšo sestavljančko pa se pokaže v obdelavi. Plastelin kot gnetljiva snov omogoča izdelavo različnih oblik, ravnih in ovalnih linij in zaradi strukture dosega visoko natančnost, ki je pri sestavljanjkah nizka in pogojena z velikostjo sestavnih delov. Ti določajo zmožnosti same sestavljanke z vidika doseganja poljubnih oblik, izdelovanja detajlov ipd.

O absolutni ustreznosti samo enega gradiva oz. materiala ter sestavljanke je težko soditi, saj je uspešnost 3D-skeniranja v veliki meri odvisna od oblike predmeta, ki ga 3D-skeniramo. Glede na ugotovljene lastnosti posameznih gradiv oz. materialov in sestavljanek se je treba odločiti v skladu s cilji, ki jih želimo doseči, in zadanimi časovnimi okvirji.

#### *Predlogi izdelkov*

V poglavju so predstavljene ideje in primeri za izdelke, namenjene vpeljevanju 3D-skeniranja v OŠ. Poleg izbire ustreznega gradiva, materiala ali sestavljanke za določen izdelek je treba te tudi smiselno opredeliti glede na zahtevnost, UN in utemeljiti smiselnost uporabe 3D-skeniranja v primerjavi z ostalimi možnimi načini izdelave. UN določa vsebino obravnave v določenem razredu OŠ. S tem so določena gradiva, materiali in njihove tehnologije obdelave ipd. glede na posamezni razred. Za izdelovanje različnih izdelkov v okviru tehniškega izobraževanja (rednih in izbirnih predmetov) učence ločimo v 3 starostne skupine glede na stopnjo zahtevnosti oz. znanja učencev:

- 4.–6. razred OŠ,
- 7. in 8. razred OŠ ter
- 8. in 9. razred OŠ.

Z uporabo 3D-skenerja lahko učencem prikažemo več prednosti te tehnologije v navezavi s 3D-modeliranjem in 3D-tiskanjem. Prednost 3D-skeniranja je prilagajanje posamezniku, saj

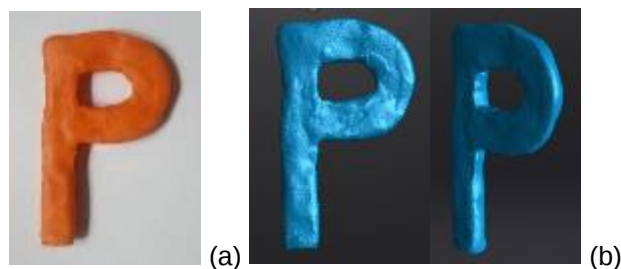
omogoča enostavno izdelavo unikatnih izdelkov. Omogoča enostavno reprodukcijo in izdelovanje setov. Dodatna moč 3D-skeniranja je pretvarjanje gnetljivega izdelka prek digitalnega modela v kompakten, tog izdelek. Uporaba plastelina to enostavno in jasno prikaže (prototip iz plastelina – digitalni 3D-model – natisnjen izdelek iz polimlečne/polilaktične kisline). Uporabna vrednost se kaže tudi v primeru popravljanja poškodovanih predmetov, kjer lahko morebitni manjkajoči predmet izdelamo iz enostavnega gradiva ali manjkajoči del z gradivom dopolnimo.

V nadaljevanju so podani nekateri primeri idej iz priloge 9.10 v magistrskem delu (Kurent, 2021) po starostnih skupinah: a) 4.–6. razred OŠ, b) 7. in 8. razred OŠ ter c) 8. in 9. razred OŠ.

a) 4.–6. razred OŠ

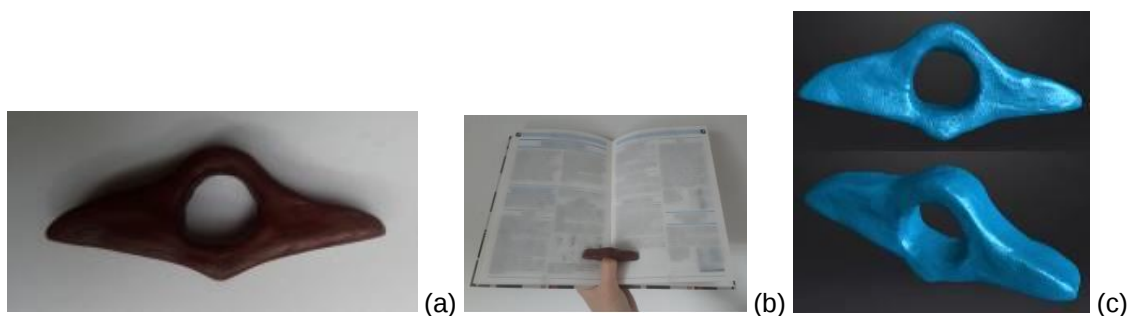
V mlajši starostni skupini učenci po UN še ne spoznavajo programov za 3D-modeliranje. Zato so smiselne enostavne oblike (npr. slepe luknje, večje odprtine), kjer nadaljnji popravki niso potrebni. Prek vpeljevanja 3D-skeniranja želimo učencem te starostne skupine pokazati predvsem možnost ustvarjanja izdelka brez znanja programskih orodij in možnost enostavne reprodukcije predmetov.

V nadaljevanju sta predstavljena enostavna izdelka za vpeljevanje 3D-skeniranja, in sicer črka za oznako sobe (slika 22) in pripomoček za branje knjig (slika 23).



Slika 22: (a) Začetna črka za oznako sobe iz plastelina in (b) njen 3D-model

Črko oblikujemo s pomočjo ravne podlage in nožka za oblikovanje. Površine zgladimo s prsti. 3D-skeniranje poteka v horizontalni in vertikalni legi, vsakokrat po 12 3D-zajemov (skupno 24), brez potrebnih ročnih poravnjav (slika 22) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)).



Slika 23: (a) Pripomoček za branje knjig iz plastelina, (b) prikaz uporabe in (c) njegov 3D-model

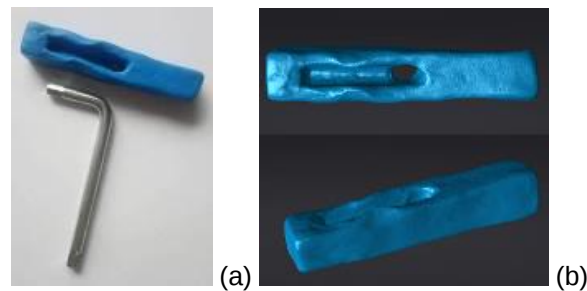
Pripomoček za branje knjig oblikujemo s pomočjo knjige, ravne podlage in zobotrebeca. Površine zgladimo s prsti. 3D-sken naredimo v dveh različnih legah po 12 3D-zajemov s

pomočjo vrtljive mizice (skupno 24 3D-zajemov, slika 23) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)).

b) 7. in 8. razred OŠ

V srednji starostni skupini učenci glede na UN 3D-modeliranje spoznajo v 8. razredu, ko spoznavajo tudi izometrično projekcijo (v 7. razredu spoznavajo projekcije v treh ravninah). Smiselna je izbira izdelka z nekoliko bolj zapletenimi oblikami (zareze, manjše luknje), kjer so verjetni tudi nekateri popravki (npr. ročna poravnava) ali minimalna uporaba enostavnih programov za 3D-modeliranje. V tej skupini učenci spoznajo umetne snovi in njihove lastnosti (7. razred). S 3D-tiskanjem 3D-skeniranih modelov lahko navežemo vsebino na termoplaste – polimlečna oz. polilaktična kislina (PLA). V 8. razredu je po UN predvidena obravnava serijske proizvodnje, del česar so tudi prototipi. V tej starostni skupini pokažemo učencem z vpeljevanjem 3D-skeniranja pot od prototipa do izdelka, uporabo minimalne obdelave z enostavnimi programskimi orodji za doseganje želenih sprememb 3D-modela in enostavno reprodukcijo predmetov.

V nadaljevanju sta predstavljena izdelka za vpeljevanje 3D-skeniranja v srednji starostni skupini, in sicer pripomoček za notranji šestkotni vijačni ključ (imbusni ključ) (slika 24) in pripomoček za slušalke (slika 25).



Slika 24: (a) Pripomoček za notranji šestkotni vijačni ključ iz plastelina in (b) njegov 3D-model

Za izdelavo pripomočka za notranji šestkotni vijačni ključ uporabimo zobotrebec, ravno podlago in notranji šestkotni vijačni ključ. Pripomoček za 3D-skeniramo v horizontalni legi z 12 3D-zajemi s pomočjo vrtljive mizice. Premaknemo ga v vertikalno lego in ponovno naredimo 12 3D-zajemov z vrtljivo mizico (skupno 24 3D-zajemov, slika 24) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)).



Slika 25: (a) Pripomoček za slušalke iz plastelina, (b) njegova uporaba in (c) njegov 3D-model

Pri izdelavi pripomočka za slušalke uporabimo nožek za oblikovanje, zobotrebec in ravno podlago. Površino zgladimo s prsti. Izdelek 3D-skeniramo v horizontalni legi z 12 zajemi s pomočjo vrtljive mizice. Premaknemo ga v vertikalno lego in postopek 3D-skeniranja z 12

3D-zajemi ponovimo (skupno 24 3D-zajemov, slika 25) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)).

c) 8. in 9. razred OŠ

V starejši starostni skupini je po UN predvideno tudi 3D-modeliranje. Pri izbiri izdelka so torej smiselne tudi zapletene oblike (zareze, manjše luknje), kjer so lahko potrebni tudi popravki. Z izdelki se lahko navezujemo na vso vsebino iz UN, ki jo učenci že poznajo iz nižjih razredov. Najbolj smiselno je navezovanje na snov, predvideno po UN v 8. razredu, npr. uporabo kovin (žagin list, vijaki, matice), nerazstavljive in razstavljive zveze itd. Z vpeljevanjem 3D-skeniranja učencem pokažemo pot od prototipa do izdelka in možnosti enostavne reprodukcije izdelkov.

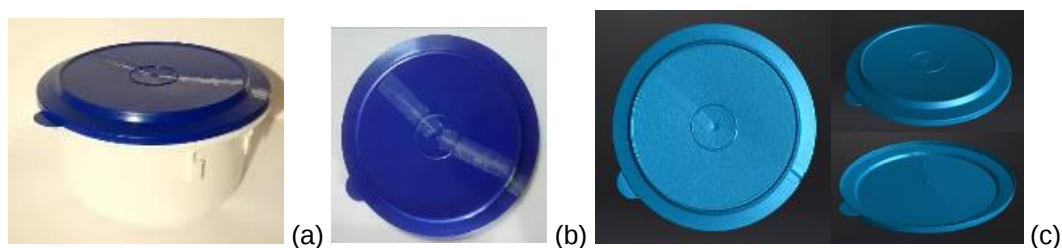
V nadaljevanju so predstavljeni izdelki za vpeljevanje 3D-skeniranja v starejši skupini: ročaj za žago (slika 26), pokrov posode za shranjevanje hrane (slika 27) in poškodovani pokrovček plastenke (slika 28).

Glede na UN izdelek povežemo z vsebino (ne)razstavljivih zvez, saj žagin list na ročaj pritrdimo z vijakom in matico ustrezne velikosti.



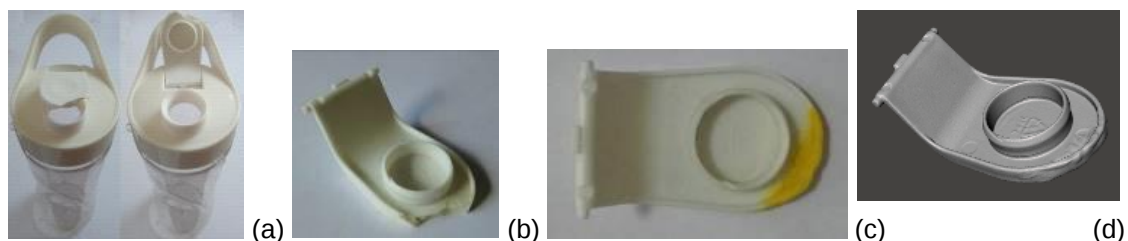
Slika 26: (a) Ročaj za žago, (b) prikaz uporabe in (c) njegov 3D-model

Ročaj za žago izdelamo s pomočjo ravne podlage, zobotrebca in žage (žagin list za sabljasto žago). 3D-sken naredimo v horizontalni legi z 12 3D-zajemi s pomočjo vrtljive mizice. Postopek 3D-skeniranja ponovimo tudi v vertikalni legi z 12 3D-zajemi z vrtljivo mizico. Naredimo še 2 samostojna 3D-zajema zaradi boljše definirane luknje in zareze (skupno 26 3D-zajemov, slika 26) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)).



Slika 27: (a) Poškodovan pokrov posode za shranjevanje hrane, (b) zalepljen pokrov posode za shranjevanje hrane in (c) njegov 3D-model

Pokrov posode za shranjevanje hrane je bil zaradi neznane umetne snovi, iz katere je narejen, neuspešno lepljen z različnimi lepili. Pokrov enostavno popravimo z lepilnim trakom in ga takega 3D-skeniramo (slika 27) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)). 3D-skeniranje zaradi majhne debeline zahteva več samostojnih 3D-zajemov (3 v pokončni legi in 9 pod manjšim kotom). Pri 3D-skeniranju si za fiksiranje pokrova pomagamo s plastelinom. Skupno izvedemo 12 samostojnih zajemov in 8 ročnih poravnjav.



Slika 28: (a) Poškodovan pokrovček na plastenki, (b) polomljen pokrovček, (c) pokrovček, dopolnjen s plastelinom in (d) njegov 3D-model

Poškodovan pokrovček lahko popravimo tako, da ga dopolnimo s plastelinom in 3D-skeniramo v več različnih legah s samostojnimi 3D-zajemi (slika 28) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)). V začetku uporabimo 3D-skeniranje s pomočjo vrtljive mizice z večjim številom 3D-zajemov. Sledi več samostojnih 3D-zajemov, kjer si s plastelinom pomagamo fiksirati pokrovček na vrtljivo mizico.

Za sposobnejše učence je primerno tudi 3D-skeniranje poškodovanega predmeta in njegova nadaljnja obdelava v CAD-programih (npr. Solid Edge in Meshmixer) (slika 29) (priloga 9.11 v magistrskem delu (Kurent, 2021)).



Slika 29: (a) 3D-model polomljenega pokrovčka, (b) njegovo urejanje v programu Solid Edge in (c) glajenje v programu Meshmixer

3D-skeniranje pokrovčka je časovno zahtevno, saj v obeh primerih zahteva veliko samostojnih zajemov, vendar zelo malo ročnih poravnjav.

3D-skeniranje je mogoče prek predlaganih izdelkov uvesti v izobraževanje v različnih oblikah (v okviru ur tehniških predmetov ali tehniških dni) in z uporabo različnih strategij. V prilogi magistrskega dela (Kurent, 2021) je podan primer učne priprave (UP) za izvedbo v 6. razredu OŠ v okviru TD z uporabljenimi metodami delovne naloge za spoznavanje 3D-tehnologij in projektne naloge za izdelovanje izdelka. Jedrni izdelek UP je črka abecede, ki je oznaka sobe. Namen UP je, da učenci spoznajo 3D-tehnologije, njihovo povezavo in komplementarnost ter jih na izdelku tudi uporabijo. Delovna naloga se začne s fazo usvajanja, kjer učenci ločeno spoznajo teoretične vsebine 3D-tiskanja, 3D-modeliranja in 3D-skeniranja. Obravnava je frontalna, prek metode razlage in pogovora. Sledi demonstracija preizkušanja različnih površin in urjenje z reševanjem učnega lista. Projektna naloga se začne z oblikovanjem problema, ki ga učenci rešujejo z izdelovanjem črke za oznako sobe s pomočjo 3D-skenerja in 3D-tiskalnika. Med postopkom 3D-skeniranja, ki ga izvajajo učenci v parih, ostali rešujejo učni list in pospravijo delovno mesto. Postopek 3D-tiskanja 3D-skeniranih modelov črk zaradi časovne zahtevnosti nastavi učitelj. V času 3D-tiskanja demonstrira postopek na primeru zasnovane črke P (slika 22). Na koncu je predvideno še ekonomsko vrednotenje z izračunom cene porabljenega filamenta za 3D-tiskanje črke P. Pri

UP je privzeta uporaba enega 3D-skenerja in 9 3D-tiskalnikov (opremo za izvedbo lahko zagotovi Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani).

UP za najmlajše učence prilagodimo tako, da v fazi izdelovanja zamenjamo izdelek in s tem problem projektne naloge. Za starejše je smiselno dodati navezavo na ostale vsebine iz UN, ki jih lahko z izdelkom dosežejo (umetne snovi in termoplasti, vezni elementi, razstavljive zveze ...). Če so učenci že spoznali vsebine 3D-tiskanja ali 3D-modeliranja, se na te v začetnem delu uvajanja navežemo prek mobilizacije znanja, z izdelovanjem pa svoje znanje poglobijo in utrdijo. UP je mogoče glede na lastne ideje, zmožnosti, potrebe, znanje učencev in dinamiko razredov prilagoditi tudi drugim strategijam, kot so kombinirano učenje, poizvedovalno učenje po modelu 5E idr., in temu primerno prilagoditi načrtovanje učne ure.

## **Diskusija**

V nadaljevanju so predstavljeni odgovori na zastavljena raziskovalna vprašanja RV 1–RV 4.

RV 1: V okviru katerih tehniških predmetov lahko 3D-skeniranje vključimo na osnovnošolski ravni?

Na osnovnošolskem nivoju vsebine za obravnavo pri predmetih določa UN, vendar učitelji ne omejuje. Dodatnim vsebinam so namenjeni dnevi dejavnosti in rezervne ure. Če ur rezervnega časa ne izkoristijo za obravnavo vsebin po UN, lahko vpeljujejo tudi vsebine po lastni presoji. Tako je mogoče 3D-skeniranje v okviru tehniških predmetov vpeljevati pri TD in vseh rednih predmetih TIT (6.–8. razredu). Glede na obravnavo 3D-modeliranja v 8. razredu in poznavanje umetnih snovi iz 7. razreda je vpeljevanje najbolj smiselno pri pouku TIT v 8. razredu OŠ. 3D-skeniranje je mogoče vključevati tudi pri nekaterih izbirnih predmetih, kjer lahko najdemo vsebinsko povezavo: obdelava gradiv – umetne snovi (7.–9. razred), risanje v geometriji in tehniki (7.–9. razred) ter neobvezni izbirni predmet tehnika (4.–6. razred), ob upoštevanju različnega nivoja zahtevnosti.

RV 2: Katere cilje trenutno veljavnega UN TIT je mogoče doseči z vpeljavo 3D-skeniranja pri rednem pouku?

Izobraževalni cilji se pri rednem pouku TIT na vsebine 3D-skeniranja neposredno ne navezujejo. 3D-skeniranje je nova tehnologija, zaradi česar vsebine niso zajete niti v okviru rednih niti izbirnih predmetov. V vseh treh razredih, v katerih se TIT izvaja, je mogoče vpeljevati 3D-skeniranje prek izdelovanja izdelka, kjer dodatno uporabimo še 3D-tehnologije. Tako je z vpeljavo 3D-skeniranja mogoče doseči cilje v navezavi z izdelovanjem izdelkov. V 7. razredu je mogoče izdelovanje izdelkov s pomočjo 3D-tehnologij povezati tudi z umetnimi snovmi ter preizkušanjem njihovih mehanskih in tehnoloških lastnosti. V nižjih razredih, kjer učenci tehniškega risanja še ne poznajo, lahko dosežemo cilje v navezavi z ustvarjanjem delavniških risb in tehniške dokumentacije. Z izdelovanjem različnih izdelkov in kombinacije 3D-skeniranja je mogoče vsebine navezovati na različne predvidene cilje, npr. razstavljive zveze, električni krog idr., odvisno od izbranega izdelka. Tehnologijo 3D-skeniranja lahko vključimo kot nadgradnjo že obstoječih tehnologij, predstavimo kombiniranje različnih gradiv/materialov ter tehnologij na izdelkih in utemeljimo smiselnost tega.

RV 3: Kakšne so možnosti navezovanja nove tehnologije 3D-skeniranja z že vpeljano tehnologijo 3D-tiska pri tehniškem pouku v osnovni šoli?

Učenci pri tehniškem pouku 3D-tiskanje spoznajo kot tehnologijo, ki digitalni model pretvori v fizični izdelek. 3D-skeniranje lahko na poznano tehnologijo 3D-tiska navežemo prek analogij in dejstva, da je 3D-skeniranje obraten postopek 3D-tisku. Iz fizičnega modela s pomočjo 3D-skenerja ustvarimo digitalni model. Najbližja analogija je primerjava z optičnim bralnikom (2D) in tiskalnikom (2D), ki delujeta zelo podobno, le v manj dimenzijah (optični bralnik prebere dokumente in ustvari digitalni zapis, medtem ko tiskalnik pretvori digitalni zapis v fizično obliko). Tehnologija 3D-skeniranja se s 3D-tiskom logično navezuje prek tehnologije 3D-modeliranja. Ob vpeljani tehnologiji 3D-tiska je učencem ideja predhodnega 3D-modeliranja za uspešno 3D-tiskanje poznana. S 3D-skeniranjem lahko izdelamo digitalni model veliko hitreje kot s postopkom 3D-modeliranja. 3D-skeniranje na 3D-tiskanje navežemo prek možnosti hitrejšega postopka ustvarjanja 3D-modela. Na hitrost postopkov vplivata oblika in zahtevnost izdelka, ki vplivata na izbiro 3D-skeniranja ali 3D-modeliranja.

RV 4: Kako lahko vključevanje 3D-skeniranja v pouk vpliva na domeno izdelkov pri TIT?

Z vpeljevanjem 3D-tiska se je v šoli domena izdelkov že nekoliko razširila. Omogočena je veliko enostavnejša reprodukcija izdelkov. Uporaba 3D-tiskalnika pa od učencev zahteva znanje 3D-modeliranja, ki je predvideno šele v najvišjih razredih OŠ. Dopolnjevanje tehnologije 3D-tiskanja s 3D-skeniranjem omogoča izdelovanje izdelkov brez poznavanja 3D-modeliranja. Od učencev se pričakuje samo znanje oblikovanja gnetljivih snovi, npr. plastelina, s katerimi običajno rokujejo že na predšolskem nivoju. Vpeljevanje sodobnih tehnologij zahteva večjo procesorsko zmogljivost in časovno zahtevnost izvedbe zaradi kombinacije več 3D-tehnologij. Zato je priporočljivo sodobne tehnologije uvajati postopno s samo enim oz. manjšim številom sestavnih delov celotnega izdelka. Vpeljevanje 3D-skeniranja učencem tako omogoča kombinacijo različnih gradiv na določenem izdelku. V posameznem razredu je lahko izdelovanje določenih sestavnih delov izdelka iz predvidenega gradiva (lesa, umetne snovi, kovine) zelo zahtevno, medtem ko je oblikovanje iz plastelina s kasnejšo uporabo 3D-skeniranja in 3D-tiskanja veliko enostavnejše. Na tak način lahko učenci izdelajo določene sestavne dele zahtevnejših oblik brez poznavanja 3D-modeliranja. Tako je mogoče izdelovati mnoge izdelke iz umetnih snovi. Že v nižjih razredih, ko učenci še ne poznajo ustrezne obdelave gradiv, se domeno izdelkov pri TIT z uporabo 3D-skeniranja razširi na nivo ergonomsko oblikovanih in unikatnih izdelkov, izdelkov zahtevnih geometrij, izdelkov, nastalih v procesu popraviljanja poškodovanih predmetov idr.

## **Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu**

Razmeroma nova tehnologija 3D-skeniranja je v zadnjem času postala dostopnejša tudi za individualno uporabo. Lastnost enostavnega ustvarjanja 3D-modelov utemeljuje uporabnost in vključevanje tehnologije 3D-skeniranja tudi na osnovnošolskem nivoju. Za vpeljevanje 3D-skeniranja v OŠ se po kriteriju cenovne dostopnosti in glede na zadostno mero natančnosti najbolje izkaže 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem. Pregled obstoječih vpeljav glede na dostopne podatke pokaže, da se vsebine 3D-skeniranja v slovenskih OŠ le redko vključuje. Glede na izbrano tehnologijo 3D-skeniranja in preizkušanje različnih gradiv, materialov in sestavljanj se za izdelovanje izdelkov, prek katerih lahko vpeljujemo 3D-skeniranje, najbolje izkaže plastelin. Ostala gradiva oz. materiali so pomanjkljivi zaradi potrebnih pripomočkov (ki so sicer pogosto prisotni v tehniških učilnicah), kot njihova največja pomanjkljivost pa se kaže predvsem časovna zahtevnost oblikovanja izdelkov. Ta je pogojena s potrebnim sušenjem oz. pečenjem in hlajenjem. Zmanjšanje časa (tj. izpustitev

omenjenih postopkov utrjevanja) bi povzročilo tudi pri vseh preizkušanih gradivih in materialih dovzetnost na preoblikovanje. Prednost plastelina je možnost ponovne uporabe, ki pri ostalih (z izjemo polimerne modelirne snovi) zaradi daljše izpostavljenosti na zraku ni mogoča. Glavna pomanjkljivost sestavljanj je nižja natančnost in posledična nezmožnost sestavljanja poljubnih oblik. Omenjeno se kaže predvsem v fazi obdelave in uspešnosti 3D-skeniranja izdelkov. Za vpeljava 3D-skeniranja v nižjih razredih je smiselna izbira enostavnih izdelkov brez zahtevnejših detajlov, v višjih razredih pa je vpeljevanje mogoče prek zahtevnejših izdelkov in z uporabo programske opreme za urejanje digitalnih 3D-modelov. Največja morebitna ovira, s katero se učitelji tehniškega pouka lahko srečajo pri vključevanju 3D-skeniranja v OŠ, je pomanjkanje naprav (3D-skenerjev in 3D-tiskalnikov). To oteži izdelovanje učenčevih lastnih izdelkov.

Glede na narejeni pregled UN tehniških predmetov (rednih in izbirnih), ki jih običajno izvaja učitelj TIT na predmetni stopnji, predlagamo nadaljnje raziskovanje in pregled vsebin UN tehniških predmetov na razredni stopnji, tj. spoznavanje okolja ter naravoslovje in tehnika. V nadaljnjem raziskovanju vpeljevanja 3D-skeniranja v tehniškem izobraževanju predlagamo preizkušanje tudi drugih gradiv, materialov in sestavljanj. Svetujemo npr. preizkušanje gosto mešanega lepila za keramiko, silikona, ekstrudiranega polistirena (XPS), penjenega polivinilklorida (PVC) ipd. Predlagamo preizkušanje gradiv in materialov (npr. mivke) s kombinacijo hitreje sušilnih se lepil, kot so cementna, fasadna ali keramična. Za boljše rezultate bi bila ustrezna zasnova dveh preizkusnih izdelkov, enostavnejšega in zahtevnejšega. Oba bi določila ustrezni material za nezahtevne izdelke, ki jih lahko uporabimo v nižjih razredih OŠ, in zahtevnejše za višje razrede OŠ.

Nadaljnje reševanje problema vpeljevanja 3D-skeniranja v osnovnošolski prostor vključuje raziskovanje različnih 3D-skenerjev. Glede na cenovno dostopnost je novo tehnologijo najbolj smiselno vpeljati z izdelavo 3D-skenerja tipa »izdelaj sam«, ki učiteljem omogoča izvedbo za nizko ceno. Temo bi tako lahko razširili v snovanje lastnega 3D-skenerja, primerne za osnovnošolske potrebe.

## **Literatura**

- 3D Printing Guide for Teachers. (2018). Dostopno na: <https://classroom.weareprintlab.com/courses/280609/lectures/4324842>
- 3D SCANNER ULTRA HD, NEXTENGINE. (b. d.). <https://www.aniwaa.com/product/3d-scanners/nextengine-3d-scanner-ultra-hd>
- II OŠ Celje. (2020). *OBISK ZAVODA TECOS*. <https://www.slander.si/2020/01/22/obisk-zavoda-tecos/>
- Aicardi, I., Chiabrando, F., Lingua, A. in Noardo, F. (2018). Recent trends in cultural heritage 3D survey: The photogrammetric computer vision approach. *Journal of Cultural Heritage*, 32. (257–266). <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2017.11.006>
- Arrighi, P. A. (2020). *3D scanning technologies and the 3D scanning process*. <https://www.aniwaa.com/guide/3d-scanners/3d-scanning-technologies-and-the-3d-scanning-process/>
- ARTECH CMM. (b. d.). [https://artechcnc.en.alibaba.com/product/60584102181-804191258/hot\\_sale\\_CNC\\_cmm\\_3d\\_coordinate\\_measuring\\_machine\\_price.html](https://artechcnc.en.alibaba.com/product/60584102181-804191258/hot_sale_CNC_cmm_3d_coordinate_measuring_machine_price.html)

- AURUM 3D, OPEN TECHNOLOGIES. (b. d.). <https://www.aniwaa.com/product/3d-scanners/open-technologies-aurum-3d/>
- Boehler, W. in Marbs, A. (2002). 3D scanning instruments. V W. Boehler (ur.) *Proceedings of the CIPA WG 6 International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording*. (str. 9–12). <https://goobi.tib.eu/viewer/image/830281592/1/>
- Central Scanning. (2020). *USES OF 3D SCANNING IN THE EDUCATIONAL SECTOR*. <https://www.central-scanning.co.uk/3d-scanning-educational/>
- Ebrahim, M. A.-B. (2011). *3D Laser Scanners: History, Applications and Future*. Assuit University, Faculty of Engineering. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3331.3284>
- Ebrahim, M. A.-B. (2015). 3D Laser Scanners' Techniques Overview. *International Journal of Science and Research*, 4(10), 323–331. [https://www.researchgate.net/publication/282753883\\_3D\\_Laser\\_Scanners%27\\_Techniques\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/282753883_3D_Laser_Scanners%27_Techniques_Overview)
- Edl, M., Mizerák, M. in Trojan, J. (2018). 3D Laser Scanners: History and Applications, *International Scientific Journal about Simulation*, 4(4), 1–5. <http://dx.doi.org/10.22306/asim.v4i4.54>
- EinScan-SE White Light Desktop SE 3D Scanner. (b. d.). <https://www.aliexpress.com/item/32837625211.html>
- Formlabs. (2018). *3D Scanning for Reverse Engineering, Restoration, and Metrology*. [https://3d.formlabs.com/rs/060-UIG-504/images/3D\\_Scanning\\_Whitepaper.pdf?mkt\\_tok=MDYwLVVJRy01MDQAAAF9dMbuEZnDX15EY6cfEFQLlu9hKCBxeh\\_SOZq8yxu7Nzou3OB\\_HRV5INklqZJGI5daePi62wEjuTZpq0xN3qHY6YABvLpTQxXKSCg94TxPdJsY](https://3d.formlabs.com/rs/060-UIG-504/images/3D_Scanning_Whitepaper.pdf?mkt_tok=MDYwLVVJRy01MDQAAAF9dMbuEZnDX15EY6cfEFQLlu9hKCBxeh_SOZq8yxu7Nzou3OB_HRV5INklqZJGI5daePi62wEjuTZpq0xN3qHY6YABvLpTQxXKSCg94TxPdJsY)
- Geng, J. (2011). Structured-light 3D surface imaging : a tutorial. *Advances in Optics and Photonics*, 3, 128–160. <https://doi.org/10.1364/AOP.3.000128>
- Georgopoulos, A., Ioannidis, C. in Valanis, A. (2010). Assessing the performance of a structured light scanner. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(5), 250–255. [https://www.researchgate.net/publication/228584619\\_ASSESSING\\_THE\\_PERFORMANCE\\_OF\\_A\\_STRUCTURED\\_LIGHT\\_SCANNER](https://www.researchgate.net/publication/228584619_ASSESSING_THE_PERFORMANCE_OF_A_STRUCTURED_LIGHT_SCANNER)
- Ghost3d.com. (b. d.). *3D Digitizing a Human Head using Scribe-iT (Microscribe-MAX) – Page 1*. <https://in.pinterest.com/pin/736197870311253830/>
- Haleem, A., Javaid, M. in Kumar, L. (2018). Current status and applications of 3D scanning in dentistry. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 7(2), 199–210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cegh.2018.07.005>
- HE3D Reprap. (b. d.). [https://www.aliexpress.com/item/32515049953.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.3e0815b5R9huzV&algo\\_pvid=cb82b240-180e-491b-8a24-aa4dc7b8fd61&algo\\_expid=cb82b240-180e-491b-8a24-aa4dc7b8fd61-26&bitsid=0bb0622e16222786950406809e31ee&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_,searchweb201603](https://www.aliexpress.com/item/32515049953.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.3e0815b5R9huzV&algo_pvid=cb82b240-180e-491b-8a24-aa4dc7b8fd61&algo_expid=cb82b240-180e-491b-8a24-aa4dc7b8fd61-26&bitsid=0bb0622e16222786950406809e31ee&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603)
- Hesamn. (b. d.). *DIY 3D Scanner Based on Structured Light and Stereo Vision in Python Language*. <https://www.instructables.com/DIY-3D-scanner-based-on-structured-light-and-stereo/>

- Janth. (b. d.). *3D Scanner: FabScan Pi*. <https://www.instructables.com/3D-Scanner-FabScan-Pi/>
- Kos, S. (2015). *Tehniški dan 7. razreda: Muzej pošte in komunikacij v Polhovem Gradcu*. <http://www.os-domzale.si/tehniski-dan-7-razreda-muzej-poste-in-komunikacij-v-polhovem-gradcu/>
- Kuş, A. (2009). Implementation of 3D Optical Scanning Technology for Automotive Applications. *Sensors*, 9(3), 1967–1979. <https://doi.org/10.3390/s90301967>
- Meadati, P., Irizarry, J. in Liou, F. (2013). *Teaching Using 3D Laser Scans*: 49th ASC Annual International Conference – California Polytechnic State University. <https://docplayer.net/21557945-Teaching-using-3d-laser-scans.html>
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (b. d.). *Dnevi dejavnosti*. <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/Druqi-konceptualni-dokumenti/Dnevi-dejavnosti.pdf>
- Molenbroek, J F. M. in Goto, L. (2015). *The application of 3D scanning as an Educational challenge*: 19th Triennial Congress of the IEA, Melbourne. [https://www.researchgate.net/publication/281451431\\_The\\_application\\_of\\_3D\\_scanning\\_as\\_a\\_n\\_Educational\\_challenge](https://www.researchgate.net/publication/281451431_The_application_of_3D_scanning_as_a_n_Educational_challenge)
- Morze, N., Varchenko-Trotsenko, L. in Tiutiunnyk, A. (2016). INTRODUCTION OF STEAM EDUCATION WITH THE USE OF 3D TECHNOLOGIES: MODELLING, SCANNING AND PRINTING. *Open Educational e-Environment of Modern University*, 51–59. <http://dx.doi.org/10.28925/2414-0325.2016.2.t5159>
- Mullick, S. K. in Smith, D. D. (2019). *How to Choose the Right 3D Scanner*. <https://rangevision.com/upload/Electronic-book/How%20to%20choose%20the%20right%203D%20scanner.pdf>
- Objex Unlimited. (16. 1. 2014). Laser Phase-shift 3D Scanners. *Objex Unlimited*. [Blog]. <https://blog.objexunlimited.com/a-guide-to-3d-scanner-technology>
- OpenScan. (b. d.). *OpenScan Classic*. <https://en.openscan.eu/openscan>
- Osredkar, S. (2019). *Robotkov dan*. <http://www.ostrzic.si/2019/12/12/robotkov-dan/>
- OŠ Kozara Nova Gorica. (2017). *Mojstrovalnica*. <http://www.os-kozara.si/2017/09/19/mojstrovalnica/?pid=1229>
- PrintLab. (b. d.a). *The Real Value of 3D Scanning and its Applications*. <https://weareprintlab.com/blog/the-real-value-of-3d-scanning-and-its-applications>
- PrintLab. (b. d.b). *Make Classroom Objects*. <https://classroom.weareprintlab.com/courses/enrolled/231276>
- Program osnovna šola. RISANJE V GEOMETRIJI IN TEHNIKI. Izbirni predmet. Prenovljeni učni načrt. (2012). Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport: Zavod RS za šolstvo. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni/Risanje\\_v\\_geometriji\\_in\\_tehniki.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni/Risanje_v_geometriji_in_tehniki.pdf)
- RangeVision 3D Scanners. (2015, marec 23). *Smart 3D scanner in school*. [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=D7UcYhNokFM>

- Reljić, I. in Dunder, I. (2019). Application of photogrammetry in 3D scanning of physical objects. *TEM Journal*, 8(1). 94–101. <https://doi.org/10.18421/TEM81-13>
- Remondino, F. (2011). Heritage Recording and 3D-modeling with Photogrammetry and 3D Scanning. *Remote Sensing*, 3(6). 1104–1138. <https://doi.org/10.3390/rs3061104>
- Revopoint 3D. (7. 2. 2020). Three 3D File Formats that Revopoint's 3D Scanners Output. *Revopoint 3D*. [Blog]. <https://www.revopoint3d.com/three-3d-file-formats-that-revopoints-3d-scanners-output/>
- Shining 3D. (b. d.). *EinScan-SE 3D Scanner*. <https://www.einscan.com/desktop-3d-scanners/einscan-se/>
- SMART RANGEVISION. (b. d.). <https://www.aniwaa.com/product/3d-scanners/rangevision-smart/>
- Tóth, T. in Živčák, J. (2014). A comparison of the outputs of 3D scanners. *Procedia Engineering*, 69. 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.004>
- Učni načrt. Izbirni predmet : program osnovnošolskega izobraževanja. Obdelava gradiv: les, umetne snovi, kovine. (2005). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni/Obdelava\\_gradiv\\_les\\_izbirni.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni/Obdelava_gradiv_les_izbirni.pdf)
- UČNI načrt. Program osnovna šola. Tehnika: neobvezni izbirni predmet. (2013). Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport: Zavod RS za šolstvo. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/Neobvezni/Tehnika\\_izbirni\\_neobvezni.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/Neobvezni/Tehnika_izbirni_neobvezni.pdf)
- Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija. (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN\\_tehnika\\_tehnologija.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_tehnika_tehnologija.pdf)
- Urbas, N. (2019). *3D-tehnologije pri pouku tehnike in tehnologije* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/5948/>
- Yalçinkaya, S., Yildiz, B. in Borak, M. (2019). Optical 3D Scanner Technology. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 3(1). 67–75. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/706016>
- Z + F IMAGER 5016, ZOLLER + FRÖHLICH. (b. d.) <https://www.aniwaa.com/product/3d-scanners/zoller-frohlich-z-f-imager-5016/>

**SPREJEMANJE SODOBNE INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE  
TEHNOLOGIJE MED UČITELJI VSEBIN TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE PO  
MODELU TAM3**

**ACCEPTANCE OF ADVANCED INFORMATION AND COMMUNICATION  
TECHNOLOGY BY TECHNOLOGY AND ENGINEERING TEACHERS USING THE  
TAM3 MODEL**

Tanja Rozman in Stanislav Avsec

*Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta*

**Povzetek**

V današnjih časih sodobno informacijsko-komunikacijsko tehnologijo v vsakdanjem življenju uporabljamo na vsakem koraku. Uporabo IKT bi lahko izkoristili tudi za posodobitev in popestritev tradicionalnega pouka. V ta namen nam je lahko v pomoč model sprejemanja IKT, s katerim lahko ugotovimo, na kakšen način in koliko učitelji sprejemajo že uporabljeno IKT pri pouku.

