



Razvijanje veščin 21. stoletja

Generacije za kakovostno inovativnost,
odpornost, vodenje in trajnostnost

urednik Stanislav Avsec



UNIVERZA
V LJUBLJANI

PEF

Pedagoška
fakulteta

Razvijanje veščin 21. stoletja

**Generacije za kakovostno
inovativnost, odpornost,
vodenje in trajnostnost**

Urednik

Stanislav Avsec

Ljubljana, 2023

**Razvijanje veščin 21. stoletja
Generacije za kakovostno inovativnost,
odpornost, vodenje in trajnostnost**

<i>Urednik</i>	izr. prof. dr. Stanislav Avsec
<i>Recenzenta</i>	prof. ddr. Boris Aberšek, izr. prof. dr. Andrej Flogie
<i>Slovenski jezikovni pregled</i>	Aleksandra Repe
<i>Tehnična urednica</i>	Brina Kurent
<i>Izdala in založila</i>	Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani
<i>Za izdajatelja</i>	prof. dr. Janez Vogrinc, dekan
<i>Oblikovanje naslovnice</i>	Brina Kurent s pomočjo umetne inteligence
<i>Dosegljivo na (URL)</i>	http://pefprints.pef.uni-lj.si/

© Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani 2023

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

COBISS.SI-ID 191212291

ISBN 978-961-253-327-4 (PDF)

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

Znanstvena monografija, pripravljena v okviru ARIS projekta »Razvijanje veščin 21. stoletja za trajnostni razvoj in kvalitetno izobraževanje v času hitrih tehnološko pogojenih sprememb gospodarskega, socialnega in naravnega okolja«, z evidenčno številko J5-4573, je rezultat znanstvenoraziskovalne dejavnosti projektne skupine, ki jo (so)financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije.

Avtorji prispevkov po abecednem redu

Avsec Stanislav

Devetak Iztok

Dobravec Katarina

Ferk Savec Vesna

Kogoj Monika

Krašna Meta

Krivograd Videršnik Julija

Kurent Brina

Kuzman Boštjan

Košak Babuder Milena

Manfreda Kolar Vida

Mlinarec Katarina

Pavlin Jerneja

Ribič Luka

Rožman Hana

Rugelj Jože

Rupnik Denis

Stergar Jelka

Torkar Gregor

Zotler Polona

Predgovor

V hitro razvijajočem se okolju 21. stoletja razvoj celovitega nabora spretnosti presega tradicionalne akademske dosežke in postaja temelj za osebni in poklicni uspeh. V času, ki ga zaznamujeta tehnološki napredek in globalna medsebojna povezanost, je zelo pomembno spodbujati spretnosti učenja in inovacij, digitalno pismenost ter življenjske in poklicne spretnosti. Te kompetence, ki vključujejo kritično mišljenje, ustvarjalnost, komunikacijo, sodelovanje in digitalno spretnost, omogočajo posameznikom, da uspevajo v dinamičnem, informacijsko bogatem svetu.

Izziv pa je v tem, kako te veščine nemoteno vključiti v učne načrte in programe strokovnega razvoja. Potreben je premik paradigme od običajnega rutinskega učenja k bolj zanimivemu, praktičnemu in tehnološko podprtemu pristopu. Razvoj spretnosti 21. stoletja ni le izobraževalna, temveč tudi družbena nujnost, saj zagotavlja, da bo naslednja generacija dobro opremljena za reševanje zapletenih problemov, inovacije in vodenje v nenehno spreminjajočem se globalnem okolju. Zato morajo izobraževalci, oblikovalci politik in vodilni v industriji sodelovati pri ustvarjanju okolja, ki bo spodbujalo te bistvene spretnosti in posameznike pripravilo ne le na uspeh, temveč tudi na odličnost v 21. stoletju.

Monografija *Razvijanje veščin 21. stoletja – Generacije za kakovostno inovativnost, odpornost, vodenje in trajnostnost* naslavlja številne izzive in podaja celovito sliko stanja in aktualnih potreb celotne vertikale izobraževanja za konkurenčno, kakovostno in inovativno modeliranje pedagoške spremembe.

Avtorji Gregor Torkar, Hana Rožman in Jelka Strgar se na osnovi študije, izvedene na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani, osredotočajo na analizo vključenosti ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte študijskih programov izobraževanja učiteljev skozi kvalitativno analizo in polstrukturirane intervjuje s profesorji. Ugotovitve razkrivajo, da so učni načrti pretežno osredotočeni na cilj št. 4 – kakovost izobraževanja, medtem ko drugi cilji trajnostnega razvoja niso enakomerno zastopani ali so celo odsotni. Ta trend je še posebej izrazit v obveznih predmetih, kjer je vključevanje trajnostnega razvoja omejeno, medtem ko izbirni predmeti nudijo večjo raznolikost vsebin. Pomanjkanje celovite integracije trajnostnega razvoja v študijske programe kaže na potrebo po strateškem pristopu, ki bi zagotovil sistematično vključevanje širšega nabora ciljev trajnostnega razvoja. Profesorji poudarjajo pomen skupnih prizadevanj, podpore fakultete in razvoja pedagoških praks, ki bi prihodnjim učiteljem omogočili boljše razumeti in poučevati o globalnih izzivih, s tem pa prispevati k trajnostnemu razvoju in izobraževanju za prihodnje generacije.

Članek Jožeta Ruglja z naslovom "Nove perspektive na področju kakovosti izobraževanja z uporabo digitalnih tehnologij" raziskuje vpliv digitalnih tehnologij na izobraževalni proces in ugotavlja, da kljub povečanim vlaganjem v digitalne tehnologije v izobraževanju, kakovost poučevanja ni nujno izboljšana. Poudarja, da so digitalne pedagoške kompetence učiteljev ključne za uspešno integracijo IKT v učne procese, kar pa v Sloveniji predstavlja izziv. Ugotovitve Evropske komisije kažejo, da je za uspešno integracijo digitalnih tehnologij v izobraževanje potrebno neprestano strokovno izpopolnjevanje učiteljev. Prispevek opozarja, da je učinkovita uporaba digitalnih tehnologij v izobraževanju možna le, če se učitelji zavedajo svojih pedagoških prepričanj in jih uskladijo z digitalnimi orodji in viri, ter da je za uspešno integracijo IKT nujno vključevanje digitalnih kompetenc v procese izobraževanja učiteljev. Poleg tega izpostavlja, da je preoblikovanje pedagoških pristopov ključno za aktivno in

smiselno uporabo digitalnih tehnologij, kar vodi do poglobljenega učenja, kjer učeči postanejo aktivni soustvarjalci znanja.

Članek Jerneje Pavlin "Pogledi prihodnjih učiteljev fizike na vključevanje sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk" raziskuje percepcijo bodočih učiteljev fizike o vključevanju sodobnih znanstvenih tem v izobraževalni proces. Študija se osredotoča na pomen razvijanja veščin in kakovostnega izobraževanja v kontekstu hitrih znanstvenih sprememb. Predstavljen je primer raziskave med študenti dvopredmetne fizike, ki so bili pred in po izpostavljenosti učnim modulom o tekočih kristalih in hidrogelih vprašani o svojem znanju in mnenju glede sodobnih fizikalnih odkritij. Rezultati kažejo, da so študenti ob začetku študije menili, da nimajo zadostnega znanja za učinkovito vključevanje sodobnih znanstvenih spoznanj v poučevanje, čeprav so po udeležbi na učnih modulih pokazali večje zanimanje in motivacijo za takšno poučevanje. Poudarjena je bila tudi potreba po nenehnem izobraževanju in prilagajanju učnih načrtov, da bi prihodnji učitelji lahko svojim učencem ponudili relevantne in aktualne vsebine, ki spodbujajo kritično mišljenje, problematiko reševanje in interdisciplinarno povezovanje znanj.

Članek "Vloga metakognicije in digitalizacije v procesu izgradnje matematičnega znanja", avtorjev Vide Manfrede Kolar in Boštjana Kuzmana, se ukvarja z razumevanjem zahtevnejših matematičnih konceptov pri študentih. Avtorji izpostavljajo dva pristopa za izboljšanje razumevanja matematičnega jezika: vključevanje matematičnega dialoga v poučevanje, ki spodbuja ozaveščanje lastnih miselnih procesov, in uporabo digitalnih orodij, ki olajšajo vizualizacijo abstraktnih matematičnih konceptov. Empirični del raziskave, ki kombinira kvalitativne in kvantitativne metode, se osredotoča na študente, ki so izvajali matematične dialoge in ustvarjali digitalne aplete za vizualizacijo limit funkcij. Rezultati potrjujejo, da oba pristopa pomembno prispevata h kakovostnejšemu učenju in poučevanju matematike. Raziskava podčrta pomen metakognicije in digitalizacije pri razvoju matematičnega razumevanja in predlaga njuno uporabo v izobraževalnem procesu.

Članek "Kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb z zeleno kemijo: Sistematičen pregled literature ob uporabi PRISMA", avtorjev Vesne Ferk Savec in Katarine Mlinarec, se osredotoča na vlogo zelene kemije v izobraževanju za trajnostni razvoj. Temelji na Agendi 2030, ki izpostavlja pomembnost vzgoje in izobraževanja za doseganje ciljev trajnostnega razvoja. Avtorici predstavljata Okvir kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb, ki vključuje ključne kompetence, kot so systemskega razmišljanja, razmišljanja o prihodnosti, vrednot, strateškega razmišljanja ter implementacijske, interpersonalne, intrapersonalne in integracijske kompetence. Namen članka je preučiti relevantno literaturo in ugotoviti, katero stopnjo izobraževanja najpogosteje obravnava ter katere ključne kompetence so najbolj izpostavljene. Sistematični pregled, izveden z uporabo pristopa PRISMA, je vključeval 65 člankov, ki so pokazali, da je največ poudarka na razvoju systemskega razmišljanja, implementacijske kompetence in strateškega razmišljanja, medtem ko so kompetence razmišljanja o vrednotah in intrapersonalne kompetence manj obravnavane. Rezultati kažejo potrebo po večji osredotočenosti na srednješolsko in osnovnošolsko izobraževanje ter na izobraževanje prihodnjih in aktivnih učiteljev za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo.

Članek "Poznavanje osnovnih pojmov kemije okolja kot osnova razvoja kompetenc ravnanja v skladu s cilji trajnostnega razvoja" avtorjev Iztoka Devetaka in Luke Ribiča se osredotoča na pomembnost razumevanja kemije okolja v kontekstu trajnostnega razvoja. Raziskava, ki je

zajela 2509 štirinajstletnikov, preučuje njihovo razumevanje osnovnih pojmov okoljske kemije skozi analizo učnega načrta in njihov individualni interes za tematiko. Ugotovitve kažejo, da je razumevanje izbranih pojmov kemije okolja pri osnovnošolcih približno ustrezno, najmanj pa je razumevanje bio in geokemičnega kroženja snovi. Rezultati prav tako razkrivajo, da ima individualni interes učencev za učenje teh vsebin povprečno vrednost, z opaznimi razlikami v znanju in zanimanju. Raziskava poudarja potrebo po krepitvi izobraževanja pojmov kemije okolja za spodbujanje boljšega odnosa do okolja in prispevanja k trajnostnemu razvoju.

Članek "Karierno odločanje in zanimanje gimnazijcev za študij inženirstva in tehnike" avtorjev Mete Krašne in Stanislava Avsca se osredotoča na raziskovanje zanimanja srednješolcev za študij inženirstva in tehnike v Sloveniji, kar predstavlja relativno neraziskano področje, kljub vedno večjemu povpraševanju po teh poklicih. Avtorja preučujeta slovenski šolski sistem, področje samoučinkovitosti in razne teorije, ki vplivajo na razvoj posameznika, z namenom ugotoviti, kako motivirati in pripraviti gimnazijce na študij in kariere v tehničnih in inženirskih poklicih. Uporabljena metodologija vključuje kvalitativno-kvantitativni pristop z uporabo anketnih vprašalnikov. Raziskava ugotavlja, da se za inženirske poklice zanima le manjši delež vprašanih, pri čemer ni bistvenih razlik med spoloma. Avtorja zaključujeta, da so za izboljšanje zanimanja za inženirstvo in tehniko potrebna skupna prizadevanja v izobraževalnem sistemu, promocije teh poklicev ter spodbude, kot so štipendije in projektne naloge, ki bi povečale samoučinkovitost in motivacijo med dijaki.

Članek "Razumevanje in odnos učencev osnovne šole do tehnike in tehnologije" avtorjev Julije Krivograd Videršnik in Stanislava Avsca preučuje, kako osnovnošolci razumejo in se odzivajo na tehnologijo. Raziskava, ki je vključevala učence od 6. do 9. razreda iz različnih slovenskih osnovnih šol, je raziskovala njihovo razumevanje tehnologije ter njihov odnos do nje skozi več kategorij, vključno s tehnologijo kot predmet, znanje, dejavnost, željo, zgodovino, vlogo v družbi, odnos med znanostjo in tehnologijo ter tehnologijo kot "dvorezen meč". Rezultati so pokazali, da imajo učenci nadpovprečno razumevanje narave tehnologije brez statistično pomembnih razlik med spoloma, čeprav so se pojavile razlike med različnimi starostnimi skupinami. Poleg tega je bilo ugotovljeno, da boljše razumevanje tehnologije statistično pomembno prispeva k zavedanju o posledicah tehnologije. Raziskava je tudi potrdila vpliv širšega okolja na razvijanje odnosa učencev do tehnologije, pri čemer je izpostavljeno zanimanje za tehnične in inženirske poklice.

Članek "Ponovna raba materialov pri pouku tehnike in tehnologije" Monike Kogoja in Stanislava Avsca obravnava izobraževanje za trajnostni razvoj, poudarjajoč pomembnost vzdržnega okolja in razvijanje odnosa do ciljev trajnostnega razvoja že v osnovni šoli. Osredotoča se na ponovno rabo materialov med poukom tehnike in tehnologije, raziskuje pa tudi namero učencev do ponovne rabe materialov tako med poukom kot v vsakdanjem življenju. Študija želi ugotoviti, kaj učence motivira za ponovno uporabo materialov in kaj jih od tega odvrača, saj je ob veliki količini zavrženih odpadkov pomembno, kako z njimi ravnamo. Raziskava uporablja anketni vprašalnik, ciljna skupina pa so učenci zadnjih štirih razredov osnovne šole, s ciljem spodbujanja razmišljanja o okoljski problematiki odpadkov in motiviranju za ponovno uporabo materialov.

V članku "Oblikovanje in ovrednotenje učnega modela za zvišanje ravni tehnološke pismenosti učencev 8. razreda osnovne šole" avtorjev Denisa Rupnika in Stanislava Avsca je predstavljena raziskava, ki obravnava pomen tehnološke pismenosti v osnovnošolskem izobraževanju. Ugotovitve kažejo, da višja raven tehnološke pismenosti bistveno vpliva na

nadaljnje izobraževanje v tehniških in inženirskih disciplinah ter na uspešno soočanje s tehnološkimi spremembami. Raziskava temelji na hipotezi, da taksonomsko diferencirano problemsko ponavljanje učnih vsebin pozitivno vpliva na tehnološko pismenost. Uporabljen dvonivojski model je pokazal izboljšanje znanj, veščin in sposobnosti v dimenzijah tehnološke pismenosti. Študija poudarja potrebo po interdisciplinarnem pristopu k izobraževanju in razvijanju tehnološke pismenosti ter predlaga nov učni model za izboljšanje te pismenosti med osnovnošolci, kar bi pripomoglo k boljši pripravljenosti mladih na tehnološke izzive prihodnosti.

Prispevek Katarine Dobravec, Milene Košak Babuder in Stanislava Avsca z naslovom "Vključevanje izbranih skupin učencev s posebnimi potrebami v pouk tehnike in tehnologije v redno osnovno šolo" obravnava izzive in strategije za učinkovito integracijo učencev s posebnimi potrebami (PP) v pouk tehnike in tehnologije (TIT) v osnovnih šolah. Cilj dela je raziskati pripravljenost slovenskega izobraževalnega sistema na inkluzijo, kompetence učiteljev TIT za delo z učenci s PP ter znanje, ki ga bodoči učitelji TIT pridobijo med študijem. Preučene so bile prilagoditve oblik in metod dela, vrednotenje dosežkov ter motivacija učencev s PP za učno delo pri pouku TIT, s pomočjo namensko oblikovanega vprašalnika. Empirični del raziskave, ki uporablja kvantitativno-kvalitativni pristop, je zajemal učitelje TIT, bodoče učitelje TIT in starše učencev s PP in brez PP. Rezultati so pokazali razlike v ocenah primernosti načinov in oblik ocenjevanja med bodočimi učitelji, učitelji in starši, ter razkrili specifična znanja, veščine in kompetence, potrebne za uspešno inkluzivno izobraževanje v pouku TIT. Delo prispeva k razumevanju in izboljšanju inkluzivnega izobraževanja v Sloveniji, s poudarkom na tehniki in tehnologiji, ter nudi izhodišče za nadaljnje raziskave in izboljšave učnih načrtov.

Članek "Snovalsko razmišljanje pri vzgojiteljih in strokovnih delavcih v vrtcu" avtorjev Polone Zotler, Brine Kurent in Stanislava Avsca raziskuje uporabo snovalskega razmišljanja med vzgojitelji in strokovnimi delavci v vrtcih. Snovalsko razmišljanje, proces reševanja problemov, ki upošteva uporabnikove želje, se v izobraževanju uporablja za razvijanje ustvarjalnosti in ne le za osredotočanje na končni izdelek. Raziskava temelji na anketnem vprašalniku, kjer udeleženci ocenjujejo pomembnost različnih faz snovalskega procesa, kot so empatija, prototipiranje in testiranje. Ugotovitve razkrivajo, da vzgojitelji dajejo velik pomen fazi empatije, medtem ko prototipiranje med svoje dejavnosti vključujejo najmanj. Raziskava poudarja neskladje med pomembnostjo, ki jo vzgojitelji pripisujejo posameznim fazam snovalskega procesa, in njihovo dejansko uporabo v praksi. Ta študija prispeva k razumevanju, kako vzgojitelji in strokovni delavci v vrtcu vrednotijo in uporabljajo snovalsko razmišljanje, s čimer se odpirajo nove možnosti za izboljšanje pedagoških praks v predšolskem izobraževanju.

Razvoj veščin 21. stoletja v izobraževalnem kontekstu je ključen za pripravo mladih na izzive in priložnosti sodobnega sveta. Digitalizacija, trajnostni razvoj, snovalsko in sistemsko razmišljanje, tehnološka pismenost in vključevanje vseh učečih, vključno s tistimi s posebnimi potrebami, so postali osrednji stebri sodobnega izobraževanja. Poudarek je na kritičnem mišljenju, kreativnosti, sodelovanju, komunikaciji, digitalni pismenosti ter socialni in kulturni ozaveščenosti. Inkluzivnost, prilagoditve in inovativni pristopi k poučevanju poudarjajo potrebo po razvoju pedagoških praks, ki učečim ne le prenašajo znanje, ampak jih tudi opolnomočijo za aktivno in odgovorno udeležbo v družbi.

Za uspešno integracijo veščin 21. stoletja v izobraževalne programe je nujno tesno sodelovanje med izobraževalnimi ustanovami, učitelji, starši in širšo skupnostjo. Pomembno je, da izobraževalni sistemi nenehno reflektirajo in se prilagajajo spreminjajočim se potrebam

Razvijanje veščin 21. stoletja

družbe, s tem pa tudi podpirajo trajnostni razvoj in spodbujajo inovativnost ter kreativnost pri učečih.

V procesu izobraževanja je treba stremeti k razvoju vsestransko usposobljenih posameznikov, ki ne bodo le uspešni v svojih profesionalnih karierah, ampak bodo tudi odgovorni državljani, zmožni kritičnega razmišljanja in prispevanja k reševanju globalnih izzivov. Razvoj veščin 21. stoletja je tako temeljna naloga sodobnega izobraževanja, ki zahteva celovit in multidisciplinaren pristop k učenju in poučevanju.

Stanislav Avsec, urednik

VSEBINA

IZOBRAŽEVANJE UČITELJEV ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

TEACHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Gregor Torkar, Hana Rožman in Jelka Strgar

13

NOVE PERSPEKTIVE NA PODROČJU KAKOVOSTI IZOBRAŽEVANJA Z UPORABO DIGITALNIH TEHNOLOGIJ

NEW PERSPECTIVES ON THE QUALITY OF EDUCATION USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Jože Rugej

28

POGLEDI PRIHODNIH UČITELJEV FIZIKE NA VKLJUČEVANJE SODOBNIH ZNANSTVENIH SPOZNAJ V POUK

THE VIEWS OF FUTURE PHYSICS TEACHERS ON THE IMPLEMENTATION OF CONTEMPORARY PHYSICS TOPICS IN THE CLASSROOM

Jerneja Pavlin

47

VLOGA METAKOGNICIJE IN DIGITALIZACIJE V PROCESU IZGRADNJE MATEMATIČNEGA ZNANJA

THE ROLE OF METACOGNITION AND DIGITALIZATION IN THE PROCESS OF CONSTRUCTING MATHEMATICAL KNOWLEDGE

Vida Manfreda Kolar in Boštjan Kuzman

63

KOMPETENCE ZA POSPEŠEVANJE TRAJNOSTNIH PREOBRAZB Z ZELENO KEMIJO: SISTEMATIČEN PREGLED LITERATURE OB UPORABI PRISMA

COMPETENCIES FOR ADVANCING TRANSFORMATIONS TOWARDS SUSTAINABILITY THROUGH GREEN CHEMISTRY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW USING PRISMA

Vesna Ferk Savec in Katarina Mlinarec

83

POZNAVANJE OSNOVNIH POJMOV KEMIJE OKOLJA KOT OSNOVA RAZVOJA KOMPETENC RAVNANJA V SKLADU S CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

UNDERSTANDING THE BASIC CONCEPTS OF ENVIRONMENTAL CHEMISTRY AS THE FOUNDATION FOR DEVELOPING COMPETENCIES IN ALIGNMENT WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Iztok Devetak in Luka Ribič

116

KARIERNO ODLOČANJE IN ZANIMANJE GIMNAZIJCEV ZA ŠTUDIJ INŽENIRSTVA IN TEHNIKE

CAREER DECISION MAKING AND UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS' INTEREST IN STUDYING ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Meta Krašna in Stanislav Avsec

143

**RAZUMEVANJE IN ODNOS UČENCEV OSNOVNE ŠOLE DO TEHNIKE IN
TEHNOLOGIJE**

UNDERSTANDING AND ATTITUDES OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS TOWARDS
ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Julija Krivograd Videršnik in Stanislav Avsec

178

PONOVA RABA MATERIALOV PRI POUKU TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE

RE-USE OF MATERIALS IN TECHNOLOGY AND ENGINEERING LESSONS

Kogoj Monika in Stanislav Avsec

211

**OBLIKOVANJE IN OVREDNOTENJE UČNEGA MODELA ZA ZVIŠANJE RAVNI
TEHNOLOŠKE PISMENOSTI UČENCEV 8. RAZREDA OSNOVNE ŠOLE**

DESIGNING AND EVALUATING AN INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE EIGHTH-GRADE
PUPILS' TECHNOLOGICAL LITERACY

Denis Rupnik in Stanislav Avsec

233

**VKLJUČEVANJE IZBRANIH SKUPIN UČENCEV S POSEBNIMI POTREBAMI V POUK
TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE V REDNO OSNOVNO ŠOLO**

INCLUSION OF SELECTED GROUPS OF PUPILS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS IN
TECHNOLOGY LESSONS IN REGULAR PRIMARY SCHOOL

Katarina Dobravec, Milena Košak Babuder in Stanislav Avsec

264

**SNOVALSKO RAZMIŠLJANJE PRI VZGOJITELJIH IN STROKOVNIH DELAVCIH V
VRTCU**

DESIGN THINKING IN PRESCHOOL TEACHERS AND PRESCHOOL PRACTITIONERS

Polona Zotler, Brina Kurent in Stanislav Avsec

300

IZOBRAŽEVANJE UČITELJEV ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

TEACHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Gregor Torkar¹, Hana Rožman¹, Jelka Strgar^{1,2}

¹Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

²Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Povzetek

Študija predstavlja analizo zastopanosti ciljev trajnostnega razvoja v učnih načrtih treh študijskih programov izobraževanja učiteljev (Razredni pouk, Dvopredmetni učitelj, Specialna in rehabilitacijska pedagogika) na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Analizi so sledili polstrukturirani intervjuji z namensko izbranimi profesorji, ki poučujejo na navedenih študijskih programih. Za analizo je bil izdelan in uporabljen seznam ključnih besed, ki predstavljajo 17 ciljev trajnostnega razvoja. Rezultati kažejo, da se učni načrti osredotočajo predvsem na cilj trajnostnega razvoja 4 – Kakovost izobraževanja, manj ali nič pa na ostale cilje. Njihova večja zastopanost v izbirnih predmetih kaže na pomanjkanje sistemske obravnave in obrobnost tematik trajnostnega razvoja v študijskih programih izobraževanja učiteljev. Intervjuvani profesorji poudarjajo nujnost in koristnost vključevanja obsežnejšega nabora ciljev trajnostnega razvoja v študijske programe. Pot naprej zahteva bolj strateško načrtovanje, skupna prizadevanja in podporo vseh članov fakultete. Ta pristop bo zagotovil, da bodo prihodnje generacije bolje opremljene s kompetencami, ki so potrebne za spopadanje z globalnimi izzivi.

Ključne besede: cilji trajnostnega razvoja, izobraževanje učiteljev, učni načrti.

Abstract

The study presents an analysis of Sustainable Development Goals in the curricula of three teacher education programmes (Primary education, Two-subject teacher, Special and rehabilitation education) at the Faculty of Education of the University of Ljubljana. The analysis was followed by semi-structured interviews with specifically selected professors teaching in the above-mentioned programmes. A list of keywords representing the 17 Sustainable Development Goals was developed and used for the analysis. The results show that the curricula mainly focus on SDG 4 - Quality Education - and give less or no consideration to the other SDGs. Their greater representation in elective subjects indicates the lack of systematic implementation and marginalisation of sustainable development topics in teacher education programmes. The interviewees emphasise the necessity and usefulness of integrating a broader range of SDGs into curricula. Getting there will require more strategic planning, collaborative efforts and the support of all faculty members. This approach will ensure that future generations are better equipped with the competences they need to tackle global challenges.

Key words: sustainable development goals, teacher education, curriculum.

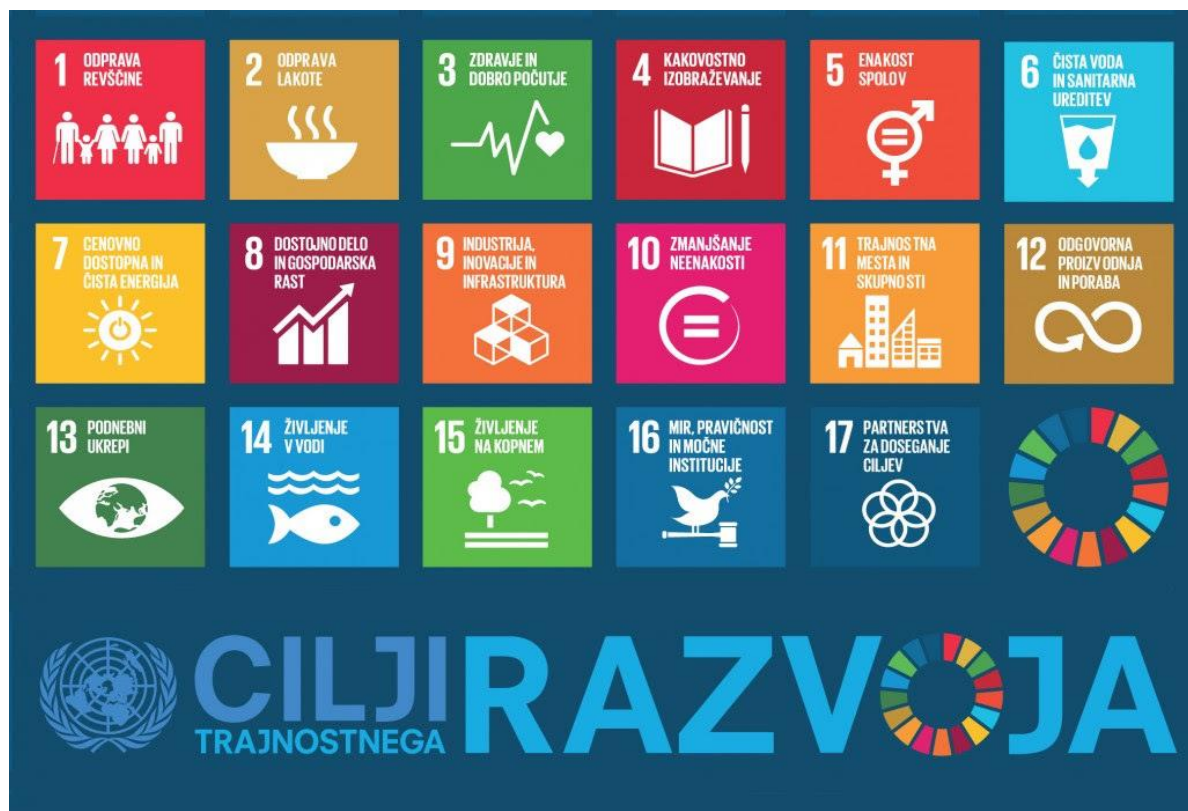
Uvod

V prispevku predstavljamo ključne izsledke raziskav (Khalifatulloh Fiel'ardh idr., 2023; Rožman idr., 2023), izvedenih v okviru ARRS bilateralnega projekta Japonska–Slovenija z naslovom "Razvoj kazalnikov za celovit institucionalni pristop pri izobraževanju učiteljev za vzgojo in izobraževanje za trajnostni razvoj: na poti k doseganju ciljev trajnostnega razvoja (BI-JP/21-23-003)«. Namen prispevka je predvsem oblikovati nekatere smernice za celovitejšo integracijo ciljev trajnostnega razvoja v študijske programe izobraževanja učiteljev, ki jih predstavimo v zaključku.

Cilji trajnostnega razvoja

Pojem trajnostni razvoj je bil prvič omenjen v začetku sedemdesetih let v poročilu Meje rasti, ki ga je Rimski klub objavil leta 1972 (Meadows idr., 1972). Svetovna komisija Združenih narodov za okolje in razvoj [World Commission on Environment and Development, WCED] je leta 1987 izdala svoje poročilo Naša skupna prihodnost [Our Common Future], kjer je trajnostni razvoj definiran kot razvoj, ki zadovoljuje potrebe sedanjega človeškega rodu, ne da bi ogrozili možnosti prihodnjih rodov pri zadovoljevanju njihovih potreb (WCED, 1987). Trajnostni razvoj je težnja, da bi dosegli uravnoteženje ciljev človeškega razvoja z ohranjanjem naravnih sistemov, ki zagotavljajo vire in ekosistemske storitve, od katerih sta odvisna družba in gospodarstvo (WCED, 1987; MEA, 2005). Za doseg tega cilja so Združeni narodi na konferenci o trajnostnem razvoju (Rio+20) sprejeli 17 ciljev trajnostnega razvoja do leta 2030 (ZN, 2015). Ti so bili prvič predstavljeni v Agendi 2030, ki jo je septembra 2015 sprejela Organizacija združenih narodov. V sedemnajstih ciljih trajnostnega razvoja so zajeti odločilni cilji za napredek človeštva in ohranitev okolja: ljudje, planet, blaginja, mir in partnerstvo.

Trajnostni razvoj vključuje vsaj tri vidike: okoljskega, družbenega in ekonomskega (Milner-Gulland in Rowcliffe, 2007). Tridimenzionalnost trajnostnega razvoja mora biti osrednje vodilo pri vključevanju ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte. Prikaz ciljev v obliki poročne torte (Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University), kjer je 17 ciljev (Slika 1) razdeljenih na tri dimenzije (biosfero, družbo in ekonomijo) ter partnerstvo za doseganje ciljev, nam je lahko v pomoč pri zagotavljanju večdimenzionalne obravnave ciljev trajnostnega razvoja v učnih načrtih. Zagotavlja namreč celovitejšo implementacijo različnih ciljev in dimenzij trajnostnega razvoja, ki lahko temeljijo na različnih, pogosto nasprotujočih si, vrednotah.



Slika 1: Cilji trajnostnega razvoja.

Vzgoja in izobraževanje za trajnostni razvoj in izobraževanje učiteljev

Izobraževanje je neločljiv vidik trajnostnega razvoja (UNESCO, 2002). Združeni narodi so leta 1992 izdelali akcijski načrt za trajnostni razvoj z naslovom Agenda 21, ki poudarja vlogo izobraževanja, ozaveščanja in usposabljanja javnosti pri trajnostnem razvoju. V poglavju 36 pozivajo izobraževalce, da naj vzgojo in izobraževanje preusmerijo tako, da bosta vključevala trajnostni razvoj. Prepoznana je bila tudi pomembna vloga učiteljev in njihovega izpopolnjevanja (ZN, 1992). Vzgoja in izobraževanje za trajnostni razvoj (VITR) sta pri uresničevanju ciljev trajnostnega razvoja izrednega pomena, saj želita vsem enakopravno zagotoviti kakovostno izobrazbo ter spodbujati možnosti vseživljenjskega učenja za vsakogar. Cilj je, da bodo do leta 2030 vsi mladi in precejšen delež odraslih znali pisati, brati in računati. Vsi učeči morajo pridobiti tudi znanje in spretnosti, potrebne za spodbujanje trajnostnega razvoja in doseganje ciljev trajnostnega razvoja (ZN, 2015).

Globalni akcijski program (GAP) o VITR, ki je sledil desetletju VITR, je del širše izobraževalne agende UNESCA do leta 2030. Splošni cilj GAP je pritegniti pozornost in ukrepati v zvezi z VITR po vsem svetu, na vseh ravneh in področjih vzgoje in izobraževanja (UNESCO, 2018), vključno z zgodnjim otroštvom, primarnim, srednjim, poklicnim in visokošolskim izobraževanjem. GAP ima dva cilja in pet prednostnih področij ukrepanja (UNESCO, 2018). Za izobraževalce je še posebej pomemben cilj vsem omogočiti pridobitev znanja, spretnosti, vrednot in odnosov za prispevanje k trajnostnemu razvoju (ZN, 2015).

Načrt imenovan "Vzgoja in izobraževanje za trajnostni razvoj: kažipot" (UNESCO, 2021a) obsega pet prednostnih področij: (1) razvoj politik, (2) preoblikovanje učnih okolij, (3) krepitev kompetenc izobraževalcev, (4) opolnomočenje in mobilizacija mladih in (5) pospeševanje

delovanja na lokalni ravni. V načrtu je izpostavljen celovit institucionalni pristop k trajnostnemu razvoju (Kohl idr., 2021, Holst, 2023; UNESCO, 2021a, 2021b). Ta pristop usmerja pozornost na potrebo po celostnem in integriranem pristopu k vključevanju trajnostnega razvoja v vzgojno-izobraževalni sistem, in sicer ne le pri posameznih predmetih ali programih, temveč na ravni celotne institucije (UNESCO, 2021a, 2021b).

Evropska unija (EU) spada med tiste mednarodne akterje, ki si zelo prizadevajo za doseg ciljev trajnostnega razvoja (Council of the European Union, 2016). EU in njene države članice poudarjajo svojo zavezo, da bo VITR prednostna naloga v vzgoji in izobraževanju. Evropska komisija je konec leta 2019 sprejela evropski zeleni dogovor, ki je sveženj političnih pobud, ki naj bi EU usmerile proti zelenemu prehodu in jo do leta 2050 pripeljale do končnega cilja – podnebne nevtralnosti (Eurostat, 2020). Voditelji držav članic EU so leta 2020 dosegli dogovor glede obsežnega svežnja finančnih sredstev za obnovo in okrevanje Evrope, poimenovali so ga NextGenerationEU. V Sloveniji je bil sprejet načrt za okrevanje in odpornost (NOO, 2021), ki je nacionalni program reform in naložb, ki predvideva tudi reformo vzgojno-izobraževalnega sistema za zeleni in digitalni prehod, katere cilj je učencem in učiteljem zagotoviti nove kompetence, zlasti na področju digitalizacije, trajnostnega razvoja in finančne pismenosti. Kljub smelim načrtom in obljubam pa evropski zeleni dogovor in z njim povezani ukrepi doživljajo številne kritike, predvsem ideje o »zeleni rasti« oziroma razdvojitvi rasti od okoljskih pritiskov (Brumen, 2020; Hickel in Kallis, 2020; Jackson in Victor, 2019; Parrique idr., 2023). Leta 2022 je bilo sprejeto Priporočilo za spodbujanje učenja za zeleni prehod in trajnostni razvoj (Council of the European Union, 2022), ki poudarja vlogo izobraževanja in usposabljanja pri doseganju ciljev evropskega zelenega prehoda in temelji zlasti na novem referenčnem okvirju kompetenc za trajnostnost (Bianchi idr., 2022). Referenčni okvir vključuje štiri medsebojno povezana področja kompetenc: posebljanje vrednot trajnostnosti, sprejemanje kompleksnosti v trajnostnosti, zamišljanje trajnostnih prihodnosti, in ukrepanje za trajnostnost. Vsaka članica EU je trenutno v postopku izvajanja priporočila.

Tudi v slovenskem izobraževalnem sistemu je izpostavljena pomembnost izobraževanja in usposabljanja za samostojno življenje učencev, kar vključuje človekov odnos do narave in do samega sebe (Krek in Metljak, 2011). Smernice vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj od predšolske vzgoje do douniverzitetnega izobraževanja izpostavijo, da je strategija razvoja Slovenije zasnovana na trajnostnem razvoju. V smernicah je izpostavljeno, da je za njihovo uresničevanje pomembno aktivno vključevanje učiteljev in drugih delavcev šole in zagotavljanje kakovostne ponudbe programov za njihovo usposabljanje v okviru nadaljnjega izobraževanja in usposabljanja strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju (Smernice, 2007). Trajnostni razvoj v visokošolskem izobraževanju je velik izziv v sedanjosti in tudi v prihodnosti, saj je trajnostni razvoj v visokošolskem izobraževanju šele v zametkih (Terlevič idr., 2015). Študenti, prihodnji diplomanti, ki bodo pri svojem delu sprejemali pomembne odločitve in odločali o življenju v prihodnosti, trajnostni razvoj najpogosteje razumejo v ožjem smislu, predvsem poznajo okoljski vidik trajnostnega razvoja, druge vidike pa le površinsko (Terlevič idr., 2015; Bezeljak idr., 2020).

Rieckmann (2019) pravi, da je izobraževanje učiteljev za trajnostni razvoj tesno povezano s celovitim institucionalnim pristopom k trajnostnemu razvoju, ki vključuje učne načrte in programe, pedagoško osebje, organizacijsko strukturo in kulturo institucije. Osrednji cilj izobraževanja učiteljev za trajnostni razvoj je opolnomočiti učitelje z znanjem in spretnostmi,

potrebnimi za pripravo učencev na spopadanje z globalnimi družbenookoljskimi izzivi, ki jih opisujejo cilji trajnostnega razvoja (Fischer, 2022). Avtor dodaja, da je opolnomočenje učiteljev za poučevanje o trajnostnem razvoju nujno. Učitelji potrebujejo poglobljeno razumevanje načel in praks trajnostnega razvoja. Posledično bi morali biti študijski programi izobraževanja učiteljev za trajnostni razvoj oblikovani tako, da bodo skladni s celovitim institucionalnim pristopom k trajnostnemu razvoju ter da bodo pedagoškim delavcem zagotavljali potrebno poznavanje, usposobljenost in kompetence za vključevanje trajnostnega razvoja v poučevanje (Fischer, 2022).

Fischer (2022) in Korthagen (2010) izpostavljata pomanjkanje študij, ki bi se aktivno spoprijemale z vprašanjem, kako znanstvena spoznanja na področju izobraževanja učiteljev za trajnostni razvoj učinkovito prenesti v prakso. To pomanjkanje prenosa med empiričnimi raziskavami in pedagoško prakso lahko ovira razvoj študijskih programov. Korak pri odpravljanju pomanjkljivosti je analiza študijskih programov in učnih načrtov (McGarr, 2010). Poleg tega se lahko analiza učnih načrtov uporabi tudi za ocenjevanje učinkovitosti študijskih programov izobraževanja učiteljev za trajnostni razvoj tako, da se opredelijo področja, ki jih je treba izpopolniti v prihodnje. Analiza učnih načrtov lahko odločevalcem zagotovi tudi okvir za usmerjanje razvoja novih študijskih programov in učnih gradiv (Fischer, 2022).

Namen in cilji

Cilji trajnostnega razvoja so v raziskavi referenčni okvir za analizo njihove zastopanosti v obveznih in izbirnih učnih načrtih študijskih programov Razredni pouk, Dvopredmetni učitelj ter Specialna in rehabilitacijska pedagogika na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Z raziskavo želimo zagotoviti celostno obravnavo ključnih vprašanj, povezanih s trajnostnim razvojem v študijskih programih izobraževanja učiteljev. Ugotovitve te raziskave nudijo vpogled v trenutno stanje na področju izobraževanja učiteljev za trajnostni razvoj na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani ter ponujajo smernice, kako v prihodnje programe še izboljšati.

Metoda

Za ugotavljanje zastopanosti ciljev trajnostnega razvoja (CTR) v učnih načrtih je bila uporabljena kvalitativna vsebinska analiza učnih načrtov (Krippendorf, 2018), ki je dobro uveljavljena in široko uporabljena metoda za analizo kvalitativnih podatkov. Analiza vključuje 502 učna načrta obveznih (A – obvezni splošni predmet, B – obvezni strokovni predmet) in izbirnih (C – strokovni izbirni predmet, D – splošni izbirni predmet) predmetov v študijskem letu 2021–2022 iz treh študijskih programov: Razredni pouk (RP), Dvopredmetni učitelj (DU) in Specialna in rehabilitacijska pedagogika (SRP) na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Pri izboru študijskih programov smo se osredotočili na ciljno skupino osnovnošolcev, ki jih diplomanti analiziranih programov poučujejo v osnovni šoli in osnovni šoli z nižjim izobrazbenim standardom.

Interdisciplinarna ekipa strokovnjakov s področij vzgoje in izobraževanja, naravoslovja, družbenih in humanističnih ved z obeh univerz (Univerza v Ljubljani in Univerza v Okayami) je oblikovala seznam ključnih besed, povezanih s cilji trajnostnega razvoja (priloga v Rožman idr., 2023), ki so bile podlaga za prepoznavanje in nadaljnjo analizo vsebin, povezanih s cilji trajnostnega razvoja v analiziranih učnih načrtih. Z iskanjem po ključnih besedah smo iz učnega načrta pridobili zadetke. Vsak sestavek iz učnega načrta, ki vsebuje zadetek (ključno

besedo), smo analizirali s pomočjo opisov 17 ciljev ter 169 podciljev trajnostnega razvoja (ZN, 2015) ter ustrezno kodirali v 1 od 18 kategorij (poleg 17 kategorij ciljev trajnostnega razvoja še kategorija splošno – SPL, glej priloga v Rožman idr., 2023). Zbrane podatke za slovenske učne načrte sta neodvisno analizirala in kodirala dva slovenska raziskovalca. V redkih primerih neskladja pri kodiranju pa je bilo to odpravljeno z razpravo in soglasjem. V razpravo sta bila vključena tudi dva japonska raziskovalca, da bi dosegli širše soglasje in razrešili morebitne razlike v kodiranju med državama. Interdisciplinarni pristop pri oblikovanju seznama ključnih besed zagotavlja večjo zanesljivost in vsebinsko veljavnost zbranih podatkov.

Učni načrti so bili na voljo v digitalni obliki. Raziskovalca sta v procesu kodiranja izločila nekatere zadetke ključnih besed. Na primer: »Ovrednotiti in kategorizirati glasbena dela otrok.« pri cilju trajnostnega razvoja 4 za ključno besedo »otrok«. Pri cilju trajnostnega razvoja 10 sta za ključno besedo »enakost« izločila vse zadetke, ki govorijo o enakosti kot sinonimu podobnosti: »Z ustrezno izbiro iger le-te otrokom pomagajo pri spoznavanju in utrjevanju pojmov enakosti, različnosti, podobnosti in relacij (karte, domino, loto ...).«. Za vsak cilj trajnostnega razvoja so v prilogi (Rožman idr., 2023) priložene ključne besede in primeri prepoznanih vsebin iz učnih načrtov.

Pri obdelavi opredeljenih kod smo upoštevali naslednje tri spremenljivke: število predmetov, študijski program (Razredni pouk – RP, Dvopredmetni učitelj – DU in Specialna in rehabilitacijska pedagogika – SRP) in vrsta predmeta (O – obvezni predmet, I – izbirni predmet). Pridobljene podatke smo obdelali na deskriptivni ravni. Predstavljeni so tabelarično. Pri opredelitvi števila predmetov, ki obravnavajo posamezen cilj trajnostnega razvoja (Preglednica 1), smo upoštevali samo prisotnost ali odsotnost kod(-e) za posamezen cilj.

Z namenskimi vzorčenjem so bili za polstrukturirane intervjuje izbrani štirje predavatelji, ki poučujejo na analiziranih študijskih programih. Izbor je temeljil na določenem kriteriju: dva predavatelja, ki sta imela v učnih načrtih izrazito visoko frekvenco ključnih besed, povezanih s cilji trajnostnega razvoja, in dva, ki sta kazala nižjo frekvenco ključnih besed. Protokol intervjuja je bil sestavljen okoli več ključnih področij: razmišljanja o prevladujočih ključnih besedah, razlike med izbirnimi in obveznimi predmeti glede zastopanosti ciljev trajnostnega razvoja, utemeljitev za vključitev ali opustitev ciljev trajnostnega razvoja v učnih načrtih obveznih predmetov ter osebne izkušnje in poudarki pri oblikovanju učnih načrtov in izvajanju predmetov. Vsako vprašanje je bilo oblikovano tako, da izzove bogate vpoglede, s čimer se poveča globina razumevanja, pridobljena z analizo ključnih besed. Vse intervjuje je izvedel osebno avtor članka. Po intervjuju je bil narejen prepis. Intervjuvancem je bilo omogočeno, da preverijo točnost in pristnost zapisa (Koelsch, 2013).

Triangulacija podatkov, kot so jo opisali Denzin idr. (2006), je strategija, ki uporablja več podatkovnih virov, metod ali raziskovalcev za potrditev in poglobitev raziskovalnih ugotovitev. Ta pristop je sestavni del doseganja celovitega razumevanja raziskovalnega pojava. V okviru te raziskave sta bili vključeni dve različni obliki triangulacije. Prva je bila triangulacija podatkovnega vira, ki je vključevala primerjavo in potrjevanje podatkov iz različnih virov. V tem kontekstu je vključevala primerjavo ugotovitev iz analize ključnih besed z vpogledi, zbranimi v polstrukturiranih intervjujih s predavatelji. Druga, metodološka triangulacija, je uporabila različne metode za preučevanje istega pojava. Tukaj je raziskava neopazno povezala ugotovitve iz analize ključnih besed z globljimi vpogledi, pridobljenimi iz polstrukturiranih intervjujev, in ponudila večplastno raziskovanje vključitve ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte.

Rezultati

Analiza učnih načrtov študijskih programov izobraževanja učiteljev

Osrednji cilj raziskave je bil analizirati vključenost vsebin sedemnajstih ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte obveznih in izbirnih predmetov treh študijskih programov za izobraževanje učiteljev na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Preglednica 1 prikazuje zastopanost ciljev trajnostnega razvoja v učnih načrtih obveznih in izbirnih predmetov programov Razredni pouk (RP), Dvopredmetni učitelj (DU) in Specialna in rehabilitacijska pedagogika (SRP). V učnih načrtih se zelo redko omenja pojem trajnostni razvoj in njegove izpeljanke (pojavi se v 3 predmetih na RP, 3 predmetih na DU in 0 predmetih na SRP), ki jih nismo klasificirali v posamezne cilje trajnostnega razvoja, ampak v kategorijo splošno (SPL, glej priloga v Rožman idr., 2023).

Pričakovano je v analiziranih študijskih programih izobraževanja učiteljev velika zastopanost cilja trajnostnega razvoja 4 – Kakovostno izobraževanje. V programu RP je opaznejša tudi zastopanost cilja trajnostnega razvoja 10 – Zmanjšanje neenakosti in cilja trajnostnega razvoja 11 – Trajnostna mesta in skupnosti. V programu DU je največja zastopanost cilja trajnostnega razvoja 11 – Trajnostna mesta in skupnosti in cilja trajnostnega razvoja 9 – Industrija, inovacije in infrastruktura. V programu SRP je na splošno opazen najnižji delež zastopanosti ciljev trajnostnega razvoja v učnih načrtih; poleg cilja trajnostnega razvoja 4 izstopa samo še cilj trajnostnega razvoja 3 – Zdravje in dobro počutje.

Izpostaviti gre tudi cilje trajnostnega razvoja, ki jih v analizi učnih načrtov programov nismo zaznali ali so zelo redko zastopani. To so cilji trajnostnega razvoja 2 – Odprava lakote, 6 – Čista voda in sanitarna ureditev, 7 – Cenovno dostopna in čista energija, 12 – Odgovorna poraba in proizvodnja, 13 – Podnebni ukrepi ter 14 – Življenje v vodi. V programu DU so cilji trajnostnega razvoja najbolj zastopani. Na splošno so cilji trajnostnega razvoja pogosteje zastopani v izbirnih kot obveznih predmetih, še posebej, če smo pozorni na skupno število vseh obveznih in izbirnih predmetov.

Razvijanje veščin 21. stoletja

Preglednica 1: Zastopanost ciljev trajnostnega razvoja v analiziranih učnih načrtih treh študijskih programov na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Cilji trajnostnega razvoja		RP		DU		SRP	
		O	I	O	I	O	I
1	Odpraviti vse oblike revščine povsod po svetu	0	3	2	2	1	1
2	Odpraviti lakoto, zagotoviti prehransko varnost in boljšo prehrano ter spodbujati trajnostno kmetijstvo	0	2	10	14	0	0
3	Poskrbeti za zdravo življenje in spodbujati splošno dobro počutje v vseh življenjskih obdobjih	5	8	11	14	9	6
4	Vsem enakopravno zagotoviti kakovostno izobrazbo ter spodbujati možnosti vseživljenjskega učenja za vsakogar	16	17	28	28	26	9
5	Doseči enakost spolov ter krepiti vlogo vseh žensk in deklic	4	4	2	7	3	1
6	Vsem zagotoviti dostop do vode in sanitarne ureditve ter poskrbeti za trajnostno gospodarjenje z vodnimi viri	1	0	4	8	0	0
7	Vsem zagotoviti dostop do cenovno sprejemljivih, zanesljivih, trajnostnih in sodobnih virov energije	2	1	2	4	0	0
8	Spodbujati trajnostno, vključujočo in vzdržno gospodarsko rast, polno in produktivno zaposlenost ter dostojno delo za vse	3	7	13	12	2	0
9	Zgraditi vzdržljivo infrastrukturo, spodbujati vključujočo in trajnostno industrializacijo ter pospeševati inovacije	8	4	33	37	7	2
10	Zmanjšati neenakosti znotraj držav in med njimi	11	16	3	9	0	1
11	Poskrbeti za odprta, varna, vzdržljiva in trajnostna mesta in naselja	8	14	43	24	4	3
12	Zagotoviti trajnostne načine proizvodnje in porabe	0	2	17	11	0	0
13	Sprejeti nujne ukrepe za boj proti podnebnim spremembam in njihovim posledicam	0	0	7	7	0	0
14	Ohranjati in vzdržno uporabljati oceane, morja in morske vire za trajnostni razvoj	1	0	0	1	0	0
15	Varovati in obnoviti kopenske ekosisteme ter spodbujati njihovo trajnostno rabo, trajnostno gospodariti z gozdovi, boriti se proti širjenju puščav, preprečiti degradacijo zemljišč in obrniti ta pojav ter preprečiti izgubo biotske raznovrstnosti	1	3	5	11	0	0
16	Spodbujati miroljubne in vključujoče družbe za trajnostni razvoj, vsem omogočiti dostop do pravnega varstva ter oblikovati učinkovite, odgovorne in odprte ustanove na vseh ravneh	4	8	11	16	5	3
17	Okrepiti načine in sredstva za izvajanje ciljev ter oživiti globalno partnerstvo za trajnostni razvoj	3	6	3	6	7	1
Skupaj vseh predmetov v programu		67	95	211	194	27	64

Opombe: RP (Razredni pouk), SST (Dvopredmetni učitelj), SET (Specialna in rehabilitacijska pedagogika), O (Obvezni predmeti), I (Izbirni predmeti).

Pogledi intervjuvanih profesorjev na vključenost ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte

Prehod od objektivnejših ugotovitev kvalitativne analize učnih načrtov do bolj osebnih vpogledov izvajalcev (IZV) predmetov v analiziranih študijskih programih, zbranih s polstrukturiranimi intervjuji, zahteva drugačno analizo, a hkrati oboje razumemo kot ključna dela za razumevanja predmetov in študijskih programov izobraževanja učiteljev. Po tem, ko smo se poglobili v sistematično in metodično raziskovanje učnih načrtov predmetov s kvalitativno analizo vsebine, smo odkrili vzorce, teme in povezave, ki tvorijo hrbtnico našega

razumevanja integracije ciljev trajnostnega razvoja v programe izobraževanja učiteljev. Ti rezultati, čeprav so izčrpni, ponujajo pretežno makroskopski pogled na integracijo ciljev trajnostnega razvoja. Vendar, da bi resnično razumeli zapletenost te integracije, postane nujen vpogled v izvedbo predmetov, ki ga zagotavljajo pripovedi iz prve roke in izkustveno znanje tistih, ki so v ospredju izobraževanja – izvajalci predmetov.

Raziskovanje prevlade cilja trajnostnega razvoja 4 v učnih načrtih

Opazno poudarjanje CTR 4: Kakovostno izobraževanje v učnih načrtih nas je spodbudilo k razmisleku in raziskovanju utemeljitve izvajalcev in sistemskih vplivov, ki jih ima poudarjanje CTR 4 v programih izobraževanja učiteljev. Vpogledi v mnenja sogovornikov razkrivajo, da ta poudarek ni samovoljen, temveč odraz zavestnega usklajevanja z izobraževalnim poslanstvom pedagoške fakultete. Vendar pa pod to navidezno enotnostjo obstaja spekter osebnih razumevanj in institucionalnih praks, ki lahko nenamerno omejujejo integracijo drugih ciljev trajnostnega razvoja.

Eden od sogovornikov pojasnjuje: »Na študijskih programih izobražujemo prihodnje učitelje in zato je poudarek na razvoju kompetenc, ki so povezane s kakovostjo izobraževanja.« (IZV2). Prizadevanje za kakovostno izobraževanje je v središču njihove poklicne zavezanosti. Vendar pa odgovor drugega izvajalca razkrije tudi oviro: »Res pa je, da vsi ne morejo enako profesionalno obravnavati teh ciljev, če niso njihovo področje.« (IZV4). Ta vrzel v razumevanju nakazuje, da poudarek na CTR 4, čeprav je izrazit, morda ni rezultat informirane ocene vseh ciljev trajnostnega razvoja, temveč udobna priveza na pomen ciljev za izobraževalce. Sogovornica kakovost izobraževanja povezuje z bistvom svojega poslanstva: »Kakovost izobraževanja je bistvo predmetov, ki jih izvajamo na Pedagoški fakulteti. Deležni ga morajo biti vsi, tudi osebe s posebnimi potrebami, ki so osrednji cilj mojega delovanja,« pravi IZV1. To kaže na globoko zakoreninjeno prepričanje o vključujočem, kakovostnem izobraževanju kot univerzalni pravici. Naslanjanje na cilj trajnostnega razvoja 4 se ne dojema vedno le kot prednost, ampak tudi kot odgovornost. Druga sogovornica pravi, da je osredotočanje na cilj trajnostnega razvoja 4 pozitivno, vendar obstaja potreba po razširitvi obsega obravnave. Kot pravi IZV4: »Ker smo pedagoška fakulteta, se o tem pogosto govori. To je glavni razlog in mislim, da je to zelo pozitivno«. To priznanje pomeni zavedanje potencialne kratkovidnosti in nujnost vključitve bolj celostnega pogleda na cilje trajnostnega razvoja v študijskih programih izobraževanja učiteljev. Sogovornica razmišlja, da bo potreben »dodaten napor in priprave za vključevanje novosti. Treba se je namreč poglobiti za pripravo novih predavanj in načrtovanje praktičnih vaj. Ker profesorjem to ni nujno potrebno, prenova učnih načrtov ne poteka tako intenzivno kot bi si želeli.« (IZV4).

Odpravljanje neskladja med izbirnimi in obveznimi predmeti pri vključevanju ciljev trajnostnega razvoja

Integracija ciljev trajnostnega razvoja v študijske programe izobraževanja učiteljev razkriva njihovo izrazitejšo prisotnost v izbirnih predmetih. Če se poglobimo v to dihotomijo, refleksiije sogovornikov razkrijejo zapleten preplet vplivov akademske predanosti, kurikularnih omejitev in dinamične narave prioritet izobraževanja učiteljev. Sogovorniki priznavajo evolutijski trend spreminjanja izbirnih predmetov, ki vključujejo cilje trajnostnega razvoja. »Opazila sem večje število izbirnih predmetov, ki izpolnjujejo cilje trajnostnega razvoja, kar pripisujem predvsem novim predmetom, dodanim v študijski program po njegovem prvotnem nastanku. Izbirni predmeti so bolj vsebinsko zasnovani in manj sledijo izključno ciljem specialne in

rehabilitacijske pedagogike. Ker so bolj vsebinsko usmerjeni, imajo tudi več sklicevanj na cilje trajnostnega razvoja.« (IZV1). Raznolikost izbirnih predmetov se kaže kot trenutno ključni dejavnik integracije ciljev. »Z izbirnimi predmeti se širi nabor študijskih vsebin, ki jih obvezni predmeti ne zajamejo. Vse kaže, da se z izbirnostjo povečuje obravnava ciljev trajnostnega razvoja.« (IZV2). Struktura obveznih predmetov predstavlja večji izziv. »Obvezni predmeti so po navadi standardizirani in odražajo neko tradicijo študijskega programa, zato se manj spreminjajo. Izbirni predmeti se bolj spreminjajo in dajejo možnosti za uveljavljanje novih vsebin in pristopov k poučevanju. Očitno se obvezni predmeti premalo spreminjajo in prilagajajo oziroma cilji trajnostnega razvoja niso neposredno razvidni iz opisov v učnih načrtih.« (IZV3). Ta razmišljanja poudarjajo institucionalne ovire in kritično potrebo po učinkovitejšem, sistematičnem vključevanju vsebin trajnostnega razvoja v kurikulum. Ob naslavljanju težav pri revidiranju obveznih predmetov sogovornica pojasnjuje, »da je težko integrirati vse nove družbene izzive v obvezne predmete, saj se profesorji, ki poučujejo obvezne predmete, težko odločijo skrajšati obstoječe učne vsebine, ki so bile del programa že leta« (IZV4).

Omejena integracija ciljev trajnostnega razvoja v obvezne predmete

Pri obravnavi vprašanja omejene zastopanosti številnih ciljev trajnostnega razvoja v obveznih predmetih pogledi sogovornikov razkrivajo kompleksnost in izzive, s katerimi se soočajo pri vključevanju ciljev. Sogovornica izpostavlja naključno vključitev določenih ciljev trajnostnega razvoja, čeprav ti niso primarni fokus. »Na primer, zelo pogosto omenjamo pomen revščine, ki je cilj trajnostnega razvoja 1«, pravi IZV1 in ugotavlja, da »prvotna zasnova predmeta ni posebej upoštevala ciljev trajnostnega razvoja, vendar se nekatere obravnavane teme pri predmetu seveda ujemajo z njimi« (IZV1). Poziv k bolj načrtnemu pristopu je izpostavljen: »Če je fakulteta usmerjena k doseganju ciljev trajnostnega razvoja, menim, da bi morali profesorji obveznih predmetov dobro premisliti, kje lahko manjkajoče cilje trajnostnega razvoja vključijo v učne načrte in pouk« (IZV2). Druga sogovornica izpostavlja potrebo po celostnem pristopu in predlaga, da bi širše sodelovanje lahko povečalo skupni prispevek fakultete k ciljem trajnostnega razvoja: »Morda bi morali v skupinah načrtovati, kdo kaj uči in kje se prekrivajo. S tem bi naredili prostor za nove vsebine v učnih načrtih.« (IZV4). To je še posebej pomembno za tiste cilje trajnostnega razvoja, ki trenutno prejemajo najmanj pozornosti: »Presenečena sem, da se skoraj nič ne posveča pozornosti cilju trajnostnega razvoja 13 in cilju trajnostnega razvoja 14. Očitno je poudarek v naših učnih načrtih bolj na kopenskih kot na vodnih ekosistemih« (IZV3), kar še bolj podčrtuje potrebo po bolj uravnoteženem pristopu pri naslavljanju globalnih izzivov.

Izkušnje z vključevanjem ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte in poučevanje

Ko gre za vključevanje ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte, intervjuvani uporabljajo različne strategije, od katerih vsaka odraža njihove edinstvene izkušnje in posebne potrebe njihovih disciplin. Njihovi vpogledi zagotavljajo bogato paleto različnih načinov, kako je mogoče poudariti cilje trajnostnega razvoja v vzgojno-izobraževalnem kontekstu. Sogovornik, ki poučuje predmete s področja gospodinjstva, pravi: »Jaz sem predvsem osredinjen na ravnanje z odpadki, predvsem hrane, na trajnostno mobilnost, zdravje in dobro počutje« (IZV2). Druga sogovornica se osredotoča na cilje trajnostnega razvoja, povezane s posebnimi potrebami in vključenostjo, ter si prizadeva, »da izključujemo neenakost iz družbe« (IZV1). Ti vpogledi nakazujejo širino uporabnosti ciljev trajnostnega razvoja v različnih izobraževalnih kontekstih. Prilagodljivost pri oblikovanju učnega načrta ima tudi ključno vlogo, kot pojasnjuje naslednja

sogovornica: »Učni načrt prilagajam glede na že obstoječe znanje študentov in poskušam zapolniti vrzeli, kjer je to potrebno« (IZV3). Ta pristop poudarja potrebo po dinamičnem, odzivnem pristopu v izobraževanju učiteljev, ki hkrati obravnava tako globalne cilje kot individualne potrebe študentov. Trenutni globalni izzivi so lahko tudi kontekst za poučevanje jezika: »Kadar poučujem angleški jezik kot tak izbiram tematike, ki so povezane s trenutnimi izzivi (npr. revščina, podnebne spremembe, zdravje in lahkota). S takimi gradivi želim motivirati študente za aktualnosti. Pri tem se obračamo na zaupanja vredne vire« (IZV4).

Naloga vključevanja ciljev trajnostnega razvoja v akademski diskurz in prakso je zapletena ter presega tradicionalno pedagogiko. Intervjuvani trdijo, da se spopadajo s to zapletenostjo, pri čemer črpajo iz spektra strategij za vključevanje ciljev v svoje poučevanje. Sogovornica obravnava družbene pristranskosti v izobraževanju: »Pri delu posebej opozarjam na razlike med spoloma pri obravnavi ljudi s posebnimi potrebami« (IZV1). Celostna obravnava problematike je ključna: »Tudi brez izpostavljanja ciljev trajnostnega razvoja bi to počel. Poznavanje ciljev trajnostnega razvoja mi omogoča bolj celostno obravnavanje gospodinjstva, hrane in izobraževanja potrošnikov« (IZV2). Sogovornik poudarja pomen izobraževanja učiteljev, ki, čeprav je implicitno, bolj celostno obravnava cilje trajnostnega razvoja. Prilagajanje izvedbe predmeta je strategija, ki jo izpostavlja druga sogovornica (IZV3): "Preverim, katera so močna in šibka področja v znanju študentov in se poskušam prilagajati. V ospredje dajem tisto, kar bodo razredni učitelji poučevali in je problematika v regiji (...) zadnja leta dajem velik poudarek vodi« (UL3). Prilagojeni pristop zagotavlja, da je poučevanje primernejše tako za študente kot za obravnavo globalnih vprašanj. Nazadnje je poudarjena integracija ciljev trajnostnega razvoja prek inovativnih izobraževalnih okvirov: »Ko uporabljamo CLIL (Content and Language Integrated Learning), so cilji trajnostnega razvoja samodejno vključeni, ker je CLIL mišljen kot sinergijski proces: vsebina (vezana na cilje), kognicija (razvoj višjih ravni kognicije), komunikacija (npr. razvoj jezika, komunikacije, učenje novih fraz ...) ter kultura (npr., kako v naši kulturi dojemamo podnebne spremembe, kako jih dojemajo v podsaharski Afriki)« (IZV4).

Diskusija

Za razumevanje pomena trajnostnega razvoja je potrebno povezovanje znanja vseh znanstvenih disciplin in šolskih predmetov od vrtca do univerze (UNESCO, 2021; Bianchi idr., 2022), saj le tako lahko dosežemo, da bo trajnostni razvoj zastopan na vseh področjih vzgoje in izobraževanja, s ciljem zagotavljanja okoljske celovitosti, ekonomske sposobnosti preživetja in socialne pravičnosti za sedanje in prihodnje generacije (UNESCO, 2014). Analiza učnih načrtov treh študijskih programov izobraževanja učiteljev na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani nas opozarja, da vsi cilji trajnostnega razvoja niso enakomerno zastopani v učnih načrtih, kar je lahko koristna informacija za opredelitev področij študijskega programa, ki jih je treba izpopolniti (Fischer, 2022).

V vseh študijskih programih, Razredni pouk, Dvopredmetni učitelj ter Specialna in rehabilitacijska pedagogika, pričakovano prevladuje cilj trajnostnega razvoja 4 – Kakovost izobraževanja, ki pa, žal, pogosto ni tesneje povezan z drugimi cilji trajnostnega razvoja, kot predlagajo v priporočilih kažipota VITR (UNESCO, 2021). Po mnenju intervjuvanih profesorjev je izpostavljanje cilja trajnostnega razvoja 4 rezultat osredotočenosti na poslanstvo vzgoje in izobraževanja, kar pa ima tudi svoje posledice za integracijo vseh ciljev trajnostnega razvoja.

Dodajajo, da ta poudarek ni samovoljen, temveč odraz zavestnega usklajevanja z izobraževalnim poslanstvom pedagoške fakultete.

Popolna odsotnost oziroma majhna zastopanost številnih ciljev trajnostnega razvoja in njihova večja pogostost v izbirnih kot obveznih predmetih nakazuje, da je trajnostni razvoj še vedno obrobno področje v univerzitetnih programih izobraževanja učiteljev. Omejeno zastopanost številnih ciljev trajnostnega razvoja, še posebej v obveznih predmetih, opisujejo pogledi sogovornikov, ki razkrivajo kompleksnost in izzive, s katerimi se soočajo pri vključevanju ciljev trajnostnega razvoja. Orr (2017) opozarja na veliko rigidnost visokošolskega prostora, nezmožnost sistemskega pristopa oziroma povezane obravnave ciljev trajnostnega razvoja. Bianchi idr. (2022) izpostavijo, da je sistemsko razmišljanje nujno za razumevanje resničnosti glede na druge okoliščine (lokalne, regionalne, globalne) in področja (okoljska, družbena, ekonomska, kulturna), saj deli sistema delujejo drugače, ko jih ločimo od sistema. Dodajajo tudi, da je sistemsko razmišljanje mogoče razumeti kot orodje za ocenjevanje možnosti, sprejemanje odločitev in ukrepanje. Bistveno je namreč, da študenti razumejo kompleksnost sistemov, ki součinkujejo in vplivajo na naše sedanje ter prihodnje odločanje (Bianchi idr., 2022).

Trajnostni razvoj vključuje vsaj tri vidike: okoljskega, družbenega in ekonomskega (Milner-Gulland in Rowcliffe, 2007). Tridimenzionalnost trajnostnega razvoja mora biti osrednje vodilo pri vključevanju ciljev trajnostnega razvoja v učne načrte. Prikaz ciljev v obliki poročne torte (Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University), kjer je 17 ciljev trajnostnega razvoja razdeljenih v tri dimenzije (biosfero, družbo in ekonomijo) ter partnerstvo za doseganje ciljev, nam je lahko v pomoč pri zagotavljanju večdimenzionalne obravnave ciljev trajnostnega razvoja v učnih načrtih. V analizi učnih načrtov študijskih programov izobraževanja učiteljev kar nekaj ciljev trajnostnega razvoja nismo zaznali ali so bili zelo redko zastopani (2 – Odprava lakote, 6 – Čista voda in sanitarna ureditev, 7 – Cenovno dostopna in čista energija, 12 – Odgovorna poraba in proizvodnja, 13 – Podnebni ukrepi ter 14 – Življenje v vodi), pri čemer so med njimi številni cilji okoljskega vidika trajnostnega razvoja, ki so tradicionalno najbolj zastopani in razumljeni (Terlevič idr., 2015; Bezeljak idr., 2020), kar ne omogoča celovite in kritične obravnave kompleksnih izzivov trajnostnosti. Bistveno je namreč, da študenti razumejo kompleksnost naravnih in družbenih sistemov ter tridimenzionalnost (okoljski, družbeni in ekonomski vidik) trajnostnega razvoja, kar součinkuje in vpliva na naše sedanje ter prihodnje odločanje (Milner-Gulland in Rowcliffe, 2007; Bianchi idr., 2022).

Rezultati imajo nekatere omejitve, ki jih ne smemo zanemariti pri interpretaciji rezultatov. V prvi vrsti gre za vprašanje vsebinske veljavnosti seznama ključnih besed, ki predstavljajo posamezne cilje trajnostnega razvoja. Čeprav je bila v pripravo seznama in analizo učnih načrtov vključena interdisciplinarna skupina strokovnjakov, dopuščamo možnost nadgradnje seznama in postopkov analize v nadaljnjih raziskavah. Učni načrti ne odslkavajo nujno realne izvedbe predmeta, zato smo v analizo vključili tudi intervjuje z izvajalci predmetov. V prihodnje načrtujemo izvesti tudi intervjuje s študenti.

Zaključki s smernicami za razvoj programov izobraževanja učiteljev

V učnih načrtih analiziranih študijskih programov izobraževanja učiteljev je poudarek na cilju trajnostnega razvoja 4 – Kakovostno izobraževanje, kar je po mnenju intervjuvanih profesorjev naravni rezultat osredotočenosti na poslanstvo fakultete, kar pa ima tudi svoje posledice za

celovito integracijo ciljev trajnostnega razvoja. Čeprav je uvedba ciljev trajnostnega razvoja v programe izobraževanja učiteljev hvalevredna, je polna zapletenosti in zahteva skrbnejšo obravnavo. Intervjuvani profesorji izpostavljajo nujnost razvoja kurikula, ki je prilagodljiv, vključujoč in celosten ter zagotavlja, da tako obvezni kot izbirni predmeti sistematično prispevajo k širšemu poslanstvu ciljev trajnostnega razvoja. Na tej poti je v ospredju vloga profesorjev, da oblikujejo učne načrte in študijske programe izobraževanja učiteljev, ki so transformativni in odzivni na globalne izzive. Čeprav je nujnost in koristnost vključevanja obsežnejšega nabora ciljev trajnostnega razvoja v obvezne učne načrte jasno izražena v analizi učnih načrtov ter med intervjuvanimi profesorji, pot naprej zahteva bolj strateško načrtovanje, skupna prizadevanja in podporo vseh članov fakultete. Ta pristop ne bo le izboljšal programov izobraževanja učiteljev, ampak tudi zagotovil, da bodo prihodnje generacije opremljene s kompetencami, ki so potrebne za spopadanje z globalnimi izzivi.

Analize nakazujejo nekatere priložnosti za izboljšave institucionalnega pristopa izobraževanja učiteljev. Predvsem vidimo potrebo po profesionalnem razvoju učiteljev v zvezi s cilji trajnostnega razvoja. Izkušnje in razmišljanja intervjuvanih profesorjev razkrivajo vrsto pristopov pri poudarjanju ciljev trajnostnega razvoja v študijskih programih izobraževanja učiteljev. Ti pristopi in strategije, čeprav so raznoliki, se integrirajo na skupnih temeljih: pomembnosti uporabnosti znanja v resničnem svetu, kritičnem razmišljanju, izkustvenem učenju in učnem načrtu, ki je hkrati prilagodljiv in vključujoč. Tako ne le izobražujejo, temveč tudi vzgajajo globalne državljane, ki so opremljeni za spopadanje z izzivi, ki jih predstavljajo cilji trajnostnega razvoja. Izobraževanje za trajnostni razvoj naj pri študentih predvsem poudarja vrednote ter jih usposablja za praktične dejavnosti in procese demokratičnega odločanja (Terlević idr., 2015). Potrebna je namreč nova družbena pogodba, ki mora temeljiti na človekovih pravicah in načelih nediskriminacije, socialne pravičnosti, spoštovanja življenja, človeškega dostojanstva in kulturne raznolikosti. Vključevati mora etiko skrbi, vzajemnosti in solidarnosti. Krepi mora izobraževanje kot javno dejavnost in skupno dobro (UNESCO, 2021b).

V procesih izobraževanja učiteljev je treba izpostaviti ključne izzive in dileme, povezane s predlaganimi strategijami nadaljnega družbenega razvoja, kot sta evropski zeleni dogovor (2019) in načrt za okrevanje in odpornost (2021), kjer pa žal ni prave pozornosti namenja tridimenzionalnosti trajnostnega razvoja. Jackson in Victor (2019) izpostavita, da se neutemeljeno zagovarja razmejitev (ekonomske) rasti od okoljskih pritiskov. Trajnostni razvoj konceptualno obravnava dolgoročne dinamične procese prilagajanja človeštva okoljskim danostim (glej definicijo WCED, 1987), zato je opisano razmejitev tudi nemogoče utemeljeno poučevati v kontekstu VITR. Na tem področju učni načrti analiziranih študijskih programov še ne ponujajo zadostne osnove za celostno, kritično obravnavo področij trajnostnega razvoja in VITR.

Literatura

Bezeljak, P., Scheuch, M. in Torkar, G. (2020). Understanding of sustainability and education for sustainable development among pre-service biology teachers. *Sustainability*, 12(17), 6892. <https://doi.org/10.3390/su12176892>

Bianchi, G., Pisiotis, U. in Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp the European sustainability competence framework*. V Y. Punie in M. Bacigalupo (ur.). Publications Office of the European Union.

- Brumen, J. (2020). »Novi zeleni dogovor proti odrasti«: zgodovinska in epistemološka umestitev razprave. *Časopis za kritiko znanosti*, 48(279), 43–76.
- Council of the European Union. (2016). *Shared vision, common action: A stronger Europe: A global strategy for the European Union's foreign and security policy*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2871/9875>
- Council of the European Union. (2022). *Proposal for a Council recommendation on learning for environmental sustainability – Adoption*. <https://europa.eu/!66YnCp>
- Denzin, N. K., Lincoln, Y. S. in Giardina, M. D. (2006). Disciplining qualitative research. *International journal of qualitative studies in education*, 19(6), 769–782.
- Eurostat. (2020). Sustainable development in the European Union Overview of progress towards the SDGs in an EU context. V A. Sabadash (ur.). *European Union*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-catalogues/-/ks-06-22-017>
- Fiel'ardh, K., Torkar, G., Rožman, H. in Fujii, H. (2023). Sustainable development goals in teacher education : comparing syllabi in a Japanese and a Slovenian university. *Frontiers in education*, 8(1215500). <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1215500>
- Hickel, J. in Kallis, G. (2020). Is green growth possible? *New Political Economy*, 25(4), 469–486. <https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>
- Holst, J. (2023). Towards coherence on sustainability in education: a systematic review of whole institution approaches. *Sustainability Science*, 18, 1015–1030. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01226-8>
- Jackson, T. in Victor, P. A. (2019). Unraveling the claims for (and against) green growth. *Science*, 366(6468), 950–951. <https://doi.org/10.1126/science.aay0749>
- Koelsch, L. E. (2013). Reconceptualizing the member check interview. *International journal of qualitative methods*, 12(1), 168-179.
- Kohl, K., Hopkins, C., Barth, M., Michelsen, G., Dlouhá, J., Razak, D. A., Abidin Bin Sanusi, Z. in Toman, I. (2021). A whole-institution approach towards sustainability: a crucial aspect of higher education's individual and collective engagement with the SDGs and beyond. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(2), 218–236. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2020-0398>
- Korthagen, F. (2010). The relationship between theory and practice in teacher education. V P. L. Peterson, E. L. Baker in B. McGaw (ur.). *International encyclopedia of education*. Academic Press, 669–675. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00638-2>
- Krek, J. in Metljak, M. (2011). *Bela knjiga o vzgoji in izobraževanju v Republiki Sloveniji 2011*. [White Paper on Education in the Republic of Slovenia 2011]. Pedagoški inštitut.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- McGarr, O. (2010). Education for sustainable development in technology education in Irish schools: A curriculum analysis. *International Journal of Technology and Design Education*, 20, 317–332. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9087-7>

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., Behrens III, W. W. (1972). *The limits to growth: A report for the Club of Rome's Project on the predicament of mankind*. Universe Books.
<https://doi.org/10.1349/ddlp.1>
- Millennium ecosystem assessment, M. E. A. (2005). *Ecosystems and human well-being*. Island Press.
- Milner-Gulland, E. J. in Rowcliffe, J. M. (2007). *Conservation and sustainable use: a handbook of techniques*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198530367.001.0001>
- Ministrstvo za šolstvo in šport. (2007). *Smernice vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj od predšolske vzgoje do douniverzitetnega izobraževanja*. Ministrstvo za šolstvo in šport.
- Načrt za okrevanje in odpornost (NOO)*. (2021). Ljubljana: Urad Republike Slovenije za okrevanje in odpornost. <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/nacrt-za-okrevanje-in-odpornost/>
- Parrique T., Raworth, K. in Liegey, V. (2023). *Evropa post-rasti ključnega pomena za preživetje in razcvet, poziva več kot 400 civilnih družbenih skupin in strokovnjakov*.
<https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2023/05/SL-BG-Open-Letter.pdf>
- Rožman, H., Fiel'ardh, K., Košak Babuder, M., Javornik, K., Fujii H. in Torkar, G. (2023). Izobraževanje učiteljev za trajnostni razvoj: analiza kurikula dveh študijskih programov Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. *Sodobna pedagogika*, (3), 71–89.
- Rieckmann, M. (2019). Education for sustainable development in teacher education. An international perspective. V S. Lahir (ur.), *Environmental Education* (str. 33–48). Studera Press.
- Terlevič, M., Starčič, A. I. in Šubic Kovač, M. (2015). Trajnostni prostorski razvoj v visokošolskem izobraževanju. *Urbani izziv*, 26(1), 40–55. <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-2015-26-01-004>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2002). *Education for sustainability from Rio to Johannesburg: Lessons learnt from a decade of commitment*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127100>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2018). *Education for sustainable development: Partners in action – Global Action Programme (GAP)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368829>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021a). *Education for sustainable development – a roadmap*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021b). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO.
- Združeni narodi. (1992). *United Nations Conference on Environment and Development*.
<https://sdgs.un.org/publications/agenda21>
- Združeni narodi. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1–91.