V raziskovalnem delu nas je zanimalo sprejemanje IKT med učitelji vsebin tehnike in tehnologije po modelu TAM 3. Osrednji namen raziskovalnega dela je ugotoviti, v kakšni meri učitelji sprejemajo IKT pri vsebinah iz tehnike in tehnologije ter v kakšni meri le-te uporabljajo pri pouku.

Pri empiričnem delu je bil uporabljen kvantitativni raziskovalni pristop s prevladujočo metodo empiričnega raziskovanja s pomočjo vprašalnikov. V raziskavi je sodelovalo 182 učiteljev vsebin iz tehnike in tehnologije, in sicer 61 učiteljev v 4. razredu, 59 učiteljev v 5. razredu in 62 predmetnih učiteljev. Uporabili smo vprašalnik TAM3 – Kako sprejemam IKT avtorja Davida Andrewa Jeffreyja (2015), nadgrajen z elementi Bröhl idr. 2016.

Projektno delo je namenjeno predvsem učiteljem vsebin tehnike in tehnologije in snovalcem učnega načrta, da v svoje delo in tudi že v učni načrt vključijo IKT in s tem omogočijo učencem bolj zanimiv in interaktiven pouk. Glede na razvitost IKT, ki se uporablja v vsakdanjem življenju, je smiselno uporabljati nekatere tehnologije tudi pri pouku, saj si s tem lahko olajšamo pisanje dokumentacije, lažje predstavimo in demonstriramo nekatere pojme in postopke obdelave (npr. sklopi energetike, elektrike, motorizacija ...) in s tem naredimo pouk bolj interaktiven.

**Ključne besede:** tehniško izobraževanje, informacijska-komunikacijska tehnologija, model TAM, učitelji tehnike in tehnologije.

## **Abstract**

Information and communication technologies (ICTs) are used everywhere. The use of ICTs could be taken advantage of as the enrichment of traditional teaching. With the help of the ICT model of teaching, we can determine how many teachers use ICT in classroom and the ways they use it.

In this master's thesis, I was interested in the acceptance of ICT among teachers who teach technical and technological subjects according to the TAM 3 model. In the theoretical part, I put emphasis on the definitions of ICT, included in the state of ICT in education and its adoption.

In the empirical part, a quantitative research approach is used with the predominant method of empirical research with the help of questionnaires. The research involved 182 teachers who teach technological subjects, namely 61 teachers who teach the 4th grade, 59 teachers who teach the 5th grade and 62 subject teachers of technology and engineering. The TAM 3 questionnaire "How do I accept ICT" by David Andrew Jeffrey (2015) upgraded with elements of Bröhl (2016) was used.

The master's thesis is primarily intended for teachers of technological subjects and curriculum designers. Both should include ICT in their work in order to achieve more interesting and interactive lessons. Therefore, students get more interested in technology that encompasses all areas of life. Given the visibility of ICT used in everyday life, it makes sense to use technology in teaching as well, as this can facilitate the writing of documentation, presentation and demonstration of certain concepts in processing processes (e. g. energy, electricity, motorization etc.) and make lessons more interactive.

**Key words:** technical education, information and communication technology, TAM model, technology and engineering teachers.

## **Uvod**

IKT spreminja proces in način poučevanja. Posledično so potrebni novi didaktični pristopi in znanje, kar pomeni, da se spremeni potreba učiteljevih kompetenc. IKT omogoča kreativnost in inovacije v izobraževanju (Brečko, 2015).

Učenje z uporabo IKT ni vedno samo pasivno, ampak je lahko tudi aktivno. Učenca ves čas spodbuja k raziskovanju, zbiranju, primerjanju ter obdelovanju podatkov, k sklepanju na podlagi različnih podatkov, spodbuja zastavljanje vprašanj ter sodelovanje med učenci in učiteljem. Pomembno je le, da učitelj pouk z uporabo IKT načrtuje tako, da se uresničujejo cilji iz učnega načrta ter da se tehnologija uporablja le kot sredstvo za poučevanje in ne kot glavni cilj (Flick in Bell, 2000).

## **Opredelitev področja in opis raziskovalnega problema**

Kratika IKT izhaja iz angleške besede *Information and Communication Technologies* (ICT), kar v prevodu pomeni informacijska-komunikacijska tehnologija (IKT). Točne in enotne definicije za IKT ni, vendar je vsem skupno, da vsebujejo besedo komunikacija. Ena bolj splošnih definicij IKT opisuje, da med informacijsko tehnologijo uvrščamo katerokoli opremo ali sistem, ki se uporablja za samodejno shranjevanje, zajemanje, upravljanje, organiziranje, razvoj, nadzor, prikazovanje, preklapljanje, izmenjavo, posredovanje ali sprejemanje informacij (Walz, 2000). K IKT uvrščamo računalnike, internet, mobilno tehnologijo in druge naprave, ki lahko izmenjajo, prenašajo in povezujejo informacije (Hribar, 2007).

Poleg tega, da ima učitelj na voljo digitalno tehnologijo, je pomembno tudi to, kako oz. na kakšen način jo uporablja. Učitelj se mora zavedati pomena veljavnosti, zanesljivosti, pravnih in etičnih načel ter mora poleg osnovne uporabe IKT razumeti, kako ta podpira ustvarjalnost in inovativnost (Brečko, 2015).

V mednarodni študiji o računalniški in informacijski pismenosti ICILS 2013 so ugotovili, da je med državami veliko razlik v uporabi IKT v osnovnih šolah. Osnovnošolci v Sloveniji IKT opremo in orodje uporabljajo manj kot ostali učenci v Evropi, razen interaktivne table, kjer presegamo povprečje za 19 %. Rezultati raziskave TALIS 2013 so pokazali razlike v uporabi IKT med učitelji različnih držav. Iz rezultatov izvemo, da na Danskem 74 % osnovnošolskih učiteljev uporablja IKT pri skoraj vseh predmetih. V nasprotnem primeru na Japonskem 10 % učiteljev uporablja IKT pri svojih predmetih. V Sloveniji učitelji uporabljajo IKT pri več kot četrtini pouka (MIZŠ RS, 2016).

Uporabniško sprejetost sta Dillon in Moris (1996) definirala kot pripravljenost uporabnikov, da uporabijo tehnologijo pri izvedbi opravila. Tehnološko pripravljenost opredeli Colby kot konstrukt, sestavljen iz štirih dimenzij. Dve dimenziji, optimizem in inovativnost, delujeta spodbudno na tehnološko pripravljenost in sprejemanje tehnologije, drugi dve dimenziji, negotovost in nelagodje pa vplivata negativno (Kristl, 2016).

Pri raziskovanju in utemeljevanju sprejemanja tehnologije se najpogosteje uporabljajo naslednje teoretične podlage: teorija širjenja inovacij, teorija utemeljene akcije, teorija načrtovanega vedenja in teorija aktivnosti. Z njimi lažje utemeljimo in razložimo model za merjenje sprejemanja tehnologije TAM (*angl. Technology Acceptance Model*) (Kristl, 2016).

Namen teorije širjenja inovacij (*angl. Theory of Diffusion of Innovations* – DIT) je prikaz premikanja neke ideje od odkritja do široke uporabe (Kristl, 2016). Rogersova (1995) teorija širjenja inovacij pojasnjuje, da se inovacija in sprejemanje zgodita, ko gremo skozi faze razumevanje, prepričevanje, izvedba in potrditev. Faze nas vodijo do razvoja S-krivulje sprejemanja, ki nam pokaže, kolikšen odstotek ljudi je potreben, da bo naša novost postala uspešna in sprejeta.

Fishien in Ajzen (1975) sta utemeljitelja teorije razumne akcije (*angl. Theory of Reasoned Action* – TRA). TRA je sociopsihološka teorija, ki opredeljuje odnose med prepričanji, stališči, normami, namerami in vedenjem posameznika (Grublješič, 2013).

Ajzen je leta 1991 razvil teorijo načrtovanega vedenja (*angl. Theory of Planned Behavior* – TPB), ki je nagrajen model teorije razumne akcije, saj je dodal TRA tretji primarni dejavnik – zaznavanje vedenjskega nadzora. Na vedenje vplivajo neposredne determinante, in sicer stališče do vedenja, subjektivne norme in zaznani nadzor vedenja (Lai, 2017).

Teorija aktivnosti (*angl. Activity Teory*) trdi, da lahko človeško rabo tehnologije razume v kontekstu interakcije med aktivnimi subjekti in svetom (objekt). Odnos med objektom in subjektom temelji na dveh značilnostih:

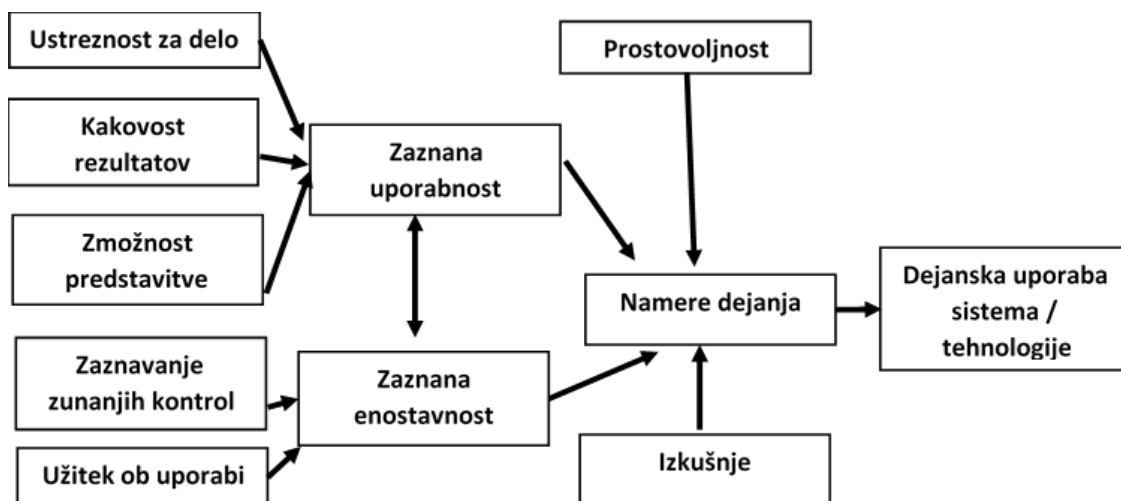
- subjekt ima svoje potrebe, ki jih kaže prek interakcije z svetom,
- objekti in subjekti, na katere se nanašajo, se med seboj določajo (Kaptelinin in Nardi, 2012).

Najpogostejši in najvplivnejši model za merjenje sprejemanja tehnologije je model TAM (Bröhl idr. 2016). Namen modela je bil, da ugotovi, zakaj uporabnik sprejme ali zavrne informacijsko tehnologijo (Lai, 2017). Leta 1986 je Fred Davis zasnoval model TAM na podlagi dveh modelov: socialno-psihološke teorije predvidevanja namere vedenja in dejanskega vedenja ter Fischbeinove in Ajznove teorije razumne akcije (Kristl, 2016).

Ključna dejavnika, ki pojasnjujeta sprejetje tehnologije, sta dejavnika zaznane uporabnosti in zaznane enostavnosti uporabe. Drugi vplivi, ki neposredno vplivajo na uporabnost in enostavnost, spadajo pod zunanje dejavnike (Lai, 2017). Zunanje spremenljivke (naloge, lastnosti posameznika, politični vplivi, organizacijski dejavniki in razvojni procesi) posredno vplivajo na sprejetost tehnologije in pripomorejo k oblikovanju prepričanj, vedenju in nameri (Chuttur, 2009).

Ker je model TAM omejen, so ga razširili in nadgradili v smeri večje kompleksnosti in vanj vključili več dimenzij. Venkatesh in Davis sta razširila model TAM v model TAM 2 tako, da sta dejavnike, ki so v prejšnjem modelu mišljeni kot zunanji dejavniki, vključila v nov model kot dejavnike, ki se nanašajo na kognitivne procese in vplivajo na dojeto enostavnost uporabe in dojeto uporabnost (slika 1) (Grubeljšič 2013).

Dejavnike sta Venkatesh in Davis razdelila na socialne in kognitivne. Socialni dejavniki se pojavljajo takrat, ko vedenje ene osebe vpliva na vedenje druge. Med socialne dejavnike uvrščamo subjektivne norme, prostovoljnost in podobo (slika 1). Kognitivne dejavnike sta opredelila kot zmožnost sistema s tistim, kar mora opraviti. Med kognitivne dejavnike uvrščamo pomembnost za delo, kakovost rezultatov, demonstrativnost rezultatov in dojeto enostavnost uporabe (Kristl, 2016).



Slika 1: Razširitev modela TAM (Jeffrey, 2015)

Venkatesh in Bala (2008) sta združila predhodna modela v model TAM 3 in dodala nekaj sprememb. Dodala sta individualne razlike med posamezniki (spol, starost, stopnja izobrazbe), dojemanje zunanjega nadzora kot dejavnika vpliva na zaznano enostavnost uporabe, čustvene dejavnike in značilnosti tehnologije.

Uvedla sta štiri temeljne dejavnike in dva nastavitvena dejavnika. Med temeljne dejavnike spadajo računalniška samoučinkovitost, zaznava zunanjega nadzora, strah pred računalnikom in računalniška igrivost (Lai, 2017). Računalniška samoučinkovitost predstavlja

uporabnikovo prepričanje, da bo znal sistem uporabljati za izvedbo določene naloge. Zaznava zunanjega nadzora je stopnja prepričanja uporabnika, da obstajajo zunanji viri, ki podpirajo uporabo sistema. Strah pred računalnikom je stopnja strahu uporabnika pred interaktivnim tehnološkim sistemom. Računalniška igrivost pomeni vmesno računalniško interakcijo (Venkatesh in Bala, 2008). Med nastavitvene dejavnike spadata zaznano uživanje/zadovoljstvo in objektivna uporabnost (Lai, 2017). Zaznano uživanje je stopnja uporabnikovega uživanja ob uporabi sistema. Objektivna uporabnost je stopnja dejanske uporabnosti sistema oz. IKT (Venkatesh in Bala, 2008).

Področje tehnike in tehnologije (TIT) nas spremlja skozi celotno življenje, tako izven šole kot v šoli. Tehnika in tehnologija se v družbi in industriji neprestano razvijata, še zlasti IKT. Ker je IKT zelo dostopna, jo družba in posamezniki veliko uporabljajo (npr. mobilni telefoni, tablice in računalniki) kot razna orodja na bazi IKT (učna okolja, portali ...). V šolstvu je na prvi pogled videti, da se učni načrt počasneje spreminja in težko sledi tehnološkemu razvoju (Bevčič, Droždek, Jedrinović, Luštek in Rugelj, 2018). Posledično učitelji za podajanje učne snovi ne uporabljajo tehniških pripomočkov (npr. mobilni telefoni in tablice), čeprav jih v vsakdanjem življenju zelo uporabljamo in otroke zelo motivirajo (MIZŠ RS, 2016).

Napredna raba IKT nam lahko zelo olajša pouk in dvigne kakovost za doseganje ciljev višjih miselnih ravni (Bevčič idr., 2018). IKT se pri pouku uporablja vse več, še zlasti v sedanjih razmerah in nastavitvah pouka na daljavo, kjer so učitelji primorani v večji meri uporabljati IKT za svoje poučevanje (Rupnik Vec idr., 2020). Zaradi potrebe po uporabi IKT pri poučevanju nas v tem raziskovalnem delu zanima, v kakšni meri učitelji vključujejo IKT (tablice in mobilno tehnologijo) pri pouku TIT v osnovni šoli. V slovenskih osnovnih in srednjih šolah se o IKT poučuje pri posebnem ločenem predmetu. Priporočila o uporabi IKT za določen predmet so zapisana v učnih načrtih pri vsakem predmetu. Na področju tehnike učitelji uporabljajo programe za učenje kotiranja, simuliranja delovanja strojev, programe za oblikovanje tehniške dokumentacije in programe za 3D-modeliranje in konstruiranje izdelkov (Fakin idr, 2011).

Ker pri poučevanju na daljavo učitelji v večji meri uporabljajo učne portale in spletne učilnice, je treba raziskati, v kakšni meri to sprejemajo in uporabljajo učitelji vsebin TIT. Treba bi bilo vedeti, če se učitelji počutijo kompetentne pri uporabi IKT, raznih tehnoloških orodji in pripomočkov pri pouku. IKT učiteljem prihrani čas in poveča produktivnost pri pripravi oziroma posodabljanju dnevnih priprav, prilagajanju individualnim potrebam učencev, omogoča veliko različnih načinov predstavitve učne snovi, oblikovanje ocenjevanj znanja, popravljanje del učencev in ohranjanje poročil. Če sledimo teoriji, potem bomo iz percepcije sprejemanja IKT pri učiteljih lahko pokazali, kakšna bosta njihovo načrtovano obnašanje ter prihodnja raba IKT pri pouku.

Izhajali bomo iz teorij difuzije inovacij (Rogers, 1995), razumskega ukrepanja (Fishbein in Ajezen, 1975), načrtovanega vedenja (Ajzen, 1991) in aktivnosti (Bødker, 1991), ki sistematično raziskujejo dejavnike, ki vplivajo na vedenje posameznika oziroma njegovo obnašanje. Teorije bomo aplicirali na modelu sprejemanja tehnologije (TAM3). Model TAM3 bomo opisali po vseh 21 kategorijah, ki bodo izhodišče raziskave. Pristop raziskave bo kvalitativno-kvantitativen. Za potrebe ugotavljanja sprejetosti sodobne IKT bomo uporabili empirično metodo anketnih vprašalnikov.

Uporabili bomo nadgrajen in prilagojen vprašalnik TAM3 – Kako sprejemam IKT avtorja Davida Andrewa Jeffreyja (2015), nadgrajen z elementi Bröhla idr. 2016. Vzorec je neslučajnostni priložnostni in zajema učitelje predmetne in razredne stopnje. Podatki bodo obdelani z računalniškim programom SPSS. Izračunane bodo frekvence, odstotki in povprečne ocene na lestvici.

Rezultati in ugotovitve bodo uporabni za stroko, saj si bodo s tem lahko pomagali pri posodabljanju in prilagoditvi učnega procesa v IKT intenzivnih učnih okoljih.

## **Namen in cilji**

V raziskavi nas je zanimalo, kako učitelji tehnike in tehnologije (TIT) in učitelji razrednega pouka (RP) (4. in 5. razreda) sprejemajo sodobno IKT. Raziskave kažejo, da lahko napredna raba IKT in raznih učnih orodij, ki temeljijo na IKT, bistveno pripomore k višji kakovosti pouka ter izboljšani samoučinkovitosti učiteljev. Zanimalo nas je, v kakšni meri, na kakšen način in pri katerem delu učnega procesa učitelji vključujejo IKT pri učnih urah.

V raziskavi smo želeli doseči naslednje cilje (C 1–4):

C 1: Podati pregled uporabe obstoječe IKT in raznih IKT orodij pri pouku.

C 2: Podati pregled razvoja sprejemanja IKT po modelu TAM.

C 3: Podati ciljne in veljavne teorije tehnoloških sprememb in vpliv na posameznika.

C 4: Kritično analizirati in ovrednotiti model TAM3 in podati priporočila dela za učitelje TIT.

Za potrebe raziskave smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV 1–4):

RV 1: Kakšna je zaznana uporabnost Moodla oziroma eAsistenta med učitelji vsebin TIT?

RV 2: Kakšna je zaznana težavnost dela z Moodlom oziroma eAsistentom med učitelji vsebin TIT?

RV 3: Kakšna je raba mobilne IKT med učitelji vsebin TIT?

RV 4: Kakšna je afiniteta in pripravljenost za uporabo IKT med učitelji TIT?

## **Metoda**

Pri empiričnem delu je bil uporabljen kvantitativni raziskovalni pristop s prevladujočo metodo empiričnega raziskovanja; to smo izvedli s pomočjo vprašalnikov, kjer smo ugotavljali zaznano uporabnost, težavnost IKT, rabo mobilne IKT pri pouku vsebin TIT in afiniteto ter pripravljenost za prihodnjo rabo IKT.

Vzorec je bil neslučajnostni, priložnostni in je vključil 182 učiteljev; od tega je 61 (33,5 %) učiteljev RP 4. razreda, 59 (32,4 %) učiteljev RP 5. razreda in 62 (34,1 %) predmetnih učiteljev TIT.

V raziskavi je sodelovalo 35 (19,2 %) moških in 147 (80,8 %) žensk. Anketirani učitelji so bili naslednjih starosti: 26 (14,3 %) učiteljev je označilo, da so stari 21–30 let, 41 (22,5 %) učiteljev je označilo, da so stari med 30–40 let, 58 (31,9 %) jih je označilo, da spadajo v starostno skupino 41–50 let, 50 (27,5 %) jih je del skupine 51–60 let in 7 (3,8 %) nad 61 let.

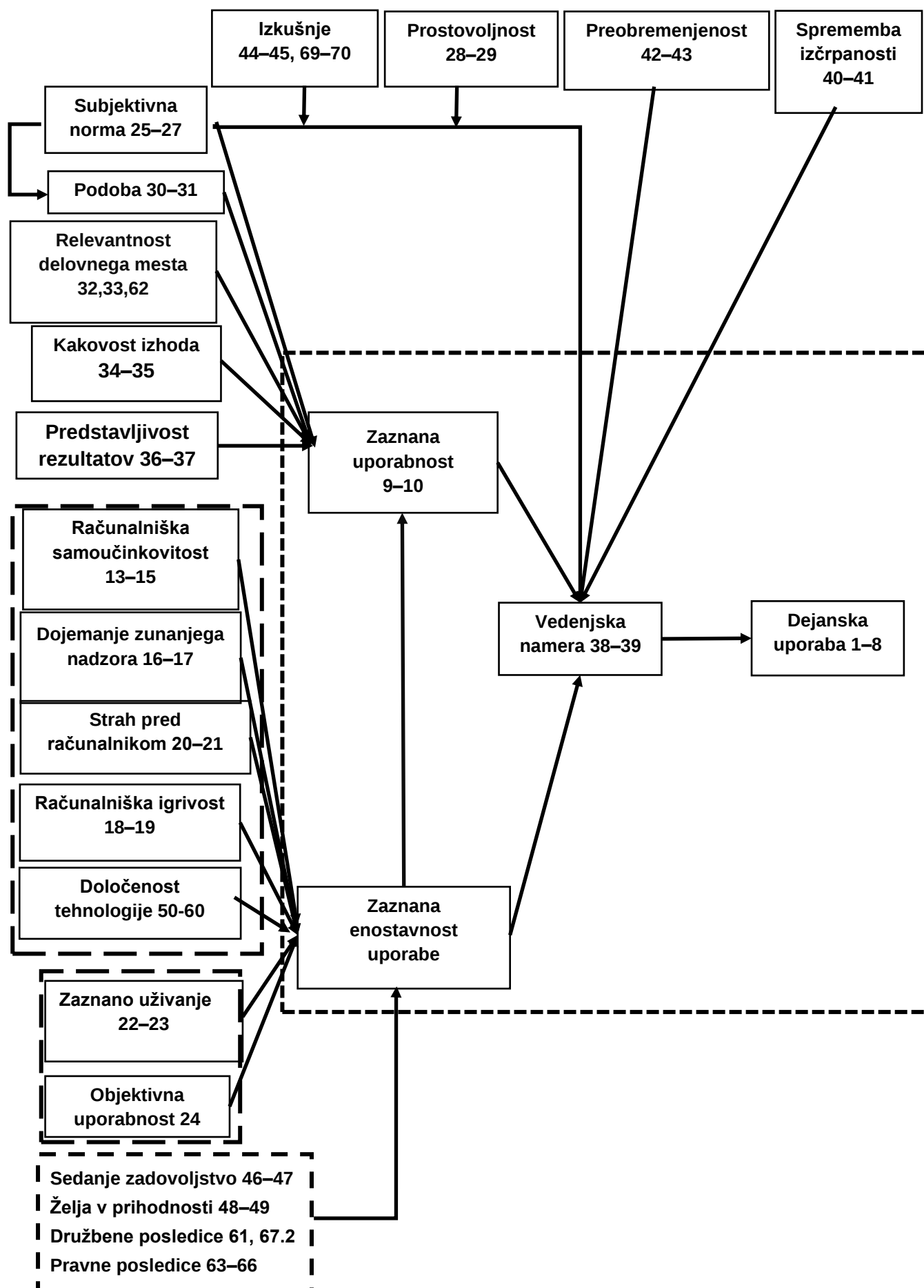
## Spremenljivke in njihovo vrednotenje

Trditve so uvrščene v kategorije o vprašalniku TAM3, ki je dopolnjen z elementi Bröhla idr. (2016):

- dejanska uporaba – trditve 1–8 (Jeffrey, 2015),
- zaznana uporabnost – trditvi 9 in 10 (Jeffrey, 2015),
- zaznana enostavnost uporabe – trditvi 11 in 12 (Jeffrey, 2015),
- računalniška samoučinkovitost – trditve 13.1–15.2 (Jeffrey, 2015),
- dojemanje zunanjega nadzora – trditve 16.1–17 (Jeffrey, 2015),
- računalniška igrivost – trditvi 18 in 19 (Jeffrey, 2015),
- strah pred računalnikom – trditve 20–21.2 (Jeffrey, 2015),
- zaznano uživanje – trditvi 22 in 23 (Jeffrey, 2015),
- objektivna uporabnost – trditev 24 (Jeffrey, 2015),
- subjektivna norma – trditve 25–27 (Jeffrey, 2015),
- prostovoljnost – trditvi 28 in 29 (Jeffrey, 2015),
- podoba – trditvi 30 in 31 (Jeffrey, 2015),
- relevantnost delovnega mesta – trditve 32, 33 in 62 (Jeffrey, 2015),
- kakovost izhoda – trditvi 34 in 35 (Jeffrey, 2015),
- predstavljenost rezultatov – trditvi 36 in 37 (Jeffrey, 2015),
- vedenjska namera – trditvi 38 in 39 (Jeffrey, 2015),
- sprememba izčrpanosti – trditvi 40 in 41 (Jeffrey, 2015),
- preobremenjenost – trditvi 42 in 43 (Jeffrey, 2015),
- izkušnje – trditve 44, 45, 69 in 70 (Jeffrey, 2015),
- sedanje zadovoljstvo – trditvi 46 in 47 (Bröhl idr., 2016),
- želja v prihodnosti – trditvi 48 in 49 (Bröhl idr., 2016),
- določenost tehnologije (angl. *technology affinity*) – trditve 50–60 (Bröhl idr., 2016),
- družbene posledice (angl. *social implication*) – trditvi 61 in 67.2 (Bröhl idr., 2016),
- pravne posledice (angl. *legal implication*) – trditve 63–66 (Bröhl idr., 2016),
- etične posledice (angl. *ethical implication*) – trditvi 67.1 in 68 (Bröhl idr., 2016).

## Opis instrumentarija

Vprašalnik TAM3 – Kako sprejemam IKT avtorja Davida Andrewa Jeffreyja (2015) je nadgrajen z elementi iz Bröhl idr. 2016. Obseg je večji, saj smo dodali 7 trditev, ki so posamezno osredotočene na Moodle, eAsistent, Zoom itd. ter še dodatno preverjajo odnos učiteljev do dela na daljavo, mobilnih naprav in elektronskih zbirk, prav tako pa preverjajo tudi računalniško in digitalno pismenost. Vprašalnik je razdeljen na dva dela. Prvi del se osredotoča na učiteljeve demografske podatke (spol in starost) in njegovo zaposlitev. Drugi del je sestavljen iz vprašanj Likertovega tipa, ki ga je za primer raziskave pri nas zasnoval Avsec in je sestavljen iz 77 trditev z lestvico od 1 do 7, pri čemer 1 pomeni »sploh ne strinjam« in 7 »popolnoma strinjam«. Na sliki 2 so prikazane povezave med kategorijami, ki so uporabljene v vprašalniku.



Slika 2: Povezave kategorij v uporabljenem vprašalniku

V vprašalniku so testne predpostavke (TPO) 24, 44, 69 in 70 odprtega tipa, zato smo jih kodirali v lestvico od 1 do 7. Pri TPO 24 so bili zbrani podatki razvrščeni po sekundah in kodirani po naslednji lestvici: 0–9 s = 1, 10–19 s = 2, 20–29 s = 3, 30–39 s = 4, 40–49 s = 5, 50–59 s = 6 in več kot 60 s = 7 (Jeffrey, 2015).

Pri TPO 44 so bili zbrani podatki razvrščeni po minutah in kodirani po naslednji lestvici: 0 min = 1, 1–5 min = 2, 6–15 min = 3, 16–30 min = 4, 31–59 min = 5, 60–120 min = 6 in več kot 121 min = 7 (Jeffrey, 2015).

Pri TPO 69 in 70 so bili zbrani podatki razvrščeni po količini uporabe in kodirani po naslednji lestvici: 0 uporab = 1, 1–5 uporab = 2, 6–10 uporab = 3, 11–15 uporab = 4, 16–20 uporab = 5, 21–25 uporab = 6 in več kot 26 uporab = 7.

### Postopek zbiranja podatkov

Podatke smo zbrali s pomočjo spletnega vprašalnika, objavljenega na spletni strani 1KA od 15. 1. 2021 do 30. 1. 2021. Vprašalnik so izpolnjevali učitelji RP 4. in 5. razreda in učitelji TIT v slovenskih osnovnih šolah. Učiteljem je spletno povezavo, kjer je bil anketni vprašalnik, posredovalo vodstvo šole, in sicer po elektronski pošti. Vsako sodelovanje v tej raziskavi je bilo popolnoma prostovoljno, učiteljem pa je bil jasno predstavljen obrazec za privolitev, vključno z zaščito njihovih interesov v raziskavi skladno z GDPR. Seznanjeni so bili, da bodo odgovori analizirani in predstavljeni skupinsko. Izpolnjevanje vprašalnika je trajalo približno 11 minut. Uspelo nam je zbrati odgovore 148 učiteljev od skupno 345, kolikor jih je vstopilo v portal 1KA in začelo izpolnjevati vprašalnik.

### Statistična obdelava podatkov

Podatki so bili obdelani z računalniškim programom SPSS. Uporabljena je osnovna deskriptivna statistika. Izračunane so frekvence (f), odstotki (%), povprečne vrednosti (M) in standardna odstopanja (SD). Ustreznosti merskih karakteristik so preverjene z zanesljivostjo in občutljivostjo. Homogenost varianc je preverjena z Levene testom, statistično pomembne razlike med skupinami pa s pomočjo analize variance ali z ustreznimi neparametričnimi testi (t-test in aproksimativni t-test).

## Rezultati

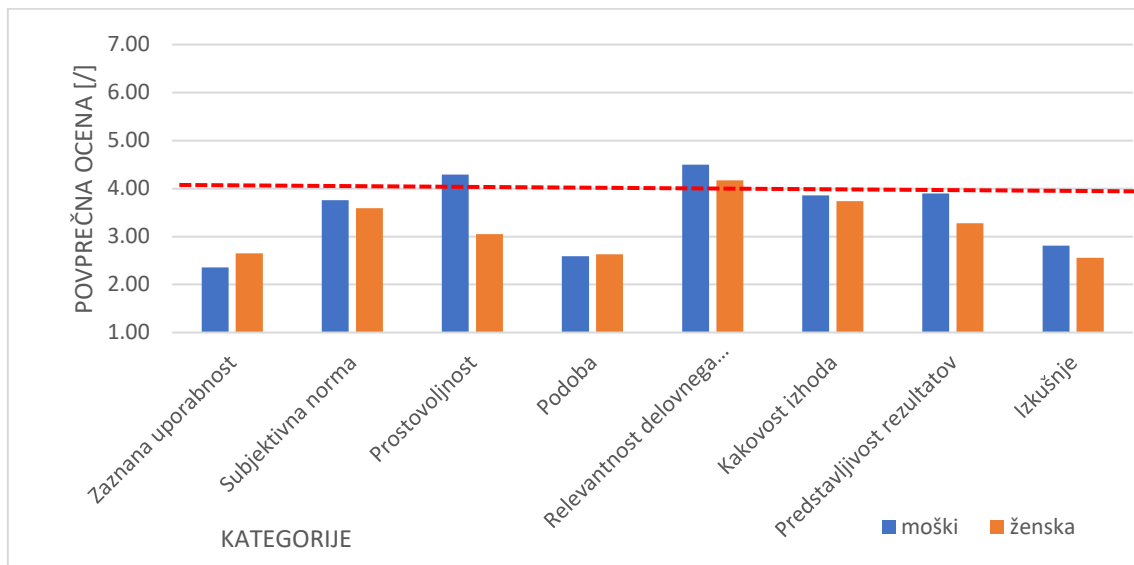
V tem poglavju so predstavljeni rezultati empiričnega dela in njihova interpretacija.

### Analiza po spolu

Na grafih 1–4 so prikazani povprečni rezultati anketnega vprašalnika o sprejemanju IKT glede na posamezno področje po spolu. Iz grafa 1 je razvidno, da so anketiranci moškega spola presegli srednjo vrednost lestvice 4 pri kategoriji prostovoljnost, anketiranci obeh spolov pa so presegli srednjo vrednost 4 pri kategoriji relevantnost delovnega mesta, pri čemer imajo moški nekoliko višjo povprečno oceno.

Iz grafa 1 lahko razberemo, da so pri kategorijah, ki vplivajo na zaznano uporabnost, moški anketiranci imeli višje povprečne ocene, pri čemer najbolj izstopa kategorija računalniška samoučinkovitost – tu imajo moški povprečno oceno višjo skoraj za eno oceno. Pri kategoriji

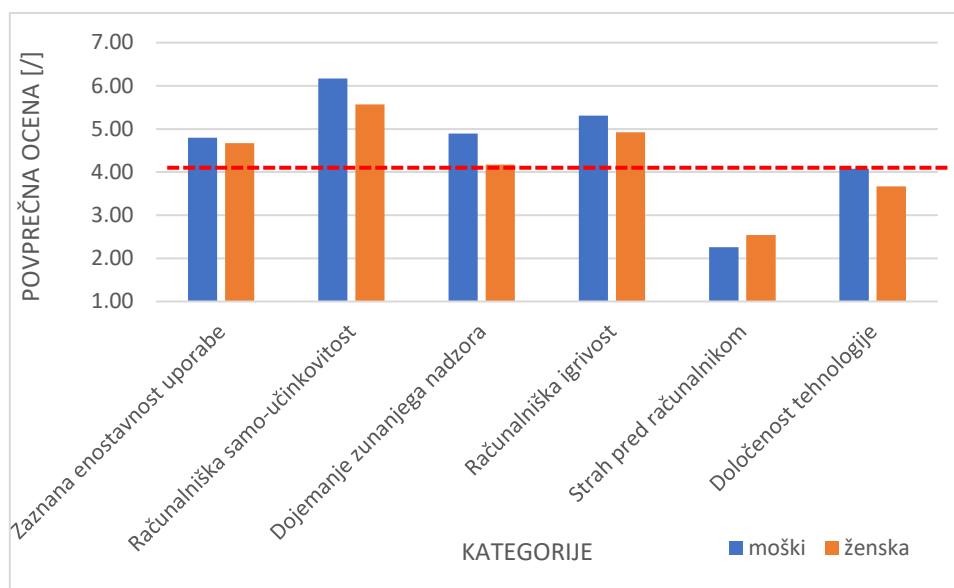
zaznana uporabnost je povprečje najnižje. Iz tega lahko sklepamo, da učitelji ne čutijo izboljšanja svoje produktivnosti in učinkovitosti zaradi uporabe eAsistenta ali Moodla, oziroma šole teh sistemov sploh ne uporabljajo. Nizke povprečne vrednosti imajo anketiranci tudi pri kategoriji podoba, iz česar lahko sklepamo, da vpliv družbe ne vpliva na uporabnost IKT.