NOVE PERSPEKTIVE NA PODROČJU KAKOVOSTI IZOBRAŽEVANJA Z UPORABO DIGITALNIH TEHNOLOGIJ

NEW PERSPECTIVES ON THE QUALITY OF EDUCATION USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Jože Rugelj

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Poglavje vsebuje pregled nekaterih pomembnejših rezultatov raziskav s področja uporabe digitalnih tehnologij pri poučevanju in učenju, ki bodo imeli velik vpliv na razvoj tega področja v prihodnjih letih. Med te teme sodijo študije o pomenu poznavanja izobraževalne digitalne tehnologije in posedovanja digitalnih kompetenc za učitelje za učinkovito izvedbo učnega procesa, znanje učitelja, da oceni kakovost in učinkovitost integracije digitalnih orodij in virov v izobraževalni proces, epistemološka vprašanja, povezana z učenjem, znanjem in izobraževalno tehnologijo ter tudi vpliv prepričanj učiteljev na učinkovito rabo tehnologije pri njihovem delu. V zadnjem delu prispevka so podani zaključki s smernicami uporabe predstavljenih ugotovitev v izobraževalnem procesu.

Ključne besede: digitalne izobraževalne tehnologije, digitalne kompetence učiteljev, učinkovita raba, prepričanja učiteljev.

Abstract

This chapter provides an overview of some of the major research results in the use of digital technologies in teaching and learning, which will have a major impact on the development of the field in the years to come. These topics include studies on the importance of teachers' knowledge of exploratory digital technology and possession of digital competences for the effective delivery of the learning process, teachers' knowledge to assess the quality and effectiveness of the integration of digital tools and resources in the educational process, epistemological issues related to learning, knowledge and educational technology, as well as the impact of teachers' beliefs on the effective use of technology in their work. In the last part of the paper, conclusions are drawn with guidelines for the application of the pre-conceptual findings in the educational process.

Keywords: digital educational technologies, digital competences of teachers, effective use, teachers' beliefs.

Uvod

Vlaganja v digitalno izobraževalno tehnologijo na vseh ravneh izobraževanja se v Sloveniji in drugod po svetu se v zadnjih desetletjih ves čas povečujejo (Eurydice, 2019), vendar v praksi ne opažamo pričakovanega izboljšanja kakovosti izobraževanja. To se je še posebej očitno pokazalo v času pandemije covid-19, ko so bili za daljše obdobje učenci in učitelji zaradi omejitve gibanja in druženja v veliki meri odvisni od uporabe digitalne izobraževalne tehnologije in spletnih storitev (Arday, 2022; Cahyadi idr., 2022). Pred krizo so bila z IKT podprta učna okolja in orodja običajno kombinirana s tradicionalnimi metodami poučevanja v razredu in smo zato govorili o mešanem učenju (angl. blended learning). Med pandemijo covid-19 pa so bile spremembe nenačrtovane in nenadne, saj učitelji niso imeli druge izbire (Christopoulos in Sprangers, 2021). Učitelji iz vseh okolij in vseh starosti so morali pripravljati in izvajati pouk na daljavo, pogosto brez ustrezne tehnične, izobraževalne in organizacijske podpore (Öçal idr., 2021).

Kakovost izobraževanja v virtualnih učnih okoljih, ki so podprta z informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, je bila v veliki meri odvisna od t. i. digitalnih pedagoških kompetenc učiteljev – DigCompEdu (Punie in Redecker, 2017), ki pa so pri nas zelo slabo razvite. To je razvidno iz poročila o digitalnem izobraževanju v šoli v Evropi, ki ga je pripravila agencija Eurydice (2019). V poročilu je navedeno, da Slovenija ni bila vključena v nobene reforme programov izobraževanja v povezavi z digitalnimi kompetencami, da digitalne kompetence, specifične za učitelje, niso obvezne v predpisih, ki urejajo začetno izobraževanje učiteljev za primarno in splošno sekundarno izobraževanje, ter da uporaba digitalnih tehnologij ni vključena v nacionalno preverjanje znanja niti v primarnem niti v splošnem sekundarnem izobraževanju. Spremljanja in evalvacije strategij in politik na področju digitalnega izobraževanja pristojni organi na najvišji ravni ne izvajajo redno.

Zanimivi so tudi rezultati raziskave o uporabi IKT v izobraževanju (European Commission, 2019), ki jo je izvedla Evropska komisija v letu 2019. V okviru te raziskave so v okviru *Cilja 1: Primerjava napredka na področju IKT v šolah* v 31 državah (EU-28, Norveška, Islandija in Turčija) izvedli intervjuje z ravnatelji, učitelji, učenci in starši v osnovnih in srednjih šolah. Pri tem so se osredotočili na dostop do digitalnih tehnologij in njihove uporabe digitalne dejavnosti ter digitalno zaupanje učiteljev in učencev, strokovni razvoj učiteljev na področju uporabe IKT v izobraževanju, digitalno domače okolje učencev ter digitalne politike, strategije in mnenja šol.

Ena od ključnih ugotovitev raziskave je povezana s strokovnim usposabljanjem učiteljev in pravi, da je stalno strokovno izpopolnjevanje učiteljev ključnega pomena pri njihovem vključevanju digitalnih tehnologij v svojo pedagoško prakso. Rezultati te raziskave, ki je bila že druga po vrsti, dejansko kažejo, da več kot polovico evropskih učencev poučujejo učitelji, ki se sicer v svojem prostem času vključujejo v dejavnosti strokovnega izpopolnjevanja na področju IKT, vendar pa je njihova udeležba na formalno pripravljenih usposabljanjih na področju IKT, ki jih ponujajo za to pristojne institucije v državi, manj pogosta. Ker je usposabljanje učiteljev na področju IKT le redko obvezno, torej večina učiteljev razvija te kompetence samo v prostem času.

Države članice imajo pomembno vlogo pri spodbujanju vseh oblik poklicnega razvoja, vključno z vključevanjem digitalnih spretnosti v učni načrt začetnega usposabljanja učiteljev in usposabljanja učiteljev na delovnem mestu. V nacionalnem delu poročila (European Commission, 2019b) je razvidno, da so v Sloveniji osnovne in srednje šole bistveno

bolje opremljene z IKT in povezane z digitalnimi omrežji, kot je povprečje v EU, vendar pa učenci uporabljajo digitalne tehnologije pri pouku mnogo manj kot je povprečje v EU. To je zagotovo povezano z deležem učiteljev, ki so vključeni v stalno strokovno izpopolnjevanje na področju pedagoške uporabe IKT pri poučevanju in učenju na splošno in še bolj pri izobraževanju učiteljev za uporabo predmetno specifičnih okolij in orodij tako v osnovni kot tudi v srednji šoli, saj je ta delež v Sloveniji precej nižji od evropskega povprečja. Za bolj učinkovit strokovni razvoj učiteljev in nadaljnje vključevanje IKT v izobraževanje v okviru različnih programov, ki jih financira EU, ponujajo številna uspešno uveljavljena orodja za izmenjavo najboljših praks, vzajemno učenje in strokovni razvoj učiteljev na ravni EU (npr. eTwinning, Teacher Academy in European School Education Platform (European Commission, 2023), SELFIE (Economou, 2023). Tudi na tem področju smo v Sloveniji manj uspešni, kot je povprečje v Evropski uniji. Za njihovo nadaljnje širjenje in spodbujanje med šolami, učitelji in oblikovalci politik bodo nujna večja skupna prizadevanja, poleg tega pa bo nujno, da bodo države članice vključevala ta obstoječa orodja v svoja izobraževalna okolja.

Namen in cilji

Glavni cilj tega prispevka je poglobljen pregled ugotovitev, ki so rezultat raziskovalnega dela na področju uporabe digitalnih tehnologij pri poučevanju in učenju v zadnjih dveh desetletjih, in priprava usmeritev, kako bi z uporabo teh ugotovitev izboljšali poučevanje in učenje z uporabo digitalnih tehnologij v naših šolah na vseh ravneh izobraževanja.

Digitalizacija sicer temeljito spreminja naše življenje na vseh področjih, tudi načine, kako se danes mladi igrajo, dostopajo do podatkov, medsebojno komunicirajo in se učijo. Ni pa še pomembneje spremenila poučevanja in učenja v naših šolah (Fernández-Sánchez, 2022). Ugotovitve raziskav o vplivu digitalnih tehnologij na rezultate učencev prinašajo razočaranja, ker pri uporabi transmisijskega modela poučevanja, kjer predavatelj "prenaša" znanje in učenci ga samo mirno poslušajo, tehnologija ne more pomembneje prispevati k izboljšanju učinkovitosti učenja digitalnih generacij učencev (Bayne, 2020). Ker bo v prihodnjih letih zaradi vseh omenjenih sprememb ljudje potrebovali več znanja na višjih taksonomskih ravneh, moramo spremeniti pedagoške pristope in metode, ki bodo usposobili učence za reševanje problemov, sodelovanje, ustvarjalnost, razmišljanje na različne načine in vzpostavljanje zdravih odnosov (Walan, 2020). Novi pristopi z uporabo tehnologije temeljijo na učnem partnerstvu med učenci ter med učenci in učitelji, in na reševanju problemov iz "resničnega sveta". Učenje mora biti povezano z interesi učencev in jim mora pomagati poiskati njihove sposobnosti na različnih področjih ter jim omogočiti analiziranje in ocenjevanje napredka pri učenju in izbiro učnih strategij na podlagi te analize. Samo na tak način lahko pridemo do poglobljenega učenja. Taki pristopi sicer niso novi, saj temeljijo na tradiciji, ki sega vse do Deweya, Piageta, Montessorijeve in Vygotskega ter drugih teoretikov (Fullan in Langworthy, 2014). Tehnologija torej lahko res korenito spremeni in izboljša učinkovitost procesa učenja šele takrat, ko učitelj svoje znanje s posameznih predmetnih področij, znanje o učenju in učencih ter znanje o uporabi tehnologije kot učnega pripomočka povežemo in uporabimo kot celoto.

Pomen digitalnih kompetenc učitelja za učinkovito poučevanje in učenje

Mishra in Kehler (2006) sta predstavila model TPACK, ki služi kot teoretični okvir za vključevanje tehnologije v poučevanje. Okvir TPACK opisuje, kako je mogoče učinkovito poučevanje s tehnologijo, saj opozarja na medsebojno interakcijo med tehnologijo, pedagogiko in predmetnospecifičnim znanjem. Uporaba TPACK pri poučevanju s tehnologijo zahteva kontekstualno vezano razumevanje tehnologije, pri čemer se lahko tehnologije izbirajo in preoblikujejo tako, da ustrezajo zelo specifičnim pedagoškim in vsebinskim potrebam različnih izobraževalnih kontekstov (Kereluik, Mishra in Koehler, 2010; Mishra in Koehler, 2009).

V soočanju z načini, kako tehnologija, učna vsebina in pedagogika medsebojno delujejo v procesu učenja, vidimo aktivno vlogo učiteljev kot oblikovalcev tega procesa. Učitelj mora opredeliti in izbrati metode za vključevanje tehnologije tako, da postopoma izhajajo iz že obstoječih korpusov učiteljevega znanja. Izobraževanje za učinkovito uporabo izobraževalne tehnologije mora zato postati sestavni del izobraževanja učiteljev, ki mora presegati izolirano poučevanje digitalne pismenosti (George in Sanders, 2017), kar je jasno predstavljeno tudi v okvirju DigCompEdu (Redecker in Punie, 2017).

Okvir TPACK učiteljem zagotavlja orodje za obvladovanje kompleksnosti. S prepoznavanjem edinstvenega medsebojnega delovanja med ključnimi sklopi znanja, ki sestavljajo TPACK, ta učiteljem in izobraževalcem učiteljev zagotavlja okvir, ki jih usmerja pri doseganju smiselnega in pristnega vključevanja tehnologije v pouk (Dikmen, 2022). Če katero koli od teh sestavin TPACK obravnavamo ločeno od ostalih, to pomeni manj učinkovit učni proces. Poučevanje in učenje s tehnologijo namreč obstajata v dinamičnem transakcijskem odnosu med tremi komponentami v našem okviru, zato je sprememba katerega koli od dejavnikov treba upoštevati s spremembami v drugih dveh."

Učinkovitost integracije digitalnih orodij in virov v izobraževalni proces

Digitalne tehnologije srečujemo pri večini svojih aktivnosti vsak dan in brez njih si težko predstavljamo svoje delovanje. Tudi na področju izobraževanja postajo vse bolj pomembne, vendar pa je njihovo vključevanje v pouk zapleten in večdimenzionalen proces z različnimi dinamikami, ki so tesno povezane z usposobljenostjo učiteljev in učencev, s podporo staršev in drugih deležnikov v izobraževalnem procesu, z digitalno kulturo izobraževalnega okolja in z inovacijami v izobraževalnih programih. Vključevanje digitalnih tehnologij v prakso formalnega izobraževanja je v literaturi in politiki opredeljeno kot pomembna inovacija, ki je pogosto uokvirjena v smislu transformativnega potenciala (Ertmer idr., 2012; Hannaway, 2019). Uporaba v razredu sega od postopnega izboljšanja pedagogike do prelomnih inovacij.

Razprave o digitalnih učnih tehnologijah se pogosto osredotočajo na izbiro ustrezne strojne in programske opreme. Vendar pa je za učitelja in oblikovalce učnih gradiv in pripomočkov najbolj pomembno, da se osredotočijo na to, kako lahko digitalna gradiva in orodja uporabijo za izboljšanje učenja. Model SAMR, ki ga je razvil Puentedura (2013), zagotavlja strukturiran pristop za razumevanje in ocenjevanje vpliva tehnologije na izobraževanje. Model SAMR je dobil ime po začetnicah angleških imen različnih ravni vključevanja tehnologije v procese učenja: Substitution, Augmentation, Modification in Redefinition (zamenjava, razširitev, sprememba in redefinicija). Medtem ko avtor prvi dve ravni skupaj imenuje izboljšanje, pa drugi dve imenuje transformacija. Uporaba modela SAMR lahko učitelju pomaga, da pomembno

izboljša kakovost učnega procesa. Z njegovo pomočjo torej oceni, kako temeljito in poglobljeno je vključevanje tehnologije izboljšalo ali celo preoblikovalo proces poučevanja in učenja.

Pogosto se digitalna orodja preprosto uporabljajo za opravljanje istih opravil, ki so jih učitelji in učenci prej opravljali brez uporabe teh orodij. Takšna raven izvajanja predstavlja najnižjo raven modela SAMR, to je *zamenjavo*. Na tej ravni se tehnologija uporablja kot neposredni nadomestek za tradicionalno učno sredstvo, in sicer brez funkcionalnih sprememb. Tipični primeri zamenjave so uporaba učnih gradiv v PDF-formatu namesto tiskanih gradiv, uporaba urejevalnika besedil na računalniku, namesto pisanja v zvezek, uporaba svetovnega spleta za dostop do podatkov, namesto uporabe tiskanih virov ter izdelava digitalnega listovnika namesto njegove tradicionalne oblike. Čeprav ta stopnja ne spreminja nujno učne izkušnje, lahko zagotovi nekatere prednosti, kot sta večja učinkovitost pri zajemu učnih gradiv, pri njihovi obdelavi, shranjevanju in deljenju ter pri dostopu do digitalnih virov.

Na naslednji ravni, ki jo imenujemo *povečanje*, se tehnologija uporablja za izboljšanje tradicionalnega učnega pripomočka, kar zagotavlja funkcionalno izboljšavo. Primeri povečanja so uporaba črkovalnika ali števca besed v urejevalniku besedila, vključevanje različnih medijev v besedila, iskanje, analiza in ocenjevanje podatkov s spleta ter načrtovanje, snemanje, urejanje in objava video posnetka, če to naredi učitelj. Uporaba tehnologije dodaja vrednost učnim izkušnjam, saj omogoča učinkovitejše izvajanje aktivnosti ter potencialno boljšo vključenost in razumevanje učencev.

Na ravni *modifikacija* tehnologija že omogoča znatno preoblikovanje učnih aktivnosti, kar precej presega zgolj izboljšanje ali zamenjavo. Primeri modifikacije so uporaba interaktivne tehnologije za preverjanje znanja, oblikovanje razrednega bloga, oblikovanje učne ure na interaktivni tabli za spodbujanje kreiranja znanja na višjih taksonomskih ravneh ter načrtovanje, urejanje in objava videa, kadar to izvedejo posamezni učenci. Učne dejavnosti se preoblikujejo, kar omogoča bolj smiselne in avtentične aktivnosti. Na tej stopnji se pogosto izboljšajo sodelovanje, komunikacija in veščine kritičnega mišljenja.

Na ravni *redefinicija* tehnologija omogoča ustvarjanje novih nalog, ki si jih prej ni bilo mogoče predstavljati. Primeri redefinicije so sodelovalno pisanje besedila z uporabo wikija ali Googlevega urejevalnika besedila v oblaku, izdelava zemljevida učne poti z uporabo navigacijske aplikacije v mobilnem telefonu, objave prispevkov učencev v različnih spletnih storitvah druge generacije (npr. v blogih ali na družbenih omrežjih) ter vključevanje učencev v izdelavo učnih gradiv za interaktivno tablo.

To že omogoča popolno preoblikovanje učne izkušnje ter spodbuja ustvarjalnost, sodelovanje in inovativnost. Odpira nove možnosti ter temeljito spreminja način poučevanja in učenja. Model SAMR uporabnikom prinaša naslednje prednosti:

- *Smernice in priporočila za vključevanje digitalne učne tehnologije*
SAMR zagotavlja jasen okvir za izobraževalce, ki jih vodi od osnovne uporabe tehnologije do bolj transformativnih praks, saj jih usmerja pri sprejemanju načrtnih odločitev o tem, kako tehnologijo vključiti v svoje poučevanje.
- *Povečanje vključenosti in učencev in njihovega zanimanja za učni proces*
Na ravneh zamenjava in modifikacija se lahko tehnologija uporablja kot orodje za nadomestitev tradicionalnih sredstev ali za izboljšanje obstoječih metod. Dejavnosti, ki vključujejo sodelovanje, ustvarjalnost in reševanje problemov iz realnega sveta,

običajno pritegnejo zanimanje učencev in njihovo motivacijo za učenje. To lahko vodi do njihove boljše vključenosti in do bolj aktivnih oblik učenja.

- *Optimizacija učnih procesov*
Na ravni modifikacija se učitelji osredotočijo na preoblikovanje aktivnosti in nalog z uporabo tehnologije. To omogoča optimizacijo učnih izkušenj in izboljšanje učnih rezultatov.
- *Spodbujanje kritičnega razmišljanja in sodelovanja*
Na ravni redefinicija tehnologija omogoča ustvarjanje novih, inovativnih opravil in nalog, ki v mnogih vidikih presegajo tradicionalne metode učenja. To spodbuja kritično razmišljanje, reševanje problemov in sodelovanje med učenci.
- *Prilagajanje učenja potrebam vsakega posameznika*
Uvajanje tehnologije na vseh ravneh modela omogoča prilagajanje učenja potrebam posameznika, saj jim ponuja prilagodljive možnosti za dostop do podatkov in gradiv po njihovi izbiri, omogoča diferenciacijo opravil in nalog ter individualizacijo učnega procesa.
- *Spodbujanje ustvarjalnosti učencev*
Na obeh transformativnih ravneh aktivnosti spodbujajo ustvarjalnost učencev, saj se osredotočajo na ustvarjanje novih vsebin, sodelovanje pri učnih dejavnostih in reševanje realnih problemov.
- *Priprava na izzive iz realnega sveta*
SAMR spodbuja izobraževalce, naj tehnologijo uporabljajo tako, da bodo učence pripravili na zahteve digitalne dobe. Na vseh ravneh SAMR-modela učenci pridobivajo digitalne kompetence in spretnosti, ki so ključne za uspeh v sodobni družbi. To vključuje tudi razumevanje tehnologije, kritično ocenjevanje podatkov in različnih informacijskih virov ter sposobnost reševanja kompleksnih nalog. Pomaga razvijati tudi veščine kritičnega mišljenja in prilagodljivosti, ki so v nenehno razvijajočem se tehnološkem okolju bistvenega pomena.
- *Stalno strokovno spopolnjevanje učiteljev*
Uporaba digitalnih tehnologij in SAMR-modela za presojo njihove učinkovitosti v učnem procesu spodbuja učitelje k nenehnemu učenju in razvoju njihovih pedagoških praks. Spremljanje in refleksija o doseženi ravni integracije tehnologije v procese učenja jih spodbuja k iskanju novih in boljših načinov poučevanja.

Uporaba modela SAMR tako omogoča postopno izboljšanje učnega procesa, saj spodbuja učitelje, da premišljeno uporabljajo tehnologijo in nenehno iščejo nove načine, kako izboljšati učne izkušnje učencev.

Kognitivni vidiki učenja in uporaba digitalnih tehnologij

Tradicionalno so bile raziskave o uporabi digitalnih izobraževalnih tehnologij večinoma usmerjene v ugotavljanje relativne učinkovitosti posameznih tehnoloških inovacij, ki vplivajo na učenje učencev (Cheung in Slavin, 2013). Rezultati raziskav teh raziskav nam lahko pomagajo presoditi, katere tehnološke inovacije so bolj učinkovite od drugih in kako učinkovite so v primerjavi s tradicionalnim poučevanjem in učenjem. Vendar pa se stanje na tem področju zaradi hitrega tehnološkega razvoja hitro spreminja, hkrati pa stroka ugotavlja, da samo uvajanje tehnologije ne spremeni kakovosti in učinkovitosti poučevanja in učenja. Za to je potrebno poglobljeno poznavanje in razumevanje sodobnih epistemoloških in ontoloških

spoznanj o učenju ter načinov za učinkovito uporabo digitalnih tehnologij za podporo poučevanju in učenju (Huang idr., 2022). Vzporedno s spremembami v družbi je treba preoblikovati tudi pojmovanja, prakse in družbeno organizacijo učenja, da bi omogočili ustrezne individualne in kulturne kompetence (Paavola in Hakkarainen, 2005).

Epistemološka vprašanja, povezana z učenjem in znanjem, postajajo vse pomembnejša. Stutt in Motta (1998) ugotavljata, da naša orodja in tehnologije vsebujejo vse več pomenov ter vse več znanja in inteligence. Delujemo v kompleksnih in heterogenih omrežjih, ki jih sestavljajo ljudje in različni artefakti. Da bi olajšali svoje zahtevnejše dejavnosti, ustvarjamo in uporabljamo kognitivne artefakte, ki so bolj obremenjeni z znanjem, pametni in avtonomni. Znanje in z njim povezani pojmi, kot sta strokovno znanje in inteligenca, vse bolj opredeljujejo naše dejavnosti v družbi znanja. Da bi konceptualizirali in razumeli naravo dela in dejavnosti v tej družbi, se moramo naučiti razumeti različne vrste znanja ter način njihove uporabe in rasti. Z drugimi besedami – potreben je nekakšen epistemološki premik pri učiteljih, pedagoških psihologih, kognitivnih znanstvenikih, študentih in vseh drugih udeležencih, ki jih zanima razvoj izobraževalnega sistema, da bi odgovorili na nastajajoče izzive.

Zato je ključno, da se pri raziskovanju osredotočimo na kognitivne vidike procesov učenja in na teorije o učenju, ki pa se praktično ne spreminjajo. Tako je v zadnjih dveh desetletjih vedno bolj v ospredju konstruktivizem, ki poudarja pomen aktivnih oblik učenja in poglobljenih učnih opravil, novih učnih partnerstev in uporabe digitalnih orodij in virov. V tradicionalnih, transmisijskih oblikah poučevanja in učenja se vloga digitalnih tehnologij namreč zreducira predvsem na distribucijo učnih gradiv, ki jih učitelj pripravi za učence. Ko pa učence v procesih učenja aktiviramo, jim digitalne tehnologije omogočajo raziskovanje in reševanje problemov, snovanje in izdelavo različnih gradiv, sodelovanje z drugimi deležniki v procesih učenja, pa tudi podporo pri samoregulaciji učnega procesa.

Različni pogledi na učenje v različnih teorijah so povezani s tem, kako psihologi proučujejo pojav učenja. Pri tem se je oblikovalo nekaj glavnih paradigem učenja: behaviorizem, kognitivizem in konstruktivizem. Behaviorizem se osredotoča na to, da učenec pokaže določen odziv na dražljaj (na primer poda pravilen odgovor na zastavljeno vprašanje). Kognitivizem se osredotoča na obdelavo informacij, pri čemer učencu pomaga organizirati in povezati nove informacije z obstoječimi. Konstruktivizem pa poudarja aktivno vlogo učencev pri oblikovanju pomena in konstruiranju svojega znanja; od kognitivizma se razlikuje po ontološkem stališču, da neposreden prenos zunanje resničnosti v misli učencev ni mogoč. Čeprav obstaja objektivna resničnost, konstruktivizem obravnava učenje kot učenčevo edinstveno razlago svojih izkušenj.

Paavola in Hakkarainen (2005) sta na podlagi dveh tradicionalnih metafor učenja, to sta učenje kot pridobivanje znanja in učenje kot sodelovanje, predlagala tretjo metaforo: učenje kot ustvarjanje znanja. Metafora pridobivanja temelji na ontološki predpostavki, da je znanje entiteta in da učenje pomeni pridobivanje te entitete. Posledično se ta perspektiva prekriva z behaviorističnim načinom posredovanja znanja, kognitivističnim načinom obdelave informacij in konstruktivističnim načinom rekonstrukcije znanja. Metafora sodelovanja pa poudarja "znanje" kot način postajanja člana skupnosti. Ta pogled na učenje poudarja družbene interakcije kot nujni del učenja, ki vključujejo družbene prakse in diskurz kot načine, kako postati član skupnosti in je skladno s perspektivo situacijskega učenja Lavea in Wengerja (1991), ki na učenje gledata kot na sodelovanje v družbeno umeščenih praksah in pogajanje o pomenih, kar vodi k preoblikovanju identitet in praks udeležencev.

Paavola in Hakkarainen (2005) sta ti dve metafori preoblikovala z drugega vidika in predlagala, da je metafora pridobivanja znanja "monološka", saj učenje poteka v človeškem umu, metafora sodelovanja pa je "dialoška", saj vključuje dialoško interakcijo z družbenimi drugimi. Kot tretjo metaforo učenja sta predlagala ustvarjanje znanja, ki je "trialogška", saj je razvijanje skupnih predmetov in artefaktov ob ustvarjanju novih idej ali inovativnih praks nujen proces. Artefakt je predmet, ki ga je ustvaril človek; v tem kontekstu je lahko objekt tudi virtualen, kot na primer esej, računalniški program ali didaktična računalniška igra. Oblikovanje in izdelave artefakta je iterativen proces, ki dodatno motivira učence. Sodelovanje je pomembno za učenje in hkrati usposablja učence za delo v timu. Artefakti znanja so rezultat dialoške interakcije med udeleženci. Metafora ustvarjanja znanja, torej povezuje metafore pridobivanja in sodelovanja: ustvarjanje artefaktov znanja naredi viden razvoj konceptualnega znanja, hkrati pa upošteva ustvarjanje struktur in procesov sodelovanja, ki podpirajo razvoj znanja in inovacij.

Zelo pomembno je sprotno vrednotenje posameznih faz in tudi izdelka, saj tako učenci dobijo povratno informacijo o svojem delu, ki lahko predstavlja dodatno motivacijo ali pa opozorilo v primeru storjenih napak v procesu učenja ravnanja in s tem možnost za njegovo sprotno odpravo. Od učencev se pričakuje tudi refleksija na proces učenja. Pri izbiri problemov, ki jih učenci rešujejo pri triialogškem učenju, je poudarek na reševanju problemov iz realnega sveta. Pomen uporabljene digitalne tehnologije je velik, saj lahko omogoča ustvarjanje artefakta in in manipulacije z njim, podpira sodelovanje in pomaga pri predstavitvi idej.

Eno od pomembnih vprašanj v zvezi s predstavljenim triialogskim učenjem in ustvarjanjem znanja je, ali in v kolikšni meri so učenci sploh sposobni ustvarjati znanje in v kolikšni meri je to le metaforičen način poudarjanja določenih značilnosti učenja (Paavola in Hakkarainen, 2005). To je seveda odvisno od tega, kaj mislimo s pojmom "ustvarjanje" in kaj z "znanjem". Človekova dejavnost je po naravi transformacijska; ljudje so zelo inovativni pri iskanju načinov za doseganje zelenih ciljev in razvijanju potrebnih sredstev (Engestrom, 1987). Obstajajo indici, da so učenci ob ustrezni podpori sposobni ustvarjati artefakte, ki podpirajo njihove dejavnosti in so lahko materialne ali konceptualne narave. Zaradi omejenega predznanja mlajši učenci sicer ne morejo ustvarjati "zahtevnejšega" novega znanja, lahko pa storijo veliko, da bi razumeli in pojasnili vprašanja, s katerimi se ukvarjajo. Te ugotovitve kažejo, da moramo dejavnosti poučevanja in učenja oblikovati na podlagi modelov ustvarjanja znanja.

Vpliv prepričanj učiteljev na uporabo digitalnih tehnologij

Pri poučevanju se učitelji opirajo na svoja prepričanja in zbrano znanje, da bi se uspešno spoprijeli s heterogenostjo v razredu. Kakovostno, dolgoročno učenje, ki vodi v spreminjanje prakse, se zgodi, ko se nova znanja in veščine skladajo z globljimi vidiki učiteljevega pedagoškega dela: prepričanja, poklicno identiteto in zaznavanjem lastnega pedagoškega poslanstva.

Študije o poučevanju in prepričanjih učiteljev so pokazale, da so učitelji, ki so bolj izbirčni in se zavedajo svojih pedagoških prepričanj, na splošno bolj prilagodljivi in prožni učitelji (Clark in Peterson, 1986). Analiza študij primerov kaže, da je uspešno uvajanje tehnoloških inovacij v pouk bolj verjetno, če učitelji dobro reflektirajo svojo pedagoško prakso in cilje tako, da zavestno uporabljajo tehnologijo na način, ki je skladen z njihovimi pedagoškimi prepričanji (Alberola-Mulet, Iglesias-Martínez, Lozano-Cabezas, 2021; Ertmer in Ottenbreit-Leftwich 2010).

V primerih, ko je učiteljev pedagoški pristop k poučevanju skladen s tehnologijo, ki jo je izbral za uporabo, obstaja večja verjetnost, da bo uporaba tehnologije prinesla boljše rezultate (Li idr., 2019). Tehnologija namreč ni funkcionalno nevtralna (Means, 1994). Kadar pa so bila pedagoška prepričanja učiteljev v nasprotju s tehnologijo, ki so jo skušali vključiti v pouk, so praviloma imeli težave pri uspešnem doseganju zastavljenih ciljev. Verjetnost uspešnega uvajanja tehnologije v razredu je bila večja tudi takrat, ko so učitelji tehnologijo obravnavali kot sredstvo za doseg cilja in ne kot cilj sam. Verjetnost uspeha je bila zmanjšana tudi takrat, ko je bila tehnologija omejena samo na dodajanje novosti k poučevanju (Kopcha, 2012).

Nefunkcionalna prepričanja učiteljev kot ovira pri uvajanju digitalnih tehnologij

Pogosto pa se pojavljajo tudi nefunkcionalna prepričanja učiteljev, ki jih rezultati raziskav niso potrdili in ki predstavljajo ovire pri spodbujanju smiselne uporabe IKT pri pouku (Košir, 2020). Med nje sodijo prepričanja, da so sodobni učenci (digitalni domorodci), zaradi življenja v okoljih, podprtih z digitalno tehnologijo, že zato digitalno pismeni, da so sodobni učenci sposobni sprejemati informacije hkrati prek več čutnih kanalov, da vključevanje digitalnih tehnologij vodi v bolj površinske odnose med učitelji in učenci, da bogastvo spetnih virov omogoča učencem, da se veliko stvari naučijo kar sami in da je za učinkovito vključevanje digitalnih tehnologij v učni proces treba imeti "smisel za tehnologijo". V nadaljevanju bomo komentirali ta prepričanja na osnovi rezultatov raziskav, objavljenih v znanstveni literaturi, in predstavili tudi predlagane rešitve.

Za vsa ta nefunkcionalna prepričanja rezultati raziskav kažejo, da ne držijo.

(Ne)pismenost digitalnih domorodcev

Prensky (2001) je pojem "digitalni domorodci" definiral že leta 2001, ko je ugotovil, da so se učenci po prodoru digitalnih tehnologij v njihove dejavnosti na vseh področjih bistveno spremenili. Res je, da družbena omrežja, različne digitalne komunikacijske storitve, mobilne naprave in računalnike uporabljajo v precej večji meri kot generacije pred njimi. Toda brez ustrezne spodbude in podpore učitelja učenci digitalno tehnologijo uporabljajo predvsem za uporabo podatkov in pasivno sprejemanje informacij in ne kot orodje, ki jim lahko pomaga pri kreiranju znanja in pri reševanju problemov (Fullan in Langworthy, 2014; Kirschner in van Merriënboer, 2013). Zato je tudi domorodce treba postopno in sistematično naučiti osmišljene in učinkovite rabe digitalnih tehnologij za podporo procesov učenja.

Nove tehnologije spreminjajo načine, kako se učijo in delajo, kako komunicirajo in sodelujejo ter kako preživljajo svoj prosti čas. Prensky je identificiral nekaj njihovih najbolj relevantnih značilnosti, ki so ključne pri učenju. Digitalni domorodci so navajeni, da informacije prejemajo zelo hitro. Radi vzporedno obdelujejo in opravljajo več nalog. Raje imajo grafiko pred besedilom kot obratno, v splošnem pa to velja za vse novejšje medije, ki jih omogočajo digitalne tehnologije. Raje imajo naključni dostop kot zaporedno podajanje informacij. Najbolje delujejo, če so medsebojno povezani v različna (virtualna) omrežja. Želijo si takojšnjih povratnih informacij in pogostih nagrad. Raje imajo igre kot "resno" delo. Seveda te spremenjeni načini delovanja niso vedno bolj učinkoviti od tradicionalnih, a so jih te generacije sprejele in delujejo po njih. Naši izobraževalni sistemi zato niso več primerni za njih in učitelji – "digitalni prišleki", ki tem spremembam niso sledili in jih ne poznajo, zelo težko učence razumejo in jim ponudijo primerne oblike učnih procesov. Te veščine so jim pogosto tuje, saj so se sami učili

– in se zato odločajo za učenje – počasi, korak za korakom, eno stvar naenkrat, individualno in predvsem veliko bolj resno.

Redecker (2009) je k značilnostim digitalnih domorodcev, ki jih je identificiral Prensky, dodala še zavzetost in odgovoren odnos do dela ter individualizacijo in personalizacijo. Večina domorodcev se raje uči z delom, kot s tem, da jim nekdo pove, kaj naj naredijo; raje "delajo stvari", kot razmišljajo ali govorijo o njih (Olbinger in Olbinger, 2005). Usmerjeni so k induktivnemu odkrivanju, opazovanju, oblikovanju hipotez in iskanju vzorcev. McLester (2007) pa dodaja, da so zaradi svoje izkustvene narave pripravljene več tvegati. Če imajo možnost izbire, se raje ukvarjajo s stvarmi, ki so pomembne, na primer z okoljskimi vprašanji. Verjamejo, da lahko nekaj spremenijo, in verjamejo v moč znanosti in tehnologije pri reševanju težavnih problemov. Barnes in drugi (2007) poudarjajo, da so domorodci na splošno ambiciozni in ciljno usmerjeni ter razumejo, da doseganje njihovih poklicnih ambicij vključuje dobro izobrazbo.

Ng (2012) je raziskoval raven digitalne pismenosti domorodcev, dodiplomskih študentov na pedagoških študijskih programih in ugotovil, da bi se ta lahko povečala z eksplicitnim poučevanjem vključevanja tehnologije v njihovo učenje. Ti študenti so redno uporabljali spletne vire za druženje, različne druge spletne storitve, povezane s študijem in priložnostnimi aktivnostmi, prenašali so glasbene in multimedijske datoteke, prejeli in pošiljali elektronsko pošto, klepetali ter iskali podatke za študijske in osebne namene. Glede na podatke, ki so jih objavili drugi avtorji (Bennett in Maton, 2010; Jones, Ramanau, Cross in Healing, 2010; Kennedy idr., 2008), se študenti aktivno ne ukvarjajo z ustvarjanjem vsebin z orodji spleta 2.0, kot so ustvarjanje spletnih strani, vodenje blogov ali prispevanje v wikije. Čeprav je bila večina študentov sicer seznanjena s temi koncepti, mnogi teh orodij ne uporabljajo v procesih učenja v izobraževalne namene za ustvarjanje spletnih artefaktov. Možna razlaga za pomanjkanje sodelovanja pri ustvarjanju spletnih vsebin je pomanjkanje namena za to. Večina (98 %) študentov ima v tej študiji danes račun na družbenem omrežju (npr. Facebook), kjer si lahko izmenjujejo ideje, fotografije/videoposnetke in povezave. Pogosto dostopajo do spletnih storitev in spletnega trgovanja, redno iščejo in uporabljajo spletne informacije in vire za splošne in akademske namene ter pogosto komunicirajo prek mobilnih telefonov in izbranih spletnih orodij. V teh pogledih ti učenci živijo e-življenje digitalnih domorodcev, ki ga zagovarja Prensky (2004). Za te učence je pogosta uporaba teh tehnologij namenska in jim vzame precej časa. Če digitalni domorodci niso izrecno napoteni na uporabo drugih izobraževalnih tehnologij, je malo verjetno, da bi razmišljali o izobraževalnih tehnologijah ali se ukvarjali z ustvarjanjem spletnih strani ali wikija, razen če bi to počel z določenim namenom.

Ta raziskava je pokazala, da so dodiplomski študenti ob priložnosti, da se ukvarjajo z namenom sprejemanja digitalnih orodij, ta znali uporabiti za ustvarjanje smiselnih izdelkov z najmanjšo možno mero razburjenja. Smiselni izdelki vključujejo ustvarjanje artefaktov s področij disciplin študentov, ki bi jih lahko delili s svojimi vrstniki in jih uporabili tudi za svoje prihodnje poučevanje, ko bodo na praksi ali ko bodo začeli poučevati kot diplomirani učitelji. Rezultati so pokazali, da tehnični vidiki neznanih tehnologij za mnoge od teh študentov niso bili najpomembnejši. Več časa so v procesu ustvarjanja artefaktov porabili za razmišljanje o vsebini in njeno pripravo ter vključevanje v tehnologije. Večina učencev je tudi navedla, da pri uporabi novih tehnologij za ustvarjanje učnih artefaktov hkrati raziskujejo tehnologije in vključujejo vsebine, vključno z iskanjem informacij in večpredstavnostnih gradiv.

Večopravilnost učencev

Kirschner in De Bruyckere (2017) sta predstavila številne dokaze, da učenci te generacije v resnici niso sposobni ravnati s sodobnimi tehnologijami tako, ko jim to zmotno pripisujemo. Torej ne drži, da se sami dobro znajdejo v teh virtualnih okoljih ter se učinkovito učijo in ustvarjajo novo znanje. Raziskave celo kažejo, da imajo učenci težave, če od njih pričakujemo, da se poglobijo v večpredstavna učna okolja, raziskujejo v njih in nadzorujejo svoje učenje.

Ta ugotovitev ima za učitelje in učence več posledic. Za učitelje je pomembno, da teh mitov ne širijo naprej. Če današnji učenci dejansko niso sposobni večopravilnosti, je potrebno procese učenja preoblikovati tako, da v digitalnih učnih okoljih lahko učinkovito uporabljajo razpoložljiva orodja in učne vire. Pri tem so bistvene povezave med učenci z njihovimi kompetencami, učitelji z njihovim predmetnim in didaktičnim znanjem ter kompetencami za učinkovito uporabo digitalnih orodij in učnih virovmedijev ter oblikovanjem digitalnih orodij in virov.

Kot pravi Kirschner (2015), morajo učitelji pri načrtovanju in oblikovanju digitalnih orodij in virov oceniti, kdaj lahko digitalna tehnologija pozitivno vpliva na učenje, in jo uporabiti samo v takih primerih. Pri tem bi lahko rekli, da gre tudi za poučevanje z zgledom. Tudi Lai in Hong (2015) ugotavljata, da med generacijami ni bistvenih razlik v tem, kako poteka učinkovito učenje. Baddeley (2003) pa v svojem članku o kognitivnih vidikih učenja poudarja, da spoznanja o delovanju človeških možganov ne potrjujejo sposobnosti prave večopravilnosti, ki bi omogočala opravljanje več zavestno usmerjenih miselnih operacij brez medsebojnih motenj.

Na osnovi predstavljenih dejstev lahko zaključimo, da je pri uporabi digitalnih tehnologij za kakovostno učenje treba poznati in upoštevati znanstvena spoznanja o procesu učenja.

Površinski odnosi med učitelji in učenci v digitalnih učnih okoljih

Mnogi učitelji izražajo bojazen, da uporaba digitalnih tehnologij za poučevanje in učenje vodi v površinske odnose med učitelji in učenci. Vendar rezultati raziskav na tem področju kažejo, da to ne drži. Tako Shehzad in Charles (2023) ugotavljata, da z ustreznimi pristopi lahko zagotavljamo t. i. Socialno prisotnost v virtualnih digitalnih okoljih, ki učencem dajejo občutek pripadnosti skupnosti učencev, ki se v tradicionalnih učnih okoljih oblikuje kot razred. Hkrati se v tem okolju pojavlja tudi učitelj, ki učence spodbuja in vodi ter jim daje sprotne povratne informacije. Avtorja sta identificirala tudi različne težave, ki se lahko pojavljajo pri tem, in podala nekaj predlogov za njihovo reševanje. Seveda pa morajo biti učitelji za to ustrezno usposobljeni. Kompetence učiteljev, ki so potrebne za vzpostavljanje ustrezne povezanosti med učiteljem in učenci za učinkovito poučevanje v digitalnih okoljih, so ustrezno opredeljene tudi v okviru DigCompEdu (Punie in Redecker, 2017), in sicer kar na treh področjih teh kompetenc.

Na področju poučevanje in učenje je to še posebej poudarjeno pri kompetenci vodenje, ki se ukvarja z "Rabo digitalnih tehnologij in storitev za izboljšanje komunikacije z učenci na individualni in skupni ravni znotraj in zunaj pouka", z "Rabo digitalnih tehnologij za pravočasno in ciljno usmerjeno vodenje ter pomoč." in s "Preizkušanjem in razvojem novih oblik ter formatov za zagotavljanje vodenja in podpore."

Na področju vrednotenja je povezanost med učiteljem in učencem poudarjena pri kompetenci povratne informacije in načrtovanje, ki pojasnjuje "Rabo digitalnih tehnologij za ciljno usmerjene in pravočasne povratne informacije učencem ter za prilagajanje strategij poučevanja in zagotavljanje ciljne podpore na podlagi dokazov, pridobljenih s pomočjo digitalnih tehnologij."

Na področju opolnomočenje učencev pa se s poglobljenimi odnosi med učiteljem in učencem ukvarja kompetenca diferenciacija in personalizacija, ki govori o »Rabi digitalnih tehnologij za naslavljanje različnih učnih potreb učencev, kar učencem omogoči napredovanje po različnih stopnjah in z različno hitrostjo ter izbiro lastnih učnih poti in ciljev", še bolj poglobljeno pa kompetenca aktivno vključevanje učencev, ki učiteljem omogoča "rabo digitalnih tehnologij za spodbujanje aktivnega in ustvarjalnega sodelovanja učencev pri učnem predmetu."

Če učitelj ima kompetence in jih ustrezno uporabi pri snovanju in izvedbi učnega procesa, zagotovo ne moremo reči, da so odnosi med njim in učenci samo površinski.

Samostojno učenje z uporabo spletnih virov

Trditev, da bogastvo spletnih virov učencem omogoča, da se ogromno stvari naučijo sami, pretežno ne drži. Ta trditev je v svojem bistvu podobna predpostavki, da bi se učenci lahko večine stvari naučili sami, če bi jih v bolj tradicionalnih razmerah poslali v knjižnico, kjer bi lahko v knjigah našli vse, česar naj bi se naučili. Sodobne metaanalitične raziskave (Hattie, 2009) kažejo, da je eden izmed najbolj vplivnih virov za kakovostno učenje učitelj, ki razume kognitivne procese pri učencih in si prizadeva razumeti učinke lastnega poučevanja. Usmerjanje v samostojno iskanje podatkov, njihovo pridobivanje in vrednotenje ter oblikovanje informacij, ki je značilno za problemsko učenje, je primerno samo za učence z dobro usvojenimi osnovnimi spretnostmi in predznanjem. Pri učencih začetnikih pa je praviloma neučinkovito (Kirschner idr., 2018).

Usmerjanje učencev na IKT-orodja in vsebine nikakor ne nadomešča podpornega odnosa z učiteljem, temveč poveča njegovo vlogo pri urjenju učencev v zmožnostih kritičnega presojanja in spoprijemanja z neuspehom. Še posebej v primerih aktivnih oblik učenja, kjer so učenci v večji meri samostojni in prevzemajo odgovornost za aktivnosti, ki jih izvajajo, je pomen učiteljevih povratnih informacij zelo velik in učencem omogoča, da dosežejo zastavljene cilje in se tudi učijo na napakah.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Kot smo pokazali na osnovi rezultatov raziskav o uvajanju digitalne tehnologije v izobraževanje, je za učinkovito poučevanje in učenje z njo nujno posodobiti didaktične pristope tako, da postanejo učenci aktivni kreatorji znanja in da je učni proces zasnovan na učnem partnerstvu med udeleženci tega procesa. Fullan in Langworthy (2014) sta na osnovi raziskovalnega dela in praktičnih izkušenj oblikovala smernice za nov pristop k učenju in poučevanju, ki posredno ali neposredno vključujejo tudi večino ugotovitev drugih raziskovalcev, ki smo jih predstavili v tem prispevku.

Ta nov pristop je zasnovan na treh ključnih komponentah:

- na **poglobljenih učnih opravilih**, ki učni proces preoblikujejo v ustvarjanje in namensko uporabo znanja,
- na novih **učnih partnerstvih** med učiteljem in učenci ter med učenci in
- na **uporabi digitalnih orodij in virov**, ki premišljeno omogočajo in pospešujejo proces poglobljenega učenja.

Poglobljeno učenje

Cilji poglobljenega učenja je, da učenci pridobijo kompetence, ki jih bodo pripravile na kreativno in skupinsko reševanje problemov (Barber idr., 2012). Da bi to lahko dosegli, je potreben nov model učnih partnerstev med učenci in učitelji ter med samimi učenci.

Pri tradicionalnih pedagoških pristopih mora učitelj strokovno znanje s predmetnega področja nadgraditi z ustreznimi didaktičnimi znanji ter z izbranimi digitalnimi kompetencami za učitelje (Punie in Redecker, 2017), kot to pojasnjuje model TPACK (Kereluik, Mishra in Koehler, 2010; Dikmen, 2022). Glavni cilj učitelja pri teh pristopih je, da učenci obvladajo predpisane učne vsebine (George in Sanders, 2017). Kakovost učiteljev se torej ocenjuje predvsem glede na njihovo zmožnost podajanja vsebin na njihovem predmetnem področju. Strategije poučevanja pa so v veliki večini primerov t. i. prenosi znanja. Tehnologijo uporabljajo predvsem za dostavo učnih gradiv in za podporo učencem pri obvladovanju zahtevanih kurikularnih vsebin.

Pri novih pedagoških pristopih pa je osnova za ocenjevanje kakovosti učitelja njegova pedagoška usposobljenost, ki se meri z njegovim repertoarjem učnih strategij in z njegovo sposobnostjo oblikovanja partnerstev z učenci pri obvladovanju učnega procesa. Tehnologija v novem modelu je vseprisotna in jo uporabljajo za odkrivanje in obvladovanje znanja na predmetnem področju, za doseganje poglobljenih učnih ciljev in za ustvarjanje in uporabo novega znanja v praksi.

Poglobljeno učenje presega obvladovanje obstoječega znanja na predmetnem področju, ki ga posreduje učitelj (National Research Council, 2012). Razširi se na ustvarjanje novega znanja in njegovo uporabo v praksi. Tehnologija je sprostila učenje in potencial učencev, da znanje uporabljajo tudi zunaj šole; novi didaktični pristopi pa vse to izkoristijo v formalnem učnem procesu. Fokus poučevanja se preusmeri od obvladovanja predpisanih vsebin na učni proces ter na razvijanje sposobnosti učencev, da usmerjajo svoje učenje in smiselno uporabijo njegove rezultate.

Aktivnosti pri poglobljenem učenju spodbujajo učence k samoregulaciji. Sami "vodijo svoje učenje" tako, da določijo in uresničujejo svoje učne cilje z uporabovirov, orodij ter povezav, ki jih omogoča digitalni dostop.

Pri poglobljenem učenju preoblikujejo učne aktivnosti tako, da omogočajo:

- prestrukturiranje učenja učnih vsebin na višje taksonomske ravni, kjer lahko bolj smiselno in bolj učinkovito uporabimo digitalna orodja in vire,
- pridobivanje izkušenj učencev pri ustvarjanju in uporabi novega znanja v realnem svetu zunaj učilnice,
- razvijanje ključnih veščin za prihodnost, imenovane 6 C (komunikacija, kritično razmišljanje in reševanje problemov, sodelovanje, ustvarjalnost, državljanske

kompetence ter čustvena inteligenca in povezanost z okoljem) (Inganah idr., 2023; European Commission, 2019a).

Učenec se v procesu učenja ne osredotoča samo na učno snov, temveč tudi na razvijanje svoje sposobnosti za učenje in ustvarjanje. V najučinkovitejših primerih so poglobljena učna opravila usmerjana z jasnimi in ustrezno zahtevnimi učnimi cilji, ki v idealnem primeru vključujejo:

- kurikularne učne vsebine in tudi interese ali želje učencev,
- specifična in natančna merila uspeha, ki učitelju in učencu pomagajo ugotoviti, kako dobro so cilji doseženi,
- povratne informacije in formativno vrednotenje procesov učenja ter tako krepijo samozavest in "proaktivno naravnost" učencev.

Pri poglobljenem učenju učenci gradijo znanje. Pri tem ne reproducirajo ali uporabljajo obstoječega znanja, ampak ustvarjajo novo znanje. To je pomemben motivacijski element, ki pripomore k večji zavzetosti in navdušenju učencev. Zelo pomembni so tudi jasno izraženi učni cilji, ki omogočajo ocenjevanje napredka pri njihovem doseganju. Ravno tako je pomembna tudi ustrezna zahtevnost učne snovi, ki mora biti v *območju bližnjega razvoja* (Vygotsky, 1978).

Učna partnerstva

Učitelji partnerji učencev pri poglobljenem učenju, za katerega so značilni raziskovanje, povezanost in cilji v realnem življenju. Učitelj mora imeti strokovno znanje o različnih učnih strategijah in za ocenjevanje, kje so učenci v svojem učnem razvoju. V takem učnem okolju izginjajo meje med učenci in učitelji, saj se lahko njihove vloge v procesu učenja izmenjujejo. Tudi učenci lahko občasno prevzamejo učiteljevo vlogo in učitelj se lahko uči od učencev. Z osebnimi povratnimi informacijami in spodbudami so učenci bolj motivirani in samozavestni. Učna partnerstva temeljijo na štirih ključnih elementih: odnosih med partnerji, povratnih informacijah, upoštevanju potreb in želja učencev ter učenju učenja.

Človeški odnosi zavzemajo osrednje mesto v učni izkušnji. Celotna učna izkušnja je vpeta v te odnose, ki obstajajo med učiteljem in učenci, med učenci, med učenci in njihovim domačim okoljem ter v družbenih omrežjih, ki povezujejo ljudi s podobnimi učnimi interesi in težnjami. Za izgradnjo zaupanja je potrebno vzajemno prizadevanje vseh, ki so vključeni v učni proces. Če učitelj želi doseči zaupanje učencev, mora poskrbeti za njihovo dobro počutje, ki ni vezano samo na kognitivne dosežke. Učencem zaupanje omogoča partnerski pristop, kjer lahko izrazijo svoje interese, potrebe in želje ter se v učni proces vključijo proaktivno. Ko učence dobijo glas pri odločanju o procesu učenja in se naučijo učinkovito uporabljati ta glas, začnejo pot k usmerjanju lastnega učenja.

Učitelji in učenci naj zagotavljajo **povratne informacije** v učnem procesu. Razviti morajo skupno razumevanje, kako se vrednoti napredek pri učenju, in se aktivno vključiti v ocenjevanje napredka. Tehnologije omogočajo v glavnem nemoteče in pogosto neopazno zbiranje velike količine podatkov v učnem procesu, ki jih lahko učitelj uporabi za oblikovanje povratnih informacij o uspešnosti učencev in za prilagoditev vsebin in izzivov, ki jih posredujejo učencem.

Osrednja naloga učitelja je pomagati učencem **odkriti njihove želje in potrebe** in na tej osnovi potem izbrati učne izzive, ki jim najbolj ustrezajo. Z drugimi besedami, učitelj je skrben mentor,

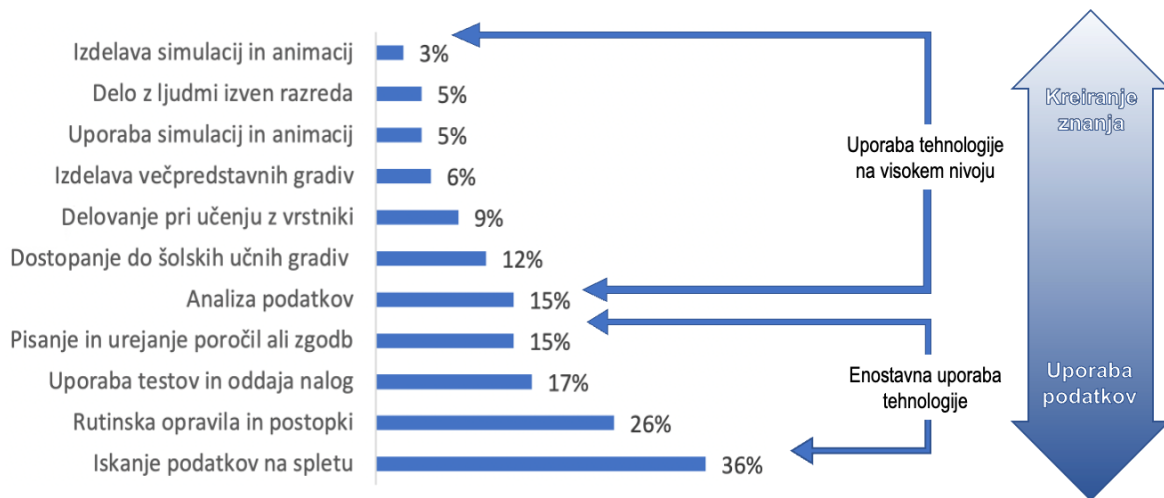
ki učencem pomaga ugotoviti, kaj jih zanima, in potem narediti načrt za doseganje ciljev. Povezovanje učenja z realnim življenjem in željami in potrebami učencev je pogosto tisto, zaradi česar so nove pedagogike tako privlačne za učence.

Učenje učenja, kjer učenci postanejo metakognitivni opazovalci lastnega in tujih učnih procesov, je temeljni cilj nove pedagogike. Učenje učenja zahteva, da učenci začnejo določati lastne učne cilje in merila uspeha, da spremljajo lastno učenje, da kritično preučujejo lastno delo, da pri tem vključujejo povratne informacije vrstnikov, učiteljev, staršev ter da vse to uporabijo za poglobitev zavedanja o tem, kako delujejo v učnem procesu.

Uporaba digitalnih orodij in virov

Digitalna orodja in viri predstavljajo tretjo osrednjo komponento nove pedagogike. Metaanalize vpliva tehnologije na učne rezultate potrjujejo, da je imela uporaba tehnologije podpovprečen vpliv v primerjavi z drugimi posegi. Razlog za to je dokaj jasen: uporaba digitalne tehnologije v izobraževanju je doslej temeljila na tradicionalni pedagogiki. Tudi načini, kako učitelji uporabljajo tehnologijo, so bolj pomembni za izvajanje kot za ustvarjalnost.

Trenutna uporaba tehnologije v šolah in učilnicah redko uporablja digitalna orodja in vire za poglobljeno učenje. Na Sliki 1, ki predstavlja načine uporabe tehnologije v učnem procesu, vidimo, da gre pretežno za preprosto rabo tehnologije, ki je povezana z uporabo podatkov, bolj zahtevna raba, ki je povezana z ustvarjanjem znanja, pa se pojavlja zelo redko.



Slika 1: Trenutno stanje pri uporabi tehnologije v učnem procesu (povzeto po Fullan in Langworthy (2014)).

Digitalne učne tehnologije, ki jih uporabimo za poglobljeno učenje, podpirajo učence in jim omogočajo odkrivanje novih vsebin ter za ustvarjanje in uporaba novega znanja v „realnem življenju“. Pomembno lahko tudi izboljšajo možnosti učiteljev, da učence naučijo nadzorovati učni proces.

Učni partnerji v novih oblikah učenja uporabljajo tehnologijo za gradnjo znanja, raziskovanje in reševanje problemov iz resničnega sveta, vzajemno dajanje povratnih informacij in ocenjevanje dela, sodelovanje izven šole ter komunikacijo z vrstniki, strokovnjaki in drugimi.

Učitelji in učenci so v tradicionalnih učnih okoljih osredotočeni na "pokrivanje vsebin", ki jih zahtevajo učni načrti, in na formalno ocenjevanje. Z novimi možnostmi pa vsesplošen dostop do digitalnih orodij in virov omogoča, da so vsa gradiva praktično kadar koli na voljo vsem. Učiteljem se ni treba več ukvarjati s predstavljanjem in "prenosom" raznih vsebin, ampak se lahko usmerijo na svetovanje in pomoč učencem pri obvladovanju učnega procesa in odkrivanju novega znanja.

Digitalna orodja omogočajo učenje, v katerem se učenci povezujejo z učitelji in vrstniki za pridobivanje idej, povratne informacije, strokovno znanje in oceno napredka. Učni proces je zato bolj socialen in temelji na sodobnih teorijah o učenju. Možnosti za sodelovanje so tudi zunaj formalnih šolskih ur in s tem se povečuje možnosti za učenje, povezano z osebnimi interesi in željami. Spletni učni viri, povezani z drugimi elementi v formalnem učnem procesu, dajejo učencem možnost za bolj vključujoče, družbeno povezano učenje.

Digitalna orodja in viri ter njihova uporaba pri delu so danes vsakodnevna praksa in učenci potrebujejo izkušnje s tako organiziranim delom. Na delovnem mestu bodo morali ustvarjati in dokazovati svojo „vrednost“ in digitalna orodja in viri to omogočajo. Zato je zelo pomembno, da take načine uporabe digitalne tehnologije prinesemo v šole, da jih bodo učenci lahko uporabljali za učenje in delo! Poudarek naj bo na tem, da vsakemu učencu zagotovimo možnosti uporabe tehnologije za odkrivanje, ustvarjanje in uporabo novega znanja.

Tehnologija torej ustvarja možnosti, da učenci prevzamejo nadzor nad učnim procesom in končni cilj novih pristopov k učenju so samostojni učenci, ki lahko sami oblikujejo in učinkovito vodijo učni proces. Doseganje tega cilja ni preprosto in zahteva dobrega učitelja, ki pri učencih razvija obvladovanje učnega procesa.

Najpomembnejša ugotovitev raziskovalcev v povezavi z izobraževalno tehnologije je, da učitelj nikoli ne bi smel začeti spreminjati učnega procesa z nepremišljenim vključevanjem tehnologije. Vedno je treba začeti s spremembami didaktičnih pristopov in z mislijo na kognitivne procese v glavah učencev ter z vključevanjem učencev, ki lahko učitelju pomagajo ugotoviti, kako tehnologijo učinkovito vključiti v poučevanje in učenje.

Literatura

- Alberola-Mulet, I., Iglesias-Martínez, M. J. in Lozano- Cabezas, I. (2021). Teachers' Beliefs about the Role of Digital Educational Resources in Educational Practice: A Qualitative Study. *Education Sciences*, 11(5), 239. <https://doi.org/10.3390/educsci11050239>
- Arday, J. (2022). Covid-19 and higher education: The times they are a'changin. *Educational Review*, 74(3), 365–377.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–39. <http://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Barber, M., Rizvi, S. in Donnelly, K. (2012). *Oceans of Innovation: The Atlantic, the Pacific, Global Leadership, and the Future of Education*. New York: Penguin.
- Bayne, S., Evans, P., Ewins, R., Knox, J., Lamb, J., Mcleod, H., idr. (2020). *The manifesto for teaching online*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11840.001.0001>

- Cahyadi, A., Hendryadi, Widyastuti, S. in Suryani. (2022). COVID-19, emergency remote teaching evaluation: the case of Indonesia. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2165–2179.
- Cheung, A. C. in Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational research review*, 9, 88–113.
- Christopoulos, A. in Sprangers, P. (2021). Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: An analysis of teacher and student receptions. *Cogent Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1964690>
- Clark, C. M. in Peterson, P. L. (1986). Teacher's thought processes. V M. C. Wittrock. (ur.), *Handbook of research on teaching* (str. 255–296). MacMillan.
- Dingli, A., Seychell, D. (2015). Who Are the Digital Natives?. V *The New Digital Natives*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46590-5_2
- Dikmen, C. H. (2022). The role of technological pedagogical content knowledge and social cognitive variables in teachers' technology integration behaviors. *Participatory Educational Research*, 9, 98–415. <https://doi.org/10.17275/per.22.46.9.2>
- Economou, A. (2023). *SELFIE for teachers: Designing and developing a self-reflection tool for teachers' digital competence*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/561258>
- Ellsworth, E. (2011). "The Wicked Problem of Pedagogy, An Afterword." V R. T. Scholz (ur.), *Learning Through Digital Media* (str. 306–311). The Institute for Distributed Creativity.
- Engestrom, Y. (1987). *Learning by Expanding*, Orienta-Konsultit Oy.
- Ertmer, P. A. in Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Ertmer, P.A., Ottenbreit-Leftwich, A.T., Sadik, O., Sendurur, E., Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: a critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- European Commission (2019a). *Key competences for lifelong learning*, Luxembourg, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>
- European Commission (2019b). *2nd Survey of Schools: ICT in education*, Slovenia Country Report. Publications Office of the European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2759/205575>
- European Commission (2023). *European School Education Platform*. <https://school-education.ec.europa.eu/en>
- Eurydice. (2019) Bourgeois, A., Birch, P., Davydovskaia, O., *Digitalno izobraževanje v šoli v Evropi*, Urad za publikacije, doi: 10.2797/45994
- Fernández-Sánchez, M. R., Garrido-Arroyo, Md.C. in Porras-Masero I. (2022). Curricular integration of digital technologies in teaching processes. *Frontiers in Education* 7, 1005499. <http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2022.1005499>
- Fullan, M. in Duckworth, S. (2015). *21st Century Skills: 6 Cs of Education*. www.blogawwapp.com

- Fullan, M. in Langworthy, M. (2014). *A Rich Seam: How New Pedagogies Find Deep Learning*. Pearson
- George, A. in Sanders, M. (2017). Evaluating the potential of teacher designed technology-based tasks for meaningful learning: Identifying needs for professional development. *Education and Information Technologies*, 24, 2871–2895. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9609-y>
- Hannaway, D. (2019). Mind the gaps: professional perspectives of technology-based teaching and learning in the Foundation Phase. *South African Journal of Childhood Education*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.4102/sajce.v9i1.674>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 8000 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Huang F., Mislevy J., Wang S., Wei X. in Zhang X. (2022). Rigorous and high-quality efficacy studies of educational technology interventions. *Frontiers in Education*, 7, 968708. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.968708>
- Inganah, S., Darmayanti, R., Rizki, N. (2023) Problems, Solutions, and Expectations: 6C Integration of 21st Century Education into Learning Mathematics. *Journal of Mathematics and Science Education*, 11(1), 220–238. <http://doi.org/10.25273/jems.v11i1.14646>
- Kirschner, P.A. (2015). Do we need teachers as designers of technology enhanced learning? *Instructional Science*, 43(2), 309–322. <https://doi.org/10.1007/s11251-015-9346-9>
- Kirschner, P.A. in De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker, *Teaching and Teacher Education*, 67, 135–142.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. Sweller, F. in Zambrano, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13, 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9277-y>
- Kirschner, P. in van Merriënboer, J. J. G. (2013). Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169–183. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804395>
- Kopcha, T. J. (2012). Teachers' perceptions of the barriers to technology integration and practices with technology under situated professional development. *Computers & Education*, 59(4), 1109–1121. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.014>
- Košir, K. (2020). Miti in nefunkcionalna prepričanja učiteljev kot možna ovira pri spodbujanju smiselne uporabe IKT v visokošolskem pouku. V *Zbornik Inovativna uporaba IKT v visokem šolstvu: izzivi in priložnosti*; 24.–25. september 2020. <http://iktvis.si/SekcijaB12.html#povzetek18>
- Lai, K.W. in Hong, K.S. (2015). Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist? *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 725–738. <http://doi.org/10.1111/bjet.12161>
- Li, Y., Garza, V., Keicher, A. in Popov, V. (2019). Predicting high school teacher use of technology: Pedagogical beliefs, technological beliefs and attitudes, and teacher training. *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 501–518. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9355-2>
- Means B. (1994). Introduction: Using technology to advance educational goals. V B. Means (ur.), *Technology and education reform*, 1–21. Jossey-Bass.

- Mishra, P. in Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- National Research Council. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press.
- Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy. *Computers & Education* 59, 1065–1078
- Öçal, T., Halmatov, M. in Ata, S. (2021). Distance education in COVID- 19 pandemic: An evaluation of parent's, child's and teacher's competences. *Education and Information Technologies*, 26, 6901–6921. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10551-x>
- Puentedura, R. R. (2013). *SAMR: Moving from enhancement to transformation*. <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000095.html>
- Punie, Y., (ur.), Redecker, C.(2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants - Part 1, *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Paavola, S. in Hakkarainen, K. (2005). The Knowledge Creation Metaphor – An Emergent Epistemological Approach to Learning. *Science & Education*, 14, 535–557.
- Redecker, C. (2009). *Review of Learning 2.0 Practices: Study on the Impact of Web 2.0 Innovations on Education and Training in Europe*. Office for Official Publications of the European Communities
- Shehzad, N. in Charles, T. (2023). Exploring the impact of instructor social presence on student engagement in online higher education. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), ep484. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13823>
- Stutt, A. in Motta, E. (1998). 'Knowledge Modelling: An Organic Technology for the Knowledge Age. V M. Eisenstadt in T. Vincent (ur.), *The Knowledge Web: Learning and Collaborating on the Net*. Kogan Page.
- Tan, S. C. (2014). Using Technologies for Knowledge Creation in Higher Education. V: *Higher Education Forum* 11, 53–65. Research Institute for Higher Education, Hiroshima University. Hiroshima City. 739-8512.
- Vuorikari, R., Kluzer, S. in Punie, Y., DigComp 2.2 (2022). *The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/115376>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walan, S. (2020). Embracing digital technology in science classrooms-secondary school teachers' enacted teaching and reflections on practice. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 431–441. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09828-6>

POGLEDI PRIHODNIJH UČITELJEV FIZIKE NA VKLJUČEVANJE SODOBNIH ZNANSTVENIH SPOZNANJ V POUK

THE VIEWS OF FUTURE PHYSICS TEACHERS ON THE IMPLEMENTATION OF CONTEMPORARY PHYSICS TOPICS IN THE CLASSROOM

Jerneja Pavlin

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Prispevek se osredotoča na predstavitev pogledov prihodnjih učiteljev fizike na pomen razvijanja veščin med študijem in kakovostno izobraževanje v času hitrih sprememb. Za razlago elementarnih fizikalnih pojmov je šolska fizika pogosto polna klad, škripcev, klancev ipd. Omenjeno so izkusili tudi prihodnji učitelji fizike. Ker se na vseh področjih, tudi na področju fizike, dogajajo nenehne spremembe, je smotno tudi v predmete pri usposabljanju prihodnjih učiteljev fizike vključiti sodobna znanstvena spoznanja. Izvedena je bila študija primera, pri kateri smo želeli celostno zajeti poglede vseh sedmih, na drugostopenjski študijski program poučevanje vpisanih, študentov dvopredmetne fizike na implementacijo sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk pred in po implementaciji dveh učnih modulov, ki pokrivata temi tekoči kristali in hidrogeli. Izsledki kažejo, da prihodnji učitelji tik pred začetkom kariere nakazujejo, da menijo, da nimajo dovolj znanja za vnos sodobnih fizikalnih dognanj v pouk, njihovo predznanje o temah učnih modulov je šibko. Kakorkoli že, prikazana primera sta jih v veliki meri spodbudila, da vedo, kako bi se lotili predstavitve predstavljenih in morda tudi katerih drugih v šoli. Nakazali so tudi na nujnost nenehnega spopolnjevanja na tem področju in pomen prilagajanja izbranih vsebin sodobnih odkritij za delo pri pouku fizike.

Ključne besede: interes, sodobna fizika, usposabljanje prihodnjih učiteljev.

Abstract

The paper focuses on presenting the views of future physics teachers on the importance of developing skills during their studies and the quality of education in times of rapid change. School physics is often about blocks, pulleys, slopes etc. Future physics teachers have also had this experience. Since there are constant changes in all areas, including physics, it makes sense to include contemporary physics knowledge in the subjects of future physics teacher training. We conducted a case study in which we aimed to comprehensively capture the views of all enrolled 7 master's cycle physics double major students on the implementation of contemporary physics in the classroom before and after the introduction of two teaching modules, on topics - liquid crystals and hydrogels. The results show that the pre-service teachers just before entering the profession indicate that they do not have enough knowledge to introduce contemporary physics knowledge into the classroom, their prior knowledge on the topics is weak. In any case, the two implemented examples largely encouraged them to know how they would approach the presented topics and perhaps some others at school. Of course, they pointed

out that there is still room for their improvement in this area. They also stressed the importance of competence of adjusting the selected contemporary topics for the use in physics classroom.

Key words: contemporary physics, interest, pre-service teacher training.

Uvod

Preprosto rečeno velja, da so učitelji pomembni. To je eno od osrednjih sporočil metaanalize o prediktorjih dosežkov učencev (Hattie, 2009). Pravzaprav obstaja veliko dokazov, da imajo učitelji pomembno vlogo, ko se obravnavajo dosežki učencev (Kunter idr., 2013; Sadler idr., 2013). Vsakdo si zato želi razgledanega učitelja. Učitelj mora imeti raznolika znanja, saj dobro poznavanje vsebine, pedagoška znanja in osebnostne značilnosti prispevajo k ustvarjanju pozitivnega in vključujočega učnega okolja. Zelo pomembno je poglobljeno razumevanje vsebine, saj le učitelj z dovolj velikim poznavanjem fizikalnih pojmov, zakonov, teorij lahko vsebine učinkovito poučuje. Obenem je pomembno, da učitelj sledi novostim na področju, saj le tako lahko učeče seznaneni z aktualnimi in relevantnimi informacijami (Baumert idr., 2010; Čepič, 2014).

Učitelj mora tudi znati jasno in razvojni stopnji primerno formulirati razlage kompleksnim fizikalnih pojmov, da ga učeči lahko razumejo. Obenem mora uporabiti raznolike učne strategije, s poudarkom na eksperimentalnem delu in rabi analogij, če jih učna tema omogoča. Pomembno je, da ima učitelj fiziko rad, saj le entuziastičen učitelj lahko navdušuje učence in jih polno vključuje v pouk ter pri učencih zbuja radovednost (Pavlin idr., 2021).

Nenazadnje učitelj mora biti tudi večč rabe IKT-ja, saj pouk fizike vključuje simulacije, specifične aplikacije, obogateno resničnost in drugo (Ellermeijer in Tran, 2019; Dolenc idr., 2023). Zelo pomembno je usposabljanje učiteljev in stalno spopolnjevanje učiteljev, saj le tako ostanejo informirani o spremembah na področju in prenašajo sodobna znanstvena spoznanja v pouk (Frågåt idr., 2021; Pavlin idr., 2021). Tudi druženje učiteljev in izmenjava mnenj vodi do sprememb v znanju in pedagoški praksi (Čepič, 2018).

Sodobne fizikalne vsebine so že predmet nekaterih strokovnih izobraževanj za učitelje in tudi težnja po vnosu v pedagoške študijske programe se pojavlja ter v neki meri vnaša v pouk (Pavlin idr., 2013; Pavlin in Čepič, 2017). Najdemo lahko več razlogov, zakaj vpeljati sodobna fizikalna spoznanja v pouk. Na ta način učečim lahko pokažemo neposredno prenosljivost fizike v naša življenja. V literaturi lahko zasledimo, da so številne moderne tehnologije zasnovane po principih sodobne fizike, npr. polprevodniki, laserji, jedrske tehnologije (Pavlin idr., 2021). Razumevanje slednjega lahko vodi do inovacij in napredka tehnologije (Jalil, 2003; Pinheiro in Lobo, 2022).

Učenje sodobnih naravoslovnih vsebin, tudi fizikalnih, omogoča razvoj naravoslovne pismenosti, na vseh treh vidikih, in sicer na ravni znanja (naravoslovnoznanstvenega razlaganja pojavov), raziskovanja (naravoslovnoznanstvenega raziskovanja, interpretiranja podatkov in dokazov) in odnosa do naravoslovja (Bačnik idr., 2022; Slapničar in Pavlin, 2022). Kaže se, da poznavanje sodobne fizike lahko vodi do kritičnega vrednotenja informacij in sprejemanja odločitev.

Naravoslovje in tehnika se zelo hitro spreminjata. Znanja sodobne fizike lahko odpirajo vrata v poti, raziskave, inženirstvo, razvoj tehnologije in podobno. Zato je pomembno, da so učeči

ustrezno opolnomočeni tudi s temi znanji kot tudi z zmožnostjo reševanja problemov, kritičnega mišljenja in podobno. Obenem pa k možnostim uspešne implementacije sodobnih znanstvenih spoznanj prispeva tudi opremljenost šol (Luciano idr., 2019).

Velikokrat učitelji navajajo občutek, da fizika ni priljubljen šolski predmet. Tega podpirajo raziskave, ki ugotavljajo, da se fizika uvršča med manj priljubljene šolske predmete (Cvetko idr., 2010; Repnik, 2012; Zabukovšek, 2016). Predstavitev sodobnih fizikalnih vsebin pri pouku približa učečim fiziko, ki velja za manj zanimiv predmet, ker sodobne fizikalne vsebine vzbudijo zanimanje in čudenje (Pavlin idr., 2021; Pršin in Pavlin, 2022). Učenje o nedavnih fizikalnih odkritjih lahko tudi motivira učeče, da nadaljujejo kariero na področju fizike. Ključnega pomena pri vpeljavi sodobnih fizikalnih spoznanj v pouk fizike je prikaz povezovanje z drugimi disciplinami, npr. kemijo, biologijo, računalništvom (Gero idr., 2022).

Fizika je področje, katerega sodobne vsebine predstavljajo zadnja spoznanja in omogočajo razumeti vsebine širše od klad, škripcev in sil. Seveda je treba opolnomočiti učitelje, da bodo temu sledili (Čepič, 2014; Repnik, 2012). Vpeljava sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk za prihodnje učitelje fizike vključuje premisleke o tem, da študenti dobijo elementarna znanja in izkušnje med študijem, o refleksiji pedagoškega dela in o pregledu aktualnih znanstvenih spoznanj. Vprašamo se lahko, kako lahko vpeljemo sodobne fizikalne vsebine v pouk, prilagodimo učne načrte predmetov ali poiščemo možnosti za implementacijo v obstoječe učne načrte predmetov. Ena od možnosti je tudi oblikovanje novega predmeta, ki vključuje zelena sodobna znanstvena spoznanja.