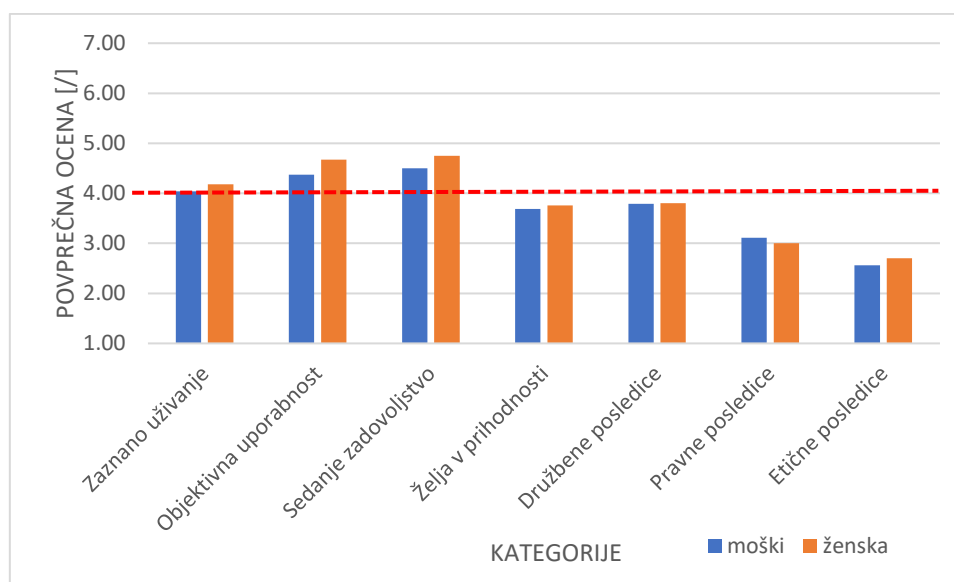
Graf 1: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na spol po kategorijah, ki vplivajo na zaznano uporabnost, kjer je srednja ocena lestvice 4 označena s črtkano črto (1. del)

Iz grafa 2 je razvidno, da anketiranci obeh spolov presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategorijah zaznana enostavnost uporabe, računalniška samoučinkovitost, dojemanje zunanjega nadzora in računalniška igrivost, pri čemer imajo moški anketiranci pri vseh kategorijah nekoliko višje povprečje. Anketiranci moškega spola dosegaajo srednjo vrednost lestvice pri kategoriji določenost tehnologije. Na grafu 3 lahko vidimo, da anketiranci obeh spolov presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategorijah objektivna uporabnost in sedanje zadovoljstvo, pri čemer ženske anketiranke dosegaajo višjo povprečno oceno. Pri kategoriji zaznana uživanje je povprečje ženskih anketirank malo nad srednjo vrednostjo in povprečje moških anketirancev malo pod srednjo vrednostjo.

Iz grafov 2 in 3 lahko razberemo, da imajo pri kategorijah zaznana enostavnost uporabe, računalniška samoučinkovitost, dojemanje zunanjega nadzora, določenost tehnologije in pravne posledice višje povprečje moški anketiranci, pri kategorijah strah pred računalnikom, zaznana uživanje, objektivna uporabnost, sedanje zadovoljstvo in etične posledice pa ženske anketiranke. Najvišjo povprečno oceno imajo anketiranci pri kategoriji računalniška samoučinkovitost, pri čemer imajo moški skoraj za 0,70 višjo povprečno oceno. Najnižjo povprečno oceno ima kategorija strah pred računalnikom, iz česar lahko sklepamo, da učitelji nimajo pretiranega strahu pred uporabo računalnika in mobilnih naprav. Iz grafa 3 je razvidno, da imajo anketiranci nekoliko nižje povprečje pri kategorijah etične in pravne posledice. Iz tega lahko sklepamo, da učitelji niso naklonjeni uporabi humanoidnega robota pri pouku, vendar se po drugi strani ne bojijo, da bi zaradi tega izgubili svoje delovno mesto.

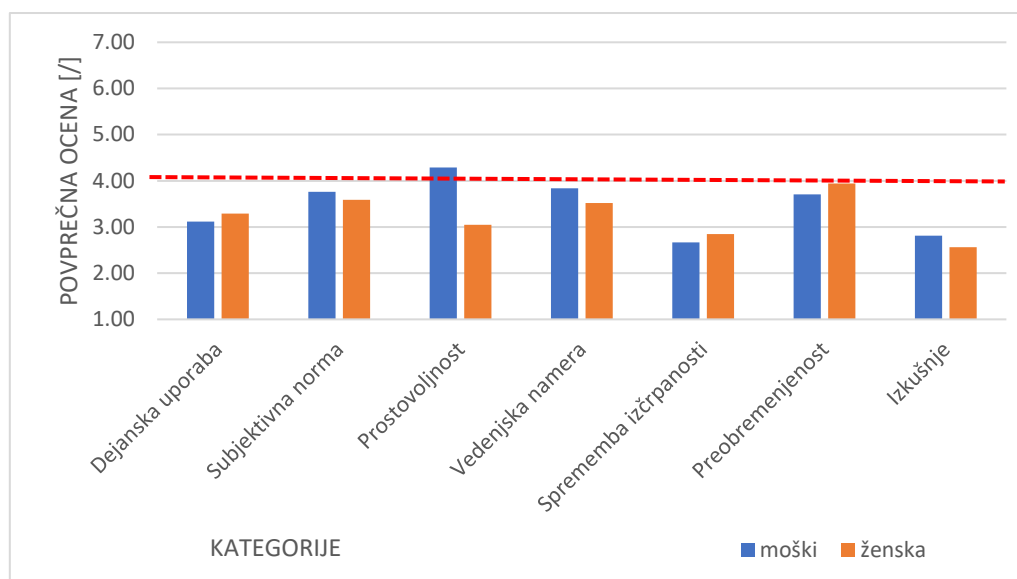


Graf 2: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na spol po kategorijah, ki vplivajo na zaznano enostavnost uporabe, kjer je srednja ocena lestvice 4 označena s črtkano črto (2. a del)



Graf 3: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na spol po kategorijah, ki vplivajo na zaznano enostavnost uporabe, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (2. b del)

Iz grafa 4 je razvidno, da anketiranci moškega spola presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategoriji prostovoljnost, anketiranke ženskega spola pa dosegajo srednjo vrednostno lestvico pri kategoriji preobremenjenost. Iz istega grafa lahko vidimo, da imajo moški anketiranci pri kategorijah, ki vplivajo na vedenjsko namero, višjo povprečno oceno. Gre za kategorije subjektivna norma, prostovoljnost in izkušnje, pri čemer imajo pri kategoriji prostovoljnost oceno višjo za več kot 1,0. Iz tega lahko sklepamo, da se moškim anketirancem bolj dozdeva, da so prisiljeni v uporabo nekega določenega sistema. Skoraj vse kategorije imajo nižjo povprečno vrednost od srednje vrednosti lestvice. Posledično je mogoče domnevati, da učitelji sistema eAsistent/Moodle ne uporabljajo, ker šole uporabljajo drugačne sisteme (Teams, Google Forms), oziroma se jim namera teh dveh portalov ne zdi uporabna.



Graf 4: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na spol po kategorijah, ki vplivajo na vedenjsko namero, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (3. del)

Iz preglednice 1 lahko razberemo, da so podatki razpršeni okoli povprečnih vrednosti s standardnimi odkloni od 0,74 do 2,44, pri čemer imajo ženske višji standardni odklon.

Preglednica 1: Standardni odklon po kategorijah med moškimi in ženskimi anketiranci

| KATEGORIJA                    | STANDARDNI ODKLON |        | KATEGORIJA                 | STANDARDNI ODKLON |        |
|-------------------------------|-------------------|--------|----------------------------|-------------------|--------|
|                               | MOŠKI             | ŽENSKA |                            | MOŠKI             | ŽENSKA |
| Dejanska uporaba              | 1,80              | 1,80   | Kakovost izhoda            | 1,58              | 1,74   |
| Zaznana uporabnost            | 1,81              | 1,91   | Predstavljenost rezultatov | 2,04              | 1,89   |
| Zaznana enostavnost uporabe   | 1,60              | 1,69   | Vedenjska namera           | 2,25              | 1,72   |
| Računalniška samoučinkovitost | 0,85              | 1,16   | Sprememba izčrpanosti      | 1,60              | 1,64   |
| Dojemanje zunanjega nadzora   | 1,55              | 1,64   | Preobremenjenost           | 1,94              | 1,82   |
| Računalniška igrivost         | 1,55              | 1,64   | Izkušnje                   | 1,00              | 0,80   |
| Strah pred računalnikom       | 1,46              | 1,61   | Sedanje zadovoljstvo       | 1,60              | 1,78   |
| Zaznano uživanje              | 1,61              | 1,62   | Želja v prihodnosti        | 1,99              | 1,62   |
| Objektivna uporabnost         | 2,25              | 2,44   | Določenost tehnologije     | 0,74              | 0,94   |
| Subjektivna norma             | 1,89              | 1,96   | Družbene posledice         | 1,89              | 1,67   |
| Prostovoljnost                | 1,98              | 2,02   | Pravne posledice           | 1,29              | 1,29   |
| Podoba                        | 1,65              | 1,82   | Etične posledice           | 1,51              | 1,56   |
| Relevantnost delovnega mesta  | 1,43              | 1,40   |                            |                   |        |

V preglednici 2 so prikazane povprečne vrednosti, minimalen in maksimalen odgovor pri odprtih tipih vprašanj.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti, minimum in maksimum pri odprtih tipih kategorij glede na spol

| KATEGORIJE | TPO      | POVPREČNA VREDNOST |        | MINIMUM | MAKSIMUM |
|------------|----------|--------------------|--------|---------|----------|
|            |          | MOŠKI              | ŽENSKI |         |          |
| Objektivna | 24 [s]   | 45,49              | 65,34  | 0       | 600      |
| Izkušnje   | 44 [min] | 95,51              | 199,10 | 0       | 600      |
|            | 69       | 58,71              | 46,61  | 0       | 3600     |
|            | 70       | 1,37               | 0,76   | 0       | 60       |

Pri objektivni uporabnosti lahko razberemo, da imajo ženske višji povprečni čas za opravljanje naloge. Nekateri anketiranci so potrebovali 600 s oziroma 10 min za rešitev naloge. Pri maksimalnih časih moramo upoštevati tudi to, da imajo nekateri slabo internetno povezavo. Pri izkušnjah pri trditvi 44 lahko razberemo, da imajo ženske višji povprečni čas uporabe eAsistenta oziroma Moodla. Iz povprečne vrednosti za trditev 69 lahko razberemo, da moški pogosteje poiščejo oziroma preberejo članke na temo humanoidnih robotov. Iz povprečne vrednosti za trditev 70 lahko razberemo, da so se moški pogosteje srečali s humanoidnim robotom kot ženske.

Iz preglednice 3 lahko iz Levene testa razberemo, da se v vseh kategorijah razen pri kategoriji o vedenjski nameri varianci glede na spol ne razlikujeta statistično pomembno, ker je  $\alpha > 0,05$ . Zato smo pri teh kategorijah gledali t-test. Pri kategoriji vedenjska namera se varianci glede na spol razlikujeta statistično pomembno, zato smo pri tej kategoriji gledali aproksimativni t-test.

Preglednica 3: Levene test in t-test oz. aproksimativni t-test s pripadajočo vrednostjo statistične pomembnosti  $\alpha$  za kategorije glede na spol

| KATEGORIJE                    | Levene test vrednost $\alpha$ | T-test vrednost $\alpha$ | KATEGORIJE                 | Levene test vrednost $\alpha$ | T-test vrednost $\alpha$ |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Dejanska uporaba              | 0,91                          | 0,62                     | Kakovost izhoda            | 0,44                          | 0,73                     |
| Zaznana uporabnost            | 0,66                          | 0,41                     | Predstavljenost rezultatov | 0,53                          | 0,09                     |
| Zaznana enostavnost           | 0,54                          | 0,67                     | Vedenjska namera           | 0,01                          | 0,44                     |
| Računalniška samoučinkovitost | 0,21                          | 0,004                    | Sprememba izčrpanosti      | 0,93                          | 0,57                     |
| Dojemanje zunanjega           | 0,78                          | 0,02                     | Preobremenjenost           | 0,38                          | 0,52                     |
| Računalniška igrivost         | 0,51                          | 0,20                     | Izkušnje                   | 0,38                          | 0,11                     |
| Strah pred računalnikom       | 0,28                          | 0,35                     | Sedanje zadovoljstvo       | 0,15                          | 0,45                     |
| Zaznano uživanje              | 0,84                          | 0,66                     | Želja v prihodnosti        | 0,12                          | 0,81                     |
| Objektivna uporabnost         | 0,09                          | 0,51                     | Določenost tehnologije     | 0,16                          | 0,02                     |
| Subjektivna norma             | 0,74                          | 0,63                     | Družbene posledice         | 0,25                          | 0,96                     |
| Prostovoljnost                | 0,60                          | 0,001                    | Pravne posledice           | 0,96                          | 0,66                     |
| Podoba                        | 0,30                          | 0,90                     | Etične posledice           | 0,69                          | 0,63                     |
| Relevantnost delovnega mesta  | 0,87                          | 0,23                     |                            |                               |                          |

Pri vseh kategorijah razen pri kategorijah dojemanje zunanjega nadzora, računalniška samoučinkovitost, subjektivna norma in določenost tehnologije t-test oziroma aproksimativni t-test ni pokazal statistično pomembnih razlik med aritmetičnimi sredinami med spoloma, ker velja  $\alpha > 0,05$ .

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,58$ ,  $\alpha = 0,21$ ) je t-test med ženskami in moškimi pokazal statistično pomembne razlike v kategoriji računalniška samoučinkovitost ( $t = 2,90$ ,  $g = 180$ ,  $\alpha = 0,004$ ). Moški ( $M = 6,17$ ) menijo, da znajo bolje uporabljati računalnik kot ženske ( $M = 5,57$ ).

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 0,08$ ,  $\alpha = 0,78$ ) je t-test med ženskami in moškimi pokazal statistično pomembne razlike v kategoriji dojemanje zunanjega nadzora ( $t = 2,33$ ,  $g = 180$ ,  $\alpha = 0,02$ ). Moški ( $M = 4,89$ ) so ocenili, da so bolj prepričani v svojo uporabo Moodla in eAsistenta ter se počutijo bolj varne pri uporabi mobilnih naprav s stališča kibernetike varnosti kot ženske ( $M = 4,17$ ).

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 0,27$ ,  $\alpha = 0,60$ ) je t-test med ženskami in moškimi pokazal statistično pomembne razlike v kategoriji prostovoljnost ( $t =$

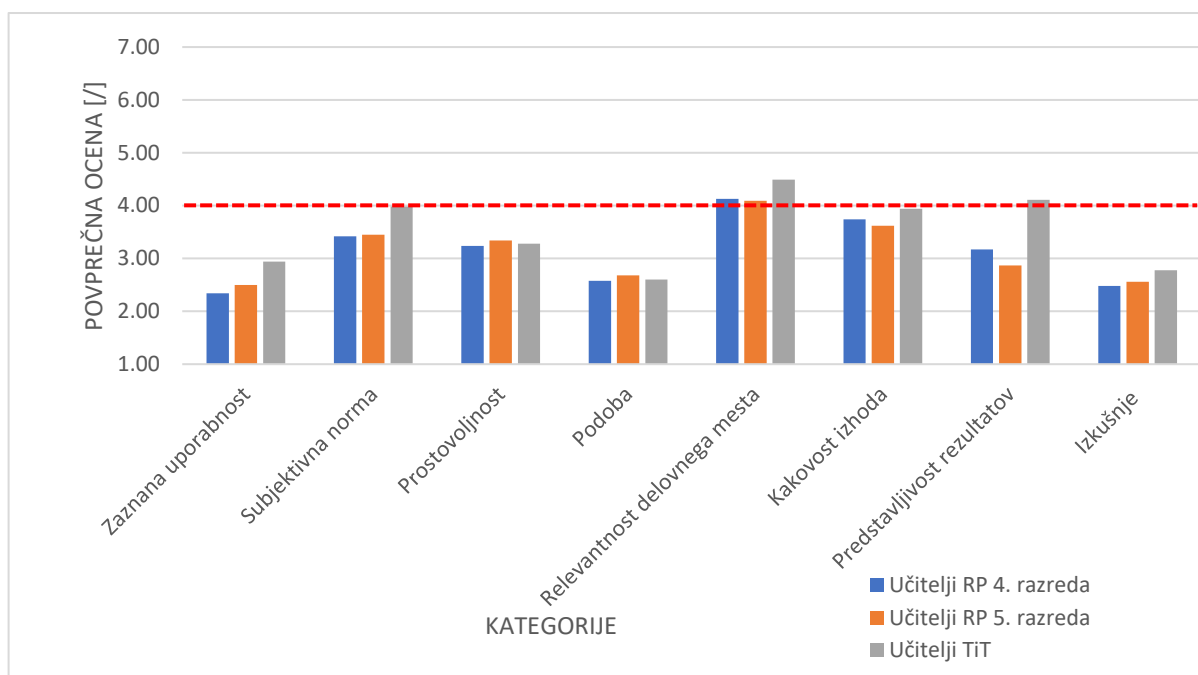
3,27,  $g = 180$ ,  $\alpha = 0,001$ ). Moški ( $M = 4,29$ ) so ocenili, da imajo več svobode pri odločanju o uporabi sodelovalnega okolja in spletne učilnice v šoli kot ženske ( $M = 3,05$ ).

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,98$ ,  $\alpha = 0,16$ ) je t-test med ženskimi in moškimi pokazal statistično pomembne razlike v kategoriji določenost tehnologije ( $t = 2,38$ ,  $g = 180$ ,  $\alpha = 0,02$ ). Moški ( $M = 4,08$ ) so ocenili, da raje uporabljajo in preizkušajo elektronske naprave kot ženske ( $M = 3,67$ ).

#### Analiza po poklicu

V grafih 5–8 so prikazani povprečni rezultati anketnega vprašalnika o sprejemanju IKT glede na posamezno področje po poklicu. Iz grafa 5 je razvidno, da anketiranci vseh treh poklicev presegajo srednjo vrednost lestvice 4 pri kategoriji relevantnost delovnega mesta, pri čemer imajo učitelji TIT višjo povprečno oceno kot učitelji RP. Pri kategorijah subjektivna norma in kakovost izhoda učitelji TIT dosegajo srednjo vrednost, pri kategoriji predstavljenost rezultatov pa presegajo srednjo vrednost lestvice 4.

Iz grafa 5 lahko razberemo, da imajo učitelji TIT pri kategorijah zaznana uporabnost, subjektivna norma, relevantnost delovnega mesta in kakovost izhoda, ki vplivajo na zaznano uporabnost, višje povprečne ocene kot RP, pri čemer najbolj izstopajo kategorije subjektivna norma, relevantnost delovnega mesta, kakovost izhoda in predstavljenost rezultatov, kjer imajo učitelji TIT povprečno oceno precej višjo kot ostali učitelji. Lahko rečemo, da učitelji TIT ocenjujejo, da tehnologija in spletna okolja bolj vplivajo na njihovo delo. Pri kategoriji podoba je povprečje najnižje. Iz tega lahko sklepamo, da učitelji ne menijo, da bi imeli višji ugled, če bi uporabljali Moodle ali spletna okolja. Nizke povprečne vrednosti anketiranci dosegajo tudi pri kategoriji zaznana uporabnost. Iz tega lahko sklepamo, da učitelji menijo, da Moodle in eAsistent ne vplivata dovolj dobro na njihovo učinkovitost in produktivnost ali pa šole ne uporabljajo teh dveh sistemov. Nizke povprečne vrednosti so anketiranci imeli tudi pri kategoriji izkušnje, kar nakazuje na to, da učitelji za uporabo določenih sistemov oziroma pri uporabi in poznavanju humanoidnih robotov ne porabijo veliko časa.

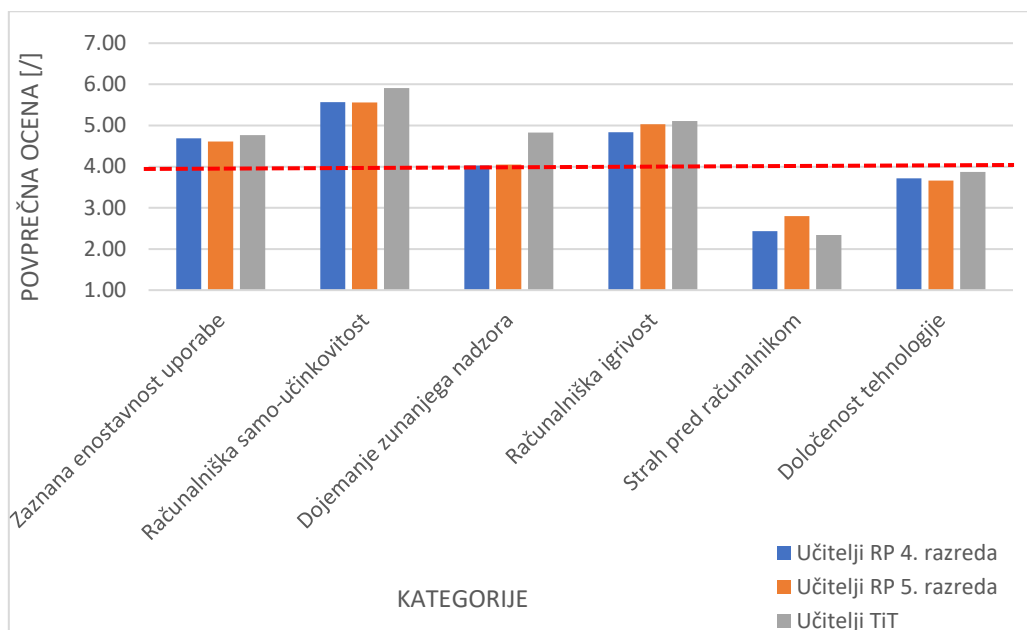


Graf 5: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na poklic po kategorijah, ki vplivajo na zaznano uporabnost, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (1. del)

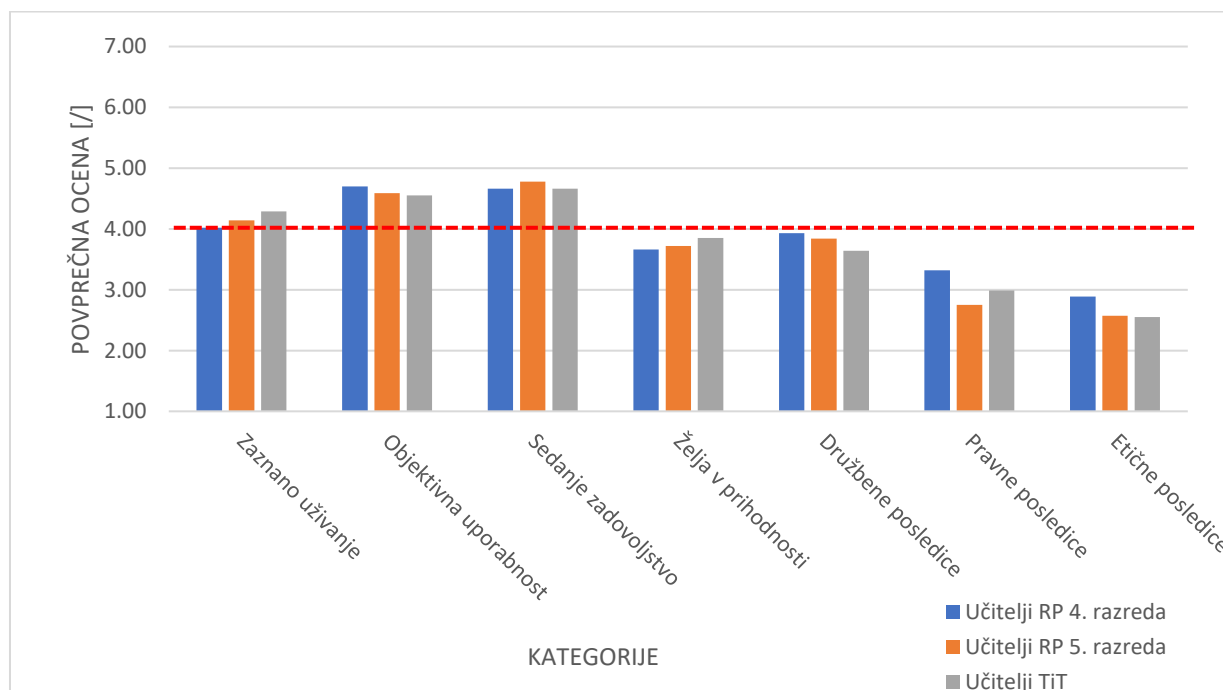
Iz grafa 6 je razvidno, da anketiranci vseh treh poklicev presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategorijah zaznana enostavnost uporabe, računalniška samoučinkovitost in računalniška igrivost, pri čemer imajo učitelji TIT pri vseh omenjenih kategorijah višje povprečje kot učitelji RP. Pri kategoriji zaznana enostavnost uporabe imajo višje povprečje kot učitelji RP 5. razreda, pri kategoriji računalniška igrivost pa je stanje ravno obratno (učitelji RP 5. razreda imajo višje povprečje kot učitelji RP 4. razreda). Pri kategoriji dojemanje zunanjega nadzora učitelji TIT edini presegajo srednjo vrednost lestvice 4. Vse ostale predpostavke so pod srednjo vrednostjo lestvice, zato lahko sklepamo, da učitelji slabo sprejemajo IKT, oziroma je ne uporabljajo. Iz grafa 7 lahko razberemo, da so anketiranci vseh treh poklicev presegli srednjo vrednost lestvice pri kategorijah zaznana uživanje, objektivna uporabnost in sedanje zadovoljstvo. Učitelji TIT so imeli višje povprečje kot učitelji RP pri kategoriji zaznana uživanje. Učitelji RP 4. razreda so imeli višje povprečje kot učitelji RP 5. razreda in učitelji TIT pri kategoriji objektivna uporabnost, učitelji RP 5. razreda pa so imeli višje povprečje kot učitelji RP 4. razreda in učitelji TIT pri kategoriji sedanje zadovoljstvo.

Iz grafov 6 in 7 je razvidno, da imajo pri kategorijah zaznana enostavnost uporabe, računalniška samoučinkovitost, dojemanje zunanjega nadzora, računalniška igrivost, določenost tehnologije, zaznana uživanje in želja v prihodnosti višje povprečje učitelji TIT, pri kategorijah strah pred računalnikom in sedanje zadovoljstvo višje povprečje učitelji RP 5. razreda in pri kategorijah objektivna uporabnost, družbene in pravne posledice višje povprečje učitelji RP 4. razreda. Najvišjo povprečno oceno imajo anketiranci pri kategoriji računalniška samoučinkovitost, pri čemer imajo učitelji TIT nekoliko višjo povprečno oceno. Najnižjo povprečno oceno ima kategorija strah pred računalnikom, iz česar lahko sklepamo, da učitelji nimajo pretiranega strahu pred uporabo računalnika in mobilnih naprav, pri čemer imajo najvišjo oceno in posledično največji strah pred računalnikom učitelji RP 5. razreda. Iz grafa 7 lahko razberemo, da imajo anketiranci nekoliko nižje povprečje pri kategorijah etične in pravne posledice, pri čemer imajo najvišje povprečje učitelji RP 4. razreda. Domnevamo

lahko, da učitelji niso naklonjeni uporabi humanoidnega robota pri pouku, vendar se po drugi strani ne bojijo, da bi zaradi tega izgubili svoje delovno mesto.



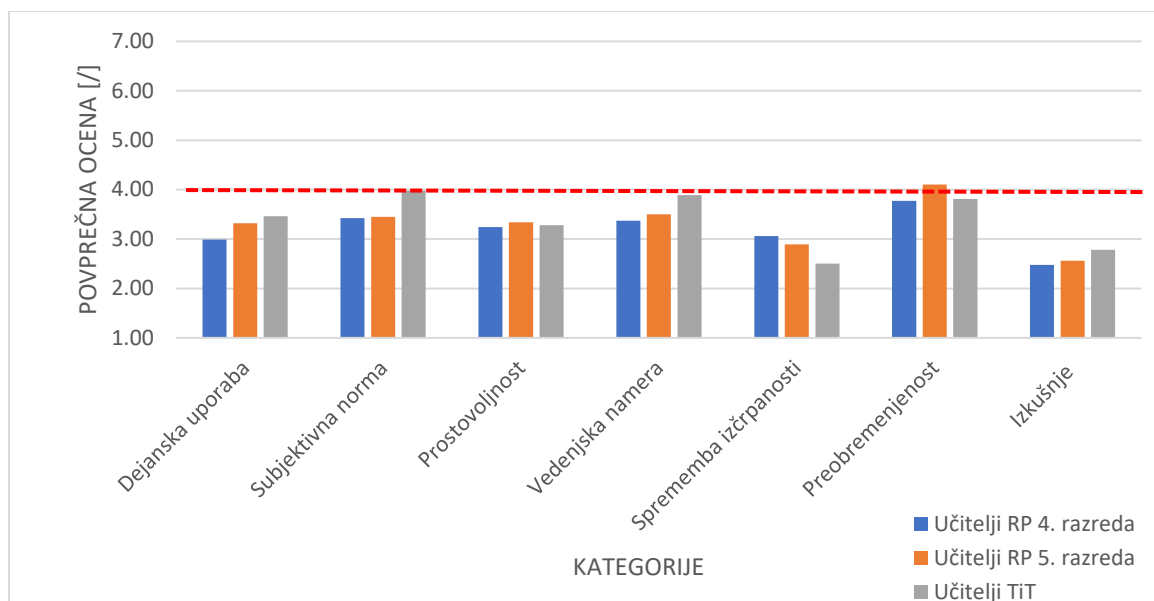
Graf 6: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na poklic po kategorijah, ki vplivajo na zaznano enostavnost uporabe, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (2. a del)



Graf 7: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na poklic po kategorijah, ki vplivajo na zaznano enostavnost uporabe, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (2. b del)

Iz grafa 8 je razvidno, da anketiranci RP 5. razreda presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategoriji preobremenjenost. Vse ostale kategorije so glede na različen poklic pod srednjo vrednostjo. Iz grafa 5.10 lahko razberemo, da imajo učitelji TIT višjo povprečno oceno pri kategorijah, ki vplivajo na vedenjsko namero (to so dejanska uporaba, subjektivna norma, vedenjska namera in izkušnje). Iz tega lahko sklepamo, da se učiteljem TIT bolj dozdeva, da

so prisiljeni v uporabo nekega določenega sistema. Skoraj vse kategorije imajo nižjo povprečno vrednost od srednje vrednosti lestvice, kar bi lahko pomenilo, da učitelji sistema eAsistent/Moodle ne uporabljajo, ker šole uporabljajo drugačne sisteme (Teams, Google Forms), oziroma se jim namera teh dveh portalov ne zdi uporabna.



Graf 8: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na poklic po kategorijah, ki vplivajo na vedenjsko namero, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (3. del)

Iz preglednice 4 lahko razberemo, da so podatki razpršeni okoli povprečnih vrednosti s standardnimi odkloni od 0,72 do 2,45, pri čemer imajo učitelji RP 4. razreda najvišji, učitelji TIT pa najnižji standardni odklon.

Preglednica 4: Standardni odklon po kategorijah med poklici anketirancev

| KATEGORIJA                    | STANDARDNI ODKLON                     |                                       |                  | KATEGORIJA                 | STANDARDNI ODKLON                     |                                       |                  |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
|                               | UČITEL<br>JI RP –<br>4.<br>RAZRE<br>D | UČITEL<br>JI RP –<br>5.<br>RAZRE<br>D | UČITEL<br>JI TIT |                            | UČITEL<br>JI RP –<br>4.<br>RAZRE<br>D | UČITEL<br>JI RP –<br>5.<br>RAZRE<br>D | UČITEL<br>JI TIT |
| Dejanska uporaba              | 1,58                                  | 1,86                                  | 1,94             | Kakovost izhoda            | 1,76                                  | 1,64                                  | 1,74             |
| Zaznana uporabnost            | 1,75                                  | 1,87                                  | 2,01             | Predstavljenost rezultatov | 1,96                                  | 1,93                                  | 1,70             |
| Zaznana enostavnost uporabe   | 1,52                                  | 1,70                                  | 1,80             | Vedenjska namera           | 1,74                                  | 1,70                                  | 2,04             |
| Računalniška samoučinkovitost | 1,23                                  | 1,06                                  | 1,06             | Sprememba izčrpanosti      | 1,83                                  | 1,47                                  | 1,54             |
| Dojemanje zunanjega nadzora   | 1,68                                  | 1,54                                  | 1,61             | Preobremenjenost           | 1,88                                  | 1,73                                  | 1,90             |
| Računalniška igrivost         | 1,64                                  | 1,60                                  | 1,65             | Izkušnje                   | 0,75                                  | 0,86                                  | 0,92             |
| Strah pred računalnikom       | 1,54                                  | 1,60                                  | 1,60             | Sedanje zadovoljstvo       | 1,60                                  | 1,77                                  | 1,88             |
| Zaznano uživanje              | 1,57                                  | 1,43                                  | 1,64             | Želja v prihodnosti        | 1,63                                  | 1,58                                  | 1,87             |
| Objektivna uporabnost         | 2,51                                  | 2,45                                  | 2,29             | Določenost tehnologije     | 1,03                                  | 0,92                                  | 0,78             |
| Subjektivna norma             | 1,03                                  | 1,98                                  | 1,89             | Družbene posledice         | 1,81                                  | 1,54                                  | 1,77             |
| Prostovoljnost                | 2,10                                  | 2,16                                  | 1,98             | Pravne posledice           | 1,27                                  | 1,19                                  | 1,35             |
| Podoba                        | 1,73                                  | 1,85                                  | 1,81             | Etične posledice           | 1,59                                  | 1,47                                  | 1,56             |
| Relevantnost delovnega mesta  | 1,42                                  | 1,28                                  | 1,50             |                            |                                       |                                       |                  |

V preglednici 5 so prikazane povprečne vrednosti z minimalnim in maksimalnim odgovorom pri odprtih tipih vprašanj glede na poklic, ki ga učitelji opravljajo. Pri objektivni uporabnosti lahko razberemo, da imajo učitelji RP 4. razreda najvišjo povprečno vrednost, kar pomeni, da so najpočasneje opravili zadano nalogo. Učitelji TIT imajo najnižjo povprečno vrednost, torej so zadano nalogo opravili najhitreje.

Preglednica 5: Povprečne vrednosti, minimum in maksimum pri odprtih tipih kategorij glede na poklic

| KATEGORIJE            | TPO      | POVPREČNA VREDNOST          |                             |                 | MAKSIMUM                    |                             |                 |
|-----------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
|                       |          | UČITELJI<br>RP 4.<br>RAZRED | UČITELJI<br>RP 5.<br>RAZRED | UČITELJI<br>TIT | UČITELJI<br>RP 4.<br>RAZRED | UČITELJI<br>RP 5.<br>RAZRED | UČITELJI<br>TIT |
| Objektivna uporabnost | 24 [s]   | 74,72                       | 70,56                       | 68,54           | 600                         | 540                         | 180             |
| Izkušnje              | 44 [min] | 251,48                      | 109,61                      | 174,24          | 6000                        | 540                         | 3600            |
|                       | 69       | 83,85                       | 47,63                       | 38,94           | 600                         | 3600                        | 1133            |
|                       | 70       | 0,46                        | 1,31                        | 0,89            | 10                          | 60                          | 20              |

Največ časa so potrebovali nekateri učitelji RP 4. razreda, najmanj pa učitelji TIT. Pri maksimalnih časih moramo upoštevati tudi to, da imajo nekateri slabo internetno povezavo. Pri izkušnjah pri trditvi 44 lahko vidimo, da imajo učitelji RP 4. razreda osnovne šole najvišji povprečni čas uporabe in maksimum uporabe eAsistenta oziroma Moodla, medtem ko imajo učitelji RP 5. razreda osnovne šole najnižji povprečni čas in maksimum uporabe eAsistenta oziroma Moodla. Iz povprečne vrednosti za trditev 69 lahko razberemo, da učitelji RP 4. razreda najpogosteje poiščejo in preberejo članek o humanoidnih robotih, prav to pa najmanjkrat naredijo učitelji TIT. Najvišjo maksimalno vrednost imajo učitelji RP 5. razreda, in sicer 3600, medtem ko imajo minimalno vrednost učitelji RP 4. razreda (znaša 400). Iz povprečne vrednosti za trditev 70 lahko razberemo, da so se s humanoidnim robotom najpogosteje srečali učitelji RP 5. razreda, najmanjkrat pa učitelji RP 4. razreda. Najvišjo maksimalno vrednost imajo učitelji RP 5. razreda (znaša 60), najnižjo vrednost pa imajo učitelji RP 4. razreda (znaša 10).

Iz preglednice 6 lahko s pomočjo Levene testa razberemo, da se v vseh kategorijah razen pri kategoriji sprememba izčrpanosti varianci glede na poklic učiteljev ne razlikujeta statistično pomembno, ker je  $\alpha > 0,05$ . Prav zato smo pri vseh kategorijah razen pri kategoriji sprememba izčrpanosti naredili enosmerno analizo varianc Anova. Ker se varianci glede na poklic pri kategoriji sprememba izčrpanosti razlikujeta statistično pomembno, smo pri tej kategoriji naredili Brown-Forsythov preizkus.

Preglednica 6: Levene test in t-test oz. aproksimativni t-test s pripadajočo vrednostjo statistične pomembnosti  $\alpha$  za kategorije glede na poklic

| KATEGORIJE                    | Levene test vrednost $\alpha$ | T-test vrednost $\alpha$ | KATEGORIJE                    | Levene test vrednost $\alpha$ | T-test vrednost $\alpha$ |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Dejanska uporaba              | 0,15                          | 0,34                     | Kakovost izhoda               | 0,73                          | 0,59                     |
| Zaznana uporabnost            | 0,43                          | 0,20                     | Predstavljaljivost rezultatov | 0,57                          | <b>&lt; 0,001</b>        |
| Zaznana enostavnost uporabe   | 0,46                          | 0,87                     | Vedenjska namera              | 0,20                          | 0,28                     |
| Računalniška samoučinkovitost | 0,87                          | 0,15                     | Sprememba izčrpanosti         | <b>0,027</b>                  | 0,15                     |
| Dojemanje zunanjega nadzora   | 0,68                          | <b>0,008</b>             | Preobremenjenost              | 0,40                          | 0,57                     |
| Računalniška igrivost         | 0,95                          | 0,65                     | Izkušnje                      | 0,63                          | 0,11                     |
| Strah pred računalnikom       | 0,87                          | 0,48                     | Sedanje zadovoljstvo          | 0,40                          | 0,92                     |
| Zaznano uživanje              | 0,09                          | 0,66                     | Želja v prihodnosti           | 0,29                          | 0,82                     |
| Objektivna uporabnost         | 0,36                          | 0,93                     | Določenost tehnologije        | 0,20                          | 0,41                     |
| Subjektivna norma             | 0,90                          | 0,20                     | Družbene posledice            | 0,20                          | 0,63                     |
| Prostovoljnost                | 0,83                          | 0,97                     | Pravne posledice              | 0,18                          | <b>0,05</b>              |
| Podoba                        | 0,70                          | 0,96                     | Etične posledice              | 0,66                          | 0,39                     |
| Relevantnost delovnega mesta  | 0,25                          | 0,25                     |                               |                               |                          |

Pri vseh kategorijah razen pri kategorijah dojemanje zunanjega nadzora, predstavljaljivost rezultatov in pravne posledice enosmerna analiza variance Anova oziroma Brown-Forsythov preizkus ni pokazal statistično pomembnih razlik med aritmetičnimi sredinami med spoloma, ker velja  $\alpha > 0,05$ .

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 0,39, g_1 = 2, g_2 = 179, \alpha = 0,68$ ) je enosmerna analiza varianc med učitelji RP 4. razreda, učitelji RP 5. razreda in učitelji TIT pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji dojemanje zunanjega nadzora ( $F = 4,96, \alpha = 0,008$ ). Tukey HSD post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji RP 4. razreda in učitelji TIT ( $\alpha = 0,018$ ) ter učitelji RP 5. razreda in učitelji TIT ( $\alpha = 0,021$ ). S tveganjem 0,8 % trdimo, da so tudi v osnovni množici učitelji TIT ( $M = 4,83$ ) najvišje ocenili svoje sposobnosti uporabe Moodla in eAsistenta ter kibernetko varnost pri uporabi mobilnih naprav.

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 0,57, g_1 = 2, g_2 = 179, \alpha = 0,57$ ) je enosmerna analiza varianc Anova med učitelji RP 4. razreda, učitelji RP 5.

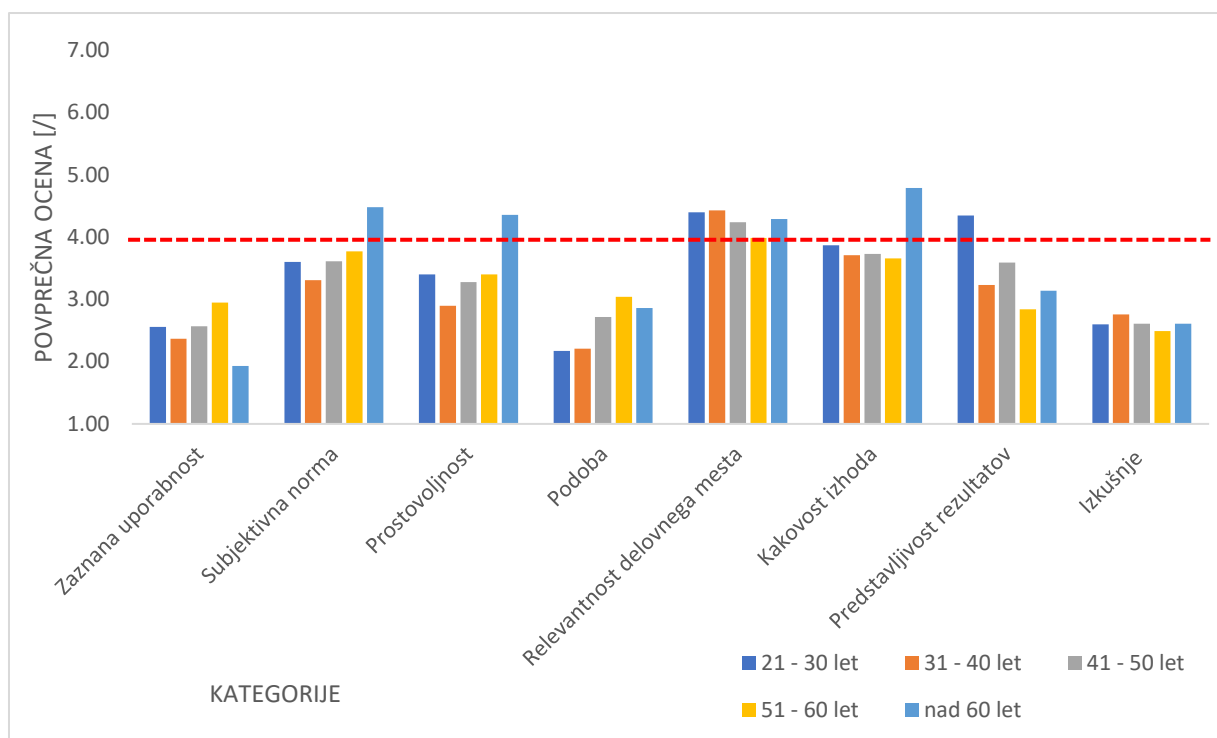
razreda in učitelji TIT pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji predstavljenost rezultatov ( $F = 7,32$ ,  $\alpha < 0,001$ ). Tukey HSD post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji RP 4. razreda in učitelji TIT ( $\alpha = 0,016$ ) ter učitelji RP 5. razreda in učitelji TIT ( $\alpha \leq 0,001$ ). S tveganjem, manjšim od 0,1 %, trdimo, da so tudi v osnovni množici učitelji TIT ( $M = 4,11$ ) najvišje ocenili svoje sposobnosti v razlagi prednosti sistema Moodle in pri rezultatih uporabe mobilnih telefonov pri učenju oziroma pouku.

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,73$ ,  $g_1 = 2$ ,  $g_2 = 179$ ,  $\alpha = 0,18$ ) je enosmerna analiza varianc Anova med učitelji RP 4. razreda, učitelji RP 5. razreda in učitelji TIT pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji predstavljenost rezultatov ( $F = 3,04$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Tukey HSD post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji RP 4. razreda in učitelji RP 5. razreda ( $\alpha = 0,04$ ). S tveganjem 5 % trdimo, da so tudi v osnovni množici učitelji RP 4. razreda ( $M = 3,32$ ) najvišje ocenili strah pred izgubo delovnega mesta zaradi humanoidnega robota in strah, da bi zaradi računalnika prenehali pisati na roko.

### Analiza po starosti

V grafih 9–12 so prikazani povprečni rezultati anketnega vprašalnika o sprejemanju IKT glede na posamezno področje po starosti. Iz grafa 9 je razvidno, da so anketiranci vseh petih starostnih skupin presegli srednjo vrednost lestvice 4 pri kategoriji relevantnost delovnega mesta, pri čemer imajo vsi učitelji približno enako povprečno vrednost na lestvici ( $M = 4,30$ – $4,40$ ). Pri kategorijah subjektivna norma, prostovoljnost in kakovost izhoda so učitelji starostne skupine nad 60 let edini presegli srednjo vrednost lestvice. Pri kategoriji predstavljenost rezultatov so učitelji starostne skupine 21–30 let edini presegli srednjo vrednost lestvice 4.

Iz grafa 9 lahko prav tako razberemo, da imajo pri kategorijah zaznana uporabnost in podoba najvišjo povprečno vrednost učitelji v starostni skupini 51–60 let. Pri kategoriji zaznana uporabnost imajo najnižjo povprečno vrednost učitelji, stari nad 60 let. Iz tega lahko sklepamo, da ti najbolj menijo, da Moodle in eAsistent ne vplivata dovolj dobro na njihovo učinkovitost in produktivnost ali pa šole ne uporabljajo teh dveh sistemov. Pri kategoriji podoba imajo najnižjo povprečno vrednost učitelji v starostnih skupinah 21–30 let in 31–40 let. To pomeni, da učitelji v starostni skupini 21–40 let ne čutijo, da bi imeli višji ugled, če bi uporabljali Moodle ali spletna okolja. Učitelji starostne skupine 51–60 let torej bolj kot učitelji ostalih starostnih skupin ocenjujejo, da tehnologija in spletna okolja bolje vplivajo na njihovo delo. Nizke povprečne vrednosti imajo anketiranci tudi pri kategoriji izkušnje. Vsi učitelji imajo približno enako povprečno oceno ( $M = 2,50$ – $2,76$ ), pri čemer imajo najnižje povprečje učitelji v starostni skupini 51–60 let in najvišje povprečje učitelji, stari 31–40 let. Sledi ugotovitev, da učitelji za uporabo določenih sistemov oziroma pri uporabi in poznavanju humanoidnih robotov ne porabijo veliko časa.



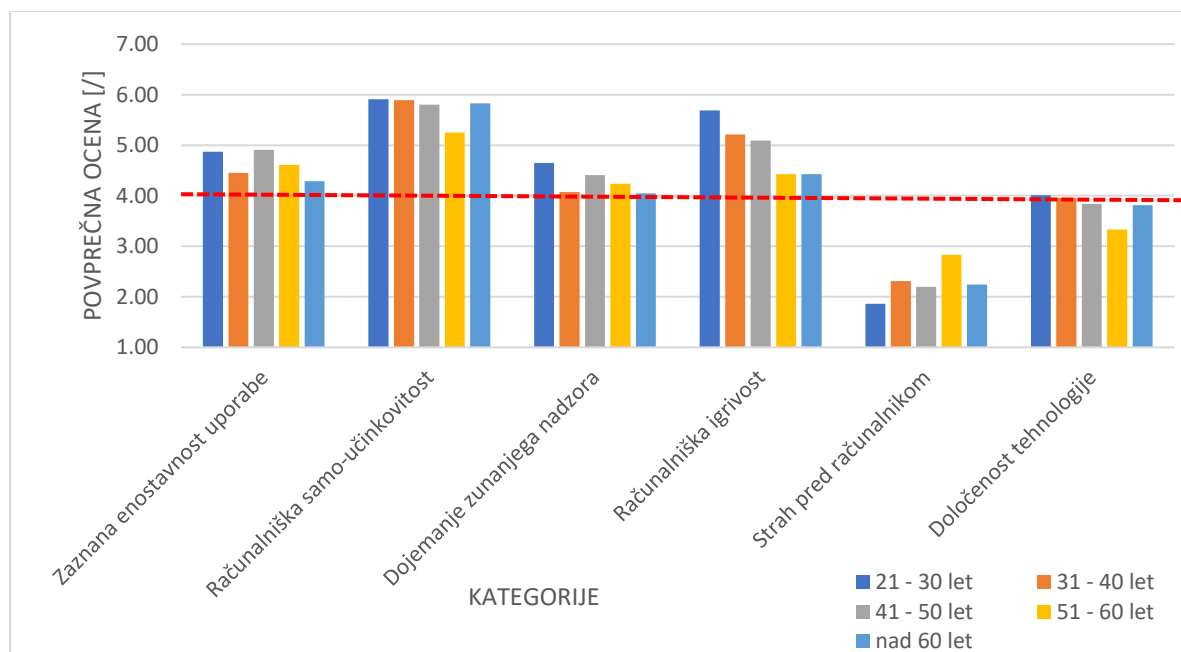
Graf 9: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na starost po kategorijah, ki vplivajo na zaznana uporabnost, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (1. del)

Iz grafov 10 in 11 so razvidna povprečja o kategorijah, ki vplivajo na zaznana enostavnost uporabe. Iz grafa 10 lahko razberemo, da anketiranci vseh starosti presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategorijah zaznana enostavnost uporabe, računalniška samoučinkovitost, dojemanje zunanjega nadzora in računalniška igrivost, pri čemer imajo učitelji starostne skupine 21–30 let najvišjo povprečno oceno pri kategorijah računalniška samoučinkovitost, dojemanje zunanjega nadzora in računalniška igrivost. Najnižjo povprečno oceno imajo pri kategorijah enostavnost uporabe, računalniška igrivost in dojemanje zunanjega nadzora učitelji v starostni skupini nad 60 let, v kategoriji računalniška samoučinkovitost in določenost tehnologije pa učitelji v starostni skupini 51–60 let. Iz tega sledi, da so mlajši učitelji bolj prepričani v svojo računalniško pismenost in uporabo določenih sistemov, obenem pa se s kibernetskega stališča počutijo tudi bolj varno kot starejši učitelji. Pri določenosti tehnologije srednjo vrednost dosegajo učitelji v starostni skupini 21–30 let in učitelji v starostni skupini 31–40 let. Vse ostale starostne skupine imajo povprečno oceno pod srednjo vrednostjo, pri čemer imajo najnižjo oceno učitelji v starostni skupini 51–60 let. Domnevamo lahko, da mlajši učitelji raje preizkušajo nove elektronske naprave kot starejši učitelji.

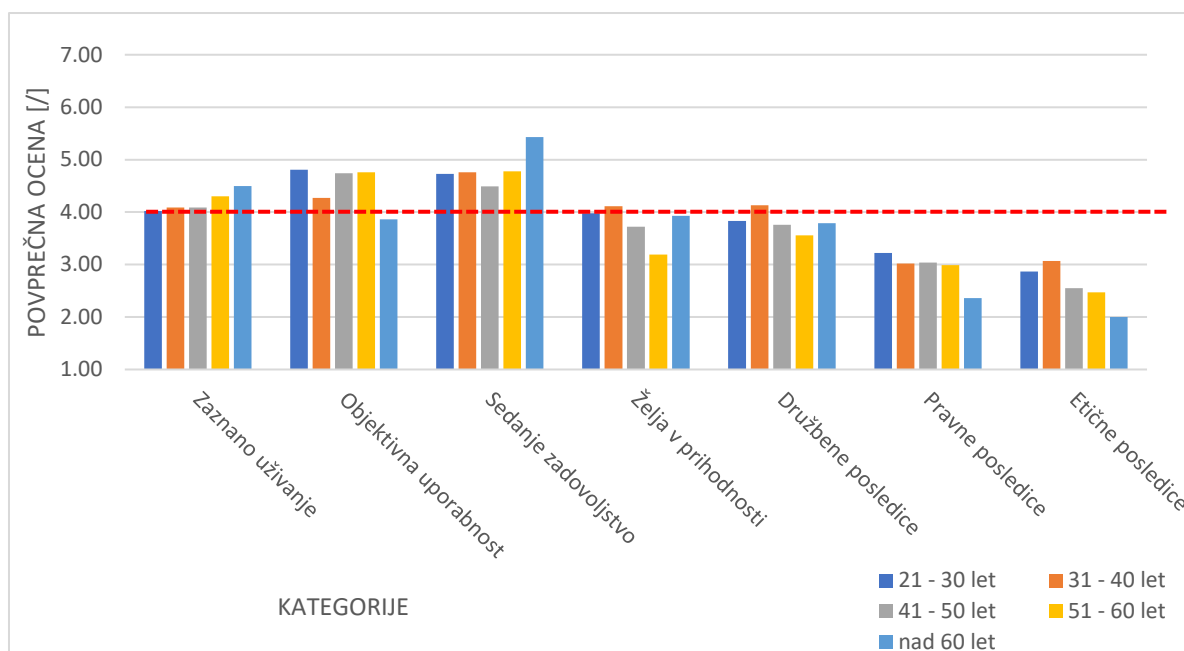
Iz grafa 11 je mogoče razbrati, da anketiranci vseh starosti presegajo srednjo vrednost lestvice pri kategorijah zaznana uživanje in sedanje zadovoljstvo, pri čemer učitelji starostne skupine nad 60 let dosegajo višje povprečje kot učitelji ostalih starostnih skupin. Pri kategoriji zaznana uživanje imajo najnižjo oceno učitelji v starostni skupini 21–30 let, pri kategoriji sedanje zadovoljstvo pa učitelji v starostni skupini 41–50 let. Sklepamo lahko torej, da so starejši učitelji bolj zadovoljni s trenutnimi sistemi za upravljanje učenja in pri tem tudi bolj uživajo kot mlajši učitelji. Pri kategoriji objektivna uporabnost srednjo vrednost lestvice, ki znaša 4, presegajo vsi učitelji starostnih skupin, razen učiteljev starosti nad 60 let, pri čemer učitelji starostnih skupin 21–30 let, 41–50 let in 51–60 let dosegajo približno enako

povprečno vrednost ( $M = 4,70-4,80$ ). Iz tega lahko sklepamo, da učitelji vseh starosti uporabljajo sisteme enako hitro. V kategorijah želja v prihodnosti in družbene posledice srednjo vrednost lestvice 4 presegajo le učitelji iz starostne skupine 31–40 let. Ostali učitelji vseh starostnih skupin imajo povprečno oceno v kategorijah želja v prihodnosti in družbene posledice, medtem ko imajo učitelji v starostni skupini 51–60 let najnižjo povprečno vrednost. Domnevamo lahko, da si mlajši učitelji bolj želijo imeti drugačen sistem pri poučevanju in da se bolj bojijo izgube socialnih stikov zaradi humanoidnih robotov ter dela na daljavo kot njihovi starejši kolegi.

Iz grafov 10 in 11 lahko razberemo, da imajo kategorije strah pred računalnikom ter pravne in etične posledice najnižje povprečne ocene, pri čemer ima kategorija strah pred računalnikom najnižjo povprečno oceno. Največji strah pred računalnikom imajo učitelji v starostni skupini 51–60 let, najmanjši pa učitelji, stari 21–30 let. Ugotavljam torej naslednje: starejši, kot so učitelji, večji strah imajo pred računalnikom. Pri kategoriji pravne posledice imajo najvišjo povprečno oceno učitelji v starostni skupini 21–30 let in najnižjo učitelji v starostni skupini nad 60 let. Sklepam, da bi starejše učitelje manj motilo, če bi pri pouku z njimi sodeloval humanoidni robot oziroma da jih hitro zbiranje podatkov mobilnih naprav in Moodle manj moti kot mlajše učitelje. Pri kategoriji etične posledice imajo najvišjo povprečno oceno učitelji v starostni skupini 31–40 let in najnižjo učitelji v starostni skupini nad 60 let, kar nakazuje na to, da se starejši učitelji manj bojijo izgube delovnega mesta zaradi humanoidnega robota in izgube pisanja na roke kot mlajši učitelji.



Graf 10: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na starost po kategorijah, ki vplivajo na zaznano enostavnost uporabe, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (2. a del)

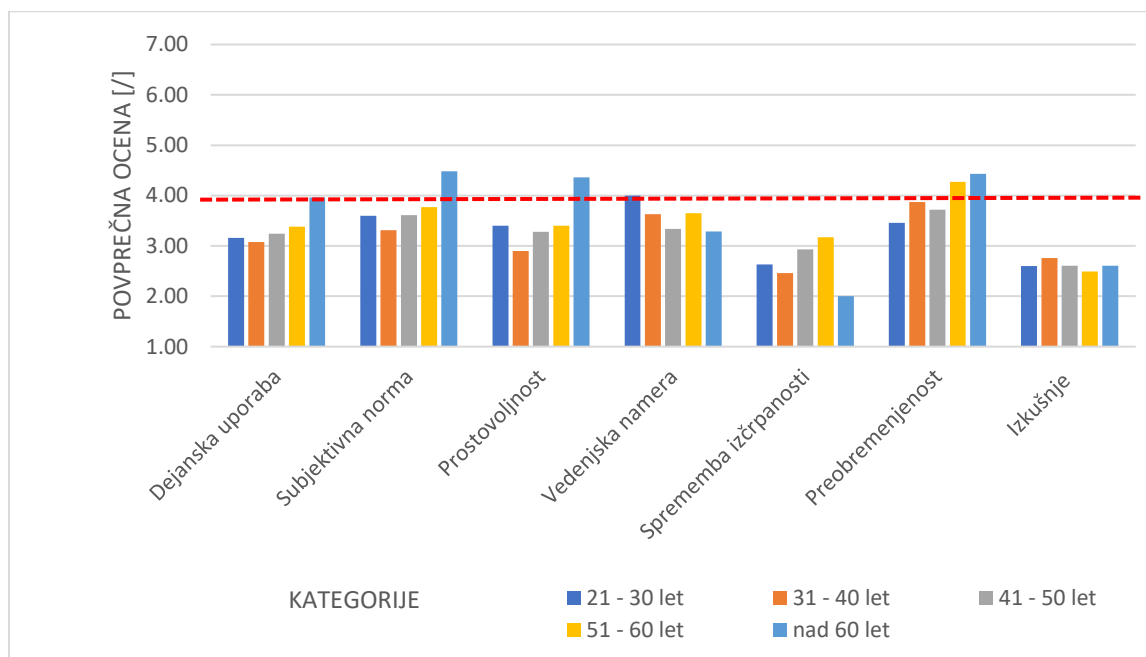


Graf 11: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na starost po kategorijah, ki vplivajo na zaznano enostavnost uporabe, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (2. b del)

Iz grafa 12 je razvidno, da anketiranci starostne skupine nad 60 let presegajo srednjo vrednost lestvice 4 pri kategorijah subjektivna norma in prostovoljnost. Najnižjo povprečno vrednost pri omenjenih kategorijah imajo učitelji v starostni skupini 31–40 let. To pomeni, da starejši učitelji v primerjavi z mlajšimi višje ocenjujejo trditve o tem, da vodstvo šole priporoča uporabo določenega sistema in da je uporaba tega samo njihova izbira. Mera svobodne odločitve o uporabi orodja Moodle se torej glede na starejše in mlajše učitelje razlikuje, pri čemer starejši učitelji v nasprotju z mlajšimi menijo, da je uporaba orodja bolj svobodna odločitev.

Anketiranci v starostni skupini 21–30 let edini dosegajo srednjo vrednost lestvice 4 pri kategoriji vedenjska namera. Vse ostale starostne skupine imajo povprečje pod srednjo vrednostjo, pri čemer imajo učitelji v starostni skupini nad 60 let najnižjo oceno. Iz tega lahko sklepamo, da mlajši učitelji bolje izkoriščajo ponujeni sistem pri poučevanju in da bi raje sprejeli pomoč humanoidnega robota kot starejši. Anketiranci starostnih skupin 51–60 let in nad 60 let presegajo srednjo vrednost lestvice 4 pri kategoriji preobremenjenost, pri čemer učitelji v starostni skupini nad 60 let dosegajo višjo povprečno oceno. Najnižjo povprečno oceno imajo učitelji v starostni skupini 21–30 let, zato domnevam, da se starejši učitelji počutijo bolj obremenjene pri delu v šoli kot mlajši. Pri kategorijah dejanska uporaba, sprememba izčrpanosti in izkušnje učitelji dosegajo povprečno vrednost pod srednjo vrednostno lestvico 4. Pri kategoriji dejanska uporaba najvišje povprečje dosegajo učitelji v starostni skupini nad 60 let. Vsi ostali učitelji imajo pri tej kategoriji približno enako povprečje, pri čemer imajo najnižjega učitelji v starostni skupini 31–40 let. Posledično lahko sklepamo, da sistema Moodle in eAsistent največ uporabljajo starejši učitelji. Pri kategoriji sprememba izčrpanosti imajo najvišje povprečje učitelji v starostni skupini 51–60 let in najnižje povprečje učitelji, stari nad 60 let. To pomeni, da so učitelji v starostni skupini 51–60 let najmanj zadovoljni s spremembami učnega sistema in delom računalnikarjev na šoli. Pri kategoriji izkušnje vsi učitelji dosegajo približno enako povprečno oceno, kar nakazuje na to, da se

povprečna ocena uporabe sistema in branje člankov o humanoidnih robotih ne razlikuje glede na starost.



Graf 12: Rezultati vprašalnika o sprejemanju tehnologije glede na starost po kategorijah, ki vplivajo na vedenjsko namero, kjer je srednja točka lestvice 4 označena s črtkano črto (3. del)

Iz preglednice 7 lahko razberemo, da so podatki razpršeni okoli povprečnih vrednosti s standardnimi odkloni od 0,68 do 3,02, pri čemer imajo učitelji v starostni skupini 21–30 let najnižji standardni odklon, ki znaša 0,68, in učitelji, stari nad 60 let, največji standardni odklon (znaša 3,02).

Preglednica 7: Standardni odklon po kategorijah med starostjo anketirancev

| KATEGORIJA                    | STANDARDNI ODKLON |              |              |              |               |
|-------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                               | 21–30<br>LET      | 31–40<br>LET | 41–50<br>LET | 51–60<br>LET | NAD 60<br>LET |
| Dejanska uporaba              | 1,94              | 1,83         | 1,75         | 1,86         | 1,09          |
| Zaznana uporabnost            | 2,15              | 1,78         | 1,90         | 1,87         | 1,62          |
| Zaznana enostavnost uporabe   | 1,70              | 1,68         | 1,62         | 1,73         | 1,68          |
| Računalniška samoučinkovitost | 0,94              | 1,35         | 0,91         | 1,14         | 1,30          |
| Dojemanje zunanjega nadzora   | 1,68              | 1,95         | 1,45         | 1,58         | 1,77          |
| Računalniška igrivost         | 1,13              | 1,50         | 1,44         | 1,74         | 2,52          |
| Strah pred računalnikom       | 0,99              | 1,56         | 1,56         | 1,70         | 2,19          |
| Zaznano uživanje              | 1,63              | 1,73         | 1,57         | 1,50         | 2,20          |
| Objektivna uporabnost         | 2,35              | 2,16         | 2,47         | 2,50         | 3,02          |
| Subjektivna norma             | 1,83              | 2,02         | 1,98         | 1,93         | 1,67          |
| Prostovoljnost                | 2,00              | 2,15         | 2,14         | 1,84         | 2,79          |
| Podoba                        | 1,55              | 1,48         | 1,88         | 1,92         | 2,17          |
| Relevantnost delovnega mesta  | 1,49              | 1,33         | 1,24         | 1,63         | 1,31          |
| Kakovost izhoda               | 1,81              | 1,64         | 1,64         | 1,83         | 1,25          |
| Predstavljivost rezultatov    | 1,85              | 1,72         | 1,86         | 1,97         | 2,66          |
| Vedenjska namera              | 2,05              | 1,85         | 1,67         | 1,84         | 2,31          |
| Sprememba izčrpanosti         | 1,68              | 1,61         | 1,75         | 1,42         | 1,50          |
| Preobremenjenost              | 1,67              | 2,00         | 1,94         | 1,71         | 1,13          |
| Izkušnje                      | 0,88              | 0,78         | 0,87         | 0,88         | 0,83          |
| Sedanje zadovoljstvo          | 1,96              | 1,59         | 1,77         | 1,81         | 1,34          |
| Želja v prihodnosti           | 2,09              | 1,58         | 1,58         | 1,57         | 1,54          |
| Določenost tehnologije        | 0,68              | 0,78         | 1,03         | 0,84         | 1,09          |
| Družbene posledice            | 1,77              | 1,80         | 1,58         | 1,67         | 2,34          |
| Pravne posledice              | 1,18              | 1,26         | 1,39         | 1,24         | 1,42          |
| Etične posledice              | 1,59              | 1,71         | 1,54         | 1,36         | 1,44          |

V preglednici 8 so prikazane povprečne vrednosti ter minimalen in maksimalen odgovor pri odprtih tipih vprašanj glede na čas, ki ga učitelji potrebujejo, da nalogo opravijo. Pri objektivni uporabnosti lahko razberemo, da imajo učitelji v starostni skupini 51–60 let najvišjo povprečno vrednost, torej so najpočasneje opravili zadano nalogo. Učitelji v starostni skupini 31–40 let imajo najnižjo povprečno vrednost, torej so zadano nalogo opravili najhitreje. Najvišji maksimalni čas imata starostni skupini 41–50 let in 51–60 let, in sicer 600 s, najnižji maksimalni čas pa dosegajo učitelji v starostnih skupinah 31–40 let in nad 60 let, in sicer 180

s. Iz izkušenj pri trditvi 44 lahko razberemo, da imajo učitelji v starostni skupini 21–30 let najvišji povprečni čas uporabe in maksimum uporabe eAsistenta oziroma Moodla, medtem ko imajo učitelji v starostni skupini nad 60 let najnižji povprečni čas in maksimum uporabe eAsistenta oziroma Moodla. Sledi ugotovitev, da mlajši učitelji več časa porabijo na eAsistentu oziroma Moodlovih spletnih učilnicah. Pri povprečni vrednosti za trditev 69 lahko opazimo, da učitelji v starostni skupini nad 60 let najpogosteje poiščejo in preberejo članek o humanoidnih robotih, medtem ko v nasprotju z njimi učitelji v starostni skupini 41–50 let to naredijo najmanjkrat. Najvišjo maksimalno vrednost imajo učitelji, stari nad 60 let, in sicer 3600, najnižjo vrednost pa dosegajo učitelji v starostni skupini 31–40 let, in sicer 500. Iz povprečne vrednosti za trditev 70 lahko izpeljemo ugotovitev, da so se učitelji v starostni skupini 51–60 let najpogosteje srečali s humanoidnim robotom, najmanjkrat pa so se z njimi srečali učitelji v starostni skupini nad 60 let. Najvišjo maksimalno vrednost imajo učitelji v starostni skupini 51–60 let, in sicer 60, najnižjo vrednost pa učitelji, stari nad 60 let, in sicer ta znaša 1.

Preglednica 8: Povprečne vrednosti in maksimum pri odprtih tipih kategorij glede na starost

| KATEGORIJE            | TPO      | POVPREČNA VREDNOST |              |              |              |                  | MAKSIMUM         |                  |                  |                  |                  |
|-----------------------|----------|--------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                       |          | 21–30<br>LET       | 31–40<br>LET | 41–50<br>LET | 51–60<br>LET | NAD<br>60<br>LET | 21–<br>30<br>LET | 31–<br>40<br>LET | 41–<br>50<br>LET | 51–<br>60<br>LET | NAD<br>60<br>LET |
| Objektivna uporabnost | 24 [s]   | 51,35              | 37,17        | 72,03        | 74,88        | 58,33            | 240              | 180              | 600              | 600              | 180              |
| Izkušnje              | 44 [min] | 341,46             | 130,12       | 210,21       | 112,30       | 84,29            | 6000             | 600              | 3600             | 640              | 120              |
|                       | 69       | 68,15              | 26,85        | 20,97        | 23,30        | 521,86           | 1133             | 500              | 600              | 900              | 3600             |
|                       | 70       | 0,19               | 0,71         | 0,53         | 1,88         | 0,14             | 4                | 20               | 10               | 60               | 1                |

Iz preglednice 9 lahko iz Levene testa razberemo, da se v vseh kategorijah razen pri kategorijah računalniška igrivost in strah pred računalnikom varianci glede na poklic učiteljev ne razlikujeta statistično pomembno, ker je  $\alpha > 0,05$ . Zato smo pri vseh kategorijah razen pri kategorijah računalniška igrivost in strah pred računalnikom naredili enosmerno analizo varianc Anova. Pri kategorijah računalniška igrivost in strah pred računalnikom se varianci glede na poklic razlikujeta statistično pomembno, zato smo pri teh kategorijah izvedli Brown-Forsythov preizkus.

Preglednica 9: Levene test in t-test oz. aproksimativni t-test s pripadajočo vrednostjo statistične pomembnosti  $\alpha$  za kategorije glede na starost

| KATEGORIJE                    | Levene test vrednost $\alpha$ | T-test vrednost $\alpha$ | KATEGORIJE                 | Levene test vrednost $\alpha$ | T-test vrednost $\alpha$ |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Dejanska uporaba              | 0,34                          | 0,78                     | Kakovost izhoda            | 0,65                          | 0,59                     |
| Zaznana uporabnost            | 0,66                          | 0,51                     | Predstavljenost rezultatov | 0,30                          | <b>0,02</b>              |
| Zaznana enostavnost uporabe   | 0,93                          | 0,63                     | Vedenjska namera           | 0,68                          | 0,63                     |
| Računalniška samoučinkovitost | 0,40                          | <b>0,032</b>             | Sprememba izčrpanosti      | 0,57                          | 0,15                     |
| Dojemanje zunanje nadzora     | 0,18                          | 0,65                     | Preobremenjenost           | 0,17                          | 0,32                     |
| Računalniška igrivost         | <b>0,016</b>                  | 0,06                     | Izkušnje                   | 0,85                          | 0,68                     |
| Strah pred računalnikom       | <b>0,011</b>                  | 0,18                     | Sedanje zadovoljstvo       | 0,62                          | 0,70                     |
| Zaznano uživanje              | 0,81                          | 0,90                     | Želja v prihodnosti        | 0,29                          | <b>0,023</b>             |
| Objektivna uporabnost         | 0,06                          | 0,73                     | Določenost tehnologije     | 0,10                          | <b>0,003</b>             |
| Subjektivna norma             | 0,95                          | 0,61                     | Družbene posledice         | 0,74                          | 0,63                     |
| Prostovoljnost                | 0,26                          | 0,48                     | Pravne posledice           | 0,64                          | 0,64                     |
| Podoba                        | 0,27                          | 0,14                     | Etične posledice           | 0,48                          | 0,22                     |
| Relevantnost delovnega mesta  | 0,48                          | 0,61                     |                            |                               |                          |

Pri vseh kategorijah razen pri kategorijah računalniška samoučinkovitost, računalniška igrivost, predstavljenost rezultatov, želja v prihodnosti in določenost tehnologije enosmerna analiza variance Anova oziroma Brown-Forsythov preizkus ni pokazal statistično pomembnih razlik med aritmetičnimi sredinami med spoloma, ker je  $\alpha > 0,05$ .

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,02$ ,  $g_1 = 4$ ,  $g_2 = 177$ ,  $\alpha = 0,40$ ) je enosmerna analiza varianc med učitelji različnih starostnih skupin pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji samoučinkovitost ( $F = 2,70$ ,  $\alpha = 0,032$ ). Tukey HSD post hoc test ni pokazal statistično pomembnih razlik med učitelji različnih starosti, zato ne moremo trditi, da bi se v osnovni množici pojavile statistično pomembne razlike.

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 3,15$ ,  $g_1 = 4$ ,  $g_2 = 177$ ,  $\alpha = 0,016$ ) enosmerna analiza varianc v Brown-Forsythovem preizkusu med učitelji različnih starostnih skupin ni pokazala statistično pomembnih razlik v kategoriji računalniška igrivost ( $F = 2,59$ ,  $\alpha = 0,061$ ). Games Howell post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji starostne skupine 21–30 let in učitelji starostne skupine 51–60 let ( $\alpha = 0,03$ ). S tveganjem 6 % lahko trdimo, da bi se tudi v osnovni množici učitelji starostne skupine 21–30 let ( $M = 5,69$ )

raje zabavali in ustvarjali pri uporabi računalnika in tablice kot učitelji starostne skupine 51–60 let ( $M = 4,43$ ).

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 3,39$ ,  $g_1 = 4$ ,  $g_2 = 177$ ,  $\alpha = 0,011$ ) enosmerna analiza varianc v Brown-Forsythovem preizkusu med učitelji različnih starostnih skupin ni pokazala statistično pomembnih razlik v kategoriji strah pred računalnikom ( $F = 1,69$ ,  $\alpha = 0,18$ ). Games Howell post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji starostne skupine 21–30 let in učitelji starostne skupine 51–60 let ( $\alpha = 0,02$ ). S tveganjem 18 % lahko trdimo, da bi tudi v osnovni množici učitelji starostne skupine 21–30 let ( $M = 1,86$ ) imeli manjši strah pred računalnikom kot učitelji starostne skupine 51–60 let ( $M = 2,83$ ).

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,22$ ,  $g_1 = 4$ ,  $g_2 = 177$ ,  $\alpha = 0,30$ ) je enosmerna analiza varianc Anova med učitelji različnih starostnih skupin pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji predstavljivost rezultatov ( $F = 2,99$ ,  $\alpha = 0,02$ ). Tukey HSD post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji starostne skupine 21–30 let in učitelji starostne skupine 51–60 let ( $\alpha = 0,01$ ) v povprečni oceni v kategoriji predstavljivost rezultatov. S tveganjem 2 % trdimo, da bi tudi v osnovni množici učitelji starostne skupine 21–30 let ( $M = 4,35$ ) višje ocenili svojo sposobnost razlage prednosti sistema Moodle in rezultate uporabe mobilnih telefonov pri učenju oziroma pouku kot učitelji starostne starosti 51–60 let ( $M = 2,84$ ).

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,26$ ,  $g_1 = 4$ ,  $g_2 = 177$ ,  $\alpha = 0,29$ ) je enosmerna analiza varianc Anova med učitelji različnih starostnih skupin pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji želja v prihodnosti ( $F = 2,92$ ,  $\alpha = 0,023$ ). Tukey HSD post hoc test ni pokazal statistično pomembnih razlik med učitelji različnih starosti, zato ne moremo trditi, da bi se v osnovni množici pojavile statistično pomembne razlike.

Ob upoštevanju predpostavke v homogenosti varianc ( $F = 1,98$ ,  $g_1 = 4$ ,  $g_2 = 177$ ,  $\alpha = 0,1$ ) je enosmerna analiza varianc Anova med učitelji različnih starostnih skupin pokazala statistično pomembne razlike v kategoriji določenost tehnologije ( $F = 4,08$ ,  $\alpha = 0,03$ ). Tukey HSD post hoc test je pokazal statistično pomembne razlike med učitelji starostne skupine 21–30 let in učitelji starostne skupine 51–60 let ( $\alpha = 0,014$ ), med učitelji starostne skupine 31–40 let in učitelji starostne skupine 51–60 let ( $\alpha = 0,009$ ), med učitelji starostne skupina 41–50 let in učitelji starostne skupine 51–60 let ( $\alpha = 0,028$ ) v povprečni oceni v kategoriji določenost tehnologije. S tveganjem 3 % trdimo, da bi tudi v osnovni množici učitelji starostne skupine 51–60 let ( $M = 3,33$ ) najnižje ocenili to, kako radi uporabljajo in preizkušajo elektronske naprave.