Pri vpeljavi sodobnih znanstvenih spoznanj je zelo dobrodošlo, da učečim ponudimo eksperimente, da dejansko v neki obliki rokujejo s sodobnimi fizikalnimi spoznanji in jim tako zagotovimo neposredno izkušnjo (Pavlin idr., 2013). Raziskave kažejo, da imajo eksperimenti pomembno vlogo pri poučevanju in učenju fizike. So dobro orodje za vizualizacijo fizikalnih pojavov. Zagotavljajo izhodišče za konstrukcijo fizikalnega znanja, zato je pomembno, da jih uporabljamo pri pouku (Pavlin, 2019).

Druga možnost pri vpeljavi sodobnih znanstvenih spoznanj pa je, da tudi vključimo sodobna informacijska orodja in drugo. Seveda pa tudi znanstvenik, ki deluje na področju, še dodatno motivira učeče, če predstavi zadnje ideje (njegovega raziskovanja ali raziskovalne skupine, v kateri deluje) in aktualne raziskave (Čepič, 2014).

Učitelj pogosto nima časa, da bi sam odkrival sodobna znanstvena spoznanja in tega se zavedajo tudi zaposleni na fakulteti, ki delujejo na različnih raziskovalnih področjih. Zaradi navedenega so visokošolski učitelji in sodelavci lahko tisti, ki predstavijo sodobna znanstvena spoznanja učečim. Obenem jim lahko izpostavijo ali ponudijo možnost usposabljanja na aktualnih področjih (Čepič, 2014).

Kot že rečeno, naj bi pouk fizike predstavljal most med inovacijami (novimi spoznanji) in korektnimi informacijami, zato se mora učitelj opolnomočiti s temeljnimi znanji. Izkaže se, da so teme, ki predstavijo drobec aktualnih raziskav v učilnicah in pokažejo, da fizika ni mrtev predmet, pri pouku zelo redke (Chen idr., 2012).

Novi, zanimivi materiali, obsežno raziskani na področju fizike mehke snovi, so tekoči kristali in hidrogeli. Ti se vsakodnevno uporabljajo, a vendar se ljudje le redko zavedajo njihovega obstoja.

Danes si življenja ne moremo predstavljati brez tekočih kristalov. Najdemo jih, npr. v prenosnikih, tablicah, telefonih, ki imajo vsi nekaj skupnega – zaslon s tekočimi kristali (LCD) (Dunmur in Sluckin, 2011). Učenci živijo in rastejo s sodobno tehnologijo, uporabljajo sodobne naprave, ki so tehnično zelo zapletene, a ne razumejo njihovega delovanja, čeprav jih to zanima (Repnik, 2021). Kot rečeno, imajo pri sodobni informacijski tehnologiji prav tekoči kristali pomembno vlogo.

Svetovni splet je v današnjem času pomemben vir informacij (Walraven idr., 2009). Kot omenjeno so tekočokristalni prikazalniki (LCD-ji) tisti, ki se največkrat izpostavijo ob tekočih kristalih. Če v iskalnik Google vpišemo geslo "LCD*" dobimo 586.000.000 zadetkov (1. 12. 2023), 5.250.000.000 pod geslom "how lcd* work*", pod geslom "learn* liquid crystal*" 227.000.000 in pod geslom "know* liquid crystal*" 241.000.000, "school* liquid crystal*" 83.300.000. Iz števila zadetkov je razvidno, da so tekočokristalni prikazalniki bogato zastopani na spletu in so hkrati zanimiva tema. Kaže se, da se je z razlago delovanja tekočokristalnih prikazalnikov ukvarjalo že mnogo ljudi. Veliko število zadetkov v Google iskalniku za vnesena gesla nakazuje interes ljudi o tematici.

Kaj pa so tekoči kristali? Izkušnje imamo s trdnimi, tekočimi in plinastimi snovmi, a se običajno ne zavedamo, da plinasto, tekoče in trdno stanje niso vsa obstoječa termodinamska ravnovesna stanja, v katerih so lahko snovi. Delitev na tri agregatna stanja je poenostavitev (Vilfan in Muševič, 2002). Med tekočim in trdnim stanjem se včasih pojavijo vmesne faze, v katerih je urejenost manjša kot v kristalih, pa vendarle večja od tiste v tekočinah. Te vmesne faze je odkril konec 19. stoletja botanik Reinitzer, ki je preučeval ekstrakte, pridobljene iz korenja. Eden od ekstraktov je bil holesteril benzoat. Reinitzer je holesteril benzoatu meril tališče (Dunmur in Sluckin, 2011). Opazil je, da ima holesteril benzoat nenavadne lastnosti, in sicer dve »tališči«. Ob zagati je prosil za pomoč pri razlagi pojava nemškega fizika Lehmana. Ta je holesteril benzoat opazoval pod polarizacijskim mikroskopom. Natančneje – polarizacijski mikroskop je adaptiral tako, da je lahko med opazovanjem vzorcu snovi – holesteril benzoatu – počasi spreminjal temperaturo. Pri opazovanju je naletel na zanimivost, in sicer sta prekržana polarizatorja prepuščala svetlobo, ko je bil med njima vzorec s temperaturo med obema »tališčema«. Opažanje ga je vodilo do sklepa, da je snov dvolumna. Lehman je snov tudi poimenoval tekoči kristal (Vilfan in Muševič, 2002).

Interes za proučevanje tekočih kristalov je nekje do šestdesetih let 20. stoletja upadel. Ponoven interes za tekoče kristale je pripeljal do razvoja prvih tekočokristalnih prikazalnikov. Tako so v 70. letih odkrili prve tekočokristalne prikazalnike, delujoče pri sobni temperaturi. Navedeno odkritje je pripeljalo do širokega diapazona odkritij tekočokristalnih materialov in obsežne uporabe tekočih kristalov na vseh področjih življenja (Dunmur in Sluckin, 2011). Tudi danes so raziskave na področju tekočih kristalov zelo živahne, npr. na področju biomedicinskih aplikacij, optičnih komunikacij, razvoja novih materialov.

Raziskovalci vsak dan sintetizirajo nove materiale in odpirajo raziskovalne probleme, povezane z zgradbo snovi in njenim vplivom na makroskopske lastnosti. Eden od teh zanimivih materialov, poleg tekočih kristalov, so hidrogeli. Pogosto so opredeljeni kot pametni materiali, ker se odzivajo na zunanje dražljaje. Najpomembnejša lastnost hidrogelov je sposobnost absorpcije vode, ki se pod tlakom ne izloči. Omenjena lastnost je pomembna za rabo v plenica, kontaktnih lečah, kozmetiki, kroglicah za vlaženje rastlin, umetnih tkivih, dostavi zdravil v telesu in drugo (Calo in Khutoryanskiy, 2015; Wong, 2007). Kot rečeno, na hidrokele naletimo pogosto, čeprav se tega velikokrat ne zavedamo. Tako jih lahko zasledimo tudi v

obliki kroglic za cvetličarske namene ali v igračah. Hidrogeli se ne obnašajo kot spužve, saj zadržujejo vodo pod pritiskom. Nekateri hidrogeli se uporabljajo za zadrževanje vlage v prsti za lončnice, ta vrsta hitro absorbira vodo in se počasi suši, kar omogoča počasno sproščanje vode v tla in rastline (Chirani idr., 2015).

Če podobno kot za tekoče kristale v iskalnik Google vpišemo nekaj gesel, povezanih s hidrogeli, dobimo sledeče število zadetkov, npr. geslo "hydrogel*" dobimo 61.000.000 zadetkov (1. 12. 2023), "know* hydrogel*" pa 40.700.000, medtem ko za "physics hydrogel*" 3.910.000, "school* hydrogel*" 16.400.000. Tudi tu je iz števila zadetkov razvidno, da tema vzbuja interes in je široko zastopana ter iskana tudi za vključevanje v pouk (Liu idr., 2023).

Namen in cilji

Iz uvoda je razvidno, da učeči šolsko fiziko pogosto dojemajo kot nepomembno glede na svoje izkušnje izven šole in okolje, v katerem živijo. Ena od strategij, kako pokazati povezanost fizike z vsakdanjim življenjem tu in zdaj, je z vpeljavo sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk (Pršin in Pavlin, 2022). Kaže se, da sta temi hidrogeli in tekoči kristali primerni, saj omogočata eksperimentalno delo in nudita bogato okolje za usvajanje številnih fizikalnih pojmov ter prikaz relevantnosti fizikalnega raziskovanja. Temi sta del sodobne fizike in v literaturi so nakazani načini predstavitev, a povečini ni podanih predstavitev, primernih za izvedbo na preduniverzitetni ravni – osnovnih in srednjih šolah (Pavlin idr., 2021). Obenem raziskave kažejo, da je znanje učečih na različnih ravneh izobraževanja o tekočih kristalih kot tudi hidrogelih šibko (Pavlin idr., 2013; Pavlin in Čepič, 2017).

Namen pričujoče raziskave je predstaviti izsledke študije s ciljem opolnomočenja prihodnjih učiteljev fizike z znanji o hidrogelih in tekočih kristalih ter predstaviti, v kolikšni meri prihodnje učitelje fizike z vezavami zanimajo aktualne fizikalne vsebine in kako se ob bok postavijo učencem 5. in 9. razreda osnovne šole. Obenem nas je podrobneje zanimalo, čim bolj celostno razumeti njihove poglede na implementacijo sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk fizike in pomen opolnomočenja med študijem kot tudi predstave o pouku fizike v prihodnje. Postavljena so bila naslednja raziskovalna vprašanja:

- **RV1:** Koliko zanimajo prihodnje učitelje fizike z vezavami sodobna znanstvena spoznanja ter kakšni so pogledi o poučevanju teh?
- **RV2:** Kakšno je poznavanje tekočih kristalov in hidrogelov s strani prihodnjih učiteljev pred in po implementaciji učnih modulov?
- **RV3:** Katere vsebine in kako bi ji lahko enostavno prenesli v pouk v osnovni oziroma v srednji šoli?
- **RV4:** Kako vidite razvoj pouka fizike v prihodnosti za namen razvijanja potrebnih veščin 21. stoletja?

Metode dela

V raziskavi o pogledih prihodnjih učiteljev fizike na vključevanje sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk sta se prepletala kvalitativni in kvantitativni pristop. V raziskavo je bilo vključenih vseh 7 v 1. letnik druge stopnje študija pisanih prihodnjih učiteljev fizike z vezavami. Vsi prihodnji učitelji so ženskega spola in s smeri fizika–matematika. Z namenom raziskave so bili seznanjeni in za zagotavljanje anonimnosti so bili njihovi izdelki šifrirani (U1–U7).

Raziskava je bila opravljena v okviru predmeta Fizika snovi z didaktiko. V učnem načrtu predmeta je med drugim zapisano, da so vsebine predmeta vezane na poglobljanje pregleda novjših znanstvenih spoznanj s področja fizike mehke in trdne snovi (npr. tekoči kristali, deli, polprevodniki, superprevodniki itd.). Poudarjeno je tudi, da se pri vsaki od tematik študent seznanja tudi z načini poučevanja teh vsebin, z obstoječimi oziroma nedavno razvitimi modeli razlag za poučevanje in ustreznimi demonstracijskimi in laboratorijskimi eksperimenti, primernimi za poučevanje.

Načrtovali smo študijo pri skupini študentov, ki vključuje poglobljeno analizo pogledov prihodnjih učiteljev fizike na implementacijo sodobnih znanstvenih spoznanj pred in po implementaciji dveh učnih modelov o vsebinah tekoči kristali in hidrogeli in didaktičnih spoznanj pomembnih za obravnavo tekočih kristalov in hidrogelov. Podatke smo zbirali z vprašalniki, preizkusom znanja, opazovanjem z udeležbo. Na ta način je bila zagotovljena triangulacija, ki omogoča večjo verodostojnost in zanesljivost ugotovitev. Na prvem srečanju so študenti izpolnili anketo ter rešili preizkus znanja, nato pa so imeli 12 ur pouka o tekočih kristalih in hidrogelih ter o didaktičnih prijemih za obravnavo, pri čemer smo jih opazovali. Tudi na koncu so izpolnili vprašalnik in rešili enak preizkus znanja. Sproti smo beležili opažanja in vsebine diskusij. Pridobljeni podatki smo analizirali. Za analizo nekaterih podatkov smo uporabili osnovno deskriptivno statistiko.

Rezultati z diskusijo

Rezultati so urejeni glede na raziskovalna vprašanja.

Prvo raziskovalno vprašanje se nanaša na raven zanimanja prihodnjih učiteljev fizike o sodobnih znanstvenih spoznanj ter o njihovih pogledih na poučevanje sodobnih znanstvenih spoznanj. Na petstopenjski lestvici so vrednotili teme: radioaktivnost, tekoči kristali, fizika v medicini, astronomija, različni načini pridobivanja električne energije, delovanje tehničnih naprav in hidrogeli. Rezultati so prikazani v preglednici 1. Prihodnji učitelji so ocenili zanimivost navedenih sodobnih fizikalnih vsebin na petstopenjski lestvici Likertovega tipa. Iz rezultatov je razvidno, da sta prihodnjim učiteljem najmanj zanimivi učni temi različni načini pridobivanja električne energije in hidrogeli, a vendar so ju ocenili, da se strinjajo, da sta zanimivi ($M = 3,9$; $SD = 0,8$ in $M = 3,9$; $SD = 1,1$). Najbolj je prihodnjim učiteljem fizike zanimiva tema radioaktivnost ($M = 4,5$; $SD = 0,5$).

Če rezultate prihodnjih učiteljev zadnjega letnika, tik pred vstopom na trg dela, postavimo ob bok rezultatom raziskave s petošolci in devetošolci ugotovimo, da so petošolci kot najzanimivejšo temo izbrali vsebino o bioluminiscenci ($M = 4,5$; $SD = 0,86$), ki ni bila v naboru za prihodnje učitelje fizike, in astronomiji ($M = 4,4$; $SD = 1,0$). Več kot polovica petošolcev (68 %) je ocenila, da jih učna vsebina o bioluminiscenci zelo zanima. Prav tako je več kot polovica petošolcev (63 %) ocenila, da jih učna vsebina o astronomiji zelo zanima. Malo manj zanimive vsebine so vsebine o sluzi ($M = 4,2$; $SD = 1,19$), posebnih vremenskih pojavih ($M = 4,2$; $SD = 1,07$), in varovalnih barvah ($M = 4,2$; $SD = 1,09$). Učencem so najmanj zanimive vsebine o zeleni energiji ($M = 3,4$; $SD = 1,24$), gorivih prihodnosti ($M = 3,4$; $SD = 1,34$) in o vrtnarjenju ($M = 3,2$; $SD = 1,43$) (Fortuna idr., 2023).

Od vseh ponujenih tem so devetošolci na petstopenjski Likertovi lestvici za najbolj zanimivi temi izbrali radioaktivnost ($M = 4,2$; $SD = 0,9$), podobno kot prihodnji učitelji fizike, in

astronomijo ($M = 4,0$; $SD = 1,1$) (Pršin in Pavlin, 2022). Pri opisovanju radioaktivnosti so bile izpostavljene tri teme, in sicer: kaj je radioaktivnost, zakaj nam radioaktivnost škodi, kako delujejo jedrske elektrarne in jedrske bombe. Podobno so bile pri temi astronomije izpostavljene tri teme: problemi preživetja na drugih planetih, faze obstoja zvezd, gravitacijski valovi.

Iz rezultatov v Preglednici 1 je jasno razvidno, da so sodobne fizikalne vsebine zanimive učečim na vseh ravneh šolanja, zato je prav, da vsaj nekaj osnovnih informacij izvedo pri pouku fizike.

Preglednica 1: Ocena zanimivosti fizikalnih vsebin na 5-stopenjski lestvici, pri čemer je 1 – se sploh ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – nimam mnenja, 4 – se strinjam, 5 - zelo se strinjam. X pomeni, da učna tema ni bila vključena v vprašalnik. Podatki za petošolce so pridobljeni iz vira Fortuna in drugi (2023), za devetošolce pa iz vira Pršin in Pavlin (2022).

Učna tema	Petošolci (N = 400)		Devetošolci (N = 136)		Prihodnji učitelji (N = 7)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Radioaktivnost	3,9	1,2	4,2	0,9	4,5	0,5
Tekoči kristali	X	X	3,6	1,0	4,1	0,7
Fizika v medicini	X	X	3,8	1,1	4,1	1,1
Astronomija	4,4	1,0	4,0	1,1	4,3	0,8
Različni načini pridobivanja električne energije	3,4	1,2	3,1	1,1	3,9	1,1
Hidrogeli	3,6	1,3	3,5	1,1	3,9	0,9

Raven zanimanja za naravoslovje pa lahko povežemo z izbiro študija, vzgibov za učenje in spremljanje naravoslovnih oddaj in drugo. Preglednica 2 kaže, da se prihodnji učitelji fizike zelo strinjajo s trditvijo, da so naravoslovni predmeti zanimivi ($M = 4,7$; $SD = 0,5$). Pri trditvi, da bi v šoli na različnih ravneh imeli več naravoslovnih predmetov, niso imeli mnenja ($M = 3,3$; $SD = 1,3$). Razvidno pa je, da se učijo zaradi notranje motivacije, saj so trditev, da se učijo zato, da so starši zadovoljni, ovrednotili z ne strinjam se ($M = 1,6$; $SD = 1,1$). To je pomembno za vse učeče, npr. že Stipek (1998) ugotavlja, da so visoko notranji motivirani učeči bolj uspešni pri usvajanju pojmov in kažejo boljše poznavanje vsebin. Dodatno so bili prihodnji učitelji vprašani še dve stvari. Zanimivo je, da si prihodnji učitelji niso izbrali D izbirnega predmeta z naravoslovnega področja. Ovrednotili pa so, da gledajo naravoslovne oddaje ali videoposnetke in berejo naravoslovne revije od enkrat do nekajkrat na mesec ($M = 3,6$; $SD = 1,0$).

Preglednica 2: Vrednotenje trditev o naravoslovju na 5-stopenjski lestvici, pri čemer je 1 – se sploh ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – nimam mnenja, 4 – se strinjam, 5 – zelo se strinjam.

Trditev	M	SD
a) Naravoslovni predmeti so zanimivi.	4,7	0,5
b) Pri naravoslovnih predmetih imam dobre ocene.	4,3	0,8
c) Naravoslovni predmeti so zahtevni.	4,3	0,5
č) V šoli bi imel več naravoslovnih predmetov.		
V OŠ	3,3	1,3
V SŠ	3,3	1,3
NA PEF	3,3	1,3
d) Raje imam naravoslovne predmete kot ostale predmete.	4,3	0,8
e) Naravoslovne oddaje, video posnetki in revije se mi zdijo zanimive.	4,4	0,5
f) Naravoslovne predmete se učim, da so starši zadovoljni.	1,6	1,1

Prihodnji učitelji fizike so se opredeliti tudi glede o pripravljenosti obiskovanja D izbirnega predmeta, pri katerem bi obravnavali fizikalne teme sodobnih spoznanj. 4 od 7 prihodnjih učiteljev bi se za to odločilo. Vsi pa bi si želeli, da bi na vseh ravneh šolanja pri rednem pouku fizike obravnavali tudi teme, ki se nanašajo na sodobna fizikalna spoznanja.

Preglednica 3 predstavlja zbirko pogledov prihodnjih učiteljev fizike na pouk, vključujoč sodobna znanstvena spoznanja. Razvidno je, da pri treh trditvah prihodnji učitelji nimajo mnenja (a, b in c). Rezultati kažejo, da prihodnji učitelji fizike menijo, da nimajo dovolj znanja za vnos sodobnih fizikalnih spoznanj v pouk. Iz vrednotenja trditve o smiselnosti vpeljave sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk fizike je razvidno, da so povprečna mnenja, naj obseg vpeljave sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk narašča z ravno šolanja.

Preglednica 3: Vrednotenje trditev o sodobnih znanstvenih spoznanjih na 5-stopenjski lestvici, pri čemer je 1 – se sploh ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – nimam mnenja, 4 – se strinjam, 5 – zelo se strinjam.

Trditev	M	SD
a) Menim, da so teme, ki se ukvarjajo s sodobnimi fizikalnimi spoznanji, bolj zanimive od tem, ki jih obravnavamo pri rednem pouku fizike.	3,4	1,1
b) Menim, da so teme, ki se ukvarjajo s sodobnimi fizikalnimi dognanji, težje razumljive kot teme, ki jih obravnavamo pri rednem pouku fizike.	3,3	1,1
c) Menim, da bi imel težave pri razumevanju učnih tem, ki se ukvarjajo s sodobnimi fizikalnimi dognanji.	3,4	0,8
č) Smiselno se mi zdi vpeljati sodobna fizikalna spoznanja v pouk fizike.		
V OŠ	3,7	1,4
V SŠ	4,1	0,4
NA PEF	4,4	0,8
d) Menim, da imam dovolj znanja za vnos sodobnih fizikalnih dognanj v pouk.	2,3	1,0

Če podrobneje pogledamo izbire in utemeljitve prihodnjih učiteljev glede vpeljave sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk fizike, ugotovimo, da dva učitelja od 7 to jasno izražata.

U1: V OŠ: 3, V SŠ: 4, NA PEF: 5. Menim, da je v osnovni šoli morda bolje, da se osredotočimo na učne vsebine, ki jih že zdaj obravnavamo, saj je že tako zdaj na sporedu veliko učnih vsebin. V srednji šoli se veliko učnih vsebin iz osnovne šole ponovi, zato bi pa lahko obravnavali še kaj sodobnega. Na fakulteti, kjer se usposabljam, se zelo malo srečamo s sodobno fiziko, zato bi bilo zelo dobro izvedeti več.

U2: V OŠ: 1, V SŠ: 4, NA PEF: 5. Poudariti želim, da je po mojem mnenju v osnovni šoli pomembno spoznati osnove fizike. V srednji šoli se osnovnošolsko znanje nadgrajuje, zato bi bilo smiselno vključiti nekaj sodobnih znanstvenih spoznanj, da bi dijaki nekako v praksi vedeli, s čim vse pa se še ukvarjajo fiziki. Zdi se mi pomembno slediti novim odkritjem. Med študijem pa je zelo pomembno, da je predstavljenih več področij.

Utemeljitev izbire ravni strinjanja s trditvami o smiselnosti vključevanja sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk fizike v osnovni, v srednji šoli in na fakulteti prihodnjih učiteljev U3–U7 so podobne. Tako zasledimo pri utemeljitvi za osnovne šole, da je vključevanje sodobnih znanstvenih spoznanj pomembno zaradi prikaza pomembnosti povezave teoretičnega znanja z razvojem na fizikalnem področju oziroma pomenom za življenje in obenem je vključevanje sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk fizike dober motivacijski sprožilec za učenje fizike.

V nadaljevanju prihodnji učitelji U3–U7 navajajo, da bi morali biti kot učitelji na tekočem s sodobnimi znanstvenimi spoznanji, saj bi z deljenjem teh drobcev lažje vzbudili interes pri učencih.

U3 pravi: ... Pri poglobljanju znanja o sodobnih fizikalnih znanstvenih dognanjih med študijem je pomembno konstantno seznanjanje z novostmi (s strani profesorjev ter skozi lastno raziskovanje), vaja razlage težjih konceptov na preprostejši način. Menim, da se na PEF premalo ukvarjamo s sodobnimi fizikalnimi dognanji. V petih letih je vsak predstavil nekaj člankov, nikoli pa nam noben profesor ni ničesar predstavil (do sedaj). Vedno smo napoteni k istim revijam.

U4 pa je izpostavil tudi pomen usmeritve študentov na verodostojne vire informacij, navdušenje profesorjev za nove teme, ki jih lahko sami potem bolj podrobno raziščejo, in samoiniciativnost študentov.

Na tem mestu velja poudariti izsledke iz literature, ki pravijo, da motivacija učiteljev napoveduje zanimanje učencev, če je bila vsebina posredovana z navdušenim poučevanjem, kot so ga zaznali učenci. Kaže se tudi, da je treba za izboljšanje kognitivnih in čustvenih rezultatov učencev upoštevati tako znanje učiteljev kot tudi njihovo motivacijo (Keller idr., 2016).

Iz navedenega je razvidno, da se v raziskavo vključeni prihodnji učitelji fizike z vezavami povečini zavedajo, kje imajo vrzeli v znanju, nakazujejo tudi, da ni pomembno, da jim je vse predstavljeno, ampak se jim zdi prav, da so na tekočem s sodobnimi znanstvenimi spodbudi, pri čemer se do nekaterih dokopljejo tudi sami s pravo spodbudo. To posredno nakazuje na zavedanje pomena stalnega strokovnega izpopolnjevanja na področju, kar je za učitelje v hitro razvijajočem se svetu ključno (Haagen-Schützenhöfer in Joham, 2018). Nenazadnje velja, da bi učitelji, ki vzgajamo mlade generacije, našo prihodnost, morali slediti spremembam in napredku v znanosti in tehnologiji ter se jim prilagajati (Bayram, 2012).

Drugo raziskovalno vprašanje se nanaša na identifikacijo poznavanje tekočih kristalov in hidrogelov s strani prihodnjih učiteljev pred in po implementaciji učnih modulov.

Kot že omenjeno v poglavju z opisanimi metodah dela, so bili tekoči kristali in hidrogeli predstavljeni prihodnjim učiteljem v 12 urah, in sicer 4 ure so bile namenjene tekočim kristalom in 8 ur hidrogelom. V učnem modulu o tekočih kristalih so bili ti sprva predstavljeni, kje vse se nahajajo, in nato predstavljeni v kontekstu tekočokristalnih prikazalnikov, pri čemer so prihodnji učitelji spoznali njihove osnovne lastnosti ter izvedli nekaj preprostih poskusov (prikaz tekočokristalne faze, dvolomnosti, prikaz širjenja svetlobe skozi prekrižana polarizatorja s tekočim kristalom vmes). Izpostavljene in prediskutirane so bile tudi zagate, ki so se v raziskavi Pavlin in drugi (2013) izkazale za morda zavajajoče, in sicer barve tekočega kristala med prekrižanima polarizatorje in barve posameznega slikovnega elementa. Vse vsebine, ki so bile zastopane v preizkus znanja z elementarnimi trditvami o tekočih kristalih, so bile naslovljene med učnimi urami o tekočih kristalih.

Predstavitvi hidrogelov, izvedbi poskusov z njimi in razmisleki potrebnimi za poučevanje je bilo namenjenih 8 učnih ur. Med poukom so prihodnji učitelji izvedeli, kaj sploh so hidrogeli, kako jih opredelimo, kakšne lastnosti imajo, kje vse jih najdemo. Izvajali so poskuse s cvetličarskimi kroglicami hidrogela. Z njimi so bil prikazane njihove osnovne lastnosti (velika zmožnost

absorpcije vode, odzivi na zunanje dražljaje), optične lastnosti in uporaba za demonstracijo drugih fizikalnih konceptov (npr. gostota) (Pavlin, 2019).

Glede na že izvedene raziskave z različnimi skupinami učečih smo pričakovali, da bo predznanje prihodnjih učiteljev o tekočih kristalih in hidrogelih omejeno (Pavlin idr., 2013; Pavlin in Čepič, 2017). Kaj pa se je izkazalo pri skupini 7 prihodnjih učiteljev fizike?

Vseh 7 prihodnjih učiteljev je že slišalo za tekoče kristale, pri čemer so 3 ovrednotili, da nekaj vedo, ostali pa so se opredelili, da ničesar ne vedo. Dva izmed 7 prihodnjih učiteljev nista povezala na začetku tekočih kristalov s tekočikristalnimi prikazalniki, ampak s polarizatorji in prevodniki.

Dosežki prihodnjih učiteljev kažejo, da so od 14 možnih točk na začetnem preizkusu znanja dosegli 7,3 točke od 14 možnih ($SD = 2,1$). Izpostaviti velja, da so na začetnem preizkusu znanja v povprečju pri 3 trditvah označili, da ne vedo odgovora.

Po izvedbi učnega modula o tekočih kristalih sta dva prihodnja učitelja na preizkusu znanja dosegla vse točke, ostali pa so največkrat pozabili, da se tekoči kristali nahajajo tudi v živih bitjih in da je snov v tekočikristalnem stanju tekoča. Tudi pri trditvi, da na molekule tekočih kristalov lahko vplivamo z električnim poljem, sta imela dva prihodnja učitelja težave. Tako so v povprečju dosegli 12,2 od 14 možnih ($SD = 1,7$).

Dobljeni rezultati o tekočih kristalih so solidni, a vendar v skladu s pričakovanji, saj je bilo v raziskavi Pavlin in drugi (2013) ugotovljeno, da je poznavanje tekočih kristalov skromno, a nekoliko boljše v skupini študentov naravoslovnotehniških smeri. Izsledki raziskave, ki jo postavljamo ob bok izsledkom raziskave s prihodnjimi učitelji fizike, je sicer bila narejena na mnogo večjem vzorcu študentov, pri čemer so bili ti na začetku študija in ne na koncu kot v našem primeru prihodnji učitelji.

V primeru hidrogelov je bilo tudi 5 od 7 prihodnjih učiteljev fizike takih, ki so že slišali za hidrokele, 2 pa ne. Tri prihodnji učitelji so označili, da o hidrogelih ne vedo nič, medtem ko 4 zelo malo. V povprečju so dosegli na preizkusu znanja 1,7 točke ($SD = 1,8$) od 7 možnih, pri čemer so v povprečju pri petih trditvah označili, da zadeve ne vedo. Rezultati so nekoliko boljši kot tisti, ki sta jih dobili Čepič in Pavlin (2017) na vzorcu prihodnjih učiteljev razrednega pouka, ko se je izkazalo, da je njihovo znanje zanemarljivo (v povprečju so dosegli 8 % možnih točk), medtem ko prihodnji učitelji fizike 24 % možnih točk. Na preizkusu znanja po obravnavi hidrogelov so prihodnji učitelji v povprečju dosegli skoraj vse točke, in sicer 6,7 točke od 7 možnih ($SD = 0,5$). Dva prihodnja učitelja sta imela težave s trditvijo, da vsi hidrogeli fluorescirajo, kar pa ne drži. Slednje lahko izvira iz tega, da tega sicer niso preizkusili.

Iz opazanj prihodnjih učiteljev fizike pri pouku o tekočih kristalih in diskusiji o njihovi implementaciji v šole je bilo razvidno, da je bila vsebina nazorno in sistematično predstavljena. Zaslediti je bilo vprašanja o nakupu tekočih kristalov ter polarizatorjev za eksperimente. Žal so cene vzorcev tekočih kristalov visoke in vsebino lahko bolj razložimo z dejavnostmi, vključujoč animacije, slikovne prikaze, predstavitve, polarizatorje iz očal, nakažemo pa, seveda, uporabo v tekočikristalnih prikazalnikih in drugje. Med razagalnim delom se je izkazalo pričakovano, da je malce nejasno, zakaj barve na LCD-zaslону in pri opazovanju vzorca snovi v tekočikristalnem stanju pod polarizacijskim mikroskopom, kar smo nazorno rešili. Tudi dosežki

na preizkusu znanja nakazujejo, da so študenti usvojili znanje o osnovnih lastnosti tekočih kristalov.

Pri izvajanju eksperimentov s hidrogeli je bilo pri prihodnjih učiteljih fizike zaznati veliko delovno vnemo. Opažanja pri delu kažejo, da so večinoma zelo uživali pri eksperimentiranju s hidrogeli. Vmes so ustno izpostavili, da se jim zdi pomembno, da se že med študijem srečajo s stvarmi, ki so nekoliko izven šolskih okvirov, a zelo zanimive s fizikalnega stališča. Na pozitivne odzive sklepamo tudi na podlagi tega, da so si vse eksperimente večinoma fotografirali, tudi večkrat in z navdušenjem delili fotografije. Postavljali so ogromno vprašanj, med drugim tudi o raznolikih vrstah hidrogelov, na katere so sklepali na podlagi izdelkov, ki so jim bili predstavljeni. Eksperimente so izvajali s cvetličarskimi kroglicami, pri čemer so bili obveščeni, da paket stane zgolj nekaj evrov in so zelo dostopni. Tudi čakanje, ki je bilo potrebno za odziv kroglic na različne medije, jih ni zmotilo. Dobro so si znali organizirati delo. Morda je to tudi vzrok zelo dobrim dosežkom pri preizkusu znanja po obravnavi vsebine, saj so veliko stvari izkusili s pomočjo eksperimentov.

En prihodnji učitelj, ki ima izkušnje s poučevanjem v osnovni šoli, je videl možnosti vključitve poskusov s hidrogeli v raznolike učne teme in bi si tudi želel pripravljati magistrsko delo na to temo. To nakazuje, da so bili poskusi primerni, zanimivi, za razvojno stopnjo učencev, čeprav bo moral biti še narejen premislek, kako jih implementirati v pouk in izvesti evalvacijo implementacije.

Tretje raziskovalno vprašanje se nanaša na primernost vsebin tekoči kristali in hidrogeli ter njihovega enostavnega prenosa v pouk v osnovni oziroma v srednji šoli.

Iz odzivov prihodnjih učiteljev fizike z vezavami lahko razberemo, da vseh 7 ocenjuje, da sta vsebini primerni za predstavitev pri pouku na različnih ravneh šolanja. Mnenja o tem, na katero raven izobraževanja umestiti tekoče kristale in hidrogele so raznolika. Prihodnji učitelji tudi različno dojemajo težavnost učnih vsebin.

Vsi prihodnji učitelji fizike se strinjajo, da bi v srednjo šolo bi lahko umestili skorajda vse obravnavane vsebine, seveda z nekaj prilagoditvami težavnosti. V osnovno šolo bi lahko umestili nekaj eksperimentov, obe temi bi lahko omenili kot zanimivosti ali jih vključili v naravoslovne dneve, a bi morali precej prilagoditi razlago, saj so temi fizikalno zelo zahtevni. Nakazali so tudi, da je dobro, da so videli, da se lahko pri obravnavi svetlobe uporabi tudi kroglice hidrogelov.

Pri navedbi načina vpeljave so vsi izpostavili kratko razlago in aktivnosti, predvsem eksperimentalne. Dodali so, da je predstavitev uporabe in lastnosti hidrogelov najbolj smiselna in za učence zanimiva, saj omogoča preprosto izvedbo poskusov zaradi same dostopnosti materiala in oblikovanje preprostih sklepov tudi učencev. V pouk bi lahko tudi preprosto prenesli snov o tekočih kristalih, saj se tudi tekoči kristali uporabljajo v veliko predmetih iz vsakdanjega življenja. Vendar pa pri tej učni vsebini pridemo do težave, da težko izvedemo kakšen poskus in bi bila zato učencem oz. dijakom ta vsebina najbrž manj zanimiva.

U5 posebej izpostavi: »...Najlažje dostopni se mi zdijo hidrogeli. Menim, da bi lahko naredili veliko poskusov z učenci tako v osnovni kot srednji šoli. S poskusi se učenci največ naučijo, jim je motivacijsko itd., snov se mi tudi zdi precej razumljiva. Tekoči kristali so prisotni v ekranih, zato bi se tudi te vsebine dotaknila in kaj povedala o njih. Se mi pa ta tema (sploh dvolomnost,

polarizatorji ipd.) zdi zahtevnejša od hidrogelov. Posebej pomembno se mi zdi, da imajo učenci stik z materiali, o katerih se pogovarjamo. Zato bi delala enostavne poskuse (npr. namakanje hidrogelov v različnih raztopinah ipd.) in bi se učenci na podlagi ugotovitev poskusov naučili nove stvari. Prav tako se mi zdi smiselno, da učencem prepustimo raziskovanje na spletu, npr. kje se določeni materiali uporabljajo, kakšne so njihove lastnosti ipd.«

Izjava U7: »Že predstavljeni eksperimenti so bili zelo zanimivi in sestavljeni sistematično. Z veseljem bi jih uporabila v šoli. Za učence so primerni. Z njimi bi poglobili znanje in se naučili uporabo novih polimernih spojin. Zdi se mi pomembno, da učence obvestimo o novostih na trgu. Eksperimenti so sestavljeni motivacijsko. Obenem se učenci lahko naučijo opazovati pojave in strukturirano zapisovati potek eksperimenta. Zahtevna merjenja niso potrebna, kar nam prihrani dragoceni čas. Prav tako so zbrani podatki dovolj natančni, da lahko izpeljemo zaključke. V višjih razredih bi uporabila tovrstne poskuse za vodila merjenja in računanje povprečnih vrednosti, npr. merjenje premera desetim kroglicam in računanje povprečja itd.«

Eden od prihodnjih učiteljev (U2) je nakazal bojazen: »Snov se mi zdi zanimiva tudi za učence osnovne šole, vendar menim, da učenci od take ure morda ne bi veliko odnesli, ker bi se večino časa igrali s kroglicami. Morda bi bilo izvedljivo, če bi jim prej predstavili uporaben vidik kroglic hidrogela (povečevalno steklo), in šele nato izvedli uro, saj bi sicer vse vzeli kot zabavo. Menim, da bi učenci lahko sami prišli do zaključkov, da je (najpomembnejša) lastnost hidrogelov absorpcija vode, ostale lastnosti (kako vpliva nanje kislost, slanost) in razlaga pa se mi zdi prezahtevna. Primeren in zanimiv pa se mi zdi poskus z gostotami – učenci bi sami določali gostoto hidrogela.«

Kratek odgovor U5: »Menim pa, da so hidrogeli do sedaj premalo prisotni v šolah, mogoče učitelji niso seznanjeni z njimi. Menim, da bi s sklopom različnih eksperimentov lahko bili prisotni v šoli, saj so zaradi svojih lastnosti (tudi cene) zelo uporabni na različnih področjih.«

Če želimo, da učitelji vključijo eksperimente v pouk fizike, morajo biti ustrezno usposobljeni (Haagen-Schützenhöfer in Joham, 2018), zato imamo na tem mestu pomembno vlogo visokošolski sodelavci, ki usposabljam prihodnje učitelje, saj jim le tako pokažemo, kako se dejansko lotiti študije in implementacije nečesa novega v pouk.

Četrto raziskovalno vprašanje se na naša na poglede prihodnjih učiteljev fizike na razvoj pouka fizike v prihodnosti za namen razvijanja potrebnih veščin 21. stoletja.

Vsi prihodnji učitelji so izpostavili, da bi v prihodnosti lahko vključevali v pouk vključiti več učnih tem, ki so povezane z novimi odkritji ter tudi razložili, kako delujejo nekatere naprave okoli nas. Nakazali so, da se pri pouku fizike pogosto ne pogovarja o temah, ki so učencem blizu oziroma jih zanimajo, a je smotno. Iz pogledov prihodnjih učiteljev fizike pride v ospredje tudi, da se zavedajo, da se bodo morali sprti informirati o novostih.

Prihodnji učitelj U3 je izpostavil tudi umetne inteligence: »... Lahko bi tudi vključevali delo s tehnologijami, jih opozarjali na rabo spleta in uporabo AI orodji, ki hitro prihajajo v ospredje.«

U4 je posebej izpostavil pomen tega, da šolstvo sledi razvoju znanosti v nekem obsegu: »... Razvoj fizike vsekakor napreduje in temu bi morala slediti tudi šolska dinamika, sploh pri predmetih, kot je fizika (matematika, kemija, biologija), saj tu dobijo učenci osnovna znanja, a če jim smiselno predstavimo uporabnost tega znanja na modernih iznajdbah in temi, ki jih zanima, se bo (verjetno) zanimanje za (fizikalni) razvoj še toliko povečalo. Mislim, da morajo

učenci, sploh v današnji dobi, videti (praktično) uporabnost predanega znanja in željo po napredku in spremembah.«

U5 je nakazal, da se moramo pri vključevanju sodobnih spoznanj v pouk fizike omejiti in dati poudarek na stvari, ki so nekako nove in se jih že uporablja v vsakdanjem življenju, saj jim bo na ta način snov bližje in bolj zanimiva.

U6 je posebej nakazal pomen eksperimentalnega dela pri pouku fizike v osnovni šoli in tudi pomen stalnega strokovnega spopolnjevanja učiteljev: »... Mislim, da bi se morali učitelji, sploh v OŠ bolj posvetiti eksperimentom, praktičnim izkušnjam in uporabnosti fizikalnih znanj in manj računskim nalogam. Učitelji bi se morali sproti informirati o novih spoznanjih in jih deliti z učenci na nivoju zahtevnosti, ki jim je razumljiva. Prav je, da se učenci spoznajo z novimi odkritji in poleg klasičnega pouka izvedo še kaj, kar je bolj aktualno. Na tak način, bi mogoče več učencem približali ta predmet.«

Tudi v tujih raziskavah poročajo, da je reševanje fizikalnih problemov pogosto zreducirano na reševanje matematičnih enačb in ne na eksperimentalno delo, vendar je matematika močno orodje fizike, zato je uporaba matematike pri poučevanju fizike nenadomestljiva (Pospiech, 2019). Žal je pri pouku fizike malo časa, namenjenega praktičnim nalogam, učenju z raziskovanjem in oblikovanju dejavnosti.

Nazadnje velja poudariti, da je glede poučevanja aktualnih vsebin pri pouku fizike trenutni slovenski učni načrt za osnovne šole dokaj odprt in je možno znotraj pouka vključevati sodobna znanstvena dognanja. Natančneje, v njem zasledimo vsebinski sklop Fizikalna dognanja nam lajšajo življenja in navedeno: »Učitelj samostojno ali skupaj z učenci izmed tem, kot so npr. nekatere izbirne vsebine, fizikalno zgodovinske teme, teme v zvezi s sodobnimi odkritji ali opisom sodobnih naprav (GPS, mobilna telefonija, polprevodniki, računalniki, laserji, tekoči kristali, optična vlakna, jedrske elektrarne, pospeševalniki, nanotehnologija, ekologija itd.), izbere tisto, za katero meni, da bo učence zanimala, in z njo zaokroži pouk fizike v osnovni šoli in učenci usvojeno znanje uporabijo pri razlagi delovanja ali uporabe izbrane naprave« (Verovnik idr., 2011, str. 16). Iz pogledov prihodnjih učiteljev je razvidno, da je dobro vsebinski sklop v neki obliki obdržati tudi v prenovljenih učnih načrtih.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Prispevek prikazuje izsledke raziskave o pogledih prihodnjih učiteljev fizike na implementacijo sodobnih fizikalnih spoznanj v pouk. Razvidno je, da se prihodnji učitelji zanimajo za sodobna znanstvena spoznanja, a nekateri še niso proaktivni. Zavedajo se pomena stalnega strokovnega izpopolnjevanja. O dveh sodobnih učnih vsebinah – tekočih kristalih in hidrogelih – pred njuno implementacijo niso veliko vedeli, a rezultati kažejo, da so na preizkus znanja po implementaciji dosegli bistveno boljše rezultate. Rezultati kažejo, da so jim bile načrtovane dejavnosti zanimive in vidijo možnosti vpeljave v poučevanje na osnovnih in srednjih šolah z nekaterimi prilagoditvami. Izpostavili so pomen eksperimentalnega dela. Nakazujejo pa, da je ključnega pomena v 21. stoletju, da se šolstvo prilagaja v neki meri tudi razvoju področja fizike, saj bodo le tako učeči zainteresirani, kar bo vodilo v nadaljnji razvoj.

Izsledki raziskave nudijo vpogled v mnenja peščice prihodnjih učiteljev fizike, ki jih le še en korak loči do vstopa na trg dela. Žal je interesa za pedagoški poklic malo in zato je v letniku zgolj 7 študentov. Vsekakor, kot že izpostavljeno v uvodu in pri rezultatih z diskusijo, pa je

učitelj pomemben člen, ki vpliva na interes in dosežke učencev. Izsledki raziskave pa omogočajo vstop v misli prihodnjih učiteljev fizike o pouku fizike tudi v prihodnje.

Na podlagi rezultatov predstavljene raziskave lahko oblikujemo smernice za usposabljanje prihodnjih učiteljev fizike še v večji meri tako, da jim pokažemo primere, kako se implementira sodobna fizikalna spoznanja pouk. Obenem pa jih tako spodbujamo k implementaciji teh znanj in pridobljenih veščin v šolske razrede. Prikazana primera sta jim tudi nudila konkreten nabor dejavnosti za neposreden prenos v razred, z nekaj prilagoditvami, če so ciljna publika osnovnošolci.

Literatura

- Bačnik, A., Slavič, S., Bah Berglez, E., Eršte, S., Golob, N., Gostinčar-Blagotinšek, A., Hajdinjak, M., Hartman, S., Ivančič, G., Kljajić, S., Majer Kovačič, J., Mohorič, A., Moravec, B., Novak, N., Pavlin, J., Repnik, R. in Vičič, T. (2022). *Naravoslovna pismenost: opredelitev in gradniki* (Spletna izd.). Zavod RS za šolstvo.
https://www.zrss.si/pdf/Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. in Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Bayram, D. (2012). Professional Development of Science and Physics Teachers in England. *Journal of Education and Future*, 1, 61–77.
- Calo, E. in Khutoryanskiy, V. V. (2015). Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products. *European Polymer Journal*, 65, 252–267.
<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.11.024>
- Chen, S., Lo, H.-C., Lin, J.-W., Liang, J.-C., Chang, H.-Y., Hwang, F.-K., Chiou, G.-L., Wu, Y.-T., Lee, S. W.-Y., Wu, H.-K., Wang, C.-Y. in Tsai, C.-C. (2012). Development and implications of technology in reform-based physics laboratories. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(2), 020113-1–020113-12.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020113>
- Chirani, N., Yahia L., Gritsch L., Motta F. L., Chirani S. in Faré S. (2015). History and applications of hydrogels. *Journal of Biomedical Science*, 4(2), 1–23. <https://doi.org/10.4172/2254-609X.100013>
- Cvetko, M., Repnik, R. in Gerlič, I. (2010). *Primerjava med priljubljenostjo naravoslovnih predmetov v osnovni in srednji šoli ter vpisom na naravoslovne študijske programe, projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc*. Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru.
- Čepič, M. (2018). Inquiry based learning of contemporary physics topics and gifted students. V D. Sokolowska in M. Michelini (ur.), *The role of laboratory work in improving physics teaching and learning* (str. 203–215). Springer.
- Čepič, M. (2014). *Liquid crystals through experiments*. Morgan & Claypool Publishers.

- Dolenc, S., Susman, K. in Pavlin, J. Increasing student motivation in physics lessons with augmented reality: Erasmus+ KA201 Project ARphymedes. V L. Gómez Chova, C. González Martínez, J. Lees (ur.), *INTED 2023: conference proceedings: 17th annual International Technology, Education and Development Conference* (str. 3370–3376). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/inted.2023.0918>
- Dunmur, D. in Sluckin, T. (2011). *Soap, science and flat-screen TVs, A history of liquid crystals*. Oxford University Press Inc.
- Ellermeijer, T. in Tran, T. (2019). Technology in teaching physics: Benefits, challenges, and solutions. V M. Pietrocola (ur.), *Upgrading Physics Education to Meet the Needs of Society* (str. 35–67). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96163-7_3
- Fortuna, L., Slapničar, M. in Pavlin, J. (2023). Koliko zanimajo petošolce naravoslovne vsebine izven šole? *Naravoslovna solnica*, 28(1), 8–12.
- Frågât, T., Henriksen, E. in Tellefsen, C. (2021). Pre-service science teachers' and in-service physics teachers' views on the knowledge and skills of a good teacher. *Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 277–292. <https://doi.org/10.5617/nordina.7644>
- Gero, A., Essami, H., Danino, O. in Kornblum, L. (2022). Students' attitudes toward interdisciplinary learning: A high-school course on solar cells. *International Journal of Engineering Education*, 38(4), 1130–1140.
- Haagen-Schützenhöfer, C. in Joham, B. (2018). Professionalising physics teachers in doing experimental work. *CEPS journal*, 8(1), 9–33. <https://doi.org/10.26529/cepsj.333>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning*. Routledge.
- Jalil, M. (2003). Liquid crystal experiment for undergraduate engineering students. *Education and Training in Optics and Photonics*. <https://doi.org/10.1364/ETOP.2003.EMI5>
- Keller, M., Neumann, K. in Fischer, H. (2016). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest: Physics teachers' knowledge and motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 586–614. <https://doi.org/10.1002/tea.21378>
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T. in Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>
- Liu, X., Liu, S., Yao, Y., Ye, Z., Wang, H., Chai, Z., Song, Y., Xu, X., Liu, J., Shi, J., Zhong, H. in Ye, L. (2023). From Super Jelly to Hydrogel: Delivering Hydrogel Chemistry into Middle School Classrooms by Undergraduates as the Bridge between Professors and Students. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00490>
- Luciano, A., Giacomassi Luciano, A. P., Garcia Fernandes, P. R., Takai, H. in Altoe Fusinato, P. (2019). Remote access experiment as a facilitator for teaching modern and contemporary physics in secondary schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012035>.
- Pavlin, J. (2018). Experiments in physics teaching and learning: editorial. *CEPS journal*, 8(1), 5–8. <https://ojs.cepsj.si/index.php/cepsj/article/view/495/276>
- Pavlin, J. (2019). Učenje ob raziskovanju hidrogelov. *Fizika v šoli*, 24(2), 43–47.

- Pavlin, J. in Čepič, M. (2017). Hydrogels in the classroom. V T. Greczyło in E. Dębowska (ur.), *Key competences in physics teaching and learning : selected contributions from the International Conference GIREP EPEC 2015, Wrocław Poland, 6-10 July 2015* (str. 191–201). Springer.
- Pavlin, J., Stefanel, A., Lindenau, P., Kobel, M., Kranjc Horvat, A., Wiener, J., Schmeling, S., Borowski, A., Sokolowska, D. in Čepič, M. (2021). Introduction of contemporary physics to pre-university education. V B. Jarosievitz in C. Sükösd (ur.), *Teaching-learning contemporary physics: from research to practice* (str. 71–90). Springer.
- Pavlin, J., Vaupotič, N. in Čepič, M. (2013). Liquid crystals: A new topic in physics for undergraduates. *European Journal of Physics*, 34(3), 745–761. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/34/3/745>
- Pinheiro, M. in Lobo, R. (2022). *Advanced Topics in Contemporary Physics for Engineering Nanophysics, Plasma Physics, and Electrodynamics*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003285083>
- Pospiech, G. (2019). Framework of mathematization in physics from a teaching perspective. V G. Pospiech, M. Michelini in B.-S. Eylon (ur.), *Mathematics in Physics Education* (str. 1–33). Springer.
- Pršin, A. in Pavlin, J. (2022). Contemporary physics topic interest of students in primary school. V *Educational diversity and the future of mathematics and science education research: Book of abstracts* (str. 200). Malang: Universitas Negeri Malang, Faculty of Mathematics and Natural Sciences.
- Repnik, R. (2012). *Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v osnovnošolski pouk fizike* [Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko].
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Coyle, H. P., Cook-Smit, N. in Miller, J. L. (2013). The influence of teachers knowledge on student learning in middle school physical science classrooms. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1020–1049. <https://doi.org/10.3102/0002831213477680>
- Slapničar, M. in Pavlin, J. (2022). Identifikacija naravoslovne pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole in dijakov 3. letnika srednje šole. V T. Hodnik idr. (ur.), *Koncept in analiza matematične in naravoslovne pismenosti v slovenskih šolah in vrtcih* (str. 101–115). Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- Stipek, D. (1998). *Motivation to learn: From theory to practice*. Allyn and Bacon.
- Verovnik, I., Bajc, J., Beznec, B., Božič, S., Brdar, U., Cvahte, M., Gerlič, I. in Munih, S. (2011). *Učni načrt za fiziko v osnovni šoli*. Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Vilfan, M. in Muševič, I. (2002). *Tekoči kristali*. DMFA.
- Walraven, A., Brand-Gruwel, S. in Boshuizen, H. (2009). How students evaluate information and sources when searching the World Wide Web for information. *Computers & Education*, 52, 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.08.003>
- Wong, V. (2007). Hydrogels – Water-absorbing Polymers. *Catalyst: Secondary Science review*, 18(1), 18–21.
- Zabukovšek, N. (2016). *Študija priljubljenosti fizike in vključevanja dijakov in dijakinj k pouku predmeta v povezavi z izbiro in uspešnostjo reševanja treh tipov nalog*. Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani.

VLOGA METAKOGNICIJE IN DIGITALIZACIJE V PROCESU IZGRADNJE MATEMATIČNEGA ZNANJA

THE ROLE OF METACOGNITION AND DIGITALIZATION IN THE PROCESS OF CONSTRUCTING MATHEMATICAL KNOWLEDGE

Vida Manfreda Kolar in Boštjan Kuzman

Univerza Ljubljana, Pedagoška fakulteta

Povzetek

V prispevku predstavimo razloge za kognitivne težave učencev pri obravnavi zahtevnejših matematičnih konceptov. Osredotočimo se na dva možna pristopa, ki ju vidimo kot možnosti za odpravo napačnih predstav in izboljšanje posameznikovega razumevanja matematičnega jezika in simbolike. Prvi pristop se nanaša na vključevanje matematičnega dialoga v pouk matematike in s tem ozaveščanje lastnega miselnega procesa pri reševanju matematične naloge, drugi pa na vključevanje digitalnih orodij v pouk matematike, s čimer lahko prispevamo k boljši vizualizaciji abstraktnih matematičnih konceptov in njihovih definicij. Empirični del je kombinacija kvalitativne in kvantitativne raziskave, ki smo jo izvedli s študenti univerzitetnega študijskega programa Poučevanje – predmetno poučevanje, smer matematika z vezavami. Z metodo matematičnega dialoga smo raziskali prisotnost metakognitivnih procesov pri poučevanem dijaku in študentu, ki je vodil pogovor, z izdelovanjem apletov za limito funkcije pa smo preverili vlogo teh za izboljšanje razumevanja koncepta pri študentih. Analiza dialogov in anketnega vprašalnika potrjuje, da oba pristopa lahko obravnavamo kot perspektivna v luči bolj kakovostnega učenja in poučevanja matematike.

Ključne besede: metakognicija, digitalizacija, matematični koncept, matematični dialog, geogebra.

Abstract

In this paper, we present the reasons for students' cognitive obstacles when dealing with more complex mathematical concepts. We focus on two possible approaches that we consider as opportunities to address misconceptions and improve individuals' understanding of mathematical language and symbolism. The first approach refers to the integration of mathematical dialogue in mathematics lessons, thus raising awareness of one's own thought process when solving a mathematical problem, and the second approach refers to the integration of digital tools in mathematics lessons, which can contribute to a better visualisation of abstract mathematical concepts and their definitions. The empirical part is a combination of qualitative and quantitative research conducted with students of the university programme Teaching - Subject Teaching, mathematics with connections. Using the mathematical dialogue method, we investigated the metacognitive processes present in the taught student and the student who led the conversation, and by creating applets for the limit function, we tested the role of these applets in improving students' understanding of the concept. The analysis of the dialogues and

the questionnaire confirms that both approaches can be considered as promising in the light of better quality learning and teaching of mathematics.

Key words: metacognition, digitalization, mathematical concept, mathematical dialogue, geogebra.

Teoretična izhodišča

Pri proučevanju težav posameznika pri razumevanju matematičnih konceptov se moramo zavedati širšega spektra možnih razlogov, ki so lahko genetske in psihološke, didaktične ali epistemološke narave (Cornu, 1991). Genetske in psihološke ovire so rezultat osebnega razvoja učenca, didaktične so posledica pouka in načina učiteljevega poučevanja, o epistemoloških ovirah pa govorimo takrat, ko vzrok za težavo ni vezan na subjekte v učnem procesu, temveč na naravo predmeta matematike in obravnavanih matematičnih konceptov kot takih, ki so lahko zaradi svoje specifike in abstraktnosti učencem težko doumljivi.

Razumevanje koncepta zaobjema bistveno več kot le poznavanje definicije. Šele, ko znamo določiti primere in protiprimere nekega koncepta, ko se zavemo, kako je ta povezan z drugimi, že od prej znanimi koncepti, ter razumemo njegov položaj znotraj določene teorije in tudi njegovo uporabo, lahko rečemo, da koncept razumemo (Sierpinska, 1992). Če nam star način gledanja onemogoča prehod k novemu, potem lahko govorimo o epistemoloških ovirah v razvoju pojma. Te nastopijo torej takrat, ko znanje, ki dobro deluje na določenem področju dejavnosti, ne deluje več zadovoljivo v drugem kontekstu in povzroča protislovja. Epistemološko oviro nam lahko predstavlja učenčevo neformalnega znanje, pridobljeno v izvenšolskih okoliščinah, intuitivno dožemanje koncepta ali pa šolsko znanje, ki je bilo pridobljeno v okviru predhodnega izobraževanja in je v kognitivnem konfliktu z novim znanjem.

Z mnogimi pojmi, s katerimi se srečujemo v matematiki, smo se v takšni ali drugačni obliki srečali, še preden smo jih uradno opredelili, v umu vsakega posameznika pa obstaja zapletena kognitivna struktura, ki ob priklicu pojma ustvarja različne osebne miselne podobe. Treba je razlikovati med matematičnimi pojmi, kot so formalno opredeljeni, in kognitivnimi procesi, s katerimi so zasnovani. Številni pojmi, ki jih uporabljamo, sploh niso formalno opredeljeni, temveč jih prepoznamo na podlagi izkušenj in uporabe v ustreznih kontekstih. Običajno v procesu formalne vpeljave koncept dobi simbol ali ime, ki omogoča njegovo sporočanje in pomaga pri njegovem miselnem obvladovanju. Vendar je celotna kognitivna struktura, ki obarva pomen pojma, veliko večja od priklica enega samega simbola. Tall in Vinner (1981) opredelita pojem konceptna slika, s katero zaobjameta opis celotne kognitivne strukture, povezane s konceptom, ki vključuje vse miselne slike ter z njimi povezane lastnosti in procese. Gradi se skozi leta z izkušnjami vseh vrst in se spreminja, ko se posameznik srečuje z novimi dražljaji in dozoreva. Ob različnih časih se lahko prikličejo navidezno nasprotujoče si konceptne slike, vendar ne sprožijo konflikta. To se zgodi, kadar so nasprotujoči si vidiki priklicani hkrati. Pri vsakemu posamezniku definicija koncepta sproži lastno sliko koncepta. Pri funkciji je to lahko graf, prirejanje elementov ene množice elementom druge množice, tabeliranje in računanje po formuli ... Učitelj lahko poda formalno definicijo, nato pa sledijo primeri, podani s formulami. V takem primeru se lahko slika koncepta razvije v bolj omejen pojem, ki vključuje le formule, učenec pa v tem položaju precej zadovoljno deluje z omejenim pojmom, ki je ustrezen v omejenem kontekstu. Kasneje, ko se sreča s funkcijami, opredeljenimi v širšem kontekstu, bo morda imel težavo pri ustvarjanju povezav med »starim in novim« znanjem.

Za razliko od materialnih predmetov so matematični konstrukti nedostopni našim čutom – vidimo jih lahko le z očmi našega uma (Tall in Vinner, 1981). Tudi, ko narišemo funkcijo ali zapišemo število, namreč skrbno poudarjamo, da je znak na papirju le ena od mnogih možnih predstav neke abstraktne entitete, ki je same po sebi ne moremo ne videti ne otipati – sposobnost nekako "videti" te nevidne predmete se zdi bistvena sestavina matematične sposobnosti, ki pa marsikateremu učencu primanjkuje in potrebuje zunanje sprožilce, da lahko to abstraktno entiteto »uvidi«. Zunanji sprožilec je lahko v tem kontekstu tudi proces vizualizacije, pri katerem učenec konstruira sliko zahtevnega koncepta. Ozaveščanje posameznih korakov tega procesa lahko izboljša tudi dojemanje konstrukta.

Dodatno lahko razumevanje oteži dvojna narava nekaterih abstraktnih matematičnih konceptov, ki zahteva presojo o tem, katero perspektivo je v dani situaciji treba uporabiti. Abstraktne matematične koncepte lahko pojmuje na dva temeljno različna načina: strukturno – kot objekte, in operativno – kot procese. Strukturno pojmovanje koncepta pomeni videti matematično entiteto kot objekt: idejo prepoznamo "na prvi pogled" in z njo manipuliramo kot s celoto, ne da bi se spuščali v podrobnosti, operativno pojmovanje pa po drugi strani vključuje videnje koncepta v luči procesa: obravnavamo ga kot zaporedje korakov, pozorni smo na podrobnosti. Funkcijo tako npr. lahko razumemo kot proces (tj. računski postopek, ki dani spremenljivki priredi točno določeno vrednost) ali kot objekt (množica urejenih parov). Ta dva pristopa, čeprav sta navidezno nezdružljiva, se dejansko dopolnjujeta. Operativno pojmovanje je za večino prvi korak pri usvajanju novih matematičnih pojmov (Sfard, 1991; 1994). Dvojnost procesa in objekta se kaže v tem, da isto predstavitev, iste matematične pojme lahko včasih razlagamo kot procese, drugič kot objekte; ali drugače povedano lahko jih pojmuje operativno ali strukturno. Algebrski izraz $3(x + 5) + 1$ zato lahko dijak interpretira na različne načine: kot zaporedje navodil: dodaj 5, pomnoži rezultat s tri in dodaj 1 (proces), rezultat izračuna in ne izračun sam (objekt) ali kot linearno preslikavo iz \mathbb{R} v \mathbb{R} , ki vsakemu številu x priredi drugo vrednost (objekt) (Sfard, 1994). Gray in Tall (1994) dvojnost med procesom in konceptom v matematiki vidita v tem, da se en sam simbol pogosto uporablja za predstavitev procesa in koncepta (simbolni zapis $f(x) = x^2 - 3$ po eni strani pove, kako izračunati vrednost funkcije za določeno vrednost x , hkrati pa vsebuje celoten koncept funkcije za splošno vrednost x). Avtorja uvedeta izraz *procept*, ki sestoji iz treh elementov: *proces*, ki ustvari matematični *objekt* (ali koncept), in *simbol*, ki predstavlja bodisi proces bodisi objekt.

V pričujočem prispevku se bomo posvetili analizi napačnih predstav dijakov in načinu pridobitve vpogleda v njihovo konceptno sliko ter raven pojmovanja matematičnih konceptov. V procesu odkrivanja napak in napačnih predstav je ključna vloga učitelja. Učitelji pogosto pripravijo za učence naloge, ki so zanje premalo zahtevne in pravzaprav ne omogočajo pridobivanja vpogleda v napačne predstave. Napake ostanejo, na račun premalo preišljeno sestavljenih nalog, zakrite. Hansen (2017) poudarja, da je najprej treba spremeniti pogled na vlogo učenčevih napak, ki niso neuspeh poučevanja in učenja, pač pa del procesa učenja, ki omogočajo napredek v razumevanju. Učno okolje, v katerem potekata poučevanje in učenje matematike, mora biti za učenca spodbudno v smislu, da omogoča interakcijo med soudeleženci ter matematično razpravo.

Izraz razprava se nanaša na matematični dialog, v katerem se na podlagi matematične argumentacije raziskujejo razlike v mišljenju. Po Ryanu in Williamsu (2007) mora matematični dialog vključevati cikel izražanja, ponovnega oblikovanja, razmisleka in razreševanja. Za takšen dialog je potrebnih več ključnih pogojev:

1. Učitelj mora izbrati produktivno nalogo, ki vključuje možnosti za razpravo in argumentacijo, tj. omogoča različna mnenja učencev.
2. Učenci imajo priložnost, da se sporazumevajo in izmenjujejo svoja mnenja. Potekati morata faza artikulacije in ponovne formulacije: "Mislim, da zato, ker ..." (artikulacija). "Poslušal sem, kaj je rekel X, in zdaj mislim, da ..." (ponovna formulacija).
3. Obstajati morajo merila za ocenjevanje, kaj je dober matematični argument. V tej fazi učitelj usmerja učence s postavljanjem vprašanj, kot so npr: Ali je to dober argument? Kako lahko dokažete, da je to pravilen argument? Ali obstaja bolj prepričljiv argument? Kateri argument je bil najboljši?
4. Učenci naj dobijo priložnost, da reflektirajo o razpravi: kaj smo mislili, kaj mislimo zdaj, zaradi česa smo si premislili.
5. Po razpravi o različnih pogledih in refleksiji o razpravi sledi faza reševanja: "Zdaj mislim, da..., ker....".

Če torej želimo izboljšati učenčev razumevanje matematičnih konceptov, je pomembno, da znamo poiskati take naloge, reprezentacije, kontekste, ki bodo pri učencih s slabšim razumevanjem spožili kognitivni konflikt, razmislek o lastnem razumevanju problema, učitelju pa ponudile priložnost neposrednega vpogleda v učenčev način razmišljanja in razmislek o lastnem načinu vodenja dialoga.

Opazimo lahko, da v procesu vodenja matematičnega dialoga in razreševanja napačnih predstav učencev pomembno vlogo igra metakognicija, saj nas ta vodi pri selekcioniranju, evalvaciji kognitivnih nalog, popravljanju napak, izbiri ustreznih ciljev in strategij, presoji lastnih zmožnosti v odnosu do naloge ipd. (Bakračevič Vukman, 2000). Eden glavnih namenov metakognicije je, da se učenci naučijo, kako razumeti svoje miselne procese in uporabijo to znanje za izboljšanje svojega učenja in razumevanja (Dunlosky in Metcalfe, 2009). Schoenefeld (1987) poudari pomen ustvarjanja okolja, ki omogoča interakcijo in soočanje stališč, pogledov, načina razmišljanja. Pri tem opredeli tri komponente metakognitivnega mišljenja (str. 190):

1. Vaše znanje o lastnih miselnih procesih. Kako natančni ste pri opisovanju lastnega razmišljanja?
2. Samozavedanje ali samoregulacija: Kako dobro sledite temu, kaj počnete pri reševanju problemov, in kako dobro (če sploh) uporabljate vhodne podatke iz teh opazovanj za usmerjanje svojih dejanj pri reševanju problemov?
3. Prepričanja in intuicije. Katere predstave o matematiki vnašate v svoje delo na področju matematike in kako to oblikuje vaš način matematičnega dela?

Samoregulacija ali spremljanje in nadzor je eno od treh širokih področij, ki jih zajema krovni izraz metakognicija. Med reševanjem problema lahko dosežemo točko, na kateri postane naše razumevanje nejasno; lahko ugotovimo, da je problem bolj zapleten, kot smo sprva mislili. Morda je najbolje, da začnemo znova in se prepričamo, da smo ga v celoti razumeli. Spremljanje in ocenjevanje napredka ter ukrepanje na podlagi ocene napredka sta ključna elementa samoregulacije. Lester idr. (1989) so opravili obsežno raziskavo, namenjeno preučevanju vloge metakognicije pri reševanju matematičnih problemov pri sedmošolcih. Cilj

poučevanja je bil spodbujati metakognitivni razvoj učencev. Načini doseganja tega cilja so bili, da je učitelj (1) med reševanjem problemov opravljal vlogo zunanega opazovalca, (2) spodbujal razpravo o vedenjih, ki veljajo za pomembna za ponotranjenje metakognitivnih spretnosti, in (3) dajal zgled dobrega vodstvenega ravnanja. Izpostavimo nekatere od njihovih pomembnejših ugotovitev:

- med matematičnimi koncepti in metakognitivnimi procesi, ki se uporabljajo za reševanje problemov s temi koncepti, obstaja dinamična interakcija. To pomeni, da se kontrolni procesi in zavedanje kognitivnih procesov razvijajo sočasno z razumevanjem matematičnih konceptov.
- Poučevanje reševanja problemov, zlasti poučevanje metakognicije, bo verjetno najučinkovitejše, če bo potekalo na sistematično organiziran način pod vodstvom učitelja.
- Učitelj težko ohranja vloge opazovalca, spodbujevalca in vzornika spričo realnosti v razredu, zlasti kadar imajo učenci težave z osnovnimi vsebinami (Lester idr., 1989, str. 88–95).

Opisane ugotovitve smo raziskali na primeru zahtevnejšega matematičnega koncepta limite funkcije. Gre za eno zahtevnejših matematičnih vsebin, s katerimi se srečamo pri pouku matematike v srednji šoli in kasneje na začetnih tečajih matematike za univerzitetne študente. V Sloveniji je denimo koncept limite funkcije zajet v predmetnem izpitnem katalogu za matematiko za Splošno maturo (2021), ki med cilji navaja, da kandidat:

- *razloži pojem limite v dani točki na ustrezno izbranih primerih, ki so grafične, tabelarične ali analitične prezentacije funkcij,*
- *izračuna limito funkcije in razloži pomen dobljene limitne vrednosti,*
- *razloži pomen limite v neskončnosti,*
- *loči limito funkcije v neskončnosti od neskončne limite,*
- *uporablja limito pri računanju asimptot funkcij.*

Problematiko razumevanja koncepta limite pri srednješolcih ali univerzitetnih študentih so preučevali že številni raziskovalci v 80. in 90. letih. Računanje vrednosti limita lahko z računskimi pravili do neke mere prevedemo na manipulacijo simbolov po algebraičnih pravilih, denimo, vsota limit je limita vsote in podobno. Zelo pogosto srednješolsko razumevanje limite ostane na nivoju simbolne manipulacije, ki ga preverjamo z računskimi nalogami. Dijak se pri takšni nalogi zadovolji z razumevanjem pravil izračuna, ki vrne pravilno vrednost izraza, ne razvije pa globljega razumevanja koncepta limite. Przenioslo (2004) je naredila obsežno raziskavo dojemanja koncepta limite funkcije med univerzitetnimi študenti, ki so že zaključili univerzitetni tečaj analize oziroma kalkulusa. Identificirala je različne razrede miselnih predstav (tudi napačnih) o konceptu limite, ki jih je glede na njihovo jedro opisala kot *okolice*, *približevanje grafa*, *približevanje vrednosti*, *limita v x_0 je $f(x_0)$* in *algoritmi*. Ugotovila je, da so predstave študentov zelo odvisne od samega načina podajanja vsebine in preverjanja razumevanja. V nadaljevanju bomo proučili eno od možnosti za izboljšanje razumevanja teh konceptov s pomočjo digitalnih orodij.

Opredelitev problema

Tematiko razumevanja matematičnih konceptov bomo raziskali na področju srednješolske matematike, ki zaradi zahtevnosti in abstraktnosti nekaterih konceptov predstavlja izziv tako dijakom, ki se spopadajo z nerazumevanjem, kot učiteljem in prihodnjim učiteljem, ki se

spopadajo z iskanjem načinov poučevanja, ki bi omogočali trajnejše in bolj kakovostno matematično znanje dijakov. V prispevku se bomo osredotočili na dva načina, ki ju vidimo kot možnosti za prispevek h kakovostnejšemu matematičnemu znanju posameznika:

1. *Metakognicija (pomen konstruktivnega matematičnega dialoga):*
zavedanje lastnega miselnega procesa in zmožnost presoje o lastnih argumentih pa je drugi vidik, ki ga vidimo kot prispevek h kakovostnejšemu matematičnemu znanju in odpravi epistemoloških ovir v razumevanju koncepta pri posamezniku. Raziskali bomo možnosti vodenja matematičnega dialoga v kontekstu poučevanja.
2. *Digitalizacija (pomen vizualizacije):*
kot smo opisali v teoretičnem delu poteka razvoj zahtevnih algebrskih konceptov smeri od dinamičnega k statičnemu. Pri premoščanju kognitivne težave, ki nastane pri prehajanju k strukturnemu pojmovanju koncepta, nam je lahko v veliko oporo digitalno orodje in programi, ki prispevajo k vizualizaciji konceptov in postopkov. Raziskali bomo možnosti za bolj učinkovito poučevanje koncepta limite prek izdelave apletov za njegovo ponazoritev.

Metoda

Empirični del temelji na deskriptivni, neeksperimentalni metodi pedagoškega raziskovanja (Hartas 2010; Sagadin 1991). Raziskava predstavlja kombinacijo kvalitativnega pristopa (analiza matematičnih dialogov med študenti in dijaki z vidika prisotnosti metakognitivnih procesov ter analiza izdelkov študentov v programu geogebra za ponazoritev koncepta limite) in kvantitativnega pristopa (analiza stališč študentov do izdelave apletov za ponazoritev limite).

Cilji raziskave

1. Proučiti vlogo matematičnega dialoga za poglobljanje metakognitivnih procesov pri študentu in pri dijaku.
2. Proučiti možnosti vizualiziranja abstraktnih matematičnih konceptov z digitalnimi orodji za izboljšanje predstav in formalnih matematičnih definicij.
3. Raziskati stališča študentov do uporabe digitalnih orodij pri ponazarjanju abstraktnih matematičnih konceptov in formalnih matematičnih definicij.

Vzorec raziskave

Podatke za raziskavo smo pridobili v okviru študijskega predmeta Matematične teme z didaktiko na 2. stopnji univerzitetnega študijskega programa Poučevanje – predmetno poučevanje, smer matematika z vezavami v študijskih letih 2022/23 in 2023/24. Natančneje:

- vzorec raziskave za kvalitativni del – matematični dialogi predstavljajo raziskovalna poročila študentov v študijskem letu 2022/23,
- vzorec raziskave za kvalitativni del – digitalna orodja predstavljajo izdelki 21 študentov (skupaj 63 izdelkov) v okviru seminarskih nalog v študijskem letu 2023/24,
- vzorec raziskave za kvantitativni del (stališča študentov) predstavlja 21 študentov 1. letnika opisanega študijskega programa v študijskem letu 2023/24.

Merilni instrumenti in postopek zbiranja podatkov

Raziskovalna poročila – matematični dialogi

Študenti so v okviru predmeta Matematične teme z didaktiko v paru pripravili in izvedli raziskovalno nalogo, ki se je navezovala na izbran matematični koncept iz srednješolske matematične vsebine. Raziskovalna naloga je vključevala več etap dela:

- Študij znanstvenih raziskovalnih del o razumevanju izbranega koncepta in s tem povezanih napačnih predstavah učencev.
- Izdelava merilnega instrumenta – naloge za preverjanje napačnih predstav pri dijakih.
- Utemeljitev izbora naloge: zakaj so se odločili za tako nalogo, kaj predvidevajo, kje pričakujejo, da se bodo odkrile težave dijakov in zakaj.
- Izvedba matematičnega dialoga z dijakom (dobeseden prepis poteka dialoga).
- Refleksija študenta o izvedenih dialogih z navezovanjem na teoretična izgošča o napačnih predstavah pri izbranem matematičnem konceptu.

Namen pričujoče raziskave je nadaljnja analiza raziskovalnih poročil študentov. Zanimalo nas bo, v kolikšni meri je metoda individualnega dela študenta matematike z dijakom prek matematičnega dialoga prispevala k razvoju metakognitivnih veščin obeh udeležencev v dialogu. Izbrane primere matematičnih dialogov bomo analizirali iz različnih zornih kotov:

1. Analiza kakovosti matematičnega dialoga in izbrane naloge: na kateri ravni je potekalo vodenje dialoga (zožitvena ali usmerjevalna vprašanja (Hattie idr., 2017), ali je naloga dosegla svoj namen razkrivanja in odprave napačnih predstav.
2. Prisotnost metakognitivnih elementov pri študentu: samorefleksija po izpeljanem dialogu: ali sem dobro usmerjal učence, ali sem izkoristil prave trenutke v pogovoru, napačne predstave,
3. Prisotnost metakognitivnih elementov pri dijaku: kako sem problem razumel na začetku, kako ga razumem na koncu, ali se je vmes kaj spremenilo, kaj me je prepričalo
...

Raziskovalna poročila – apleti v GeoGebri

Študentje so v okviru predmeta individualno izdelali vsak po tri interaktivne ponazoritve (aplete) različnih limit funkcij v programu GeoGebra. Računalniški program GeoGebra je zelo razširjen in v mednarodni izobraževalni skupnosti dobro znan, namenjen ponazoritvam matematičnih objektov. Med drugim omogoča grafičen prikaz matematičnih objektov v koordinatni ravnini in njihovo manipulacijo z uporabo drsnikov, s katerimi lahko uporabnik spreminja vrednost parametrov.

Študenti so koncept limite funkcije že srečali v srednji šoli in v okviru nekaterih matematičnih predmetov med študijem. V okviru predmeta smo jim prikazali en primer izdelave apleta za ponazoritev limite funkcije v programu GeoGebra. Pri tem beseda *aplet* imenujemo končni izdelek (interaktivno okno z grafičnim prikazom in morebitnimi dodatnimi orodji ali algebrskim prikazom).

Študentje so nato samostojno izdelali vsak po tri različne aplete: za ponazoritev končne limite funkcije v točki, ponazoritev neskončne limite funkcije v točki in za ponazoritev končne limite funkcije v neskončnosti. Primere funkcij so si izbrali sami, uporabljene limite bi bile lahko tudi enostranske (leve/desne). Ponazoritve so morali opremiti tudi s krajšimi vprašanji za

preverjanje razumevanje, ki naj bi se navezovala na izdelane aplete. Končni izdelek so izvozili v obliki spletne strani, do katere lahko pregledovalec preprosto dostopa.

Namen raziskave je bilo ugotoviti, kako izdelava apletov vpliva na razumevanje koncepta limite. Ali lahko pričakujemo, da bodo študentje, ki so izdelali aplet za ponazoritev limite, po zaključenem procesu izdelave sami bolje razumeli definicijo in si vizualizirali uporabljene koncepte.