## **Diskusija**

Namen raziskave je bil, da raziščemo, v kakšni meri, na kakšen način in pri katerem delu učnega procesa učitelji vključujejo IKT pri učnih urah. Osredotočili smo se predvsem na sodelovalna učna okolja in vključevanje mobilne tehnologije in tablic pri pouku TIT v 6.–8. razredu in pouku RP v 4. in 5. razredu. Podajamo doseganje zastavljenih ciljev C 1–C 4.

C 1: Podati pregled uporabe obstoječe IKT in raznih IKT orodij pri pouku.

S pomočjo IKT učitelji v poučevanje uvajajo inovativne didaktične pristope, kot so samoregulativno učenje, obrnjeno učenje, sodelovalno učenje, problemsko učenje, projektno učno delo in digitalno pripovedovanje zgodb (Bevčič idr., 2018). V Sloveniji so s projektom Petra začeli uvajanje računalnika v osnovne šole. Od tedaj so šole izvedle razne projekte, s katerimi so računalniško opismenjevale otroke in učitelje.

Učitelji pri TIT uporabljajo orodja, kot so učilnica Moodle, WIMS, TinkerCad in 3D-tiskalnice, Broadcaster, Software, Windows Movie Maker in Camtasia, LEGO WeDo, LEGO, Mindstorms, Scratch in Scratch Jr, Yenka, Arduino IDE/Uno/Nano, Physics Toolbox Suite, Light Meter, Blood Pressure Meter ali Distance Meter (Bevčič idr., 2018). Iz raziskave ICILS smo razbrali, da okrog 20 % učiteljev uporablja IKT pri vsaki učni uri. Slovenski učenci pri pouku uporabljajo manj IKT opreme in pripomočkov kot ostali učenci v Evropi. Pri uporabi interaktivnih tabel so učenci v primerjavi z evropskim povprečjem nadpovprečni.

C 2: Podati pregled razvoja sprejemanja IKT po modelu TAM.

Model TAM so razvili z namenom, da zagotovi razlago dejavnikov sprejemanja IT. Ključna dejavnika, ki pojasnjujeta sprejetje tehnologije, sta dejavnika zaznane uporabnosti in zaznane enostavnosti uporabe (Lai, 2017). Kasneje so prvotnemu modelu dodali spremenljivko vedenjska namera, ki neposredno vpliva na zaznano uporabnost sistema, saj lahko brez odnosa do sistema uporabnik oblikuje namero do njegove uporabe (Chuttur, 2009). Venkatesh in Davis (2000) sta razširila model TAM

v model TAM2 tako, da sta dejavnike, ki so v prejšnjem modelu mišljeni kot zunanji dejavniki, vključila kot socialne dejavnike (subjektivne norme, prostovoljnost in podobo) in kognitivne dejavnike (pomembnost za delo, kakovost rezultatov, demonstrativnost rezultatov in dojeto enostavnost uporabe). Z modelom TAM2 so ugotovili, da ob obvezni uporabi sistema socialne norme vplivajo neposredno in posredno na namero uporabe informacijskega sistema (Venkatesh, Davis, 2000). Kasneje so združili predhodna modela v TAM3 in dodali individualne razlike med posamezniki (spol, starost, stopnja izobrazbe), dojemanje zunanjega nadzora kot dejavnika vpliva na zaznano enostavnost uporabe, čustvene dejavnike in značilnosti tehnologije (Kristl, 2016).

C 3: Podati ciljne in veljavne teorije tehnoloških sprememb in vpliv na posameznika.

Najbolj pogosto se pri raziskovanju in utemeljevanju sprejemanja tehnologije uporabljajo naslednje teorije: teorija širjenja inovacij, teorija utemeljene akcije, teorija načrtovanega vedenja in teorija aktivnosti. Rogersova (1995) teorija širjenja inovacij pojasnjuje, da se inovacija in sprejemanje tehnologije zgodita, ko gremo skozi določene faze: razumevanje, prepričevanje, izvedba in potrditev. S teorijo utemeljene akcije sta Fishbein in Ajzen definirala, da je posameznikovo vedenje pogojeno z nekim namenom, ki je določen s subjektivnim prepričanjem posameznika (Lai, 2017). Ajzenova teorija načrtovanega vedenja trdi, da na vedenje vplivajo stališče do vedenja, subjektivne norme in zaznani nadzor vedenja (Šumak, 2011). Teorija aktivnosti trdi, da lahko človeško rabo tehnologije razumemo v kontekstu odločno posredovane in razvijajoče se interakcije med aktivnimi subjekti in svetom (objekt).

C 4: Kritično analizirati in ovrednotiti model TAM3 in podati priporočila dela za učitelje vsebin TIT.

V modelu TAM3 so uvedli naslednje spremembe: individualne razlike med posamezniki (spol, starost, stopnja izobrazbe), dojemanje zunanjega nadzora kot dejavnika vpliva na zaznano enostavnost uporabe, čustvene dejavnike in značilnosti tehnologije. Model TAM3 predpostavlja, da bo nivo izkušenj spremenil razmerje med zaznano enostavnostjo uporabe in zaznano uporabnostjo. Venkatesh in Bala v svojih raziskavah trdita, da bo uporabnik z uporabo sistema imel več izkušenj o tem, kako težka ali preprosta je uporaba tega sistema. Z daljšo uporabo določenega sistema in več izkušnjami se strah pred računalnikom na zaznano enostavnost uporabe zmanjša. Nivo izkušenj spremeni razmerje med zaznano enostavnostjo uporabe in namenom uporabe. Izkušnje spremenijo zaznano enostavnost uporabe na namen tako, da se z večanjem izkušenj enostavnost uporabe manjša, saj imajo uporabniki več znanja o uporabi sistema (Venkatesh in Bala, 2008). Učitelji vsebin TIT bodo z daljšo uporabo določenega sistema in posledično večjim številom izkušenj imeli manjši strah pred uporabo računalnika in IKT. Z daljšim časom uporabe se jim bo sistem zdel enostavnejši za uporabo. Manjši kot bo zunanji nadzor nad uporabo IKT in učnih sistemov nad učitelji, bolj radi bodo uporabljali IKT.

Priporočila za učitelje so, da:

- V pouk vključujejo uporabo IKT, saj lahko s tem lažje dosežejo višje taksonomske stopnje.
- Učitelji naj z uporabo IKT v pouk vključujejo različne oblike učenja, kot so samoreglativno učenje, obrnjeno učenje, sodelovalno učenje, problemsko učenje, projektno učno delo in digitalno pripovedovanje zgodb.
- Mlajši učitelji naj pomagajo, svetujejo in usmerjajo starejše učitelje pri uporabi IKT.
- Učitelji RP se naj udeležijo izobraževanja o uporabi eAsistenta oz. Moodla in kibernetiki varnosti.
- Učitelji TIT naj pri pouku uporabljajo različne programe, kot so Yenka, Lego, Scratch in TinkerCad ...
- Učiteljice naj v večji meri obiskujejo elektronske trgovine in raziskujejo trg z najnovejšimi izdelki.
- Učitelji razrednega pouka 5. razreda naj poskušajo znižati strah in tesnobo pred računalnikom, tablico in mobilno napravo z bolj pogosto uporabo.

RV 1: Kakšna je zaznana uporabnost Moodla oziroma eAsistenta med učitelji vsebin TIT?

Zaznana uporabnost Moodla oz. eAsistenta med učitelji vsebin TIT je glede na lestvico ocenjevanja 1–7 podpovprečna, kot so že ugotovili v raziskavi ICILS za uporabo IKT v šolstvu leta 2013. Pri primerjavi med spoloma ni vidnih razlik v povprečni oceni, razen pri kategoriji prostovoljnost, kjer so v povprečju moški anketiranci prostovoljnost uporabe ocenili višje. Iz tega lahko sklepamo, da moški v večji meri menijo, da se lahko sami odločajo o uporabi vrste sistema oz. sodelovalnega učnega okolja na osnovni šoli.

Pri primerjavi med različnimi starostnimi skupinami pa so vidne razlike pri povprečni oceni. Najvišjo povprečno oceno so imeli učitelji, stari med 50 in 60 let, najnižjo pa učitelji, stari nad 60 let. Iz tega lahko sklepamo, da starejši učitelji vidijo večjo uporabnost sistemov, kot sta Moodle oz. eAsistent. Najvišje odstopanje v povprečni oceni vidimo pri starostni skupini nad 60 let pri kategoriji kakovost izhoda, saj je njihova povprečna ocena višja kot od vseh ostalih starostnih skupin. Iz tega lahko sklepamo, da učitelji v tej starostni skupini ocenjujejo kakovost izhodnih rezultatov najvišje. Učitelji v tej starostni skupini imajo najvišje povprečje

tudi pri kategorijah prostovoljnost in subjektivna norma. Iz tega lahko sklepamo, da starejši učitelji menijo, da se za uporabo vrste sistema oz. sodelovalnega učnega okolja sicer odločajo sami, vendar jih pri tem spodbuja tudi okolje, kot je vodstvo šole in sodelavci na šoli.

Pri primerjavi glede na poklic med učitelji RP v 4. in 5. razredu ni razlike v povprečni oceni. Učitelji TIT imajo pri kategoriji predstavljenost rezultatov višjo povprečno oceno kot učitelji RP. Iz tega lahko sklepamo, da moški lažje razložijo prednosti uporabe značilnosti sistema Moodle in razglabljajo o rezultatih uporabe mobilnega telefona pri učenju oz. pouku.

RV 2: Kakšna je zaznana težavnost dela z Moodlom oziroma eAsistentom med učitelji vsebin TIT?

Pri kategoriji zaznana enostavnost oz. težavnost uporabe je ne glede na spol, starost in poklic, povprečna ocena učiteljev nad srednjo točko lestvice. Pri primerjavi med spoloma za kategorije, ki vplivajo na zaznano težavnost dela, ugotovimo, da imajo pri kategorijah računalniška samoučinkovitost in dojemanje zunanjega nadzora moški višjo povprečno oceno. Iz te lahko pri računalniški samoučinkovitosti sklepamo, da moški višje ocenjujejo svojo računalniško in digitalno pismenost ter vidijo manjšo težavnost dela pri uporabi računalniškega sistema oz. sodelovalnih učnih okolij. Iz višje povprečne ocene pri dojemanju zunanjega nazora lahko sklepamo, da so moški bolj prepričani v svoje sposobnosti uporabe računalniških sistemov in sodelovalnih učnih okolij.

Pri primerjavi glede na poklic ugotovimo, da imajo najvišjo povprečno oceno pri kategorijah računalnika samoučinkovitost in dojemanje zunanjega nadzora učitelji TIT. Ti torej višje ocenjujejo svojo računalniško in digitalno pismenost ter izražajo manjšo težavnost dela pri uporabi računalniškega sistema oz. sodelovalnih učnih okolij. Iz višje povprečne ocene pri dojemanju zunanjega nazora lahko sklepamo, da so učitelji TIT bolj prepričani v svoje sposobnosti uporabe računalniških sistemov in sodelovalnih učnih okolij.

Pri primerjavi glede na starost ni večjih odstopanj pri povprečni oceni za zaznano enostavnost uporabe. Tako da lahko sklepamo, da učitelji ne glede na starost menijo, da so računalniško in digitalno pismeni in znajo brez težav uporabljati sodelovalna učna okolja. Učitelji so ne glede na spol, starost in poklic ocenili, da pri uporabi spletnih učnih okolij uživajo in da jim čas ob uporabi učnih platform in sodelovalnih okolij teče hitreje.

RV 3: Kakšna je raba mobilne IKT med učitelji vsebin TIT?

Učitelji so malo višje, kot je srednja vrednost, ocenili, da se pri uporabi mobilnih naprav zabavajo in so z njimi ustvarjalni. Vendar je mednarodna raziskava ICILS leta 2013 pokazala, da so slovenski učitelji v uporabi IKT pri pouku podpovprečni. Pri primerjavi po spolu in poklicu ni večjih odstopanj med posameznimi skupinami. Iz primerjave po starosti lahko razberemo, da se mlajši učitelji pri uporabi mobilne IKT bolj zabavajo in so bolj ustvarjalni kot starejši, saj je njihova povprečna ocena bila višja kot pri starejših.

Učitelji pri uporabi IKT nimajo prevelikega strahu in ne čutijo velike anksioznosti, saj je povprečna ocena na lestvici pri vseh primerjavah pod srednjo vrednostjo. Pri primerjavi po spolu lahko ugotovimo, da imajo ženske nekoliko večji strah in tesnobo pri uporabi mobilnih naprav. Pri primerjavi po starosti lahko sklepamo, da imajo največji strah in tesnobo pri uporabi mobilnih naprav učitelji v starostni skupini 50–60 let. Pri primerjavi po poklicu lahko vidimo, da imajo učitelji RP v 5. razredu največji strah pri uporabi mobilnih IKT naprav.

Učitelji so s trenutnim sistemom IKT za upravljanje učenja zadovoljni, pri čemer je iz primerjave po spolu razvidno, da so bolj zadovoljne ženske, iz primerjave po starosti pa, da so bolj zadovoljni učitelji, starejši od 60 let.

RV 4: Kakšna je afiniteta in pripravljenost za uporabo IKT med učitelji TIT?

Pri kategoriji določenost tehnologije je povprečna ocena približno okoli srednje vrednosti lestvice 4. To nam pove, da učitelji radi obiskujejo trgovine z elektronskimi napravami, hkrati pa nekaterim njihova uporaba povzroča stres.

V primerjavi med spolom, starostjo in poklicem ni večjih razlik glede strahu pred humanoidnimi roboti. Učitelji se tudi ne bojijo, da bi zaradi njih izgubili stik s sodelavci. Po drugi strani učitelji ocenjujejo, da trgovin z elektronskimi napravami ne obiskujejo pogosto. Pri čemer jih moški obiskujejo več kot ženske, učitelji TIT več kot učitelji RP in učitelji v starostni skupini od 51 do 60 manj kot učitelji drugih starostnih skupin. Moški se v manjši meri kot ženske strinjajo s trditvijo, da raba elektronskih naprav povzroča tesnobo, živčnost in stres. Učitelji TIT se manj strinjajo, da raba elektronskih naprav povzroča tesnobo, živčnost in stres kot učitelji RP. Moški bolj radi preizkušajo elektronske naprave in so bolj navdušeni nad njimi kot ženske, to pa velja tudi za učitelje TIT v primerjavi z učitelji RP.

## **Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu**

Iz raziskave lahko ugotovimo, da je slovenski izobraževalni sistem v poučevanje začel vključevati informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, kot so tablice, računalniki in interaktivne table. Učitelji pri pouku v večji meri uporabljajo računalnik in interaktivne table, v manjši meri pa tablice in mobilne naprave. Vendar smo po uporabi teh še vedno podpovprečni. Uporaba pripomočkov informacijsko-komunikacijske tehnologije je bila v zadnjem letu večja zaradi izobraževanja na daljavo.

Pri empiričnem delu je bil osip podatkov pri trditvah, ki so spraševale o uporabi eAsistenta in Moodla, ker veliko šol zaradi dela na daljavo uporablja drugačne sisteme, kot so Teams, Google Drive ipd. Zato so nekateri rezultati lahko pristranski. Učinkovitejše bi bilo, če bi vnaprej posredovali anketni vprašalnik samo tistim šolam, ki uporabljajo učni platformi Moodle in eAsistent.

Učitelji pri poučevanju v večji meri uporabljajo informacijsko-komunikacijske tehnologije in so pokazali visoko pripravljenost za uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije pri poučevanju vsebin iz tehnike in tehnologije. Visoka pripravljenost se pozna tudi zaradi trenutnih razmer pri poučevanju. Iz raziskave je razvidno, da so starejši učitelji bolj zadovoljni z sedanjimi učnimi sistemi, manj ustvarjalni in inovativni pri uporabi informacijsko-komunikacijske tehnologije in imajo pred računalnikom nizek in hkrati višji strah v primerjavi z mladimi učitelji. Iz raziskave lahko ugotovimo tudi, da večjih razlik pri uporabi med spoloma ni, vendar moški bolj kot ženske ocenjujejo uporabo tehnologije in učnih platform kot enostavnejšo. V raziskavi smo dokazali, da večjih statističnih razlik pri uporabi in sprejemanju informacijsko-komunikacijske tehnologije med različnimi vrstami učiteljev ni, vendar učitelji tehnike in tehnologije ocenjujejo svojo uporabo tehnologije kot bolj enostavno. Največje razhajanje med učitelji razrednega pouka in učitelji tehnike in tehnologije se vidi pri tem, da učitelji tehnike in tehnologije lažje predstavljajo učne platforme in informacijsko tehnologijo ostalim.

Prek raziskovalnega dela želimo izboljšati uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije pri poučevanju. Smiselno bi bilo razmisliti, kdaj je uporaba tehnologije prepogosta in se s tem ne doseže učnih ciljev. Po drugi strani pa bi bilo treba pozornost nameniti tudi temu, kdaj lahko z uporabo tehnologije dosežemo višje taksonomske cilje in naredimo pouk bolj zanimiv.

## Literatura

- Bevčič, M., Droždek, S., Jedrinović, S., Luštek, A. in Rugelj, J. (2018). Priporočila za uporabo didaktično ustrezne informacijsko-komunikacijske tehnologije. V *Priporočila za opremljenost šol z IKT*. MIZŠ RS, Univerza v Ljubljani in EU – Evropski socialni sklad.
- Brečko, B. (2015). *Metodološki pristop k merjenju učinkov rabe informacijsko – komunikacijske tehnologije v izobraževanju* [Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede]. Repozitorij UL. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=79994&lang=slv&prip=dkum:9161525:d1>
- Bröhl, C., Nelles, J., Brandl, C., Mertens, A. in Schlick, C. M. (2016). TAM Reloaded: A Technology Acceptance Model for Human-Robot Cooperation in Production Systems. In: Stephanidis C. (eds) HCI International 2016 – Posters' Extended Abstracts. HCI 2016. Communications in Computer and Information Science, vol 617. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40548-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40548-3_16)
- Chuttur, M. Y. (2009) Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Development and Future directions. *Sprouts: Working paper on Informations Systems*, 9(37), 1–21.
- Colby, C. L. (2002). *Techno-ready marketing of e-service: Costumers beliefs about technology and the implications of marketing e-services*. V R. T. Rust in P. K. Kannan (ur.), *e-Service: New directions in theory and practice* (str. 25–44). Armonk, New York: M. E. Sharpe.
- Dillon, A. in Moriss, M. G. (1996). User acceptance of information technology: Theories and models. V M. Williams (ur.). *Annual review of information science and technology*, 31 (str. 3–32). Medford, New Jersey: Information Today. Dinevski, D. in Radovan, M. (2013).
- Fakin, M. in drugi (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Tehnika in tehnologija*, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_tehnika\\_tehnologija.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_tehnika_tehnologija.pdf)
- Flick, L. in Bell, R. (2000). *Preparing Tomorrow's Science Teachers to Use Technology: Guidelines for Science Educators*. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 1(1), 39–60.
- Grublješič, T. (2013). Dejavniki sprejemanja poslovnointeligenčnih sistemov. *Economic and business review*, 15(3), 5–37. <https://scholar.google.com/citations?user=xqgK7QYAAAAJ&hl=en>
- Hribar, U. (2007). Razvoj mobilnih tehnologij. *IZBRANI VIDIKI: Tehnologija, marketing*. <http://uploadi.www.ris.org/editor/1259623431Hribar%20Uros%20-%20Razvoj%20mobilnih%20tehnologij.pdf>
- Jeffrey, D. A. (2015). *Testing the Technology Acceptance Model 3 (TAM3) with the Inclusion of Change Fatigue and Overload, in the Context of Faculty from Seventh-day Adventist Universities: A Revised Model*. Dissertations. 1581. <https://digitalcommons.andrews.edu/dissertations/1581>

- Kaptelinin, V. in Nardi, B. (2017). *Activity Theory as a Framework for Human-Technology Interaction Research*. *Mind, Culture, and Activity*.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10749039.2017.1393089>
- Kaptelinin, V. in Nardi, B. (2012). *Activity Theory in HCI. Fundamentals and Reflections*. Morgans & Claypool publishers.
- Kristl, N. (2016). Sprejemanje informacijsko-komunikacijske tehnologije – Dejavniki in modeli *Androloška spoznanja*, 22(4), 7–28. <https://revije.ff.uni-lj.si/AndragoskaSpoznanja/issue/view/588>
- Lai, P. C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology, *JISTEM*, 14, No.1, 21–38.
- MIZŠ RS (2016). *Strateške usmeritve nadaljnega uvajanja IKT v slovenske VIZ do leta 2020*, Ljubljana, Priloga 1, 9–11.  
[http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/StrateskeUsmeritveNadaljnegaUvajanjaIKT1\\_2016.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/StrateskeUsmeritveNadaljnegaUvajanjaIKT1_2016.pdf)
- Rogers, E. M. (1995). *Infusion of Innovations*. 4th d., New York: The Free Press.
- Rupnik Vec, T., Preskar, S., Slivar, B., Zupanc Grom, R., Kregar, S., Holcar Brunauer, A., Bevc, V., Mithans, M., Grmek, M., Musek Lešnik, K. (2020). *Analiza izobraževanja na daljavo v času epidemije covid-19 v Sloveniji*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.  
<https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/IzobrazevanjeNaDaljavo/>
- Šumak, B. (2011). *Domenski model ocenjevanja in sprejetosti e-storitev*. [Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko]. Digitalna Knjižnica Univerze v Mariboru. <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=18006&lang=slv>
- Venkatesh, V. in Bala, H. (2008) Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39 (2), 273–315.
- Venkatesh, V. in Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Walz, J. (2000). *Information Technology Accesibility Standards*.  
<http://www.contracts.doc.gov/cld/regs/65fr80499.html>

## **POUČEVANJE VSEBIN TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE V RAZMERAH COVIDA-19**

### **TEACHING OF DESIGN AND TECHNOLOGY IN THE COVID-19 ERA**

Tjaša Ledinek<sup>1</sup> in Stanislav Avsec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>OŠ Nove Jarše, <sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

#### **Povzetek**

Poučevanje na daljavo je posebna oblika poučevanja, pri kateri sta učenec in učitelj prostorsko ločena, komunikacija med njima in učenci pa poteka s pomočjo raznovrstne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT). V delu smo predstavili potek in poučevanje tehnike in tehnologije med covidom-19 oziroma v izrednih razmerah.

V teoretičnem delu smo najprej predstavili potek rednega dela, poučevanja, ocenjevanja, preverjanja in vsebine predmeta TIT. Zatem smo predstavili poučevanje v izrednih razmerah v Sloveniji in prav tako v tujih državah.

V empiričnem delu smo raziskali, kako so potekali poučevanje, ocenjevanje in preverjanje učne snovi pri tehniki in tehnologiji v razmerah covid-19. Izvedena je bila kvantitativna raziskava s kavalno-neeksperimentalno metodo. Način vzorčenja je bil namenski, saj so bili bistveni osnovnošolski učitelji tehnike in tehnologije 6., 7. in 8. razreda, ki so poučevali ali trenutno poučujejo na daljavo; vzorec je obsegal 121 učiteljev in učiteljic.

Analiza rezultatov je identificirala naslednje pomembne ugotovitve: a) najpogostejša metoda za podajanje različnih tematik je demonstracija; b) najpogostejša uporaba IKT je zajemala Moodle in Zoom; c) učitelji so za pripravo na pouk porabili veliko časa, zaznali so srednjo težavnost uporabe in vsi so pri učencih zaznali motivacijo; č) pri ocenjevanju so največkrat ocenjevali fizični izdelek; d) pri verodostojnosti ocene se kaže percepcija pri ustnem ocenjevanju znanja, drugi načini pa so bili ocenjeni pod srednjo vrednostjo; e) pri sredstvih in načinih ocenjevanja je bil največkrat uporabljen način ocenjevanja prek fotografije; f) za ocenjevanje so uporabljali opisni kriterij; g) učitelji so učence največkrat ustno spodbujali pri delu na daljavo; h) glavni predmet izmenjave so bile izkušnje in primeri dobre prakse; i) najboljše pridobljena kompetenca učencev pri šolanju na daljavo je po oceni učiteljev raba IKT; j) učitelji se pri doseganju taksonomskih ciljev na daljavo najbolj osredotočajo na razumevanje; k) slabo odzivne učence motivirajo z razgovorom; l) količina dela na daljavo je največja pri pripravi, pri vseh pa je nadpovprečna.

Na osnovi ugotovitev raziskave smo podali tudi številne smernice za učinkovit pouk vsebin tehnike in tehnologije (TIT), ciljno rabo IKT, ocenjevanje izdelkov, spodbujanje učencev in sodelovanje učiteljev tega predmeta.

**Ključne besede:** pandemija covid-19, izobraževanje na daljavo, tehnika in tehnologija, vidik učiteljev.

## **Abstract**

Distance teaching is a special form of teaching in which the pupil and the teacher are spatially separated, and communication between them is carried out using a variety of information and communication technologies (ICT). In the master's thesis, we presented the course and teaching of design and technology during covid-19 or in emergency situations.

In the theoretical part, we first presented the course of regular work, teaching, grading, verification and content of the subject of design and technology. After that, we presented teaching in emergency situations in Slovenia and also in foreign countries.

In the empirical part, we investigated how the teaching, grading and verification of learning material in the design and technology class in the conditions of covid-19 took place. A quantitative study using the causal non-experimental method was conducted. The mode of sampling was purpose-made, as primary school teachers of techniques and technologies for the 6th, 7th and 8th grade who taught or are currently teaching remotely were essential; the sample consisted of 121 teachers.

The analysis of the results identified the following important findings: a) the most common method for presenting various topics is demonstration; b) the most common use of ICT covered Moodle and Zoom; c) teachers spent a lot of time preparing for classes, they perceived a medium difficulty of use and all perceived motivation in students; č) they most frequently evaluated physical product in the grading; d) the credibility of the grading shows the perception in the oral assessment of knowledge, while other methods were assessed below the mean value; e) the most frequently used method of grading in means and methods of grading was through photography; f) for the grading, the descriptive criterion was used; g) teachers most often verbally encouraged pupils to work remotely; h) the main subject of the exchange was experience and examples of good practice; i) the best acquired competence of pupils in distance education is the use of ICT according to the assessment of teachers; j) teachers most focus on understanding the taxonomic goals of distance education; k) poorly responsive pupils are motivated by conducting an interview; l) the amount of work for distance learning is the biggest in preparation, and in all cases it is above average.

Based on the findings of the research, we have also provided a number of guidelines for effective teaching of the contents of the design and technology (D&T), targeted use of ICT, product evaluation, encouraging pupils and the participation of teachers of this subject.

**Key words:** covid-19 pandemic, distance education, design and technology, teacher aspect.

## **Uvod**

Z razglasitvijo epidemije covida-19 so se v letu 2020 v Sloveniji vse vzgojno-izobraževalne ustanove zaprle. Vzpostavilo se je izobraževanje na daljavo. To ni nekaj, kar se je vzpostavilo šele zdaj, ampak ga poznamo že vrsto let.

### **Izobraževanje na daljavo**

Izobraževanje na daljavo se precej razlikuje od klasičnega izobraževanja v šolah, ki smo ga vajeni. Je posebna oblika izobraževanja, ki ima dve glavni značilnosti. Prva je, da sta učitelj in učenec med poučevanjem prostorsko ločena, druga pa, da komunikacija poteka prek različnih vrst tehnologije (računalniki, tablice, mobilni telefoni ...). Da je izobraževanje na daljavo uspešno, je treba skrbno in strukturirano načrtovati učne enote, uporabljati posebne didaktične metode in komunikacijo. Takšna vrsta izobraževanja se lahko deli na različne modele, glede na tehnologijo, ki prevlada med sporazumevanjem. Vsa možna in dostopna

tehnologija pa izboljša takšen vzgojno-izobraževalni proces. To pomeni, da nismo toliko prostorsko in časovno omejeni, da je lažja dostopnost do virov in prožnost pri komunikacijskih načinih. Problem se pojavi, če učenci nimajo nobene od prej naštetih tehnologij ali pa če nimajo dostopa do interneta. Prav tako morajo učenci znati uporabljati izbrano tehnologijo oziroma program, prek katerega interakcija poteka. Če tega nimajo, je treba učencu ali učenki najprej priskrbeti tehnologijo in ga/jo naučiti uporabe, šele potem lahko nadaljujemo s takšnim poučevanjem. Pomembno je tudi, da je učno okolje (Teams, Zoom, Moodle, e-Asistent ...), ki ga uporabljamo, čim bolj organizirano in pregledno, da učenci nimajo težav z iskanjem gradiva in da je preprosto za uporabo. Najboljši približek pouka, ki smo ga vajeni, je videokonferenčni klic z učenci, ki pa zahteva še dodatno opremo, kot sta kamera in mikrofoni (Rupnik Vec idr., 2020).

Za učinkovito izobraževanje na daljavo mora biti zagotovljena pripravljenost na različnih področjih, ki jih predstavljajo Rupnik Vec idr. (2020):

- tehnološka pripravljenost (dostop do interneta in tehnična kapaciteta učnih okolij),
- vsebinska pripravljenost (dostop do učnih gradiv),
- pedagoška pripravljenost (pripravljenost učiteljev, staršev ali skrbnikov, da usmerjajo učence pri takšnem načinu izobraževanja),
- pripravljenost za spremljanje in evalvacijo (aktivno spremljanje učencev).

Poleg zgoraj naštetih pripravljenosti pa so učitelju v pomoč tudi učna načela izobraževanja na daljavo, ki jih je zapisal Gerlič (2000), priporočena pa so tudi v gradivu Analiza izobraževanja na daljavo v času epidemije covida-19 v Sloveniji:

- Učno načelo razvojne bližine, ki temelji na tem, da gre vsak učenec, ki se izobražuje, v svojem razvoju skozi določene stopnje. Od učitelja, ki organizira in oblikuje gradivo, pa se pričakuje, da pozna učenčeve interese in izkušnje, sledi njegovemu delovnemu tempu, dojemljivosti in zmožnosti samostojnega dela.
- Učno načelo stvarno logične pravilnosti zahteva, da učitelj uporablja takšne učne metode, ki pri učencih spodbujajo ustrezne psihofizične funkcije. Posredovana učna snov mora biti tudi v takšni obliki, da je primerna za določeno razvojno stopnjo.
- Učno načelo individualizacije stremi k temu, da učitelj učno delo prilagodi posameznim učencem tako, da to ne vpliva negativno na ostale udeležence.
- Učno načelo sistematičnosti od učitelja zahteva, da pri posredovanju gradiva pazi na vrstni red in sistematičnost učne snovi. Neurejene vsebine lahko učencem povzročajo težave pri pomnjenju.
- Učno načelo postopnosti učitelja vodi, da se ravna po naslednjih didaktičnih pravilih: podajanje vsebin od lažje k težji, prehajanje od preprostega k zapletenemu, od bližnjega pojma k daljnemu, od znanega k neznanemu in od konkretne ravni do abstraktne ravni.
- Učno načelo zgledovanja (eksemplarnosti) zahteva, da učitelj določi, katero učno gradivo je manj pomembno in katero bolj. Manj pomembno gradivo predstavi le informativno, bolj pomembno pa z učenci obdelata globlje.
- Učno načelo nazornosti učitelj upošteva, ko učencem omogoči, da pri izobraževanju na daljavo s čutili neposredno dojemajo objektivno stvarnost. To lahko učitelj doseže na naslednje načine: resničnost, nadomestilo resničnosti (vidno, slušno, kombinirano) in živa beseda (pogovor s pomočjo video konferenc).

- Učno načelo aktivnosti udeležencev učenja na daljavo učitelja usmerja, da je aktivnost učencev pri pouku učinkovita le, če je spontana, zavestna in ustvarjalna. Dosežejo jo lahko, če je prisotna motivacija.
- Učno načelo historičnosti in sodobnosti pomeni, da mora učitelj poučevati tako, da upošteva dialektično gibanje od preteklosti do sedanjosti in da so učne vsebine aktualizirane in posodobljene.

Tako kot pouk v šoli je tudi izobraževanje na daljavo vnaprej načrtovano in sledi vzgojno-izobraževalnim ciljem, prav tako ga izvajajo osebe, ki so za to ustrezno usposobljene (Larkin in Jamieson-Proctor, 2015). Izobraževanje na daljavo, ki ga lahko poimenujemo tudi učenje na daljavo (distance learning), e-učenje (e-learning) in spletno učenje (online learning), je oblika učenja, pri kateri sta učitelj in učenec med poukom fizično ločena. Sestavljata ga učenje na daljavo, ki je aktivnost učenca, in poučevanje na daljavo, ki je aktivnost učitelja. Izobraževanje na daljavo je postalo pomemben del izobraževalnega procesa (König idr. 2020). O izobraževanju na daljavo (ali e-izobraževanju) lahko govorimo le takrat, kadar brez uporabe tehnologije ne bi mogli izpeljati učnega programa in doseči učnih ciljev (Bregar idr., 2020). Izobraževanje na daljavo ni nekaj, kar je bilo izumljeno nedavno, saj lahko prve zametke zasledimo že v 18. stoletju (Larkin in Jamieson-Proctor, 2015).

Ločimo dve vrsti komunikacije, sinhrono (sočasna) in asinhrono (časovno neusklajena) komunikacijo med učiteljem in učencem (Rupnik Vec idr., 2020). V današnjem času je vedno bolj priljubljen hibridni model, ki je kombinacija sinhrono in asinhrono komunikacije. To nam omogočajo različna spletna učna okolja, kot so Microsoft Teams, Moodle in podobno. Vključujejo različne možnosti, kot so nalaganje datotek, klepeti, forumi in video konference (Rupnik Vec idr., 2020).

Izobraževanje na daljavo nudi številne prednosti, kot so nizki stroški izvajanja, fleksibilnost in učinkovito izvajanje poučevanja. Izboljšajo se dostop do informacij, povezovanje in sodelovanje med učitelji in učenci, večji sta motivacija in aktivnost učencev, možnost izbire načina učenja ipd. (Moore in Diekl, 2019). Slabosti izobraževanja na daljavo se večinoma nanašajo na fizično ločenost učitelja in učencev. Težje je učenje praktičnih veščin in dejavnosti, pojavi se lahko občutek osamljenosti. Pojavijo se lahko tudi zdravstvene težave zaradi daljše uporabe računalnika (slaba drža, težave z vidom) (König idr., 2020).

### Metode in modeli poučevanja in izobraževanja na daljavo

Pri delu na daljavo učitelji uporabljajo različne modele in metode, s katerimi pripeljejo učence do uspešnega prejema znanja in do učnih ciljev, ki jih morajo učenci usvojiti. Poznamo več dimenzij, ki so temelj posameznega programa izobraževanja na daljavo. Med njimi so lokacija (šola, dom, drugo), način izvajanja (asinhrono, sinhrono), vrsta spletnega pouka (v celoti prek spleta, kombinacija spletnega pouka in pouka v živo, v celoti pouk v živo), nivo šolanja (osnovna šola, srednja šola), stopnja interakcije med učiteljem in učencem (visoka, srednja, nizka), stopnja interakcije med učenci (visoka, srednja, nizka) (Rupnik Vec idr., 2020).

#### *Metoda poučevanja glede na način komunikacije med učitelji in učenci*

Poznamo naslednje štiri metode poučevanja na daljavo glede na način komunikacije med učiteljem in učenci (Yusupova in Mukhamedieva, 2020):

- Metoda, pri kateri se učenec na osnovi poslanih izobraževalnih virov sam izobražuje. Prisotnost učiteljev, mentorjev in svetovalcev naj bo čim manjša, da je učenec čim bolj samostojen.
- Metoda, pri kateri učno gradivo predstavi učitelj, učenci razlago poslušajo. Torej ima učitelj aktivno vlogo, učenci pa ne. Uporaba te metode je smiselna, če so zmožnosti prisotnih učencev v skupini podobne in je lahko učiteljeva razlaga enaka za vse, značilna pa je tudi za tradicionalni pouk.
- Metoda, pri kateri vsi udeleženci izobraževalnega procesa aktivno sodelujejo. Temelji na skupinskem delu učencev in jih najbolj pritegne pri izobraževanju na daljavo.
- Metoda problemskega pouka, za katero je značilno, da se podajajo zapletene kognitivne naloge, kjer ima rešitev praktičen ali teoretičen smisel.

*Modeli izobraževanja na daljavo glede na tehnologijo, uporabljeno za sporazumevanje med učiteljem in učencem*

Izbira modela za izobraževanja na daljavo je po navadi odvisna od šole ali učitelja. Po M. Burns (2011) poznamo šest modelov izobraževanja na daljavo, ki so oblikovani glede na tehnologijo, uporabljeno za sporazumevanje med učiteljem in učencem. Ti so:

- Korespondenčni model (natisnjena besedila).
- Avdiomodel (avdio posnetki, radio).
- Televizualni model (videokonferenčni sistemi, televizija).
- Računalniški multimedijski model (interaktivni videi, interaktivna multimedija).
- Spletni model (spletne konference, spletni tečaji in seminarji, virtualni razredi).
- Mobilni model (pametni telefoni, tablice, e-bralniki).

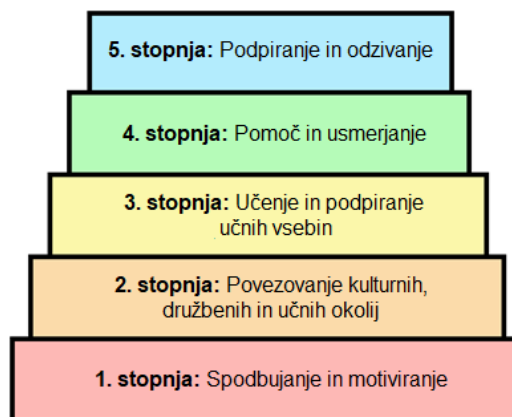
*5-stopenjski model izobraževanja po Gilly Salmon*

Poznamo pa tudi druge modele izobraževanja in poučevanja na daljavo, ki imajo različno število stopenj, kot je na primer 5-stopenjski model profesorice Gilly Salmon, viden na sliki 1. Prva stopnja temelji na predstavitvi spletnega okolja učencem. Učitelj jim nato poda preproste komunikacijske naloge in delo z učnim materialom. Sledi razprava med učenci in učitelji, na koncu pa še razmislek o tem, kaj so se naučili in raziskovanje ter komentiranje učnega materiala (Centrih idr., 2019).



Slika 1: 5-stopenjski model e-izobraževanja (slika, prilagojena po Centrih idr., 2019)

Vloga, ki jo ima učitelj, se spremeni na vsaki stopnji. Na začetku je učiteljeva naloga, da poda natančna navodila in pri tem učence ves čas spodbuja. Ko postanejo bolj samostojni in razvijejo lastne načine delovanja drug z drugim in s sistemom, pa je učitelj v vlogi pomočnika, kar lahko razberemo tudi s slike 2 (Centrih idr., 2019).



Slika 2: Učiteljeva vloga glede na 5-stopenjski model (slika, prilagojena po Centrih idr., 2019)

S postopkom prehajanja udeležencev z ene stopnje na drugo mora biti tesno povezana tudi tehnična stopnja. Glavni razlog je, da se večja stopnja interaktivnosti in učitelj mora imeti za tehnične težave na voljo orodja in sredstva. To je lahko dostop do tehničnih strokovnjakov, pomoč prek spleta, razni priročniki in spletna programska podpora (Centrih idr., 2019). Na spodnji sliki 3 so prikazani tipi tehničnih aktivnosti, ki se izvajajo med stopnjami.



Slika 3: Tehnične aktivnosti pri posameznih stopnjah (slika, prilagojena po Centrih idr., 2019)

### Regulacija ministrstva za izobraževanje, znanost in šport

Ko se je v marcu 2020 prvič potrjeno pojavil virus v Sloveniji, je nekaj dni zatem vlada sprejela sklep, ki je vključeval zaprtje šol od 16. marca do 29. marca. Vse šole so se morale organizirati in preseliti pouk na splet. 25. marca je Zavod Republike Slovenije za šolstvo (ZRSŠ) izdal strokovna navodila za ravnateljice in ravnatelje osnovnih šol z naslovom Izvajanje izobraževanja na daljavo v izrednih razmerah. Navodila so vsebovala ključna opozorila strokovnjakov za pedagoško psihologijo, možne aktivnosti in primere iz prakse, ključne izzive in ravnanje ter načrtovanje pedagoškega procesa v obliki izobraževanja na daljavo za oddelek (Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2020).

Priporočila, ki so bila podana za Slovenijo po prvem zaprtju šol, so zajemala tudi naslednje: (a) Učitelji naj pripravijo čim več asinhronih razlag, kar pomeni, da učno snov posnamejo. Poudarek mora biti na učnih snoveh, ki ne izgubijo pomena, tudi če so predstavljene v video razlagi. (b) Učenci lahko s takšnim pristopom usvojijo temeljne in splošne informacije, na video konferenci pa morajo to znanje uporabiti. S takšnim pristopom se učitelju ni treba osredotočati na njegovo razlago, lahko pa se osredotoči na pomoč, spodbujanje in motiviranje učencev (Flogie idr., 2021).

16. aprila je ZRSŠ podal tudi priporočila za ocenjevanje znanja v osnovni šoli pri izobraževanju na daljavo (Brunauer Holcar, 2020). Po približno mesecu zaprtja šol je MIZŠ predstavilo poročilo o izvedbi ukrepov na področju vzgoje in izobraževanja v času epidemije covida-19 (Odbor za izobraževanje, znanost, šport in mladino, 2020).

ZRSŠ pripravil tudi plakat z usmeritvami za učitelje. Izpostavili so primerno in neprimerno poučevanje na daljavo. Opisali so podajanje nalog in navodil, gradiva in čas učenja. Pri nesočasnem učenju se učenci izobražujejo v svojem tempu, kar pomeni tudi dovolj časa za učenje, zato so to izpostavili kot primernejši pristop. Pri sočasnem učenju se morajo učenci prilagoditi točni uri in določenemu času, ko na primer poteka video konferenca. Pri podajanju nalog ni smiselno, da učenci dobijo enako količino naloge in dela kot v šoli, ampak naj učitelj izbere glavne in pomembne naloge. Navodila naj bodo podana eksplicitno, torej natančna in opredeljena s časovnim okvirjem. Podan naj bo opis, kaj naloga od učenca zahteva, določene naj bodo vsebina, oblika in dolžina pričakovanega izdelka. Naloge naj zato ne bodo preveč odprtega tipa. Komunikacija z učenci naj bo enotna, prek dogovorjenega spletnega okolja in ne razpršena, na različnih platformah. Kot učitelj si določite neke vrste uradne ure, kadar boste učencem na voljo za vsa vprašanja, dodatno razlago, pojasnila in podporo. Gradiva za poučevanje naj bodo večpredstavnostna, interaktivna in primerna za pomnjenje, pridobivanje in utrjevanje znanja. Kreirana naj bodo z orodji, ki so blizu tako učiteljem kot učencem (Dobnikar Šeruga, 2020).

Za dodatno pomoč je ministrstvo pripravilo tudi interaktivne učne načrte. Označili so tiste cilje, za katere predlagajo, da se obravnavajo prednostno (Flogie idr., 2021). Po koncu šolskega leta 2019/2020 je ZRSŠ izdal dokument z analizo izobraževanja na daljavo, kjer so predstavljena stališča učencev, učiteljev in ravnateljev (Rupnik Vec idr., 2020). Ob koncu leta 2021 je ZRSŠ podal tudi smernice za uporabo digitalne tehnologije za TIT (Fišer idr., 2021). Dokument obsega izpis iz učnega načrta, vezan na uporabo digitalne tehnologije in vključevanje kompetenc pri predmetu TIT ter dodatne didaktične napotke za uporabo digitalne tehnologije.

### **Potek pouka med zaprtjem šol**

Ker se je pouk iz učilnic preselil na splet v tako kratkem času, na to ni bil pripravljen nihče. Nekatere šole niso imele vzpostavljenih spletnih učilnic ali spletnih platform za učence, zato pouka niso začele takoj, ampak en teden kasneje. Vsem učencem in učiteljem je bilo treba najprej dodeliti dostop do izbrane spletne učilnice (kjer to ni bilo v uporabi že prej), jim pokazati, kako se v učilnico prijavijo oziroma povežejo na spletno platformo in zagotoviti elektronsko napravo, s katero lahko dostopajo od doma. Učitelji so dobili v uporabo šolske računalnike ali pa so imeli svoje. Učenci so za dostop uporabljali elektronske naprave, kot so računalniki, tablični računalniki in pametni mobilni telefoni. Tisti, ki tega niso imeli, so uporabljali mobilne telefone od staršev in drugih družinskih članov. Tudi šole so posodile

računalnike, tako da je bila ena družina opremljena z vsaj eno elektronsko napravo. Kasneje so šole in razna društva omogočili tudi kamere z mikrofoni. V večjih mestih, kot je Ljubljana, so zagotovili tudi brezplačen brezžični internet.

Analiza izobraževanja/pouka na daljavo je pokazala, da je pouk v glavnem potekal na tak način, da so učenci od učitelja prejeli navodila za samostojno delo po elektronski pošti. Nekateri so uporabljali tudi kombiniran način, prek video konferenc in navodil za samostojno delo, pri nekaterih pa je prevladoval pouk prek konferenc. Poudarek na njih je bil na prikazu primerov in razlagi snovi učitelja. Učitelji so uporabljali različna učna okolja, kot so Microsoft Teams, Zoom, e-Asistent, Moodle in podobno. Največja težava je bila, da učenci niso sproti dobivali povratne informacije (Rupnik Vec idr., 2020). Ugotovljeno je bilo tudi, da se pojavljajo ogromne razlike pri poučevanju večjih ali manjših skupin (Dolenc idr., 2021).

### Ocenjevanje znanja učencev med zaprtjem šol

»Spremljanje in ocenjevanje znanja je sistematičen proces, namenjen dokumentiranju napredka učenca« (Rupnik Vec idr., 2020, str. 96). Pri delu na daljavo vsekakor nastopijo težave pri ocenjevanju znanja. Problem je, ker učenec in učitelj med procesom nista drug ob drugem, ampak sta fizično ločena. Povratna informacija, ki jo učitelj dobi od učenca, ni nujno zadovoljiva in je lahko pomanjkljiva. Na splošno poznamo kar nekaj možnosti, kako ocenjevati. To so asinhrona diskusija, kviz ali test, esej, simulacije, samorefleksije in e-portfelj, ki so podrobneje predstavljeni v preglednici 1 (Krecenbaher Mernik, 2020).

Preglednica 1: Načini ocenjevanja (Krecenbaher Mernik, 2020)

| Način ocenjevanja          | Opis                                                                              | Prednosti                                                                                                                                                             | Omejitve                                                                                                        |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Asinhrona diskusija</b> | Učenci med seboj izmenjujejo svoja mnenja in razpravljajo o določeni temi.        | Višja interakcija, spodbujanje razvoja učne skupine, pomoč učencem pri analizi informacij.                                                                            | Veliko časa je porabljenega za ocenjevanje, diskusijo; težko ocenimo in vključimo vse učence v sodelovanje.     |
| <b>Kviz ali test</b>       | Nabor vprašanj, pri katerih je danih več možnih odgovorov.                        | Ocenjevanje je za učitelja preprosto in objektivno.                                                                                                                   | Preverjanje višjih učnih ciljev težko dosežemo in po navadi vprašanja, ki so zastavljena, niso tako kakovostna. |
| <b>Esej</b>                | Učenec izpostavi svoje stališče do danega problema.                               | Učitelj lahko hitro in na lahek način pripravi navodila, spodbuja razvijanje daljših učenčevih argumentov in preverja njihovo sposobnost.                             | Težko točkujemo napisano, posledično porabimo tudi veliko časa. Paziti moramo, da smo čim bolj objektivni.      |
| <b>Simulacije</b>          | Način ocenjevanja znanja, kjer se ocenjuje praktično in teoretično znanje učenca. | Večja motivacija pri učencih, spodbujanje kritičnega mišljenja in analiziranja, avtentična izkušnja eksperimentalnega učenja, učenec hitro dobi povratno informacijo. | Priprava je zahtevna in dolgotrajna, ocenjevanje je težavno in lahko se pojavijo finančni stroški.              |
| <b>Samorefleksije</b>      | Analiza izdelka, ki ga je izdelal učenec.                                         | Spodbujanje učenca, da kritično razmišlja, pomagajo in preverjajo učenčevo doseganje višjih učnih ciljev.                                                             | Časovno obsežne in zahtevno ocenjevanje.                                                                        |
| <b>e-portfolio</b>         | Zbirka elektronskih dokazov, ki jih po navadi na spletu učenec zbere in upravlja. | Preprosto in hitro deljenje informacij, lahek dostop.                                                                                                                 | Ocenjevanje traja dlje časa, učenci morajo vložiti veliko truda in imeti dobre računalniške veščine.            |

Pri ocenjevanju na daljavo se je pojavilo ogromno težav, pokazale pa so se tudi dobre plati.

Zavod Republike Slovenije za šolstvo (2020) je podal tudi naslednja priporočila za ocenjevanja znanja pri delu na daljavo:

- Uporabljeni naj bodo načini ocenjevanja, s katerimi so učenci že seznanjeni oziroma so se z njimi seznanili pri preverjanju znanja. Seveda morajo biti učenci seznanjeni tudi s kriteriji.
- Posamezni učitelj presodi, ali bo dosežene cilje ovrednotil z oceno ali ne.
- Učencem je treba zagotoviti ustrezne pogoje in jim podati kakovostno povratno informacijo o napredku in o dosežkih.
- Učitelj naj pri ocenjevanju znanja uporabi različne oblike in načine.

- Preverjanje znanja naj bo podobno ocenjevanju, da učenci dobijo občutek, kako bo, ko bodo ocenjeni.
- Učenec mora imeti pri ocenjevanju možnost izboljšave na osnovi učiteljeve povratne informacije.
- Kriteriji ocenjevanja znanja naj bodo prilagojeni delu na daljavo.

Večina učencev je bila v času izobraževanja na daljavo ocenjena. Način ocenjevanja, ki so ga učitelji ocenili kot najprimernejši, so bili ustni odgovori na vprašanja prek video konferenc ali telefona, govorni nastopi in praktični izdelki (predstavitve, poročila, eksperimentalno delo, miselni vzorec, maketa, plakat, film, časovni trak, dnevnik, likovni izdelki) (Rupnik Vec idr., 2020). Zelo pogost način ocenjevanja so bili tudi pisni odgovori na vprašanja, ki so bolj kompleksna poročila in miselni vzorci. Prisotna so bila tudi klasična pisna ocenjevanja znanja, ki so jih učenci pisali na spletu in rešene naloge posredovali po elektronski pošti ali pa pod nadzorom prek video konference. Nekateri učitelji so za preverjanje in ocenjevanje znanja uporabili tudi možnosti, ki jih omogoča digitalna tehnologija. Ocenjevali so tudi sprotno delo na daljavo. Izvajala se je tudi diferenciacija, in sicer tako, da so prilagodili način ocenjevanja, trajanje ali termin (Rupnik Vec idr., 2020).

Ocenjevanje praktičnih izdelkov pri TIT se je bistveno razlikovalo od ocenjevanja v šoli. Tam se osredotočimo tudi na učenčevo izvedbo obdelovalnih postopkov, natančnost, uporabo strojev, pripomočkov in orodij, kar je pri ocenjevanju na daljavo zahtevnejše. Izdelek in postopek izdelave lahko vidimo le na fotografiji ali video posnetku, vsi učenci nimajo doma delavnice z naštetim in materiala za obdelavo. Pri uporabi orodij, kot je nož za papir, je dobro tudi, da imajo učenci nadzor starejše osebe. Pomembno je, da si pripravimo razdelan kriterij, ki nam omogoča subjektivno in strokovno ocenjevanje praktičnih izdelkov tudi pri delu na daljavo. Od učencev ne smemo zahtevati preveč, zato dostopnost do materialov, orodij in pripomočkov pri učencih najprej dobro preverimo. Ocenjevanje tehničnega risanja pa za razliko od izdelkov ni toliko izstopalo. Učenci so lahko pravokotno in izometrično projekcijo risali na papir kot v šoli ali pa so to naredili s pomočjo računalniških programov (SketchUp, CiciCAD, QCAD ...). Teoretično ocenjevanje znanja je potekalo podobno kot v šoli, ustno, prek video konferenc (Orel in Jurjevčič, 2020).

## **Tehnika in tehnologija**

TIT je predmet, ki pri učencih spodbuja in oblikuje ustvarjalnost, kreativnost, natančnost, iskanje rešitev, razvoj umskih in psihomotoričnih sposobnosti. Opredeljujejo ga štiri področja, ki so navedena tudi v učnem načrtu. To so tehnična sredstva, tehnologija, organizacija dela in ekonomika. Bistvo TIT je, da se naučijo povezati teoretično znanje s praktičnim znanjem, kjer od ideje na koncu preidejo na konkretno raven (Fakin idr., 2011).

Pri izdelavi izdelkov in gradnji konstrukcij iščejo in čim bolj samostojno oblikujejo nove rešitve ter razvijajo svojo ustvarjalnost. Učno okolje pri tehniki in tehnologiji mora spodbujati umske in psihomotorične sposobnosti, kritično razmišljanje in sodelovanje med učenci. Z uporabo obdelovalnih orodij, pripomočkov, instrumentov, strojev in naprav učenci nadgrajujejo svojo iznajdljivost, spretnost in delovne navade. Seznanijo pa se tudi z nevarnostmi, pravilnim ravnanjem in z uporabo zaščitnih sredstev. Predmet je zelo pomemben tudi za nadaljnjo poklicno pot, saj z njegovo pomočjo vzbujamo zanimanje in razvoj interesov (Fakin idr., 2011).

### *Pouk pri TIT*

Pri TIT učenci prek predmetov in procesov resničnega sveta spoznavajo to področje (Fakin idr., 2011). Vse vsebine pri tem predmetu so razdeljene na sklope, ki jih učenci usvojijo prek projektov in projektnih nalog (Fakin idr., 2011).

Pri projektni nalogi so pomembne tri faze, ki jih v UN predstavljajo Florjančič idr. (2011): Prva faza zajema iskanje rešitve problema, ki ga učencem da učitelj ali pa si ga zastavi sam. Ko idejo oblikuje v mislih, jo mora prenesti tudi na papir, kjer je zelo pomembna veščina skiciranje. Ko učenci usvojijo skiciranje, svoje ideje predstavijo sošolcem. Tisti, ki je izbrana kot najprimernejša, učenci s pomočjo učitelja dodajo še merila za vrednotenje. Pri drugi fazi se učenci najprej osredotočijo na izdelavo tehnične in tehnološke dokumentacije. Sledi dograditev znanja, kjer spoznajo vsa potrebna gradiva in tehnološke postopke. Nato učenci izdelek izdelajo in preizkusijo njegovo delovanje. Zadnja faza zajema vrednotenje in rezultate dela, kjer učenci analizirajo, kako so dosegli predhodno določena merila.

Zelo pomembno je znanje, ki ga učenci pridobijo v 6. razredu, ko prvič vstopijo v delavnico, se srečajo z nekaterimi stroji, orodji in pripomočki ter spoznajo osnove tehničnega načrtovanja.

### *Poučevanje TIT na daljavo v Sloveniji*

Praktični pouk na daljavo zajema štiri stopnje. To so priprava na praktični pouk, izvedba nalog, sodelovanje in ocenjevanje. Pri poučevanju TIT je zelo pomemben osebni stik, ki ga je na daljavo primanjkovalo. Poleg osebnega stika je ključno tudi sodelovanje, ki pa je pri poučevanju in izobraževanju na daljavo manjše in počasnejše. Ko učenci med seboj sodelujejo, nastajajo diskusije, kar posledično viša učinkovitost učenja (Orel in Jurjevčič, 2020).

Poučevanje na daljavo in tak način dela sta prinesla težave tudi pri tehniki in tehnologiji, ki je eden izmed tistih predmetov, kjer je izvajanje nekaterih učnih sklopov onemogočeno. Podajanje teoretične učne snovi ne predstavlja takšnega problema kot izdelava izdelkov in učenje uporabe strojev, orodij in pripomočkov. Večina učencev doma nima vsega naštetega, zato tega ne moremo izvajati ali pa moramo poiskati zelo dobre alternative. Najlažja je obdelava papirja v 6. razredu, saj ima vsak doma kos papirja, škarje in lepilo. Problem nastane pri lesu, umetnih snoveh in pri kovinah. Učencem lahko predlagamo rabo domačega orodja, vsekakor pa tega ne smemo zahtevati, če kdo od učencev do tega nima dostopa (Rupnik Vec idr., 2020). Tudi pri tehničnem risanju lahko učenci izvajajo vse enako, kot so to izvajali v šoli. Podamo pa lahko tudi raznorazne računalniške programe, v katerih učenci kotirajo, se učijo risanja pravokotne in izometrične projekcije. Zelo pomembno je, da poskrbimo za dober in nazoren prikaz, kar lahko storimo s pomočjo animacije ali video posnetka. Pripraviti je treba tudi podrobna navodila za uporabo programov, če z njim še niso seznanjeni (Rupnik Vec idr., 2020).

### *Pregled metod in načinov dela v tujini*

Tako kot v Sloveniji so se z delom na daljavo spopadali tudi v drugih državah. Vsaka pa je poučevanje in izobraževanje organizirala po svojih najboljših močeh.

### *Nemčija*

V Nemčiji so šole marca 2020 prav tako zaprle svoja vrata (König idr., 2020). Tudi tam, tako kot v drugih evropskih državah, na primer v Franciji ali Italiji, številne šole zaostajajo glede na pričakovane informacijske in komunikacijske tehnologije. Šole, pa tudi učitelji in univerze, naj bi sprejeli okvir za vključevanje IKT v učni načrt. Vendar so se ti okviri kompetenc začeli razvijati, njihovo sistematično izvajanje pa ostaja na ravni zgodnje faze. Pri raziskavi so ugotovili, da je približno 90 % učiteljev uspelo redno komunicirati z učenci in starši. Le 20 % učiteljev je odgovorilo, da so vsaj enkrat na teden izvedli spletne ure, medtem ko jih skoraj 70 % ni uporabljalo digitalnih instrumentov za spletno poučevanje. Kljub temu je večina učiteljev uvedla nove vsebine, opravila naloge na diferenciran način in dajala povratne informacije. Ocenjevanje znanja je bilo v Nemčiji omejeno tudi zaradi nejasnih navodil ministrstva. Kvizi prek računalnikov so bili možni za ocenjevanje samo za prostovoljce (König idr., 2020).

### *Kanada*

V Kanadi je zaprtje šol vplivalo na 44.000 učiteljev in skoraj 600.000 učencev, dijakov in študentov. Učitelji so izpostavili največji problem pri praktičnem poučevanju, saj to obsega velik del tehničnih predmetov. Eden od učiteljev je povedal, da je poučevanje tehnike skoraj tako kot nastop (gibanje, držanje orodja, rokovanje z žago in podobno). Velik del učiteljev je izrazil tudi zaskrbljenost glede varnosti svojih učencev zaradi ravnanja z najpreprostejšim ročnim orodjem doma. Učitelji TIT morajo učencem pomagati razviti ročne spretnosti, jih naučiti varno uporabljati ročno orodje in stroje, kar pa je bilo zelo omejeno, saj večina orodja doma nima na voljo. Prav tako menijo, da to lahko trajno vpliva na tehniško izobraževanje. Poudarili so tudi, da je zaradi pomanjkanja orodja nemogoče opravljati praktična dela in izdelovati izdelke (primer: leseni izdelek). Učenci morajo orodje prijeti v roko, da se lahko naučijo pravilne uporabe. To težko usvojijo z gledanjem video posnetka, ko to predstavlja nekdo drug (Code idr., 2020).

### *Hrvaška*

S poučevanjem na daljavo se je Hrvaška začela ukvarjati že leta 2016, leta 2017 pa je začela projekt uvajanja digitalne pismenosti pri različnih predmetih z uporabo mikroračunalnikov. Že pred zaprtjem šol je imela izdelane digitalne vsebine (video posnetki in televizijski program) ter širok tehnični sistem s podporo. Poudarili so, da koncept učenja na daljavo temelji na dveh ključnih načelih: 1. Dostop do izobraževanja na daljavo in digitalizacija za vse učence. 2. Vsaka rešitev mora imeti dodaten rezervni načrt in možnost spremljanja učenja na daljavo (Erer idr., 2021). Začetna pozornost je bila na ustvarjanju vsebine za izvajanje pouka na daljavo, tako da učitelji lahko vzpostavijo komunikacijo in se prilagodijo takšnemu poučevanju. Za najmlajše učence se je ministrstvo odločilo vzpostaviti sodelovanje z javno televizijo. Učitelji so komunikacijo vzpostavili prek družbenih omrežij in mobilnih telefonov. Za drugo prednostno nalogo so si zastavili to, da vsem učencem zagotovijo ustrezno opremo in dostop do interneta. Da bi si učenci in starši lažje razporedili delo, je Ministrstvo pripravilo smernice tudi njim, kar je vidno v preglednici 2.

Preglednica 2: Primer urnika učencev za delo na daljavo (Ministarstvo znanosti in obrazovanja, 2020)

| Ura         | Predlog aktivnosti za učenca                                                                                                                                                                                                                                                 | Predlog za aktivnost staršev/skrbnikov                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 9.00–12.00  | Sodelovanje v spletnih učilnicah oziroma učenje prek video predavanj na televiziji ali spletni strani Šola za življenje.<br>Sodelovanje, branje, izražanje v pisni in govorni obliki.<br>Računanje, reševanje in modeliranje matematičnih nalog.<br>Počitek vsakih 45 minut. | Otrokom zagotovijo miren kotiček, opremo in televizijo              |
| 12.00–14.00 | Kosilo in počitek, pogovor z družinskimi člani, igra.                                                                                                                                                                                                                        | Priprava kosila in pogovor z otroki.                                |
| 14.00–17.00 | Opravljanje nalog, ki jih posreduje učitelj, razvijanje ročnih spretnosti (eksperiment, model ...), pogovor s starši, raziskovanje na spletu/s pomočjo učbenikov, branje.<br>Počitek vsakih 45 minut.                                                                        | Sodelovanje z otroki, razredniki in strokovnimi delavci po potrebi. |

### *Avstrija*

Pouk v Avstriji je na začetku potekal v precej slabi obliki prek spleta. Za učence, ki doma niso imeli te možnosti, pa so poskrbeli na lokaciji šole. Avstrijsko ministrstvo za šolstvo je najprej svetovalo, da naj učitelji ne poučujejo novih učnih vsebin, ampak naj utrjujejo in ponavljajo že naučeno. Z raziskavami so ugotovili, da celo petina učencev ni komunicirala z učiteljem. Vlada je za ta namen zagotovila 12.000 računalnikov oziroma tabličnih računalnikov, prav tako je namenila ogromna proračunska sredstva za njihovo izposajo. Izdali so dokument, ki usmerja učitelje. Glavne točke so, da učitelji dajejo razumljive naloge, ustrezen obseg nalog, upoštevajo učne zahteve, učno snov vadijo in ponavljajo, gospodarno ravnajo z materialom in podajo digitalno in analogno zagotovljeno učno snov. Pri delu na daljavo so najpogostejše komunicirali prek elektronske pošte, na drugem mestu pa je bila uporaba različnih platform, kot so Microsoft Teams, Moodle in Google učilnice. Za učno gradivo in poučevanje so uporabljali tako digitalne kot natisnjene medije. To so bili učbeniki, delovni listi, video posnetki in video konference (Tengler idr., 2020).

### *Italija*

Večina vzgojno-izobraževalnih ustanov v Italiji ni bila pripravljena na tako nenaden prehod s klasičnega pouka na učenje na daljavo, zato takšen način dela ni bil aktiviran enakovredno po vsej državi. Po analizi so ugotovili, da ima 45 % učencev (od 6 do 17 let) z učenjem na daljavo težave zato, ker imajo slab dostop do orodij (računalnik, tablica ali pametni telefon). Najpogostejše digitalno orodje so bile video konference (Zoom, Skype in Google Hangouts). Sledile so jim aplikacije za pošiljanje sporočil, elektronska pošta, virtualna učna okolja (Moodle, Microsoft Teams, Google učilnice). Po izvedenih raziskavah so rezultati pokazali, da so učenci za opravljanje nalog in učenje porabili manj časa, kot pa bi ga pri tradicionalni obliki izobraževanja (Mascheroni idr., 2021).

Vsaka država se je v dani situaciji odzvala različno, opazimo pa lahko, da so bile nekatere končne rešitve podobne (Giovannella idr., 2020).

## **Namen in raziskovalna vprašanja**

Zanimalo nas bo, na kakšen način so učitelji podajali določene učne sklope pri tem predmetu, kako so obravnavali izdelavo izdelkov, kjer običajno uporabljamo delavnico, in kako so se lotili ocenjevanja. Posledično pa iz tega podati smernice za učitelje tehnike in tehnologije, ki so se ali pa se še bodo znašli v podobni situaciji.

Raziskovalna vprašanja (RV), ki smo si jih zastavili, so:

RV 1: Katera metoda poučevanja je najprimernejša za posamezne učne sklope tehnike in tehnologije na daljavo?

RV 2: Kako pogosto učitelji pri pouku TIT na daljavo uporabljajo razno IKT in kakšna je zaznava posameznih elementov?

RV 3: Kakšen način ocenjevanja znanja pri tehniki in tehnologiji je smiselno pri poučevanju na daljavo?

RV 4: Kako učitelji ocenjujejo izdelke učencev pri tehniki in tehnologiji na daljavo?

RV 5: Kako poteka sodelovanje učiteljev tehnike in tehnologije pri poučevanju na daljavo?

RV 6: Kakšne so kompetence in znanje učencev pri šolanju na daljavo za uspešno nadaljnje izobraževanje?

RV 7: Kako učitelji motivirajo učence, ki so slabo odzivni oziroma niso odzivni?

RV 8: Kje učitelji potrebujejo največ podpore za uspešno izvedbo pouka na daljavo in kako ocenjujejo to izkušnjo?

RV 9: Ali obstaja povezanost med statističnimi spremenljivkami, in če da, kakšna je?

## **Metoda**

V delu smo uporabili kavzalno neeksperimentalno metodo in kvantitativno-kvalitativni pristop pedagoškega raziskovanja. Osnovne metode so: deskriptivna metoda, zbiranje študij virov in literature, primerjalna metoda, metoda anketnih vprašalnikov ter obdelava in ovrednotenje podatkov, statistična analiza z uporabo SPSS.

## **Vzorec**

Način vzorčenja je namenski, saj so za raziskavo bistveni osnovnošolski učitelji tehnike in tehnologije 6., 7. in 8. razreda, ki so ali trenutno poučujejo na daljavo zaradi covid-19. Vzorec obsega 121 učiteljev TIT. 68 (65 %) anketirancev je bilo ženskega spola. Dobri dve tretjini anketirancev (70 %) imata več kot 20 let delovne dobe.

## **Instrumenti**

Celoten anketni vprašalnik je vseboval 22 vprašanj. Od tega je bilo 14 vprašanj oblikovanih z uporabo Likertove lestvice od 0 do 6, kjer imata vrednost 0 in 6 različen pomen pri posameznih vprašanjih, eno vprašanje z lestvico od 0 do 4, pri čemer 0 pomeni »veliko slabše« in 4 »veliko boljše«, 2 vprašanja večkratne izbire, 1 vprašanje enkratne izbire in 4 odprta vprašanja. Po tipu so bila uporabljena zaprta, odprta in polodprta vprašanja.

## Zbiranje in obdelava podatkov

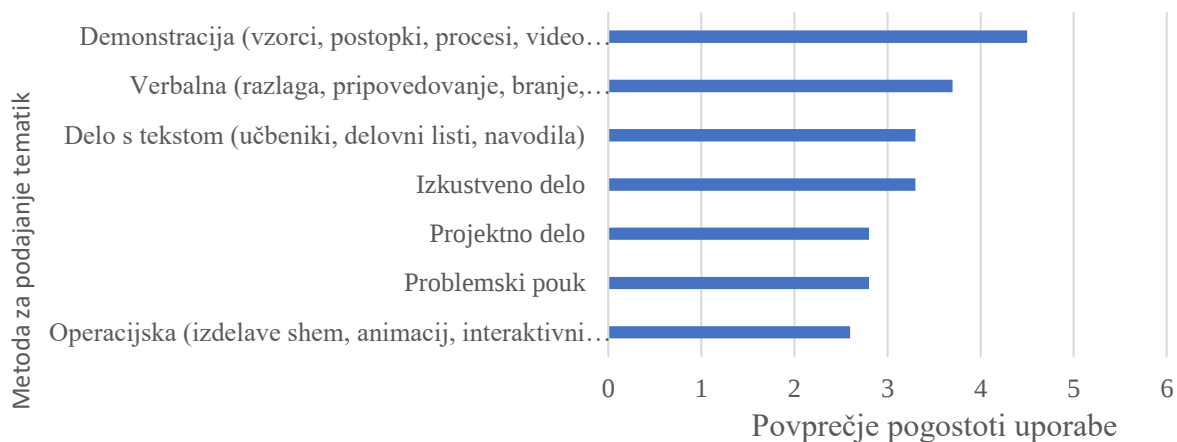
Podatki so bili zbrani z anketnim vprašalnikom, ki je bil objavljen na spletni strani 1KA. Izpolnjevali so ga učitelji in učiteljice TIT 6., 7. in 8. razreda. Zbirali so se v času poučevanja tehnike in tehnologije na daljavo, in sicer 1 mesec, obdelani pa so bili z računalniškim programom SPSS. Uporabljena je osnovna deskriptivna statistika. Izračunane so frekvence (f), odstotki (%), povprečne vrednosti (M) in standardna odstopanja (SD). Za preučevanje soodvisnosti med statističnimi spremenljivkami je bila uporabljena korelacijska analiza z uporabo Spearmanove korelacije rangov. Ustreznost merskih karakteristik smo preverjali z zanesljivostjo in občutljivostjo. Odprti tip vprašanj je bil obdelan tako, da smo odgovore razčlenili na kategorije in šteli frekvence posameznih kategorij. Tam, kjer to ni bilo mogoče, je bila obdelava kvalitativna.

## Rezultati

V tem poglavju podajamo rezultate empiričnega dela in interpretacijo tega.

### Metode za podajanje različnih tematik

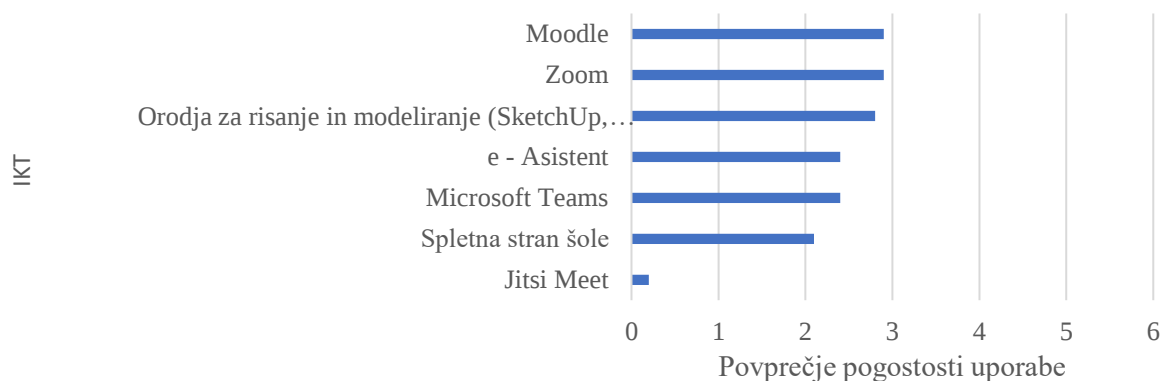
Prvo vprašanje se je nanašalo na pogostost uporabe navedenih metod za podajanje različnih tem. Med poučevanjem na daljavo so učitelji TIT najbolj uporabljali metodo demonstracije, najmanj pa operacijsko metodo, kar je razvidno tudi z grafa 1.



Graf 1: Povprečna ocena pogostosti uporabe metod za podajanje različnih tematik

### Uporaba razne IKT pri pouku TIT

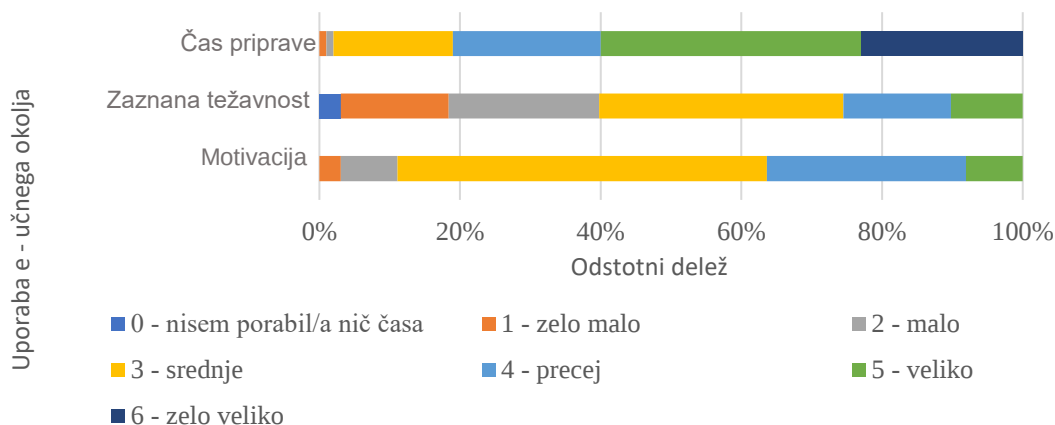
Drugo vprašanje je zajemalo pogostost uporabe razne IKT. Najpogostejša je bila uporaba Zooma, sledijo mu Moodle, orodja za risanje in modeliranje, Microsoft Teams, e-Asistent, spletna stran šole in Jitsi Meet, kar je vidno tudi na grafu 2. Poleg vseh navedenih učitelji uporabljajo še druge IKT, kot so Google meet, Padlet, Mentimeter, Youtube, Viber, Whiteboard, Cicso Webex, Nearpod in Cicicad.



Graf 2: Pogostost uporabe razne IKT

### Uporaba e-učnega okolja

Naslednje vprašanje se je nanašalo na uporabo e-učnega okolja. Razdeljeno je bilo na čas priprave na pouk, zaznana težavnost uporabe in zaznane motivacije pri učencih za delo v teh učilnicah. Za čas priprave na pouk je zelo malo in malo časa porabil samo 1 % anketirancev, srednje 17 %, precej 22 %, veliko 36 % in zelo veliko 23 %. Pri zaznani težavnosti uporabe 4 % anketirancev niso zaznali težav, 14 % zelo malo, 21 % malo, 36 % srednje težavnost, 13 % precej, 12 % veliko, nihče pa zelo veliko. Pri učencih so motivacijo zaznali vsi, 2 % zelo malo, 8 % malo, 55 % srednje, 27 % precej in 7 % veliko. Nihče pa ni zaznal zelo veliko motivacije, kar je razvidno na grafu 3. Izračunali smo tudi standardni odklon, ki zajema naslednje vrednosti. Za čas priprave 1,1, za zaznano težavnost 1,3 in za podvprašanja 0,8.