Anketni vprašalnik o izdelavi apletov za ponazoritev limit

Za namen raziskave stališč smo oblikovali anketni vprašalnik s 5-stopenjsko Likertovo lestvico strinjanja (1 – nikakor se ne strinjam, do 5 – se popolnoma strinjam) s šestnajstimi trditvami, možen odgovor je bil tudi »Ne morem odgovoriti«. Trditve so bile razvrščene v sklope (razumevanje pred izdelavo ponazoritve, razumevanje po izdelavi ponazoritve, uporabnost pridobljenega znanja pri poučevanju). Anketa je bila anonimna. Vprašanja so razvidna iz Preglednice 1.

Rezultati in diskusija

Analiza dialogov

1. Matematična tema: Absolutna vrednost

Udeleženci	Študent (Š) in dijak 2. letnika splošne gimnazije (D)
Naloga	Reši neenačbo $ x - 5 \leq 5$.
Cilj naloge	Z nalogo preverjamo raven razumevanja koncepta absolutne vrednosti: <ul style="list-style-type: none"> - operacionalno: absolutna vrednost kot postopek manipuliranja z algebrskim izrazom, - strukturno: absolutna vrednost kot razdalja, - strukturno: absolutna vrednost kot funkcija. Preverjamo tudi, ali dijak razlikuje med vrednostjo znotraj absolutne vrednosti in vrednostjo izraza z absolutno vrednostjo.
Predhodno delo z dijakom	Študent je pred tem primerom naloge dijaka že vodil skozi reševanje dveh primerov neenačb na številski premici: $ x > 2$ in $ x + 1 < 3$.
Pričakovanja	Študent predvideva, da bo naloga dijaka spodbudila k algebrskemu reševanju, kjer bo uporabil računske postopke, ki izhajajo iz definicije koncepta absolutne vrednosti. Pri tem si bo pomagal s številsko premico, ki mu je bila ponujena v prejšnjih nalogah. Ne pričakujemo, da bi se dijak sam domislil grafičnega reševanja neenačbe, kjer bi zapis razumel kot primerjavo dveh funkcij.

Potek dialoga:

1. D: (bere) Reši neenačbo $|x - 5| \leq 5$. Torej to pomeni, da ... (D si nariše številsko premico, označi nič in enote od -5 do 5). Ker je manjše ali enako 5 , lahko pridemo do 9 .
2. Š: Kako si prišla do tega, da so ustrezna vsa števila do 9 ?
3. D: Aja ne, lahko do 10 , ker je $|10 - 5| = 5$. Na drugo stran pa lahko gremo do -5 . A ne, večje more bit od -1 , ker je $|-1 - 5| = |-6| = 6 \leq 5$.

4. Š: Kaj pa v primeru $x = -0,5$?
5. D: Am, aja je še vedno.. torej je meja 0. Torej x je večji ali enak nič in manjši ali enak 10.
6. Š: Ja, res je. Zdaj pa me zanima ali bi znala to enačbo grafično rešit?
7. D: Am... ne vem točno, kako bi se lotila.
8. Š: Kaj, če si predstavljava, da leva stran neenačbe predstavlja linearno funkcijo in enako desna, bi znala ti dve funkciji narisati v koordinatni sistem?
9. D: Ja, za ta primer (*pokaže desno stran neenačbe, $y = 5$*) imamo premico, ki gre skozi 5 (*potegne premico*). Za $y = |x-5|$ pa (*trenutek razmišlja, nato nadaljuje*), če narišem premico $y = x-5$ (*trenutek razmišlja*) in vstavim 0 dobim -5 , to je tukaj (*nariše točko $(0,-5)$*), če je $x = 1$ dobimo -4 (*nariše točko $(1,-4)$*), torej bo za naslednje tako (*pravilno nariše točke $(2, -3)$, $(3, -2)$, $(4, -1)$, $(5,0)$, nato pa skozi narisane točke potegne premico*).
10. Š: Super. Mi pa imamo funkcijo v absolutni vrednosti, torej bo graf kakšen?
11. D: Če je v absolutni vrednosti, potem se bo tako preslikalo (*del, ki je pod abscisno osjo z roko preslika nad abscisno osjo*).
12. Š: Res je.
13. D: (*nariše preslikani del premice*)
14. Š: Kaj je torej rešitev, če pogledamo narisani premici?
15. D: Am, ker mora biti manjše ali enako 5, potem je rešitev ta trikotnik (*pokaže območje, ki predstavlja rešitev neenačbe*).
16. Š: Ali k rešitvi spadajo tudi robovi tega trikotnika?
17. D: Ja, ker imamo manjše ali enako.
18. Š: Se vrednosti, ki si jih prej določila na številski premici, ujemajo z nastalo grafično sliko?
19. D: Ja, ker so ta oglišča trikotnika med 0 in 10.

Analiza kakovosti dialoga:

Pri proučevanju kakovosti predstavljenega dialoga se bomo osredotočili na vlogo vprašanj in izmenjave informacij med študentom in dijakom. Herbel-Eisenmann in Breyfogle (2005) razlikujeta med dvema vzorcema interakcije med učiteljem in učenci: vprašanja, ki zožujejo pogovor, in vprašanja, ki pogovor usmerjajo. Ključna razlika med obema je v tem, kdo v procesu učenja opravi kognitivno delo: pri zožitvenih vprašanjih je to učitelj, pri usmerjevalnih pa učenec. Zožitvena vprašanja omejujejo odgovore učencev na kratke odgovore, in ne prispevajo veliko k temu, da bi pri učencih spodbudila razmišljanje ali da bi jim pomagala opaziti njihovo lastno učenje. Usmerjevalna vprašanja pa nasprotno podpirajo učence pri tem, da sami iščejo poti do rešitve problema in se pri tem soočajo s presojanjem in kritičnim vrednotenjem lastnih načinov razmišljanja. Na oba tipa vprašanj torej lahko pogledamo tudi v luči sprožilca/omejevalca metakognitivnih procesov pri učencu.

V opisanem dialogu lahko prepoznamo prisotnost obeh tipov vprašanj. Na začetku dialoga je mogoče zaslediti odprto vprašanje, s katerim študent želi pridobiti vpogled v dijakov način razmišljanja: »Kako si prišla do tega, da so v redu vsa števila do 9?« (vrstica 2), kasneje pa se preusmeri v rabo zožitvenih vprašanj: »Kaj pa v primeru $x = -0,5$?« (vrstica 4), kjer študent sam opozori dijaka na tisto vrednost spremenljivke x , pri kateri bo opazil svojo zmotu, ali npr.: »Kaj če si predstavljava, da leva stran neenačbe predstavlja linearno funkcijo in enako desna, bi znala ti dve funkciji narisati v koordinatni sistem?« (vrstica 8), kjer dijaka usmeri v novo

strategijo reševanja s pomočjo risanja grafov funkcij: Študent ima pred seboj jasno začrtan cilj vodenja pogovora in z vprašanji dijaka vodi k temu, da bi nalogo rešil po metodi grafičnega reševanja. Ne glede na to, da se vprašanja ožijo, dijak uspe slediti narekovani smeri razmišljanja in uspešno rešiti nalogo. Opazimo pa lahko, da nov način reševanja sproži novo napačno predstavo, ki bi jo bilo vredno nadalje raziskati, vendar je študent ne izkoristi: kje torej na grafu razberemo rešitev neenačbe? Videti je, da dijak rešitev vidi v območju, ki ga določa trikotnik, in ne v intervalu na abscisni osi (vrstica 15).

Analiza metakognitivnih procesov pri dijaku:

Dijak sledi študentovemu vodenju k novemu postopku reševanja s pomočjo risanja grafa obeh funkcij v zapisu neenačbe, vendar pa ne zaznamo, da bi se zavedali, da sta oba postopka enakovredna pri določanju rešitev. To lahko slutimo iz zaključka dialoga, ko študent opozori dijaka na to, da je v obeh primerih dobil enako rešitev neenačbe (vrstica 18).

Reprezentacija v obliki številske osi, ki jo dijak uvodoma nariše, napeljuje na to, da koncept absolutne vrednosti povezuje z razdaljo in da si bo pomagal z narisano številsko osjo. Vendar v nadaljevanju opazimo, da temu ni tako, saj si pri ugotavljanju rešitve neenačbe ne pomaga z določanjem števil, ki so od števila $x = 5$ oddaljena za razdaljo manjšo ali enako 5, pač pa preide na uporabo računskega postopka – vstavljanje konkretnih števil v neenačbo in preverjanje, ali izjava drži ali ne drži. Zaključimo lahko, da se dijakovo razumevanje koncepta absolutne vrednosti nahaja na ravni operacionalnega pojmovanja. Enako velja za razumevanje pojma funkcije, ki se kaže v načinu risanja grafa linearne funkcije (vstavljanje vrednosti in risanje točk na grafu) (vrstice 9–10). Koncepta torej še ni uspel ponotranjiti do te mere, da bi bil zmožen fleksibilnega prehajanja med reprezentacijami in različnimi možnim interpretacijam istega problema. Naloga bi sicer lahko delovala kot sprožilec razmisleka o lastnem načinu reševanja in uvidu ekvivalentnosti treh različnih metod reševanja, vendar le pod pogojem, da je dijak dosegel primerno raven razumevanja koncepta, tj. dojemanje zapisa neenačbe z absolutno vrednostjo na strukturni način – kot funkcijo. Brez tega uvida se tudi metakognitivni procesi zožijo le na osnovno raven preverjanja lastnih računskih postopkov, ki jih lahko opazimo med samim postopkom računanja konkretnih vrednosti (vrstica 3).

Tudi ugotovitve tujih raziskav (Almog in Ilany, 2012) potrjujejo, da je pri reševanju neenačb z absolutnimi vrednostmi dijakom bližje analitični pristop, ki temelji na algebrski manipulaciji s simboli, kot pa geometrijska interpretacija – videnje matematičnega zapisa kot relacijo dveh funkcij.

Analiza metakognitivnih procesov pri študentu:

Na osnovi raziskovalnega poročila študenta lahko povzamemo, da se je študent pri refleksiji opravljenega dialoga z dijakom osredotočil predvsem na analizo razlogov za dijakove težave. Natančno je analiziral posamezne situacije v razgovoru in se navezal na teorijo o razvoju matematičnih konceptov, manj pa na svojo vlogo pri vodenju dialoga. Ni zaznati razmisleka o tem, ali je dijaka dobro vodil s postavljanjem vprašanj, ali je prepoznal kritične trenutke v pogovoru. Študent se zaveda pomena predstavitve različnih načinov reševanja takih nalog, kar naj bi dijaku omogočilo, da si sam izbere način reševanja, ki mu je najbližje (najbolj razumljiv). Na mestu je vprašanje, ali je res to glavni namen povezovanja različnih reprezentacij in prehajanja med njimi. Bolj kot to, da si učenec izbere njemu najbližji postopek

reševanja, je pomembno to, da zna kritično presoditi, katera reprezentacija ali postopek bo v danih okoliščinah najbolj uporaben.

2. Matematična tema: Inverzna funkcija

Naloga	Grafično prikaži inverzno funkcijo podane funkcije $f(x)$.
Cilj naloge	Naloga preverja, ali dijak pozna geometrijski pomen inverzne funkcije k dani funkciji – zrcaljenje dane funkcije čez simetralo lihih kvadrantov ($y = x$).
Pričakovanja	<p>Študent želi raziskati, ali bo dijak uporabil geometrijske ali algebrske metode reševanja problema: pri geometrijski metodi loči med dvema možnostma: metode zrcaljenja prek simetrale lihih kvadrantov (strukturni pristop) in metoda zamenjave vrednosti koordinat x in y ter postopnim vrisovanjem točk v koordinatni sistem (operacionalni pristop).</p> <p>Študent predvideva, da bo dijak s slabimi geometrijskimi predstavami k problemu pristopil z algebrskim reševanjem: ugotovil bo predpis podane funkcije, izračunal njeno inverzno funkcijo ter šele nato na podlagi izračunanega predpisa narisal funkcijo $f^{-1}(x)$.</p> <p>Možne napačne predstave dijaka:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dijak zrcali funkcijo čez x os ($T_1(x, y) \rightarrow T_2(-x, y)$), - dijak zrcali funkcijo čez y os ($T_1(x, y) \rightarrow T_3(x, -y)$), - dijak zrcali funkcijo čez koordinatno izhodišče ($T_1(x, y) \rightarrow T_4(-x, -y)$), - dijak zrcali ali preriše funkcijo na kakršenkoli drug način.

Potek dialoga:

1. D: Mislim, da se graf preslika dol čez x os.
2. Š: Zakaj pa tako misliš?
3. D: Sklepam iz prve naloge.
4. Š: Si prepričana? Poglej še enkrat prvo nalogo.
5. D: Pri prvi nalogi se vrednosti preslikajo zato se morejo tudi v drugi nekam preslikati in jih zato preslikam dol čez x os.
6. Š: No, še enkrat natančno poglej, kako se preslikajo vrednosti inverzne funkcije v primerjavi z osnovno funkcijo.

7. D: Ne vem, kako povezati prvo in drugo nalogo, ker so pri prvi nalogi podane vrednosti; zato bi tudi pri drugi nalogi potrebovala neke točke, ki pa niso podane.
8. Š: Si lahko mogoče sama določiš kakšno točko na tem grafu funkcije? Označi si jo na sliki.
9. D: Na primer tam, kjer funkcija seka y os.
10. Š: Kakšne so koordinate te točke?
11. D: $T(0,2)$.
12. Š: Res je. Bi znala sedaj, ko imaš podano točko dane funkcije, poiskati graf inverzne funkcije?
13. D: Ne vem, točno, kaj narediti...
14. Š: Pri prvi nalogi se vrednosti inverzne funkcije levega in desnega oblačka zamenjajo v primerjavi z osnovno funkcijo. Kaj bi se pa pri drugi nalogi zgodilo na primer za $T(0,2)$?
15. D: Aha! Pri prvi nalogi en oblaček predstavlja x in eden y.
16. Š: To je res, ali imaš pri drugi nalogi tudi kakšne spremenljivke x in y?
17. D: Ja imam, $T(0,2)$ se preslika v $T'(2,0)$.
18. Š: Res je. Nariši si T' . Ali bi znala preslikati še kakšne druge točke iz grafa na enak način?
19. D: $A(4,4)$ se preslika v $A'(4,-4)$.
20. Š: Ali si upoštevala enak predpis kot pri zrcaljenju T točke?
21. D: Aja ne, $A(4,4)$ se preslika v $A'(4,4)$.
22. Š: No nariši A' . Kaj lahko sklepaš iz teh dveh primerov?
23. D: Vsem točkam na grafu se zamenjajo vrednosti koordinat x in y.
24. Š: Res je. Kako bi potem zgledal graf inverzne funkcije danemu grafu?
25. D: Določim še $B'(6,16)$ in povežem točke.
26. Š: Poveži. Ali se narisani graf nadaljuje še naprej od točke B' ?
27. D: Ja, se še nadaljuje v neskončnost.
28. Š: Res je, kaj pa v nasprotno smer? Se nadaljuje graf še naprej od točke T' ?
29. D: Ne, ker se tudi primarni graf konča v njej inverzni točki.
30. Š: Ali mogoče sedaj opaziš kakšno zrcaljenje čez premico danega grafa v njemu inverzni graf? Vidiva, da se ne zrcali čez x os, kot sva na začetku mislila.
31. D: Ja, premica mora potekati čez koordinatno izhodišče.
32. Š: Nariši jo.
33. D: Meni se zdi, da je takle. (*Nariše simetralo lihih kvadrantov*)
34. Š: Res je, zrcali se čez to premico, ki je tudi simetrala lihih kvadrantov. Kakšen je njen predpis?
35. D: Ne vem.
36. Š: Predpis premice je $y = x$.
37. D: Aja, točno.

Analiza kakovosti dialoga:

Tudi v tem dialogu se pojavljajo elementi obeh vrst dialoga (zožitvena in usmerjevalna vprašanja), vendar študent v večji meri spodbuja dijaka k oblikovanju lastnih zaključkov kot v prvem dialogu. Sem sodijo tako splošna usmerjevalna vprašanja, s katerimi nagovarja dijaka k analizi lastnega mišljenja: »Zakaj tako misliš?« (vrstica 2), »Kaj lahko sklepaš iz teh dveh primerov?« (vrstica 22), kakor tudi bolj vsebinsko obarvana vprašanja, ki pa dijaku zgolj nakažejo, na kaj naj bo pozoren, ne podajo pa mu rešitve (vrstice, 14, 18, 20). V vrstici 30 zaznamo postopno ožetje usmerjevalnega tipa vprašanja: »Ali mogoče sedaj opaziš kakšno

zrcaljenje čez premico danega grafa v njemu inverzni graf?. Vidiva, da se ne zrcali čez x os, kot sva na začetku mislila.« Študent oblikuje zaključek, čeprav bi lahko počakal, da dijak sam to opazi. Vrstica 14 je primer zožitvenega vprašanja, kjer študent dijaku pojasni, na kakšen način naj upošteva ugotovitve predhodne naloge (»Pri prvi nalogi se vrednosti inverzne funkcije levega in desnega oblačka zamenjajo v primerjavi z osnovno funkcijo. Kaj bi se pa pri drugi nalogi zgodilo na primer za $T(0,2)$?«). Proti koncu dialoga vidimo, da študent prevzame pobudo pri oblikovanju zaključkov o tem, da se graf funkcije prezrcali čez simetralo lihih kvadrantov (vrstica 34), in o predpisu premice, ki predstavlja simetralo (vrstica 36).

Analiza metakognitivnih procesov pri dijaku

Potek reševanja naloge nakazuje, da je dijak na stopnji operacionalnega mišljenja, saj se opira na postopke računanja konkretnih vrednosti v danih točkah grafa funkcije. Refleksija lastnih postopkov reševanja je opazna, ko se dijak sprašuje, kako način reševanja predhodne naloge povezati z novo nalogo (vrstica 7), in prizna, da ne opazi povezave. Kasneje jasno izraža svoje dvome in negotovost: »Ne vem točno, kaj narediti ...« (vrstica 13) ali pa trenutek odkritja povezave s prejšnjo nalogo: vzklik »Aha!« (vrstica 15). V nadaljevanju se prepusti študentovemu vodenju, videti je, da razume postopek, h kateremu ga usmerja in zna odgovarjati na vprašanja, s katerimi študent preverja njegovo razumevanje. Vodenje dialoga torej omogoči delni premik v dijakovem razumevanju problema: od začetnega nerazumevanja (vrstici 1 in 5), ki izpostavijo predvidene napačne predstave dijaka (zrcaljenje prek x osi) do uvida o povezanosti med dvema nalogama, ki sta bili podani z različnima vrstama reprezentacije (puščični diagram in graf v koordinatnem sistemu) in razpoznavanja spremenljivk x in y v različnih prikazih (vrstici 15, in 17). Z analitično metodo zamenjave spremenljivk s študentovo pomočjo nalogo uspe rešiti, ne zna pa odgovoriti na vprašanje, čez katero premico se funkcija zrcali, da dobimo njeno inverzno funkcijo. To kaže na to, da si dijaka inverzno funkcijo predstavlja kot nek odnos menjave spremenljivk x in y , ne zna pa tega vidika povezati z geometrijskim pomenom preslikovanja grafa funkcije prek simetrale lihih kvadrantov. Povzamemo lahko, da še ni dosegel ravni strukturnega pojmovanja inverzne funkcije, ki bi mu omogočilo fleksibilno prehajanje med algebrsko in geometrijsko metodo reševanja problema. Naše ugotovitve se skladajo z ugotovitvami tujih raziskav (Paoletti idr., 2018, Vidakovic, 1996), ki kažejo na to, da so učenci pri reševanju analitičnih in grafičnih nalog na temo inverzne funkcije omejeni na izvajanje specifičnih postopkov in miselnih operacij glede na določen tip naloge brez povezovanja med primeri. Pojma inverzne funkcije ne dojemajo kot celoto (npr. algebraičnega računanja inverzne funkcije si ne znajo predstavljati kot zrcaljenja čez $y = x$ os in obratno), pojem razumejo le kot postopek, ki ga v danem primeru naloge izvajajo.

Analiza metakognitivnih procesov pri študentu

Na osnovi podanega poročila lahko opazimo, da študent zelo dobro povezuje opažanja s teoretičnimi izhodišči: prepozna raven dijakovega razumevanja inverzne funkcije kot operacionalno, prepozna ključne trenutke v dialogu, kjer dijak pokaže raven operacionalnega mišljenja in pomanjkanje videnja funkcije kot celote. Zase meni, da je dijaka uspešno vodil skozi reševanje problema, pogrešamo pa bolj poglobljeno kritično ovrednotenje lastnega prispevka k rešitvi in vloge pri vodenju dialoga.

Analiza izdelanih apletov

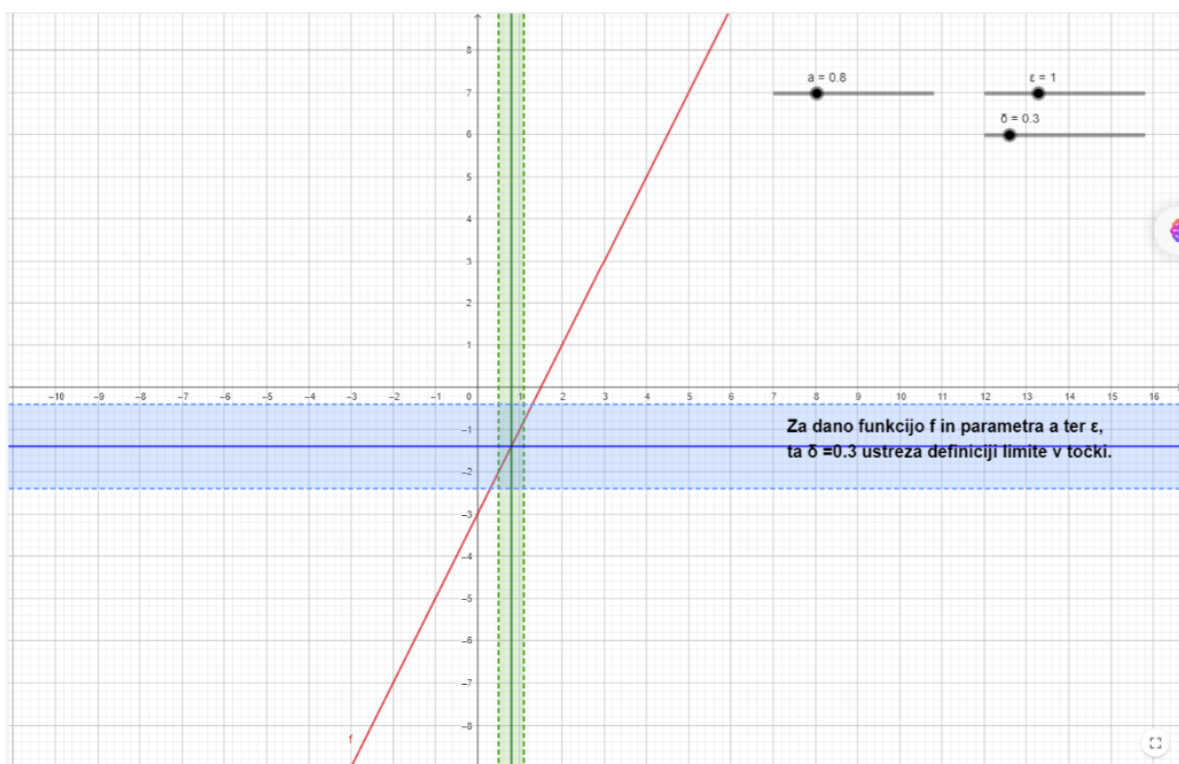
Študentje so individualno izdelali vsak po tri aplete, ki so bili po svoji vsebini razmeroma podobni. Razlikovali so se predvsem glede izbora prikazanih funkcij, pri čemer so bili študentje avtonomni, in manjših podrobnostih glede konstrukcije, izbire možnosti za variacijo parametrov in podobno. Na slikah v nadaljevanju so prikazani trije primeri izdelkov.

Aplet na Sliki 1 se nanaša na končno limito funkcije v točki. Prikazuje situacijo, ko je izbrana funkcija linearna, torej je povsod definirana in njena limita je v vsaki točki enaka funkcijski vrednosti. V tej situaciji je preprosto določiti tudi zvezo med parametroma ε in δ iz definicije limite in preprosto oblikovati vprašanje o konkretnih vrednostih.

Vizualizacija

Oglej si spodnjo vizualizacijo.

Lahko spreminjaš parameter a (točka limite) in parametra ε ter δ . Poljubno spreminjaj a in ε in opazuj, kdaj bo vrednost parametra δ ustrezala definiciji limite (ob pravilni izbiri, se ti bo izpisalo besedilo).



1. vprašanje

Dana je funkcija $f(x) = 2x - 3$ in parametra $a = 0,8$ ter $\varepsilon = 1$. Kolikšna mora biti vrednost parametra δ , da bo veljala definicija limite?
(Namig: pomagaj si z zgornjo vizualizacijo, saj je tam funkcija f enaka dani funkciji v nalogi.)

Izberite odgovor

- A $\delta < 2$
 B $\delta < 1$
 C $\delta < 0,8$
 D $\delta < 0,5$

Slika 1: Primer študentskega apleta o limiti funkcije v točki. Ker je dana funkcija linearna, je mogoče preprosto določiti odnos med parametroma, kar je avtor apleta izkoristil za oblikovanje vprašanja pod apletom.

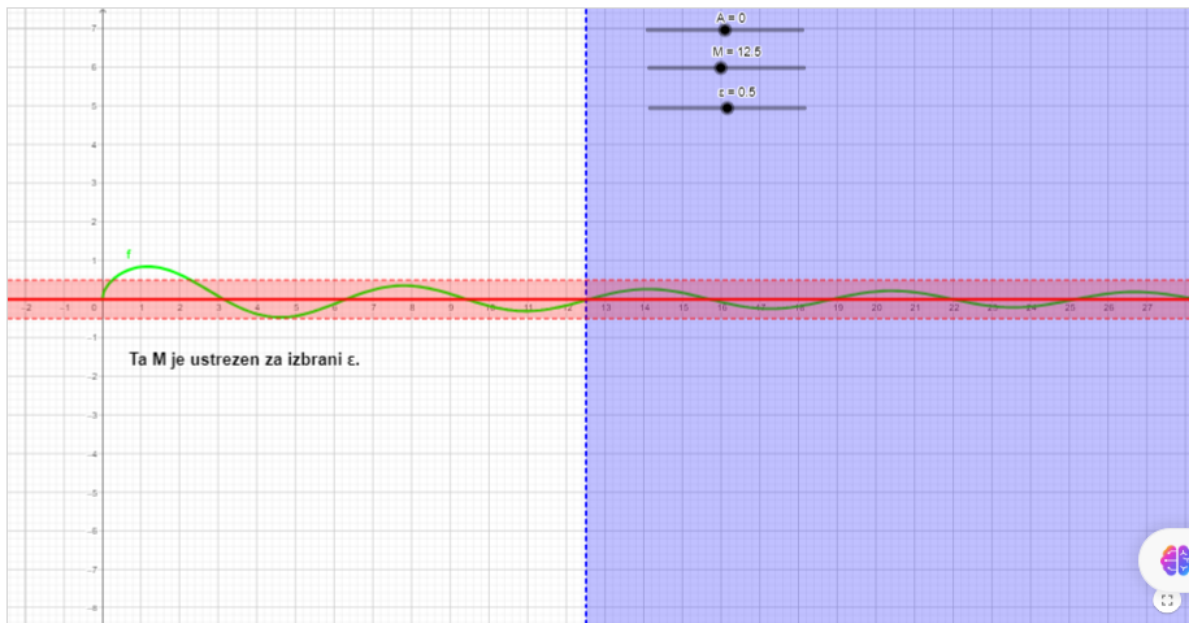
Aplet na Sliki 2 se nanaša na končno limito funkcije v neskončnosti. V smislu upodobitve funkcije z grafom gre za vodoravno asimptoto grafa dane funkcije. Uporabljena je funkcija, katere graf s padajočo amplitudo oscilira okoli limite. Zaradi uporabljenе sinusne funkcije je točno vrednost parametra M pri danem ϵ težje določiti računsko, aplet pa omogoča, da se uporabnik izogne računanju in iskano vrednost oceni s pomikanjem ustreznih drsnikov in branjem situacije z grafa.

Definicija limite v neskončnosti

Naj bo f realna funkcija definirana na intervalu (x_0, ∞) . Potem je $A = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$, če za $\forall \epsilon > 0 \exists M \in \mathbb{R}$, da iz $x \geq M$ sledi $|f(x) - A| < \epsilon$.

UPORABA APLETA:

Animacija omogoča spreminjanje parametra A (limite) in parametrov M in ϵ . Za določen ϵ izpiše, če je M ustrezno izbran.



1. vprašanje

Imejmo funkcijo $f(x) = \frac{\sin(x)}{x} + 2$ in naj bo $\epsilon = 0,4$. Katere vrednosti M so ustrezne za dano funkcijo in dan ϵ pri limiti v neskončnosti?

Izberite odgovor

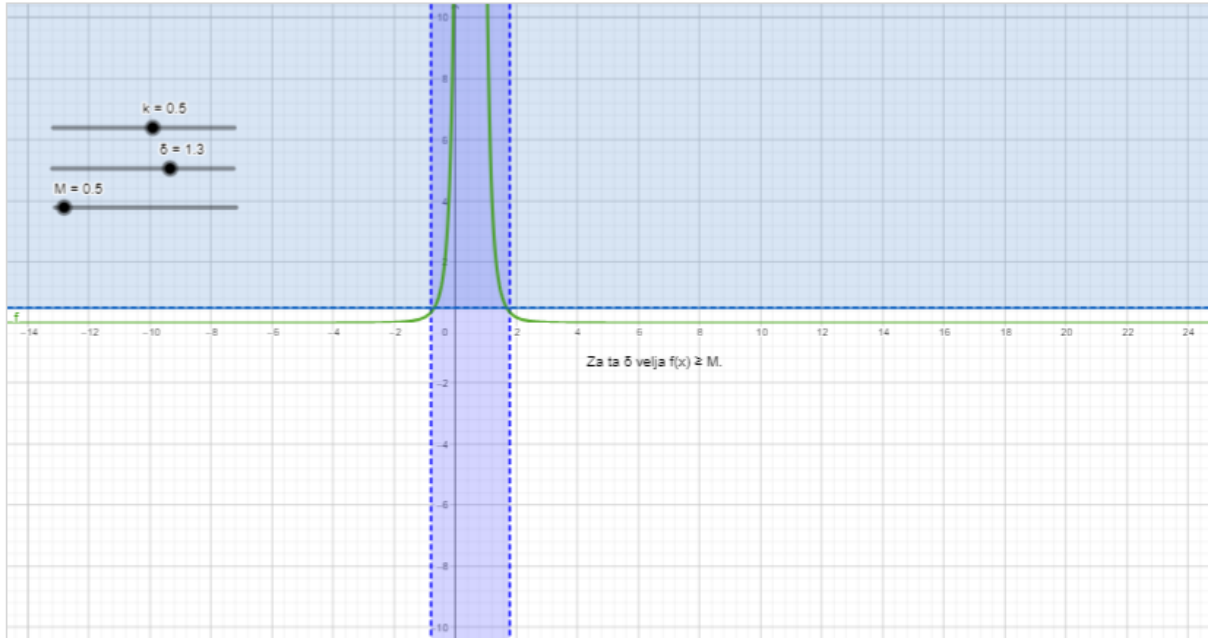
- A $M > 16$
- B $M > 12$
- C $M > 8$
- D $M > 4$

Slika 2: Primer študentskega apleta o limiti funkcije v neskončnosti. Uporabnik lahko na vprašanje odgovori s pomočjo pomikanja drsnikov in pozornega opazovanja.

Aplet na Sliki 3 se nanaša na neskončno limito funkcije v točki. V smislu upodobitve funkcije z grafom gre za navpično asimptoto. Uporabljena je preprosta racionalna funkcija na način, ki omogoča spremembo limitne točke.

Funkcija v animaciji je oblike $f(x) = \frac{1}{(x - k)^4}$.

Aplet omogoča spreminjanje vrednosti k (premik v smeri x osi), δ in M . Za posamezen M izpiše ali je δ ustrezno izbrana.



1. vprašanje

Imamo funkcijo $f(x) = \frac{1}{(x + 2)^4}$ in $M = 3$. Katere vrednosti δ so ustrezne za dani M ?

Izberite odgovor

- A $\delta < 1$
- B $\delta \leq \frac{1}{2}$
- C $\delta < \frac{1}{2}$
- D $\delta \leq \frac{7}{10}$

Slika 3: Primer študentskega apleta za vizualizacijo neskončne limite funkcije.

Ostali izdelani apleti so bili razmeroma podobni. Domnevamo lahko, da so se študentje med izdelavo med seboj posvetovali, česar nismo poskušali preprečiti, so pa uporabljali različne primere funkcij. Sama izdelava apleta tipično poteka po naslednjih korakih:

- Avtor se mora poglobiti v definicije ustrezne limite.
- Izbrati si mora primerno funkcijo, ki jo bo lahko prikazal.
- Predvideti mora, kateri so za interaktivno manipulacijo primerni parametri.
- Risanje grafa izbrane funkcije in ustreznih območij (pasove) v ravnini.

Na podlagi končnih izdelkov lahko ocenimo, da so študentje med procesom izdelave apletov poglobili svoje razumevanje konceptov limite in njihovo vizualizacijo. Pomembno je, da so ob tem nadgradili tudi razmišljanje o limiti od pretežno računskega (kako se limito izračuna) h konceptualnemu (kaj limita je, kako jo opisati in kako vizualizirati). V nadaljevanju smo to preverili tudi z anketnim vprašalnikom.

Analiza vprašalnika o izdelavi apletov

Rezultati vprašalnika v Preglednici 1 kažejo, da so študentje svoje razumevanje limit pred izdelavo ponazoritve sami ocenili kot dobro (vprašanja 1. (a)-(d)). Kljub temu so se strinjali, da so po izdelavi ponazoritve pojme še bolje razumeli. Natančneje, močno so se strinjali, da bolje razumejo razlike med posameznimi tipi limit in medsebojne odvisnosti parametrov v definicijah pojmov. Najmočneje (povprečna ocena 4,6) pa so se strinjali z ugotovitvijo, da je izdelava ponazoritve zahtevala dodatno poglobitev v definicije. Z vidika uporabnosti pridobljenega znanja pri poučevanju so tudi menili, da bi znali po izdelavi ponazoritve bolje razložiti in predstaviti pojme, pa tudi bolje razumeti težave učencev pri njihovi obravnavi. Glede možnosti za vključevanje izdelave ponazoritev v lasten pouk so bila stališča bolj razpršena, verjetno lahko to pripišemo tudi temu, da je izdelava takih ponazoritev razmeroma časovno in tehnično zahtevna.

Preglednica 1: Rezultati vprašalnika o izdelavi apletov za ponazoritev limit. V okencih so navedene absolutne frekvence posameznih odgovorov na 5-stopenjski Likertovi lestvici, oznaka AVG pa pomeni povprečje.

Vprašalnik o izdelavi apletov za ponazoritev limit	Nikakor se ne strinjam	Se ne strinjam	Neodločen	Se strinjam	Se popolnoma strinjam	Ne morem odgovoriti	AVG
	1	2	3	4	5	/	
1. Razumevanje pred izdelavo ponazoritve. Pred izdelavo ponazoritve sem:							
(a) Znal natančno definirati pojem limite funkcije v točki.	0	5	8	5	3	0	3,3
(b) Razumel razliko med limito funkcije v točki in limito funkcije v neskončnosti.	0	1	5	8	7	0	4,0
(c) Razumel razliko med končno limito in neskončnostjo kot limito funkcije v točki.	0	3	5	8	5	0	3,7
(d) Vizualno sem si predstavljal različne limite.	0	5	2	9	5	0	3,7
2. Razumevanje po izdelavi ponazoritve. Po izdelavi ponazoritve:							
(a) Znam natančno definirati pojme limite funkcije v točki, neskončnosti in podobno.	0	0	5	12	4	0	4,0
(b) Bolje razumem razliko med limito funkcije v točki in limito funkcije v neskončnosti.	0	0	2	14	4	1	4,1
(c) Bolje razumem razliko med končno limito in neskončnostjo kot limito funkcije v točki.	0	0	2	14	5	0	4,1
(d) Bolje razumem medsebojno odvisnost parametrov v definiciji (epsilon, delta, M).	0	0	3	10	7	1	4,2
(e) Se bolj zavedam pomena natančnega izražanja pri definiciji pojmov.	0	0	4	6	11	0	4,3
(f) Si različne limite bolje vizualno predstavljam.	0	0	4	9	8	0	4,2
3. Uporabnost pridobljenega znanja pri poučevanju:							
(a) Izdelava ponazoritve zahteva dodatno poglobitev v definicije.	0	0	0	8	13	0	4,6
(b) Po izdelavi ponazoritve bolje razumem težave učencev pri osvajanju pojmov.	0	2	6	9	4	0	3,7
(c) Po izdelavi ponazoritve znam bolje razložiti in predstaviti pojme.	0	0	3	13	5	0	4,1
(d) V lasten pouk bi vključil tudi izdelavo ponazoritev.	0	3	5	6	7	0	3,8

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Težave učencev z razumevanjem abstraktnih matematičnih konceptov in iskanje načinov, kako te težave odpraviti ali vsaj omiliti, so vir nešteti razprav med strokovnjaki didaktično matematičnega področja. Ker gre za epistemološko težavo, ki izvira iz zahtevnosti in abstraktnosti koncepta, odprava težav ni nujno vezana na način poučevanja, temveč na razvoj miselnih shem posameznika. Številne raziskave potrjujejo, da razvoj matematičnega koncepta pri posamezniku poteka po precej predvidljivi poti: razvija se v smeri od dinamičnega k statičnemu pojmovanju oz. v smeri dojetanja koncepta kot proces do dojetanja koncepta kot objekt.

Zavedamo se, da ne moremo zaobiti posameznikove trenutne stopnje razvoja, lahko pa z ustreznimi pedagoškimi prijemi prispevamo k temu, da posameznik hitreje prehaja med fazami razumevanja koncepta in doseže raven objektivacije pojma. V prispevku obravnavamo dva od možnih pristopov: matematični dialog in uporaba dinamično zasnovanih digitalnih orodij. Thompson idr. (2014) poudarjajo, da je razumevanje pojma kognitivno stanje posameznika, ki predstavlja ravnovesje vsega pridobljenega znanja, ki nastane v procesu asimilacije znanja. Premišljeno voden matematični dialog, ki učenca vodi k izvajanju lastnih miselnih zaključkov, lahko prinese k poglobljanju povezav med različnimi reprezentacijami koncepta, kar je ključno za reifikacijo koncepta. Primeri matematičnih dialogov za koncepta inverzne funkcije in absolutne vrednosti kažejo na manjše premike v razumevanju problema, ne moremo pa še govoriti o tem, da bi dijaki prek dialoga dosegli stopnjo razumevanja koncepta kot objekt. Dialog vidimo v luči sprožilca premikov, ozaveščanja lastne misli in soočanja z lastnimi notranji kognitivnimi konflikti, ki nastanejo kot posledica neskladnosti in nepovezanosti lastnih pojmovanj koncepta.

Na podoben način delujejo tudi digitalna orodja, katerih dinamika omogoči, da učenec statične matematične definicije interaktivno vizualizira na dinamičen način. Pri tem je bilo za našo raziskavo bistveno, da so bili študentje sami avtorji apletov za ponazoritev limit. To jih je spodbudilo k dodatni poglobitvi v definicije konceptov in prisililo v strukturiranje korakov procesa izdelave glede na posamezne parametre iz definicije. S tem so prišli do boljšega razumevanja same definicije koncepta in tudi do potrebe po natančnejšem izražanju pri opisovanju.

Z uporabljenimi pristopi k raziskovanju problematike smo torej dobili zanimive rezultate, ki nakazujejo, da bi lahko z načrtnim spodbujanjem tovrstnih metod dela prispevali k bolj kakovostnemu učenju in poučevanju matematike.

Literatura

- Almog, N. in Ilany, B.-S. (2012). Absolute value inequalities: high school students' solutions and misconceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 81(3), 347–364.
<http://www.jstor.org/stable/41819601>
- Bakračević Vukman, K. (2000). *Razvoj mišljenja v odrasli dobi: kognitivni, sociokognitivni in metakognitivni aspekti*. Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta.
- Cornu, B. (1991). Limits. V D. Tall (ur.) *Advanced mathematical thinking* (str. 153–167). Kluwer Academic Publishers.

- Dunlosky, J. in Metcalfe, J. (2009). *Metacognition*. SAGE
- Državni izpitni center, Matematika, Predmetni izpitni katalog za splošno matura (2021), <https://www.ric.si/splosna-matura/predmeti/matematika/>
- Gray, E. M. in Tall, D. O. (1994). Duality, Ambiguity, and Flexibility: A "Proceptual" View of Simple Arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), 116–140. <https://doi.org/10.2307/749505>
- Hansen, A. (2017). *Children's errors in mathematics*. Sage –Learning matters.
- Hartas, D. (2010). *Educational research and inquiry, qualitative and quantitative approaches*. Continuum International Publishing Group.
- Hattie, J. A. C., Fisher, D. in Frey, N. (2017). *Visible learning for mathematics: grades K-12: what works best to optimize student learning*. Corwin Mathematics.
- Herbel-Eisenmann, B. A. in Breyfogle, M. L. (2005). Questioning our patterns of questioning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 10(9), 484–489.
- Lester, F., Garofalo, J in Kril, D. (1989). *The role of metacognition in mathematical problem solving: A study of two grade seven classes*. Final report to the National Science Foundation of NSF project MDR.
- Paoletti, T., Stevens, I. E., Hobson, N. L. F. (2018). Inverse function: Pre-service teachers' techniques and meanings. *Educational Studies in Mathematics*, 97, 93–109. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9787-y>
- Przenioslo, M. Images of the limit of function formed in the course of mathematical studies at the university. *Educational Studies in Mathematics*, 55, 103–132, 2004.
- Ryan, J. in Williams, J (2007). *Children's mathematics 4–15: learning from errors and misconceptions*. Open University press.
- Sagadin, J. (1991). *Razprave iz pedagoške metodologije* [Discussions on pedagogical methodology]. Znanstveni inštitut Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1–38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: reflections on the processes and objects as different sides of the same coin, *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1–36.
- Sfard, A. in Linchevski, L. (1994) The gains and the pitfalls of reification — The case of algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 191–228.
- Sierpinska, A. (1992). On understanding the notion of function. V E. Dubinsky in G. Harel (ur.), *The concept of function – Aspects of epistemology and pedagogy* (str. 25 – 58). Mathematical Association of America.
- Sierpinska, A., Bobos, G. in Pruncut, A. (2011). Teaching absolute value inequalities to mature students. *Educational Studies in Mathematics*, 78, 275–305. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9325-2>
- Tall, D. in Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169.

- Thompson, P. W., Carlson, M. P., Byerley, C. in Hatfield, N. (2014). Schemes for thinking with magnitudes: A hypothesis about foundational reasoning abilities in algebra. V L. P. Steffe, K. C. Moore, L. L. Hatfield in S. Belbase (ur.), *Epistemic algebraic students: Emerging models of students' algebraic knowing* (str. 1–24). University of Wyoming.
- Vidakovic, D. (1996). Learning the concept of inverse function. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 15(3), 295–318

KOMPETENCE ZA POSPEŠEVANJE TRAJNOSTNIH PREOBRAZB Z ZELENO KEMIJO: SISTEMATIČEN PREGLED LITERATURE OB UPORABI PRISMA

COMPETENCIES FOR ADVANCING TRANSFORMATIONS TOWARDS SUSTAINABILITY THROUGH GREEN CHEMISTRY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW USING PRISMA

Vesna Ferik Savec in Katarina Mlinarec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Sodobno pojmovanje vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj temelji na *Agendi 2030*, kjer je opredeljena vloga vzgoje in izobraževanja pri doseganju 17 ciljev trajnostnega razvoja. Izhajajoč iz pregleda znanstvenoraziskovalnih spoznanj je bil predlagan *Okvir kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb*, ki opredeljuje osem ključnih kompetenc, tj. kompetenco systemskega razmišljanja, kompetenco razmišljanja o prihodnosti, kompetenco razmišljanja o vrednotah, kompetenco strateškega razmišljanja ter implementacijsko, interpersonalno, intrapersonalno in integracijsko kompetenco. Ker o vlogi zelene kemije pri pospeševanju trajnostnih preobrazb na področju izobraževanja še nismo zasledili sistematičnega pregleda literature, je namen pričujočega prispevka preučiti relevantno literaturo ter ugotoviti, na katero stopnjo izobraževanja se osredotoča in katere izmed ključnih kompetenc najpogosteje izpostavlja. Pri pregledu literature ob uporabi pristopa PRISMA za obdobje od leta 1994 do 2023 je bilo v izbranih bazah podatkov identificiranih skupno 139 člankov, tj. Web of Science ($n = 80$), Scopus ($n = 31$) in ERIC ($n = 28$). Po uporabi vključitvenih/izključitvenih kriterijev je bilo identificiranih 65 člankov, ki so bili nato podrobneje analizirani. Rezultati študije kažejo, da je največje število preučevanih člankov izpostavilo pomen razvoja systemskega razmišljanja ($n = 49$), implementacijsko kompetenco ($n = 39$) in kompetenco strateškega razmišljanja ($n = 38$), najmanj člankov pa naslavlja kompetenco razmišljanja o vrednotah ($n = 11$) in intrapersonalno kompetenco ($n = 3$). Največkrat so bile kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb omenjene v povezavi s terciarno ravno izobraževanja, predvsem v nepedagoških ($n = 48$) in samo nekajkrat v pedagoških študijskih programih ($n = 4$). Rezultati kažejo, da je za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo v prihodnje nujno več pozornosti nameniti srednješolskemu in osnovnošolskemu izobraževanju ter izobraževanju prihodnjih in aktivnih učiteljev.

Ključne besede: Vzgoja in izobraževanje za trajnostni razvoj (VITR), kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb, zelena kemija.

Abstract

The contemporary understanding of Education for Sustainable Development is based on the *2030 Agenda*, which defines the role of education in achieving the 17 Sustainable Development Goals. Based

on a review of scientific literature, the *Competency Framework for Accelerating Sustainable Transformations* was proposed, which identifies eight key competencies, namely systems thinking, future thinking, values thinking, strategic thinking, implementation, interpersonal, intrapersonal and integrative competence. As no systematic literature review on the role of green chemistry in advancing sustainable transformations in education has yet been identified by the authors of this paper, the purpose of the paper is to review the relevant literature and to identify which level of education it focuses on and which of the key competences are most frequently highlighted. The literature review using the PRISMA approach for the period 1994 to 2023 identified a total of 139 articles in electronic databases, i.p. Web of Science ($n = 80$), Scopus ($n = 31$), and ERIC ($n = 28$). After applying inclusion/exclusion criteria, 65 papers were obtained and then analyzed in further detail. The results of the study show that the highest number of articles highlighted the importance of developing systems thinking ($n = 49$), implementation ($n = 39$) and strategic thinking competence ($n = 38$), while the lowest number of articles addressed values thinking ($n = 11$) and intrapersonal competence ($n = 3$). Competences for advancing sustainable transformations were most frequently mentioned in relation to the tertiary level of education, mainly in non-pedagogical ($n = 48$) and only a few times in pedagogical study programs ($n = 4$). The results indicate that in order to foster sustainable transformations related to green chemistry, more attention needs to be paid in the future to secondary and primary education and to the training of pre- and in-service teachers.

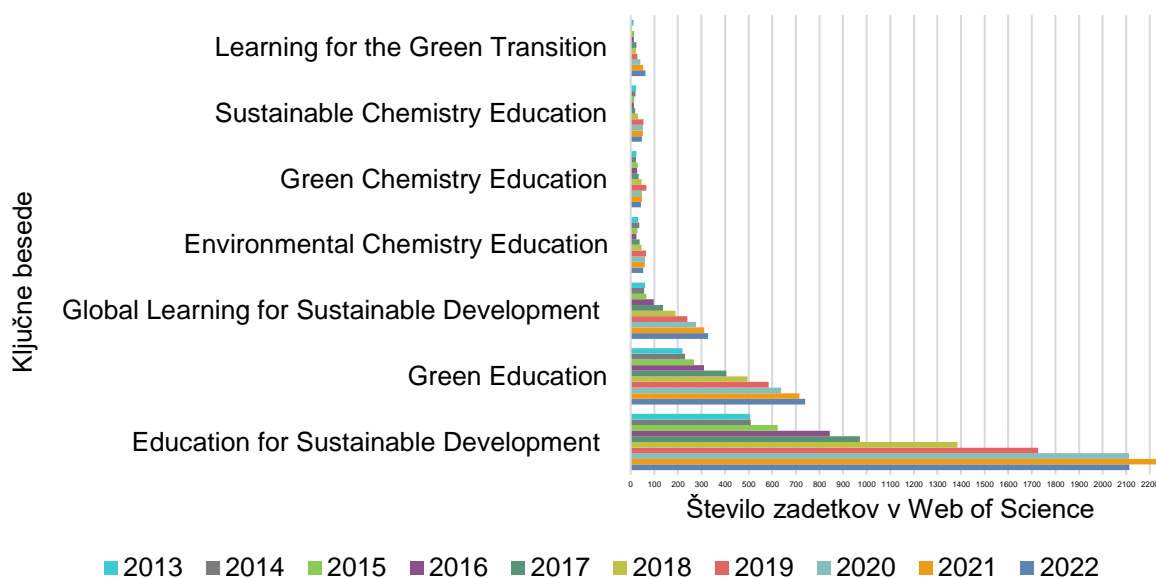
Key words: Education for Sustainable Development (ESD), Competences for advancing transformations towards sustainability, Green Chemistry.

Uvod

V sodobnem svetu smo priča vse večjemu razkoraku med zahtevami po čim višji gospodarski rasti in omejenimi viri našega planeta; med pričakovanji po neizmerni blaginji nekaterih posameznikov in vsakodnevnim bojem za preživetje pri drugih. Da bi premostili nastajajoči razkorak, se je leta 1987 v Brundtlandovem poročilu *Our common future* prvič pojavila ideja o trajnostnem razvoju, s čimer so želeli opozoriti na negativne okoljske posledice gospodarske rasti in globalizacije, ki jih povzročata industrializacija in rast prebivalstva, ter predlagati mogoče rešitve (UNWCED, 1987). Sodobno pojmovanje vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj (VITR) temelji na izvedbenem okvirju, Agendi 2030 za trajnostni razvoj (United Nations, 2015; 2017), ki večjo pozornost namenja vlogi vzgoje in izobraževanja pri doseganju 17 ciljev trajnostnega razvoja. Izvedbeni okvir neposredno prispeva k četrtemu cilju Agende 2030 za trajnostni razvoj (SGD 4) o kakovostnem in vključujočem izobraževanju z namenom zagotavljanja ustrezne vzgoje in izobraževanja, ki v središče postavlja odgovornost za prihodnost. VITR za 2030 opredeljuje pet prednostnih področij (razvoj politik, preoblikovanje učnih okolij, krepitev kompetenc izobraževalcev, opolnomočene in mobilizacija mladih, pospeševanje delovanja na lokalni ravni), ki naj bi jih države članice ter regionalni in globalni deležniki vpeljali s podporo in pomočjo UNESCO ter njegovih partnerjev (OECD, 2022; European Commission, Directorate-General for Communication, b. d.a, b. d.b). V Sloveniji je VITR opredeljena v Smernicah vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj od predšolske vzgoje do univerzitetnega izobraževanja (Ministrstvo za šolstvo in šport, 2007). Koncept VITR se je v veliki meri razvil iz okoljskega izobraževanja, ki si je prizadevalo razviti znanje, veščine, vrednote, stališča in vedenje pri ljudeh, da bi skrbeli za okolje, v katerem živijo (Nevin, 2008). Tudi v slovenskem šolskem sistemu je VITR obravnavan pretežno kot okoljska vzgoja in izobraževanje, vendar ne vključuje vseh treh bistvenih in med seboj povezanih komponent, in sicer okolja, družbe in ekonomije (Gobbo, 2011), ter v premajhni meri presega okvire posameznih predmetov (Bezeljak idr. 2020).

V Sloveniji smo leta 2023 dobili prevod t. i. *Evropskega okvirja kompetenc za trajnostnost - GreenComp*, ki je eden od ukrepov politike, ki jih določa Evropski zeleni dogovor za spodbujanje učenja o okoljski trajnostnosti v Evropski uniji. Okvir GreenComp določa nabor kompetenc za trajnostnost, ki naj bi jih vključili v pedagoške programe, da bi učečim pomagali razviti znanje, spretnosti in odnose, ki spodbujajo razmišljanje, načrtovanje in delovanje z empatijo, odgovornostjo ter skrbjo za naš planet in javno zdravje. Okvir GreenComp zajema štiri medsebojno povezana področja kompetenc: (1) *Poosebljanje vrednot trajnostnosti* (vključuje kompetence: vrednotenje trajnostnosti, podpiranje pravičnosti, promoviranje narave), (2) *Sprejemanje kompleksnosti v trajnostnosti* (vključuje kompetence: sistemsko razmišljanje, kritično mišljenje, formuliranje problema), (3) *Zamišljanje trajnostnih prihodnosti* (vključuje kompetence: sistemsko razmišljanje, kritično mišljenje, formuliranje problema) in (4) *Ukrepanje za trajnostnost* (vključuje kompetence: politična angažiranost, kolektivno ukrepanje, individualna iniciativa) (Bianchi idr., 2023).

Trajnostni razvoj je v zadnjih desetletjih vključen tudi v številne prispevke praktično vseh znanstvenoraziskovalnih področij, pri čemer lahko skozi čas zaznamo terminološka razhajanja pri navajanju temeljnih pojmov (Redclift, 2005; Tomislav, 2018). Čeprav je v povezavi z izobraževanjem pojem VITR (angl. Education for Sustainable Development – ESD) najbolj znan in razširjen, v literaturi najdemo še več vsebinsko sorodnih ključnih besed, katerih razumevanja se med seboj prepletajo. Slednje je razvidno tudi z Grafa 1, ki prikazuje število zadetkov za izbrane ključne besede v angleškem jeziku – imena področij – v bibliografski bazi Web of Science za zadnje desetletno obdobje.



Graf 1: Število zadetkov v bibliografski bazi Web of Science za ključne besede področja VITR ter vsebinsko sorodnih področij v zadnjem desetletnem obdobju (2013–2022).

Če pa se ozremo dlje od terminoloških razlik in se osredotočimo na ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb, je v literaturi med najodmevnejšimi članki na področju VITR (Grosseck idr., 2019) pregledni članek iz leta 2011 z naslovom *Ključne kompetence na področju trajnosti – referenčni okvir za razvoj akademskih programov* (Wiek idr., 2011). V omenjenem referenčnem okviru Wiek s sodelavci (2011) izhajajoč iz literature študije

opredeljuje pet temeljnih kompetenc (ang. key competences), in sicer kompetenco systemskega razmišljanja, interpersonalno kompetenco, kompetenco razmišljanja o vrednotah, kompetenco razmišljanja o prihodnosti in kompetenco strateškega razmišljanja. Poleg tega omenjajo tudi tri razvijajoče se kompetence (angl. emerging competences): intrapersonalno kompetenco, integracijsko kompetenco in implementacijsko kompetenco. Glede na iztočnice znanstvenoraziskovalnih prispevkov v naslednjem desetletju sta Redman in Wiek (2021) nadgradila prvoten referenčni okvir v *Okvir kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb* (angl. Framework of Competencies for Advancing Sustainability Transformations), ki je prikazan na Sliki 1.



Slika 1: Okvir kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb (Redman in Wiek, 2021).

Opredelitve ključnih kompetenc *Okvirja kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb* in njihovi najpogostejši deskriptorji so zbrane in predstavljene v Preglednici 1.

Preglednica 1: Opredelitev ključnih pojmov *Okvirja kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb* in njihovih najpogostejših deskriptorjev (prilagojeno in nadgrajeno po Redman in Wiek, 2021, str. 6).

Kompetence	Opredelitev	Najpogostejši deskriptorji
Kompetenca systemskega razmišljanja (angl. Systems-Thinking Competence)	Sposobnost modeliranja in kompleksnih analitičnih pristopov: (1) za analizo kompleksnih sistemov in trajnostnih problemov na različnih področjih (okoljskem, družbenem, gospodarskem) in v različnih	Prepoznavanje, opisovanje, razumevanje, analiziranje trajnostnih izzivov in problemov, kompleksnih vprašanj, učinkov, odnosov, vpliva, vzorcev, struktur, nenamernih posledic, povratnih zank, konteksta

Razvijanje veščin 21. stoletja

Kompetence	Opredelitev	Najpogostejši deskriptorji
	razsežnostih (od lokalne do globalne) ob upoštevanju možnih kaskadnih učinkov, inercije, povratnih zank in drugih različic systemske dinamike; (2) za analizo vplivov trajnostnih akcijskih načrtov (strategij) in posegov ter kako le-ti spreminjajo sisteme in probleme.	situacij na različnih področjih (okoljskem, družbenem, gospodarskem), v različnih razsežnostih (od lokalne do globalne) in z različnih vidikov (interdisciplinarnost) itd.
Kompetenca razmišljanja o prihodnosti (angl. Futures-Thinking Competence)	Sposobnost izvedbe ali razvijanja simulacij, napovedi, scenarijev in vizij: (1) za predvidevanje prihodnjih stanj in dinamike kompleksnih sistemov in trajnostnih problemov; (2) za predvidevanje, kako bi se lahko trajnostni akcijski načrti (strategije) udeležili v prihodnosti.	Izvajanje simulacij, predvidevanje, napovedovanje, projekcija, razvijanje napovedi, analiziranje in ocenjevanje dolgoročnih posledic v prihodnosti, scenarijev več prihodnosti in vizij prihodnosti kompleksnih sistemov, ipd.
Kompetenca razmišljanja o vrednotah (angl. Values-Thinking Competence)	Sposobnost prepoznavanja, načrtovanja, določanja, pogajanj in uporabe trajnostnih vrednot, načel in ciljev: (1) za ocenjevanje trajnosti sedanjega in/ali prihodnjih stanj kompleksnih sistemov; (2) za oblikovanje trajnostnih vizij za kompleksne sisteme; (3) za ocenjevanje trajnosti akcijskih načrtov (strategij) in posegov.	Prepoznavanje, opisovanje, uporaba, načrtovanje vrednot, pogajanje, usklajevanje, refleksija, ocenjevanje, načrtovanje trajnostnih načel, morale, norm, etike, ciljev, integritete, pravičnosti, konfliktov, kompromisov, ipd.
Kompetenca strateškega razmišljanja (angl. Strategies-Thinking Competence)	Sposobnost oblikovanja in preizkušanja izvedljivih strategij (akcijskih načrtov) za posege, prehode in preobrazbe v smeri trajnosti.	Oblikovanje, ustvarjanje, razvoj transformativnih, inovativnih, uspešnih, izvedljivih intervencij, prehodov, strategij, akcijskih načrtov, rešitev, upoštevanje ovir, inercije, odvisnosti od izvedbe, nosilcev, sredstev ipd.
Implementacijska kompetenca (angl. Implementation Competence)	Sposobnost učinkovitega izvajanja trajnostnih strategij (akcijskih načrtov), vključno z izvedbo, prilagoditvami, prenosom in razširjanjem.	Izvajanje, uveljavljanje, prilagajanje, upravljanje, prenos, razširjanje akcijskih načrtov, strategij, načrtov sprememb, intervencijskih načrtov, pobud upravljanja ipd.
Interpersonalna kompetenca (angl. Interpersonal Competence)	Sposobnost: (1) uspešnega sodelovanja v interdisciplinarnih strokovnih skupinah; (2) vključevanje različnih zainteresiranih deležnikov v pospeševanje trajnostne preobrazbe ob uporabi smiselnih in učinkovitih načrtov.	Omogočanje, motiviranje in spodbujanje interdisciplinarnega, transdisciplinarnega, medkulturnega sodelovanja v skupinah in med zainteresiranimi deležniki s poslušanjem, nenasilnim (sočutnim) komuniciranjem, pogajanjem, reševanjem konfliktov, odzivnim vodenjem projektov ipd.
Intrapersonalna kompetenca (angl. Intrapersonal Competence)	Sposobnost izogibanja osebnim zdravstvenim težavam in izgorelosti pri izvajanju trajnostne preobrazbe s pomočjo razvijanja prilagodljivosti in odpornosti na stres pri skrbi zase (zavedanje in samoregulacija).	Refleksija, motivacija, spoštovanje, odgovornost, empatija, skrb za lastno identiteto, predanost, čustva, izgorelost, osebne meje, meje zmogljivosti ipd.
Integracijska kompetenca (angl. Integration Competence)	Sposobnost kolektivnega reševanja kompleksnih trajnostnih problemov za: (1) razvoj izvedljivih trajnostnih strategij (akcijskih načrtov); (2) njihovo uspešno izvajanje ob sodelovanju z drugimi in hkratni skrbi zase.	Razvoj, uporaba, spodbujanje in sprejemanje odločitev za spodbujanje trajnosti z uporabo izvedljivih, pravičnih in vključujočih procesov, postopkov, rešitev, okvirjev, shem ipd.

Pri pregledu ključnih besed VITR ter vsebinsko sorodnih področij se izpostavlja tudi zelena kemija, kot je razvidno iz Grafa 1. Ker o vlogi zelene kemije pri pospeševanju trajnostnih preobrazb na področju izobraževanja še nismo zasledili sistematičnega pregleda literature, bo v pričujočem prispevku v pregledu literature ob uporabi pristopa PRISMA preučevano, kako se v znanstvenih člankih naslavljajo ključne kompetence, izpostavljene v *Okvirju kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb* (Redman in Wiek, 2021), v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem.

Namen in cilji

Namen pričujočega prispevka je bil preučiti relevantno literaturo, ki se nanaša na ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb po Redman in Wiek (2021) v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, ter ugotoviti, na katero stopnjo izobraževanja se literatura osredotoča in katere izmed ključnih kompetenc pri tem najpogosteje naslavlja.

Glede na namen raziskave so bila zastavljena naslednja raziskovalna vprašanja:

RV1: Kakšne so značilnosti (leto objave, revija, ISSN/e-ISSN) pregledanih člankov, objavljenih v elektronskih bazah od leta 1994 do 2023?

RV2: Na katero stopnjo izobraževanja se osredotočajo pregledani članki?

RV3: Katere ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb naslavljajo pregledani članki in v kakšnem obsegu?

RV4: Katere ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v največji meri naslavljajo pregledani članki na posamezni ravni izobraževanja?

Metoda

Pri sistematičnem pregledu literature so bile z namenom zagotovitve transparentnosti in sledljivosti upoštewane smernice PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews), ki vključujejo opredelitev vključitvenih in izključitvenih kriterijev, izbor podatkovnih baz, opis iskalne strategije, vključenih člankov, analize itn. (Page idr., 2020).

Uporabljena je bila deskriptivna raziskovalna metoda s pregledom tuje znanstvene literature, indeksirane v treh mednarodnih elektronskih bazah podatkov Web of Science Core Collection, Scopus in ERIC (Education Resources Information Center). Iskalna strategija je vključevala uporabo ključnih besed, povezanih s temo raziskave (competenc*, attribute*, capabilit*, learning outcome*, systems thinking, futures thinking, values thinking, strategies thinking, implementation competence, inter-personal competence, interpersonal competence, intra-personal competence, intrapersonal competence, integration competence, education, green chemistry), Boolovih operatorjev (AND, OR) in ustreznih ločil, znakov. Iskanje je bilo omejeno na časovno obdobje (1994–2023), tip gradiva in gradiva v angleškem jeziku. Končni iskalni nizi za posamezno bazo podatkov so prikazani v Preglednici 2.

Preglednica 2: Iskalni profili v izbranih elektronskih bazah podatkov.

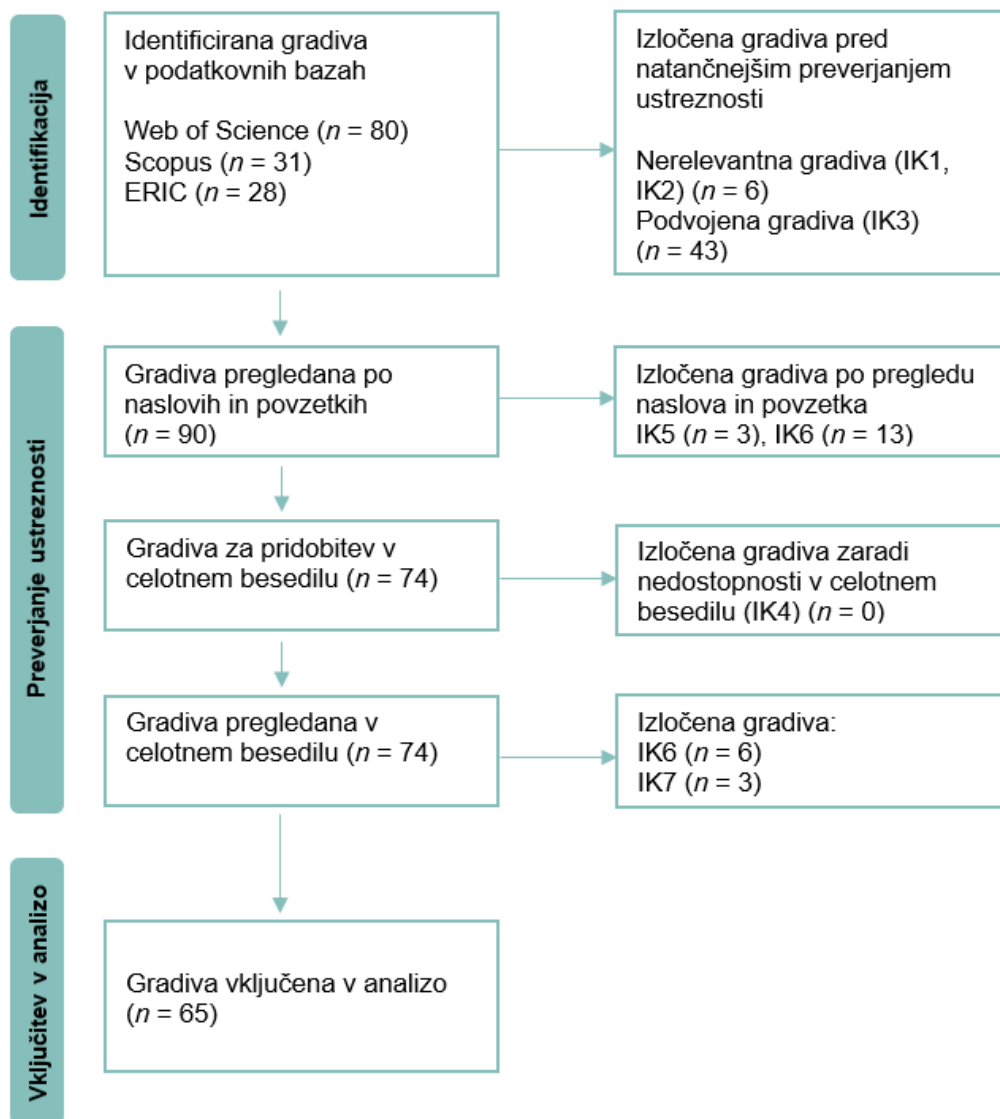
Elektronska baza podatkov	Iskalni niz
Web of Science Core Collection	TS = (competenc* OR attribute* OR capabilit* OR learning outcome* OR systems thinking OR futures thinking OR values thinking OR strategies thinking OR implementation competence OR inter-personal competence OR interpersonal competence OR intra-personal competence OR intrapersonal competence OR integration competence) AND TS = (education) AND TS = (green chemistry) Obdobje: 1994-01-01 - 2023-12-31 Tip dokumenta: članek, pregledni članek Jezik: angleški
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (competenc* OR attribute* OR capabilit* OR learning AND outcome* OR systems AND thinking OR futures AND thinking OR values AND thinking OR strategies AND thinking) OR TITLE-ABS-KEY (implementation AND competence OR inter-personal AND competence OR interpersonal AND competence OR intra-personal AND competence OR intrapersonal AND competence OR integration AND competence) AND TITLE-ABS-KEY (education) AND TITLE-ABS-KEY (green AND chemistry)) AND PUBYEAR > 1994 AND PUBYEAR < 2024 Tip dokumenta: članek, pregledni članek Jezik: angleški
ERIC	(competenc* OR attribute* OR capabilit* OR learning outcome* OR systems thinking OR futures thinking OR values thinking OR strategies thinking OR implementation competence OR inter-personal competence OR interpersonal competence OR intra-personal competence OR intrapersonal competence OR integration competence) AND education AND (green chemistry) Obdobje: 1994-01-01 - 2023-12-31 Tip dokumenta: članek, pregledni članek Jezik: angleški

Z namenom identifikacije relevantne literature glede na raziskovalni namen so bili opredeljeni vključitveni in izključitveni kriteriji, predstavljeni v Preglednici 3. V vključitvenih kriterijih je bil opredeljen izbor recenziranih izvirnih znanstvenih člankov ali preglednih znanstvenih člankov v angleškem jeziku, ki niso bili objavljeni v drugih bazah podatkov in so bili dostopni v celotnem besedilu. Izbor člankov je predvideval tudi nanašanje na področje formalnega ali neformalnega izobraževanja in tematsko ustreznost člankov.

Preglednica 3: Vključitveni in izključitveni kriteriji.

Vključitveni kriteriji	Izključitveni kriteriji
VK1: Znanstveni članek.	IK1: Strokovni članek, poglavje v knjigi.
VK2: Besedilo je recenzirano.	IK2: Besedilo ni recenzirano.
VK3: Besedilo ni objavljeno v drugih podatkovnih bazah.	IK3: Besedilo je objavljeno v drugih podatkovnih bazah.
VK4: Dostopnost celotnega besedila.	IK4: Dostopnost le bibliografskih podatkov in povzetka.
VK5: Besedilo je s področja formalnega ali neformalnega na katerikoli od ravni izobraževanja.	IK5: Besedilo ni s področja formalnega ali neformalnega na nobeni od ravni izobraževanja.
VK6: Besedilo obravnava vsebine zelene kemije.	IK6: Besedilo ne obravnava vsebin zelene kemije.
VK7: V besedilu so naslovljene kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb.	IK7: V besedilu ni omenjenih kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb.

V prvi fazi iskanja člankov v izbranih elektronskih bazah podatkov je bilo identificiranih skupaj 139 člankov (Web of Science, $n = 80$; Scopus, $n = 31$; ERIC, $n = 28$). Z upoštevanjem vključitvenih in izključitvenih kriterijev je bilo iz nadaljnje analize izključenih 49 člankov (IK1, IK2 = 6; IK3 = 43), po pregledu naslovov in povzetkov pa zaradi vsebinske neustreznosti še 16 člankov (IK5 = 3; IK6 = 13). V naslednjem koraku je bilo 74 člankov natančneje pregledanih v celotnem besedilu in z upoštevanjem vključitvenih/izključitvenih kriterijev, izključenih za končno analizo 9 člankov (IK6 = 6; IK7 = 3). 65 člankov, ki je ustrezalo zastavljenim kriterijem in raziskovalnim vprašanjem, je bilo vključenih v nadaljnjo analizo. Celoten potek iskanja in preverjanja ustreznosti literature, pridobljene v elektronskih podatkovnih bazah po metodologiji PRISMA, je prikazan na Sliki 2.



Slika 2: Prikaz iskanja in preverjanja ustreznosti literature, pridobljene v izbranih elektronskih bazah podatkov ob uporabi pristopa PRISMA.

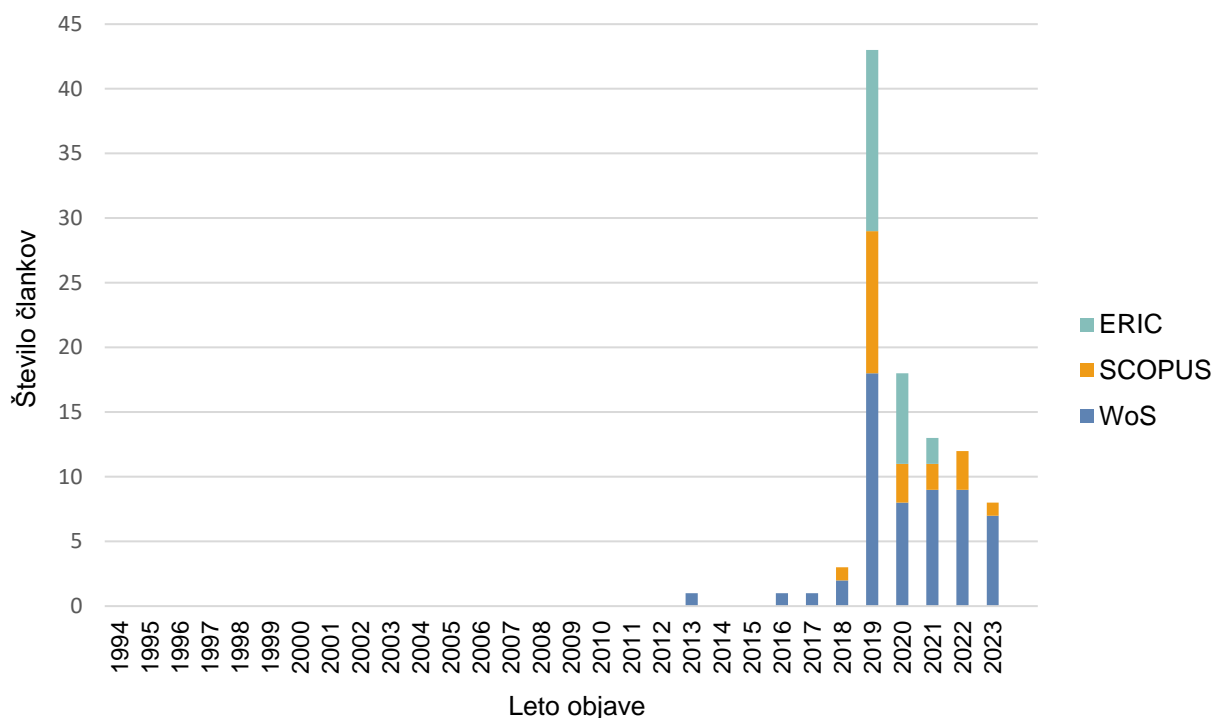
Seznam vseh vključenih člankov v končno analizo ($n = 65$) je dostopen v Prilogi 1, kjer je vsakemu članku dodeljena koda (sestavljena iz oznake elektronske baze podatkov, v kateri je bil članek indeksiran, in zaporedne številke prispevka; oznaka člankov iz Web of Science (vključno s članki, ki so podvojeni v bazi Scopus in ERIC) = W, oznaka člankov iz Scopusa = S in ERIC-a = E) z namenom identifikacije člankov pri predstavitvi rezultatov. Za

vsak prispevek so bile poleg bibliografskih podatkov pridobljene še informacije o: (1) ravni izobraževanja in (2) kompetencah za pospeševanje trajnostnih preobrazb (kompetenca sistemskega razmišljanja, kompetenca razmišljanja o prihodnosti, kompetenca razmišljanja o vrednotah, kompetenca strateškega razmišljanja, implementacijska kompetenca, interpersonalna kompetenca, intrapersonalna kompetenca, integracijska kompetenca) (po Redman in Wiek, 2021), ki so jih v članku naslavljali. Iskanje literature z vključitvenimi in izključitvenimi kriteriji ter natančnejši pregled člankov v polnem besedilu je bilo izvedeno neodvisno s strani obeh avtoric prispevka. Končne ugotovitve oziroma rezultati analize so bili sprejeti s strinjanjem obeh avtoric. Nestrinjanja ali nesoglasja so bila rešena z razpravo.

Rezultati

Opisniki značilnosti, povezanih z objavo preučevanih člankov

Z Grafa 2 lahko razberemo, da se objavljane člankov, ki naslavljajo kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, začnejo predvsem od leta 2019, ko je bilo objavljeno tudi največ člankov ($n = 23$, brez podvojenih člankov). Največ člankov na omenjeno temo je bilo objavljenih v revijah indeksiranih v elektronski bazi podatkov Web of Science ($n = 56$).



Graf 2: Kronološki pregled objavljanih člankov, ki naslavljajo kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, v izbranih elektronskih bazah podatkov (Opomba: Podvojeni članki niso izključeni.).

V Preglednici 4 so navedene znanstvene revije, v katerih so bili objavljeni članki preučevanega področja med letoma 1994 in 2023. Kot je razvidno iz omenjene preglednice, je bila večina člankov objavljena v reviji *Journal of Chemical Education* ($n = 34$), nekaj tudi v revijah *Sustainability* ($n = 5$), *Chemistry Education Research and Practice* ($n = 4$), *Green Chemistry*

Letters and Reviews ($n = 3$), Green Chemistry ($n = 2$), v preostalih navedenih revijah pa je bil objavljen le po en članek preučevanega področja.

Preglednica 4: Revije, v katerih so bili objavljeni članki, ki naslavljajo kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, identificirani v izbranih elektronskih bazah podatkov.