Graf 3: Uporaba e-učnega okolja

### Načini ocenjevanja

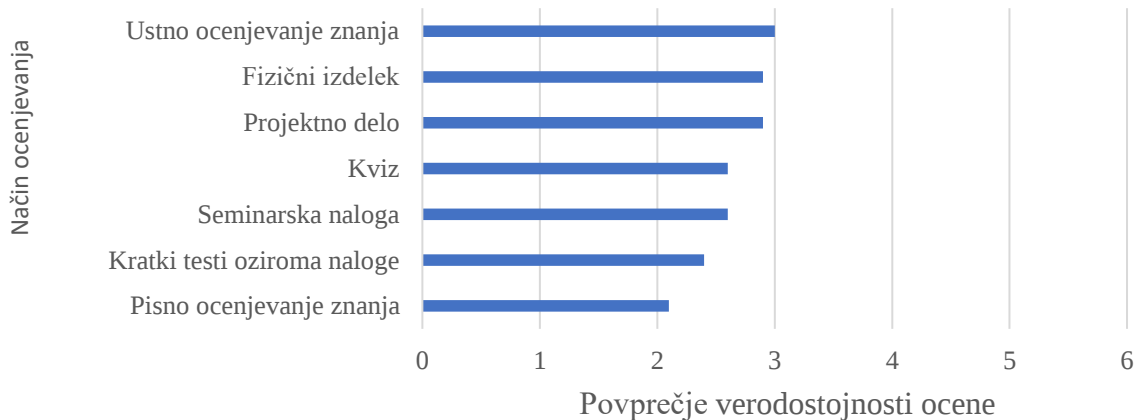
Vprašanje se je nanašalo na način ocenjevanja in kako pogosto ga učitelji uporabljajo. Z grafa 4 lahko vidimo, da je bilo največkrat uporabljeno ocenjevanje fizičnega izdelka s povprečno oceno 4,2, ostali naštetni načini pa so bili uporabljeni podpovprečno.



Graf 4: Uporaba načinov ocenjevanja

### Verodostojnost ocene pri posameznem načinu ocenjevanja

Vprašanje se je nanašalo na verodostojnost ocene pri posameznem načinu ocenjevanja glede na dane razmere. Percepcija učiteljev za najbolj verodostojno oceno se kaže pri ustnem ocenjevanju znanja, pomembno pa je poudariti, da so bili vsi ostali načini ocenjeni pod srednjo vrednostjo, kar lahko razberemo z grafa 5.

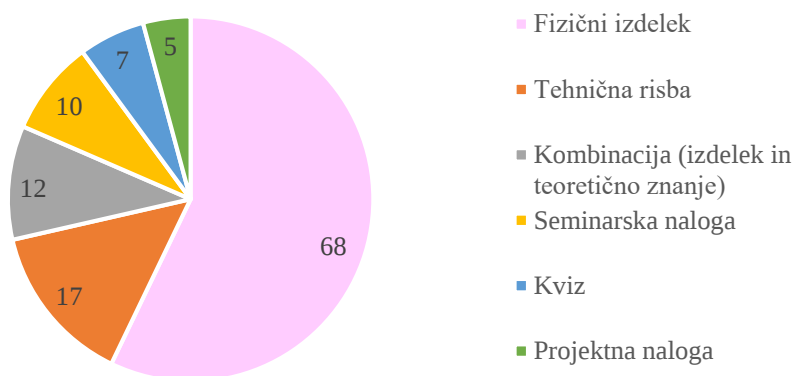


Graf 5: Verodostojnost ocene pri posameznem načinu ocenjevanja

### Ocenjevanje izdelkov

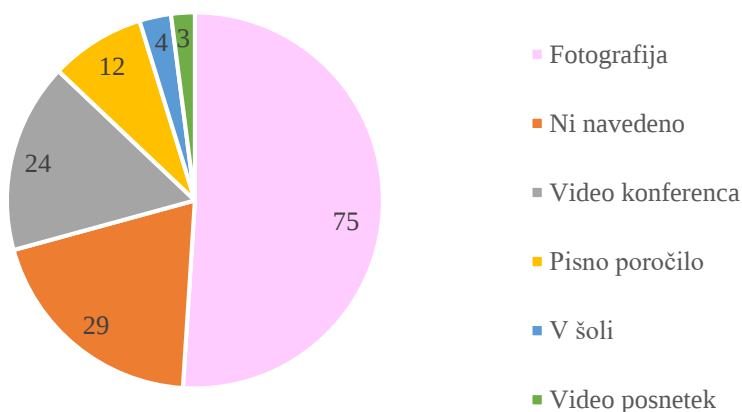
Pri tem vprašanju so učitelji na primeru opisali, kako ocenjujejo izdelke, v katerem razredu in kakšni so bili kriteriji ocenjevanja. Učitelji so se lahko odločili za več načinov in predmetov ocenjevanja.

Z grafa 6 je razvidno, da je pri predmetu ocenjevanja prevladoval fizični izdelek, ki ga je izbralo 68 učiteljev, najmanj pa projektna naloga, ki jo je izbralo 5 učiteljev. Kombinacijo teoretičnega znanja in izdelka je izbralo 12 učiteljev, tehnično risbo 17, kviz 7, 10 seminarsko nalogo, 28 učiteljev pa ni navedlo, kako izdelke ocenjujejo.



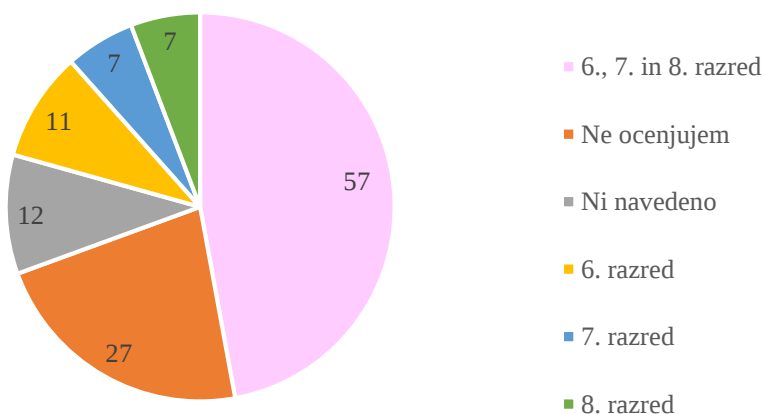
Graf 6: Predmet ocenjevanja

Pri sredstvih in pri načinih ocenjevanja je prevladovala fotografija, kar vidimo na grafu 7. Torej da so učenci svoj izdelek fotografirali in posredovali sliko učitelju ali učiteljici. Takšen način ocenjevanja je imelo 75 učiteljev. 24 učiteljev je izdelke ocenjevalo prek video konference, 12 prek pisnega poročila, 4 pa bodo izdelke ocenili v šoli.



Graf 7: Sredstva in način ocenjevanja

Učitelji so ocenjevali v različnih razredih. 57 jih je ocenjevalo v 6., 7. in 8. razredu, 11 samo v 6. razredu, 7 samo v 7. razredu in 7 v 8. razredu. Kar 27 učiteljev TIT ni ocenjevalo, kar je razvidno tudi z grafa 8.



Graf 8: Ocenjevanje po razredih

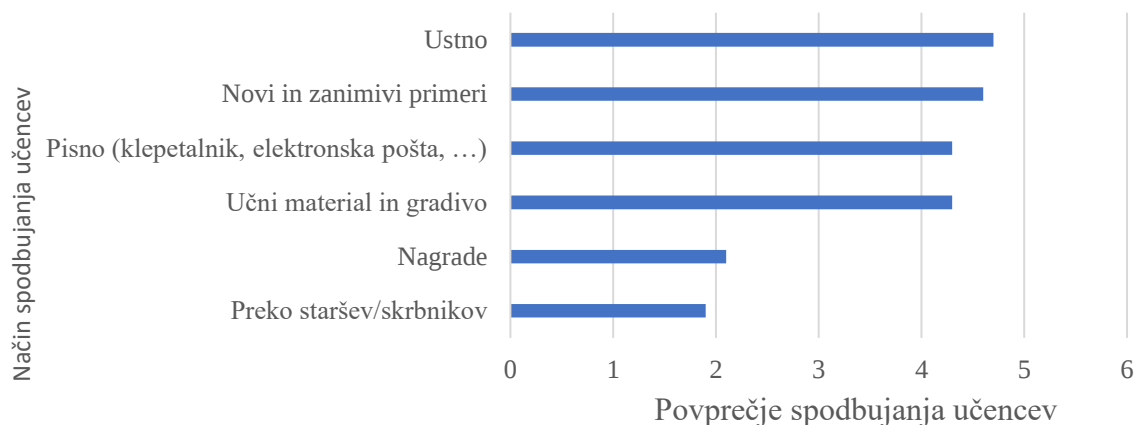
Pri kriterijih je imelo 86 učiteljev opisni kriterij, 35 učiteljev pa kriterija ni navedlo. Podan je primer kriterija v spodnji preglednici 7, za nosilno konstrukcijo v 6. razredu.

Preglednica 7: Primer opisnega kriterija za nosilno konstrukcijo, 6. razred

| Točke                                                                           |                                                             | Opis                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                                                                               | Skica izdelka                                               | Oblikovanje ideje (razumljivost skice, samostojnost)                                             |
| 2                                                                               | Tehnološki list                                             | Uporaba tehnične pisave, ustrezen izbor gradiv, orodja, pripomočkov, operacij                    |
| 2                                                                               | Odnos in varnost                                            | Odnos do dela, orodja, poslušanje navodil, uporaba zaščitne opreme, urejen delovni prostor       |
| 4                                                                               | Natančnost izdelave                                         | Rezanje, upogibanje (točnost mer, robovi), lepljenje (ujemanje delov, čistost zlepljenih spojev) |
| 1                                                                               | Racionalna raba gradiv, pravilna raba orodja in pripomočkov |                                                                                                  |
| 2                                                                               | Uporabnost izdelka – trdnost                                | Prenese obremenitev, stabilnost, uporaba profilov                                                |
| 2                                                                               | Prizadevnost in izvirnost                                   | Aktivnost, dodaš nekaj svojega, izboljšave, čas izdelave, samostojnost pri delu                  |
| Kriterij: 6–8 t = zd (2), 9–10 t = db (3), 11–13 t = pdb (4), 14–15 t = odl (5) |                                                             |                                                                                                  |

### Spodbujanje učencev pri delu na daljavo

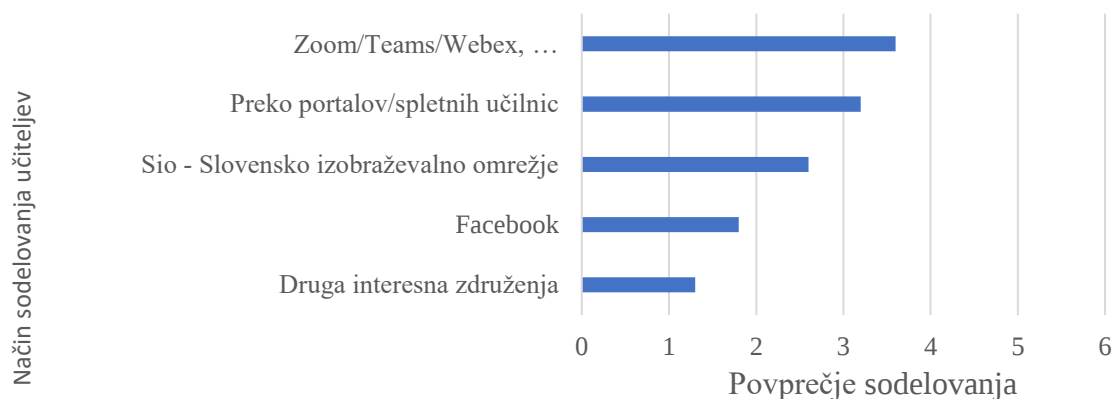
Vprašanje se je nanašalo na to, kako in v kakšni meri učitelji spodbujajo učence pri delu na daljavo. Z grafa 9 je razvidno, da največ učitelji učence spodbujajo ustno, najmanj pa prek staršev ali skrbnikov. Navedli so tudi druge načine spodbujanja, prek pogovora, razrednikov, na video konferencah in s pohvalo ob oddaji naloge in uspešno opravljenem delu.



Graf 9: Spodbujanje učencev pri delu na daljavo

### Sodelovanje z učitelji

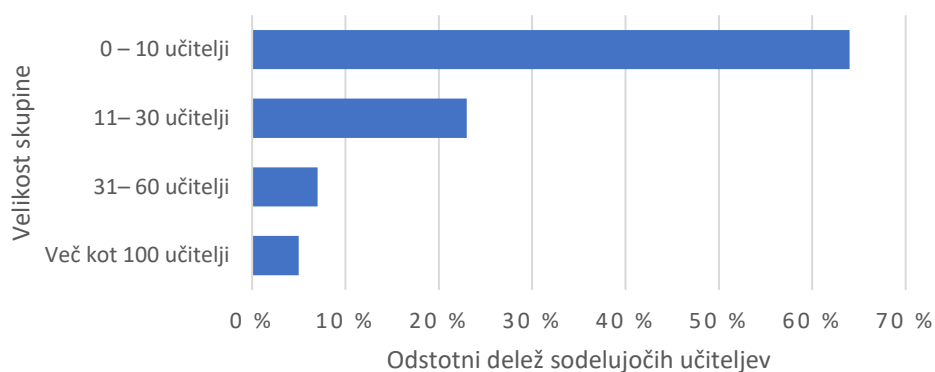
Prvo vprašanje se je nanašalo na sodelovanje z učitelji tehnike in tehnologije oziroma natančneje na to, prek česa sodelujejo. Z grafa 10 je razvidno, da največ sodelujejo prek Zooma, Teamsa in Webexa. 11 % je odgovorilo, da prek teh ne sodelujejo, 8 % zelo redko in redko, 17 % srednje, 13 % občasno 21 % pogosto in zelo pogosto. Najmanj pa prek drugih interesnih združenj. Poleg naštetega so odgovorili še, da prek telefona, Vibra, e-pošte, srečanja učiteljev tehnike in tehnologije in aktivov.



Graf 10: Sodelovanje učiteljev tehnike in tehnologije

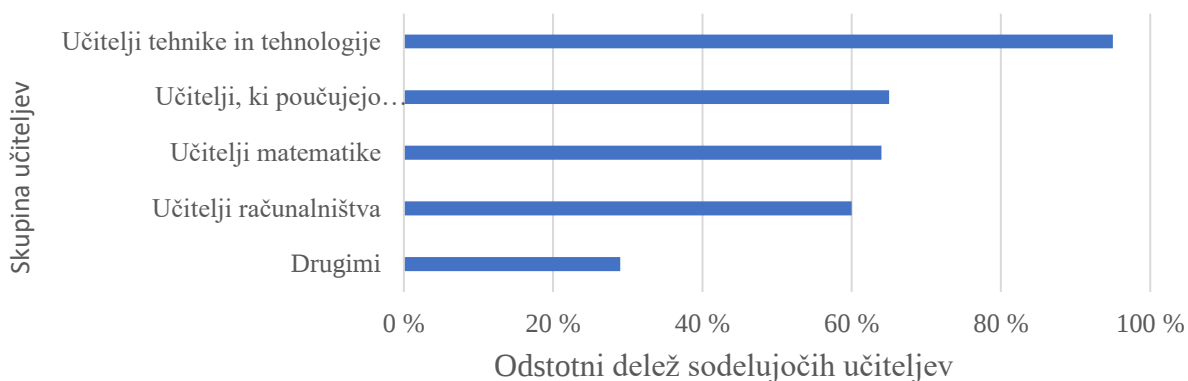
Naslednja vprašanja pa so se nanašala na splošno sodelovanje učiteljev med šolskim letom.

Drugo vprašanje iz tega sklopa se je nanašalo na število učiteljev, s katerimi sodelujejo. Z grafa 11 lahko razberemo, da je 64 % anketirancev odgovorilo, da sodelujejo z 0–10 učitelji, 23 % z 11–30 učitelji, 7 % z 31–60 učitelji in 5 % z več kot 100 učitelji.



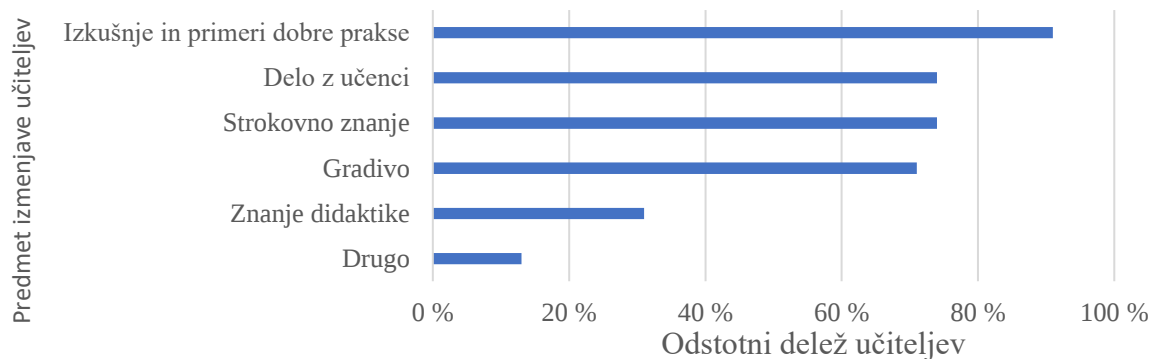
Graf 11: Število učiteljev, s katerimi sodelujejo

Tretje vprašanje tega sklopa se je nanašalo na to, s katerimi učitelji sodelujejo. Z grafa 12 je razvidno, da jih je kar 95 % odgovorilo, da sodelujejo z učitelji tehnike in tehnologije, 65 % z učitelji, ki poučujejo naravoslovne predmete, 64 % z učitelji matematike, 60 % z učitelji računalništva, 29 % pa jih sodeluje še z drugimi učitelji.



Graf 12: Sodelovanje z učitelji, ki poučujejo različne predmete

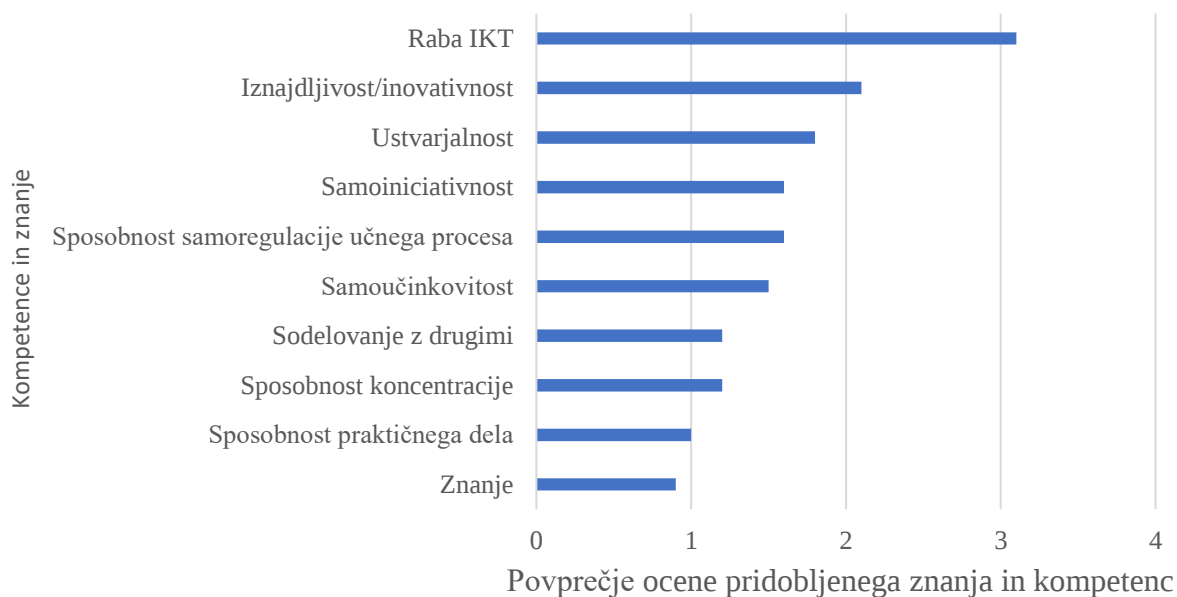
Četrto vprašanje tega sklopa pa se je nanašalo na predmet izmenjave. Na grafu 13 vidimo, da je večina odgovorila, da so bile predmet izmenjave izkušnje in primeri dobre prakse. 74 % je odgovorilo delo z učenci in strokovno znanje, 71 % gradivo, 31 % znanje didaktike in 13 % drugo.



Graf 13: Predmet izmenjave

## Znanje in kompetence

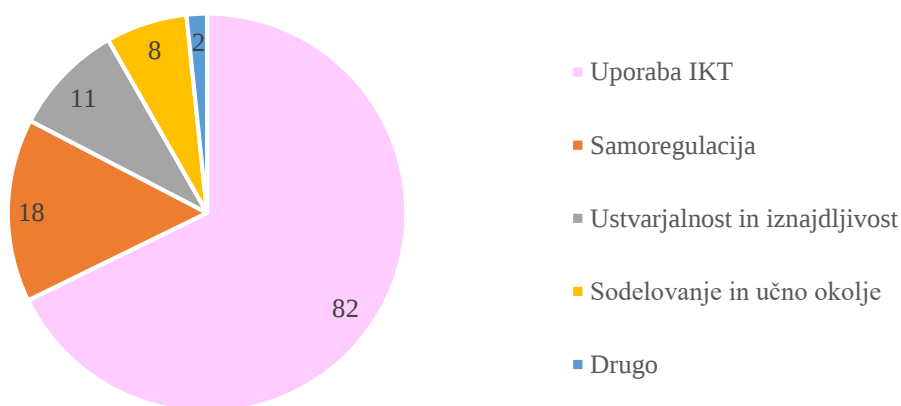
Naslednje vprašanje se je nanašalo na oceno pridobljenega znanja in kompetenc učencev pri šolanju na daljavo, v primerjavi s kompetencami, ki jih učenci pridobijo s šolanjem v šoli, za uspešno nadaljnje izobraževanje. Najbolje so ocenili rabo IKT, najslabše pa znanje. Vse naštetе, razen raba IKT in iznajdljivost/inovativnost, so bile ocenjene podpovprečno, kar je razvidno z grafa 14.



Graf 14: Ocena pridobljenega znanja in kompetenc učencev pri šolanju na daljavo v primerjavi s kompetencami, ki jih učenci pridobijo v šoli, za uspešno nadaljnje izobraževanje

#### Kompetence, ki so jih dosegli učenci, po mnenju učiteljev

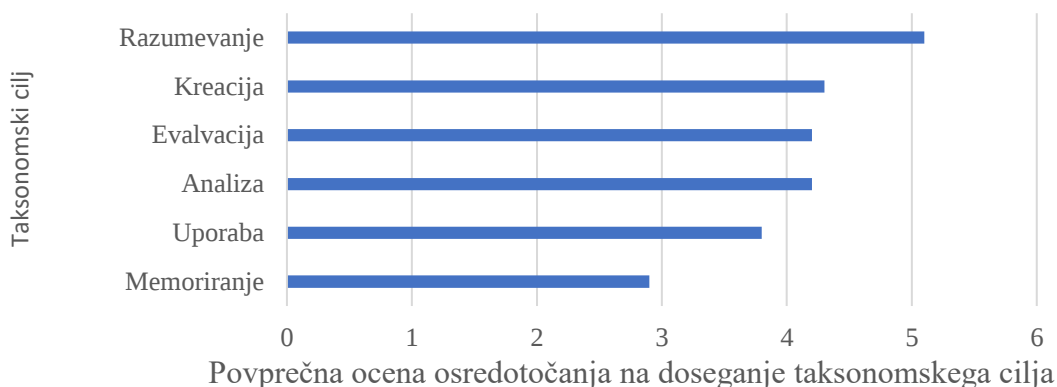
Vprašanje se je nanašalo na to, kje anketiranci vidijo boljše kompetence učencev. Z grafa 15 lahko razberemo: 82 jih je odgovorilo, da vidijo boljše kompetence pri uporabi IKT, 18 pri samoregulaciji, 11 pri ustvarjalnosti in iznajdljivosti, 8 pri sodelovanju in učnem okolju, 2 pa sta odgovorila drugo. 11 jih je odgovorilo, da ne vidijo boljših kompetenc.



Graf 15: Kompetence, ki so jih dosegli učenci, po mnenju učiteljev

#### Doseganje taksonomskih ciljev

Vprašanje se je nanašalo na osredotočanje na doseganje taksonomskih ciljev (Bloomova taksonomska lestvica) pri pouku na daljavo. Anketiranci se najbolj osredotočajo na razumevanje, najmanj na memoriranje, kar opazimo na grafu 16.



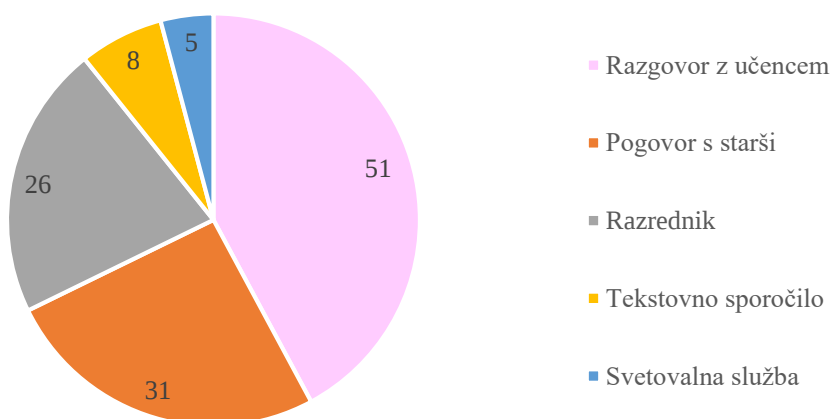
Graf 16: Doseganje taksonomskih ciljev

### Ocena deleža slabo odzivnih učencev

Vprašanje se je nanašalo na oceno deleža slabo odzivnih učencev, torej tistih, ki ne oddajajo domačih nalog, raznovrstnih izdelkov, ne sodelujejo in niso prisotni na video konferencah (v sklopu razreda). Največ učiteljev je ocenilo, da je delež slabo odzivnih učencev 10-odstoten, najmanj pa 33 %.

### Motiviranje učencev

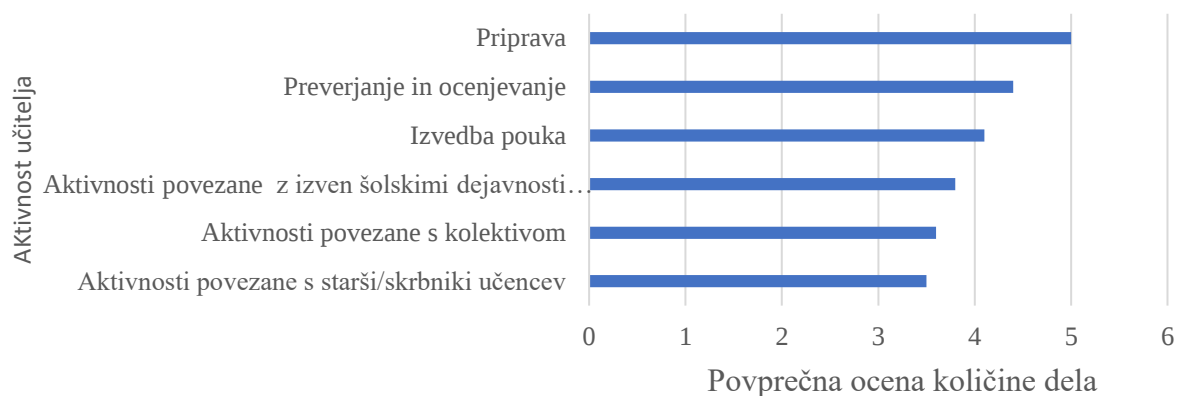
Vprašanje se je nanašalo na to, kako učitelji spodbujajo motivacijo pri učencih, ki so slabo odzivni. Z grafa 17 je razvidno, da je najpogostejši odgovor, za katerega se je odločilo 51 učiteljev, da takšnega učenca motivirajo tako, da se pogovorijo z njim. 31 jih je odgovorilo, da posredujejo obvestilo staršem in se s starši pogovorijo, 8 učiteljev obvesti z besedilnim sporočilom, 26 jih obvesti razrednika in se z njim pogovori, 5 pa se jih obrne tudi na svetovalno službo.



Graf 17: Spodbujanje motivacije v učencih

### Količina dela pri pouku na daljavo

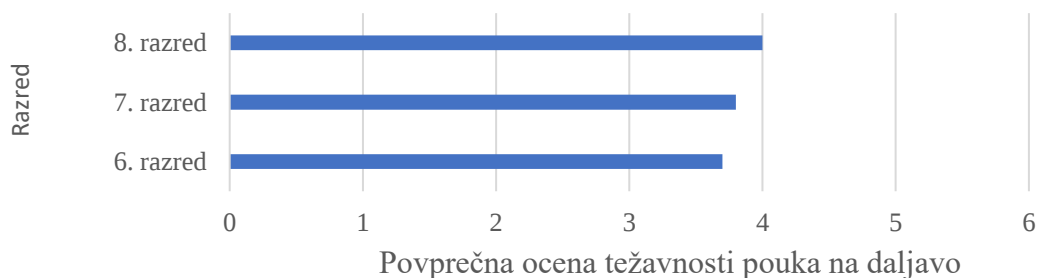
To vprašanje se je nanašalo na oceno učiteljeve količine dela pri pouku na daljavo. Pri vseh naštetih je bila količina dela ocenjena nadpovprečno, kar smo tudi pričakovali. Z grafa 18 lahko razberemo, da so anketiranci s povprečjem 5,0 ocenili, da so imeli največjo količino dela pri pripravi, najmanjšo pa pri aktivnostih, povezanih s starši/skrbniki učencev, s povprečjem 3,5.



Graf 18: Količina dela pri pouku na daljavo

### Težavnost pouka na daljavo v posameznih razredih

Vprašanje se je nanašalo na oceno težavnosti pouka na daljavo v posameznih razredih. Ocena se bistveno ne razlikuje, kar lahko vidimo na grafu 19.



Graf 19: Težavnost pouka na daljavo v posameznih razredih

Ocena povprečja za 8. razred je 4,0, za 7. razred je 3,8, za 6. razred pa 3,7. Standardni odklon je za 7. in 8. razred enak, z vrednostjo 1,3. Za 6. razred pa je vrednost 1,4, torej bistvene razlike ni.

### Pomoč/ali podpora za uspešno izvedbo pouka na daljavo

Vprašanje se je nanašalo na to, kakšno je njihovo mnenje o tem, kje potrebujejo največ pomoči ali podpore za uspešno izvedbo pouka na daljavo. Na grafu 20 vidimo, da so v splošnem odgovorili, da potrebujejo podpovprečno pomoč pri vseh sklopih, največ pri vključitvi učencev v izobraževalni proces, najmanj pa pri strokovnem znanju.



Graf 20: Pomoč ali podpora za uspešno izvedbo pouka na daljavo

### Ocena izkušenj s poukom na daljavo

Zadnje vprašanje se je nanašalo na oceno njihovih izkušenj s poukom na daljavo na splošno. Njihova ocena je bila povprečna, kar lahko razberemo tudi z grafa 21. Najboljše so ocenili zadovoljstvo in vpliv na kolektiv, s povprečjem 3,2, najslabše pa vpliv na učence s povprečjem 2,9. Torej je največ učiteljev ocenilo izkušnje s srednje.



Graf 21: Ocena izkušenj s poukom na daljavo

### Korelacijska analiza

Med posameznimi statističnimi spremenljivkami smo iskali tudi korelacije in s tem stopnjo povezanosti, kjer smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije ( $\rho$ ). Uporabo tega je narekovala porazdelitev podatkov, ki ni ustrezala normalni porazdelitvi in temu sledi uporaba neparametričnega testa. Za test normalnosti smo uporabili Shapiro-Wilkov test normalnosti, saj je izmed vseh testov normalnosti najmočnejši (Razali in Wah, 2011). Teste smo izvedli v programu IBM SPSS (v.25). Tako kot pri vseh ostalih statističnih testih smo za stopnjo značilnosti, torej  $\alpha$ , vzeli  $\alpha = 5\%$  in na osnovi rezultata sklepamo z določeno stopnjo tveganja zavrnitev ničelne hipoteze ( $\alpha < 0,05$ ).

Za mero moči oziroma povezanosti med spremenljivkami smo privzeli, kot sta definirala Dancey in Reidy (2020):

- $|0|$  ni povezanosti,
- $|0,01-0,09|$ : neznatna (pozitivna/negativna) povezanost,
- $|0,10-0,39|$ : nizka (šibka) povezanost,
- $|0,40-0,69|$ : srednja (zmerna) povezanost,
- $|0,70-0,99|$ : visoka (močna) povezanost in
- $|1|$  popolna (funkcijska) povezanost.

Zanimala nas je povezava osredotočanja na doseganje taksonomskih ciljev s težavnostjo pouka na daljavo po posameznih razredih. Povezanost se je pojavila pri 7. razredu in taksonomskem cilju analiza in je nizka, kar je vidno v preglednici 10. Torej je bila specifična uporaba taksonomskega cilja analize zaznana v 7. razredu. Pri ostalih razredih se učitelji niso posebej osredotočili na doseganje posameznih taksonomskih ciljev.

Preglednica 10: Korelacija med osredotočanjem na doseganje taksonomskih ciljev in razredom

| Taksonomski cilj |                                        | 7. razred |
|------------------|----------------------------------------|-----------|
| Analiza          | Korelacijski koeficient                | 0,180     |
|                  | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,048     |
|                  | N                                      | 122       |

Raziskali smo tudi povezavo med oceno pridobljenega znanja in kompetenc učencev pri šolanju na daljavo, v primerjavi s kompetencami, ki jih učenci pridobijo s šolanjem v šoli, za uspešno nadaljnje izobraževanje s težavnostjo pouka na daljavo po posameznih razredih. Negativna korelacija se je pojavila pri znanju in vseh treh razredih, vidna je v preglednici 11. Najmanjša je bila pri 6. razredu z  $-0,197$  (nizka povezanost), malo višja pri 7. razredu z  $-0,258$  (šibka povezanost) in najvišja pri 8. razredu z  $-0,367$  (nizka povezanost). Pri 8. razredu se je pojavila korelacija tudi s sposobnostjo praktičnega dela in sposobnostjo koncentracije. Obe sta bili nizki, in sicer  $-0,209$  in  $-0,228$ . Prav tako je bila sposobnost koncentracije nizko povezana s 6. razredom, z vrednostjo  $-0,224$ . Razvidno je, da učenci v 8. razredu boljše dosegajo kompetence in znanje, pridobljeno na daljavo, kot pa učenci v 6. in 7. razredu.

Preglednica 11: Korelacija med oceno pridobljenega znanja in kompetenc učencev pri šolanju na daljavo v primerjavi s kompetencami, ki jih učenci pridobijo s šolanjem v šoli, za uspešno nadaljnje izobraževanje s težavnostjo pouka na daljavo po posameznih razredih

| Kompetenca                  |                                        | 6. razred | 7. razred | 8. razred |
|-----------------------------|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Znanje                      | Korelacijski koeficient                | −0,197    | −0,258    | −0,367    |
|                             | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,030     | 0,004     | 0,000     |
|                             | N                                      | 121       | 122       | 122       |
| Ustvarjalnost               | Korelacijski koeficient                |           | −0,184    | −0,220    |
|                             | Stopnja značilnosti (dvostranski test) |           | 0,042     | 0,015     |
|                             | N                                      |           | 122       | 122       |
| Sodelovanje z drugimi       | Korelacijski koeficient                |           |           | −0,201    |
|                             | Stopnja značilnosti (dvostranski test) |           |           | 0,026     |
|                             | N                                      |           |           | 122       |
| Sposobnost praktičnega dela | Korelacijski koeficient                |           |           | −0,209    |
|                             | Stopnja značilnosti (dvostranski test) |           |           | 0,021     |
|                             | N                                      |           |           | 122       |
| Sposobnost koncentracije    | Korelacijski koeficient                | −0,224    |           | −0,228    |
|                             | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,014     |           | 0,012     |
|                             | N                                      | 121       |           | 122       |

Pri pogostosti uporabe danih metod za podajanje različnih tem po posameznih razredih se je pojavila nizka korelacija z vrednostjo 0,222 pri 6. razredu z demonstracijo, kar lahko razberemo iz preglednice 12. Torej je bila v 6. razredu zaznana specifična raba metode (demonstracija), medtem ko pri 7. in 8. razredu specifične rabe neke metode ni bilo, ampak so bile enako uporabljene vse.

Preglednica 12: Korelacija med pogostostjo uporabe danih metod za podajanje različnih tem po posameznih razredih

| Metoda                                                    |                                        | 6. razred |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|
| Demonstracija (vzorci, postopki, procesi, video posnetki) | Korelacijski koeficient                | 0,222     |
|                                                           | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,015     |
|                                                           | N                                      | 121       |

V preglednici 13 vidimo, da se je korelacija med pogostostjo uporabe IKT pri pouku tehnike in tehnologije po posameznih razredih pokazala v 8. razredu pri Zoomu. Povezanost je nizka, z vrednostjo 0,251. Torej je bila specifična raba IKT v 8. razredu tehnologija Zoom.

Preglednica 1: Korelacija pri pogostosti uporabe IKT pri pouku tehnike in tehnologije po posameznih razredih

| IKT  |                                        | 8. razred |
|------|----------------------------------------|-----------|
| Zoom | Korelacijski koeficient                | 0,251     |
|      | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,005     |
|      | N                                      | 121       |

Korelacija pri uporabi načina ocenjevanja in pogostosti uporabe po posameznih razredih se je pokazala pri ustnem ocenjevanju znanja in 8. razredu. Povezava je nizka, z vrednostjo 0,245, kar lahko razberemo iz preglednice 14. V 8. razredu je torej prevladoval specifičen način ocenjevanja znanja, to je ustno ocenjevanje.

Preglednica 14: Korelacija pri uporabi načina ocenjevanja in pogostosti uporabe po posameznih razredih

| Način ocenjevanja |                                        | 8. razred |
|-------------------|----------------------------------------|-----------|
| Ustno ocenjevanje | Korelacijski koeficient                | 0,245     |
|                   | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,006     |
|                   | N                                      | 122       |

Nizka korelacija pri spodbujanju učencev pri delu na daljavo po razredih se je pojavila pri ustnem spodbujanju v 7. in 8. razredu z vrednostma 0,213 in 0,217, kar je razvidno iz preglednice 15. Učitelji so morali učence 7. in 8. razreda bolj spodbujati ustno.

Preglednica 15: Korelacija pri spodbujanju učencev pri delu na daljavo po razredih

| Način spodbujanja |                                        | 7. razred | 8. razred |
|-------------------|----------------------------------------|-----------|-----------|
| Ustno             | Korelacijski koeficient                | 0,213     | 0,217     |
|                   | Stopnja značilnosti (dvostranski test) | 0,019     | 0,017     |
|                   | N                                      | 121       | 121       |

## Diskusija s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

V tem poglavju podajamo odgovore na raziskovalna vprašanja in oblikujemo smernice in priporočila za učitelje TIT v smeri optimizacije učinkovitosti pouka.

RV 1: Katera metoda poučevanja je najprimernejša za posamezne učne sklope tehnike in tehnologije na daljavo?

Kot najprimernejšo metodo označujemo metodo, ki so jo med poučevanjem na daljavo učitelji uporabljali najpogosteje. Z grafa 1 lahko razberemo, da je bila to metoda demonstracije s povprečjem 4,5, kamor smo uvrstili vzorce, postopke, procese, video posnetke in podobno. V skladu z dokumentom Šolsko leto 2021/22 v Republiki Sloveniji v razmerah, povezanih s covidom-19, je smiselno, da je bila ta metoda uporabljena največkrat (Flogie idr., 2021). Z video posnetki in vnaprej posnetimi razlagami lahko učenci delajo v takšnem tempu, kot si ga narekujejo sami, usvojijo le temeljne informacije in to naredijo, kadar želijo in kadar lahko. Pri obravnavi teoretičnega dela vseh učnih sklopov TIT od 6. do

8. razreda je izbira metod večja, saj je ustreznih več (demonstracija, verbalna, delo z besedilom ...), medtem ko je pri učnih sklopih s tehničnim risanjem zelo pomembno, da učenci poleg verbalne razlage dobijo tudi vizualen vpogled (na primer video posnetek – demonstracija). Enako velja pri učnih sklopih z elektriko, motorji, uporabo orodij, strojev in pripomočkov, kjer ni dovolj samo besedna razlaga. Tukaj je obvezna demonstracija, ki jo dosežemo s postopki, procesi, video posnetki. Kot najmanj uporabljeno so učitelji označili operacijsko metodo. Predvidevamo, da je metoda demonstracije učiteljem najbližja, zato tudi največkrat uporabljena. Izdelava shem, animacij in interaktivnih posterjev zahteva nekoliko višje znanje uporabe računalnika, ne pomeni pa, da ni primerna. Pri nekaterih učnih snoveh, kot so motorji ali elektrika, je ta metoda ustrezna. Pomembno je torej, da učitelj izbere metodo, ki bo ustrezala učni snovi, ki jo tisti trenutek podaja učencem. Vsaka metoda je na svoj način ustrezna pri določeni učni snovi.

RV 2: Kako pogosto učitelji pri pouku TIT na daljavo uporabljajo razno IKT in kakšna je zaznava posameznih elementov?

Pri delu na daljavo so kot najpogostejšo IKT, ki so jo uporabljali, označili Zoom in Moodle s povprečno vrednostjo 2,9, zatem pa so sledila orodja za risanje in modeliranje s povprečno vrednostjo 2,8, kar lahko razberemo z grafa 2, ostale IKT so bile uporabljene podpovprečno. Menimo, da so rezultati smiselni in se skladajo tudi z vsemi priporočili in smernicami, ki so jih učitelji dobili od ministrstva med šolanjem na daljavo. Uporaba Zooma, ki je platforma za izvajanje video konferenc, je za demonstracijo in boljšo predstavo učencev zelo pomembna in se sklada tudi z načelom nazornosti, ki pravi, da naj učitelj učencem omogoči, da učenci neposredno dojemajo objektivno stvarnost (Gerlič, 2000). Pričakovano je bilo, da bodo na višjih mestih uporabe tudi orodja za risanje in modeliranje. V učnem načrtu je pri priporočenih vsebinskih sklopih, natančneje pri dokumentaciji, zapisano, da učenci v 6., 7. in 8. razredu uporabljajo računalniški program za risanje. Pomembno je le, da je uporaba teh orodij učencem dobro predstavljena in da dobijo ustrezna navodila. Lahko so pisna, še boljše pa je, da se učijo ob video posnetku ali živi razlagi prek klica. Podobno IKT so uporabljali tudi v prej navedenih državah. Najbolj uporabljene so bile Zoom, Skype, sledila pa sta Moodle in Teams. Menimo, da je za pouk ustrezna vsa IKT, ki nudi nalaganje datotek, video konference in klepet. Najboljše je, da je vse to za učence zbrano na enem mestu (kot na primer Teams) ali pa v kombinaciji dveh (Zoom in Moodle). Podajanje gradiva in vsega ostalega mora biti čim bolj urejeno in sistematično, da se učenci lahko znajdejo.

RV 3: Kakšen način ocenjevanja znanja pri tehniki in tehnologiji je smiseln pri poučevanju na daljavo?

Pri ocenjevanju na daljavo so učitelji kot najpogostejše uporabljen način ocenjevanja označili fizični izdelek, kar smatramo kot po njihovem mnenju najbolj smiseln način ocenjevanja pri TIT. Na drugem mestu je bilo projektno delo, pomembno pa je omeniti, da so bili vsi načini, razen fizičnega izdelka, uporabljeni podpovprečno, kot prikazujeta grafa 4 in 6. Fizični izdelek je poleg projektnega dela pri rednem poteku pouka TIT najpogostejši način ocenjevanja, ki se je po pridobljenih podatkih prenesel tudi k ocenjevanju na daljavo med covidom, kar smo tudi pričakovali. Če si ogledamo digitalni učni načrt, ki prikazuje, katere učne cilje je smiselno usvojiti na daljavo, lahko opazimo, da so za fizični izdelek priporočeni samo učni cilji, ki zajemajo izdelek iz papirja v 6. razredu. Če povzamemo, da so učitelji odgovarjali v splošnem, pa so po odgovorih sodeč vseeno poiskali alternative za druge materiale in preverjali tudi tiste učne cilje. Ker v 8. razredu poteka obdelava kovin, je

smiselno, da učitelji niso od učencev zahtevali izdelave izdelkov na daljavo, zato je prevladovala specifična raba načina ocenjevanja, to je ustno ocenjevanje znanja (preglednica 15).

Menimo, da pri poučevanju na daljavo ni smiselno za vso učno snov in za vse razrede kot način ocenjevanja uporabiti samo fizični izdelek. Res je, da je takšen način ocenjevanja znanja učencem že znan, kar pomeni, da so učitelji ocenjevali v skladu s priporočili, ki jih je izdal Zavod Republike Slovenije za šolstvo (2020). Pomembno pa je omeniti, da se tukaj težko osredotočimo na učenčevo izvedbo obdelovalnih postopkov, uporabo strojev, orodij in pripomočkov, kar je pri izdelkih ključnega pomena (Orel in Jurjevčič, 2020). Prepričati se moramo tudi, da imajo učenci ustrezne pogoje in možnosti za izdelavo izdelka. Za preverjanje in ocenjevanje znanja teoretične narave, ki se pojavi v vseh treh razredih, je primeren tudi kviz, ustno ocenjevanje znanja ali kakšna druga oblika. Za ocenjevanje tehničnega risanja in elektrike pa lahko uporabimo orodja za risanje in modeliranje (SketchUp, Tinkercad, Qcad, Virtualni laboratorij – phet ...).

RV 4: Kako učitelji izdelke učencev pri tehniki in tehnologiji ocenjujejo na daljavo?

Učitelji so izdelke učencev na daljavo ocenjevali na različne načine. Najbolj je izstopalo ocenjevanje prek fotografij, sledili so video konferenca, pisno poročilo, ocenjevanje v šoli in video posnetki, razvidno na grafu 7. Največ učiteljev je zapisalo, da ocenjuje v 6., 7. in 8. razredu, kar 31 pa jih sploh ni ocenjevalo, kar lahko razberemo na grafu 8. Če je učitelj ocenjeval izdelek prek fotografij, je moral učenec poslikati izdelek s čim več zornih kotov in čim bolj natančno. Nato je s pomočjo opisnega kriterija učencev izdelek ocenil. Ocenjevanje prek video konference je potekalo s pomočjo kamere. Učenec je svoj izdelek nazorno pokazal na kameri in opravil zagovor izdelka. Pri pisnem poročilu so učenci vključili natančne fotografije izdelka, dokumentacijo (načrte, skice, tehnološki list) in natančen opis postopka izdelave. Vsi postopki, ki so navedeni zgoraj, so ustrezni in primerni za ocenjevanje na daljavo. Učitelji morajo pri tem upoštevati učenčeve razmere (kamera, orodja, pripomočki ...), dati natančna navodila in kriterij ocenjevanja in jih s tem seznaniti pravočasno. Po analizi podatkov je večina učiteljev navedla, da je bil njihov kriterij opisni in podoben kot pri ocenjevanju v šoli. Učenci so bili predhodno seznanjeni s kriteriji ocenjevanja, ti pa so bili tudi prilagojeni delu na daljavo. Na primer: predstavitev izdelka na ZOOM uri, pravočasna oddaja fotografij in zahtevane dokumentacije v spletni učilnici (preglednica 7). Kriterije so učitelji čim bolj podrobno razdelali, kar jim je omogočilo subjektivno in strokovno ocenjevanje (Orel in Jurjevčič, 2020).

RV 5: Kako poteka sodelovanje učiteljev tehnike in tehnologije pri poučevanju na daljavo?

Skoraj vsi učitelji so se z ocenjevanjem znanja na daljavo srečali prvič, zato je bilo ključnega pomena tudi sodelovanje med njimi. Pomembnost tega je izpostavljena tudi v Analizi izobraževanja na daljavo, kjer je poudarek na sodelovanju v strokovnih aktivih in celotnem kolektivu (Rupnik Vec idr., 2020). Kar 95 % anketirancev jih je odgovorilo, da so z učitelji TIT sodelovali, razvidno na grafu 12. Sodelovanje je potekalo na različne načine, kot najpogostejšega so označili Zoom/Teams/Webex, sledili so portali in spletne učilnice, Sio – Slovensko izobraževalno omrežje, Facebook in drugo. Prek Zooma lahko učitelji izvedejo videokonferenčne klice, na portalih in spletnih učilnicah so odprti raznorazni forumi, kjer poteka razprava, nalagajo se lahko učna gradiva, video posnetki, dokumenti in ostalo. Podobno velja za ostale naštetе načine. Sodelovanje posameznih učiteljev TIT z drugimi je

potekalo v različnem številu. Največ učiteljev je označilo, da sodelujejo z 0 do 10 učitelji, najmanj pa z več kot 100 učitelji (graf 11). Najpogostejši predmet izmenjave so bile izkušnje in primeri dobre prakse, ki so po priporočilih za šolsko leto 2021/2022 ključnega pomena za uspešno izvedbo pouka (Flogie idr., 2021). Izpostavljeno je tudi medpredmetno sodelovanje med učitelji, ki so ga anketiranci prav tako nadpovprečno ocenili.

RV 6: Kakšne so kompetence in znanje učencev pri šolanju na daljavo za uspešno nadaljnje izobraževanje?

Delo na daljavo je povzročilo veliko sprememb pri znanju in pri pridobljenih kompetencah učencev. Učitelji so kot najuspešnejšo kompetenco za nadaljnje izobraževanje označili rabo IKT. Uporaba IKT za pouk na daljavo je bila nujna, kar pomeni, da so bili nekateri učenci prisiljeni pridobiti znanje o tem in ga vsakodnevno tudi uporabljati (Krecenbaher Mernik, 2020). Sklepamo, da so učitelji na osnovi tega izbrali to kot najuspešnejše. Kot druga izbrana je sledila iznajdljivost/inovativnost. Učenci so bili v nekaterih situacijah prepuščeni sami sebi, zato so morali samostojno poiskati rešitev. Takšen način dela je zahteval ravno to, zato so učenci to kompetenco vsakodnevno razvijali in krepili. Zanimivo je, da so bile vse ostale kompetence ocenjene podpovprečno, kar je razvidno tudi na grafu 14. Znanje učencev je bilo po oceni učiteljev na zadnjem mestu. Predvidevamo, da so ga kot najslabše ocenili zato, ker so učenci pri izobraževanju na daljavo usvojili manj učnih ciljev, nekateri učenci so imeli težke pogoje, drugi pa so to počeli tudi namerno. Da bodo učenčeve kompetence čim bolj primerljive tudi pri šolanju na daljavo, je pomembno, da učitelji ustvarijo čim boljše učno okolje, ki bo to omogočalo. Gradivo mora biti učencem enako dostopno, kot je pri poučevanju v šoli, razlaga naj bo natančna, ne preobsežna in smiselna. Potrebna sta čim bolj sprotno preverjanje znanja, njihovega dela in razumevanja učne snovi ter temeljita povratna informacija učitelja. Delo naj bo v čim večji meri podobno kot v šoli. To pomeni, da naj se učitelji ne izogibajo praktičnemu delu, ampak naj razvijejo ideje, ki bodo učencem to delo omogočile.

RV 7: Kako učitelji motivirajo učence, ki so slabo odzivni oziroma niso odzivni?

Motivacija je pri izobraževanju zelo pomemben dejavnik, tako pri pouku v šolski učilnici kot pri pouku na daljavo. Učno načelo aktivnosti udeležencev, ki je učitelju v pomoč pri izobraževanju na daljavo, pravi, da je ta lahko dosežena le z motiviranimi učenci (Gerlič, 2000). Vsi učitelji so pri učencih zaznali motivacijo, ne pa veliko (graf 3). Načini za motivacijo učencev, ki motivacije nimajo in so slabo odzivni, so bili različni. Najpogostejši odgovor na vprašanje, kako motivirati učence, ki so slabo odzivni oziroma niso odzivni, je bil, da z učencem opravijo razgovor. Učenci si želijo, da od učitelja dobijo pozitivno spodbudo, kar je pomembno pri pogovoru. Obrazložiti mu moramo, zakaj je pomembno, da pri pouku sodeluje in ga poskusimo čim bolj vključiti v učno uro. Učne ure morajo biti za učence zanimive, popestrimo pa jih lahko še z nagradami in dogovori (Bregar idr., 2020). Zelo pomembno se nam zdi, da v primeru neodzivnosti učenca učitelj ukrepa postopoma. Najprej se poskusi sam pogovoriti z učencem, če je pri tem neuspešen, se lahko obrne na razrednika in poskusi oba. Če še vedno ni odziva, pa v proces vključimo še starše in svetovalno službo. Ena izmed glavnih točk je tudi, da se ugotovi vzrok neodzivnosti. Pri organizaciji dela pomaga tudi učenčev urnik, ki prav tako pomembno spodbuja njegovo motivacijo.

RV 8: Kje učitelji potrebujejo največ podpore za uspešno izvedbo pouka na daljavo in kako ocenjujejo to izkušnjo?

Podporo pri pouku na daljavo poleg učencev potrebujejo tudi učitelji. Ocenili so, da največ podpore potrebujejo pri vključitvi učencev v izobraževalni proces, kar lahko povežemo s slabo odzivnimi ali neodzivnimi učenci in z motiviranjem teh. Zelo nas je presenetilo to, da so v splošnem odgovorili, da potrebujejo podpovprečno pomoč pri vseh sklopih, razvidno na grafu 20. ZRSŠ je pripravil različna gradiva v podporo strokovnim delavcem. Gradiva so razvrščena v tri sklope: usmeritve in priporočila, izobraževalni posnetki, predmeti in področja. Med vsem tem najdemo tudi posnetke, ki predstavijo, kako učence čim bolj vključiti v izobraževalni proces na daljavo, saj naj bi to povzročalo največ težav. Ocena te izkušnje se je med učitelji razlikovala, več učiteljev jo je opredelilo kot slabšo od klasičnega poučevanja (Rupnik Vec idr., 2020).

RV 9: Ali obstaja povezanost med statističnimi spremenljivkami, in če da, kakšna je?

Rezultati so pokazali, da med nekaterimi statističnimi spremenljivkami obstaja pomembna povezanost.

Zanimala nas je povezava osredotočanja na doseganje taksonomskih ciljev s težavnostjo pouka na daljavo po posameznih razredih. Nizka povezanost se je pojavila pri 7. razredu in taksonomskem cilju analiza. To nam pove, da je bila v 7. razredu specifična uporaba taksonomskega cilja analiza, pri ostalih razredih pa se učitelji niso posebej osredotočili na doseganje posameznih taksonomskih ciljev.

Naslednja povezava se je pojavila med oceno pridobljenega znanja in kompetenc učencev pri šolanju na daljavo v primerjavi s kompetencami, ki jih učenci pridobijo s šolanjem v šoli za uspešno nadaljnje izobraževanje in težavnostjo pouka na daljavo po posameznih razredih. Pomembno je izpostaviti, da je bil korelacijski koeficient negativen. Nizka povezanost z znanjem se je pojavila pri vseh treh razredih, kar pomeni, da je ravno znanje tisto, ki je zelo pomembno tako za 6., 7. in 8. razred. Pri 8. razredu se je pojavila povezanost tudi s sposobnostjo praktičnega dela in sposobnostjo koncentracije, obe sta bili nizki. Prav tako je bila sposobnost koncentracije šibko povezana s 6. razredom. Povzamemo lahko, da učenci v 8. razredu boljše dosegajo kompetence in znanje, pridobljeno na daljavo, kot pa učenci v 6. in 7. razredu.

Pri pogostosti uporabe danih metod za podajanje različnih tem po posameznih razredih se je pojavila nizka povezanost pri 6. razredu z demonstracijo. Torej je bila v 6. razredu zaznana specifična raba metode (demonstracija), medtem ko pri 7. in 8. razredu specifične rabe neke metode ni bilo, ampak so bile enako uporabljene vse.

Nizka povezanost med pogostostjo uporabe IKT pri pouku tehnike in tehnologije po posameznih razredih se je pokazala v 8. razredu pri Zoomu. Torej specifične rabe IKT v drugih razredih ni bilo.

Nizka povezanost se je prav tako pokazala pri uporabi načina ocenjevanja in pogostosti uporabe po posameznih razredih pri ustnem ocenjevanju znanja in 8. razredu. V 8. razredu je torej prevladoval specifičen način ocenjevanja znanja, to je ustno ocenjevanje, pri ostalih razredih so bili vsi načini uporabljeni enako pogosto.

Pri spodbujanju učencev pri delu na daljavo po razredih se je pojavila nizka povezanost pri ustnem spodbujanju v 7. in 8. razredu. To pomeni, da so morali učitelji učence 7. in 8. razreda bolj spodbujati ustno.

## Zaključek

Nenadno zaprtje šol je po vsem svetu v vzgoji in izobraževanju povzročilo veliko težav. Poučevanje nekaterih šolskih predmetov je bilo na daljavo težje, poučevanje drugih pa lažje. Ker je pri predmetu TIT veliko ur namenjenih samostojnemu delu s pripomočki, orodji in stroji, je za kakovostno poučevanje tega predmeta treba vložiti veliko truda. V primeru nenadnih situacij, kot je covid-19, je zelo pomembno, da učitelj pozna tudi druge načine poučevanja, kot je poučevanje na daljavo. Tak način poučevanja pa lahko uporabimo tudi v drugačnih situacijah. S tem apeliramo tudi na učence, ki zaradi zdravstvenih ali drugih izrednih razlogov (poškodbe, bolezni ...) v nekem obdobju ne morejo obiskovati šole. Tako lahko brez težav sledijo pouku in se izobražujejo.

S pomočjo tega želimo učiteljem olajšati poučevanje TIT na daljavo. Učitelji, ki so sodelovali v raziskavi, so izkusili, katere metode poučevanja najbolj učinkujejo in so najprimernejše za ta predmet, kakšne izdelke in kako je primerno ocenjevati, kako motivirati slabo odzivne učence in podobno. Predvidevamo, da so bile najučinkovitejše tiste metode in načini poučevanja, ki so bili najpogostejše uporabljeni. Učitelji lahko ob branju dela pridobijo ideje o uporabi IKT, kriterijih ocenjevanja in sodelovanju z drugimi učitelji.

Opisana je tudi spletno dostopna literatura, kjer lahko učitelji najdejo primere gradiva v podporo pri poučevanju na daljavo, ki so ga pripravili svetovalci ZRSŠ, raznorazne forume, kjer so učitelji delili mnenja in gradiva za poučevanje TIT (na primer SiO). Prihodnje raziskave so lahko usmerjene v bolj ciljno preučevanje posamezne starostne sestave učencev in predvsem v poučevanje posameznih sklopov pri TIT. Pomembno in zanimivo bi bilo raziskati tudi vidik učencev učenja TIT na daljavo.

## Literatura in viri

- Bregar, L., Zagmajster, M. in Radovan, M. (2020). E-izobraževanje za digitalno družbo. Andragoški center Slovenije. <https://www.acs.si/digitalna-bralnica/e-izobrazevanje-za-digitalno-druzbo/>
- Brunauer Holcar, A., Grom Zupanc, R. in Logaj, V. (2020). *Izobraževanje na daljavo v posebnih razmerah: Priporočila za ocenjevanje znanja v osnovni šoli*. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. [https://sio.si/wp-content/uploads/2020/04/Priporo%C4%8Dila\\_ocenjevanje-O%C5%A0\\_16042020.pdf](https://sio.si/wp-content/uploads/2020/04/Priporo%C4%8Dila_ocenjevanje-O%C5%A0_16042020.pdf)
- Burns, M. (2011). *Distance Education for Teacher Training: Mods, Models, and Methods*. Education Development Center, inc. <http://idd.edc.org/resources/publications/modes-models-and-methods>
- Centrih, F., Baloh, T., Neuholt Hlastec, B., Bilozero, O., Blasi, A., Vilafranca Molero, J., Coppola, G., Agresta, F., Tozzi, A., Doyle, P., Gordon, D., Ennis, C., Manifold, P., Geiselmann, C., Feuillet, M., Schwieger, T. in Stamouli, A. (2019). *Kombinirano učenje: Praktični nasveti za snovanje učnih ur kot kombinacije učenja v učilnici in na spletu*. Hosang Communications. [https://www.upi.si/uploads/Erasmus+/BLBookV2\\_ID\\_OBJAVA\\_SLO.pdf](https://www.upi.si/uploads/Erasmus+/BLBookV2_ID_OBJAVA_SLO.pdf)
- Code, J., Ralph, R. in Forde, K. (2020). Pandemic designs for the future: perspectives of technology education teachers during COVID-19. *Information and Learning Sciences*, 5/6, 419–431. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0112>

- Dancey, C. in Reidy, J. (2020). *Statistics without Maths for Psychology* (8th ed). Pearson.
- Dewald, N., Scholz-Crane, A., Booth, A. in Levine, C. (2000). Information Literacy at a Distance: Instructional Design Issues. *The Journal of Academic Librarianship*, 26(1), 33–44. [https://doi.org/10.1016/S0099-1333\(99\)00121-4](https://doi.org/10.1016/S0099-1333(99)00121-4)
- Dobnikar Šeruga, R. (2020). *Gradiva v podporo poučevanju na daljavo*. <https://podpora.sio.si/gradiva-v-podporo-poucevanju-na-daljavo/>
- Dolenc, K., Ploj Vrtič, M. in Šorgo, A. (7. 1. 2021). Changes in Online Distance Learning Behaviour of University Students during the Coronavirus Disease 2019 Outbreak, and development of the Model of Forced Distance Online Learning Preferences. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 393–411. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.393>
- Error, A., Pristavec Đogić, M. in Križaj, M. (2021). *Šolanje v času Covid-19: Primerjalni pogled*. Državni zbor Republike Slovenije.
- Fakin, M., Kocijančič, S., Hostnik, I. in Florjančič, F. (2011). *Tehnika in tehnologija – učni načrt*. Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Fišer, G., Gerdej, N. in Boris, V. (2021). *Smernice za uporabo digitalne tehnologije pri predmetu tehnika in tehnologija*. Zavod RS za šolstvo. [https://www.zrss.si/pdf/DTSmernice\\_tehnika\\_in\\_tehnologija.pdf](https://www.zrss.si/pdf/DTSmernice_tehnika_in_tehnologija.pdf)
- Flogie, A., Ivanuš Grmek, M., Krek, M., Kustec, S., Logaj, V. in Truden Dobrin, P. (2021). *Šolsko leto 2021/22 v Republiki Sloveniji v razmerah, povezanih s covidom-19: Modeli in priporočila*. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Nacionalni inštitut za javno zdravje ter Zavod Republike Slovenije za izobraževanje, znanost in šport. [https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Modeli%20in%20priporocila\\_2021\\_22/136/](https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Modeli%20in%20priporocila_2021_22/136/)
- Gerlič, I. (2000). Učna načela učenja na daljavo. V *Zbornik konference MIRK 2000* (str. 135–138). Zavod Mirk in Zavod Republike Slovenije za šolstvo
- Giovannella, C., Passarelli, M. in Persico, D. (2020). The Effects of the Covid-19 Pandemic on Italian Learning Ecosystems: the School Teachers' Perspective at the steady state. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, 264–286. [https://www.researchgate.net/publication/343127257\\_Measuring\\_the\\_effect\\_of\\_the\\_Covid-19\\_pandemic\\_on\\_the\\_Italian\\_Learning\\_Ecosystems\\_at\\_the\\_steady\\_state\\_a\\_school\\_teachers'\\_perspective](https://www.researchgate.net/publication/343127257_Measuring_the_effect_of_the_Covid-19_pandemic_on_the_Italian_Learning_Ecosystems_at_the_steady_state_a_school_teachers'_perspective)
- Huang, R. H., Liu, D. J., Tlili, A., Yang, J. F., Wang, H. H. (2020). *Handbook on Facilitating Flexible Learning During Educational Disruption: The Chinese Experience in Maintaining Undisrupted Learning in COVID-19 Outbreak*. Smart Learning Institute of Beijing Normal University.
- König, J., Jäger-Biela, D. J. in Glutsch, N (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 608–622. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1809650>
- Krecenbaher Mernik, K. (2020) *Poučevanje tehnike in tehnologije na daljavo* [Magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko]. Dkum. <https://dk.um.si/Dokument.php?id=146986>

- Larkin, K. in Jamieson-Proctor, R. (2015). Using Transactional Distance Theory to Redesign an Online Mathematics Education Course for Pre-Service Primary Teachers. *Mathematics Teacher Education & Development*, 17(1), 44–61. <https://search.informit.org/doi/10.3316/aeipt.217951>
- Mascheroni, G., Saeed, M., Valenza, M., Cino, D., Dreesen, T., Zaffaroni, L. G. in Kardefelt-Winther D. (2021). *Learning at a Distance: Children's remote learning experiences in Italy during the COVID-19 pandemic*. UNICEF Office of Research – Innocenti.
- Ministarstvo znanosti in obrazovanja. (2020). *Preporuke o organizaciji radnoga dana učenika tijekom održavanja nastave na daljinu*. Šola za življenje. [https://www.ssv.hr/ieNews/media/2142-Preporuke\\_o\\_organizaciji\\_radnog\\_dana\\_ucenika\\_tijekom\\_odrzavanja\\_nastave\\_na\\_daljinu.pdf](https://www.ssv.hr/ieNews/media/2142-Preporuke_o_organizaciji_radnog_dana_ucenika_tijekom_odrzavanja_nastave_na_daljinu.pdf)
- Moore, M. G. in Diet, W. (2019). *Handbook of Distance Education*. Routledge.
- Odbor za izobraževanje, znanost, šport in mladino. (2020). *Poročilo o izvedbi ukrepov na področju vzgoje in izobraževanja v času epidemije Covid-19*. Ministrstvo za izobraževanja, znanost in šport. <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Okroznice/Porocilo-o-izvedbi-ukrepov-VIZ-v-casu-epidemije-Covid-19.pdf>
- Orel, M. in Jurjevčič, S. (2020). *Mednarodna online konferenca EDUizziv 2020. Delovanje izven okvirjev: učinkovite rešitve poučevanja in vrednotenja znanja na daljavo*. EDUvision. [http://www.eduvision.si/Content/Docs/Zbornik%20prispevkov%20EDUizziv\\_2020.pdf](http://www.eduvision.si/Content/Docs/Zbornik%20prispevkov%20EDUizziv_2020.pdf)
- Razali, N. in Wah, Y. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Liliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2, 21–22. [https://www.researchgate.net/publication/267205556\\_Power\\_Comparisons\\_of\\_Shapiro-Wilk\\_Kolmogorov-Smirnov\\_Lilliefors\\_and\\_Anderson-Darling\\_Tests](https://www.researchgate.net/publication/267205556_Power_Comparisons_of_Shapiro-Wilk_Kolmogorov-Smirnov_Lilliefors_and_Anderson-Darling_Tests)
- Rupnik Vec, T., Preskar, S., Slivar, B., Zupanc Grom, R., Kregar, S., Holcar Brunauer, A., Bevc, V., Mithans, M., Grmek, M. in Musek Lešnik, K. (2020). *Analiza izobraževanja na daljavo v času epidemije covid-19 v Sloveniji*. Zavod RS za šolstvo. <https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/IzobrazevanjeNaDaljavo/>
- Tengler, K., Schrammel, N. in Brandhofer, G. (2020). Lernen trotz Corona. Chancen und Herausforderungen des distance learning an österreichischen Schulen: Chancen und Herausforderungen des Distance Learnings an österreichischen Schulen. *Medienimpulse*, 58(2), 37. <https://doi.org/10.21243/mi-02-20-24>
- Yusupova, G. Y. in Mukhamedieva, F. E. (2020). Methods and Models of Distance Learning. *Journal INX—A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal*, 6(6), 81–87. <https://media.neliti.com/media/publications/336689-methods-and-models-of-distance-learning-b28e2cf7.pdf>
- Zavod Republike Slovenije za šolstvo. (2020). *Izvajanje izobraževanja na daljavo v izrednih razmerah*. [https://www.zrss.si/zrss/wp-content/uploads/2020-03-27-navodila-za-ravnatelje\\_ss\\_26032020.pdf](https://www.zrss.si/zrss/wp-content/uploads/2020-03-27-navodila-za-ravnatelje_ss_26032020.pdf)

## STVARNO KAZALO

| 3                                                                                                                                                                                                               | L                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3D-modeliranje, 84, 85, 92, 101–104, 113–118, 128                                                                                                                                                               | Levenov test, 31, 37, 72, 78, 133, 137, 138, 145, 146, 153, 154                                                                                                                    |
| 3D-skener, 84–100, 105, 111, 113, 116–119                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                    |
| 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem, 84, 90–93, 96, 97, 99, 100, 119                                                                                                                                  | <b>M</b>                                                                                                                                                                           |
| 3D-tiskalnik, 95, 98, 101, 116–119, 156                                                                                                                                                                         | model TAM, 124, 127, 129, 156, 157                                                                                                                                                 |
| 3D-tiskanje, 85, 98, 99, 101–104, 113, 114, 116–118                                                                                                                                                             | <b>O</b>                                                                                                                                                                           |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                        | občutljivost, 26, 31, 33, 45, 71, 133, 180                                                                                                                                         |
| anketni vprašalnik, 129, 133, 139, 147, 160, 178, 180                                                                                                                                                           | odnos do tehnike in tehnologije, 11, 12, 14, 16, 23, 26–30, 38–41, 44, 45, 81                                                                                                      |
| aritmetična sredina, 31–33, 35, 73–76, 138, 146, 154, <i>Glejte</i> povprečna vrednost                                                                                                                          | osnovna šola (OŠ), 11, 14, 17, 24–26, 28, 31, 36, 38, 42–45, 50, 52, 66, 67, 69–71, 73, 78, 84, 87, 90, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 111–119, 126, 128, 133, 145, 156, 158, 167, 169 |
| <b>C</b>                                                                                                                                                                                                        | osnovnošolsko tehniško izobraževanje, 12, 51, 84, 99, 101, 102                                                                                                                     |
| Cohen d, 11, 31, 36–38, 40, 43, 44, 72, 78                                                                                                                                                                      | <b>P</b>                                                                                                                                                                           |
| covid-19, 163–165, 169, 178, 194, 198                                                                                                                                                                           | pandemija covida-19, 164, <i>Glejte</i> covid-19                                                                                                                                   |
| Cronbach $\alpha$ , 31, 33, 70–72                                                                                                                                                                               | postavka (TPO), 27, 29, 30–36, 42, 44, 50, 70, 71, 133, 137, 145, 153                                                                                                              |
| <b>I</b>                                                                                                                                                                                                        | poučevanje na daljavo, 128, 163, 167, 169, 174, 176, 178, 194–196, 198                                                                                                             |
| informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), 41, 42, 50, 51, 53–57, 59–61, 63, 67–71, 73–75, 77–81, 124–126, 128–131, 133, 134, 139, 140, 147, 155–160, 163, 176, 178, 180, 181, 186, 187, 192–194, 196, 198 | pouk na daljavo, 128, 187–192, 196, 197                                                                                                                                            |
| inovacija, 13, 15, 16, 18, 21, 56–58, 125, 126, 129, 156                                                                                                                                                        | povprečna vrednost, 31, 39, 40, 72, 75, 77, 79, 133, 134, 136, 137, 139, 142–145, 147, 149–153, 180, 194                                                                           |
| izobraževanje na daljavo, 160, 165–167, 169, 170, 173, 174, 176, 196, 197, <i>Glejte</i> šolanje na daljavo, <i>Glejte</i> učenje na daljavo, <i>Glejte</i> poučevanje na daljavo                               | pristop, 15, 16, 26, 28, 42, 53, 55, 59–61, 66, 69, 80, 100, 124, 125, 129, 130, 156, 169, 178                                                                                     |
| <b>K</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>S</b>                                                                                                                                                                           |
| korelacija, 11, 21, 25, 26, 33, 40–42, 44, 71, 180, 190–193, 197, <i>Glejte</i> korelacijska analiza                                                                                                            | samoregulacija, 45, 65, 66, 187                                                                                                                                                    |
| korelacijska analiza, 180, 190                                                                                                                                                                                  | samoučinkovitost, 128, 129, 131, 134, 136, 138, 140, 144, 146, 148, 152, 154, 158                                                                                                  |
| kritično mišljenje, 51–54, 57, 59, 61, 63–66, 68, 69, 80, 98, 172                                                                                                                                               | spretnosti, 13, 15–18, 20, 21, 27, 45, 53–56, 59, 62, 63, 103, 174, 176, 177                                                                                                       |
| kritično razmišljanje in odločanje, 11, 12, 19, 21, 22, 26, 27, 29, 31–33, 35–38, 40, 42–45, 50, 61, 63, 67–69, 71, 73–81                                                                                       | srednja vrednost, 39, 40, 133–136, 139, 140, 142, 147–150, 159, 163, 182                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                 | standardni odklon, 31, 35, 72–75, 77, 136, 143, 144, 151, 152, 181, 189                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                 | strategija, 23, 53, 54, 59, 63, 66, 68, 116, 117                                                                                                                                   |

## Š

šolanje na daljavo, 163, 178, 186, 187, 191, 192, 194, 196, 197, *Glejte* poučevanje na daljavo, *Glejte* izobraževanje na daljavo, *Glejte* pouk na daljavo, *Glejte* učenje na daljavo

## T

tehnika in tehnologija (TIT), 13, 14, 17, 18, 24–31, 39, 40, 42–46, 50, 51, 67, 69, 70, 74, 75, 78–80, 87, 99–102, 104, 117, 118, 124, 128, 130, 156, 157, 160, 163, 164, 170, 173, 174, 178, 180, 192–195, 198, *Glejte* odnos do tehnike in tehnologije  
tehniške zmožnosti, 74, *Glejte* tehnološke zmožnosti  
tehniško izobraževanje (TI), 13, 14, 16–18, 23–27, 43, 45, 46, 50, 67, 84, 104, 112, 119, 124, 176, *Glejte* osnovnošolsko tehniško izobraževanje  
tehniško znanje, 15, 22, 26, 41, *Glejte* tehnološko znanje  
tehnologije 3D-skeniranja, 84, 87, 90–92, 95, 96, *Glejte* 3D-skeniranje s strukturiranim osvetljevanjem  
tehnološka pismenost (TP), 11–33, 35–38, 40–46, 50–54, 61–63, 66, 67, 69–81  
tehnološke zmožnosti, 12, 14, 18, 21, 52, 74, 75, *Glejte* tehniške zmožnosti  
tehnološko znanje, 11, 12, 14, 20, 22, 25, 41, 67, 73, *Glejte* tehniško znanje

test, 11, 25, 29–31, 33, 45, 69–76, 78–80, 133, 146, 147, 154, 155, 170, 172, 190–193, *Glejte* t-test, *Glejte* Levenov test  
t-test, 11, 31, 36–38, 43, 44, 72, 75, 78, 133, 137–139, 146, 154

## U

učenje na daljavo, 166, 176, 177  
učitelji tehnike in tehnologije, 18, 50, 66, 67, 87, 96, 98, 101, 119, 124, 128–130, 133, 139, 140, 142, 143, 145–147, 157–160, 163, 178, 180, 183–185, 193, 196  
ustvarjalnost, 13, 17, 68, 69, 126, 173, 187, 192

## V

veljavnost, 11, 23, 25–31, 33, 35, 42, 66, 71, 126  
veščine, 11, 18, 21, 27, 50, 54, 58, 59, 64–66, 68, 69, 80, 98, 166, 172, 174

vidik učiteljev, 164  
vprašalnik, 11, 25, 29–31, 38, 45, 124, 129–131, 133–136, 140–143, 148–151, *Glejte* anketni vprašalnik

## Z

zanesljivost, 23, 25, 26, 29–31, 33, 35, 42, 60, 70–72, 126, 133, 180