Ime revije	ISSN/e-ISSN	Faktor vpliva za leto 2022 ^{a,b}	Število člankov	Koda člankov
Journal of Chemical Education	0021-9584/ 1938-1328	3.000 ^a	34	E1-E3, E5-E8, W3, W5, W6, W8, W9, W13, W17, W20- W28, W30-W32, W34, W35, W37, W39, W41, W44, W45, W49
Sustainability	2071-1050	3.900 ^a	5	W4, W42, W43, W47, W53
Chemistry Education Research and Practice	1109-4028/ 1756-1108	3.000 ^a	4	W2, W10, W12, W16
Green Chemistry Letters and Reviews	1751-8253/ 1751-7192	6.600 ^a	3	W18, W29, W46
Green Chemistry	1463-9262/ 1463-9270	9.800 ^a	2	W11, W14
ACS Sustainable Chemistry & Engineering	2168-0485/ 2168-0485	8.400 ^a	1	W36
Asia Pacific Journal of Health Management	2204-3136	0.600 ^a	1	W48
Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry	2452-2236/ 2452-2236	9.300 ^a	1	S2
Digital Chemical Engineering	2772-5081	0.963 ^b	1	W7
Early Human Development	0378-3782/ 1872-6232	2.500 ^a	1	W54
Education for Chemical Engineers	1749-7728	3.900 ^a	1	W51
Education Sciences	2227-7102	3.000 ^a	1	W33
Environment, Development and Sustainability	1387-585X/ 1573-2975	1.291 ^b	1	S1
Heliyon	2405-8440	4.000 ^a	1	W55
Instructional Science	0020-4277/ 1573-1952	2.500 ^a	1	W40
International Journal of Environmental Research and Public Health	1661-7827/ 1660-4601	1.280 ^b	1	W52
International Journal of Instruction	1694-609X/ 1308-1470	1.800 ^a	1	E4
Journal of Cleaner Production	0959-6526/ 1879-1786	11.100 ^a	1	W38
Journal of Flow Chemistry	2062-249X/ 2063-0212	2.700 ^a	1	W1
Quimica Nova	0100-4042/ 1678-7064	0.800 ^a	1	W19

Ime revije	ISSN/e-ISSN	Faktor vpliva za leto 2022 ^{a,b}	Število člankov	Koda člankov
Science & Education	0926-7220/ 1573-1901	2.800 ^a	1	W50
Sustainable Chemistry and Pharmacy	2352-5541	6.000 ^a	1	W15
Skupaj			65	

Opomba: ^aPodatki iz Journal Citation Reports (JCR) in ^bpodatki iz Source Normalized Impact per Paper (SNIP).

Stopnje izobraževanja, na katero se osredotočajo pregledani članki

Iz Preglednice 5 je možno razbrati, da se največ člankov, ki naslavljajo kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, ter so bili objavljeni med letoma 1994 in 2023, nanaša na terciarno izobraževanje ($n = 52$), le nekaj člankov se nanaša na sekundarno ($n = 9$) in samo en članek na primarno raven izobraževanja. V sklopu terciarnega izobraževanja je večina člankov, povezanih z nepedagoškimi študijskimi programi ($n = 49$), in le nekaj člankov ($n = 4$) s pedagoškimi študijskimi programi. Iz nekaterih člankov ($n = 6$) se ni dalo razbrati, katero specifično stopnjo izobraževanja naslavljajo, predstavljali so na primer splošen pregled literature, kritično refleksijo preučevanega področja ali pa so preučevali priložnosti vključevanja zelene kemije in kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb v izobraževanje na splošnem. Ob sistematičnem pregledu literature je bilo identificiranih tudi nekaj člankov ($n = 5$), ki so se nanašali na neformalno izobraževanje, namenjeno predvsem pedagoškim delavcem.

Preglednica 5: Članki, ki naslavljajo kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, identificirani v izbranih elektronskih bazah podatkov glede na raven izobraževanja.

Raven izobraževanja		Število člankov ^c	Koda člankov
Primarna		1	W32
Sekundarna		9	E2, E4, E6, W4, W10, W12, W31, W32, W40
Terciarna	nepedagoški študijski programi	49	E1-E3, E5-E8, S1, S2, W1, W3, W5, W7-W9, W13, W14, W16, W17, W20-W23, W25-W30, W32, W34-W39, W41, W43-W49, W51-W55
	pedagoški študijski programi	4	W4, W10, W33, W52
ni definirano		6	W11, W15, W19, W24, W42, W50
Drugo	izobraževanje pedagoških delavcev	4	W2, W4, W6, W32
	izobraževanje nepedagoških delavcev	1	W18

Opomba: ^c Nekateri članki naslavljajo več kot eno raven izobraževanja.

Ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb s področja vključevanja zelene kemije in izobraževanja

Preglednica 6 prikazuje število člankov, vključenih v sistematičen pregled literature, ki so neposredno ali posredno naslavljali eno ali več ključnih kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb (po Redman in Wiek, 2021). Največje število člankov s področja vključevanja zelene kemije in izobraževanja je hkrati poudarjalo pomen razvoja kompetence systemskega razmišljanja ($n = 49$). Nekoliko manjše število člankov je naslavljalo implementacijsko kompetenco ($n = 39$) in kompetenco strateškega razmišljanja ($n = 38$), ki sta bili prepoznani predvsem v člankih, ki so opisovali konkretne primere vključevanja zelene kemije v izobraževanje in/ali razvoj novih laboratorijskih vaj, predmetov, programov ipd. V nekaterih člankih je bil izpostavljen pomen razvoja interpersonalne kompetence ($n = 20$), kompetence razmišljanja o prihodnosti ($n = 17$), kompetence razmišljanja o vrednotah ($n = 11$) in integracijske kompetence ($n = 11$). Najmanj člankov je naslavljalo intrapersonalno kompetenco ($n = 3$).

Preglednica 6: Članki, ki naslavljajo določene kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem, identificirani v izbranih elektronskih bazah podatkov

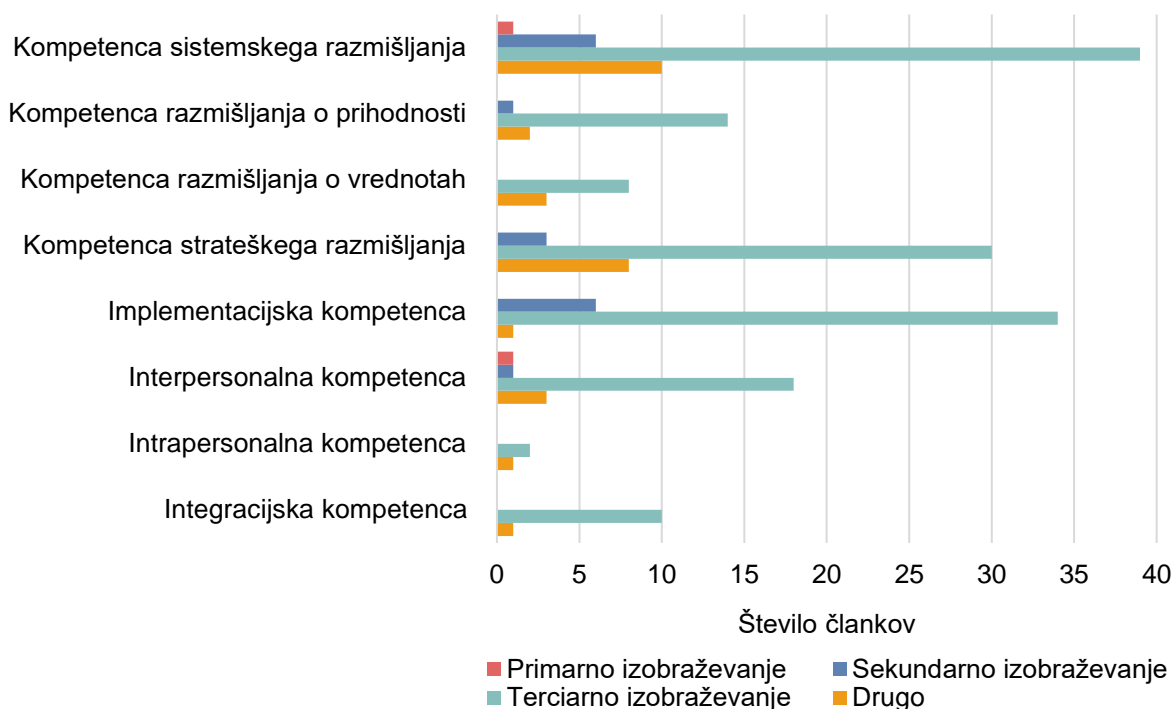
Kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb	Število člankov ^d	Koda člankov
Kompetenca systemskega razmišljanja	49	E1, E5-E8, S1, S2, W1-W7, W9-W22, W24, W25, W27-W33, W35, W36, W39, W42, W44-W49, W51, W52
Implementacijska kompetenca	39	E1-E5, E7, E8, W1, W3, W5, W8-W10, W12, W13, W18, W20-W23, W25, W26, W31, W33-W35, W37, W39, W40, W41, W43-W47, W49, W51, W53, W55
Kompetenca strateškega razmišljanja	38	E5, S1, S2, W1-W6, W8-W11, W13-W19, W24, W26, W27, W28, W31, W35, W36, W38, W39, W41, W44, W45, W47-W49, W51, W54, W55
Interpersonalna kompetenca	20	E5, S1, W1, W5, W11, W13, W18, W20, W25, W26, W30, W32, W33, W35, W37, W45, W48, W49, W51, W52
Kompetenca razmišljanja o prihodnosti	17	E5, W5, W7, W9, W11, W17, W20, W24, W25, W27-W29, W31, W38, W41, W45, W49
Kompetenca razmišljanja o vrednotah	11	W5-W7, W9, W29, W30, W33, W38, W42, W46, W50
Integracijska kompetenca	11	E5, W1, W5, W13, W18, W20, W26, W36, W37, W49, W51
Intrapersonalna kompetenca	3	W29, W42, W48

Opomba: ^dNekateri članki naslavljajo več kot eno kompetenco za pospeševanje trajnostnih preobrazb.

Ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb s področja vključevanja zelene kemije in izobraževanja po ravneh izobraževanja

Poleg identifikacije števila člankov, ki so naslavljali posamezne ključne kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v izobraževanju v povezavi z zeleno kemijo, smo v nadaljevanju preučili tudi njihovo razporeditev po ravneh izobraževanja. V povezavi z omenjenim Graf 3 prikazuje naslavljanje kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb na posameznih ravneh izobraževanja, Preglednica 7 pa omogoča identifikacijo konkretnih

čankov, ki so posamezno ključno kompetenco in raven izobraževanja naslavljali. Razberemo lahko, da so bile kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb največkrat omenjene v povezavi s terciarno ravno izobraževanja. V okviru nepedagoških študijskih programov so bile v pregledanih člankih največkrat omenjene kompetenca systemskega razmišljanja ($n = 36$), implementacijska kompetenca ($n = 32$) in kompetenca strateškega razmišljanja ($n = 28$), v manjši meri pa tudi ostale ključne kompetence (interpersonalna kompetenca $n = 17$, kompetenca razmišljanja o prihodnosti $n = 14$, integracijska kompetenca $n = 10$, kompetenca razmišljanja o vrednotah $n = 7$ in intrapersonalna kompetenca $n = 2$). Štirje članki s področja vključevanja zelene kemije v pedagoške študijske programe na terciarni ravni izobraževanja so omenili pomen razvoja kompetence systemskega razmišljanja ($n = 4$), kompetence strateškega razmišljanja ($n = 2$), implementacijske kompetence ($n = 2$), interpersonalne kompetence ($n = 2$) in kompetence razmišljanja o vrednotah ($n = 1$). Večina člankov, vezanih na sekundarno raven izobraževanja, je izpostavila kompetenco systemskega razmišljanja ($n = 6$) in implementacijsko kompetenco ($n = 6$), v manjši meri pa tudi kompetenco strateškega razmišljanja ($n = 3$), kompetenco razmišljanja o prihodnosti ($n = 1$) in interpersonalno kompetenco ($n = 1$). Prav tako je le en članek naslavljajal pomen razvoja kompetence systemskega razmišljanja in interpersonalne kompetence na primarni ravni izobraževanja.



Graf 3: Kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z vključevanjem zelene kemije glede na raven izobraževanja.

Na Grafu 3 in v Preglednici 7 kategorija Drugo vključuje članke, ki so opisovali vključevanje zelene kemije v nadaljnje izobraževanje in usposabljanje učiteljev in drugih zaposlenih na področju zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu, preprečevanja onesnaževanja, ravnanja z nevarnimi odpadki in sorodnih disciplin, ter članke, v katerih ciljna skupina ni bila definirana. V teh člankih sta bili največkrat naslovljeni kompetenca systemskega ($n = 10$) in strateškega ($n = 8$) razmišljanja. V člankih, ki so se osredotočali na nadaljnje izobraževanje in usposabljanje učiteljev, sta bili poleg omenjenih kompetenc prepoznani kot pomembni še kompetenca razmišljanja o vrednotah ($n = 1$) in interpersonalna kompetenca ($n = 1$). V splošnih

člankih s preučevanega področja, v katerih raven izobraževanja ni bila posebej definirana, so avtorji omenili še kompetenco razmišljanja o prihodnosti ($n = 2$), kompetenco razmišljanja o vrednotah ($n = 2$), interpersonalno ($n = 1$) in intrapersonalno kompetenco ($n = 1$).

Preglednica 7: Identificirani članki v izbranih elektronskih bazah podatkov glede na kompetenco za pospeševanje trajnostnih preobrazb v izobraževanju, ki jo naslavljajo v povezavi z zeleno kemijo, in glede na stopnjo izobraževanja

Kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb ^e		Kompetence									
		Kompetenca sistemskega razmišljanja	Kompetenca razmišljanja o prihodnosti	Kompetenca razmišljanja o vrednotah	Kompetenca strateškega razmišljanja	Implementacijska kompetenca	Interpersonalna kompetenca	Intrapersonalna kompetenca	Integracijska kompetenca		
Raven izobraževanja ^e											
Primarna		W32					W32				
Sekundarna		E6, W4, W10, W12, W31, W32	W31		W4, W10, W31	E2, E4, W10, W12, W31, W40	W32				
Terciarna		E1, E5-E8, S1, S2, W1, W3, W5, W7, W9, W13, W14, W16, W17, W20-W22, W25, W27-W30, W32, W35, W36, W39, W44-W49, W51, W52	E5, W5, W7, W9, W17, W20, W25, W27, W29, W38, W41, W45, W49	W5, W7, W9, W29, W30, W38, W46	E5, S1, S2, W1, W3, W5, W8, W9, W13, W14, W16, W17, W26-W28, W35, W36, W38, W39, W41, W44, W45, W47-W49, W51, W54, W55	E1-E3, E5, E7, E8, W1, W3, W5, W8, W9, W13, W20, W23, W25, W26, W34, W35, W37, W39, W41, W43-W47, W49, W51, W53, W55	E5, S1, W1, W5, W13, W20, W25, W26, W30, W32, W35, W48, W49, W51, W52	W29, W48	E5, W1, W5, W13, W20, W26, W36, W37, W49, W51		
pedagoški študijski programi		W4, W10, W33, W52		W33	W4, W10	W10, W33	W33, W52				
ni definirano		W11, W15, W19, W24, W42	W11, W24	W42, W50	W11, W15, W19, W24		W11	W42			
izobraževanje pedagoških delavcev		W2, W4, W6, W32		W6	W2, W4, W6		W32				
izobraževanje nepedagoških delavcev		W18			W18	W18	W18	W18		W18	

Opomba: ^eNekateri članki naslavljajo več kot eno kompetenco za pospeševanje trajnostnih preobrazb oz. več kot eno raven izobraževanja.

Diskusija

Rezultati sistematičnega pregleda literature o ključnih kompetencah za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem pokažejo, da se je začelo pogostejše objavljane člankov omenjenega področja od leta 2016 naprej, pri čemer je bilo leta 2019 objavljenih največ člankov. Veliko število objavljenih prispevkov v letu 2019 lahko pojasnimo z izdajo posebne številke revije *Journal of Chemical Education*, z naslovom *Reimagining Chemistry Education: Systems Thinking, and Green and Sustainable Chemistry*, katere namen je bil spodbuditi razmisleke o uporabi systemskega razmišljanja pri vključevanju zelene kemije in kemije za trajnostni razvoj v izobraževanje (Mahaffy idr., 2019). V zvezi z omenjenim Marques idr. (2021) ugotavljajo, da je bilo v preučevani literaturi med letoma 2015 in 2018 prvič zaznati eksplicitno omenjanje povezave zelene kemije s trajnostnim razvojem v več kot polovici člankov (58 %), pri čemer je bil ta delež leta 2019 že 68 %. Podoben trend naraščanja števila objav na področju izobraževanja v povezavi z zeleno kemijo in trajnostnim razvojem ugotavljajo tudi Zuin idr. (2021), predvsem od leta 2013 naprej. Avtorji ob tem izpostavijo vrzeli v razumevanju in dosledni uporabi pojmov: *zelena kemija v izobraževanju* (angl. Green Chemistry Education, GCE), *vzgoja in izobraževanje za trajnostno kemijo* (angl. Sustainable Chemistry Education, SCE) in *vzgoja in izobraževanje za zeleno in trajnostno kemijo* (angl. Green and Sustainable Chemistry Education, GSCE). Pri tem menijo, da je pomembno spodbujati razumevanje podobnosti, razlik in doslednost uporabe navedenih pojmov v literaturi in v pedagoški praksi. Rezultati kažejo tudi, da je bilo največ preučevanih člankov (34 člankov od skupno 65 člankov) objavljenih v reviji *Journal of Chemical Education*, ki velja za eno od pomembnejših revij s področja naravoslovnega izobraževanja (za leto 2022 *Rank by Journal Impact Factor* v kategoriji *Education, Scientific Disciplines* 17/43; Clarative, b. d.). Omenjeno revijo so izpostavili tudi Marques idr. (2021), ko so v preglednem članku preučevali povezave med zeleno kemijo in trajnostnim razvojem v izobraževanju za obdobje med letoma 1999 in 2019, pri čemer so poudarili, da veliko število objavljenih člankov omenjene vsebine v reviji *Journal of Chemical Education* pomembno prispeva k širjenju premislekov in dobrih praks tega področja v mednarodnem prostoru.

V literaturi je izpostavljen temeljni članek avtorjev Redman in Wiek (2021), ki predlagata osem **ključnih kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb** (kompetenca systemskega razmišljanja, kompetenca razmišljanja o prihodnosti, kompetenca razmišljanja o vrednotah, kompetenca strateškega razmišljanja, implementacijska kompetenca, interpersonalna kompetenca, intrapersonalna kompetenca, integracijska kompetenca), v povezavi s katerimi so rezultati pričujoče študije v nadaljevanju podrobneje diskutirani glede na raven izobraževanja.

Med preučevanimi članki je največje število člankov poudarjalo pomen razvoja **kompetence systemskega razmišljanja** (49 od skupno 65 člankov) predvsem na terciarni ravni izobraževanja v sklopu nepedagoških študijskih programov. Pri tem so številni raziskovalci (Ginzburg idr., 2019; Grieger idr., 2022; Hurst, 2020; MacKellar idr., 2020; Paschalidou idr., 2022; Safar idr., 2023) poudarili, da je za doseganje ciljev zelene kemije, predvsem pa ciljev trajnostnega razvoja, potreben bolj celovit pristop, ki naj bi poleg razmislekov o principih zelene kemije vključeval še systemsko razmišljanje in razmišljanje o življenjskem krogu. Hurst (2020, str. 93) opredeli systemsko razmišljanje kot uporabo kognitivnih modelov, strategij in orodij za vizualizacijo medsebojnih povezav in razmerij med deli kompleksnih in dinamičnih sistemov ob hkratnem preučevanju, kako se ti spreminjajo skozi čas in kako pojavi na systemski

ravni izhajajo iz interakcij med deli sistema. Kot glavno dodano vrednost uporabe systemskega razmišljanja v izobraževanju avtorji (Armstrong idr., 2019; Chen idr., 2020; Hurt, 2020; Lees idr., 2020; Paschalidou idr., 2022; Sharma idr., 2019) izpostavljajo predvsem spodbujanje razvoja višjih taksonomskih ravni znanja pri reševanju kompleksnih in interdisciplinarnih problemov iz vsakdanjega življenja ter prispevek k preseganju poenostavljenega razumevanja teh. Tako znanje zelene kemije in razvoj systemskega razmišljanja nimata bistvenega pomena samo za zaposlene na področju kemije in sorodnih ved, ampak sta pomembna za vse ljudi, saj nam omogočata povezovanje temeljnih pojmov in procesov pri naslavljanju konkretnih situacij v vsakdanjem življenju (Grieger idr., 2022). Podobno navajajo tudi v člankih, ki naslavlja sekundarno (6 od skupno 65 člankov) in primarno (1 od skupno 65 člankov) raven izobraževanja, kot tudi neformalno izobraževanje (5 od skupno 65 člankov). Kljub prepoznavanju priložnosti razvoja systemskega razmišljanja v okviru naravoslovnega oziroma kemijskega izobraževanja pa uvedba pristopov in metod vrednotenja systemskega razmišljanja pri vključevanju zelene in trajnostne kemije za naslavljanje ciljev trajnostnega razvoja še ni široko uporabljena (Paschalidou idr., 2022). Mammino (2019) pri preučevanju vloge systemskega razmišljanja pri vključevanju zelene kemije v izobraževanje izpostavi, da je potrebno pri učečih najprej razviti naravoslovno pismenost ter logično razmišljanje in slednje upoštevati v pedagoškem procesu na posamezni ravni izobraževanja. Pri uporabi systemskega razmišljanja ob reševanju družbeno-naravoslovnih situacij, ki so povezane s področjem zelene kemije in so po svoji naravi večplastne, so konceptualni, kontekstualni in družbeni vidiki med seboj močno prepleteni, zato je treba učečim nuditi pripomočke oziroma jih pri reševanju situacij voditi s konkretnimi navodili, saj imajo lahko sicer pri povezovanju vseh omenjenih vidikov težave (Vogelzang idr., 2020).

Približno pri četrtini člankov, vključenih v sistematični pregled literature, je bil izpostavljen pomen razvoja **kompetence razmišljanja o prihodnosti** (17 od skupno 65 člankov), tj. sposobnosti razvijanja in uporabe simulacij, napovedi, scenarijev in vizij za predvidevanje prihodnjih stanj ter dinamike kompleksnih sistemov za predvidevanje, kako bi se lahko trajnostni akcijski načrti udejanjili v prihodnosti (Redman in Wiek, 2021). Večina člankov, ki so naslavljali to kompetenco, je bilo s področja nepedagoških študijskih programov (14 od skupno 65 člankov). V teh člankih so avtorji (Fors idr., 2023; Lasker in Brush, 2019; O'Neil idr., 2021; Reyes idr., 2023; Summerton idr., 2019; Timmer idr., 2018) izpostavili predvsem pomen vključevanja zelene kemije v izobraževanje (prihodnjih) zaposlenih na področju kemije in sorodnih ved, da bodo opolnomočeni z znanjem in spretnostmi, ki so potrebna za delovanje v trajnostni družbi. O'Neil idr. (2021) ter Aubrecht idr. (2019) poudarjajo, da bi bilo premisleke zelene kemije, in s tem tudi premisleke o kemijski varnosti, treba vključevati v celotno izobraževalno vertikalo, saj bi tako mladi že med formalnim izobraževanjem ponotranjili širše razumevanje varnosti, ki bi ga lahko uporabili pri svojem prihodnjem delu. Žal pa pregled literature pokaže, da je le en od skupno 65 člankov naslavljal kompetenco razmišljanja o prihodnosti v povezavi s sekundarno in noben članek v povezavi s primarno ravno izobraževanja. Prav tako nismo zasledili člankov, ki bi naslavljali razvoj kompetence razmišljanja o prihodnosti pri študentih pedagoških študijskih programov oziroma pedagoških delavcih v okviru nadaljnega strokovnega izobraževanja in usposabljanja. V zvezi z navedenim Blatti idr. (2019), MacKellar idr. (2020) ter Zuin idr. (2021) izpostavijo nekaj pobud in poudarijo pomen nadaljnega izobraževanja pedagoških delavcev na področju vključevanja zelene kemije v pedagoško prakso, saj imajo prav učitelji bistveno vlogo pri spodbujanju razvoja ključnih kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb prihodnjih generacij.

Kompetenco razmišljanja o vrednotah je naslovlilo 11 od skupno 65 pregledanih člankov, večina v okviru nepedagoških študijskih programov (7 od skupno 11 člankov), med njimi ni bilo člankov, povezanih s primarno in sekundarno ravno izobraževanja. Sjöström idr. (2016) trdijo, da je treba ideje zelene kemije v kontekstu izobraževanja razširiti z družbenokritičnimi vprašanji, s čimer bi pri učečih spodbujali razumevanje kompleksnosti sveta, sprejemanje odločitev na podlagi vrednot, tako v svojem poklicnem kot tudi osebnem življenju in da bi se čimbolj aktivno vključevali v odločanje o vprašanih trajnostnega razvoja. Dilip (2023) in Marcelino (2019) opozorita na pomen vključitve etične razprave v načrtovanje in izvajanje pedagoškega procesa, ki vključuje zeleno kemijo, saj je lahko to hkrati tudi priložnost za povezovanje različnih deležnikov pri spodbujanju družbenih sprememb in ohranjanja okolja. Prav tako je bilo v nekaterih drugih preučevanih člankih zaslediti opise izvedbe pedagoškega procesa, v katerem so učeči analizirali izbrane situacije iz vsakdanjega življenja tudi z etičnega vidika (Blonder in Rosenfeld, 2019; Dilip idr., 2023; Zindy in Eilks, 2022).

V več kot polovici preučevanih člankov sta bili naslovljeni **kompetenca strateškega razmišljanja** (38 od skupno 65 člankov) in **implementacijska kompetenca** (39 od skupno 65 člankov), ki sta bili prepoznani predvsem v člankih, ki so opisovali konkretne primere vključevanja zelene kemije v izobraževanje in/ali razvoja novih laboratorijskih vaj, predmetov, programov ipd., predvsem na terciarni ravni izobraževanja v okviru nepedagoških študijskih programov.

Redman in Wiek (2021) sta opredelila kompetenco strateškega razmišljanja kot sposobnost oblikovanja in preizkušanja izvedljivih strategij preobrazb v smeri trajnostnega razvoja. Implementacijsko kompetenco pa Redman in Wiek (2021) definirata kot sposobnost učinkovitega izvajanja strategij vključno s prilagoditvami. Na področju vključevanja zelene kemije in izobraževanja je bila kompetenca strateškega razmišljanja v pregledanih člankih prepoznana pri opisovanju strategij za spremembe in posodobitve obstoječih učnih načrtov in programov s premisleki zelene kemije (Armstrong idr., 2019; Grieger idr., 2022; Gonzalez-Garcia idr., 2023; Hutchison, 2019; Lasker idr., 2019; O'Neil idr., 2021; Zuin idr., 2019). Prav tako je bila vloga kompetence strateškega razmišljanja izpostavljena v zvezi z opisovanjem razvoja novih programov, predmetov, učnih pristopov, učnih enot in projektov, povezanih z zeleno kemijo (Blatti idr., 2019; Gawlik-Kobylynska idr., 2020; Ginzburg idr., 2019; Pagliaro, 2021; Rendón-Castrillón idr., 2023; Zindy in Eilks, 2022; Zowada, 2020). Kompetenca strateškega razmišljanja ima v člankih mnogih avtorjev (Collins, 2017; Flynn idr., 2019; MacKellar idr., 2020; Marques idr., 2020; Paschalidou idr., 2022) pomembno vlogo tudi pri splošnih premislekih o možnostih vključevanja zelene kemije v izobraževanje.

Implementacijska kompetenca je bila uporabljena v opisih in evalvacijah izvedbe strategij oziroma načinov vključevanja zelene kemije v izobraževanje (Abraham, 2020; Cooper in Walser, 2019; Knutson idr., 2019; Lees idr., 2020; Miller idr., 2019; Pfab idr., 2019; Reyes idr., 2022), tudi z vidika učečih (Armstrong idr., 2019; Keen idr., 2020; Lapanantnoppakhun idr., 2020; Mammino, 2019; Redhana idr., 2021; Timmer, 2018; Yeerum idr., 2022; Vogelzang idr., 2020; Vogelzang idr., 2021) in (prihodnjih) učiteljev (Grieger idr., 2022; Kiwfo idr., 2021; Zindy in Eilks, 2022).

Čeprav so različne oblike delavnic, izobraževanj in vzpostavitev mreže učiteljev, s katerimi bi podpirali razvoj (prihodnjih) učiteljev na področju vključevanja zelene kemije za spodbujanje trajnostnega razvoja v povezavi s kompetenco strateškega razmišljanja in implementacijsko kompetenco, izpostavljeni kot zelo pomembni (MacKellar idr., 2020), sta bili omenjeni

kompetenci naslovljeni le v petih od skupno 65 člankov v okviru pedagoških študijskih programov in izobraževanja pedagoških delavcev.

Interpersonalna kompetenca, ki je definirana kot sposobnost uspešnega sodelovanja v interdisciplinarnih strokovnih skupinah in sposobnost vključevanja različnih deležnikov v pospeševanje trajnostnih preobrazb (Redman in Wiek, 2021) je bila naslovljena v 20 od skupno 65 člankov, vključenih v pričujočo študijo. Največ člankov (17 od skupno 20 člankov) je bilo povezanih z nepedagoškimi študijskimi programi, kjer so avtorji (Chen idr., 2020; Lasker idr., 2019; Summerton idr., 2019; Schwarzman in Buckley, 2019) izpostavili pomen sodelovanja različnih deležnikov in interdisciplinarni pristop pri naslavljanju ciljev trajnostnega razvoja prek zelene kemije. Slednje lahko okrepi povezovanje med sodelujočimi deležniki (npr. akademsko skupnostjo in deležniki iz industrije) ter razumevanje učečih o relevantnosti učenja vsebin zelene in trajnostne kemije. V zvezi z interpersonalno kompetenco so se Reye idr. (2023), Summerton idr. (2019) ter Schwarzman in Buckley (2019) pri učečih osredotočili na spodbujanje razvoja komunikacijskih spretnosti v povezavi z izražanjem kompleksnih naravoslovnih idej. Po drugi strani pa lahko iz pričujoče študije literature povzamemo, da je bil razvoj interpersonalne kompetence omenjen le v nekaj člankih, ki so naslavljali primarno in sekundarno izobraževanje (1 od skupno 24 člankov) in izobraževanje (prihodnjih) učiteljev (3 od skupno 24 člankov).

V veliko manjši meri od ostalih ključnih kompetenc je bila v preučevanih člankih naslovljena **intrapersonalna kompetenca** (3 od skupno 65 člankov). Redman in Wiek (2021) jo opredelita kot sposobnost izogibanja osebnim zdravstvenim težavam in izgorelosti pri izvajanju trajnostne preobrazbe z razvijanjem prilagodljivosti in odpornosti na stres, samoregulacijo, spoštovanja, empatije in skrbi za lastno identiteto ter čustva. Medtem ko je napredek v znanosti prispeval k boljši kakovosti življenja na nekaterih področjih, se na drugi strani, npr. z onesnaženjem okolja z različnimi snovmi, kažejo tudi negativni vplivi na zdravje ljudi in okolje. V članku, v katerem so Wang-Kin idr. (2022) naslovili intrapersonalno kompetenco za bolj trajnostno prihodnost, je bil izpostavljen pomen, ki ga imata trajnostna in zelena kemija za izboljšanje javnega zdravja oziroma spodbujanje zdravega staranja prebivalstva. Lasker in Brush (2019), Marcelino idr. (2019) ter Wang-Kin idr. (2022) v zvezi z razvijanjem intrapersonalne kompetence izpostavijo njeno povezanost s kompetenco systemskega razmišljanja, kar je pomembno za uspešno vključevanje zelene kemije v pedagoški proces. Čeprav je tudi ta kompetenca izjemno pomembna pri pospeševanju trajnostnih preobrazb, je žal pogosto spregledana.

Integracijska kompetenca, ki predstavlja sposobnost kolektivnega reševanja kompleksnih problemov za razvoj izvedljivih trajnostnih strategij in njihovega uspešnega izvajanja ob sodelovanju z drugimi ter hkrati skrbi zase (Redman in Wiek, 2021) je bila prepoznana v 11 od skupno 65 pregledanih člankov, od tega v 10 člankih povezanih z nepedagoškimi študijskimi programi in enim z izobraževanjem nepedagoških delavcev. Žal nismo zasledili nobenega članka, ki bi naslavljal integracijsko kompetenco na primarni ali sekundarni ravni izobraževanja in v izobraževanju (prihodnjih) učiteljev. V omenjenih člankih je bila izpostavljena integracijska kompetenca, predvsem kot prizadevanje za celostno razumevanje trajnostnih preobrazb prek povezovanja več kompetenc in njihove smiselne integracije. V zvezi z omenjenim so bili opisani konkretni primeri (Ginzburg idr., 2019; Lasker idr., 2019; O'Neil idr., 2021; Reyes idr., 2022) ali podani predlogi usmeritev (MacKellar idr., 2020; Saraf idr., 2023) za vključevanje zelene kemije v izobraževanje.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Namen pričujočega prispevka je bil sistematično pregledati relevantno literaturo na področju razvoja kompetenc za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem v obdobju zadnjih desetih let, saj v zvezi z omenjenim še nismo zasledili sistematičnega pregleda literature.

V pričujoči študiji se je za bistveno izkazalo, da je za pospeševanje trajnostnih preobrazb z zeleno kemijo potreben celostni pristop, ki zahteva razvoj in uporabo ključnih kompetenc tj. kompetenco systemskega razmišljanja, kompetenco razmišljanja o prihodnosti, kompetenco razmišljanja o vrednotah, kompetenco strateškega razmišljanja ter implementacijsko, interpersonalno, intrapersonalno in integracijsko kompetenco. Rezultati študije so pokazali, da so kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb v povezavi z zeleno kemijo in izobraževanjem najpogosteje obravnavane na terciarni ravni izobraževanja v okviru nepedagoških študijskih programov. Slednje nakazuje, da je v prihodnje treba več pozornosti nameniti obravnavi omenjenega področja tudi na primarni in sekundarni ravni izobraževanja kot tudi v izobraževanju prihodnjih in aktivnih učiteljev. Na ta način bi namreč lahko najbolj prispevali k pospeševanju uspešne implementacije trajnostnih preobrazb tudi v pedagoško prakso.

Med ključnimi kompetencami, za katere se je izkazalo, da so najpogosteje naslovljene v povezavi s trajnostnimi preobrazbami tj. kompetenca systemskega razmišljanja, kompetenca strateškega razmišljanja in implementacijska kompetenca, je smiselno v prihodnje izhajati iz analiziranih primerov dobrih praks njihovega vključevanja v izobraževalni proces ter razmisliti o vse pogostejšem načrtnem vpeljevanju razvoja teh kompetenc pri učencih in dijakih ob uporabi zanje prilagojenih pristopov.

Pri vseh deležnikih v izobraževalnem procesu bi bilo smiselno v prihodnje več razmislekov nameniti pomenu razvoja interpersonalne kompetence, kompetence razmišljanja o prihodnosti, kompetence o razmišljanju o vrednotah, integracijske kompetence in še posebej intrapersonalne kompetence. Za celostni pristop k trajnostnim preobrazbam je namreč ključno zastaviti celosten načrt za spodbujanje razvoja ključnih kompetenc pri učečih skozi celo izobraževalno vertikalo, pri čemer ni spregledana nobena izmed ključnih kompetenc.

Po pregledu literature lahko potrdimo, da je v člankih omenjenih veliko zanimivih idej in dobrih namer vključevanja zelene kemije v izobraževanje, žal pa se je za mnoge med njimi pri podrobnejšem branju izkazalo, da se izpostavljene ideje niso konkretno odražale v opisanih primerih implementacije v podporo trajnostnim preobrazbam v pedagoškem procesu. Tako lahko povzamemo, da je za učinkovitejše pospeševanje trajnostnih preobrazb treba tudi ozaveščati in spodbujati zavesten premik od načelnih razmislekov o možnostih k konkretizaciji implementacije zelene kemije v pedagoški proces z namenom pospeševanja trajnostnih preobrazb.

Literatura

Abraham, L. (2020). A green nucleophilic aromatic substitution reaction. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3810–3815. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00181>

- Armstrong, L. B., Rivas, M. C., Zhou, Z., Irie, L. M., Kerstiens, G. A., Robak, M. T., Douskey, M. C. in Baranger, A. M. (2019). Developing a green chemistry focused general chemistry laboratory curriculum: What do students understand and value about green chemistry?. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2410–2419. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00277>
- Aubrecht, K. B., Bourgeois, M., Brush, E. J., MacKellar, J. in Wissinger, J. E. (2019). Integrating green chemistry in the curriculum: Building student skills in systems thinking, safety, and sustainability. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2872–2880. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354>
- Bartolo, N. S., Azzopardi, L. M. in Serracino-Inglott, A. (2021). Pharmaceuticals and the environment. *Early Human Development*, 155, 105218. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2020.105218>
- Bezelj, P., Scheuch, M. in Torkar, G. (2020). Understanding of Sustainability and Education for Sustainable Development among Pre-Service Biology Teachers. *Sustainability*, 12(17), 6892. <http://dx.doi.org/10.3390/su12176892>
- Bianchi, G., Pisiotis, U. in Cabrera, M. (2023). *GreenComp: evropski okvir kompetenc za trajnostnost: poročilo skupnega raziskovalnega središča v okviru znanosti za politiko: prevod* (Spletna izd.). Zavod RS za šolstvo. <https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf>
- Blatti, J. L., Garcia, J., Cave, D., Monge, F., Cuccinello, A., Portillo, J., Juarez, B., Chan, E. in Schwebel, F. (2019). Systems thinking in science education and outreach toward a sustainable future. *Journal of chemical education*, 96(12), 2852–2862. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00318>
- Blonder, R. in Rosenfeld, S. (2019). Integrating the human element in the responsible research and innovation framework into systems thinking approaches for teachers' professional development. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2700–2703. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00387>
- Brundtland Commission (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press: Oxford
- Chen, M., Jeronen, E. in Wang, A. (2020). What lies behind teaching and learning green chemistry to promote sustainability education? A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7876. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217876>
- Chiu, W. K., Fong, B. Y. in Ho, W. Y. (2022). The importance of environmental sustainability for healthy ageing and the incorporation of systems thinking in education for a sustainable environment. *Asia Pacific Journal of Health Management*, 17(1), 84–89. <https://doi.org/10.24083/apjhm.v17i1.1589>
- Clarivate. (b. d.). <https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=J%20CHEM%20EDUC&year=2022&fromPage=%2Fjcr%2Fbrowse-journals>
- Collins, T. J. (2017). Review of the twenty-three year evolution of the first university course in green chemistry: teaching future leaders how to create sustainable societies. *Journal of Cleaner Production*, 140, 93–110. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.136>
- Cooper, P. D. in Walser, J. (2019). Total chemical footprint of an experiment: a systems thinking approach to teaching rovibrational spectroscopy. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2947–2951. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00405>

- Dicks, A. P., D'eon, J. C., Morra, B., Kutas Chisu, C., Quinlan, K. B. in Cannon, A. S. (2019). A systems thinking department: fostering a culture of green chemistry practice among students. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2836–2844. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00287>
- Dilip, M., Andreatta, J. R., VanKirk, G., Aninakwa, A. D. in Parker, V. (2023). Teaching green chemistry, sustainability ethics, and toxicity using nail polish removers. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 16(1), 2264322. <https://doi.org/10.1080/17518253.2023.2264322>
- Elbahri, M., Soliman, A., Yliniemi, K., Abdelaziz, R., Homaeigohar, S. in Zarie, E. S. (2018). Innovative education and active teaching with the Leidenfrost nanochemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(11), 1966–1974. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00973>
- European Commission, Directorate-General for Communication. (b. d.a). *Europe's Digital Decade: digital targets for 2030*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en
- European Commission, Directorate-General for Communication. (b. d.b). *Digital education initiatives*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/about-digital-education>
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (b. d.). *Green education initiatives*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/green-education/about-green-education>
- Flynn, A. B., Orgill, M., Ho, F. M., York, S., Matlin, S. A., Constable, D. J. in Mahaffy, P. G. (2019). Future directions for systems thinking in chemistry education: Putting the pieces together. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 3000–3005. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00637>
- Fors, P., Lennerfors, T. T. in Woodward, J. (2023). Case hacks in action: Examples from a case study on green chemistry in education for sustainable development. *Digital Chemical Engineering*, 9, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.dche.2023.100129>
- Ganarajan, S. in Ashok, K. (2021). Sprouting “sustainability” in chemical sciences curriculum. *Environment, Development and Sustainability*, 23(7), 11012–11024. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01102-4>
- Gawlik-Kobylińska, M., Walkowiak, W. in Maciejewski, P. (2020). Improvement of a sustainable world through the application of innovative didactic tools in green chemistry teaching: A review. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 916–924. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01038>
- Ginzburg, A. L., Check, C. E., Hovekamp, D. P., Sillin, A. N., Brett, J., Eshelman, H. in Hutchison, J. E. (2019). Experiential learning to promote systems thinking in chemistry: evaluating and designing sustainable products in a polymer immersion lab. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2863–2871. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00336>
- Gobbo, Ž. (2011). Izobraževanje za trajnostni razvoj – Slovenija. *Poročilo raziskave v okviru projekta “enjoined”*. Focus. <http://enjoined.edupolicy.net/index.php/en/publications.html>
- González-García, P. J., Marbà-Tallada, A. in Espinet, M. (2023). A model of curricular content for the educational reconstruction of Green Chemistry: the voice of Chilean science teachers and science education researchers. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(4), 1190–1203. <https://doi.org/10.1039/d3rp00063j>

- Grieger, K., Hill, B. in Leontyev, A. (2022). Exploring curriculum adoption of green and sustainable chemistry in undergraduate organic chemistry courses: results from a national survey in the United States. *Green Chemistry*, 24(22), 8770–8782. <https://doi.org/10.1039/d2gc02999e>
- Grigoryeva, M., Dmitrevskaya, I., Belopukhov, S. in Osipova, A. (2022). The Chemical Training of Agrarian Specialists: From the Chemicalization of Agriculture to Green Technologies. *Sustainability*, 14(13), 8062. <https://doi.org/10.3390/su14138062>
- Gron, L. U., Bradley, S. B., McKenzie, J. R., Shinn, S. E. in Teague, M. W. (2013). How to recognize success and failure: Practical assessment of an evolving, first-semester laboratory program using simple, outcome-based tools. *Journal of Chemical Education*, 90(6), 694–699. <https://doi.org/10.1021/ed200523w>
- Grosseck, G., Țîru, L. G. in Bran, R. A. (2019). Education for Sustainable Development: Evolution and Perspectives: A Bibliometric Review of Research, 1992–2018. *Sustainability*, 11, 6136. <https://doi.org/10.3390/su11216136>
- Hurst, G. A. (2020). Systems thinking approaches for international green chemistry education. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 21, 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.02.004>
- Hurst, G. A., Slootweg, J. C., Balu, A. M., Climent-Bellido, M. S., Gomera, A., Gomez, P., Luque, R., Mammino, L., Spanevello, R. A., Saito, K. in Ibanez, J. G. (2019). International perspectives on Green and sustainable chemistry education via systems thinking. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2794–2804. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00341>
- Hutchison, J. E. (2019). Systems thinking and green chemistry: Powerful levers for curricular change and adoption. *Journal of chemical education*, 96(12), 2777–2783. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00334>
- Jackson, A. in Hurst, G. A. (2021). Faculty perspectives regarding the integration of systems thinking into chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(4), 855–865. <https://doi.org/10.1039/d1rp00078k>
- Keen, C., Couture, S., Abd El Meseh, N. in Sevian, H. (2020). Connecting theory to life: Learning greener electrochemistry by taking apart a common battery. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 934–942. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00840>
- Kiwfo, K., Yeerum, C., Issarangkura Na Ayutthaya, P., Kesonkan, K., Suteerapataranon, S., Panitsupakamol, P., Chinwong, D., Paengnakorn, P., Chinwong, S., Kotchabhakdi, N., Saenjum, C., Vongboot, M. in Grudpan, K. (2021). Sustainable education with local-wisdom based natural reagent for green chemical analysis with a smart device: experiences in Thailand. *Sustainability*, 13(20), 11147. <https://doi.org/10.3390/su132011147>
- Knutson, C. M., Hilker, A. P., Tolstyka, Z. P., Anderson, C. B., Wilbon, P. A., Mathers, R. T., Wentzel, M. T., Perkins, A. L. in Wissinger, J. E. (2019). Dyeing to Degrade: A Bioplastics Experiment for College and High School Classrooms. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2565–2573. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00461>
- Lapanantnoppakhun, S., Tengjaroensakul, U., Mungkornasawakul, P., Puangpila, C., Kittiwachana, S., Saengtempiam, J. in Hartwell, S. K. (2019). Green analytical chemistry experiment: Quantitative analysis of iron in supplement tablets with vis spectrophotometry using tea extract as a chromogenic agent. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 207–214. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00530>

- Lasker, G. A. in Brush, E. J. (2019). Integrating social and environmental justice into the chemistry classroom: a chemist's toolbox. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 12(2), 168–177. <https://doi.org/10.1080/17518253.2019.1609602>
- Lasker, G. A., Mellor, K. E. in Simcox, N. J. (2019). Green chemistry & chemical stewardship certificate program: a novel, interdisciplinary approach to green chemistry and environmental health education. *Green chemistry letters and reviews*, 12(2), 178–186. <https://doi.org/10.1080/17518253.2019.1609601>
- Lees, M., Wentzel, M. T., Clark, J. H. in Hurst, G. A. (2020). Green Tycoon: A mobile application game to introduce biorefining principles in green chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 2014–2019. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00363>
- Li, Y., Chen, C., Ye, M. in Imbault, A. L. (2022). Methanation of Synthesis Gas to Produce Methane: A Hands-On Catalysis Experiment. *Journal of Chemical Education*, 99(3), 1448–1453. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00957>
- Linkwitz, M. in Eilks, I. (2022). An Action Research Teacher's Journey while Integrating Green Chemistry into the High School Chemistry Curriculum. *Sustainability*, 14(17), 10621. <https://doi.org/10.3390/su141710621>
- MacKellar, J. J., Constable, D. J., Kirchoff, M. M., Hutchison, J. E. in Beckman, E. (2020). Toward a green and sustainable chemistry education road map. *Journal of Chemical Education*, 97(8), 2104–2113. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00288>
- Mahaffy, P. G., Matlin, S. A., Whalen, J. M. in Holme, T. A. (2019). Integrating the molecular basis of sustainability into general chemistry through systems thinking. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2730–2741. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00390>
- Mahaffy, P. G., Ho, F. M., Haack, J. A. in Brush, E. J. (2019). Can chemistry be a central science without systems thinking?. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2679–2681. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00991>
- Mammino, L. (2019). Roles of systems thinking within green chemistry education: reflections from identified challenges in a disadvantaged context. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2881–2887. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00302>
- Marcelino, L., Sjöström, J. in Marques, C. A. (2019). Socio-problematization of green chemistry: Enriching systems thinking and social sustainability by education. *Sustainability*, 11(24), 7123. <https://doi.org/10.3390/su11247123>
- Marques, C. A., Marcelino, L. V., Dias, É. D., Rüntzel, P. L., Souza, L. C. A. B. in Machado, A. (2021). Green chemistry teaching for sustainability in papers published by the Journal of Chemical Education. *Química Nova*, 43, 1510–1521. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170612>
- Miller, J. L., Wentzel, M. T., Clark, J. H. in Hurst, G. A. (2019). Green machine: A card game introducing students to systems thinking in green chemistry by strategizing the creation of a recycling plant. *Journal of chemical education*, 96(12), 3006–3013. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00278>
- Ministrstvo za šolstvo in šport (2007). *Smernice vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj od predšolske vzgoje do univerzitetnega izobraževanja*. MIZŠ
- Murcia, J. E., Martinez, S., Martins, V., Herrera, D., Buitrago, C., Velasquez, A., Ruiz, F. in Torres, M. (2023). Risk assessment and green chemistry applied to waste generated in university laboratories. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15900>

- Nevin, E. (2008). Education and sustainable development. *Policy & Practice: A Development Education Review*, 6, 49–62.
- O'Neil, N. J., Scott, S., Relph, R. in Ponnusamy, E. (2020). Approaches to incorporating green chemistry and safety into laboratory culture. *Journal of chemical education*, 98(1), 84–91. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00134>
- OECD (2022). *Trends Shaping Education 2022*. <https://doi.org/10.1787/6ae8771a-en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... in Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906>
- Pagliaro, M. (2021). «Catalysis: A unified approach»: A new course in catalysis science and technology. *Journal of Flow Chemistry*, 11, 53–58. <https://doi.org/10.1007/s41981-020-00100-x>
- Parker, A., Noronha, E. in Bongers, A. (2023). Beyond the Deficit Model: Organic Chemistry Educators' Beliefs and Practices about Teaching Green and Sustainable Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1728–1738. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00780>
- Paschalidou, K., Salta, K. in Koulougliotis, D. (2022). Exploring the connections between systems thinking and green chemistry in the context of chemistry education: A scoping review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 29, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100788>
- Perosa, A., Gonella, F. in Spagnolo, S. (2019). Systems thinking: adopting an emergy perspective as a tool for teaching green chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2784–2793. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00377>
- Pfab, E., Filiciotto, L. in Luque, R. (2019). The dark side of biomass valorization: a laboratory experiment to understand humin formation, catalysis, and green chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 3030–3037. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00410>
- Redclift, M. (2005). Sustainable development (1987–2005): an oxymoron comes of age. *Sustainable development*, 13(4), 212–227.
- Redhana, I. W. in Suardana, I. N. (2021). Green Chemistry Practicums at Chemical Equilibrium Shift to Enhance Students' Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(1), 691–708. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14142a>
- Redman, A. in Wiek, A. (2021). *Competencies for Advancing Transformations Towards Sustainability*. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.785163>
- Rendón-Castrillón, L., Ramírez-Carmona, M. in Ocampo-López, C. (2023). Training strategies from the undergraduate degree in chemical engineering focused on bioprocesses using PBL in the last decade. *Education for Chemical Engineers*, 44, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.05.008>
- Reyes, K. M., Bruce, K. in Shetranjiwalla, S. (2022). Green Chemistry, Life Cycle Assessment, and Systems Thinking: An Integrated Comparative-Complementary Chemical Decision-Making Approach. *Journal of Chemical Education*, 100(1), 209–220. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00647>

- Saraf, M., Roy, M. A., Yarur Villanueva, F., Kundu, A., Tran, H. V., Ghosh, M., Ezenwa, S., Gastelu, G., Prebihalo, E. A., Cala, L. J., Cleary, S. R., Devineni, G., Lee, G. A., Umenweke, G. C., Koby, R. F., Nixon, R., Voutchkova, A. in Moores, A. (2023). Perspectives from the 2022 Cohort of the American Chemical Society Summer School on Green Chemistry & Sustainable Energy. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(38), 13822–13835. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c02935>
- Schwarzman, M. R. in Buckley, H. L. (2019). Not just an academic exercise: systems thinking applied to designing safer alternatives. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2984–2992. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00345>
- Sharma, R. K., Yadav, S., Gupta, R. in Arora, G. (2019). Synthesis of magnetic nanoparticles using potato extract for dye degradation: A green chemistry experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 3038–3044. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00384>
- Sjöström, J., Eilks, I. in Zuin, V. G. (2016). Towards eco-reflexive science education: A critical reflection about educational implications of green chemistry. *Science & Education*, 25, 321–341. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9818-6>
- Summerton, L., Clark, J. H., Hurst, G. A., Ball, P. D., Rylott, E. L., Carslaw, N., Creasey, J., Murray, J., Whitford, J., Dobson, B., Sneddon, H. F., Ross, J., Metcalf, P. in McElroy, C. R. (2019). Industry-informed workshops to develop graduate skill sets in the circular economy using systems thinking. *Journal of chemical education*, 96(12), 2959–2967. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00257>
- Timmer, B. J., Schaufelberger, F., Hammarberg, D., Franzén, J., Ramström, O. in Dinér, P. (2018). Simple and effective integration of green chemistry and sustainability education into an existing organic chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 95(8), 1301–1306. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00720>
- Tomislav, K. (2018). The concept of sustainable development: From its beginning to the contemporary issues. *Zagreb International Review of Economics & Business*, 21(1), 67–94.
- United Nations (UN) (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development*.
- United Nations (UN) (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- United Nations World Commission on Environment and Development (UNWDED). (1987). »Our Common Future (The Brundtland Report)«, *United Nations World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.
- Vogelzang, J., Admiraal, W. F. in van Driel, J. H. (2020). Effects of Scrum methodology on students' critical scientific literacy: the case of Green Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 940–952. <https://doi.org/10.1039/d0rp00066c>
- Vogelzang, J., Admiraal, W. F. in van Driel, J. H. (2021). Scrum methodology in context-based secondary chemistry classes: effects on students' achievement and on students' perceptions of affective and metacognitive dimensions of their learning. *Instructional science*, 49(5), 719–746. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09554-5>
- Wiek, A., Withycombe, L. in Redman, C. L. (2011). Key Competencies in Sustainability: a Reference Framework for Academic Program Development. *Sustainability Science*, 6, 203–218.

- Yeerum, C., Issarangkura Na Ayutthaya, P., Kesonkan, K., Kiwfo, K., Suteerapataranon, S., Panitsupakamol, P., Paengnakorn, P., Chinwong, D., Chinwong, S., Saenjum, C., Vongboot, M. in Grudpan, K. (2022). Lab-at-Home: Hands-On Green Analytical Chemistry Laboratory for New Normal Experimentation. *Sustainability*, 14(6), 3314. <https://doi.org/10.3390/su14063314>
- Zhang, S., Xu, R., Zhu, H., Kern, R. E., Spillman, M. G., Chen, E. S., Deng, Y. X., Shen, S., Kwag, S., Clayton, E. A., Mendelsohn, M. M., Ozturk, A. N., Burnham, A. E., Erlinger, G. M., Pederson, J. P., Gelbaum, C., Liotta, C. L. in Pollet, P. (2020). Reaction of Diphenyldiazomethane with Benzoic Acids in Batch and Continuous Flow. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 469–477. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01044>
- Zidny, R. in Eilks, I. (2022). Learning about pesticide use adapted from ethnoscience as a contribution to green and sustainable chemistry education. *Education Sciences*, 12(4), 227. <https://doi.org/10.3390/educsci12040227>
- Zowada, C., Frerichs, N., Zuin, V. G. in Eilks, I. (2020). Developing a lesson plan on conventional and green pesticides in chemistry education—a project of participatory action research. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 141–153. <https://doi.org/10.1039/c9rp00128j>
- Zuin, V. G., Eilks, I., Elschami, M. in Kümmerer, K. (2021). Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability. *Green Chemistry*, 23(4), 1594–1608. <https://doi.org/10.1039/d0gc03313h>
- Zuin, V. G., Segatto, M. L., Zandonai, D. P., Grosseli, G. M., Stahl, A., Zanotti, K. in Andrade, R. S. (2019). Integrating Green and Sustainable Chemistry into Undergraduate Teaching Laboratories: closing and assessing the loop on the basis of a citrus biorefinery approach for the biocircular economy in Brazil. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2975–2983. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00286>

Priloge in opombe

Priloga 1: Seznam člankov, vključenih v analizo sistematičnega pregleda literature.

Koda	Avtor(ji)	Naslov	Leto objave	Ime revije in število citatov v Web of Science in Scopus (do 1. 2. 2024)
E1	Abraham, L.	A Green Nucleophilic Aromatic Substitution Reaction	2020	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 5 Št. cit. Scopus: /
E2	Knutson, C. M., Hilker, A. P., Tolstyka, Z. P., Anderson, C. B., Wilbon, P. A., Mathers, R. T., Wentzel, M. T., Perkins, A. L., Wissinger, J. E.	Dyeing to Degrade: A Bioplastics Experiment for College and High School Classrooms	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 11 Št. cit. Scopus: /
E3	Lapanantnoppakhun, S., Tengjaroensakul, U., Mungkornasawakul, P., Puangpila, C., Kittiwachana, S., Saengtempiam, J., Hartwell, S. K.	Green Analytical Chemistry Experiment: Quantitative Analysis of Iron in Supplement Tablets with Vis Spectrophotometry Using Tea Extract as a Chromogenic Agent	2020	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 11 Št. cit. Scopus: /
E4	Redhana, I. W., Suardana, I. N.	Green Chemistry Practicums at Chemical Equilibrium Shift to Enhance Students' Learning Outcomes	2021	International Journal of Instruction Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /
E5	Hutchison, J. E.	Systems Thinking and Green Chemistry: Powerful Levers for Curricular Change and Adoption	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 19 Št. cit. Scopus: /
E6	Perosa, A., Gonella, F., Spagnolo, S.	Systems Thinking: Adopting an Emery Perspective as a Tool for Teaching Green Chemistry	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 11 Št. cit. Scopus: /
E7	Pfab, E., Filicetto, L., Luque, R.	The Dark Side of Biomass Valorization: A Laboratory Experiment to Understand Humic Formation, Catalysis, and Green Chemistry	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 18 Št. cit. Scopus: /
E8	Cooper, P. D., Walser, J.	Total Chemical Footprint of an Experiment: A Systems Thinking Approach to Teaching Raman Spectroscopy	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 6 Št. cit. Scopus: /
S1	Ganarajan S., Ashok K.	Sprouting "sustainability" in chemical sciences curriculum	2021	Environment, Development and Sustainability Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /

Razvijanje veščin 21. stoletja

S2	Hurst G.A.	Systems thinking approaches for international green chemistry education	2020	Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: 31
W1	Pagliari, M.	«Catalysis: a unified approach»: a new course in catalysis science and technology	2021	Journal of Flow Chemistry Št. cit. WoS: 8 Št. cit. Scopus: 9
W2	González-García, P. J., Marbá-Tallada, A., Espinet, M.	A model of curricular content for the educational reconstruction of Green Chemistry: the voice of Chilean science teachers and science education researchers	2023	Chemistry Education Research and Practice Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /
W3	Dicks, A. P., D'eon, J. C., Morra, B., Chisu, C. K., Quinlan, K. B., Cannon, A. S.	A Systems Thinking Department: Fostering a Culture of Green Chemistry Practice among Students	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 23 Št. cit. Scopus: 23
W4	Linkwitz, M., Eilks, I.	An Action Research Teacher's Journey while Integrating Green Chemistry into the High School Chemistry Curriculum	2022	Sustainability Št. cit. WoS: 1 Št. cit. Scopus: /
W5	O'Neil, N. J., Scott, S., Relph, R., Ponnusamy, E.	Approaches to Incorporating Green Chemistry and Safety into Laboratory Culture	2021	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 19 Št. cit. Scopus: 23
W6	Parker, A., Noronha, E., Bongers, A.	Beyond the Deficit Model: Organic Chemistry Educators' Beliefs and Practices about Teaching Green and Sustainable Chemistry	2023	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /
W7	Fors, P., Lennerfors, T. T., Woodward, J.	Case hacks in action: Examples from a case study on green chemistry in education for sustainable development	2023	Digital Chemical Engineering Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: 1
W8	Keen, C., Couture, S., Meseh, N. A., Sevia, H.	Connecting Theory to Life: Learning Greener Electrochemistry by Taking Apart a Common Battery	2020	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 5 Št. cit. Scopus: /
W9	Armstrong, L. B., Rivas, M. C., Zhou, Z. Y., Irie, L. M., Kerstiens, G. A., Robak, M. T., Douskey, M. C., Baranger, A. M.	Developing a Green Chemistry Focused General Chemistry Laboratory Curriculum: What Do Students Understand and Value about Green Chemistry?	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 31 Št. cit. Scopus: 31
W10	Zowada, C., Frerichs, N., Zuin, V. G., Eilks, I.	Developing a lesson plan on conventional and green pesticides in chemistry education - a project of participatory action research	2020	Chemistry Education Research and Practice Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /
W11	Zuin, V. G., Eilks, I., Elschami, M., Kummerer, K.	Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability	2021	Green Chemistry Št. cit. WoS: 71 Št. cit. Scopus: /

Razvijanje veščin 21. stoletja

W12	Vogelzang, J., Admiraal, W. F., van Driel, J. H.	Effects of Scrum methodology on students' critical scientific literacy: the case of Green Chemistry	2020	Chemistry Education Research and Practice Št. cit. WoS: 9 Št. cit. Scopus: /
W13	Ginzburg, A. L., Check, C. E., Hovekamp, D. P., Sillin, A. N., Brett, J., Eshelman, H., Hutchison, J. E.	Experiential Learning To Promote Systems Thinking in Chemistry: Evaluating and Designing Sustainable Products in a Polymer Immersion Lab	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 13 Št. cit. Scopus: 17
W14	Grieger, K., Hill, B., Leontyev, A.	Exploring curriculum adoption of green and sustainable chemistry in undergraduate organic chemistry courses: results from a national survey in the United States	2022	Green Chemistry Št. cit. WoS: 3 Št. cit. Scopus: /
W15	Paschalidou, K., Salta, K., Koulougliotis, D.	Exploring the connections between systems thinking and green chemistry in the context of chemistry education: A scoping review	2022	Sustainable Chemistry and Pharmacy Št. cit. WoS: 5 Št. cit. Scopus: 5
W16	Jackson, A., Hurst, G. A.	Faculty perspectives regarding the integration of systems thinking into chemistry education	2021	Chemistry Education Research and Practice Št. cit. WoS: 14 Št. cit. Scopus: /
W17	Flynn, A. B., Orgill, M., Ho, F. M., York, S., Matlin, S. A., Constable, D. J. C., Mahaffy, P.	Future Directions for Systems Thinking in Chemistry Education: Putting the Pieces Together	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 25 Št. cit. Scopus: 28
W18	Lasker, G. A., Mellor, K. E., Simcox, N. J.	Green chemistry & chemical stewardship certificate program: a novel, interdisciplinary approach to green chemistry and environmental health education	2019	Green Chemistry Letters and Reviews Št. cit. WoS: 4 Št. cit. Scopus: /
W19	Marques, C. A., Marcelino, L. V., Dias, É. D. S., Rüntzel, P. L., Souza, L. C. A. B., Machado, A.	Green Chemistry Teaching for Sustainability in Papers Published by the Journal of Chemical Education	2020	Quimica Nova Št. cit. WoS: 8 Št. cit. Scopus: /
W20	Reyes, K. M. D., Bruce, K., Shetranjiwalla, S.	Green Chemistry, Life Cycle Assessment, and Systems Thinking: An Integrated Comparative-Complementary Chemical Decision-Making Approach	2022	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 6 Št. cit. Scopus: 7
W21	Miller, J. L., Wentzel, M. T., Clark, J. H., Hurst, G. A.	Green Machine: A Card Game Introducing Students to Systems Thinking in Green Chemistry by Strategizing the Creation of a Recycling Plant	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 26 Št. cit. Scopus: 28
W22	Lees, M., Wentzel, M. T., Clark, J. H., Hurst, G. A.	Green Tycoon: A Mobile Application Game to Introduce	2020	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 11

Razvijanje veščin 21. stoletja

		Biorefining Principles in Green Chemistry		Št. cit. Scopus: 12
W23	Gron, L. U., Bradley, S. B., McKenzie, J. R., Shinn, S. E., Teague, M. W.	How To Recognize Success and Failure: Practical Assessment of an Evolving, First-Semester Laboratory Program Using Simple, Outcome-Based Tools	2013	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 9 Št. cit. Scopus: /
W24	Gawlik-Kobylińska, M., Walkowiak, W., Maciejewski, P.	Improvement of a Sustainable World through the Application of Innovative Didactic Tools in Green Chemistry Teaching: A Review	2020	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 10 Št. cit. Scopus: 11
W25	Summerton, L., Clark, J. H., Hurst, G. A., Ball, P. D., Rylott, E. L., Carslaw, N., Creasey, J., Murray, J., Whitford, J., Dobson, B., Sneddon, H. F., Ross, J., Metcalf, P., McElroy, C. R.	Industry-Informed Workshops to Develop Graduate Skill Sets in the Circular Economy Using Systems Thinking	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 14 Št. cit. Scopus: 17
W26	Elbahri, M., Soliman, A., Yliniemi, K., Abdelaziz, R., Homaeigohar, S., Zarie, E. S.	Innovative Education and Active Teaching with the Leidenfrost Nanochemistry	2018	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 11 Št. cit. Scopus: 13
W27	Zuin, V. G., Segatto, M. L., Zandonai, D. P., Grosseli, G. M., Stahl, A., Zanotti, K., Andrade, R. S.	Integrating Green and Sustainable Chemistry into Undergraduate Teaching Laboratories: Closing and Assessing the Loop on the Basis of a Citrus Biorefinery Approach for the Biocircular Economy in Brazil	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 18 Št. cit. Scopus: 21
W28	Aubrecht, K. B., Bourgeois, M., Brush, E. J., MacKellar, J., Wissinger, J. E.	Integrating Green Chemistry in the Curriculum: Building Student Skills in Systems Thinking, Safety, and Sustainability	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 42 Št. cit. Scopus: /
W29	Lasker, G. A., Brush, E. J.	Integrating social and environmental justice into the chemistry classroom: a chemist's toolbox	2019	Green Chemistry Letters and Reviews Št. cit. WoS: 14 Št. cit. Scopus: /
W30	Blonder, R., Rosenfeld, S.	Integrating the Human Element in the Responsible Research and Innovation Framework into Systems Thinking Approaches for Teachers' Professional Development	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 2 Št. cit. Scopus: /
W31	Mahaffy, P. G., Matlin, S. A., Whalen, J. M., Holme, T. A.	Integrating the Molecular Basis of Sustainability into General Chemistry through Systems Thinking	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 50 Št. cit. Scopus: 56

Razvijanje veščin 21. stoletja

W32	Hurst, G. A., Slootweg, J. C., Balu, A. M., Climent-Bellido, M. S., Gomera, A., Gomez, P., Luque, R., Mammino, L., Spanevello, R. A., Saito, K., Ibanez, J. G.	International Perspectives on Green and Sustainable Chemistry Education via Systems Thinking	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 23 Št. cit. Scopus: /
W33	Zidny, R; Eilks, I	Learning about Pesticide Use Adapted from Ethnoscience as a Contribution to Green and Sustainable Chemistry Education	2022	Education Sciences Št. cit. WoS: 3 Št. cit. Scopus: 8
W34	Li, Y. H., Chen, C. X., Ye, M. L., Imbault, A. L.	Methanation of Synthesis Gas to Produce Methane: A Hands-On Catalysis Experiment	2022	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 1 Št. cit. Scopus: /
W35	Schwarzman, M. R., Buckley, H. L.	Not Just an Academic Exercise: Systems Thinking Applied to Designing Safer Alternatives	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 7 Št. cit. Scopus: 10
W36	Saraf, M., Roy, M. A., Villanueva, F. Y., Kundu, A., Tran, H. V., Ghosh, M., Ezenwa, S., Gastelu, G., Prebihalo, E. A., Cala, L. J., Cleary, S. R., Devineni, G., Lee, G. A., Umenweke, G. C., Koby, R. F., Nixon, R., Voutchkova, A., Moores, A.	Perspectives from the 2022 Cohort of the American Chemical Society Summer School on Green Chemistry & Sustainable Energy	2023	ACS Sustainable Chemistry & Engineering Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /
W37	Zhang, S. H., Xu, R., Zhu, H., Kern, R. E. B., Spillman, M. G., Chen, E. S., Deng, Y. X., Shen, S., Kwag, S., Clayton, E. A., Mendelsohn, M. M., Ozturk, A. N., Burnham, A. E., Erlinger, G. M., Pederson, J. P., Gelbaum, C., Liotta, C. L., Pollet, P.	Reaction of Diphenyldiazomethane with Benzoic Acids in Batch and Continuous Flow	2021	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 1 Št. cit. Scopus: /
W38	Collins, T. J.	Review of the twenty-three year evolution of the first university course in green chemistry: teaching future leaders how to create sustainable societies	2017	Journal of Cleaner Production Št. cit. WoS: 41 Št. cit. Scopus: /
W39	Mammino, L.	Roles of Systems Thinking within Green Chemistry Education: Reflections from Identified Challenges in a Disadvantaged Context	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 7 Št. cit. Scopus: /

Razvijanje veščin 21. stoletja

W40	Vogelzang, J., Admiraal, W. F., van Driel, J. H.	Scrum methodology in context-based secondary chemistry classes: effects on students' achievement and on students' perceptions of affective and metacognitive dimensions of their learning	2021	Instructional Science Št. cit. WoS: 4 Št. cit. Scopus: /
W41	Timmer, B. J. J., Schaufelberger, F., Hammarberg, D., Franzén, J., Ramström, O., Dinér, P.	Simple and Effective Integration of Green Chemistry and Sustainability Education into an Existing Organic Chemistry Course	2018	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 30 Št. cit. Scopus: /
W42	Marcelino, L., Sjöström, J., Marques, C. A.	Socio-Problematization of Green Chemistry: Enriching Systems Thinking and Social Sustainability by Education	2019	Sustainability Št. cit. WoS: 10 Št. cit. Scopus: /
W43	Kiwfo, K., Yeerum, C., Ayutthaya, P. I. N., Kesonkan, K., Suteerapataranon, S., Panitsupakamol, P., Chinwong, D., Paengnakorn, P., Chinwong, S., Kotchabhakdi, N., Saenjum, C., Vongboot, M., Grudpan, K.	Sustainable Education with Local-Wisdom Based Natural Reagent for Green Chemical Analysis with a Smart Device: Experiences in Thailand	2021	Sustainability Št. cit. WoS: 3 Št. cit. Scopus: /
W44	Sharma, R. K., Yadav, S., Gupta, R., Arora, G.	Synthesis of Magnetic Nanoparticles Using Potato Extract for Dye Degradation: A Green Chemistry Experiment	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 23 Št. cit. Scopus: 31
W45	Blatti, J. L., Garcia, J., Cave, D., Monge, F., Cuccinello, A., Portillo, J., Juarez, B., Chan, E., Schwebel, F.	Systems Thinking in Science Education and Outreach toward a Sustainable Future	2019	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 22 Št. cit. Scopus: 28
W46	Dilip, M., Andreatta, J. R., Vankirk, G., Aninakwa, A. D., Parker, V.	Teaching green chemistry, sustainability ethics, and toxicity using nail polish removers	2023	Green Chemistry Letters and Reviews Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /
W47	Grigoryeva, M., Dmitrevskaya, I., Belopukhov, S., Osipova, A.	The Chemical Training of Agrarian Specialists: From the Chemicalization of Agriculture to Green Technologies	2022	Sustainability Št. cit. WoS: 2 Št. cit. Scopus: /
W48	Chiu, W. K., Fong, B. Y. F., Ho, W. Y.	The Importance of Environmental Sustainability for Healthy Ageing and the Incorporation of Systems Thinking in Education for a Sustainable Environment	2022	Asia Pacific Journal of Health Management Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: 1
W49	MacKellar, J. J., Constable, D. J. C., Kirchhoff, M. M., Hutchison, J. E., Beckman, E..	Toward a Green and Sustainable Chemistry Education Road Map	2020	Journal of Chemical Education Št. cit. WoS: 20 Št. cit. Scopus: /

Razvijanje veščin 21. stoletja

W50	Sjöström, J., Eilks, I., Zuin, V. G.	Towards Eco-reflexive Science Education A Critical Reflection About Educational Implications of Green Chemistry	2016	Science & Education Št. cit. WoS: 50 Št. cit. Scopus: /
W51	Rendón-Castrillón, L., Ramírez-Carmona, M., Ocampo-López, C.	Training strategies from the undergraduate degree in chemical engineering focused on bioprocesses using PBL in the last decade	2023	Education for Chemical Engineers Št. cit. WoS: 1 Št. cit. Scopus: /
W52	Chen, M. A., Jeronen, E., Wang, A. M.	What Lies Behind Teaching and Learning Green Chemistry to Promote Sustainability Education? A Literature Review	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health Št. cit. WoS: 8 Št. cit. Scopus: 14
W53	Yeerum, C., Ayutthaya, P. I. N., Kesonkan, K., Kiwfo, K., Suteerapataranon, S., Panitsupakamol, P., Paengnakorn, P., Chinwong, D., Chinwong, S., Saenjum, C., Vongboot, M., Grudpan, K.	Lab-at-Home: Hands-On Green Analytical Chemistry Laboratory for New Normal Experimentation	2022	Sustainability Št. cit. WoS: 7 Št. cit. Scopus: /
W54	Bartolo, N. S., Azzopardi, L. M., Serracino-Inglott, A.	Pharmaceuticals and the environment	2021	Early Human Development Št. cit. WoS: 11 Št. cit. Scopus: 13
W55	Murcia, J. E., Martinez, S., Martins, V., Herrera, D., Buitrago, C., Velasquez, A., Ruiz, F., Torres, M.	Risk assessment and green chemistry applied to waste generated in university laboratories	2023	Heliyon Št. cit. WoS: / Št. cit. Scopus: /

POZNAVANJE OSNOVNIH POJMOV KEMIJE OKOLJA KOT OSNOVA RAZVOJA KOMPETENC RAVNANJA V SKLADU S CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

UNDERSTANDING THE BASIC CONCEPTS OF ENVIRONMENTAL CHEMISTRY AS THE FOUNDATION FOR DEVELOPING COMPETENCIES IN ALIGNMENT WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Iztok Devetak in Luka Ribič

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Trajnostni razvoj je pomemben vidik razvoja družbe, ki se še posebej v svojem naravoslovnem delu osredotoča na probleme, povezane z okoljem. Kemija okolja pa se ukvarja s kemijskimi procesi v okolju, ki se zaradi antropogenih dejavnosti spreminjajo. Da lahko razumemo posledice takega spreminjanja, moramo razumeti osnovne procese v vseh sferah Zemlje. Namen tega poglavja je prikaz pomena razumevanja nekaterih osnovnih pojmov okoljske kemije s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemijskega kroženja snovi na Zemlji. Skupno je v štirih raziskavah sodelovalo 2509 štirinajstletnikov. Razumevanje pojmov kemije okolja je bilo preverjeno s preizkusi znanja, ki so vsebovali tridelne naloge izbirnega tipa. Rezultati kažejo, da je razumevanje izbranih pojmov kemije okolja pri osnovnošolcih približno ustrezno, najslabše pa je razumevanje bio- in geokemijskega kroženja snovi. Individualni interes učencev za učenje teh vsebin je prav tako povprečno, se pa kažejo značilne razlike v doseženem številu točk pri preizkusih znanja in različno ravno individualnega interesa. Tisti učenci, ki imajo višje ravni individualnega interesa, izkazujejo tudi boljše razumevanje specifičnih kemijskih pojmov. Zaključiti je mogoče, da je treba okrepiti poučevanje o pojmi kemije okolja, če bomo želeli spremeniti odnos učencev in kasneje odraslih državljanov do okolja in s tem omogočiti podlago za boljši trajnostni razvoj družbe.

Ključne besede: cilji trajnostnega razvoja, kemija okolja, litosfera, hidrosfera, atmosfera, bio-geo-kemijsko kroženje snovi, osnovnošolci, razumevanje kemijskih pojmov.

Abstract

Sustainable development is an important aspect of societal progress, particularly focusing, in its scientific aspect, on issues related to the environment. Environmental chemistry deals with chemical processes in the environment that are changing due to anthropogenic activities. To understand the consequences of such changes, one must grasp the fundamental processes in all spheres of the Earth. The purpose of this chapter is to illustrate the importance of understanding specific basic concepts of environmental chemistry in the fields of lithosphere, atmosphere, hydrosphere, and bio-geo-chemical cycling of substances on Earth. A total of 2509 fourteen-year-olds participated in the four studies. Understanding of environmental chemistry concepts was assessed through knowledge tests comprising three-tier multiple-choice tasks. The results indicate that the understanding of selected environmental

chemistry concepts among elementary school students is roughly adequate, with the weakest understanding observed in bio-geo-chemical cycling of substances. The individual interest of students in learning these contents is also average, but significant differences are apparent in the achievements on knowledge tests and the level of individual interest. Students with higher levels of individual interest also demonstrate better understanding of specific chemical concepts. In conclusion, it is necessary to strengthen teaching about environmental chemistry concepts if we are to change the attitude of students and later adult citizens towards the environment and thus provide a basis for better sustainable development of society.

Keywords: Sustainable development goals, environmental chemistry, lithosphere, hydrosphere, atmosphere, bio-geo-chemical cycling of substances, lower secondary school students, understanding of chemical concepts.

Uvod

Veščine 21. stoletja so skupek znanj, spretnosti in lastnosti (kar zajema tudi odnos do specifičnega področja), ki so ključne za uspeh posameznikov v sodobni družbi, ki se hitro spreminja. Te veščine so pomembne tako za poklicno delovanje posameznika kot tudi v življenju izven službenega časa in se velikokrat definirajo tudi kot kompetence posameznika, ki so opredeljene s kompetenčnim profilom določenega poklicnega področja. Kompetence tako obsegajo sposobnosti: (1) za učenje: (a. *deklarativno in proceduralno znanje specifičnega področja*; b. *samoregulacijo delovanja na specifičnem področju*; c. *kritično mišljenje*; č. *reševanje problemov*; d. *kreativnost in inovativnost*; e. *sodelovanje*; f. *komunikacija in g. metakognicija*); (2) za doseganje pismenosti: (a. *uporaba digitalnih orodij*; b. *razumevanje novic medijev*; c. *kritično vrednotenje informacij*; č. *implementacija ciljev trajnostnega razvoja*); (3) za življenje: (a. *fleksibilnost*; b. *vodenje*; c. *izražanje pobud*; č. *produktivnost* in d. *socialne interakcije*).

Kompetence za 21. stoletje zajemajo torej različna področja, to poglavje pa se omejuje le na nekatere kompetence, ki so posredno povezane z implementacijo ciljev trajnostnega razvoja in imajo osnovo v kompetencah učenja ter se odražajo v kompetencah za življenje. Implementacija ciljev trajnostnega razvoja je možna takrat, ko ima posameznik, ki je predstavnik neke družbe do ustrezne ravni razvitih dovolj kompetenc, da ravna v skladu s temi cilji.

Cilji trajnostnega razvoja (SDGs) so mednarodni dogovor, ki ga je septembra 2015 sprejela Organizacija združenih narodov (OZN) za spodbujanje trajnostnega razvoja. Veljajo do leta 2030. Ti cilji predstavljajo globalni okvir za ukrepanje proti revščini, zaščiti planeta in zagotavljanju, če bi bili implementirani, da bi vsi ljudje uživali mir in blaginjo. Cilji trajnostnega razvoja vključujejo 17 vsebinsko širokih ciljev s podcilji, ki zajemajo številna področja, kot so: (1) Odprava revščine; (2) Odprava lakote; (3) Zdravje in dobro počutje; (4) Kakovostno izobraževanje; (5) Enakost spolov; (6) Čista voda in sanitarna ureditev; (7) Cenovno dostopna in čista energija; (8) Dostojno delo in gospodarska rast; (9) Industrija, inovacije in infrastruktura; (10) Zmanjšanje neenakosti; (11) Trajnostna mesta in skupnosti; (12) Odgovorna proizvodnja in poraba; (13) Podnebni ukrepi; (14) Življenje v vodi; (15) Življenje na kopnem; (16) Mir, pravičnost in močne institucije in (17) Partnerstva za doseganje ciljev.

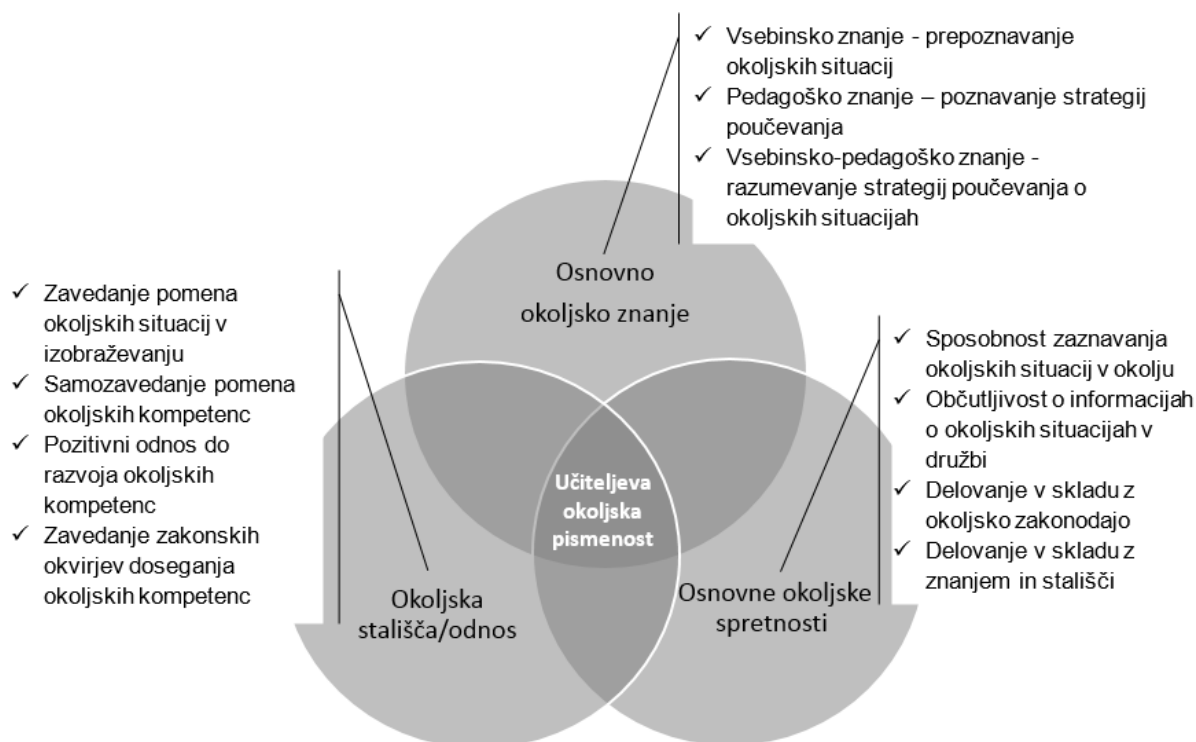
Ti cilji so medsebojno povezani in usmerjeni k doseganju bolj trajnostnega, vključujočega in pravičnega sveta. Organizacije, vlade in posamezniki pa naj bi sodelovali pri prizadevanjih za uresničevanje teh ciljev na lokalni, nacionalni in globalni ravni (Ministrstvo za kohezijo in regionalni razvoj Republik Slovenije, 2023).

To poglavje se navezuje le na nekatere cilje trajnostnega razvoja, ki so povezani s skrbjo za Zemljo, ki nudi okolje, primerno za življenje tako vseh organizmov tudi človeka. V primeru, da tega okolja ne bomo ohranili takega, ki bi še omogočalo življenje, bodo organizmi, če se ne bodo prilagodili na nove okoljske pogoje, izumrli. V skladu s tem moramo slediti ciljem trajnostnega razvoja, predvsem tistim, ki so povezani s skrbjo za življenjsko okolje, kar pa lahko družba in posamezniki v njej dosežejo le, če imajo razvite ustrezne okoljske kompetence. Te omogoča razvijati v formalnem in neformalnem učnem in vzgojnem okolju prav okoljsko izobraževanje (Boca in Sarach, 2019). Potreba po okoljskem izobraževanju se pojavi že okoli leta 1970, ko se začnejo sistematično raziskovati tudi negativni vplivi na okolje in s tem tudi na organizme (tanjšanje ozonske plasti, globalno segrevanje, kisle padavine, onesnaževanje prst in vod itd). Šorgo in Kamenšek (2012) ugotavljata, da je okoljsko izobraževanje različno razumljeno, zato ga opredelita kot vzgojo in izobraževanje, ki ciljno deluje k razvoju kompetenc za prepoznavanje okoljskih problemov, in kot ustrezen razvit odnos, motivacija in spretnosti za reševanje tovrstnih problemov. Parcialno je mogoče vsebine okoljskega izobraževanja umestiti v različne učne načrte predmetov, saj gre za kompleksno področje s pojmi, ki so domena več različnih znanosti. Ena izmed takšnih znanosti je tudi okoljska kemija, ki je interdisciplinarna znanost in povezuje kemijo, fiziko, biologijo, toksikologijo, agronomijo, medicino, sanitarno inženirstvo itd. Gre za znanost, ki opisuje kemijske pojave v okolju in njihove vplive na organizme ter kako ne te pojave lahko človek s svojim delovanjem na tem planetu lahko vpliva. Osnovno razumevanje izbranih pojavov kemije okolja pa je pomembno za vse ljudi v neki družbi, da razumejo osnovne pojave v okolju in kako nanje človek vpliva s svojim delovanjem in ne zgolj za kemike (De, 2017).

Okoljske kompetence in okoljska pismenost

Kompetence posameznika se nanašajo na znanja, spretnosti in odnos, ki omogočajo učinkovito izvajanje določenih nalog. Kompetence so definirane tudi kot kombinacija spretnosti in sposobnosti, ki jih je mogoče uporabiti za doseg določenega namena v danem okolju (Hollweg idr., 2011). So lahko specifične za določeno delovno mesto, poklic ali področje ali pa so bolj splošne in prenosljive na različna področja življenja. Ločimo lahko med dvema velikima skupinama kompetenc, in sicer splošne (generične, predmetno neodvisne) in specifične (vezane na posamezno predmetno področje) (Razdevšek Pučko in Rugelj, 2006). Naravoslovne kompetence so specifične kompetence in obsegajo znanja, spretnosti in odnos do naravoslovnih ved, kot so fizika, kemija, biologija in okoljske vede. Te kompetence so ključne za razumevanje in raziskovanje narave ter reševanje naravoslovnih problemov. Naravoslovne kompetence se razvijajo med izobraževanjem in vključujejo več ključnih elementov: (1) znanje o naravoslovnih pojmih na vseh kognitivnih ravneh; (2) spretnosti opazovanja in raziskovanja; (3) sposobnosti kritičnega mišljenja, analiziranja informacij in reševanja kompleksnih naravoslovnih problemov; (4) uporabo tehnologije za naravoslovne raziskave, kot so računalnik in različna instrumentalna laboratorijska oprema; in (5) sposobnost komunikacije o naravoslovnih pojavih tako z drugimi strokovnjaki kot tudi z laično javnostjo.

Učiteljeve okoljske kompetence, predstavlja model na Sliki 1, ki definira soodvisnost različnih učiteljevih kompetenc in vodi v ustrezno delovanje učitelja pri implementaciji okoljskih vsebin v pouk. Ustrezno voden pouk lahko vodi v ustrezen razvoj okoljske pismenosti učencev, dijakov in študentov, ki bodo odgovorno delovali v prihodnji družbi.



Slika 1: Model učiteljevih okoljskih kompetenc (prirejeno po Devetak idr., 2019).

Okoljske kompetence so podrejene naravoslovnim kompetencam in so po mnenju Hollwega s sodelavci (2011) del okoljske pismenosti in so opredeljene kot spretnost in sposobnost posameznika, da zna: (1) prepoznati okoljske probleme, (2) postaviti vprašanja o okoljskih problemih, (3) raziskati in analizirati in preiskati okoljske probleme (4) oceniti in biti kritičen do okoljskih problematik ter (5) uporabiti dokaze in znanje za reševanje okoljskih problemov.

Okoljsko pismen posameznik ima znanje o delovanju ekosistemov, vplivu človeških dejavnosti na okolje in vprašanih trajnostnosti. Koncept naravoslovne in okoljske pismenosti se je pojavil v osemdesetih letih prejšnjega stoletja kot odziv na vedno slabše naravoslovno izobraževanje v svetu in vedno večjem zavedanju o okoljskih problemih zaradi človekovega delovanja in rasti človeške populacije na Zemlji z vedno večjimi zahtevami do okolja, kar je v šestdesetih letih povzročilo razvoj okoljskega izobraževanja (Roth, 1992). Okoljska pismenost postaja tako vse bolj pomembna v kontekstu globalnih okoljskih izzivov, kot so podnebne spremembe in onesnaževanje atmosfere z lahko hlapnimi organskimi spojinami, dušikove in žveplove spojine, onesnaževanje vod z mikroplastiko, nafto in njenimi derivati, zdravili in snovmi v kozmetiki, onesnaževanje tal in podtalnice z izcednimi vodami neurejenih odlagališč mešanih odpadkov, zaradi prometa (svinec, paladij, platina ...), kmetijstva (agrokemikalije, gnojila) in industrije (težke kovine, polihalogenirane organske spojine ...). izguba biotske raznovrstnosti in degradacija okolja zaradi infrastrukture, zgradb, kmetijstva, energetike. Razvijanje okoljske pismenosti je ključno za gradnjo trajnostne družbe in ohranjanje okolja na edinem planetu, kjer lahko živimo za prihodnje generacije. Roth (1992) navaja, da je okoljska pismenost posledica

medsebojnega vpliva več lastnosti: (1) znanja o ekoloških pojmih, okoljskih problemih in strategijah ukrepanja; (2) kognitivnih sposobnosti za analiziranje okoljskih težav ter spretnosti uporabe strategij ukrepanja v okoljskem kontekstu; ter (3) afektivnih elementov (vrednot, okoljske občutljivosti, okoljskih stališč, lokusa nadzora). Te sestavine so skupne večini definicij okoljske pismenosti (Simmons, 1995). Posameznik z zadostno razvito okoljsko pismenostjo ima ustrezne vrednote, stališča in spretnosti, ki omogočajo pretvorbo znanja v dejanja. Iz tega izhaja, da se razvoj okoljske pismenosti odraža v vedenju posameznika v zvezi z okoljem. Razvoj okoljske pismenosti je torej ekvivalenten razvoju odgovornega okoljskega vedenja (Roth, 1992; Wilke, 1985). Tisti posamezniki, ki so bolj okoljsko pismeni, tudi dosežejo boljše rezultate pri reševanju okoljskih problemov, in sicer tako da razvijejo boljše strategije reševanja problema, natančno analizirajo rešitve problema in predstavijo več alternativnih poti do njegove rešitve (Fan-Yu idr., 2022). Poleg tega se je treba zavedati, da okoljska pismenost ni le znanje o okoljskih problemih ali širših naravoslovnih pojmih, ki zajemajo okoljske vsebine, saj je znanje lahko slabo povezano z odnosom oz. stališči do okolja in vedenjem posameznika, ki bi vodilo v izboljšanje okoljske problematike (Hungerford in Volk 1990; Yavetz idr., 2009). Vendar pa je mogoče trditi, da brez osnovnega znanja o okoljskih problemih tudi ne vemo, kako se vesti in nimamo izostrenega odnosa ali stališč do teh problemov in zato aktivno ne prispevamo k njihovem reševanju, saj kažejo tudi nekatere raziskave s pozitivnimi in statistično značilnimi korelacijami med temi variablami (Tuncer idr., 2009; Casalo idr., 2019; Liu idr., 2020).

Sistemsko razmišljanje in kemija okolja

Kemija kot osrednja naravoslovna veda raziskuje zgradbo in lastnosti snovi ter njihove spremembe in je primerna za interdisciplinarne raziskave (Matlin idr., 2016) in interdisciplinarne pristope poučevanja v STEAM. Uporaba kemije na področjih energije, hrane, vode, podnebja in zdravje je prav tako ključnega pomena za trajnostno prihodnost (Aubrecht idr., 2019). Sprejetje »Zakona o onesnaževanju« v ZDA leta 1990 velja za gonilno silo razvoja 12 principov zelene kemije (Edgar idr., 2012). Iz tega izhaja definicija zelene kemije in kemijske tehnologije, ki maksimira učinkovitost in minimizira škodljive vplive na okolje. Natančneje, načela npr. vključujejo preprečevanje nastajanja odpadkov, atomsko ekonomičnost, manj nevarna kemijske sinteze, razvoj in uporabo varnejših kemikalij, varnejših topil in pomožnih snovi, zagotavljanje večje energetske učinkovitosti, uporabo obnovljivih virov surovin, uporabo katalizatorjev, preprečevanje onesnaževanja v realnem času in varnejšo kemijsko tehnologijo, ki preprečuje nesreče (Armstrong idr., 2010).

V razumevanju razvoja okoljskih kompetenc in s tem okoljske pismenosti ima kemija okolja bistveno vlogo. Okoljske situacije, ki se stalno razvijajo v okolju in so velikokrat posledica človekove dejavnosti v svojem bistvu, zajemajo spremembe v neživem delu narave, ki vpliva na življenje na Zemlji lokalno in globalno. Zaradi narave okoljskih situacij oz. pojavov v okolju kemija okolja preučuje te pojave in antropogene vplive nanje. Zaradi kompleksnosti okoljskih pojavov in soodvisnosti dejavnikov, ki sooblikujejo te pojave, je za njihovo razumevanje potrebna kompleksna analiza z interdisciplinarnim znanjem. Učitelji naravoslovja in s tem tudi okoljskega izobraževanja morajo biti sposobni interdisciplinarno razmišljati in voditi učence, dijake in študente v razvoj sistemskega razmišljanja.

Sistemsko razmišljanje v okoljski kemiji se nanaša na pristop, ki obravnava okoljske probleme z razumevanjem celovitega sistema, vključno z interakcijami med različnimi komponentami in procesi v okolju. Namesto da bi se osredotočal le na posamezne kemične snovi ali reakcije,

sistemsko razmišljanje vključuje analizo celotnega sistema, ki vključuje biotske in abiotske komponente, energijske tokove ter vplive človeških dejavnosti.

Matlin je s sodelavci (2016) predstavil koncept »kemije enega sveta«, ki predstavlja idejo, da je kemija ustvarjalna znanost, ki se izvaja na obeh ravneh, tako bazičnem kot aplikativnem, in sicer na trajnostni in etičen način v korist družbe. Osrednja značilnost je, da je omogočeno tistim, ki se učijo in uporabljajo kemijo, da se zavedajo in se ustrezno odzivajo na to, da so kemija in sorodne kemijske vede povezana z lokalnimi in globalni sistemi. Koncept »kemije enega sveta« je povzet v Preglednici 1.

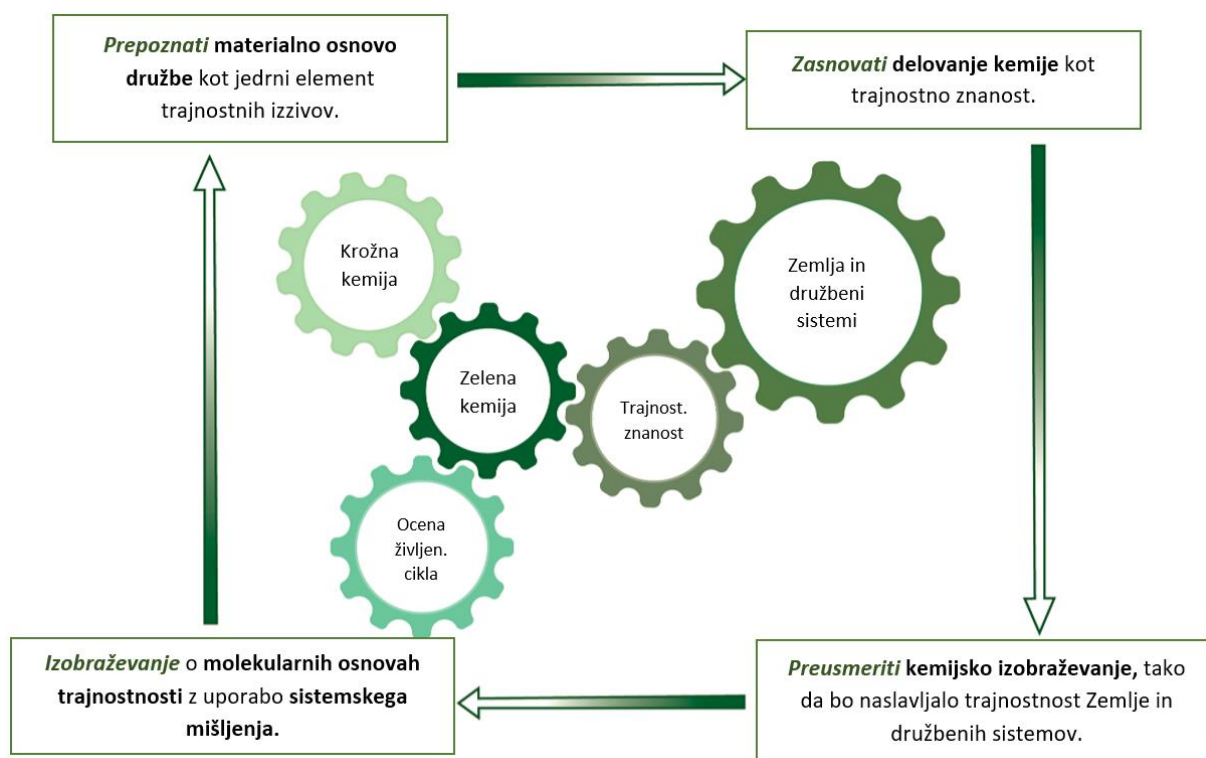
Preglednica 1: Koncept »kemija enega sveta«.

Vloga	Cilji	Pristopi	Orientacija
Generiranje novega znanja.	Je znanost za dobrobit družbe.	Privzemanje principov trajnosti.	Notranja in zunanja Usklajevanje internih vsebin, praks in poučevanja kemije z njenimi zunanjimi usmeritvami,
Transformacija znanja v uporabne aplikacije.	Je trajnostna znanost.	Sprejemanje systemskega razmišljanja.	povezavami in sodelovanjem z drugimi disciplinami in svetom na splošno s cilji in pristopi »kemije enega sveta«.
Pomoč pri reševanju izzivov novih globalnih kriz.	Je etična znanost.	Delovanje je interdisciplinarno.	
		Krepitev produktivne povezave z industrijo.	
		Etični pristopi delovanja.	Zunanja Močno sodelovanje z javnostjo in mediji, prikazovanje kemije kot ustvarjalne vede, njeni preteklih prispevkov in njene prihodnosti kot znanosti, ki deluje v korist družbe.

Koncept »kemija enega sveta« zahteva, da se zaobjame vloga sistemov. Kemije ni mogoče ločiti od konteksta, v katerem se izvaja in delovanje kemije je treba upoštevati v zvezi z njenimi vplivi na mnoge medsebojno povezane sisteme. Na primer, vse kemijske reakcije, ne glede na to, kje se izvajajo (v industriji ali osnovni šoli), zahtevajo učinkovito, čisto, varno izvajanje, pri tem se uporabljajo trajnostno pridobljeni reagenti, treba je skrbeti za ustrezno uporabo, odlaganje ali recikliranje topil, izrabljenih reagentov in stranskih produktov. Potrebno je varno rokovanje, uporaba in primerno odstranjevanje ali recikliranje primarnega produkta. Vse uporabljene snovi in kemijski postopki morajo biti strogo ovrednoteni z vidika okoljskega tveganja. Zato je pomembno, da se obravnava sistem kemije odnosi do številnih drugih sistemov, s katerimi povezuje, vključno z biosfero, okoljem, zdravjem ljudi in živali, ekonomijo, politiko, psihologijo in pravom. Kemijsko izobraževanje bi zato moralo jasno upoštevati potenciale teh odnosov, to pomeni, da bi se moralo vpeljevati sistemsko razmišljanje. To ponazarjajo naslednji trije primeri, pri katerih je sistemsko razmišljanje mogoče razumeti kot bistveni sestavni del napredka kemije: (1) Fluorokloroogljiki (CFC) so bili zaradi nereaktivnosti, nestrupenosti, nevnetljivosti ter nizkega vrelišča, majhne molekulske mase zelo razširjeni kot hladilna tekočina v klimah in hladilnikih, potisni plini v dezodorantih in kot sredstva za gašenje požarov. Poznejše odkritje, da se kopičijo v ozračju, da destruktivno učinkujejo na raven

stratosferskega ozona, ki ima nevarne posledice za zdravje ljudi in ekosisteme v celoti je privedlo do Montrealskega protokola za postopno opuščanje njihove uporabe in uporabe varnejših nadomestkov. To je spodbudilo razmišljanje, da je treba premesti tradicionalne znanstvene discipline in gledati Zemljo kot medsebojno povezan sistem fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov oz. sistemov. V tem primeru je bilo sistemsko razmišljanje za razumevanje globalnega izziva ključno, da so bile vlade držav po svetu pripravljene ratificirati Montrealski protokol, pri tem pa je bila kemija ključna za prepoznavanje in rešitev problema (Matlin idr., 2016).

Mahaffy s sodelavci (2019) je predlagal drugačen pogled na kemijo, ki predstavlja materialno osnovo družbe in mora tako biti sestavni del globalnih trajnostnih programov. Glavne dejavnosti kemije so analiziranje, sintetiziranje in preoblikovanje snovi, kar nakazuje nujnost uporabe znanosti o trajnosti za oblikovanje prakse kemije, kar vodi tudi v spremembe kemijskega izobraževanja s poudarkom na molekularna osnova trajnosti. Avtorji tako predpostavljajo, da sistemsko razmišljanje zagotavlja obetaven pristop k doseganju tega cilja (Slika 2).



Slika 2: Uporaba sistema razmišljanja za izobraževanje o molekularnih osnovah trajnosti (prirejeno po Mahaffy idr., 2019).

Kemijsko izobraževanje se mora na vseh področjih in ravneh izobraževanja razvijati tako, da bo obravnavalo globalne izzive, kot je npr. podnebna kriza, onesnaževanje morji, onesnaževanje tal zaradi poplav ... Vendar pa raziskave kažejo, da učiteljem povzroča težave vključevanje zelene kemije, trajnostne kemije ali celo konteksta, ki ilustrira, zakaj se ukvarjamo s kemijo, v učne načrte na vseh ravneh šolanja in s tem tudi poučevanje kemije. To še posebej velja na osnovnih ravneh poučevanja, kjer dodajanje novih učnih tem v učne načrte ogroža opuščanje tistih, ki so pomembne za razumevanje osnovnih kemijskih vsebin. Učni načrti tako veljajo za veliko oviro pri integraciji sodobnih tem zelene in trajnostne kemije v kemijsko

izobraževanje, kar pa je še posebej povezano z miselnost učiteljev o pomembnosti in zahtevnostni zelenih kemijskih vsebin (Parker idr., 2023).

Povzeti je tako mogoče, da je nujno spremeniti poglede učiteljev kemije na poučevanje kemije ter jih izobraziti, da bodo znali teme sodobnega sveta, ki morajo biti orientirane v trajnostnost, integrirati v obstoječe učne vsebine, predpisane z učnimi načrti. Brez ustrezno izobraženih učiteljev zelena in trajnostna kemija ne bo del kemijskega izobraževanja v osnovni in srednji šoli, kjer so te vsebine najbolj pomembne za vzgojo in izobraževanje trajnostno naravnanih prihodnjih državljanov.

Napačna razumevanja pojmov kemije okolja

Napačna razumevanja kemijskih pojmov lahko izvirajo iz različnih osebnih izkušenj, lastnega opazovanja, sprejemanja razlag, interakcij s sovrstniki in od neustrezne rabe znanstvenih izrazov v vsakdanjem življenju (Zaplatić, 2015). Borghini s sodelavci (2019) kot razlog za pojav napačnih razumevanj pri določenih tematikah navaja pomanjkanje časa, ki je v šolah namenjen temam okoljske kemije, slabe učne metode, kompleksne vsebine, pomanjkanje znanja učiteljev in netočne definicije oziroma razlage, ki so posledica posploševanja. Pri kompleksnih vsebinah z abstraktnimi pojmi, kot so kemijski, pride do napačnih razumevanj, saj si jih učenci težko predstavljajo in jih težko dojamejo (Johnstone 1991). Putri s sodelavci (2018) je kot razlog za napačna razumevanja navedel tudi tipe nalog. Učenci imajo več težav, če naloga od njih zahteva branje grafov, diagramov, tabel in matematičnih podatkov. Težave se pojavijo tudi pri nalogah, ki vsebujejo slike in prikaze prečnih prereзов (Hayhoe idr., 2011).

Za ugotavljanje prisotnosti morebitnih napačnih ali nepopolnih razumevanj obstajajo številne tehnike, med drugim tudi diagnostični pisni preizkusi znanja, ki vključujejo naloge trodelnega ali štiridelnega izbirnega tipa (Suprpto idr., 2018). Večdelne naloge so tiste, ki so sestavljene iz dveh delov naloge izbirnega tipa s štirimi ali petimi alternativami. V prvem delu učenci odgovorijo na vprašanje z izbiro pravilne alternative, v drugem pa izberejo ustrezen razlog za odgovor v prvem delu. Naloga nato vsebuje še en (ali dva, ločeno za odgovor in razlog) del, kjer učenci presodijo, kako gotovi so, da so pravilno odgovorili na oba dela ali ločeno vsak del posebej. S kombinacijami posameznih odgovorov lahko ugotovimo vrsto kemijskega znanja pri posameznem učencu. Tabela, kjer so prikazane kategorije znanja, ki ga je mogoče identificirati s tovrstnimi nalogami, je podana v pod poglavju o opisu inštrumenta.

Kemija okolja tako preučuje kemijsko sestavo in spreminjanje snovi v vseh sferah, ki določajo površje planeta, tako je litosfera v interakciji z ostalimi sferami (atmosfera in hidrosfera), ki oblikuje površino, na kateri živimo (Vogt, 2007).

Preučevanje litosfere tako zajema študij sestave našega planeta (kamnine in prsti). Zemljo gradi več plasti. V središču Zemlje se nahajata zunanje in notranje jedro, s premerom približno 2270 km. Okoli jedra je približno 2890 km debela plast vročih kamnin, imenovana zemljin plašč. Nad to plastjo je hladnejša zemljina skorja iz trdnih kamnin, debela med 5 in 40 km. Litosfera tvori 50 do 300 km debelo zunanjo rigidno plast in predstavlja zgornji del plašča (litosferski plašč) in zemljino skorjo (Artemieve, 2011). Litosfera vključuje tudi pedosfero, ki predstavlja najbolj zgornji del litosfere in označuje plast prsti (Targulian in Arnold, 2008). Raziskave (Borghini idr., 2022; Francek, 2012; Dove, 1998) kažejo, da imajo učenci napačne predstave o znanosti o Zemlji in so predvsem povezane z razumevanjem kamnin, potresi, vulkani, zgradbo planeta Zemlja, obliko reliefa, vremenskih vplivov na erozijo itd. Kot razloge za veliko

število napačnih predstav Borghini idr. (2022) navajajo premalo časa, ki se pri pouku namenja znanosti o Zemlji, pomanjkanje geološkega znanja učiteljev, težave pri razumevanju kompleksnih vsebin, neučinkovite metode poučevanja in učenja itd.

Atmosfera (*gr.* »atmos« – meglica, para; »sphere« – krogla) je sestavljena iz več plasti. Pri tleh je troposfera in se razteza v povprečju do višine 15 km. Troposfera predstavlja okoli 80 % vse mase atmosfere in generira podnebje na Zemlji. Naslednja plast je stratosfera, ki sega do višine okoli 50 km. V stratosferi je največ ozona, ki štiti površje Zemlje pred ultravijoličnim sevanjem Sonca. Tretja plast atmosfere je mezosfera, ki se razteza od 50 km do 80 km višine, tej sledi do višine okoli 500 km termosfera. Zadnja plast atmosfere se imenuje eksosfera in se nahaja na višini od 500 km do 10.000 km. Nad eksosfero je vesolje (Böhme, 2021; Scott in Powell, 2018). Atmosfero sestavlja zrak, ki je zmes plinov. Z višino se sestava te zmesi spreminja, hkrati pa je v zraku vedno manj molekul in atomov, kar prispeva k manjši gostoti zraka. V troposferi – pri tleh – je največ dušika (78,08 %) in kisika (20,95 %), temu sledi argon (0,93 %), ogljikov dioksid (0,042 %) ter še nekateri plini v zanemarljivo majhnem deležu. Pred industrijsko revolucijo, tj. pred letom 1760, je bila v povprečju koncentracija 0,028 %, danes je njegova koncentracija za več kot 60 % večja. Ogljikov dioksid in metan skupaj z vodno paro in dušikovim dioksidom uvrščamo med toplogredne pline, ki absorbirajo toploto, ki jo oddaja Zemljino površje in jo zadržujejo v atmosferi tako, da si jo molekule med seboj podajajo. Ta pojav je učinek tople grede, ki je naraven pojav in zaradi njega je na površju Zemlje v povprečju okoli 15 °C, kar omogoča življenje. Ker se koncentracija nekaterih toplogrednih plinov povečuje (predvsem ogljikovega dioksida zaradi sežiga fosilnih goriv), se vedno več toplote zadržuje v atmosferi, kar povzroča intenzivnejše atmosferske pojave in globalno segrevanje. Atmosfera je zelo abstrakten pojem, ki pri učencih lahko razvije napačna prepričanja. Pri številnih učencih so se razvila naslednja napačna prepričanja: atmosfero sestavljajo le plini, zrak in kisik učenci enačijo kot en pojem. Mnogi menijo, da je ozonska plast povsod okoli Zemlje v zelo slabem stanju. Učenci imajo namreč predstavo, da se ozonska plast tanjša povsod okoli Zemlje. Ustvarili so si tudi predstavo o tem, da je ozonska luknja dejansko luknja v plasti zraka (Gungordu idr., 2017). Ne le učenci tudi učitelji, ki učijo na področju naravoslovja, so razvili napačne predstave o ozračju. Med drugim menijo, da je za tanjšanje ozonske plasti odgovorno sončno sevanje, to naj bi bilo po njihovem mnenju odgovorno tudi za taljenje ledenikov (Kroufek, 2014).

Hidrosfera, ki zajema vse vode na Zemlji, pokriva 3/4 zemeljske površine. 97 % vode na Zemlji je v oceanih, od 3 % neslane vode jo je 79 % v stalnem ledu na polih Zemlje in ledenikih, 20 % v podtalnici in le 1 % neslane vode se nahaja v površinskih vodah in v tleh. V naravi ne najdemo kemijsko čiste vode. Najbolj čista je deževnica, v kateri so raztopljeni plini iz ozračja (dušik, kisik in ogljikov dioksid). V površinskih vodah, ki tečejo po karbonatni podlagi, je raztopljenih 0,01–0,02 masnih odstotkov magnezijevega in kalcijevega hidrogenkarbonata ter magnezijevega in kalcijevega sulfata (VI). Mineralne vode imajo zaradi višje temperature večji delež raztopljenih snovi. V morski vodi je raztopljenih 3,5 % soli, in sicer 3,0 % natrijevega klorida, ostalo pa predstavljajo magnezijev klorid, magnezijev sulfat(VI), kalcijev sulfat(VI), magnezijev bromid in drugi alkalijski halogenidi. Raziskave (Dove idr., 1999; Henriques, 2002; Dickerson idr., 2007; Forbes idr., 2015; Vo idr., 2015; Zangori idr., 2017) kažejo, da učenci težko razumejo pojme, povezane s hidrosfero. Te študije so pokazale, da osnovnošolci identificirajo in opisujejo nekatere elemente vodnih sistemov veliko lažje kot druge. Na primer, bolj poudarjajo razsežnosti vodnih sistemov, ki jih je lažje opazovati (npr. oblake in površje Zemlje), kot tiste, ki jih ni tako preprosto zaznati, kot so npr. podtalnica in vodni hlapi v ozračju

(Zangori idr., 2015; Dickerson idr., 2007; Dove idr., 1999; Henriques, 2002). Podobno učenci poudarjajo določene procese, povezane z vodo, kot so padavine in površinski tok, bolj kot druge, zlasti prehod vode iz tekoče v plinasto agregatno stanje (Forbes idr., 2015; Zangori idr., 2015). Baumfalk s sodelavci (2019) je v svoji raziskavi zaznal razlike med dvema praksama modeliranja procesov v hidrosferi (kroženje vode). V eni skupini so učenci reproducirali modele kroženja vode, kot so se jih naučili, v drugi skupini pa so lahko vrednotili in revidirali svoje modele vodnega kroga, kar pomeni, da so svoje lastne predstavitve uporabljali kot modele za razmišljanje in ustvarjanje razlag vodnega kroga in procesov v hidrosferi. Učenci druge skupine so seveda bili uspešnejši pri prikazu vodnega kroga.

Bio- in geokemično kroženje snovi na Zemlji

Vse tri sfere Zemlje in interakcije med njimi z izmenjavo organskih in anorganskih snovi ter antropogeni vplivi nanje vpliva na kroženje snovi na Zemlji. Kroženje snovi tako definiramo kot bio- in geokemijski cikle, saj imajo bistveno vlogo pri spreminjanju snovi organizmi. Pri tem se snovi spreminjajo tako, da se določenim elementom v spojinah spreminja oksidacijsko število in zato pravimo takemu kroženju redoks kroženje. Taka kroženja so, npr. cikli kisika, ogljika, dušika, žvepla in fosforja. Za razliko od teh ciklov kroženje vode ni redoks kroženje, saj se molekula vode pri tem ne spremeni, spreminja se le agregatno stanje vode. Cikli snovi pa so tesno povezani tudi s prehodom energije skozi ekosistem, saj snovi s seboj nosijo določen del notranje oz. kemijske energije. Energija Sonca (svetloba) vstopa v ekosistem s fotosintezo, pri čemer se skladišči v kemijsko energijo vezi organskih molekul, ki nastanejo iz anorganskih. Organske snovi se nato po prehranjevalni verigi in spletih pretakajo od organizma do organizma in s seboj nosijo tudi kemijsko energijo. Antropogeni vplivi na bio in geokemijske cikle povzročajo različne okoljske težave, s katerimi se ljudje trenutno srečujemo na Zemlji. Vplivi na cikel ogljika povzročajo klimatske spremembe, vplivi na cikel dušika, žvepla in fosforja povzročajo onesnaževanje voda, tal in ozračja. Da se bomo lahko usmerjali na reševanje tovrstnih problemov je razumevanje naravoslovnih osnov pojavov v atmosferi, hidrosferi in litosferi/pedosferi nujno, ki so tesno povezani z bio- in geokemijskim kroženjem snovi na Zemlji. Düsing s sodelavci (2018) zaključuje, da trinajst- do šestnajstletniki identificirajo le nekaj komponent ogljikovega cikla. To pomeni, da zaznajo atome ogljika izključno na ravni organizmov, imajo pa težave pri prepoznavanju organskih spojin ogljika, zlasti med procesi, v katerih so spojine ogljika v naravi preoblikujejo. Podobne težave z razumevanjem pomena ogljika od atomarnomolekularne do organizemske ravni zaznavajo tudi na univerzitetni ravni, saj kar 50 % študentov, čeprav so bili deležni izobraževanja o pomenu ogljikovega cikla za življenje na Zemlji ne razume tega koncepta na poglobljeni ravni (Hartley idr., 2011).

Individualni interes

Psihološko stanje z visoko ravno koncentracije, truda in vpletenosti z neko aktivnostjo imenujemo interes. Ločiti je mogoče dve vrsti interesa: (1) individualni interes, ki je posledica posameznikovega psihološkega stanja in je povezan s posameznikovimi preferencami za neko aktivnost ter (2) institucionalni interes, ki je posledica zunanjih dejavnikov oziroma karakteristik aktivnosti, ki sprožijo v posamezniku odziv, ko to aktivnost izvaja (Chen in Darst, 2002). Individualni interes omogoča osebi vztrajanje v neki situaciji, čeprav ta oseba čuti frustracije in občutek neuspeha. Pri učencih z višjo ravno individualnega interesa za učenje posamezne tematike je opaziti večjo koncentracijo in sproščenost med procesom učenja. Vsebine, ki se jih učijo, dojemajo kot nekaj, kar je zanje pomembno, in stremijo k temu, da dobijo dobre ocene (Renninger, 2000). Interes je močan motivacijski dejavnik, ki je pri procesu učenja nujen za

uspeh (Harackiewicz, 2016). Individualni interes lahko pripomore k boljšemu pomnjenju (McGillivray idr., 2015; Unsworth in McMillan, 2013; Rotgans in Schmidt, 2017), saj višja raven individualnega interesa pri učencih izboljša uspešnost učnega procesa. Malo je raziskav, ki bi preučevale raven individualnega interesa za učenje vsebin kemije okolja, še posebej znanosti o Zemlji, pri učencih (van der Hoeven Kraft, 2017). Raziskave, ki so bile narejene, pa so pokazale nizko ali srednjo raven individualnega interesa za učenje vsebin povezanih s kemijo okolja med učenci (Hemmer idr., 2007; Golay, 2000), vendar pa se interes učencev za učenje določene vsebine poveča, ko je ta predstavljena v specifičnem kontekstu, ki jim je zanimiv (Hemmer idr., 2007).

Namen raziskave in raziskovalna vprašanja

Namen tega poglavja je prikaz razumevanja osnovnih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnega kroženja snovi na Zemlji pri učencih, ki zaključujejo osnovno šolo. Razumevanje teh pojmov je osnova razumevanja trajnostne kemije in s tem implementacije ciljev trajnostnega razvoja v vsakodnevno življenje posameznika v sodobni družbi. Če poznamo raven razumevanja teh pojmov pri učencih, lahko načrtujemo nadaljnje korake v procesu vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj prvotno za doseganje ciljev, povezanih z naravoslovnimi vidiki trajnostni, in kasneje lahko znanje učenci aplicirajo tudi na druge cilje, ki niso neposredno povezani z naravoslovno pismenostjo.

Iz predstavljenih ciljev je mogoče izpeljati štiri glavna raziskovalna vprašanja:

1. Ali dosežejo štirinajstletniki vsaj polovico točk na preizkusih znanja razumevanja izbranih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnega kroženja snovi na Zemlji?
2. Kakšna je raven individualnega interesa pri devetošolcih na vsebinskem področju o litosferi, atmosferi, hidrosferi in bio- in geokemičnim kroženju snovi na Zemlji?
3. Kakšna je raven napačnih razumevanj izbranih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnega kroženja snovi na Zemlji pri štirinajstletnikih?
4. Ali obstajajo statistično značilne razlike v številu doseženih točk na preizkusih znanja o razumevanju izbranih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio-geo-kemičnega kroženja snovi na Zemlji med učenci z različno ravno individualnega interesa za učenje teh vsebin?

Metoda

V tem poglavju so prikazani nekateri rezultati štirih sorodnih raziskav, v katerih so štirinajstletniki reševali štiri strukturno sorodne, vendar vsebinsko različne (vsebinsko področje: litosfera, atmosfera, hidrosfera in bio- in geokemično kroženje snovi na Zemlji) preizkuse znanja in vprašalnik individualnega interesa za učenje teh vsebinskih področji. Vse raziskave so temeljile na kavzalno-neeksperimentalni metodi pedagoškega raziskovanja s kvantitativnim raziskovalnim pristopom. V nadaljevanju predstavljene metode so vse štiri raziskave prikazane vzporedno.

Udeleženci

Priložnostno vzorčenje je potekalo v vseh letih aplikacije vseh štirih inštrumentov. V Preglednici 2 je prikazana struktura udeležencev vseh štirih raziskav. Skupno 2509 udeležencev je bilo povprečno starih 14 let in so v različnih letih obiskovali 9. razred. V vzorec raziskave o poznavanju litosfere so bili vključeni 503 učenci, v vzorec raziskave o poznavanju atmosfere 769 učencev, v raziskavi o poznavanju hidrosfere je sodelovalo 388 devetošolcev, v raziskavi o poznavanju bio in geokemičnem kroženju snovi na Zemlji 849 štirinajstletnikov.

Preglednica 2: Struktura vzorca udeležencev v štirih raziskavah s področja kemije okolja.

Področje	Litosfera		Atmosfera		Hidrosfera		Bio-geo-kemijsko kroženje snovi	
	<i>f</i>	<i>f%</i>	<i>f</i>	<i>f%</i>	<i>f</i>	<i>f%</i>	<i>f</i>	<i>f%</i>
Učenci	254	50,6	414	53,8	193	49,7	408	48,1
Učenke	249	49,4	355	46,2	195	50,3	441	51,9
Skupaj	503	100	769	100	388	100	849	100

Inštrumenta

Podatki vseh štirih raziskav so bili zbrani z dvema instrumentoma. Prvi je bil papir–svinčnik preizkus znanja s posameznega vsebinskega področja. Na začetku inštrumenta so bila navodila za učenca in namen raziskave, učenci pa so morali vpisati nekatere demografske podatke (npr. starost, spol) in podatke o ocenah v prejšnjem razredu pri naravoslovnih predmetih. Pisni preizkus znanja je vseboval tridelne naloge izbirnega tipa z enim pravilnim odgovorom in tremi distraktorji. Prvi del naloge je vseboval vprašanje s posameznega vsebinskega področja (*odgovor*), v drugem delu naloge pa je učenec z izbiro pravilne alternative pojasnil izbiro odgovora iz prvega dela (*razlog*). V tretjem delu pa se je opredelil še glede na to, kako prepričan je bil v pravilnost odgovorov prvega in drugega dela naloge. Stopnjo prepričanosti je vrednotil na 6-stopenjski lestvici, kjer je 1 pomenilo samo ugibam, 2 sem neprepričan, 3 sem dokaj prepričan, 4 sem prepričan, 5 sem zelo prepričan in 6 sem popolnoma prepričan (Slika 3).

2. **Katera vrsta prsti poveča biotsko pestrost rastlin?**

A Kisla prst.
 B Prst z veliko humusa.
 C Peščena prst.
 Č Glinena prst.

} odgovor

2.1 **Zakaj si izbral ta odgovor?**

A Prst bogata s humusom je bogata s hranili, rahla, zračna in zadrži veliko vode, kar poveča biotsko pestrost rastlin.
 B V glineni prsti je veliko vode, ki omogoča najintenzivnejšo rast rastlin in s tem močno povečuje biotsko pestrost.
 C Nizek pH pospešuje rast rastlin, saj bazična prst škoduje koreninskemu sistemu velike večine rastlin.
 Č Peščena prst vsebuje veliko mineralov, ki za povečano biotsko pestrost predstavljajo ključen dejavnik.

} razlog

2.2. **Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?**

1 Samo ugibam. 2 Neprepričan. 3 Dokaj prepričan. 4 Prepričan. 5 Zelo prepričan. 6 Popolnoma prepričan.

Slika 3: Primer naloge na preizkusu znanja o litosferi.

Razvijanje veščin 21. stoletja

Cronbach alfa koeficienti prepričanosti v pravilnost odgovora v prvem in drugem delu naloge na vseh štirih preizkusih znanja kažejo zadovoljivo notranjo konsistenco (litosfera 0,848; atmosfera 0,923; hidrosfera 0,856; Bio- in geokemijsko kroženje snovi 0,868).

Vsebinska veljavnost preizkusov znanja je bila regulirana s specifikacijskimi tabelami. Glavni poudarki iz štirih tabel so prikazani v Preglednici 3.

Preglednica 3: Vsebina uporabljenih preizkusov znanja.

Št.	Litosfera		Atmosfera		Hidrosfera		Bio-geo-kemijsko kroženje snovi	
	Vsebina	Kog.*	Vsebina	Kog.*	Vsebina	Kog.*	Vsebina	Kog.*
1	Lastnosti prsti 1	1	Sestava zraka	3	Onesnaževanje pitne vode	2	Sfere Zemlje	1
2	Lastnosti prsti 2	1	Onesnaževala	1	Podtalnica	1	Značilnosti ciklov	2
3	Kamnine in minerali	1	Trdni delci	2	Vodovodna voda	1	Enačba fotosinteze	3
4	Lastnosti prsti 3	1	Kisle padavine 1	2	Vodni kamen	1	Kroženje kisika	2
5	Onesnaž. prsti 1	2	Kisle padavine 2	2	Kapljevina	2	Elementa sestava tal	3
6	Onesnaž. prsti 2	1	Kisle padavine 3	1	Kroženje vode	3	Kroženje ogljika	3
7	Vrste kamnin	1	Topla greda 1	2	Trdota vode 1	2	Pretok energije	2
8	Nastanek prsti 1	2	Topla greda 2	1	Trdota vode 2	3	Rast rastlin	2
9	Lastnosti prsti 3	2	Topla greda 3	3	Toplotno onesnaženje	3	Kroženje dušika	2
10	Nastanek prsti 2	2	Topla greda 4	1	Piktogram	2	Umetna gnojila	2
11			Stratosferski ozon 1	2				
12			Stratosferski ozon 2	1				
13			Stratosferski ozon 3	2				
14			Fotokemični smog 1	2				
15			Fotokemični smog 2	3				
Št. točk	20 (odgovor in razlog vsak 1 točka)		30 (odgovor in razlog vsak 1 točka)		20 (odgovor in razlog vsak 1 točka)		20 (odgovor in razlog vsak 1 točka)	

Kog. - kognitivna kategorija, ki jo naloga preverja;*

1-pomnjenje;

2-razumevanje in uporaba;

3-analiziranje, vrednotenje, ustvarjanje

Drugi inštrument je bil vprašalnik papir–svinčnik o individualnem interesu (Juriševič idr., 2010), ki je vseboval 11 trditev. Vsako trditev so učenci ovrednotili na 5-stopenjski Likertovi lestvici stališč, s katero so učenci opredelili svoje strinjanje s posamezno trditvijo (1 – nikakor se ne strinjam, 2 – ne strinjam se, 3 – srednje se strinjam, 4 – strinjam se, 5 – popolnoma se strinjam). Namen vprašalnika je bil ugotoviti raven individualnega interesa učencev za učenje o okoljskih problemih, ki jih naslavlja kemija okolja (Slika 4).

Št.	Trditev	Popolnoma se strinjam	Strinjam se	Srednje se strinjam	Se ne strinjam	Nikakor se ne strinjam
1.	Učne vsebine o okoljskih problemih me zanimajo.	5	4	3	2	1
2.	Učne vsebine o okoljskih problemih zame niso pretežke.	5	4	3	2	1
3.	Rad se poglobim v probleme povezane z okoljskimi vsebinami.	5	4	3	2	1

Slika 4: Primeri postavk o individualnem interesu o učenju o okoljskih problemih.

Cronbach alfa koeficienti vseh štirih vprašalnikov o individualnem interesu za učenje okoljskih vsebin kažejo zadovoljivo notranjo konsistenco (litosfera 0,899; atmosfera 0,903; hidrosfera 0,922; Bio- in geokemijsko kroženje snovi 0,878).

Potek raziskave

Preizkus znanja in vprašalnik o individualnem interesu za učenje vsebin kemije okolja so učenci izpolnjevali v tiskani obliki. Sodelovanje v raziskavi je bilo prostovoljno in anonimno, pred njeno izvedbo se je s pisnim dopisom o izvedbi raziskave obvestilo šolo in starše devetošolcev. Za izpolnjevanje vprašalnika so udeleženci potrebovali približno 30 minut.

Pri vsakem izmed udeležencev se je pregledalo število točk, ki jih je dosegel na diagnostičnem pisnem preizkusu znanja. Pri tem smo upoštevali samo odgovore pri prvem delu naloge, kjer je učenec z izbiro ene od ponujenih alternativ odgovoril na vprašanje iz učne vsebine o litosferi, in pri drugem delu naloge, kjer je z izbiro pravilne alternative pojasnil izbiro svojega odgovora iz prvega dela. Za vsak pravilni odgovor je učenec dobil 1 točko, za nepravilnega pa 0. Pisni preizkusi znanja s področja litosfere, hidrosfere, ter bio in geokemijskih kroženj so imeli 20 možnih točk, pisni preizkus s področja atmosfere pa 30 možnih točk. Iz teh podatkov se je izračunalo povprečno število točk, ki so jih dosegli učenci na posameznem pisnem preizkusu znanja.

Glede na to, koliko odstotkov so učenci v povprečju dosegli na pisnem preizkusu znanja, je bilo ugotovljeno, kakšno je njihovo znanje o vsebinah, ki jih je posamezni preizkus znanja preverjal (Preglednica 4).

Preglednica 4: Raven znanja učencev glede na delež uspešnosti reševanja naloge (Gilbert, 1977).

<u>Odstotek pravilno rešenih nalog</u>	<u>Kategorija znanja</u>
75–100%	Ustrezno znanje
74–50 %	Približno ustrezno znanje
49–25 %	Neustrezno znanje
25–0 %	Popolnoma neustrezno znanje

Napačne predstave

Glede na pravilnost odgovorov pri prvem in drugem delu naloge ter na stopnjo prepričanosti, ki so jo opredelili v tretjem delu naloge, so bili učenci razdeljeni v pet skupin. Če je učenec na prvi in drugi del naloge odgovoril pravilno in je v pravilnost odgovora prepričan, lahko rečemo, da je učenčevo znanje o preverjanem pojmu ustrezno. Če v pravilnost odgovora ni prepričan, na prvi in drugi del naloge pa je odgovoril pravilno, je imel srečo pri odgovarjanju. Če je pravilno odgovoril samo pri enem delu naloge, ni pa prepričan, da je odgovor pravilen, je učenec pri reševanju naloge ugibal. Če je v prvem in drugem delu naloge učenec izbral napačni odgovor,

v pravilnost katerega pa ni prepričan, potem govorimo o neznanju. Če pa je pravilno odgovoril samo pri enem delu naloge ali pa je pri obeh delih izbral napačen odgovor, v pravilnost katerega je prepričan, tedaj govorimo o napačnih razumevanjih testiranega pojma (Preglednica 5).

Preglednica 5: Identifikacija ravni znanja pri tristopenjskem diagnostičnem testu (prirejeno po Arslan idr., 2012).

1. del naloge (odgovor)	2. del naloge (utemeljitev odgovora)	3. del naloge (prepričanost)	Raven znanja
Pravilno	Pravilno	< 3	Izkazano znanje
Pravilno	Pravilno	> 3	Sreča pri reševanju
Pravilno	Narobe	> 3	Ugibanje
Narobe	Pravilno	> 3	Neznanje
Narobe	Narobe	> 3	
Pravilno	Narobe	< 3	
Narobe	Pravilno	< 3	Napačno razumevanje
Narobe	Narobe	< 3	

Glede na število odgovorov v posamezni kategoriji se je preračunal delež napačnih predstav. Delež napačnih predstav pri posameznem vprašanju bo nato razdeljen v tri skupine – visok, srednji ali nizek delež (Preglednica 6).

Preglednica 6: Delež napačnih vprašanj glede na pojavnost pri posamezni nalogi (prirejeno po Pratama idr., 2021).

Delež (%)	Kategorija
0–30	nizek delež
31–70	srednji delež
71–100	visok delež

Individualni interes

Maksimalno so lahko učencu dosegli 55 točk. Glede na določeno standardno deviacijo in povprečnim številom doseženih točk so bili učenci razdeljeni v tri skupine ravni individualnega interesa (Preglednica 7).

Preglednica 7: Raven individualnega interesa učencev glede na število doseženih točk pri postavkah o individualnem interesu pri posamezni tematiki.

Področje	Število točk	Raven individualnega interesa
Litosfera	< 16,5	Nizka
	16,5–34,9	Srednja
	> 34,9	Visoka
Atmosfera	< 19,6	Nizka
	19,6–39,8	Srednja
	> 39,8	Visoka
Hidrosfera	< 21,2	Nizka
	21,2–41,7	Srednja
	> 41,7	Visoka
Bio-geo-kemično kroženje snovi	< 16,9	Nizka
	16,9–35,1	Srednja
	> 35,1	Visoka

Pridobljeni podatki so bili analizirani s programoma Microsoft Office Excel in SPSS. Pri analizi podatkov je bila uporabljena frekvenčna distribucija atributivnih spremenljivk in osnovna deskriptivna statistika numeričnih spremenljivk. Za ugotavljanje porazdeljenosti podatkov je bil uporabljen Kolmogorov-Smirnovov test. Zanimala nas je porazdeljenost doseženega števila točk na preizkusu znanja iz atmosfere, litosfere, hidrosfere in bio in geokemičnih ciklov. Test normalne porazdelitve (Kolmogorov-Smirnovov test) je bil statistično značilen (< 0.001) pri vseh pisnih preizkusih, kar pomeni, da se število doseženih točk ne porazdeljuje normalno. Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa in številom doseženih točk na pisnem preizkusu znanja sta bila uporabljena neparametrična testa Kruskal-Wallisov test in Mann-Whitney U-test. Pri statistično značilnih razlikah je bila izračunana velikost učinka in glede na kriterije od Cohen (1988) opredeljena kot 0,1 = majhna; 0,3 = srednja ali 0,5 = velika velikost učinka.

Rezultati z diskusijo

Rezultati so podani skupaj z diskusijo in si sledijo po raziskovalnih vprašanjih.

Ali dosežejo štirinajstletniki vsaj polovico točk na preizkusih znanja razumevanja izbranih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnega kroženja snovi na Zemlji?

Z diagnostičnimi preizkusi smo preverjali znanje učencev s področji okoljske kemije. Preverili smo znanje o tematiki litosfere, atmosfere, bio- in geokemičnih kroženj in hidrosfere. Preizkusi znanja o tematikah litosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnih kroženj so bili sestavljeni iz 10 nalog tridelnega tipa, Pisni preizkus o tematiki atmosfere pa iz 15 nalog tridelnega tipa. Pri vsaki nalogi je bilo mogoče dobiti dve točki. Rezultati (Preglednica 8) kažejo, da so učenci na preizkusih znanja o tematiki atmosfere, litosfere ter hidrosfere dosegli vsaj 50 % vseh možnih točk, medtem ko so na preizkusih znanja o tematiki bio- in geokemičnih kroženj dosegli manj kot 50 % vseh možnih točk.

Preglednica 8: Povprečno število doseženih točk na posameznem preizkusu znanja.

	Litosfera	Atmosfera	Hidrosfera	Bio-geo-kemijsko kroženje snovi
<i>F</i>	11,2	12,0	10,6	8,2
<i>F%</i>	56,0	59,8	53,0	41,0

Glede na lestvico ravni znanja po Gilbert, (1977) so učenci pri tematikah o atmosferi, hidrosferi, ter litosferi pokazali približno ustrezno znanja. Pri tem je treba poudariti, da se je predvsem pri pisnem preizkusu o tematiki hidrosfere izkazala spodnja raven približno ustreznega znanja (53 %). Malo boljše znanje je bilo ugotovljeno na pisnem preizkusu o tematiki litosfere (56 %), ter atmosfere (59 %). Na pisnem preizkusu o tematiki bio- in geokemičnih kroženj so učenci izkazali neustrezno znanje, kar kaže, da je na tem področju okoljske kemije raven znanja najnižja. Glede na to, da je znanje o ekoloških pojmi lastnost, ki vpliva na okoljsko pismenost posameznika, kot navaja Roth (1992), bi se lahko sklepalo, da imajo učenci neustrezne oziroma približno ustrezne spretnosti oziroma stališča, ki bi jim omogočale pretvorbo znanja v dejanja (Simmons, 1995), s katerimi bi prispevali k reševanju okoljskih problemov. Posamezniki z boljšim znanjem bodo razvili boljše strategije za reševanje problemov, pri tem pa je pomembno, da učitelji informacije, ki jih podajajo v šoli, povežejo z okoljskimi problemi,

saj znanje samo po sebi še ne pomeni boljših odnosov oziroma stališč do okolja, kot navajata (Hungerford in Volk, 1990).

Kakšna je raven individualnega interesa pri devetošolcih na vsebinskem področju o litosferi, atmosferi, hidrosferi in bio in geokemičnem kroženju snovi na Zemlji?

Individualni interes učencev je bil preverjan s trditvami, ki so se nanašale na tematiko o atmosferi, hidrosferi, bio in geokemičnih kroženjih, ter litosferi. Pri postavkah o individualnem interesu so lahko učenci zbrali 55 točk. Glede na zbrano število točk pri postavkah o individualnem interesu je bilo izračunano povprečno število točk, ki so jih učenci dosegli na vprašalniku o individualnem interesu pri posamezni tematiki (Preglednica 9). Rezultati kažejo, da učenci najvišjo raven individualnega interesa izkazujejo za učenje tematike o hidrosferi, sledita tematika o atmosferi in nato tematiki o litosferi ter bio in geokemičnih kroženjih.

Preglednica 9: Povprečno število točk učencev, doseženih na vprašalniku o individualnem interesu pri posamezni tematiki.

	Litosfera	Atmosfera	Hidrosfera	Bio-geo-kemijsko kroženje snovi
<i>F</i>	26,0	30,0	33,0	26,0
<i>F%</i>	47,0	54,0	60,0	47,4

Rezultati kažejo, da je raven individualnega interesa učencev za učenje preučevanih vsebin okoljske kemije nizka oziroma srednja, kar je v skladu s predhodnimi raziskavami Hemmerja s sodelavci (2007) in Golay (2000), ki so prav tako zaznali nizko do srednjo raven individualnega interesa za učenje vsebin okoljske kemije med učenci. Ker višja raven individualnega interesa poveča uspešnost procesa učenja, kot ugotavljata Rotgans in Schmid (2017), je pomembno, da učitelji pri obravnavi pojmov oziroma problemov, povezanih z okoljsko kemijo te postavijo v kontekst, saj s tem pripomorejo k dvigu ravni individualnega interesa (Hemmer idr., 2007). Prav tako je pomembno, da so problemi predstavljeni tako, da jih učenci vidijo kot nekaj, kar je zanje pomembno in povezano z njihovim življenjem, saj so učenci za učenje takšnih vsebin bolj zainteresirani in stremijo k temu, da bi pri pisnih preizkusih iz teh vsebin pridobili dobre ocene (Renninger, 2000).

Kakšna je raven napačnih razumevanj izbranih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnega kroženja snovi na Zemlji pri štirinajstletnikih?

Litosfera

Pisni preizkus znanja s področja litosfere ni pri nobenem od vprašanj pokazal srednje ali visoke ravni napačnih razumevanj glede na lestvico po Pratama s sodelavci (2021). Največ napačnih predstav učencev je bilo opaziti pri 7. vprašanju, kjer so se napačne predstave pokazale pri 25,4 % učencev. Pri tem vprašanju so morali učenci poimenovati kamnine, ki nastanejo iz ohlajene magme. Po številu napačnih predstav sledi 5. vprašanje, kjer so morali učenci z grafa razbrati, v katerem obdobju je imelo izkopavanje lignita v velenjskem rudniku največji negativni vpliv na okolje. Pri 9. vprašanju je bil delež napačnih predstav 23,4 %. Učenci so morali s slike, ki prikazuje profil tal, označiti, kateri horizont prikazuje plast prsti, in 20,4 % pri 10. vprašanju, kjer so morali učenci ugotoviti, da slika prikazuje proces fizikalnega preperevanja.

Atmosfera

Na pisnem preizkusu s področja atmosfere se je največji delež napačnih predstav pokazal pri 10. vprašanju, ki je bilo povezano z ukrepi, ki vplivajo na globalno segrevanje. Po deležu napačnih predstav sledi 7. vprašanje, kjer je bilo treba s slike razbrati, da gre za pojav učinka tople grede. Pri obeh vprašanjih je bil delež napačnih predstav večji od 30 %, kar predstavlja srednjo raven napačnih predstav (Pratama idr., 2021). Pri 1. vprašanju je bil delež napačnih predstav 27,4 %, pri vprašanju je bilo treba prepoznati diagram, ki predstavlja pravilno sestavo zraka. Pri 9. vprašanju, ki je bilo povezano z učinki globalnega segrevanje, je bil delež napačnih predstav 24,7 %. 21,6 % napačnih predstav je bilo opaziti pri 12. vprašanju, povezanim z vzroki o pojavu ozonske luknje in 20,4 % napačnih predstav pri 3. vprašanju, ki je spraševalo, v kakšnem agregatnem stanju so produkti gorenja lesa oziroma dizla v motorjih.

Hidrosfera

Na pisnem preizkusu o tematiki, povezani s hidrosfero, je bila srednja raven napačnih predstav ugotovljena pri 10. vprašanju, kjer je bil delež napačnih predstav 48,6 %. Učenci so pri tem vprašanju morali glede na prikazan piktogram ugotoviti vpliv, ki ga bo snov, označena s tem piktogramom, imela na okolje. Nekoliko višji delež napačnih predstav, ki se je skoraj približal srednji ravni, je bilo zaslediti pri 3. vprašanju, kjer so morali učenci pitno vodo opredeliti kot suspenzijo, čisto snov, raztopino oziroma heterogeno zmes. Delež napačnih predstav pri tem vprašanju je bil 27,2 %.

Bio- in geokemični cikli

Na pisnem preizkusu o vsebinah bio- in geokemičnih kroženj je bila raven napačnih predstav nizka pri vseh vprašanjih, raven napačnih predstav se je približala srednji ravni zgolj pri 3. vprašanju, kjer je bilo treba prepoznati enačbo kemijske reakcije, ki predstavlja fotosintezo.

Preglednica 10: Število napačnih predstav pri posamezni nalogi.

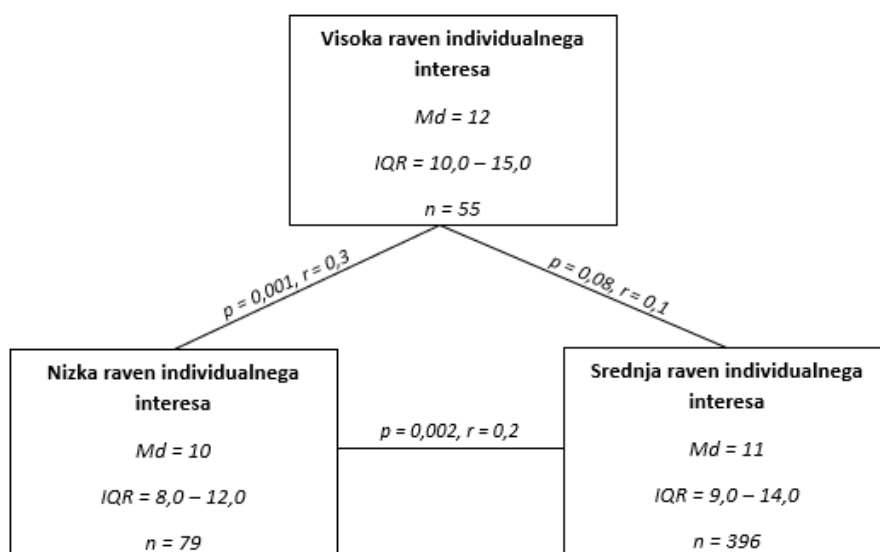
Naloga	Litosfera		Atmosfera		Hidrosfera		Bio- in geokemijsko kroženje snovi	
	<i>f</i>	<i>f</i> %	<i>f</i>	<i>f</i> %	<i>f</i>	<i>f</i> %	<i>f</i>	<i>f</i> %
1.	50	10,6	287	27,4	41	10,1	94	10,9
2.	14	2,8	180	17,8	68	16,8	88	10,2
3.	96	19,1	207	20,4	110	27,2	195	22,7
4.	77	15,3	148	14,6	47	11,6	84	9,8
5.	123	24,4	192	18,9	69	17,0	82	9,5
6.	21	4,1	177	17,5	38	9,4	88	10,2
7.	128	25,4	320	31,6	54	13,3	128	14,9
8.	43	8,5	151	14,9	33	8,2	112	13,5
9.	118	23,4	250	24,7	49	12,1	108	12,5
10.	103	20,4	354	34,9	197	48,6	91	10,6
11.			146	14,4				
12.			219	21,6				
13.			163	16,1				
14.			199	19,6				
15.			152	15,0				

V Preglednici 10 so podani deleži napačnih predstav pri posamezni nalogi za posamezno vsebinsko področje kemije okolja. Pet nalog, pri katerih je bil delež napačnih predstav blizu 30 % oziroma na srednji ravni napačnih predstav, je vsebovalo slike. Že predhodna raziskava Hayhoeja in drugih (2011) je pokazala, da imajo učenci težave z reševanjem nalog, pri katerih je treba odgovor razbrati s slike, ter z nalogami, pri katerih so prikazani prečni prerezi. Dve nalogi z deležem napačnih predstav med 20 % in 30 % sta vsebovali graf, kar je v skladu z ugotovitvami raziskave Putri s sodelavci (2018), ki je pokazala, da imajo učenci težave z branjem podatkov z grafov oziroma diagramov. Nenatančna razlaga oziroma posploševanje učencev, ki globalno segrevanje in ozonsko luknjo dojemajo kot enak pojav, na katerega vplivajo enaki dejavniki, bi lahko bila razlog za nekoliko večji delež napačnih razumevanj pri vprašanih 9, 10 in 12 na preizkusu znanja o vsebinah atmosfere. Pri vprašanju 3 pri preizkusu znanja o hidrosferi in vprašanju 3 pri preizkusu znanja o bio- in geokemičnih ciklih pa se lahko nekoliko večji delež napačnih razumevanj pojasni tako, da gre za naloge s kemijskega področja. Ena od nalog od učencev zahteva razumevanje simbolnega kemijskega jezika in s tem prepoznavanje kemijske reakcije, druga pa razlikovanje med čistimi snovmi, zmesmi, raztopinami itd. Pri tem se od učencev zahteva razumevanje kompleksnih pojmov, ki so abstraktni, in kot je ugotovil že Johnstone (1991) učenci pri teh pojmi razvijejo napačne predstave.

Ali obstajajo statistično značilne razlike v številu doseženih točk na preizkusih znanja o razumevanju izbranih pojmov kemije okolja s področja litosfere, atmosfere, hidrosfere in bio- in geokemičnega kroženja snovi na Zemlji med učenci z različno ravno individualnega interesa za učenje teh vsebin?

Litosfera

Kruskall-Wallis test je pokazal statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa (Sk1, $n = 79$: $> 16,8$, Sk2, $n = 396$: $16,8 - 35,2$, Sk3, $n = 55$: $< 35,2$) in številom doseženih na preizkusu znanja vsebin o litosferi, $H = 14,4$, $p < 0,001$. Uporabljen je bil še Mann-Whitney post-hoc test za ugotavljanje statistično značilnih razlik med pari.

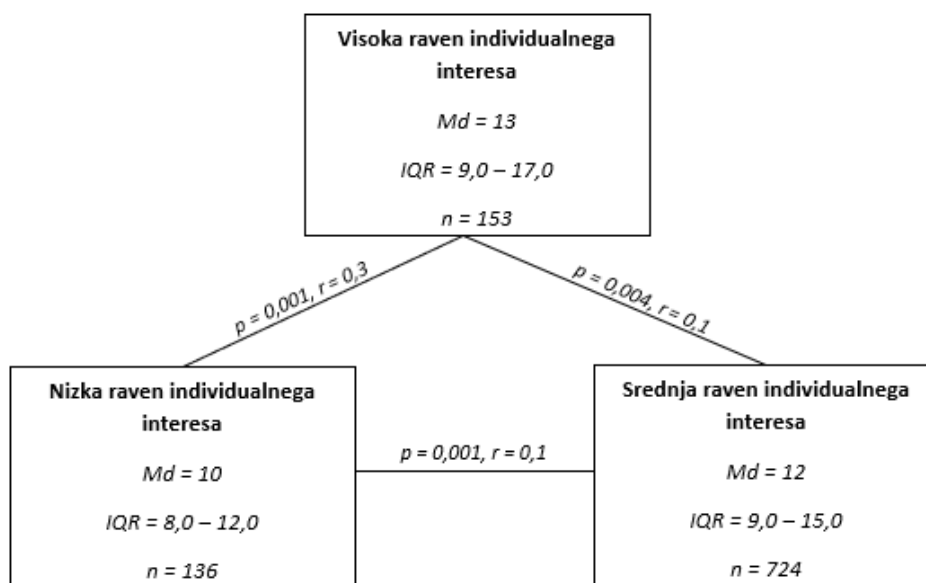


Slika 5: Statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa in doseženim številom točk na preizkusu znanja vsebin o litosferi.

Statistično značilne razlike so bile odkrite med skupino učencev z visoko ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa ter med skupino učencev s srednjo ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa. Velikost učinka je majhna oz. srednja (Slika 5).

Atmosfera

Kruskall-Wallis test je pokazal statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa (Sk1, $n = 136$: $> 19,6$, Sk2, $n = 724$: $19,6 - 39,8$, Sk3, $n = 153$: $< 39,8$) in številom doseženih na preizkusu znanja vsebin o atmosferi, $H = 27,9$, $p < 0,001$. Uporabljen je bil še Mann-Whitney post-hoc test za ugotavljanje statistično značilnih razlik med pari.



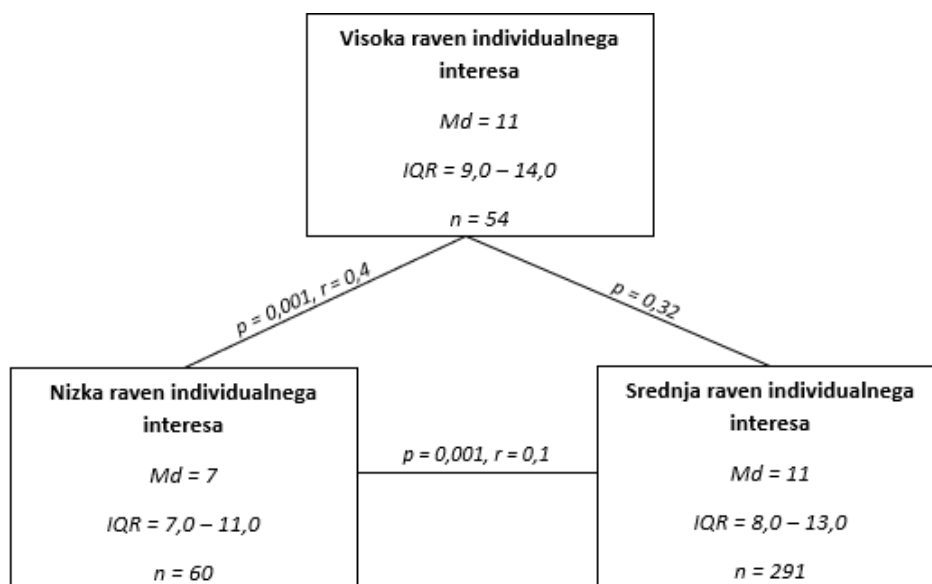
Slika 6: Statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa in doseženim številom točk na preizkusu znanja vsebin o atmosferi.

Statistično značilne razlike so bile odkrite med skupino učencev z visoko ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa, med skupino učencev s srednjo ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa ter med skupino učencev s srednjo ravno individualnega interesa in skupino učencev z visoko ravno individualnega interesa. Velikost učinka je majhna do srednja (Slika 6).

Hidrosfera

Kruskall-Wallis test je pokazal statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa (Sk1, $n = 60$: $> 21,2$, Sk2, $n = 291$: $21,2 - 41,7$, Sk3, $n = 54$: $< 41,7$) in številom doseženih na preizkusu znanja vsebin o hidrosferi, $H = 19,4$, $p < 0,001$. Uporabljen je bil še Mann-Whitney post-hoc test za ugotavljanje statistično značilnih razlik med pari.

Razvijanje veščin 21. stoletja

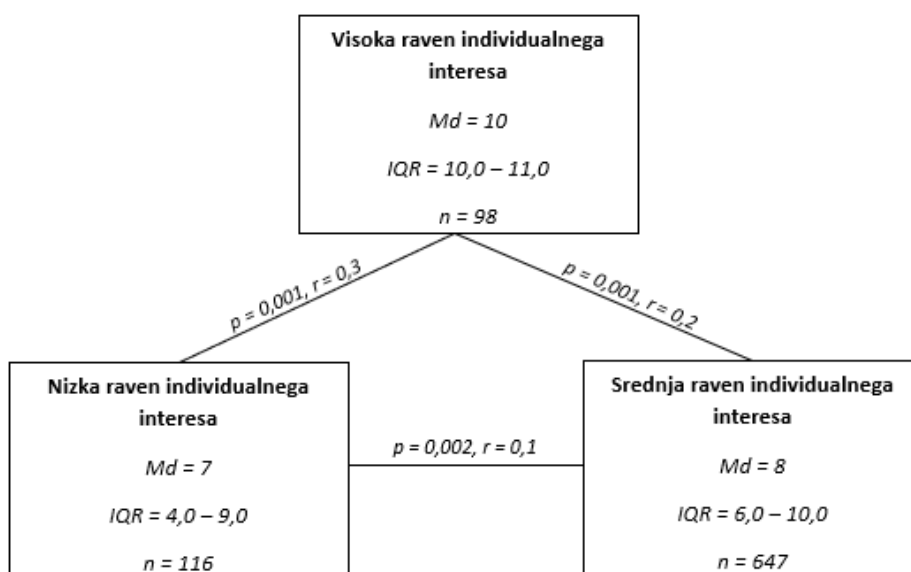


Slika 7: Statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa in doseženim številom točk na preizkusu znanja vsebin o hidrosferi.

Statistično značilne razlike so bile odkrite med skupino učencev z visoko ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa ter med skupino učencev s srednjo ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa. Velikost učinka je majhna do srednja (Slika 7).

Bio- in geokemična kroženja snovi na Zemlji

Kruskall-Wallis test je pokazal statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa (Sk1, $n = 116$: $> 16,9$, Sk2, $n = 647$: $16,9 - 35,1$, Sk3, $n = 98$: $< 35,1$) in številom doseženih na preizkusu znanja vsebin o bio in geokemičnem kroženju snovi na Zemlji, $H = 30,0, p < 0,001$. Uporabljen je bil še Mann-Whitney post-hoc test za ugotavljanje statistično značilnih razlik med pari.



Slika 8: Statistično značilne razlike med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa in doseženim številom točk na preizkusu znanja vsebin o bio- in geokemičnih ciklih snovi na Zemlji.

Statistično značilne razlike so bile odkrite med skupino učencev z visoko ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa, med skupino učencev s srednjo ravno individualnega interesa in skupino učencev z nizko ravno individualnega interesa ter med skupino učencev s srednjo ravno individualnega interesa in skupino učencev z visoko ravno individualnega interesa. Velikost učinka je majhna do srednja (Slika 8).

Rezultati kažejo, da se število doseženih točk na posameznem preizkusu znanja statistično značilno razlikuje glede med skupinami učencev z različno ravno individualnega interesa. Rezultati podpirajo predhodne raziskave (McGillivray idr., 2015; Unsworth in McMillan, 2013; Rotgans in Schmidt, 2017), ki so ugotovile, da lahko višja raven individualnega interesa pripomore k boljšemu pomnjenju. Zaradi tega je pomembno, da učitelji poučujejo vsebine okoljske kemije na način, da spodbujajo individualni interes učencev za vsebine kemije okolja tako, da omogočijo učencem aktivno sodelovanje v učnem procesu, ki omogoča spodbujanje situacijskega interesa, ki jasneje vodi v večji individualni interes. Kot že povedano, je eden izmed načinov za doseg tega cilja ta, da se vsebina predstavi v kontekstu (Devetak, 2017; Devetak in Ferik Savec, 2018), ki je blizu učencem, saj jo učenci tako dojemajo kot nekaj, kar je zanje pomembno.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Razvijanje veščin 21. stoletja so pomemben cilj globalnega izobraževanja. Te veščine, ki se odražajo v kompetencah posameznika za delovanje na določenem področju, so pomembne tudi na področju izobraževanja za doseganje ciljev trajnostnega razvoja. Pri tem sicer nekatere raziskave kažejo, da ni bistvene povezave med okoljskimi spretnostmi, ki lahko določajo dejanja posameznika v odnosu do okolja in njihovim znanjem o okolju, ki je tudi enakovredna komponenta kompetenc. V splošnem velja, da tisti, ki imajo boljše formirano znanje o določeni vsebin, tudi lažje ukrepajo v neki situaciji ter razvijejo do problemov, povezanih s tem znanjem, pozitivnejše odnose, kar potrjujejo tudi nekatere raziskave. Vsebine okoljske kemije so tako ključnega pomena za izobraževanje mladih v skladu s cilji trajnostnega razvoja ter spodbujanje skrbnega in preudarnega ravnanja z okoljem. Raziskava je pokazala, da so slovenski učenci na koncu osnovnošolskega izobraževanja dosegli približno ustrezno raven znanja o vsebinah, ki se nanašajo na hidrosfero, litosfero ter atmosfero, njihovo razumevanje vsebin o bio-geo-kemičnih kroženjih snovi na Zemlji pa je neustrezno, kar kaže na potrebo po poglobljenem poučevanju teh vsebin, ustreznem vrednotenju usvojenega znanja ter in spodbujanju zanimanja za ta področja, saj je raven individualnega interesa za učenje vsebin okoljske kemije pri učencih nizka. Rezultati tudi kažejo, da štirinajstletniki z višjim individualnim interesom za te vsebine dosegajo statistično značilno ustreznije znanje o preverjanih vsebinah kemije okolja. Raziskava je tudi pokazala, da imajo učenci v večini primerov dokaj nizek delež napačnih razumevanj (glede na kriterije, ki so dostopni v literaturi) pojmov kemije okolja, ki so bili zajeti v raziskavah, vendar pa so ti deleži še vedno zelo visoki.

Smiselno bi bilo implementirati učinkovitejše metode poučevanja za vzbujanje zanimanja mladih za vsebine okoljske kemije. Pri tem je pomembno, da so jim okoljski problemi predstavljeni kot nekaj, kar se tiče tudi njih, in je zanje pomembno, da bodo imeli v prihodnje vsaj take pogoje življenja kot danes. Sodobni pristopi poučevanja morajo omogočati boljše povezovanje vsebin z vsakdanjimi izkušnjami učencev, spodbujati razumevanje okoljskih problem s sistemskim razmišljanjem in v ustreznem kontekstu, saj se s tem lahko dosežeta

boljše razumevanje in ozaveščenost mladih glede okoljskih problemov, ter spodbuja trajnostni razvoj in skrbno ravnanje z okoljem.

Literatura

- Armstrong, L. B., Rivas, M. C., Zhou, Z., Irie, L. M., Kerstiens, G. A., Robak, M. T., Douskey, M. C. in Baranger, A. M. Developing a green chemistry focused general chemistry laboratory curriculum: What do students understand and value about green chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2410–2419. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00277>
- Artemieve, I. (2011). *The Lithosphere, an Interdisciplinary Approach*. Cambridge University Press.
- Aubrecht, K. B., Bourgeois, M., Brush, E. J., MacKellar, J. in Wissinger, J. E. (2019). Integrating green chemistry in the curriculum: Building student skills in systems thinking, safety, and sustainability. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2872–2880. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354>
- Baumfalk, B., Bhattacharya, D., Vo, T. Forbes, C., Zangori, L. in Schwarz, C. (2019). Impact of model-based science curriculum and instruction on elementary students' explanations for the hydrosphere. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 570–597. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21514>
- Boca, G. D. in Sarach, S. (2019). Environmental education and students' perception, for sustainability. *Sustainability*, 11(6), 1153. <https://doi.org/10.3390/su11061553>
- Böhme, G. (2021). Atmosphere. *Online Encyclopedia Philosophy of Nature*, 1(1).
- Borghini, A., Pieraccioni, F., Bastiani, L., Bonaccorsi, E. in Gioncada, A. (2019). Geoscience knowledge at the end of upper-secondary school in Italy. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 16(2), 77–103.
- Casalo, L. V., Escario J.-J. in Rodrigues-Sanchez, C. (2019). Analyzing differences between different types of pro-environmental behaviors: Do attitude intensity and type of knowledge matter? *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 56–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.024>
- Chen, A. in Darst, P. W. (2002). Individual and situational interest: the role of gender and skill. *Contemporary Educational Psychology*, 27(2), 250–269. <http://dx.doi.org/10.1006/ceps.2001.1093>
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. izd.). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- De, K. A. (2003). *Environmental Chemistry*. New Age International (P), Ltd.
- Devetak, I. in Ferik Savec, V. (2018). Chemical education in Slovenia: past experiences and future challenges. V C. T. Cox in W. E. Schatzberg (ur.), *International Perspectives on Chemistry Education, Research, and Practice* (str. 205–219). American Chemical Society, cop.
- Devetak, I. (2017). Context-based teaching material and learning chemistry. V L. Laurinda (ur.), *Contextualizing Teaching to Improve Learning: The Case of Science and Geography* (str. 261–282). Nova science, cop.

- Devetak, I., Posega-Devetak, S. in Vesel, T. (2019). Developing pre-service teachers' competencies of the management of students' allergies in the school environment. V E. McLoughlin, O. E. Finlayson, S. Erduran in P. E. Childs (ur.), *Bridging Research and Practice in Science Education* (str. 357–372). Springer International Publishing, cop.
- Dickerson, D., Pennick, J., Dawkins, K. R. in Van Sickle, M. (2007). Groundwater in science education. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 45–61. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9019-2>
- Dove, J. E. (1998). Students' alternative conceptions in Earth science: a review of research and implications for teaching and learning. *Research Papers in Education*, 13(2), 183–201. <https://doi.org/10.1080/0267152980130205>
- Dove, J. E., Everett, L. A. in Preece, P. F. W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawings, *International Journal of Science Education*, 21(5), 485–497. <https://doi.org/10.1080/095006999290534>
- Düsing, K., Asshoff, R. in Hammann, M. (2019). Students' conceptions of the carbon cycle: identifying and interrelating components of the carbon cycle and tracing carbon atoms across the levels of biological organisation, *Journal of Biological Education*, 53(1), 110–125. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1447002>
- Edgar, L. J. G., Koroluk, K. J., Golmakani, M. in Dicks, A. P. (2014). Green chemistry decision-making in an upper-level undergraduate organic laboratory. *Journal of Chemical Education*, 91(7), 1040–1043. <https://doi.org/10.1021/ed400639a>
- Fan-Yu, Y., Ngoc-Huy, T. Shih H. H. in Chin-Fei H. (2022). A Study of environmental literacy, scientific performance, and environmental problem-solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 1883–1905. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10223-9>
- Forbes, C. T., Zangori, L. in Schwarz, C. V. (2015). Empirical validation of integrated learning performances for hydrologic phenomena: 3rd-grade students' model-driven explanation-construction. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 895–921. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21226>
- Francek, M. (2012). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35(1), 31–64. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.736644>
- Gilbert, J. K. (1977). The study of student misunderstandings in the physical sciences. *Research in Science Education*, 7(1), 165–171. <https://doi.org/10.1007/BF02643123>
- Golay, D. (2000). Das interesse der schüler/-innen am schulfach geographie auf der sekundar-stufe I in der region Basel. *Geographie und ihre Didaktik*, 28(3), 131–147.
- Gungordu, N., Yalcin-Celik, A. in Kilic, Z. (2017). Students' misconceptions about the ozone layer and the effect of internet-based media on it. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 7(1), 1–16.
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L. in Priniski, S. J. (2016). Interest matters. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 220–227. <https://doi.org/10.1177/2372732216655542>
- Hartley, L. **MNapaka! Zaznamek ni definiran...**, Wilke, B. J., Schramm, J. W., D'Avanzo, C. in Anderson, C. W. (2011). Education college students' understanding of the carbon cycle: Contrasting principie-based and informal reasoning. *BioScience*, 6(1), 65–75. doi:10.1525/bio.2011.61.1.12

- Hayhoe, D., MacIntyre, J. in Bullock, S. (2011). Does a focused, hands-on "treatment" have a long-term effect on elementary teacher candidates' conceptual understanding of an attitudes towards soil. V D. Hayhoe (ur.), *Soil, crop & environmental sciences conference*. Tyndale University.
- Hemmer, I., Bayrhuber, H., Häußler, P., Hemmer, M., Hlawatsch, S., Hoffman, L. in Raffelsiefer, M. (2007). Students' interest in geoscience topics, contexts and methods. *Journal of Geography Education*, 35(4), 184–197.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202–215. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18143.x>
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C. in Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. North American Association for Environmental Education. <http://www.naaee.net> (5.1.2024).
- Hungerford, H. R. in Volk, Y. (1990). Changing learner behaviour through environmental education. *Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Juriševič, M., Vogrinc, J. in Glažar S. A., (2010). Odnos do naravoslovja. V S. A. Glažar (ur.), *Ciljno raziskovalni projekt: Analiza dejavnikov, ki vplivajo na trajnejše znanje z razumevanjem naravoslovno–tehniških vsebin*. Poročilo. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Kroufek, R. (2014). Pre-service primary teachers' misconceptions about the greenhouse effect. *7th International Conference of Education, Research and Innovation*, Sevilla.
- Liu, P., Teng, M. in Han, C. (2020). How does environmental knowledge translate into pro-environmental behaviors: The mediating role of environmental attitudes and behavioral intentions. *Science of The Total Environment*, 728, 138126. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138126>
- Mahaffy, P.G., Matlin, S.A., Whalen, J.M. in Holme, T.A. (2019). Integrating the molecular basis of sustainability into general chemistry through systems thinking. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2730–2741. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00390>
- Matlin, S. A., Mehta, G., Hopf, H. in Krief, A. (2016). One-world chemistry and systems thinking. *Nature Chemistry*, 8(5), 393–398. <https://doi.org/10.1038/nchem.2498>
- McGillivray, S., Murayama, K. in Castel, A. D. (2015). Thirst for Knowledge: The effects of curiosity and interest on memory in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 30(4), 835–841. <https://doi.org/10.1037%2Fa0039801>
- Ministrstvo za kohezijo in regionalni razvoj Republik Slovenije. (2023). Uresničevanje Agende 2030. <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/uresnicevanje-agende-2030/>
- Ozge Arslan, H., Cigdemoglu, C. in Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667–1686. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>

- Parker, A., Noronha, E. in Bongers, A. (2023). Beyond the deficit model: Organic chemistry educators' beliefs and practices about teaching green and sustainable chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1728–1738. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00780>
- Pratama, R., Indriyanti, D. R. in Mindyarto, B. H. (2021). Development of a diagnostic test for students' misconception detection of coordination system material using four-tier multiple choice. *Journal of Innovative Science Education*, 10(3), 251–258. <https://doi.org/10.15294/jise.v10i1.37413>
- Putri, C. F., Sutiarmo, S. in Koestoro, B. (2018). Student difficulties based on literacy skills and interpreting social problems or mathematical data using graphs. *IOSR Journal of Mathematics*, 14(6), 7–10.
- Razdevšek Pučko, C. in Rugelj, J. (2006). Kompetence v izobraževanju učiteljev. V S. Tancig in T. Devjak (ur.), *Prispevki k posodobitvi pedagoških študijskih programov* (str. 30–44). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Renninger, A. K. (2000). Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation. V C. Sansone in J. M. Harackiewicz (ur.), *Intrinsic and Extrinsic Motivation* (str. 373–404). Elsevier Inc.
- Rotgans, J. I. in Schmidt, H. G. (2017). The relation between individual interest and knowledge acquisition. *British Educational Research Journal*, 43(2), 350–371. <https://doi.org/10.1002/berj.3268>
- Roth, C. E. (1992). *Environmental literacy: Its roots, evolution and direction in the 1990s*. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education. <https://eric.ed.gov/?id=ED348235>
- Scott, T. R. in Powell, J. L. (2018). *The universe as it really is: Earth, space, matter, and time*. Columbia University Press. <https://www.jstor.org/stable/10.7312/scot18494>
- Simmons, D. (1995). Developing a framework for national environmental education standards. V *Papers on the Development of Environmental Education Standards* (str. 10–58). NAAEE.
- Suprpto, N., Abidah, A., Dwinigish, K., Jauhariyah, M. N. R in Saputra, A. (2018). Minimizing misconception of ionization energy through three-tier diagnostic test. *Periodico Tche Quimica*, 15(30), 387–396. http://www.deboni.he.com.br/arquivos_jornal/2018/30/390_Periodico30.pdf
- Sustainable development goals*. (b. d.). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>
- Šorgo A. in Kamenšek, A. (2012). Implementation of a curriculum for environmental education as an education for sustainable development in Slovenian upper secondary schools. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 1067–1076.
- Tragulian, V. O. in Arnold, R. W. (2008). Pedosphere. *Encyclopedia of Ecology*, 2665–2670.
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H. in Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), 426–436. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2008.10.003>
- Unsworth, N. in Mcmillan, B. D. (2013). Mind wandering and reading comprehension: Examining the roles of working memory capacity, interest, motivation, and topic experience. *Journal of Experimental Psychology*, 39(3), 832–842. <https://doi.org/10.1037/a0029669>

- van der Hoeven Kraft, K. J. (2017). Developing student interest: An overview of the research and implications for geoscience education research and teaching practice. *Journal of Geoscience Education*, 65(4), 594–603. <http://dx.doi.org/10.5408/16-215.1>
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L. in Schwarz, C. (2015). Fostering 3rd-grade students' use of scientific models with the water cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411–2432. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1080880>
- Vogt, G. L. (2007). *The lithosphere: Earth's crust*. Twenty-First Century Books.
- Wilke, R.J. (1985). Mandating preservice environmental education teacher training: The Wisconsin experience. *Journal of Environmental Education*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00958964.1985.9941392>
- Yavetz, B., Goldman, D. in Pe'er, S. (2009) Environmental literacy of pre-service teachers in Israel: a comparison between students at the onset and end of their studies. *Environmental Education Research*, 15(4), 393–415. <https://doi.org/10.1080/13504620902928422>
- Zangori, L. Forbes, C. T. in Schwarz, C. V. (2015). Exploring the effect of embedded scaffolding within curricular tasks on 3rd-grade students' model-based explanations about hydrologic cycling. *Science, & Education*, 24(7–8), 957–981. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9771-9>
- Zangori, L., Vo, T., Forbes, C. T. in Schwarz, C. (2017). Supporting 3rd-grade students' model-based explanations about groundwater: A quasi-experimental study of a curricular intervention. *International Journal of Science Education*, 39(11), 1421–1442. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1336683>
- Zaplatic, G. (2015). *Predstave petošolcev o travnikih kot ekosistemih* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].

KARIERNO ODLOČANJE IN ZANIMANJE GIMNAZIJCEV ZA ŠTUDIJ INŽENIRSTVA IN TEHNIKE

CAREER DECISION-MAKING AND UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS' INTEREST IN STUDYING ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Meta Krašna in Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Zanimanje gimnazijk in gimnazijcev za študij inženirstva in tehnike je pri nas razmeroma neraziskano področje, hkrati pa je ob vedno manjšem številu teh poklicev ter vedno večjem povpraševanju po njih to področje, ki je vredno preučevanja. V namen vsega tega smo najprej zapisali teoretični del, v katerem smo problem umestili v okolje in mu postavili teoretično zasnovo. Spoznali smo slovenski šolski sistem ter preverili, kakšno je trenutno stanje tega ter katerih poklicev primanjkuje. Preučili smo področje samoučinkovitosti ter razne teorije, ki vplivajo na razvijanje posameznika. Poudarek smo dali tudi na dejavnikih okolja, dotaknili smo se še motivacije in načrtovanja kariere s pomočjo samodeterministične teorije ter kariere, interesa in poklicnega zanimanja za tehniko in inženirstvo. Preučili smo tudi čustvene potrebe posameznikov. Za namen raziskave smo uporabili kvalitativno-kvantitativni pristop pedagoškega raziskovanja z osrednjo metodo anketnih vprašalnikov. Zbrane rezultate smo analizirali po vprašanih ter posameznih spremenljivkah, kasneje pa še s pomočjo programa IBM SPSS v.25 poiskali korelacije, stopnje povezanosti itd. Ugotovili smo, da se za inženirski poklic zanima slaba petina vprašanih. Po spolu se to število bistveno ni razlikovalo, lahko pa povemo, da so se moški bolje ocenili v povezavi z inženirstvom in tehniko pri vseh kategorijah, ki so sestavljajo postavke 23. in 24. vprašanja. Tako so se glede na spol pojavile statistično pomembne razlike ($\alpha \leq 0,05$) v vseh kategorijah z izjemo kategorije SSU. Primerjava po letnikih izobraževanja in kategorijah je pokazala, da se statistično pomembne razlike ($\alpha \leq 0,05$) pojavljajo le med 2. ter 4. letniki, in sicer pri kategorijah IKP in ISU. Korelacijska analiza je pokazala, da obstaja visoka povezanost med kategorijama ISU II in ISU I, kar je seveda logično, ter med ISU II in IKP. Izpostavimo lahko še dejstvo, da so anketiranci na lestvici strinjanja podpovprečno ocenili postavki ISU1 in ISU2, kar kaže na dejstvo, da niso prepričani v svojo uspešnost v inženirstvu in tehniki, hkrati pa v ta namen niso pripravljeni žrtvovati zasebnega življenja.

Raziskava je del magistrskega dela (Krašna, 2022), s katerim smo želeli dati vpogled v stanje zanimanja za inženirstvo in tehniko v Sloveniji in ugotovili, s čim bi lahko to stanje izboljšali.

Ključne besede: srednješolsko gimnazijsko izobraževanje, karierno odločanje, inženirski in tehniški poklici, samoučinkovitost, motivacija in čustvene potrebe, presečna študija.

Abstract

Upper secondary students' interest in studying engineering and technology is relatively poorly researched field in Slovenia, however, the number of these professions is decreasing and the demand

is increasing, making this field interesting for research. In the theoretical part of this thesis, we placed the problem into a context and set a theoretical plan. We got to know the Slovene school system and checked its state. We wanted to find out, which professions are lacking. We studied the field of self-efficacy and different theories, which influence the development of an individual. The emphasis was also on the environment factor and we researched motivation and career-planning with the help of self-determination theory and career, interest and professional interest for technology and engineering. We studied the emotional needs of individuals as well. For the purpose of the research, we used a qualitative-quantitative approach of pedagogic research with the main method of questionnaires. We analysed the collected results according to questions and separate variables and searched for correlations, levels of connectivity, etc. with the IBM SPSS programme. We established that merely a fifth of the respondents is interested in an engineering profession. There was no significant difference in number according to gender, however, the male respondents evaluated themselves better in connection with engineering and technology in all categories of the questionnaire. A statistically significant differences ($\alpha \leq 0.05$) appeared according to gender in all categories with an exception in category of dealing with self-efficacy. The comparison according to grades of education and categories showed that statistically significant differences ($\alpha \leq 0.05$) appear only among the second and fourth grades, namely in categories of engineering career expectations and engineering self-efficacy. The correlation analysis showed there is a high connectivity between categories engineering self-efficacy I and II, which is a logical turnout, as well as between engineering self-efficacy II and engineering career expectations. We can also stress out the fact that the respondents evaluated engineering self-efficacy I and II below average in the scale of agreeing, which shows that they are not sure about their success in engineering and technology and at the same time, they are not willing to sacrifice their private life.

The research is part of a master's thesis (Krašna, 2022), with which we wanted to give an insight into state of interest for engineering and technology in Slovenia and establish how to improve this state.

Key words: upper secondary general education, career decision-making, engineering and technology professions, self-efficacy, motivation and emotional needs, cross-sectional study.

Uvod

Inženirji so izredno pomembni pri ustvarjanju ter razvijanju družbe in njihov primanjkljaj za družbo ter gospodarstvo je zagotovo problem, ki ga je nujno treba rešiti. Poleg tega se družba hitro razvija, odpirajo se nova delovna mesta in to predvsem na naravoslovnem področju. Da primanjkuje delavcev na inženirskem in tehniškem področju, je znano že dlje časa in omenjena situacija ni problem le v tujini, temveč tudi v Sloveniji (ZRSZ, 2021). Za nas pomembno dejstvo je pomanjkanje učiteljev v osnovnih šolah. Ploj Virtič in drugi (2017) so ugotovili, da se jih bo v prihodnjih letih veliko upokojilo, novih učiteljev pa je zelo malo.

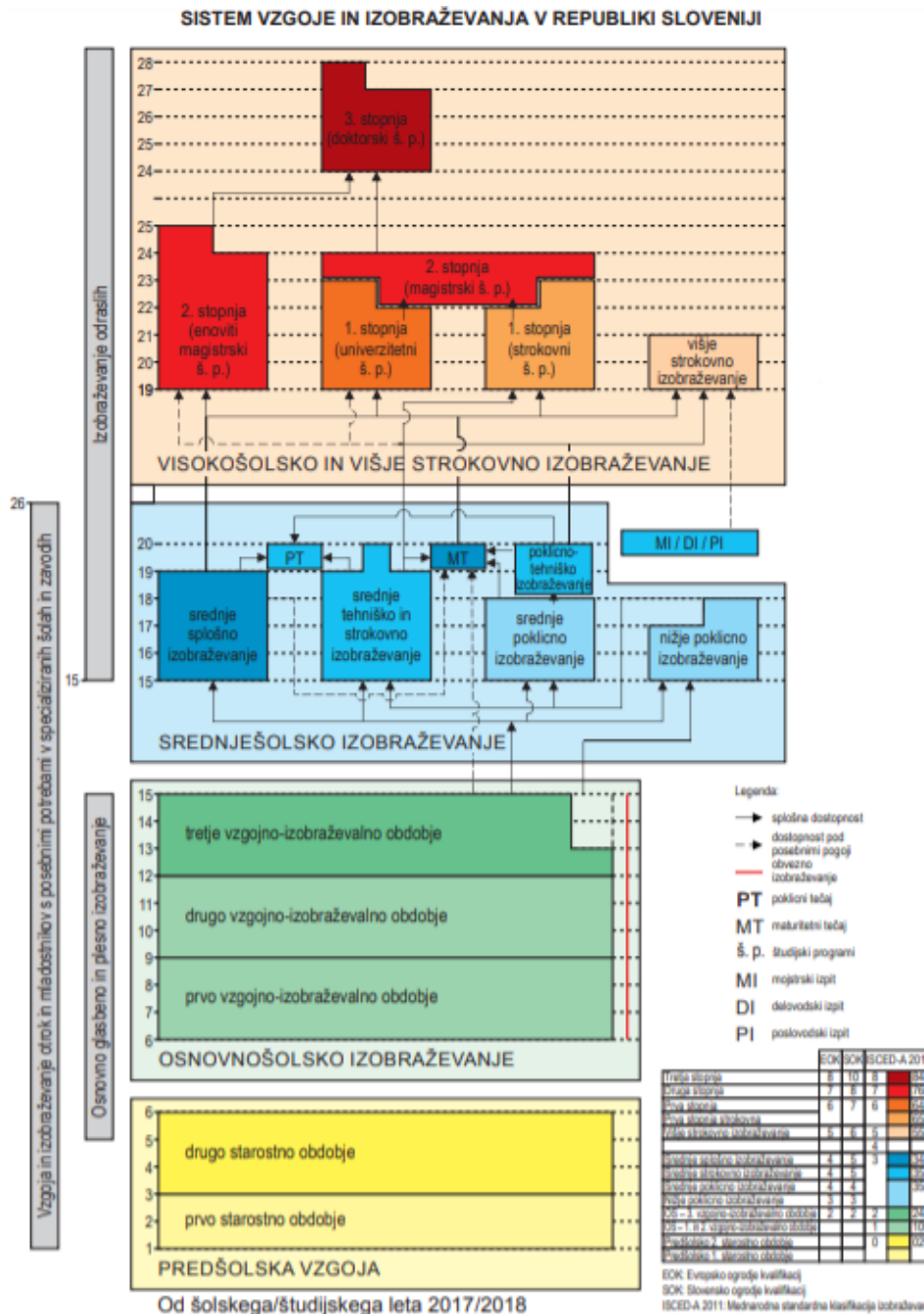
Na izbiro študija bodočih študentov vpliva več različnih dejavnikov, še posebej pa spol, kar tudi kažejo že opravljene raziskave, ki pravijo, da je žensk v inženirskih poklicih izredno malo (Salas-Morera idr., 2021). Med dejavniki za izbiro študija je tudi samoučinkovitost, ki jo je opredelil Bandura (1997).

Najprej je torej treba raziskati stališča in izkušnje gimnazijk in gimnazijcev o študiju inženirstva in tehnike. S tem bomo spoznali, kakšen je interes za vpis na ta študij ter kaj bodoči študentje od njega pričakujejo. Treba je ugotoviti, kakšni so sedanji gimnazijci in gimnazijke, česa jim v povezavi s študijem in njihovimi potrebami primanjkuje in kako jih motivirati za nadaljnji študij, predvsem študij poklicev, ki so v primanjkljaju in potem tudi nadaljevanje izbranega študija, saj se jih veliko iz inženirskih in tehniških programov izpiše. Zanimala nas bo njihova samoučinkovitost; kako prepričani so vase in v svoje sposobnosti. Ko bodo vzroki znani, bomo

morali sestaviti priporočila in usmeritve, kako bi spodbudili vpis na študij inženirstva in tehnike. S tem se lahko tudi dejansko stanje v prihodnosti res izboljša.

Izobraževanje v Sloveniji

Slovenski šolski sistem je sestavljen iz različnih stopenj izobraževanja. Kot je razvidno s Slike 1, ga v osnovi delimo na štiri stopnje, in sicer so to predšolska vzgoja, osnovnošolsko izobraževanje, srednješolsko izobraževanje ter visokošolsko in višje strokovno izobraževanje (Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (MIZS), 2020a). Vsaka izmed teh stopenj se še nekoliko razdelja, o čemer je več napisano v nadaljevanju.



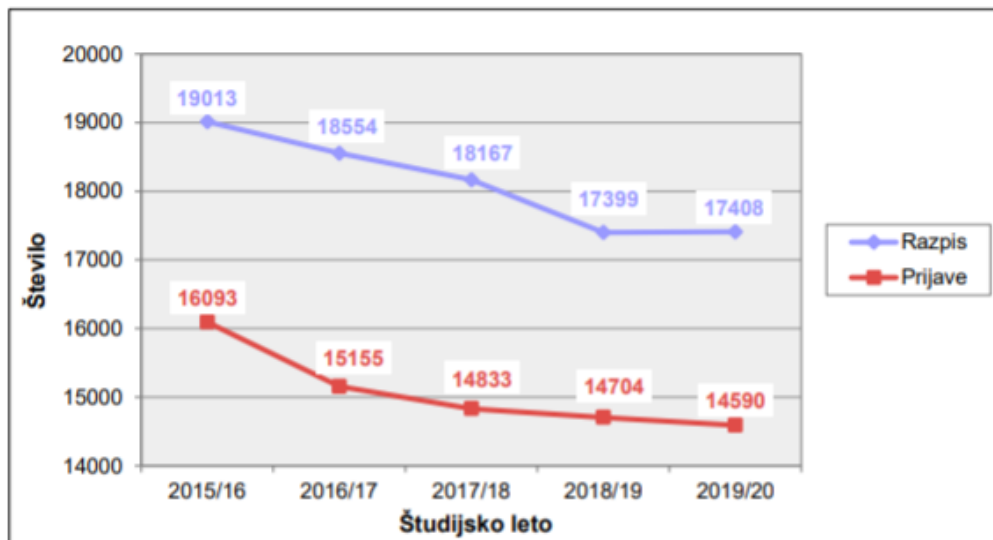
Slika 1: Sistem vzgoje in izobraževanja v Republiki Sloveniji (MIZS, 2020a).

Slovenski šolski sistem

MIZS kot pristojni organ regulira šolski sistem, ki ga sestavljajo trije sklopi izobraževanja: primarno, sekundarno in terciarno (2020a). Odločitev za tehniške poklice se zgodi (ali ne) pri vstopu v sekundarno oziroma terciarno izobraževanje. Število dijakov in vajencev v Sloveniji se iz leta v leto zmanjšuje in se je v zadnjih 20 letih znižalo za dobrih 33.000 (Černosa in Rački, 2020).

Podobno kot na ostalih gimnazijah se je tudi na tehniških gimnazijah število dijakov nekoliko zmanjšalo. V zadnjih letih je naraslo zanimanje in vpis na programe mehatronik operater in mizar (povečan vpis, enako število šol) ter oblikovalec kovin – orodjar (povečan vpis, večje število šol). Povečal se je tudi interes za program gradbeni tehnik, nekoliko pa je padel za programe okoljevarstveni tehnik, naravovarstveni tehnik ter strojni tehnik. Upad vpisa beležijo še na programih gradbeni tehnik in lesarski tehnik (Černosa in Rački, 2020).

V študijskem letu 2019/2020 je bilo v terciarnem izobraževanju na voljo dobrih 17.000 vpisnih mest, kar je nekoliko manj kot prejšnje študijsko leto, na Sliki 2 pa je viden padec v zadnjih letih. Število prijav se zmanjšuje že od študijskega leta 2003/2004, ko jih je bilo dvakrat toliko (Univerza v Ljubljani, 2020).



Slika 2: Graf razpisa in prijav v terciarno izobraževanje (Univerza v Ljubljani, 2020).

Poklici v primanjkljaju

Zavod Republike Slovenije za zaposlovanje vsako leto pripravi poklicni barometer, v katerem napovejo, kateri poklici bodo v prihodnjem letu v primanjkljaju. Ta seznam je dolg in med njimi je veliko inženirskih in tehniških, na primer elektroinštalaterji, farmacevti, inženirji elektronike, elektrotehnik, gradbeništva in strojništva, mehaniki, obdelovalci lesa, predmetni učitelji v osnovnih šolah, strokovnjaki tehnično-tehnoloških strok, tehniki za elektrotehniko, gradbeništvo, geodezijo, strojništvo in še mnogi drugi (ZRSZ, 2021). Primanjkljaj inženirjev potrjuje tudi organizacija CEDEFOP (2016), kjer navajajo, da je inženirjem ugled padel že po samostojnosti Slovenije, ko so mladi začeli izbirati druge poklice. S 1300 diplomanti iz naravoslovja, matematike in inženirstva na 100.000 zaposlenih študentov je Slovenija pod povprečjem glede na OECD. ZRSZ (2021) navaja tudi razloge, za primanjkljaj določenih

poklicev, med katerimi so: premalo usposobljen kader, delovni pogoji in razni strukturni dejavniki. Podobno navaja tudi Mannan (2021), ki pravi, da razloge za nizek vpis lahko razdelimo na tri področja, in sicer nezadostna ozaveščenost o tem, kaj inženirji delajo, napačna predstava o tem, kaj inženirstvo je, in pomanjkanje priložnosti, da bi lahko vsi sodelovali. Problem je tudi v tem, da delo inženirjev ni tako vidno, kot na primer delo zdravnika ali učitelja, za katerega vsi vedo, kaj počne, saj so ga pri tem tudi videli. K pomanjkanju ozaveščenosti pripomorejo tudi učitelji, saj jih večina ne prihaja iz inženirskih in tehniških vod in tako otrokom ne znajo podati pravega ozadja inženirskega poklica. Poleg njih imajo tudi starši omejeno znanje z omenjenega področja. Pomemben je tudi zgodovinski stereotip, da je delo inženirja umazano ter poteka ob neprimernih urah in v težkih razmerah, to pa je tudi drugi omenjeni problem – kaj inženirstvo sploh je.

Da bi se uspešno spopadli s pomanjkanjem inženirjev in inženirskih veščin, se je treba lotiti temeljnih vzrokov, ki so zavedanje, dojetje in pomanjkanje priložnosti za vse. Rešitev ne bo zahtevala le razumevanja izzivov, treba bo tudi sprejeti določene ukrepe (Mannan, 2021). Eden izmed njih je zagotovo podeljevanje štipendij. V namen zmanjšanja deficitarnih poklicev je mladim vsako leto podeljenih 1000 štipendij v vrednosti 200 €. V večji meri so prejemniki prav bodoči mizarji, električarji, mehatroniki operaterji, oblikovalci kovin orodjarji, inštalaterji strojnih inštalacij in avtokaroseristi, kar je tudi razvidno s Slike 3 (Milošević Zupančič, 2021). Podeljevanje štipendij je potekalo tudi v prejšnjih letih. V obdobju od leta 2015 do leta 2019 so bile prav tako na voljo štipendije za deficitarne poklice, le da so te znašale 100 € mesečno (CEDEFOP, 2016).

	PODELJENE ŠTIPENDIJE ŠOLSKO LETO 2020/2021 IZOBRAŽEVALNI PROGRAM	Ž	M	SKUPAJ
1.	mizar/mizarka,	5	195	200
2.	električar/električarka,	2	187	189
3.	mehatronik operater/operaterka,	0	132	132
4.	oblikovalec kovin orodjar/orodjarka,	4	108	112
5.	slaščičar/slaščičarka,	106	18	124
6.	inštalater/inštalaterka strojnih inštalacij,	0	79	79
7.	avtokaroserist/avtokaroseristka,	1	42	43
8.	pečar/pečarka,	0	23	23
9.	mesar/mesarka,	2	13	15
10.	tesar/tesarka,	0	14	14
11.	gozdar/gozdarka,	0	14	14
12.	slikopleskar-črkoslikar/slikopleskarka-črkoslikarka,	2	12	14
13.	pek/pekarka,	4	4	8
14.	izvajalec/izvajalka suhomontažne gradnje,	0	7	7
15.	zidar/zidarka,	0	6	6
16.	tehnik/tehničarka steklarstva.	2	0	2
17.	kamnosek/kamnosekinja,	0	2	2
18.	klepar-krovec/kleparka-krovka,	0	2	2
19.	izdelovalec/izdelovalka kovinskih konstrukcij,	0	0	0
20.	tapetnik/ tapetničarka,	0	0	0
21.	steklar/steklarka,	0	0	0
22.	dimnikar/dimnikarka	0	0	0

Slika 3: Preglednica podeljenih štipendij v šolskem letu 2020/2021 glede na izobraževalni program in spol (Milošević Zupančič, 2021).

Poleg štipendij lahko mlade za študij inženirstva in tehnike navdušimo tudi s promocijo poklicev, kar so leta 2021 izvedli na Goriškem (Find-INFO, 2021). Z enakim problemom se že vrsto let soočajo tudi na Severnoprimorskem, kjer v ta namen organizirajo dneve odprtih vrat gospodarstva in promovirajo vajeništvo (Novak, 2021).

Promocija inženirskih in tehniških poklicev poteka tudi prek projekta Inženirke in inženirji bomo! Namen projekta je prav »promocija inženirskih, tehnoloških in naravoslovnih poklicev ter inovativnosti med dijaki vodilnih slovenskih gimnazij« (Mediade, b. d., odstavek 1).

Pomanjkanje učiteljev tehnike in tehnologije

Pomanjkanje inženirskih in tehniških poklicev se še posebej izraža na področju šolstva. Kot navajajo Ploj Vrtič idr. (2017), se bo do leta 2030 upokojilo 1236 danes zaposlenih učiteljev naravoslovja ter matematike in tehnike, od tega bo slednjih 265. Poleg tega število prvošolcev v osnovnih šolah zadnjih 8 let narašča, vpis in število diplomantov na študijskih programih pedagoške tehnike je v zadnjih 13 letih upadlo za 70 %, s trenutnim številom diplomantov omenjene smeri (okrog 11-letno) pa bo lahko zadoščenih le 40 % potreb po učiteljih tehnike in tehnologije. V skladu z omenjenimi težavami so bile predstavljene možne rešitve, in sicer financiranje študijskih programov za dokvalifikacijo in prekvalifikacijo za poučevanje tehnike, zagotovitev financiranja ukrepov za povečanje promocije tehnike med mladimi, zagotovitev ustreznih pogojev na UM in UL ter v letu 2017 razpis kadrovske štipendije za študij poklica učitelja naravoslovja/matematike in tehnike (Ploj Vrtič idr., 2017). Slednje se je v letu 2022 tudi zgodilo, s čimer so študentje, ki so v študijskem letu 2022/2023 prvič vpisani v enega izmed pedagoških programov s področja naravoslovja in tehnike, prejeli kadrovske štipendije (MIZS, 2022c).

Cilj šolskega sistema je kakovostna uskladitev potreb na trgu dela, ki pa je v sodobni družbi lahko tudi večkrat neskladna. V sodobnem svetu s hitro razvijajočimi tehnologijami je še posebno pomembna prilagoditev obstoječih poklicev in definiranje novih, kar pa je lahko motivacija že v srednješolskem izobraževanju.

Karierno odločanje za poklice tehnike in inženirstva

Vpliv na odločitve, ki jih posameznik sprejema v življenju, nosi veliko dejavnikov; od samoučinkovitosti, okolja s pomočjo sistemov, do družbe s spolnimi stereotipi itd. Hkrati je pomembna tudi motivacija posameznika in kaj si želi v življenju doseči, po čem hrepeni ter kakšne so njegove potrebe.

Bandura (1997) je samoučinkovitost opredelil kot prepričanje ljudi v njihove zmožnosti, da ustvarijo in izvedejo določene ravni delovanja, ki so potrebne za doseganje danih dosežkov. Študentova samoučinkovitost lahko drastično vpliva na njegove odločitve, na primer na izbiro in vpis na določen visokošolski program ter potem na odločnost in vztrajnost za dokončanje (Hutchison idr., 2008 v Hughes, 2021).

Močan občutek učinkovitosti izboljšuje človekove dosežke in osebno dobro počutje na več načinov. Ljudje, ki so visoko prepričani o svojih zmožnostih, k težkim nalogam pristopajo kot k izzivom, ki jih je treba obvladati, ne pa kot h grožnji, ki se ji je treba izogniti. Zastavljajo si zahtevne cilje in se jih strogo držijo. Ob neuspehih ali padcih si hitro povrnejo občutek učinkovitosti. Neuspehe pripisujejo nezadostnemu trudu, pomanjkljivemu znanju ali ne dovolj dobrim spretnostim. K težkim situacijam pristopajo prepričani, da jih lahko obvladajo. Takšen

učinkovit pogled na problem se izraža v osebnih dosežkih, zmanjšanju stresa in zmanjšanju možnosti za depresijo (Bandura, 1994).

Güdel in drugi (2019) so v svojem delu izpostavili teorijo Ziefela in Jakobsa, da ob vpeljavi samoučinkovitosti v tehnologijo lahko ugotovimo, da je to dojemanje lastne sposobnosti, da bo oseba uspešno izvajala tehnična dejanja, se spopadla s tehničnimi problemi in jih ustrezno reševala. Tesno je povezana s prepričanji o kompetencah in nadzoru. Najnovejše ugotovitve raziskav o subjektivnih pričakovanjih glede lastnih sposobnosti za uspešno spopadanje s tehničnimi in/ali znanstvenimi nalogami ter izzivi in učenje lahko povzamemo takole; samoučinkovitost, specifična za tehnologijo, se med različnimi področji izrazito razlikuje. Natančneje, samoocene o sposobnostih posameznika glede veščin/znanja obvladovanja vsakdanje tehnologije v praksi so relativno pozitivne in se z leti še izboljšujejo, medtem ko so samoocene o znanju v teoriji veliko manj pozitivne. Predvideva se, da bodo učenci oziroma dijaki z visoko inženirsko samoučinkovitostjo bolj verjetno razmišljali o inženirskem poklicu in v njem tudi uspeli (Hughes, 2021). Kot navaja Bandura (1997), sta izbira študija in inženirska samoučinkovitost povezani tudi z družino, saj je slednja višja pri učencih, katerih družinski član(i) so tudi v inženirstvu, kar potrjuje njegov konstrukt samoučinkovitosti »zamenljivih izkušenj«.

So pa Güdel in drugi (2018) ugotovili, da je samoučinkovitost ključen dejavnik samoocenjevanja sposobnosti, povezanih s tehnologijo. Poleg tega Avsec in Szewczyk-Zakrzewska (2018) menita, da je samoučinkovitost izobraževanja med študenti inženirstva povezana tudi z dosežki in vztrajnostjo, pa tudi z motivacijo pričakovanega izida in tesnobe. Samoučinkovitost je pomembna ne samo pri študentih, temveč tudi pri učiteljih. V eni izmed raziskav je bilo namreč ugotovljeno, da je samoučinkovitost učiteljev naravoslovja in tehnologije pred začetkom dela pomemben napovedni dejavnik proaktivnega vedenja (Avsec in Jerman, 2020).

Dejavniki okolja

Na izbiro študija srednješolcev lahko vpliva več različnih dejavnikov. Teoretiki so te dejavnike razdelili na dve glavni skupini, in sicer na **zunanje situacijske dejavnike in notranje dejavnike**. Med zunanje se uvrščajo trenutna socialna struktura, proces zaposlovanja v konkretni državi, šola, družina in družba itd. Med notranje dejavnike se uvrščajo subjektivni dejavniki oziroma tisti, ki izhajajo iz posameznika. Mednje spadajo biološki (spol, posebne sposobnosti in talenti, temperament) ter psihološki dejavniki (poklicni interesi, stališča, sposobnosti itd.) (Paszowska-Rogacz, 2015; Zagoričnik, 2016).

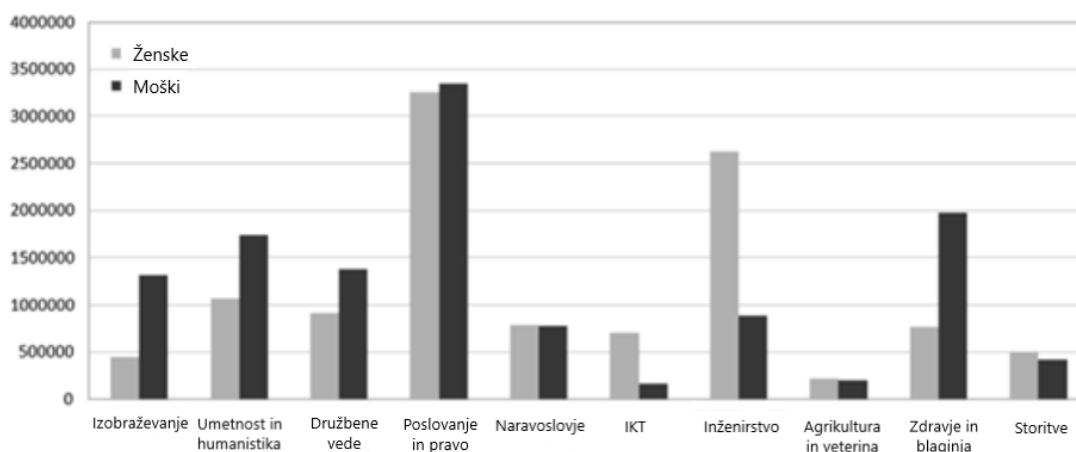
Kot pravi Ferlin (2021), je izbira poklica ter priprava srednješolcev na delovno življenje pomembna prelomnica in je zato pomembno, da se ob tem zavedajo vseh dejavnikov, ki na to vplivajo. Treba se je prilagajati družbenim spremembam, upoštevati razvoj novih panog in s tem novih poklicev, hkrati pa se zavedati, da nekateri poklici izumirajo.

Ker so nekateri poklici (gradbeništvo, gorska reševalna služba itd.) izjemno fizično naporni, lahko na izbiro študija vplivajo tudi **psihofizične sposobnosti**. Zahtevajo lahko določene sposobnosti, kot so dober vid/sluh, natančna motorika, izjemna fizična pripravljenost itd. (Ferlin, 2021).

Vpliv spola

Pomembno vlogo pri izbiri študija nosi spol. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (2020) je v šolskem letu 2019/2020 43,5 % vseh srednješolcev izbralo programe s področja tehnike, 8 % pa z računalništva. Za strokovne programe se je odločilo 56 % vseh srednješolk, od tega jih je 12 % izbralo šolanje na področju zdravstva, 11 % na področju osebnih storitev, 10 % pa na področju poslovnih ved. Podoben trend se nadaljuje na terciarni stopnji, kjer ženske prevladujejo na programih, kot so izobraževalne znanosti, izobraževanje učiteljev, zdravstvo itd. Moški po drugi strani predstavljajo 83 % vpisanih na področjih informacijskokomunikacijskih tehnologij ter 74 % na področju tehnike, proizvodne tehnologije in gradbeništva. Ferlin (2021) tako v svoji magistrski nalogi ugotavlja, da ženske prevladujejo na področjih, kot so izobraževalne vede in zdravstvo, moški pa na programih informacijskokomunikacijskih tehnologij, proizvodnje tehnologije in gradbeništva.

Da se večino žensk odloči za študij humanistike in družboslovja in ne inženirstva, je že znano dejstvo. Raziskava, izvedena v Španiji, ki ji pripada spodnji graf (Slika 4), je pokazala, da je moških izrazito več kot žensk le v inženirstvu (pribl. 2.600.000 moških in pribl. 900.000 žensk) ter na področju informacijskokomunikacijskih tehnologij (pribl. 600.000 moških in pribl. 100.000 žensk). Ostala področja so po spolu izenačena oziroma v njih prevladujejo ženske (Salas-Morera idr., 2019).



Slika 4: Stanje žensk in moških v Španiji glede na poklic, ki ga opravljajo (slika, prirejena po Salas-Morera idr., 2019).

Možnih razlogov za tako statistiko je več. Prvi je ta, da se je ustvarilo napačno prepričanje, da taki poklici niso koristni za skupne cilje, kar pa je ženskam pomemben dejavnik pri izbiri svojega področja dela. Poleg tega se je uveljavilo prepričanje, da se inženirska delovna mesta s strani družbe obravnavajo kot primernejša za moške in ne za ženske (Salas-Morera idr., 2019).

Avtorji Salas-Morera in drugi (2019) so izvedli tudi raziskavo, v kateri so anketirali dijake zadnjega letnika srednje šole, študente prvega letnika inženirstva in študente prvega letnika študija naravoslovja. 48 % deklet je menilo, da je inženirstvo bolj primeren poklic za moške kot za ženske. Hkrati je isto menilo 34 % fantov. Raziskovalci menijo, da je takšno mnenje verjetno najpomembnejša zmotna, ki je lahko vzrok za vse ostalo. Ko se dekleta v intervjujih vpraša, zakaj menijo, da obstaja takšno zavračanje inženirskih poklicev s strani žensk, na splošno

odgovarjajo, da inženiring ni poklic za ženske, a ko jih vprašajo o razlogih za to prepričanje, ne poznajo odgovora.

a) Spodbujanje žensk v inženirstvu

Kot je že bilo omenjeno, so vsako leto v inženirstvu razpisane tudi štipendije, organizirane so promocije poklicev, bolj specifično pa na dekleta cilja dogodek oziroma projekt Inženirke in inženirji bomo! V okviru prav tega deluje tudi zelo znan slovenski projekt Inženirka leta, s katerim organizatorji naslavljajo problem 'nevidnosti' inženirk v družbi. Kot navajajo, je »cilj izbora s spoznavanjem slovenskih inženirk pokazati, kako zanimive stvari počnejo in kako s svojim znanjem in delom prispevajo k napredku« (Mediade, 2018, odstavek 3) ter »čim širša in učinkovita družbena promocija inženirk« (Mediade, 2018, odstavek 7).

Na tem področju deluje tudi Institut Jožef Stefan, ki je od februarja 2021 partner evropskega projekta ATHENA, ki želi razviti in implementirati načrt za enakost spolov (Institut Jožef Stefan, 2021).

Leta 2014 je Women's Engineering Society (žensko inženirsko društvo) iz Združenega kraljestva uvedlo nacionalni dan žensk v inženirstvu, ki ga praznujemo 23. junija. Praznovanje je z leti preraslo v svetovni dogodek in leta 2017 je omenjeni praznik postal mednarodni (National day calendar, b. d.). Namen dogodka je praznovati dosežke žensk v inženirstvu in sorodnih panogah (Institut Jožef Stefan, 2021).

Kot pravi Emily Gwen Blosser (2017, v Salas-Morera idr., 2019), ni vse odvisno le od prihodnjih študentov, temveč imajo pri tem pomembno vlogo tudi učitelji, saj fakultete razvrščajo discipline na moške in ženske, na primer: bolj tehniške in »umazane« smeri naj bi bile za ženske manj privlačne. Posledično lahko jezik, ki ga uporabljajo učitelji za opis svojih disciplin/predmetov/smeri, negativno vpliva na kulturno znanje o spolu in poklicni karieri ter preprečuje vpis žensk na študij inženirstva.

Blosserjeva (Salas-Morera idr., 2019) prav tako izpostavlja pomembnost previdnosti univerzitetnih organov pri oblikovanju informativnih kampanj in izogibanju kulturnim stereotipom o spolu. Eden od načinov za pristop k problemu lahko daje pozitivno sporočilo, kot je: »inženiring je zanimivo delo, ki omogoča radovednim ljudem, da težave spremenijo v prave rešitve« in se izogibajo vsakršni omembi razlik med spoloma.

b) Ženske in samoučinkovitost

Raziskave so v preteklosti že pokazale, da imajo ženske v inženirskih poklicih težave z udeleževanjem svojega potenciala in vzdrževanjem svoje samozavesti, medtem ko se bojujejo s kariernimi izzivi (Gaikwad in S. Kulkarni, 2016). Omenjena avtorja sta opravila tudi svojo raziskavo, s katero sta ugotovila, da se z leti samoučinkovitost povečuje na vseh podlestvicah, razen na pričakovanih inženirske kariere in pri občutku vključenosti. Tako menita, da je treba izvajati več interaktivnih dejavnosti, kot so seminarji, skupinske naloge in timski projekti. To bo med diplomantkami inženirstva razvilo in povečalo občutek vključenosti ter samozavesti. Študija je pokazala tudi, da se samoučinkovitost z leti ne poveča veliko, kar kaže na slabost v učnem načrtu in pri poučevanju.

c) *Spolni stereotipi*

Spolni stereotipi so »vnaprejšnje predstave, po katerih so ženskam in moškim arbitrarno pripisane lastnosti in vloge, ki jih določa in omejuje njihov spol« (European Institute for Gender Equality, b. d., odstavek 1). »Vključujejo informacije o vedenju, stališčih, zunanjem videzu, interesih, psiholoških značilnostih, poklicih in socialnih odnosih« (Božin, 2021, odstavek 1). Omejujejo lahko razvoj naravnih talentov in sposobnosti deklet in fantov ter kasneje žensk in moških, vplivajo pa lahko tudi na njihove izobraževalne in poklicne izkušnje ter na življenje nasploh. »Stereotipi o ženskah so posledica in hkrati vzrok globoko zakoreninjenih stališč, vrednot, norm in predsodkov o ženskah« (European Institute for Gender Equality, b. d.), odstavek 2). Z njimi se opravičuje in ohranja zgodovinsko razmerje premoči moških nad ženskami. So seksistična stališča, ki zavirajo napredovanje žensk (European Institute for Gender Equality, b. d.).

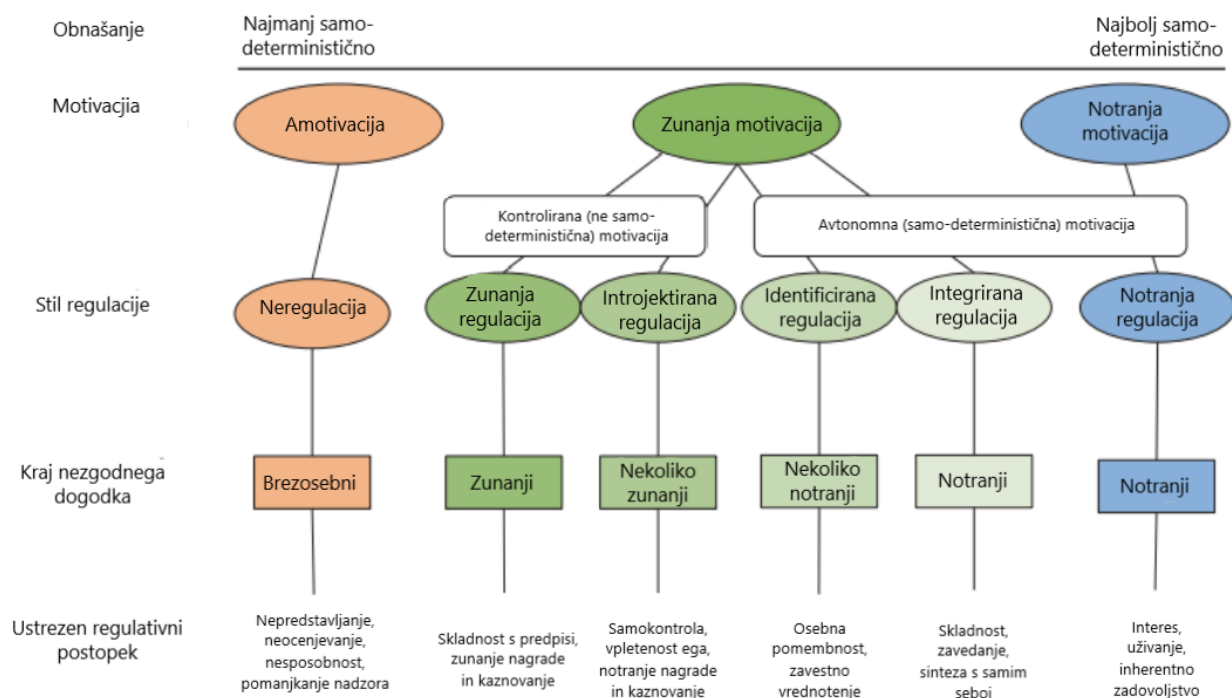
S stereotipnimi izjavami podamo mnenje, kako naj bi se moški in ženske vedli. Če izjavimo na primer, da nogomet ni za ženske, bi lahko privzeli, da neka dejavnost oziroma vedenje ni primerno za ženske. Posebej so problematične izjave, s katerimi za posameznika sprejmemo neko odločitev na podlagi njegovega spola, recimo, ko dečku predlagamo raje dodatne ure fizike kot pa slovenščine, saj ga ta slednja verjetno manj zanima (Božin, 2021).

Motivacija in načrtovanje kariere

Samodeterministična teorija in motivacija imata lahko velik vpliv na izbiro študija.

a) *Samodeterministična teorija*

Samodeterministična teorija (SDT) (angl. Self-determination theory) je pristop k človeški motivaciji in osebnosti, ki uporablja tradicionalne empirične načine in poudarja pomen razvitih notranjih virov ljudi za razvoj osebnosti in vedenjsko samoregulacijo (Rayn, Kuhl in Deci, 1997). Je široka teorija človekove osebnosti in motivacije, ki obravnava, kako posameznik sodeluje s socialnim okoljem in kako je odvisen od njega (Legault, 2017), Slika 5. Njeno področje je raziskovanje prirojenih rastišnih tendenc ljudi in prirojenih psiholoških potreb, ki so osnova za njihovo samomotivacijo in osebnostno integracijo ter za pogoje, ki spodbujajo te pozitivne procese. Z uporabo empiričnega procesa se pojavijo tri takšne potrebe; potreba po kompetenci, po povezanosti in po avtonomiji, ki se zdijo bistvene za omogočanje optimalnega delovanja naravnih nagnjenj k rasti in integraciji ter za konstruktiven družbeni razvoj in dobro počutje osebe (Deci in Ryan, 2000).



Slika 5: Prikaz sestave samodeterministične teorije (slika, prirejena po Legault, 2017).

b) Motivacija

Motivacija se nanaša na energijo, smer, vztrajnost in enakovrednost – vsi vidiki aktivacije in namere. Zelo pomembna je za tiste v vlogah, kot so; vodja, učitelj, trener in starš, da svoje varovance motivirajo za delo. Primerjave med ljudmi, katerih motivacija je pristna, in tistimi, ki so za dejanje zgolj od zunaj nadzorovani in nagrajani, običajno razkrijejo, da imajo prvi v primerjavi z drugimi več zanimanja, vznemirjenja in samozavesti, kar se posledično kaže tako kot izboljšana zmogljivost, vztrajnost in ustvarjalnost ter kot povečana vitalnost, samozavest in splošno dobro počutje (Deci in Ryan, 2000).

Amotivacija je psihološko stanje, opredeljeno kot zmanjšanje motivacije za začetek ali vztrajanje pri ciljno usmerjenem vedenju. Vpliva na subjektivne in vedenjske vidike ciljno usmerjene dejavnosti. Nastane lahko zaradi pomanjkanja kompetenc za izvajanje dejavnosti, pomanjkanja pričakovanja, da bo dejanje privedlo do želenega rezultata in pomanjkanja kakršne koli želje (Lee idr., 2015).

Motivaciji, ki prihaja iz našega notranjega zadovoljstva, ki ga doživimo ob dosegu določenega cilja, pravimo **notranja motivacija**. Dejanja, ki jih storimo, ko smo notranje motivirani, praviloma ne prinašajo zunanje nagrade, temveč nam omogočajo prijetne občutke in zadovoljstvo (Strniša, b. d.a). Dober primer so otroci, ker so aktivni, igrivi in radovedni že od rojstva, tudi če za to ne dobijo posebne nagrade. Konstrukt notranje motivacije opisuje to naravno nagnjenost k asimilaciji, obvladovanju, spontanemu zanimanju in raziskovanju, ki je tako bistvenega pomena za kognitivni ter družbeni razvoj in ki predstavlja glavni vir uživanja ter vitalnosti skozi vse življenje (Deci in Ryan, 2000).

Motivacija za vse, kar posamezniki naredijo, ne more prihajati od znotraj. To se še posebej opazi, ko so starejši, saj družba pritiska na njih, da počnejo tudi stvari, ki jim niso zanimive (Deci in M. Ryan, 2000), prijetne oziroma v njih ne najdejo zadovoljstva (Strniša, b. d.a).

Zunanjo motivacijo ima posameznik, ki ob izvajanju neke dejavnosti pričakuje nekakšno nagrado. Tu se pojavi vprašanje, kako posamezniki pridobijo motivacijo za njihovo izvajanje in kako ta motivacija vpliva na stalno vztrajnost, kakovost vedenja in dobro počutje (Deci in Ryan, 2000).

c) Motivacija in samoučinkovitost

Prepričanje o lastni učinkovitosti ima ključno vlogo pri samoregulaciji motivacije. Večina človeške motivacije je kognitivno ustvarjena. Ljudje se motivirajo in si ustvarjajo prepričanja o tem, kaj lahko storijo. Predvidevajo verjetne izide prihodnjih dejanj, postavljajo si cilje in načrtujejo načine delovanja, ki so namenjeni uresničevanju zastavljenih ciljev (Bandura, 1994).

Prepričanja o lastni učinkovitosti prispevajo k motivaciji na več načinov; od njih je odvisno, kakšne cilje si ljudje zastavijo, koliko truda bodo vložili, kako dolgo bodo vztrajali ob težavah in kako odporni bodo na neuspehe. Ljudje, ki dvomijo o svojih sposobnostih, ob ovirah in neuspehih upočasnijo svoja prizadevanja ali hitro obupajo. Tisti, ki so trdno prepričani v svoje sposobnosti, pa vložijo več truda, ko jim ne uspe obvladati izziva. Močna vztrajnost tako prispeva k uspešnosti dosežkov (Bandura, 1994).

d) Kariera

Po Wertherju in Daviesu (1986) je kariera vsa dela, ki jih posameznik opravlja v svojem poklicnem življenju. Kariera je lastnost poklica ali organizacije. Pomeni napredovanje in uspeh posameznika v poklicu ali organizaciji. Je status poklica, za katerega je treba imeti visoko stopnjo izobrazbe ali usposobljenosti (Stefančič, 2010). Ko Stefančičeva v svojem delu opisuje razvijanje in sistem za razvijanje kariere, povzema Simonsena in Brečkovo Ta menita, da gre pri **razvijanju kariere** za osebna prizadevanja posameznika za uresničitev lastnega kariernega načrta. Pravita, da je to stalen proces načrtovanja in vodenja k zelenemu cilju, katerega namen je zagotoviti čim boljše skladnost med interesi posameznika (vrednotami, potrebami in sposobnostmi) ter potrebami na delovnem mestu. Omenita torej tudi **sistem za razvijanje kariere**, ki pomeni načrtovano in organizirano prizadevanje za doseganje ravnovesja med zahtevami organizacije po določeni delovni sili ter potrebami in željami posameznika.

e) Interes, zanimanje

Interes oziroma zanimanje je nekaj, kaj predstavlja nekomu določeno vrednoto in daje pozitivne posledice. Pomeni željo po določenem udejstvovanju (Interes, 2014). Güdel in drugi (2018) v svoji raziskavi izpostavljajo teorijo Krappa in Prenzla, ki pravita, da je zanimanje vedno usmerjeno v nek predmet, recimo za določene teme, področja, dejavnosti itd. Če zanimanje že obstaja, ker predmet predstavlja kognitivni izziv ali vzbuja pozitivna čustva ali ker obravnavanje predmeta obravnavamo kot potencialno korist, se to imenuje **individualni interes**.

f) Poklicno zanimanje za tehniko in inženirstvo

Da se oseba odloči za netipičen poklic glede na spol, je potrebno veliko samozavesti, včasih pa tudi odrekovanja. Na profesionalnem področju tehnologije so ovire, povezane s spolom, še posebej izrazite. V mnogih družbah v tehniških poklicih prevladujejo moški. Treba je bolje razumeti, zakaj se nekdo odloči ali ne za tehniški poklic in zakaj se za tak poklic odloči malo

žensk. Ti razlogi v veliki meri sovpadajo z (ne)zanimanjem za tehnologijo. Pozitiven ali negativen odnos do tehnologije se običajno razvije že v zgodnji fazi razvoja spolnih vlog. Na začetku nanje vplivajo starši in drugi bližnji, kasneje pa vzorniki, ki so večinoma moškega spola. To posledično pomeni, da se pri dekletih interes za tehniko manj spodbuja kot pri fantih. Pomemben podatek je tudi, da na tehniško zanimanje pogosto vpliva Pigmalionov efekt (Güdel idr., 2018) (ko na posameznikovo uspešnost vplivajo pričakovanja drugih (Boyce, 2022)). V osnovni šoli namreč dobre tehnične in matematične sposobnosti pripisujejo fantom, medtem ko naj bi bila dekleta kompetentnejša z jeziki, čeprav razlik v sposobnostih fantov in deklet pravzaprav ni. Vse to sovпада s teorijo pričakovane vrednosti, ki trdi, da na zanimanje za poklic ne vpliva le interes, zanimanje, temveč tudi zaupanje v lastne sposobnosti. Dejstvo, da se dekleta in fantje v tem pogledu precej razlikujejo, bistveno prispeva k razlagi razlike med spoloma na področju tehnologije (Güdel idr., 2018).

Namen in cilji

Želeli smo dobiti globlji vpogled v naravo poklicnega odločanja v različnih gimnazijah – splošnih, zasebnih in tehniških. V teoriji smo vedeli, da dijaki z visoko inženirsko samoučinkovitostjo bolj verjetno razmišljajo o inženirskem poklicu in bodo v njem verjetno tudi uspeli (Hughes, 2021), če to drži, pa smo preverili.

V empiričnem delu smo si postavili naslednja raziskovalna vprašanja:

RV1: Kakšna je percepcija gimnazijcev in gimnazijk za študij tehnike in inženirstva?

RV2: Kako se zaznava in izkušnje gimnazijk razlikujejo v primerjavi z gimnazijci glede študija tehnike in inženirstva?

RV3: Kakšne so razlike med dijaki 1., 2., 3. in 4. letnika glede izbire študija inženirstva in tehnike?

RV4: Kakšne so razlike med dijaki 1., 2., 3. in 4. letnika glede na zaznano samoučinkovitost?

RV5: Ali obstaja povezava med motivacijo in čustvenimi potrebami gimnazijcev in gimnazijk ter njihovo percepcijo kariernega odločanja in če je, kakšna je?

Metoda

Za raziskavo sta bila uporabljena kvalitativno-kvantitativni pristop pedagoškega raziskovanja, s poudarkom na deskriptivni in kavzalno-neeksperimentalni metodi. Vprašalnik je temeljil na samooceni oz. samoopisu, medtem ko smo z metodo analize razčlenjevali sestavljene miselne konstrukte na njihove preprostejše sestavne dele ter preučevali vsak del ločeno in v odnosu na druge dele oz. celoto.

Vzorec

Slučajnostni vzorec sestavljajo dijaki in dijakinje slovenskih gimnazij, in sicer splošnih, zasebnih in tehniških. Udeleženci v raziskavi so tako stari od 15 do 18 let. Vprašalnik je v celoti rešilo 315 udeležencev. Od teh je bilo 217 žensk (69 %) ter 98 moških (31 %), Slika 6. Večina udeležencev izhaja s splošne gimnazije (82 %), 15 % jih obiskuje zasebno gimnazijo, 3 % pa tehniško gimnazijo. Dijakov in dijakinj 1. letnika je 13 %, sledita 2. in 3. letnik s 31 % in 32 % ter 4 s 24 %.

Spremenljivke in njihovo vrednotenje

Odvisne spremenljivke glede na merski instrument in raziskovalna vprašanja:

- rezultat pri izbiri načrtov po končani gimnaziji,
- rezultat pri izbiri zaposlitve na področju inženirstva in tehnike,
- rezultat pri izbiri študija na področju inženirstva in tehnike,
- rezultat pri izbiri slišanja, da inženirstvo ni poklic zanje,
- rezultat na ocenjevalni lestvici upoštevanja mnenja drugih, da inženirski poklic ni zanje,
- rezultat pri izbiri izkušenj z delom in učenjem za gimnazijske predmete,
- rezultat pri izbiri pričakovanj obiskovanja fakultete,
- rezultat na ocenjevalni lestvici zadovoljstva s svojimi načrti po končani gimnaziji,
- rezultat pri izbiri prepričanja sledenju načrtov za prihodnost,
- rezultat pri izbiri trenutnega raziskovanja drugih načrtov za prihodnost,
- mnenje o drugih načrtih za prihodnost,
- rezultat pri izbiri načina pridobivanja informacij za svoj trenutni načrt za prihodnost,
- rezultat pri izbiri dejavnosti za načrtovanje študija in raziskovanja kariere,
- rezultat in rangiranje pri izbiri reakcije ob težavah z učiteljico,
- rezultat in rangiranje pri izbiri reakcije ob težavi izbire maturitetnega predmeta,
- rezultat in rangiranje pri izbiri reakcije ob težavah s sošolci in sošolkami,
- rezultat in rangiranje pri izbiri reakcije ob prejetju slabe ocene pri ključnem predmetu za dokončanje šolanja,
- rezultat na ocenjevalni lestvici strinjanja s trditvami in pomembnostjo trditev o študiju inženirstva in tehnike,
- rezultat na ocenjevalni lestvici prepričanja vase,
- rezultat pri izbiri prepričanja o obiskovanju študija inženirstva in tehnike v obdobju 1 do 5 let,
- rezultat pri izbiri prepričanja o dokončanju študija inženirstva in tehnike,
- rezultat pri izbiri prepričanja o dokončanju kateregakoli študija.

Neodvisne spremenljivke glede na merski instrument in raziskovalna vprašanja:

- spol,
- letnika izobraževanja.

Instrumentarij

Udeleženci raziskave so reševali anketni vprašalnik LAESE (AWE, b. d.), ki je bil zasnovan za ugotavljanje dolgoročnih sprememb v samoučinkovitosti dodiplomskih študentov inženirstva oziroma srednješolcev. Za potrebe naše raziskave je bilo dodanih nekaj vprašanj:

- vprašanje o vrsti obiskovane gimnazije,
- vprašanje o letu ustanovitve obiskovane gimnazije,
- vprašanje za dekleta o mnenju družbe o njihovi morebitni izbiri študija inženirstva in tehnike,
- vprašanje o upoštevanju mnenja družbe o njihovi morebitni izbiri študija inženirstva in tehnike.

Odstranjeno je vprašanje o etični pripadnosti, saj ta problematika v Sloveniji ni tako izrazita kot v Ameriki, od koder vprašalnik izvira. Vseh vprašanj je 27, od tega je:

- 14 vprašanj enkratne izbire,
- 7 vprašanj večkratne izbire (od tega je pri štirih vprašanjih potrebno še rangiranje izbranih odgovorov po verjetnosti izbranih dogodkov),
- eno vprašanje odprtega tipa,
- eno vprašanje z uporabo Likertove lestvice od 0 do 4 (0 = popolnoma nič, 4 = popolnoma),
- eno vprašanje z uporabo Likertove lestvice od 0 do 4 (0 = zelo nezadovoljen/nezadovoljna, 4 = zelo zadovoljen/zadovoljna),
- eno vprašanje z uporabo Likertove lestvice strinjanja od 1 do 7 (1 = sploh se ne strinjam, 7 = popolnoma se strinjam) ter pomembnosti od 1 do 5 (1 = sploh ni pomembno, 5 = zelo pomembno). Vprašanje ima 9 postavk,
- eno vprašanje z uporabo Likertove lestvice prepričanja od 1 do 7 (1 = sploh se ne strinjam, 7 = popolnoma se strinjam). Vprašanje ima 19 postavk, zadnja je namenjena preverjanju pozornosti pri reševanju vprašalnika.
- GDPR-vprašanje.

Pri 8 vprašanjih ima anketiranec možnost zapisati svoj odgovor, če ga med ponujenimi ne najde.

Anketni vprašalnik LAESE meri vidike samoučinkovitosti, zaupanja in pričakovanj glede rezultatov – to so dejavniki, ki vplivajo na uspeh med študijem inženirstva in tehnike. Najprej sledijo splošna vprašanja o njihovem šolanju, spolu itd., nato pa omenjeni instrument obravnava naslednje vidike:

- učinkovitost dijakov v situacijah, ko ne vedo, kako naprej,
- pričakovanja dijakov glede delovne obremenitve,
- postopek izbire študija,
- raziskovanje kariere,
- vpliv vzornikov na študijske in poklicne odločitve,
- strategija obvladovanja v težkih situacijah,
- pričakovani rezultati med in po študiju inženirstva in tehnike.

Zbiranje in obdelava podatkov

Anketni vprašalnik je bil vnesen v spletni program 1ka, za reševanje je bilo predvidenih približno 10 minut. Vprašalniki so bili poslani ravnateljem ter tajništvom slovenskih splošnih, zasebnih in tehniških gimnazij. Ker so udeleženci že starejši, so vprašalnike predvidoma reševali sami doma, posredovali pa so jim jih ravnatelji, razredniki in drugi strokovni sodelavci.

Pridobljene podatke z okolja 1ka smo najprej obdelali v splošnem; podajali smo odstotke (%) in frekvence (f) ter podatke prikazali z grafi. Vprašanje odprtega tipa ter možnosti 'Drugo:' smo analizirali s pomočjo štetja odgovorov in zapisovanjem teh s frekvencami. Nato smo podatke obdelali še s pomočjo programa IBM SPSS v.25 in tako zapisali statistično obdelavo podatkov. Za ugotavljanje zanesljivost vprašalnika smo izračunali Cronbach α -koeficient, pri preverjanju normalnosti porazdelitve pa smo si pomagali s Shapiro-Wilkovim testom ter koeficienti asimetrije in sploščenosti. Za analiziranje razlik po spolu smo uporabili Mann-Whitneyjev U-test, po letniku pa Kruskal-Wallisov test, ki smo ga dopolnili z Bronferronijevo korelacijo za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med letniki izobraževanja.

Statistična obdelava podatkov

Postavke pri vprašanjih 23 in 24 lahko razdelimo v 6 kategorij, kot so jih že razdelili tudi avtorji vprašalnika (AWE, b. d.):

- 1) **INK** – inkluzija. Vključuje postavke, kot je: *Lahko se povežem z ljudmi okoli sebe in v razredu.*
- 2) **IKP** – inženirska karierna pričakovanja. Vključuje postavke, kot je: *Nekdo kot jaz, lahko uspe v inženirski in tehniški karieri.*
- 3) **ISU** – inženirska samoučinkovitost. Vključuje postavke, kot je: *Mislím, da lahko uspem v inženirskem in tehniškem poklicu.*
- 4) **ISUII** – inženirska samoučinkovitost II. Vključuje postavke, kot je: *Prepričan/a sem, da sem lahko kos zahtevani matematiki pri večini smeri inženirstva in tehnike.*
- 5) **SSU** – spopadanje s samoučinkovitostjo. Vključuje postavke, kot je: *Prepričan/a sem, da se lahko soočim s tem, da mi na testu ne gre dobro.*
- 6) **MP** – matematična pričakovanja. Vključuje postavke, kot je: *Prepričan/a, da mi bo dobro znanje matematike povečalo karijerne/sluzbene priložnosti.*

a) Zanesljivost

Ob izpeljavi raziskave moramo upoštevati tudi njeno zanesljivost, torej če bi ob ponovni raziskavi dobili enake rezultate. V ta namen izračunamo Cronbach α -koeficient, ki se giblje od 0 do 1 (Moretti, 2019). Pri interpretaciji upoštevamo pravilo iz Preglednice 1.

Preglednica 1: Zanesljivost merjenja s Cronbach α -koeficientom (Moretti, 2019).

Cronbach α -koeficient	Zanesljivost merjenja
$\alpha \geq 0,9$	odlična
$0,7 \leq \alpha < 0,9$	dobra
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	sprejemljiva
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	slaba
$\alpha < 0,5$	nezanesljiva

Preglednica 2: Zanesljivost Cronbach α -koeficienta po posameznih kategorijah ($n = 315$).

	INK	IKP	ISU	ISUII	SSU	MP
Cronbach α -koeficient – naš anketni vprašalnik	0,82	0,82	0,72	0,77	0,74	0,75
Cronbach α -koeficient – original anketni vprašalnik	0,73	0,84	0,82	0,82	0,78	0,84

Na podlagi Preglednice 2 lahko povemo, da je zanesljivost prav vseh šestih kategorij dobra. Naredimo lahko tudi primerjavo s podatki, ki so jih navedli avtorji vprašalnika, in vidimo, da je zanesljivost najbolj podobna v kategoriji IKP, in sicer je veljavnost originalnega anketnega vprašalnika boljša za 0,02. V kategoriji SSU je original boljši za 0,04, v kategoriji ISUII za 0,05, v kategoriji MP je razlika že skoraj podvojena, in sicer 0,09, malce višja pa je še v kategoriji ISU, kjer znaša 0,10 in to je tudi največja razlika. V kategoriji INK gre razlika v obratno smer.

V naši raziskavi smo dobili boljši Cronbach α -koeficient, in sicer za 0,05. Hkrati z vsemi temi informacijami moramo upoštevati tudi, da je bilo v nekaterih kategorijah v našem anketnem vprašalniku manj postavk; po dve manj pri ISU in ISUII ter ena manj pri SSU.

b) Normalnost porazdelitve

Želimo ugotoviti tudi, ali so podatki parametrično ali neparametrično porazdeljeni in posledično, ali pri analiziranju uporabimo parametrične ali neparametrične postopke.

Preglednica 3: Opisna statistika po kategorijah, 1. del ($n = 315$).

	Minimalna ocena	Maksimalna ocena	Aritmetična sredina		Standardni odklon
			Statistika	Standardna napaka	
INK	1,00	7,00	4,75	0,07	1,29
IKP	1,00	7,00	4,17	0,08	1,35
ISU	1,00	7,00	4,14	0,07	1,53
ISUII	1,00	7,00	4,33	0,09	1,56
SSU	1,00	7,00	5,23	0,05	0,96
MP	1,00	7,00	4,75	0,09	1,52

Preglednica 4: Opisna statistika po kategorijah, 2. del ($n = 315$).

	Skewness		Kurtosis	
	Statistika	Standardna napaka	Statistika	Standardna napaka
INK	-0,65	0,14	0,31	0,27
IKP	-0,37	0,14	-0,35	0,27
ISU	-0,32	0,14	-0,67	0,27
ISUII	-0,25	0,14	-0,68	0,27
SSU	-0,72	0,14	1,63	0,27
MP	-0,63	0,14	-0,02	0,27

S pomočjo koeficienta asimetrije (ang. Skewness) preverjamo asimetrično porazdelitev spremenljivke. Ta je asimetrična v desno (pozitivna asimetrična porazdelitev), če je vrednost koeficienta večja od nič, simetrična (normalna porazdelitev), če je vrednost koeficienta enaka nič, oziroma asimetrična v levo (negativna asimetrična porazdelitev), če je vrednost koeficienta manjša od nič (Tominc idr., 2018). Iz Preglednic 3 in 4 lahko razberemo, da imamo pri vsaki kategoriji spremenljivko asimetrično v levo oziroma imamo negativno asimetrično porazdelitev. Ker velja, da mora za normalno porazdeljenost podatkov biti vrednost koeficienta asimetrije med -1 in 1 (George in Mallery, 2010), lahko za naše podatke privzamemo, da velja normalna porazdelitev.

S pomočjo koeficienta sploščenosti (ang. Kurtosis) preverjamo sploščeno porazdelitev spremenljivke. Porazdelitev je koničasta (to pomeni, da ima daljša repa in ožji osrednji del), če je bolj koničasta od normalne porazdelitve. Če pa je od nje bolj sploščena, je porazdelitev sploščena. Velja, da je v primeru koeficienta sploščenosti, večjega od 0, porazdelitev koničasta, v primeru manjšega od 0, pa sploščena (Tominc idr., 2018). Glede na podatke v Preglednicah 3 in 4 lahko privzamemo, da je porazdelitev koničasta pri kategoriji SSU, pri vseh

ostalnih pa je porazdelitev sploščena. Ker velja, da mora biti za enakomerno porazdeljenost podatkov vrednost koeficienta sploščenosti med -2 in 2 (George in Mallery, 2010), lahko spet privzamemo, da gre za normalno porazdelitev podatkov.

Vrednost statistike (simetričnost, sploščenost) je lahko od standardne napake večja le do dvakrat, če želimo imeti normalno porazdeljenost podatkov, kot trdita George in Mallery (2010). Ker v večini primerov ni tako, so podatki nenormalno oziroma neparametrično razporejeni (George in Mallery, 2010).

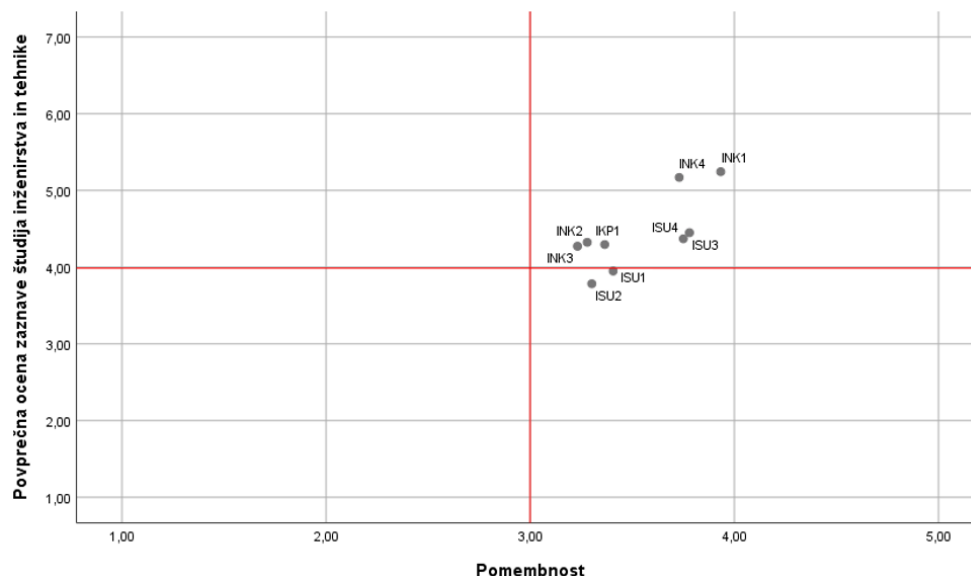
Ker želimo to potrditi, pogledamo še vrednosti Shapiro-Wilkovega testa po spolu in po letniku izobraževanja. Pri spolu lahko zapišemo, da razporeditev podatkov odstopa od normalnosti, saj je $\alpha < 0,05$ pri skoraj vseh kategorijah. Četudi je pri moških v kategoriji SSU $\alpha = 0,075$, to postopkov za analizo ne spremeni, saj predmete v sklopu celote primerjamo z neparametričnimi testi. Podobno lahko privzamemo tudi za primerjavo med letniki, le da imamo tokrat več primerov, kje je $\alpha > 0,05$, kar nam še vedno nalaga uporabo neparametričnih testov za primerjavo predmetov.

c) Pomembnost in strinjanje

Postavke pri 23. vprašanju smo za namen grafa poimenovali z naslednjimi kraticami:

- 1) **INK1** – inkluzija 1: *Lahko se povežem z ljudmi okoli sebe in v razredu.*
- 2) **INK2** – inkluzija 2: *S sošolci imam veliko skupnega.*
- 3) **INK3** – inkluzija 3: *S sošolci si delimo osebne interese.*
- 4) **INK4** – inkluzija 4: *Pri obšolskih dejavnostih se lahko povežem z ljudmi okoli sebe.*
- 5) **IKP1** – inženirska karierna pričakovanja 1: *Nekdo kot jaz lahko uspe v inženirski in tehniški karieri.*
- 6) **ISU1** – inženirska samoučinkovitost 1: *Mislím, da lahko uspem v inženirskem in tehniškem poklicu.*
- 7) **ISU2** – inženirska samoučinkovitost 2: *Uspem lahko v inženirstvu in tehniki, brez da bi žrtvoval/a udeleževanje pri ostalih dejavnostih (npr. obšolske dejavnosti, družina, šport).*
- 8) **ISU3** – inženirska samoučinkovitost 3: *Menim, da bom pri znanstvenih predmetih uspešen/uspešna (ocena 10 ali 9).*
- 9) **ISU4** – inženirska samoučinkovitost 4: *Menim, da bom pri matematičnih predmetih uspešen/uspešna (ocena 10 ali 9).*

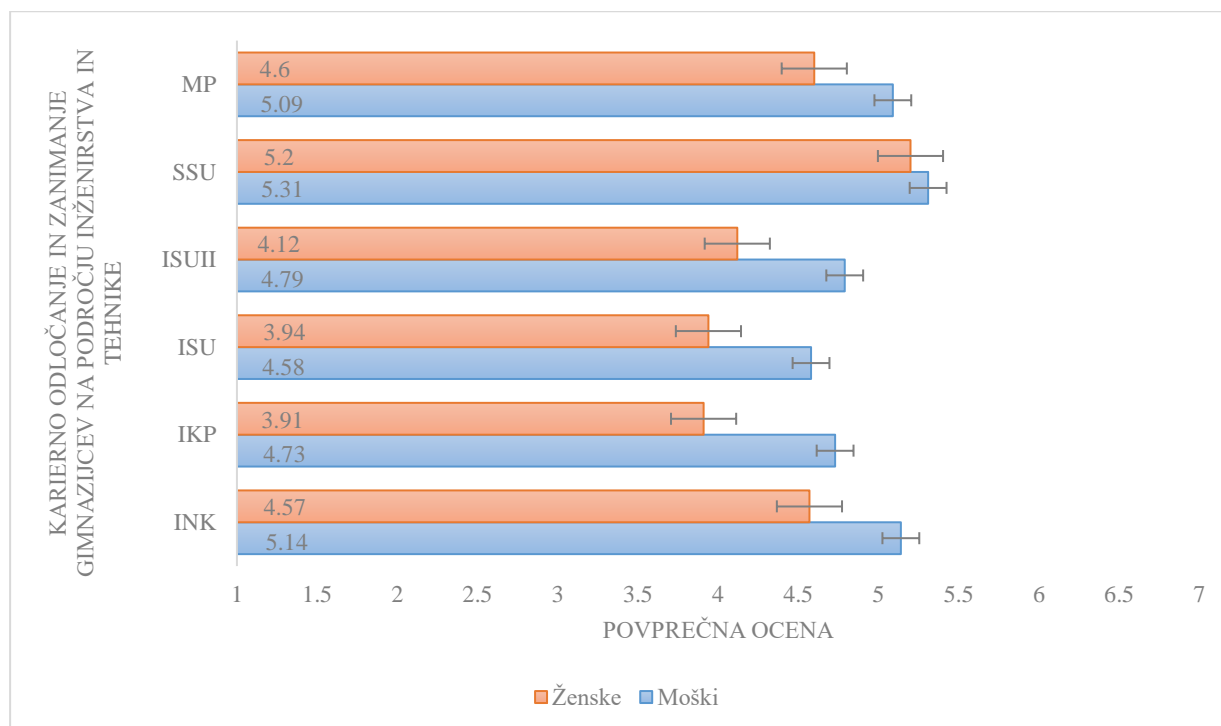
Z grafa na Sliki 6 lahko razberemo, da so bodoči študentje za najpomembnejšo postavko izbrali INK1 (povprečna ocena okrog 3,9), s katero so se tudi v največji meri strinjali. Edina poleg INK1, ki je pri stopnji strinjanja prešla povprečno oceno 5, je še INK4, od katere pa sta za las kot pomembnejši bili izbrani postavki ISU3 in ISU4 (povprečna ocena okrog 3,7). Omenjene štiri postavke so najbolj pozitivno izstopale. Podobno povprečno oceno strinjanja (okrog 4,4) kot ISU3 in ISU4 so dosegle tudi INK3, INK2 in IKP1, le da je njihova povprečna ocena pomembnosti precej nižja (med nekje 3,2 in 3,3). Pod srednjo vrednostjo povprečne ocene strinjanja sta se znašli postavki ISU1 in ISU2, katerih povprečna ocena pomembnosti je podobna povprečnim ocenam prej omenjenih treh postavk.



Slika 6: Pomembnost in strinjanje s postavkami o študiju inženirstva in tehnike ($n = 315$).

d) Razlike glede na spol

Slika 7 prikazuje, da je bila najboljše ocenjena kategorija spopadanje s samoučinkovitostjo, tako pri moških ($M = 5,31$) kot tudi pri ženskah ($M = 5,2$). Hkrati je tu med spoloma tudi najmanjša razlika v primerjavi z ostalimi kategorijami. Sledijo inkluzija in matematična pričakovanja, inženirska samoučinkovitost, inženirska samoučinkovitost II ter pričakovanja inženirske kariere, ki so med seboj izenačena, pri vseh pa so moški podali višjo povprečno oceno.



Slika 7: Grafični prikaz primerjave kategorij kariernega odločanja in zanimanja gimnazijcev na področju inženirstva in tehnike po spolu ($n = 315$).

Za analizo odgovorov po posameznih kategorijah glede na spol bomo uporabili Mann-Whitneyjev U-test. Podatke bomo razbrali iz Preglednice 5, za ugotavljanje velikosti učinka r pa bomo uporabili Preglednico 6.

Opazimo lahko, da je vrednost Mann-Whitneyjevega U-testa statistično pomembna ($\alpha = 0,000$) za prve štiri kategorije. Tako lahko privzamemo, da se med moškimi in ženskami pojavljajo statistično pomembne razlike glede inkluzije, inženirskih kariernih pričakovanj, inženirske samoučinkovitosti in inženirske samoučinkovitosti II. Pri vseh teh kategorijah je učinek majhen, le pri kategoriji IKP je srednji, saj vrednost r znaša 0,3.

Statistično pomembna vrednost Mann-Whitneyjevega U-testa je tudi pri kategoriji MP ($\alpha = 0,017$), zato lahko tako trdimo, da se med moškimi in ženskami pojavljajo statistično pomembne razlike glede matematičnih pričakovanj. Učinek kategorije MP je 0,14, kar pomeni, da je majhen.

Imamo pa še primer, ko vrednost Mann-Whitneyjevega U-testa ni statistično pomembna ($\alpha = 0,667$), iz česar sledi, da se med moškimi in ženskami ne pojavljajo statistično pomembne razlike glede spopadanja s samoučinkovitostjo. Ker je učinek te kategorije 0,02, privzamemo, da je učinek zanemarljiv.

Največji učinek spola najdemo pri kategoriji IKP, kar pomeni, da se fantje zmerno bolj odločajo za nadaljevanje kariere v tehniki in inženirstvu.

Preglednica 5: Vrednost r in koeficient α po kategorijah.

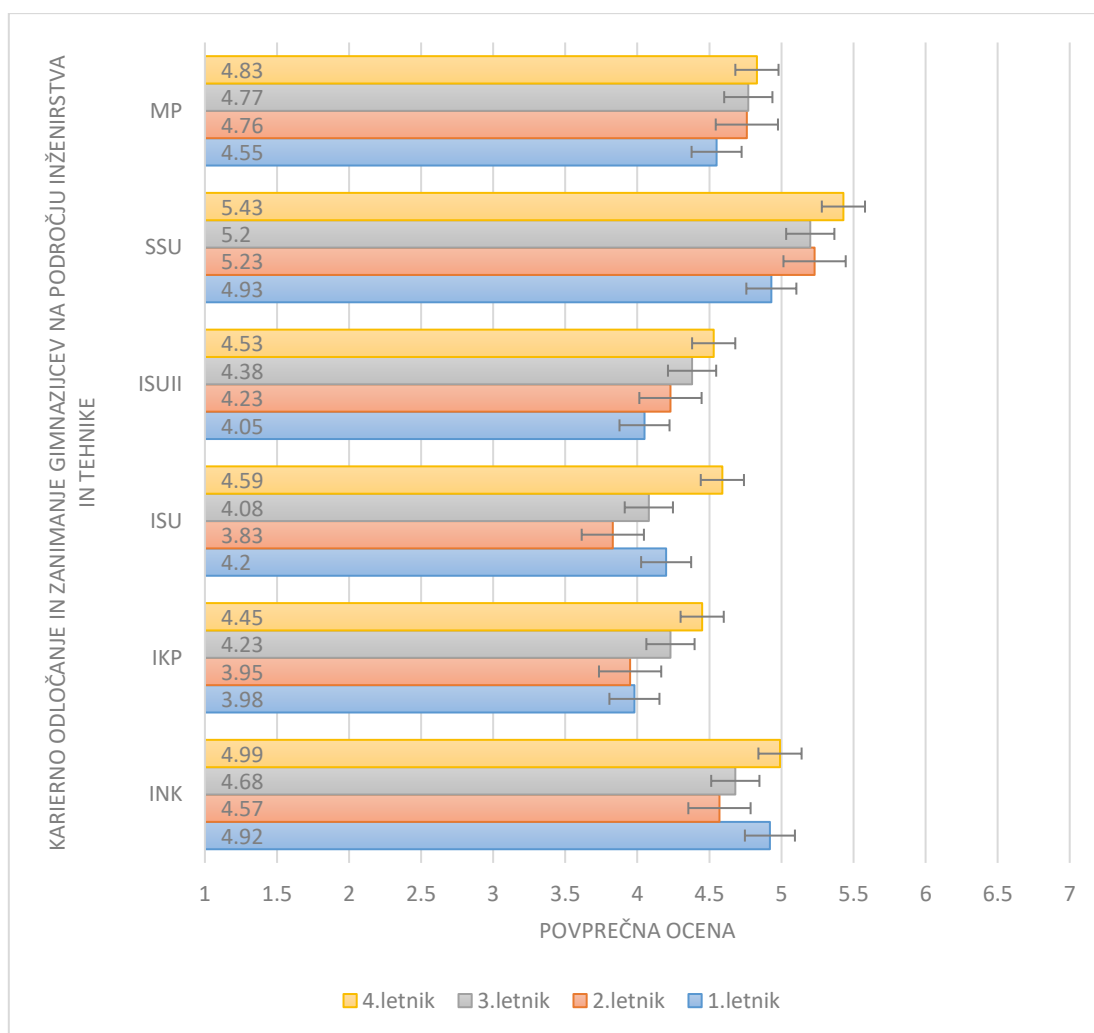
Kategorije	Koeficient α	Vrednost r
INK	0,000	0,22
-IKP	0,000	0,30
ISU	0,000	0,20
ISUII	0,000	0,21
SSU	0,667	0,02
MP	0,017	0,14

Preglednica 6: Učinek glede na vrednost r (Lenhard in Lenhard, 2016).

Vrednost r	Velikost učinka r
$r < 0,3$	Majhen učinek
$0,3 \leq r < 0,5$	Srednji učinek
$0,5 \leq r$	Velik učinek

e) Razlike glede na letnik izobraževanja

S Slike 8 lahko razberemo, da so posamezno kategorijo vedno najboljše ocenili dijaki in dijakinje 4. letnika gimnazije. Izmed kategorij sta bili najboljše ocenjeni spopadanje s samoučinkovitostjo, ki ima tudi najvišjo povprečno oceno (4. letnik, $M = 5,43$), ter inkluzija. Sledila so matematična pričakovanja, medtem ko so bila inženirska samoučinkovitost II, inženirska karierna pričakovanja ter inženirska samoučinkovitost podobno ocenjena. Slednja je imela tudi najnižjo povprečno oceno, in sicer $M = 3,83$, dosegel pa jo je 2. letnik.



Slika 8: Grafični prikaz primerjave kategorij kariernega odločanja in zanimanja gimnazijcev na področju inženirstva in tehnike po letnikih izobraževanja ($n = 315$).

Za analizo po letnikih izobraževanja bomo uporabili Kruskal-Wallisov H-test, saj naš vzorec zajema vse štiri letnike izobraževanja na gimnaziji. Ker je K-W H-test primeren za tri ali več spremenljivke, lahko nadaljnje opišemo še, med katerimi spremenljivkami se je pokazala povezanost in kakšna je. Za interpretacijo učinka ε^2 bomo uporabili Rea in Parker priporočeno interpretacijo učinka r (Rea in Parkes, 1992), Preglednica 7.

Glede na podatke lahko trdimo, da je vrednost Kruskal-Wallisovega H-testa statistično pomembna ($\alpha = 0,046$) za kategorijo IKP. Posledično lahko trdimo, da se med 1., 2., 3. in 4. letniki pojavljajo statistično pomembne razlike glede inženirskih kariernih pričakovanj. Pot-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je pokazal statistično pomembne razlike med gimnazijci in gimnazijkami 2. in 4. letnika ($\alpha = 0,048$). Percepcija gimnazijcev 4. letnika je statistično pomembno višja kot samoocena kategorije IKP med drugimi letniki. Velikost učinka ε^2 je 0,12, kar predstavlja po interpretaciji Rea in Parker (1992) zmeren učinek.

Podobno lahko trdimo za inženirsko samoučinkovitost. Glede na podatke lahko trdimo, da je vrednost K-W H-testa statistično pomembna ($\alpha = 0,021$) za kategorijo ISU. Posledično lahko trdimo, da se med 1., 2., 3. in 4. letniki pojavljajo statistično pomembne razlike glede inženirske samoučinkovitosti. Ponovno je Pot-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo pokazal statistično

pomembne razlike med gimnazijci in gimnazijkami 2. in 4. letnika ($\alpha = 0,012$). Gimnazijci 4. letnika so lastno samoučinkovitost ocenili statistično pomembno in zmerno višje kot gimnazijci 2. letnika ($\mathcal{E}^2 = 0,14$).

Pri ostalih kategorijah je α večji od 0,05, kar nakazuje na to, da vrednost K-W H-testa ni statistično pomembna. Trdimo lahko, da se med 1., 2., 3. in 4. letniki ne pojavljajo statistično pomembne razlike glede inkluzije, inženirske samoučinkovitosti II, spopadanja s samoučinkovitostjo in matematičnimi pričakovanji.

Preglednica 7: Stopnja povezanosti glede na koeficient \mathcal{E}^2 (Rea in Parkes, 1992).

Koeficient \mathcal{E}^2	Stopnja povezanosti
0,00 < 0,01	Zanemarljiva
0,01 < 0,04	Šibka
0,04 < 0,16	Zmerna
0,16 < 0,36	Relativno močna
0,36 < 0,64	Močna
0,64 < 1,00	Zelo močna

f) Korelacijska analiza

Iz korelacijske matrike (Preglednica 9) lahko na podlagi Preglednice 8 zapišemo, da je večina kategorij med seboj nizko oziroma šibko povezanih. Pet parov kategorij ima srednjo oziroma zmerno povezanost. Visoko ali močno povezanost ponazarja kategorija inženirska samoučinkovitost II, in sicer s kategorijama inženirska samoučinkovitost in inženirska karierna pričakovanja.

Preglednica 8: Mera povezanosti (prirejeno po Dancey in Reidy, 2020).

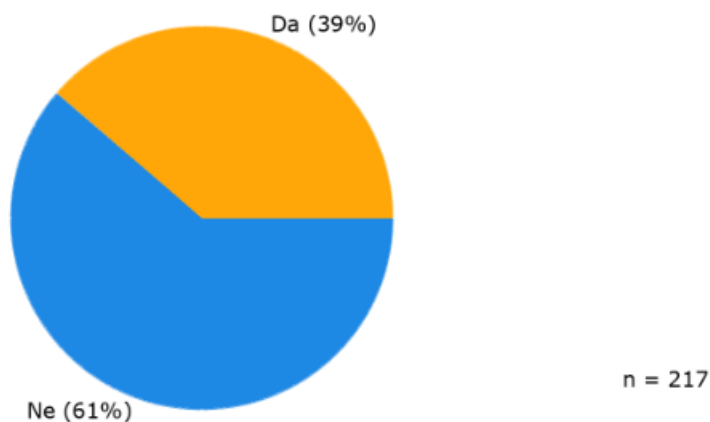
Spearman ρ	Stopnja povezanosti
0	Ni povezanosti
0,01–0,09	Neznatna (pozitivna/negativna) povezanost
0,10–0,39	Nizka (šibka) povezanost
0,40–0,69	Srednja (zmerna) povezanost
0,70–0,99	Visoka (močna) povezanost
1	Popolna (funkcijska) povezanost

Preglednica 9: Korelacijska matrika ($n = 315$).

		INK	ISU	ISUII	SSU	MP	IKP
INK	ρ	1,000	,398	,207	,292	,128	,252
	α	.	,000	,000	,000	,024	,000
ISU	ρ		1,000	,726	,257	,422	,621
	α			,000	,000	,000	,000
ISUII	ρ			1,000	,311	,605	,748
	α				,000	,000	,000
SSU	ρ				1,000	,278	,325
	α					,000	,000
MP	ρ					1,000	,620
	α						,000

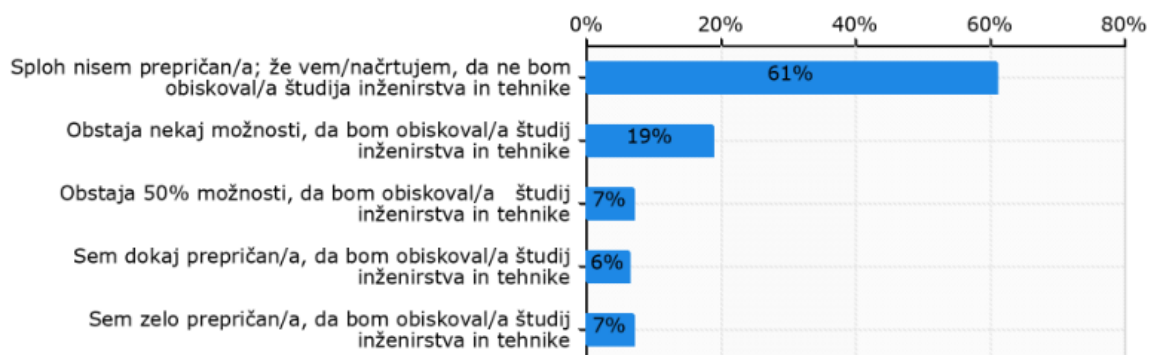
Rezultati

Izmed 217 žensk jih je 39 % ($n = 84$) že slišalo, da zaposlitev na področju inženirstva ni za njih, Slika 9.



Slika 9: Grafični prikaz izbire, da zaposlitev na področju inženirstva in tehnike ni za ženske ($n = 217$).

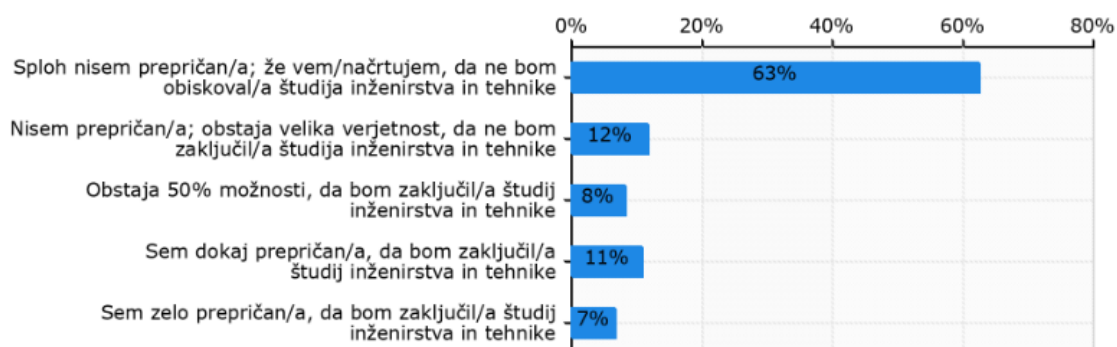
Najprej so morali označiti, kako prepričani so, da bodo v prihodnjih 1 do 5 letih obiskovali študij inženirstva in tehnike in rezultate prikazuje Slika 10. Pričakovano je 61 % anketirancev že prepričanih, da študija inženirstva in tehnike ne bodo obiskovali. Pri 19 % udeležencev obstaja nekaj možnosti, da bodo ta študij obiskovali. Da obstaja 50 % možnosti za obiskovanje študija inženirstva in tehnike, jih meni 7 %. Enak odstotek je zelo prepričan, da bodo obiskovali ta študij, odstotek manj pa je v to dokaj prepričan.



Slika 10: Grafični prikaz prepričanja o obiskovanju študija inženirstva in tehnike ($n = 315$).

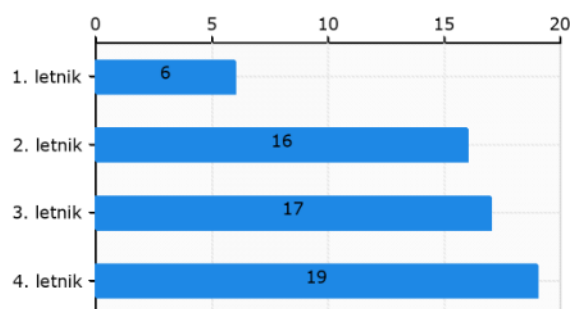
Sledilo je podobno vprašanje, in sicer kako prepričani so, da bodo zaključili študij inženirstva in tehnike. Podobno kot prej je 63 % anketirancev že prepričanih, da študija inženirstva in tehnike ne bodo zaključili. Pri 12 % udeležencev obstaja veliko verjetnosti, da tega študija ne bodo zaključili. Da obstaja 50 % možnosti za zaključek študija inženirstva in tehnike, meni 8 %. 11 % jih je dokaj prepričanih, da bodo obiskovali ta študij, 4 % manj pa so o tem zelo prepričani, Slika 11.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 11: Grafični prikaz prepričanja o zaključku študija inženirstva in tehnike ($n = 315$).

Izmed 58 dijakov in dijakinj, ki načrtujejo študij inženirstva in tehnike, jih 6 obiskuje 1. letnik, 16. 2. letnik, 17 3. letnik, dva več pa 4. letnik, Slika 12. Čeprav je opaziti, da 1. letnik po številu dijakov in dijakinj, ki načrtujejo študij inženirstva in tehnike, izstopa z vsaj pol manj anketiranci, je treba upoštevati, kar smo že zapisali pri vzorcu, in sicer da je anketirancev 1. letnika izrazito manj v primerjavi z udeleženci ostalih letnikov. Tako lahko privzamemo, da bi bilo v primeru izenačenega števila udeležencev raziskave po letnikih število prihodnjih inženirjev veliko bolj enakomerno porazdeljeno.

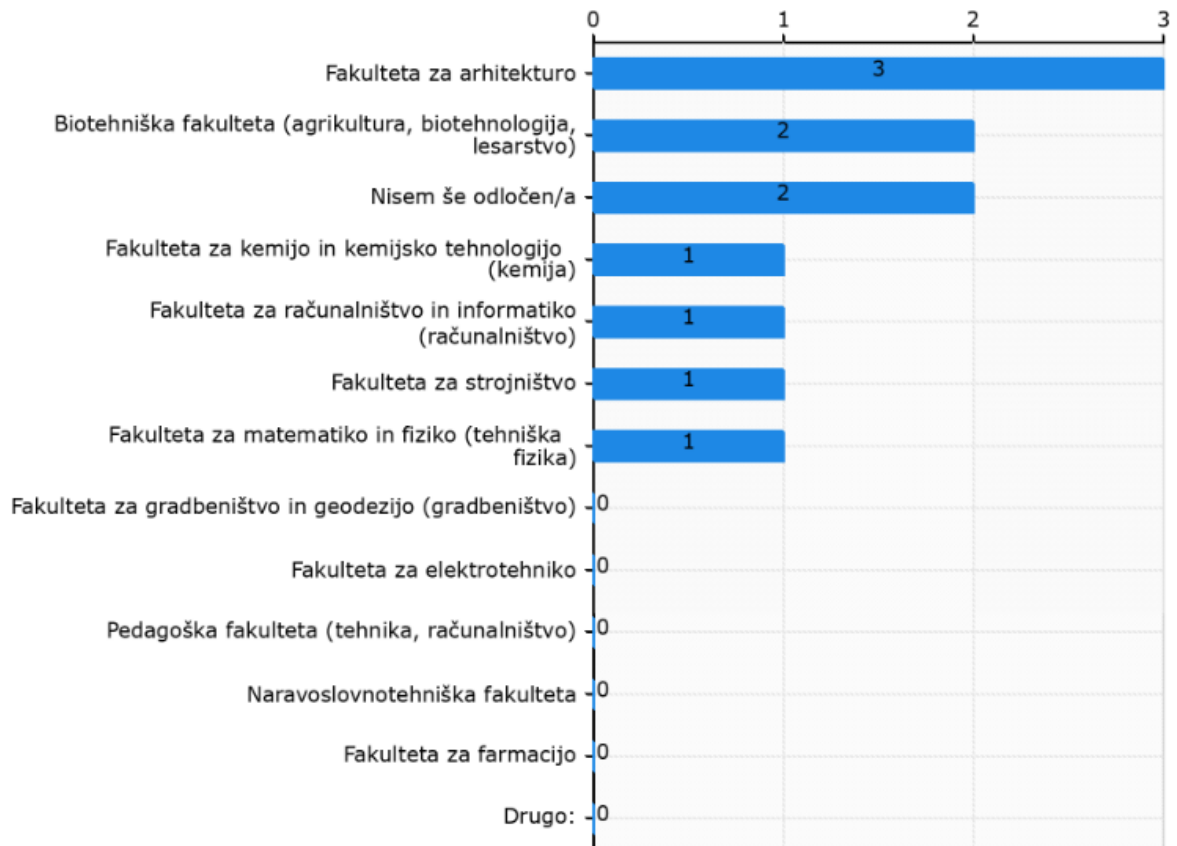


Slika 12: Grafični prikaz dijakov in dijakinj, ki načrtujejo študij inženirstva in tehnike glede na letnik izobraževanja ($n = 58$).

Kot smo že navedli pri analizi omenjenega vprašanja glede na vse štiri letnike, je bilo v tem primeru možno označiti več odgovorov, zato je razumljivo, da je bilo izbranih več odgovorov, kot je bilo samih udeležencev na posamezen letnik.

Zanimanje za inženirske in tehniške poklice prikazuje Slika 13. Razberemo lahko, da je med prvimi letniki največ zanimanja za Fakulteto za arhitekturo ($n = 3$), sledi ji Biotehniška fakulteta z dvema kandidatom, po enega pa imajo Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Fakulteta za strojništvo ter Fakulteta za matematiko in fiziko. Dva o področju inženirskega študija še nista povsem prepričana.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 13: Grafični prikaz dijakov in dijakinj prvega letnika, ki načrtujejo študij inženirstva in tehnike ($n = 6$).

Z 9 kandidati je največ zanimanja med drugimi letniki prevzela Fakulteta za strojništvo, s po šestimi sledita Fakulteta za elektrotehniko in Fakulteta za matematiko in fiziko. Štirje bi izbrali Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo, en manj Fakulteto za arhitekturo, še en manj pa Fakulteto za računalništvo in informatiko ter Naravoslovnotehniško fakulteto. Biotehniško fakulteto ter Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo bi izbrala po en dijak oziroma dijakinja. Štirje še niso popolnoma odločeni, kam bi se usmerili, Slika 14.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 14: Grafični prikaz dijakov in dijakinj drugega letnika, ki načrtujejo študij inženirstva in tehnike ($n = 16$).

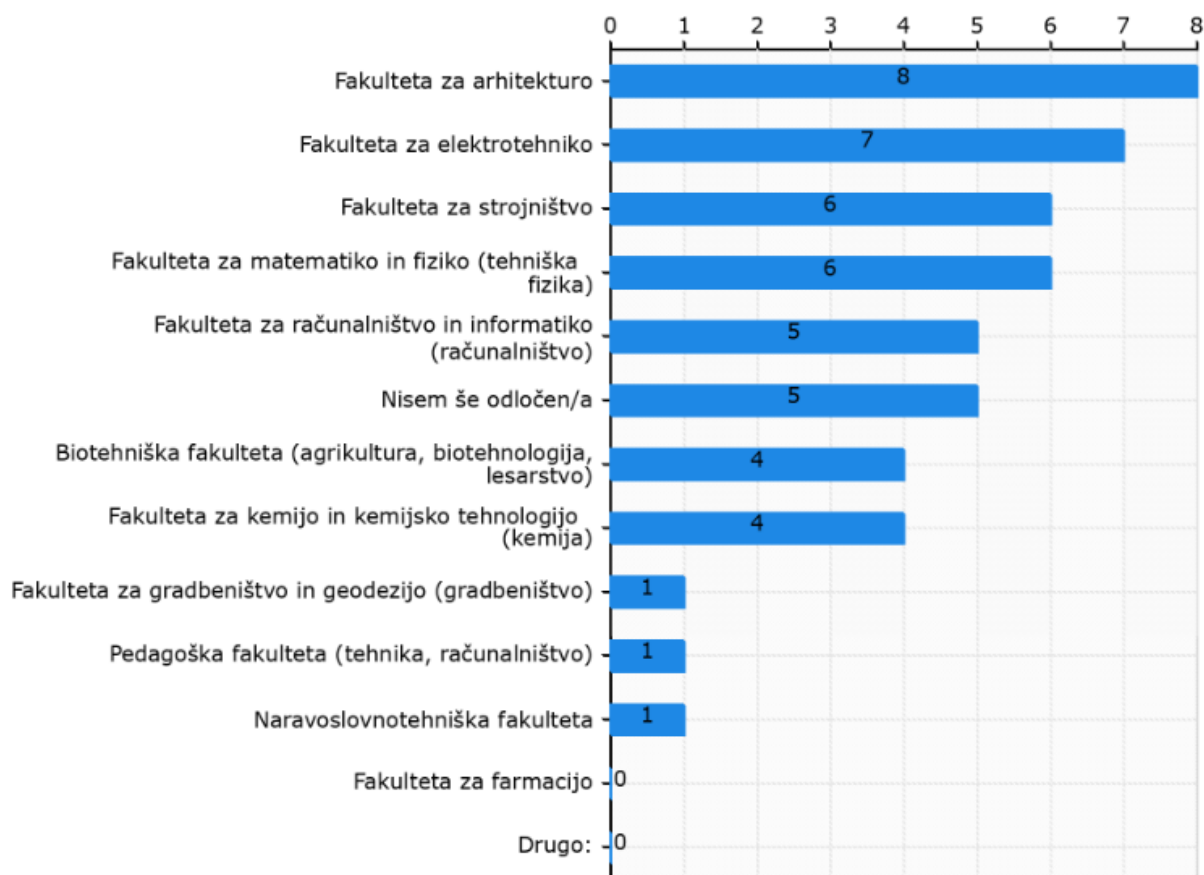
Podobno kot med dijaki in dijakinjami drugega letnika je tudi med tretjimi letniki najbolj zaželena Fakulteta za strojništvo, ki pa je tokrat izenačena s Fakulteto za računalništvo in informatiko ($n = 6$). Enak odziv ($n = 4$) je tudi za Fakulteto za elektrotehniko ter Fakulteto za matematiko in fiziko. S po dvema kandidatoma sledijo Fakulteta za arhitekturo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo ter Pedagoška fakulteta. Po en kandidat se prav tako zanima za tri fakultete, in sicer za Biotehniško fakulteto, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo ter za Naravoslovnotehniško fakulteto. Enako kot med drugimi letniki so tudi tukaj štirje še neodločeni, Slika 15.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 15: Grafični prikaz dijakov in dijakinj tretjega letnika, ki načrtujejo študij inženirstva in tehnike ($n = 17$).

Kot je razvidno s Slike 16, je med dijakinjami največ zanimanja za študij arhitekture ($n = 8$), 7 deklet zanima študij na Fakulteti za elektrotehniko, po 1 manj pa študij strojništva ter tehniške fizike na Fakulteti za matematiko in fiziko. 5 dijakinj bi izbralo Fakulteto za računalništvo in informatiko, prav tako 5 pa jih o svoji inženirski prihodnosti še ni odločenih. Po štiri zanima študij na Biotehniški fakulteti ter na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo. Na Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo, Pedagoško fakulteto ter Naravoslovnotehniško fakulteto bi se vpisalo po eno dekle.



Slika 16: Grafični prikaz izbire študija inženirstva in tehnike žensk ($n = 26$).

Diskusija

V naslednjem poglavju smo najprej preverili, kako smo dosegli zastavljene cilje, nato pa še odgovorili na zastavljena raziskovalna vprašanja.

RV1: Kakšno je zaznavanje gimnazijcev in gimnazijk za študij tehnike in inženirstva?

Kot lahko opazimo na Sliki 5.4, le 18 % gimnazijk in gimnazijcev načrtuje študij oziroma zaposlitev na področju inženirstva in tehnike, kar predstavlja 58 od 315 anketirancev. Omenjeni anketiranci so največ zanimanja izkazali za Fakulteto za računalništvo in informatiko, Fakulteto za elektrotehniko, Fakulteto za strojništvo ter Fakulteto za matematiko in fiziko, kar nekaj pa tudi za Fakulteto za arhitekturo. Skoraj vsi poklici, pridobljeni po študijih na omenjenih fakultetah, so v primanjkljaju, sploh učitelji tehnike in tehnologije, ki se za ta poklic izšolajo na Pedagoški fakulteti. Interes za omenjeni poklic sta izkazali le dve osebi, kar bo po podatkih avtorjev Ploj Virtič idr. (2017) absolutno premalo za zapolnitev prostih mest učitelja tehnike in tehnologije.

Dijaki in dijakinje so odgovarjali tudi na vprašanje o prepričanju obiskovanja študija inženirstva in tehnike v naslednjih 1 do 5 letih (slika 10) in trdimo lahko, da je 20 % anketirancev 50 % ali več prepričanih, da bodo ta študij obiskovali, 25 % (Slika 11) pa jih je prepričanih, da bodo ta študij tudi zaključili. Iz omenjenih podatkov lahko sklepamo, da ima več udeležencev raziskave željo po zaključku tega študija, saj sam pomen zaključka ne vključuje neposredno veliko truda, v nasprotju s samim obiskovanjem fakultete.

Na percepcijo udeležencev raziskave so se nanašale tudi postavke iz 23. ter 24. vprašanja, in sicer sta bili to kategoriji IKP – inženirska karierna pričakovanja ter MP – matematična pričakovanja. Postavke o inženirskih kariernih pričakovanjih so bile slabše ocenjene tako po spolu (Slika 7) kot tudi po letnikih izobraževanja (Slika 8). Ta kategorija je bila v obeh primerih med najslabše ocenjenimi. Bolje so anketiranci ocenili kategorijo matematičnih pričakovanj, ki je bila po oceni glede na spol nekje v prvi polovici, glede na letnik izobraževanja pa na tretjem mestu. Omenimo lahko še Sliko 6, kjer so anketiranci za postavke iz vprašanja 23 ocenjevali, kako pomembne so ter v kolikšni meri se strinjajo z njimi. Med njimi je tudi postavka IKP1 – *Nekdo kot jaz, lahko uspe v inženirski in tehniški karieri* in povemo lahko, da so jo udeleženci raziskave ocenili tako nadpovprečno pomembno, kot so se tudi nadpovprečno strinjali z njo. Problematični sta postavki ISU1 in ISU2, saj bodoči študentje niso prepričani, če lahko uspejo v inženirstvu, predvsem pa v namen tega študija niso pripravljeni žrtvovati ostalih dejavnosti, npr. obšolskih dejavnosti, družine itd.

RV2: Kako se zaznava in izkušnje gimnazijk razlikujejo v primerjavi z gimnazijci glede študija tehnike in inženirstva?

Kot je že znano, vzorec sestavlja 217 žensk oziroma deklet. Izmed teh jih 26 (kar predstavlja 12 % vseh udeleženk raziskave) načrtuje ali se zanima za študij inženirstva in tehnike. Med njimi je največ zanimanja za Fakulteto za arhitekturo, sledijo pa ji Fakulteta za elektrotehniko, Fakulteta za strojništvo, Fakulteta za matematiko in fiziko ter Fakulteta za računalništvo in informatiko (Slika 16). Analogno analizo lahko opravimo tudi pri fantih in ugotovimo, da je interes za študij inženirstva in tehnike izkazalo 32 anketirancev, kar predstavlja 33 % vseh moških udeležencev raziskave. Čeprav se torej samo število prihodnjih inženirk in inženirjev ne razlikuje veliko, je odstotkovna razlika glede na vse anketirance mnogo večja. Za dijake lahko povemo, da je največ zanimanja prejela Fakulteta za računalništvo in informatiko, nato Fakulteta za strojništvo, sledita pa Fakulteta za elektrotehniko ter Fakulteta za matematiko in fiziko. V primerjavi z dekleti je največjo razliko opaziti pri zanimanju za študij arhitekture, saj se zanj izmed dijakov zanima le eden, izmed deklet pa 8, nekoliko pa tudi pri študiju računalništva, saj je bila pripadajoča fakulteta pri fantih največkrat izbrana, pri dekletih pa je šele na 5. mestu.

V raziskavi smo dekleta vprašali tudi, če so že kdaj slišala, da zaposlitev na področju inženirstva ni za njih. Pritrdilno je odgovorilo kar 39 % udeleženk, ki smo jih nato vprašali še, v kolikšni meri bodo to upoštevale pri izbiri študija in več kot polovica deklet tega ne bo upoštevala, vsekakor pa si želimo, da bi tudi dekleta, ki bodo to mnenje upoštevala (12 %), spoznala, da lahko postanejo, kar želijo in da spolni stereotipi ne smejo imeti vpliva na njihovo izbiro. Ti lahko namreč omejujejo razvoj naravnih talentov in sposobnosti ter vplivajo na izobraževalne in poklicne izkušnje (European Institute for Gender Equality, b. d.).

Podobno kot pri prvem raziskovalnem vprašanju sta tudi z drugim povezani kategoriji IKP in MP. Primerjavo po spolu smo že naredili in ugotovili, da so pri obeh kategorijah boljše povprečno oceno podali moški, s tem, da je bila razlika med spoloma manjša pri kategoriji MP kot pri kategoriji IKP (Slika 8). Da bi videli, kje je razlika dejansko statistično pomembna, uporabimo **Mann-Whitneyjev U-test**. Tako ugotovimo, da je vrednost omenjenega testa statistično pomembna pri kategoriji MP. Torej lahko trdimo, da se med moškimi in ženskami pojavljajo statistično pomembne razlike glede matematičnih pričakovanj, učinek kategorije MP je majhen. Analogno lahko trdimo tudi za kategorijo IKP, le da je njen učinek srednji.

RV3: Kakšne so razlike med dijaki 1., 2., 3. in 4. letnika glede izbire študija inženirstva in tehnike?

Analizo zanimanja za študij inženirstva lahko naredimo tudi za posamezni letnik izobraževanja. S Slike 12 je razvidno, da jih izmed 58 zainteresiranih za študij inženirstva in tehnike 6 obiskuje 1. letnik, 16 2. letnik, 17 3. letnik in 19 4. letnik. Na tem mestu bi že lahko komentirali, da je očitno, da trend zanimanja za omenjeni študij z letniki narašča, vendar je treba upoštevati, da je bilo anketirancev 1. letnika izrazito manj od ostalih, nekoliko manj pa je bilo tudi anketirancev 4. letnika. Med prvimi letniki je največ zanimanja požela Fakulteta za arhitekturo, sledila ji je Biotehniška fakulteta (Slika 13). Precej drugače so odgovarjali dijaki in dijakinje 2. letnika, kjer je bilo največ interesa za Fakulteto za strojništvo, Fakulteto za elektrotehniko, Fakulteto za matematiko in fiziko ter Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo (slika 14). Precej podobne rezultate dobimo tudi ob vpogledu na Sliko 15, ki nakazuje, da je bilo med tretjimi letniki največ zanimanja izkazanega za Fakulteto za računalništvo in informatiko ter Fakulteto za strojništvo, ki jima sledita Fakulteta za elektrotehniko ter Fakulteta za matematiko in fiziko. Tudi anketiranci 4. letnika so v največjem številu izbrali Fakulteto za računalništvo in informatiko, Fakulteto za elektrotehniko ter Fakulteto za matematiko in fiziko.

Spet sta z raziskovalnim vprašanjem povezani kategoriji IKP in M. Primerjava po letnikih izobraževanja je razkrila, da so razlike med letniki majhne. Kategorija MP tokrat po povprečni oceni zaseda tretje mesto, kategorija IKP pa je spet izenačena s kategorijama ISUII in ISU (Slika 8). Za natančnejšo analizo uporabimo **Kruskall-Wallisov H-test**, ki nam pove, da je vrednost omenjenega testa statistično pomembna prav za kategorijo IKP, in lahko trdimo, da se med 1., 2., 3. in 4. letniki izobraževanja pojavljajo statistično pomembne razlike glede inženirskih kariernih pričakovanj. S pomočjo **Bonferronijeve korelacije** lahko še dodatno povemo, da se statistično pomembne razlike pojavljajo med gimnazijci in gimnazijkami 2. in 4. letnika. Kategorija MP ima α večji od 0,05, torej vrednost Kruskall-Wallisovega H-testa ni statistično pomembna in se statistično pomembne razlike med letniki izobraževanja ne pojavljajo.

RV4: Kakšne so razlike med dijaki 1., 2., 3. in 4. letnika glede na zaznano samoučinkovitost?

Samoučinkovitosti so bile namenjene tri kategorije, in sicer ISU, ISUII in SSU. Najbolje je bila ocenjena slednja, ISU in ISUII pa sta bili približno izenačeni med zadnjimi. Pri vseh treh kategorijah so najvišjo povprečno oceno podali 4. letniki, ostali pa so se za ostala tri mesta menjavali med seboj (Slika 8). Vrednost Kruskall-Wallisovega H-testa je bila statistično pomembna le za kategorijo ISU, torej se med 1., 2., 3. in 4. letniki pojavljajo statistično pomembne razlike glede inženirske samoučinkovitosti. Post-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je nato pokazal statistično pomembne razlike le med gimnazijci in gimnazijkami 2. in 4. letnika.

RV5: Ali obstaja povezava med motivacijo in čustvenimi potrebami gimnazijcev in gimnazijk ter njihovo percepcijo kariernega odločanja in če je, kakšna je?

Čustvene potrebe nam predstavlja kategorija INK, medtem ko lahko ostale uvrstimo pod motivacijo, saj nas ženejo naprej. Samoučinkovitost lahko namreč povežemo z motivacijo, saj lahko vpliva na odločitve posameznika, ki je na stopnji vpisa na študij. Vpliva lahko na njegovo izbiro ter vpis na določen visokošolski program, v nadaljevanju pa tudi na odločnost in vztrajnost za dokončanje (Hutchison idr., 2008 v Hughes, 2021). O povezanosti motivacije in

samoučinkovitosti govori tudi Bandura. Pravi, da ima prepričanje o lastni učinkovitosti ključno vlogo pri samoregulaciji motivacije. Večina človeške motivacije je namreč kognitivno ustvarjena in ljudje se motivirajo in si ustvarjajo prepričanja o tem, kaj lahko storijo. Pri tem predvidevajo, kako se bodo dogodki razpletli, zato si postavljajo cilje in načrtujejo načine delovanja, ki so namenjeni uresničevanju zastavljenih ciljev (Bandura, 1994).

Iz Preglednice 9 lahko razberemo, da je stopnja povezanosti med inkluzijo in ostalimi kategorijami nizka oziroma srednja. Z visoko povezanostjo izstopata povezavi ISUII- ISU ter ISUII-IKP. Iz korelacijske matrike izstopa tudi nekaj srednjih povezanosti, in sicer predvsem ISU-IKP, ISUII-MP ter IKP-MP. Sklepamo torej lahko, da sta inženirska samoučinkovitost in znanje matematike močno povezana z inženirskimi kariernimi pričakovanji. Logična je tudi povezava ISUII-MP, saj se prva nanaša na prepričanost v znanje zahtevane matematike, slednja pa govori o povečanju kariernih priložnostih zaradi znanja matematike. Posledično sta res dobro povezani tudi kategoriji IKP in MP, saj je matematika pomemben dejavnik inženirskega oziroma tehniškega izobraževanja.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

S pomočjo raziskave, ki je del magistrskega dela (Krašna, 2022), smo prišli do ugotovitev, da je zanimanje za inženirske in tehniške poklice še vedno majhno, med zainteresiranimi pa prevladujejo moški. Ti imajo o teh poklicih tudi boljše percepcije. Razlike glede na letnik izobraževanja niso izrazite, prav tako zanimanje za ta poklic z leti ne upada, ampak je približno konstantno. Raziskali smo, za katere tehniške fakultete je največ zanimanja ter koliko. Ugotovili smo, kakšna je samoučinkovitost trenutnih dijakov in dijakinj slovenskih gimnazij. Zapišemo lahko, da se jih veliko lahko poveže z ljudmi okoli sebe in v razredu pri obšolskih dejavnostih ter izven njih, slabše mnenje pa imajo o tem, ali lahko uspejo v inženirskem in tehniškem poklicu nasploh, ter tako, da s tem ne žrtvujejo udejstvovanja pri ostalih dejavnostih.

Kar se tiče samega anketnega vprašalnika, lahko izpostavimo nekaj omejitev. Prva je bila ta, da smo do gimnazijcev težko dostopali, saj vse šole dobijo veliko prošenj za reševanje, poleg tega pa anketiranci v večini primerov rešujejo sami, kjer je lahko problem pomanjkanje motivacije. To se je tudi izkazalo za resnično, saj je anketni vprašalnik začelo reševati 710 anketirancev, vendar ga je do konca rešilo 315, kar je manj kot polovica. S toliko več anketiranci bi tudi zagotovo dobili bolj realne rezultate. Rezultate bi lahko bolje analizirali tudi, če bi bil vzorec po letnikih, spolu in vrsti gimnazije bolj razporejen. Tako smo na primer dobili, da se dekleta skoraj v tolikšnem številu zanimajo za inženirstvo kot fantje, vendar je bil vzorec deklet veliko večji. Če bi želeli raziskavo še dodatno razširiti, bi lahko naredili tudi primerjavo glede na vrsto gimnazije, vendar bi morali spet izboljšati vzorec, saj je bilo med udeleženci raziskave le 10 dijakov oziroma dijakinj tehniške gimnazije. Raziskali bi lahko tudi inženirsko samoučinkovitost gimnazijskih učiteljev in tako videli, v kolikšni meri ti učence spodbujajo k izbiri inženirskega poklica.

V prihodnosti bo treba kaj storiti na področju žensk in deklet v inženirstvu, saj so ta še vedno prepričana, da študij ni primeren zanje, da v njem ne bi mogle uspeti itd., v sklopu tega pa tudi zmanjšati spolne stereotipe. Za začetek bi bilo potrebno večje privabljanje deklet k sodelovanju v raznih inženirskih projektih. S tem ko bi družba to videla pogosteje in v večji meri, bi to zagotovo tudi bolj ponotranjila, s čimer bi se lahko te razlike začele zmanjševati. Dobra rešitev za reševanje pomanjkanja inženirjev bi bila uvajanje tehnike v gimnazijsko izobraževanje, saj

imajo tako gimnazijci in gimnazijke zadnjič stik s tehniko v 8. razredu osnovne šole in se tako interes čez leta gimnazijskega izobraževanja hitro izgubi. Zagotovo bi na ta način koga ponovno ali pa prvič navdušili nad tehniko in inženirstvom, s čimer bi se povečal tako vpis za študij omenjenega področja kot tudi sama (notranja) motivacija za dokončanje tega študija. Ker je pomemben faktor tudi samoučinkovitost in ker smo ugotovili, da ta ni pretirano visoka, bi lahko začeli z izvajanjem delavnic, kjer bi se udeleženci učili delati na sebi in bi spoznali, kako si povečati samoučinkovitost.

Zaključimo lahko, da se na področju promocije inženirstva že veliko dela in vsako leto nastane kak nov projekt, ki naslavlja omenjeno problematiko. Upamo lahko, da se bo ves ta trud izplačal in se bo pomanjkanje po inženirskih in tehniških poklicih zmanjšalo.

Literatura

- Avsec, S. in Jerman, J. (2020). Self-efficacy, creativity and proactive behaviour for innovative science and technology education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*. 18(4), 369–374.
[http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.18,%20No.4%20\(2020\)/01-Avsec-S.pdf](http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.18,%20No.4%20(2020)/01-Avsec-S.pdf)
- Avsec, S. in Szewczyk-Zakrzewska A. (2018). Engineering students' self-efficacy and goal orientations in relation to their engineering design ability. *Global Journal of Engineering Education*, 20(2), 85–90. <https://doi.org/10.18260/1-2-34985>
- AWE (b. d.). *STEM assesment tools*. http://aweonline.org/efficacy_001.html#desc
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman and Company.
- Blaznik, D. (2013). *Učiteljevi pristopi pri poučevanju matematike in njihov vpliv na učno motivacijo* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. http://pefprints.pef.uni-lj.si/1525/1/diploma_blaznik_dunja.pdf
- Boyce, P. (29. 3. 2022). *Pygmalion Effect Definition*. BoyceWire. <https://boycewire.com/pygmalion-effect-definition/>
- Božin, N. (2021). *Spolni stereotipi pri otrocih*. <https://www.cakalnedobe.si/nasvet/spolni-stereotipi-pri-otrocih/>
- CEDEFOP. (2016). *Slovenia: Mismatch priority occupations*. An Agency of the European Union. https://www.cedefop.europa.eu/en/data-insights/slovenia-mismatch-priority-occupations#_science_and_engineering_professionals_35
- Cherry, K. (14. 2. 2022). *Maslow's Hierarchy of Needs*. verywellmind. <https://www.verywellmind.com/what-is-maslows-hierarchy-of-needs-4136760>
- Dancey, C.P. in Reidy, J. (1999). *Statistics Without Maths For Psychology*. Pearson.
- Černosa, S. in Rački, T. (2020). *Podatki z analizo za srednje šole in dijaške domove (šolsko leto 2018/2019)*. MIZS in Direktorat za srednje in višje šolstvo ter izobraževanje odraslih. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Srednja-sola/Publikacije/Podatki-z-analizo-za-SS-in-DD-2018_2019.pdf
- European Institute for Gender Equality, (b. d.). *Spolni stereotipi*. <https://eige.europa.eu/sl/taxonomy/term/1222>

- Ferlin, G. (2021). *Dejavniki izbire študija srednješolcev* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Mednarodna fakulteta za družbene in poslovne študije]. ReVIS. <http://revis.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=8430&lang=slv&prip=rul:1740297:d5>
- FinD-INFO (3. 2. 2021). *Na Goriškem promocija najbolj iskanih poklicev*. <https://www.findinfo.si/medijsko-sredisce/dnevne-novice/278758#>
- Gaikwad, H. in S Kulkarni, S. (2016). Self-efficacy in undergraduate women in engineering - a case study. *Journal of Engineering Education Transformations*, 30(1), 82–86. <https://doi.org/10.16920/jeet/2016/v30i1/85671>
- George, D. in Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update* (10a izd.). Pearson.
- Gospodarska zbornica Slovenija (2020). *Analiza vpisa v srednje, višje in visoke šole*. <https://www.gzs.si/Portals/Portal-Mediji/Vsebine/novice-priponke/Analiza%20vpisa%20v%20srednje,%20višje%20in%20visoke%20-%20Samo%20Hribar%20Milič.pdf>
- Hollandova tipološka teorija izbire poklica. (31. 12. 2021). *Wikipedija: prosta enciklopedija*. https://sl.wikipedia.org/w/index.php?title=Hollandova_tipološka_teorija_izbire_poklica&action=history
- Hristovski, D. (2003). Ekološka perspektiva v razvoju. *Socialna pedagogika*, 7(3), 315–338. <https://revija.zzsp.org/2003/03-3-315-338.pdf>
- Hughes, M. D. (2021). *Exploring the impact of pre-college STEM exposure on First-year engineering student self-efficacy* [Doktorska disertacija, University of Kentucky, UKnowledge]. https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=stem_etds
- Hutchison-Green, M. A., Follman, D. K. in Bodner, G. M. (2008). Providing a voice: Qualitative investigation of the impact of a first-year engineering experience on students' efficacy beliefs. *Journal of Engineering Education*, 97(2), 177–190. <https://doi:10.1002/j.2168-9830.2008.tb00966.x>
- Institut Jožef Stefan, (2021). *Mednarodni dan žensk v inženirstvu*. Si21. https://www.si21.com/Gospodarstvo/Mednarodni_dan_zensk_v_inzenirstvu/
- Interes. (2014). V *Slovar slovenskega knjižnega jezika* (2. dopolnjena in deloma prenovljena izd.). <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=interes>
- Jordan, C. G. (2009). *Rethinking inclusion: case studies of identity, integration, and power in professional knowledge work organizations*. Case Western Reserve University, Department of Organizational Behavior.
- Klemenčič Rozman, M. M. (2020). Inkluzivna vzgoja in izobraževanje - socialnopedagoški del [Predstavitev PPT]. <https://ucilnica2021.pef.uni-lj.si/course/view.php?id=94>
- Krašna, M. (2022). *Karierno odločanje in zanimanje gimnazijcev za študij inženirstva in tehnike* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pefagoška fakulteta]. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/7441/>
- Lee, J. S., Jung, S., Park, I. H. in Kim, J. J. (2015). Neural Basis of Anhedonia and Amotivation in Patients with Schizophrenia: *The Role of Reward System*. *Current neuropharmacology*, 13(6), 750–759. <https://doi.org/10.2174/1570159x13666150612230333>

- Legault, L. (2017). Self-Determination Theory. V V. Zeigler-Hill in T. Shackelford (ur.), *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8_1162-1
- Lenhard, W. in Lenhard, A. (2016). Computation of effect sizes. *Psychometrika*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Mannan, R. (10. 3. 2021). *Overcoming the Shortage of Engineers*. NewEngineer. <https://newengineer.com/blog/overcoming-the-shortage-of-engineers-1509925>
- Mediade (2018). *O projektu*. <https://inzenirka-leta.si/o-projektu/>
- Mediade (b. d.). *O projektu*. <https://www.inzenirji-bomo.si>
- Milošević Zupančič, V. (22. 10. 2021). *Novica o dogodku: »pomanjkanje kadrov in deficitarni poklici«*. (20.10.2021 med 9:00 in 11:00 na Zoom). Regijski center za dostojno delo Ljubljana. <https://www.dostojnodelo.eu/aktualno/novice/322-novica-o-dogodku-pomanjkanje-kadrov-in-deficitarni-poklici-20-10-2021-med-9-00-in-11-00-na-zoom>
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (MIZS). (10. 6. 2020a). *Slovenski šolski sistem in Slovensko ogrodje kvalifikacij*. <https://www.gov.si teme/slovenski-solski-sistem-in-slovensko-ogrodje-kvalifikacij/>
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (9. 2. 2022c). *Napoved razpisa za štipendije za pedagoške programe s področja naravoslovja in tehnike*. <https://www.gov.si/novice/2022-02-09-napoved-razpisa-za-stipendije-za-pedagoske-programe-s-podrocja-naravoslovja-in-tehnike/>
- Moretti, M. (2019). *Cronbach* **Napaka! Zaznamek ni definiran.** *alfa*. <https://statisticneanalize.com/cronbach-alfa-koeficient/>
- National day calendar, (b. d.). *International women in engineering day*. <https://nationaldaycalendar.com/international-women-in-engineering-day-june-23/>
- Novak N. (10. 2. 2021). *Mlade skušajo navdušiti za deficitarne poklice*. Primorske novice. <https://www.primorske.si/primorska/goriska/mlade-skusajo-navdusiti-za-deficitarne-poklice>
- Paszowska-Rogacz, A. (2015). *Kako pomagati otroku pri sprejemanju kariernih odločitev*. Famico. <http://www.o-ja.kr.edus.si/files/2017/09/Kako-pomagati-otroku-pri-razvoju-kariere.pdf>
- Ploj Virtič, M., Dolenc, K., Aberšek, B., Šorgo, A. in Kocijančič, S. (2017). *Vloga in pomen tehniškega izobraževanja v OŠ : kdo bo poučeval tehniko leta 2020?* Univerzitetna založba Univerze. <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=65137>
- Ryan, R. M. in Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037110003-066X.55.1.68>
- Salas-Morera, L., Ruiz-Bustos, R., Cejas-Molina, M. A., Olivares-Olmedilla, J. L., García-Hernández, L. in Palomo-Romero, J. M. (2021). Understanding why women don't choose engineering degrees. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(2), 325–338. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09550-4>
- Strniša, K. (b. d.a). *Motivacija*. <https://www.brstpsihologija.si/motivacija/>

Razvijanje veščin 21. stoletja

- Tominc, P., Čančer, V. in Rožman, M. (2018). *Zbirka vaj za predmet Metode raziskovanja*. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Werther, W. B. in Davies, K (1986). *Personal Management and Human Resources*. McGraw-Hill Book Company.
- Zagoričnik, M. (2016). *Celostni pogled na odločanje srednješolcev za študij*. [Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta]. <https://www.vkotocka.si/wp-content/uploads/2018/05/Zagoričnik-M.-Dr.-delo.Celostni-pogled-na-odločanje-srednješolscev-za-študij-.pdf>
- Zavod Republike Slovenije za zaposlovanje (25. 10. 2021). *Katerih kadrov bo primanjkovalo prihodnje leto?* <https://www.ess.gov.si/obvestila/obvestilo/katerih-kadrov-bo-primanjkovalo-prihodnje-leto>

RAZUMEVANJE IN ODNOS UČENCEV OSNOVNE ŠOLE DO TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE

UNDERSTANDING AND ATTITUDES OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS TOWARDS ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Julija Krivograd Videršnik in Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Tehnologija kot znanstveni prikaz in obravnava vseh strojev, naprav, procesov, infrastrukture, ki sodelujejo pri pretvorbi naravnega sveta v svet človekovih želja in potreb, postaja ne zgolj pomemben, temveč ključen dejavnik sodobne družbe. Izzivi današnjega časa, kot so globalizacija, demografske spremembe, prehrabna politika, okolje, naravni in človeški viri, zahtevajo od vsakega državljana višji nivo uporabe, ravnanja, razumevanja in vrednotenja tehnologije. Za kakovostno izobraževanje je pomembno poučevanje sodobnih tem, saj se je narava tehniškega izobraževanja (TI) zelo spremenila. Predvsem je pomembno, da pri pouku razvijamo tehnološko pismenost (TP), kar ljudje potrebujejo za življenje v tehnološkem svetu. Raziskovalci ugotavljajo, da je dojemanje narave tehnologije pogosto zakoreninjeno in se spremembe ne zgodijo zlahka, zato raziščemo vsebine, ki bi lahko bile del sodobnega TI in preučimo naravo tehnologije. Študije pogosto kažejo naivno in pomanjkljivo razumevanje tehnologije učencev. Njihovo razumevanje se dotika le naprednih predmetov, ki jih uporabljajo vsakodnevno, ciljno gledano predvsem na informacijskokomunikacijsko tehnologijo (IKT). Izvedli smo empirično raziskavo, v katero smo vključili učence 6., 7., 8. in 9. razreda poljubno izbranih slovenskih OŠ. V raziskavi smo proučevali razumevanje tehnologije na 8 kategorijah in odnos učencev do TiT na 6 kategorijah. Naredili smo tudi primerjavo med razumevanjem tehnologije in odnosom učencev do TiT. Rezultati pokažejo nadpovprečno razumevanje vseh kategorij narave tehnologije. Statistični test med spoloma ne pokaže statistično pomembnih razlik pri razumevanju tehnologije ($p > 0,05$), se pa razlike na skoraj vseh kategorijah pojavijo med učenci različnih razredov (učinek je pri vseh zmeren; $0,04 \leq r < 0,16$). Največje statistično pomembne razlike ($p < 0,05$) se pojavijo med 6. in 9. razredom – devetošolci bolj razumejo tehnologijo kot šestošolci. Ravno obratno je pri odnosu do TiT. Tam se med različnimi razredi statistično pomembne razlike ne pojavijo ($p > 0,05$), imamo pa razlike med spoloma. Analiza povezanosti med razumevanjem narave tehnologije in odnosa od TiT nam razkrije različno močne povezave, še posebno s kategorijo zavedanje posledic TiT (KTiT). Sklepamo, da boljše razumevanje tehnologije statistično pomembno ($p < 0,05$) pripomore k zavedanju in poznavanju posledic TiT. Raziskava je razkrila in potrdila tudi vpliv širšega okolja na razvijanje odnosa učencev do TiT, še posebno je želja po poklicni karieri na tehniškem in inženirskem področju povezana z zanimanjem za vsebine TiT, vključno z razvijanjem zavedanja in znanja posledic TiT.

Ključne besede: Tehnika in tehnologija, narava tehnike in tehnologije, odnos učencev do tehnike in tehnologije, razumevanje tehnike in tehnologije.

Abstract

Technology as a scientific representation and exploration of all machines, devices, processes, infrastructure ..., which are a part of the transformation of the natural world into the world of human desires and needs, is becoming not only important, but a key factor in modern society. The challenges of today, such as globalisation, demographic change, food policy, the environment, natural and human resources, require a higher level of usage, treatment, understanding, and evaluation of technology from every citizen. Teaching contemporary topics is important for a quality education, as the nature of technology education (TE) has changed greatly. Above all, it is important that technological literacy (TL) in the classroom is developed, which is what is needed for living in the technological world. Researchers find that the perception of technology's nature is often ingrained and changes do not happen easily, so content that could be a part of modern TE is researched and the nature of technology examined. When it comes to technology, studies often show that students are naive and have a lack of understanding. Their perception focuses only on advanced objects they use on a daily basis, especially in terms of information and communications technology (ICT). An empirical research is conducted, in which students from 6th, 7th, 8th, and 9th grades of arbitrarily selected Slovenian primary schools are included. In this research the understanding of technology in 8 categories and the attitude of students towards EaT in 6 categories is examined. A comparison between the understanding of technology and the attitude of students towards EaT is made. The results show an above-average understanding of all categories of technology's nature. The statistical test between the sexes does not show statistically significant differences in the understanding of technology ($p > 0.05$), however, differences in almost all categories occur among students of different grades (the effect is moderate in all; $0.04 \leq r < 0.16$). The largest statistically significant differences ($p < 0.05$) arise between 6th and 9th grade – ninth-graders understand technology better than sixth-graders. The exact opposite is when looking at the attitudes towards EaT. There are no statistically significant differences between different grades ($p > 0.05$), but there are differences between the sexes. The analysis of the connection between the understanding of technology's nature and the attitude towards EaT reveals various strong connections, especially in the category of awareness of EaT (CTiT)'s consequences. It is presumed that a better understanding of technology statistically and significantly ($p < 0.05$) contributes to the awareness and knowledge of EaT's consequences. The research revealed and confirmed the influence of the wider environment on the development of students' attitudes towards EaT, especially the desire for a professional career in the technical and engineering field is related to the interest in EaT's content, including developing awareness and knowledge of EaT's consequences.

Key words: Engineering and technology, nature of engineering and technology, students' attitude towards engineering and technology, understanding engineering and technology.

Uvod

Tehnologija predstavlja uporabo znanja, spretnosti in virov, s katerimi zadovolji lastne/tuje/kulturne potrebe in rešuje probleme. Je sestavljena iz tehnik, ki so zavestno in namerno preoblikovanje naravnega v umetno, za kar so zaslužne človekove izkušnje, spretnosti in znanja (ITEA, 2007, v Avsec, 2012).

Tehnika in tehnologija (TiT) je eden izmed obveznih šolskih predmetov osnovne šole (OŠ) in traja od 6. do 8. razreda (*Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt*, 2011) ter predstavlja pomemben stik učencev s tehnologijo. Ta predmet zajema vse take aktivnosti, skozi katere se učenci soočajo z različnimi izzivi in za namen spopadanja z njimi uporabijo znanja in spretnosti (Owen-Jackson, 2010, v Avsec, 2012). Tehnološko področje se nenehno razvija, pojavljajo se vedno nova vprašanja in izvajajo aktualne raziskave. V sodobni dobi, kjer je znanje "nova valuta", učenci potrebujejo spretnosti za dostop, analizo in vrednotenje

informacij, ki se nenehno spreminjajo. Cilj je z uporabo teh spreminjajočih se informacij in prispevanje k njim v sodelovanju z drugimi podpirati razvoj in inovacije v sodobni družbi. Učitelj mora pri tehniškem izobraževanju (TI) vedeti, kateri vidiki tehnološkega razumevanja ali razvoja spretnosti so pomembni za učni kontekst in jih mora znati jasno izraziti. S takim kakovostnim izobraževalnim procesom dobi učenec širšo in globljo sliko o pomenu tehnologije ter do TiT vzpostavlja pozitiven odnos (Williams idr., 2015).

Narava tehnike in tehnologije

Tehnika in tehnologija sta dva ločena, a povezana pojma. ITEA (2007, v Avsec, 2012) tehniko opredeli kot zavestno in namerno preoblikovanje naravnega v umetno, za kar so zaslužne človekove izkušnje, spretnosti ter znanja. To doseže s pomočjo vseh naprav, objektov, postopkov in procesov, pri čemer uporablja naravoslovna spoznanja. Tehnike so sestavni del tehnologije (Senjur, 1993, v Avsec, 2012). Tehnologija predstavlja uporabo znanja, spretnosti in virov, s katerimi zadovolji lastne/tuje/kulturne potrebe ter rešuje probleme (ITEA, 2007, v Avsec, 2012).

Tehnika in tehnologija v slovenskih osnovnih šolah

V učnem načrtu (UN) za TiT so predstavljena področja, ki se med seboj prepletajo in jih učenci med izobraževanjem spoznajo. Ta področja so: tehnična sredstva, tehnologija, organizacija dela ter ekonomika. Med tehnična sredstva uvrščamo vsa orodja, pripomočke, naprave in stroje, ki jih učenci spoznajo ter uporabljajo pri obdelavi in izdelavi izdelkov, ter njihovo varno in pravilno uporabo. Pri sistemih prenos energije vključimo poznavanje električne energije, njeno pridobivanje, in kako jo lahko pretvorimo. Učenci se v 8. razredu spoznajo še s prenosom informacij pri vsebinah spoznavanja računalnika in računalniškega krmiljenja naprav. Med tehnologijo uvrstimo vse obdelovalne postopke, ki jih učenci spoznajo in uporabijo pri izdelavi izdelka. Med organizacijo dela vključimo načine, s katerimi pripomoremo k razvoju nekega izdelka in načine reševanja problemov – bodisi za izbiro gradiv ali probleme za načrtovanje izdelkov s pomočjo analiziranja. Zadnje področje je ekonomika, kjer se učenci spoznajo z vrednotenjem izdelkov in dela (*Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt*, 2011). Učenci pridejo v stik s TiT tudi pri izbirnih predmetih. Izbirni predmeti »Obdelava gradiv – kovina/les/umetne snovi« v glavnem vsebujejo enaka področja oziroma vsebine, kot jih obravnavamo pri predmetu TiT (*Program osnovnošolskega izobraževanja obdelava gradiv – les, umetne snovi, kovine. Učni načrt*, 2005). Enoletni izbirni predmet »Robotika v tehniki« lahko učenci izberejo v 8. razredu OŠ. Učenci imajo možnost spoznati osnovne oblike robotskih rok, načine, kako lahko računalniško vodimo delovanje elementov in senzorje, ki delujejo kot funkcija povratnega delovanja na krmiljenje. S pomočjo didaktičnih sestavljanj gradijo modele strojev, naprav in robotskih rok (*Program osnovnošolskega izobraževanja robotika v tehniki. Učni načrt*, 2002). »Elektrotehnika« predstavlja enoletni izbirni predmet v 9. razredu OŠ. Pri tem predmetu so poglobljene teme, ki so jih učenci že spoznali, in sicer so v ospredju proizvodnja, prenos ter poraba električne energije. Berejo in rišejo sheme električnih vezij ter s pomočjo sestavljanj ali z obdelavo gradiv izdelujejo različne modele električnih naprav. Spoznajo močno povezanost med znanji naravoslovnih ved in dosežki sodobne tehnologije (*Program osnovnošolskega izobraževanja elektrotehnika, elektronika z robotiko. Učni načrt*, 2005). Kot zadnje omenimo še predmet »Elektronika z robotiko«, ki je prav tako izbirni predmet v 9. razredu OŠ. Predmet je zasnovan v pomoč učencem pri izbiri poklicne poti, saj vključuje aktivno spoznavanje tematik elektronike in robotike

(Program osnovnošolskega izobraževanja elektrotehnika, elektronika z robotiko. Učni načrt, 2005).

Sodobni koncepti in konteksti osnovnošolske tehnike in tehnologije

Iskanje kakovostne konceptualne podlage za UN je postalo zelo pomembno, saj se je narava TI z leti zelo spremenila. Postopoma smo se oddaljili od osredotočanja na učenčeve spretnosti in v ospredje postavili pomembnost tehnološke pismenosti (TP). Ta predstavlja tisto, kar ljudje potrebujejo za življenje v tehnološkem svetu (Rossouw idr., 2010; Rupnik in Avsec, 2019). Obsega praktično znanje, spretnost razmišljanja in osebna stališča (Rossouw idr., 2010). Petrina (2007) opredeli tehnološko pismeno osebo kot osebo, ki razume tehnologijo, kako se ta ustvarja in kako oblikuje družbo, taka oseba pa je tudi spodobna uporabe ter upravljanja tehnologije. Ravno razvijanje TP Rossouw idr. (2010) ter Rupnik in Avsec (2019) navedejo kot glavni namen TI. V današnjem svetu učenci potrebujejo spretnosti za dostop, analizo in vrednotenje informacij, ki se nenehno spreminjajo, da bi jih lahko uporabili ter prispevali k razvoju in inovacijam (Williams idr., 2015).

V zgodnjih 90. letih so ugotovili, da je za družbo potrebno veliko več kot le znanje tehnike in naravoslovja, zato so številne šole poudarile tudi veščine, kot sta na primer skupinsko delo ter komunikacija. Glede samega izobraževanja je treba poudarjati tako znanost kot prakso, da bi ljudje, ki se izobražujejo na tehnoloških področjih, dosegli potrebne kvalifikacije za delovna okolja 21. stoletja (Bagherzadeh idr., 2017). Za učence je pomembno, da so tehnološko pismeni, saj bodo lahko tako kasneje sodelovali v visokotehnološki družbi (Rupnik in Avsec, 2019).

Rossouw idr. (2010) z namenom izboljšanja UN po raziskavi opredelijo niz konceptov, ki imajo veliko pomembnost: snovanje (kot glagol), sistemsko razmišljanje, modeliranje, družbena interakcija, optimizacije, inovacije, specifikacije, snovanje (kot samostalnik), vzdržnost in kritično mišljenje. Pri analizi raziskave Rossouw idr. (2010) omenijo še en zanimiv koncept, o katerem se ne govori veliko. Na seznamu ga ni in je povezan z nenamernimi oziroma nepričakovanimi posledicami tehnologije. Ta koncept nakazuje na to, da imajo vse tehnologije posledice, ki jih ustvarjalci tehnologij niso predvideli. So pa lahko te posledice negativne ali pozitivne. Mnogi izzivi našega planeta v 21. stoletju, med katere med drugimi spadajo globalno segrevanje, svetovna lakota, pandemije, jedrska vojna itd., so posledica tehnoloških prizadevanj. Zelo pomembno je, da otroci razumejo, da imajo vse tehnologije posledice (tudi namerne) in da jih moramo ocenjevati v tej luči. Raziskovalci so preučili niz konceptov in predlagali nov seznam s petimi glavnimi koncepti, ki jim sledijo podkoncepti, Preglednica 1.

Preglednica 1: Glavni koncepti in podkoncepti tehnološkega izobraževanja (Rossouw idr., 2010).

Glavni koncepti	Podkoncepti
Snovanje (»kot glagol«)	Optimizacija
	Kritično razmišljanje
	Specifikacije
	Inovacije
	Življenjski cikel izdelka
Sistemi	Artefakti (»snovanje kot samostalnik«)
	Struktura
	Funkcija
Modeliranje	
Viri	Materiali
	Energija
	Informacije
Vrednote	Trajnostni razvoj
	Inovacije
	Tveganje/neuspeh
	Socialna interakcija
	Ocenitev tehnologije

Glede pridobljenih znanj, ki so del izobraževanja, Fleer (2015) loči med dvema pogledoma na naravo tehniškega znanja. Prvo je znanje kot predmet, ki ga je treba posredovati in bo našlo pot v učenčevo glavo. Druga vrsta je povezana s kontekstom, v katerem je bilo znanje naučeno in uporabljeno. Učenci, ki neke ideje razumejo v različnih kontekstih, bodo imeli različne poglede na znanje, ki ga imajo.

Rossouw idr. (2010) so predstavili učne kontekste, ki so jih ocenili za aktualne in bi se v njih razširjala TiT: energija v družbi, biotehnologija, trajnostna energija, transportacija, medicinska tehnologija, hrana, industrijska proizvodnja, upravljanje vodnih virov, gradbeništvo in dvosmerna komunikacija. Spoznali so, da lahko kontekste, uvrščene visoko na seznam, uvrstimo v dve podskupini kontekstov. V prvo podskupino spadajo bolj tradicionalni konteksti, kot so gradbeništvo, proizvodnja, promet, komunikacije in biotehnologija. V drugo podskupino pa lahko uvrstimo kontekste, ki odražajo globalne probleme. Primeri teh so: energija, hrana, voda in medicinske tehnologije. Tako tradicionalni kot tudi globalni konteksti so povezani z osnovnimi človeškimi potrebami, ki jih obravnavata tehnologija in inženirstvo. Skupina je zato ponovno oblikovala enoten seznam kontekstov, ki odraža tehnološka in inženirska prizadevanja osebnih, družbenih in globalnih skrbi:

- zavetje (gradbeništvo),
- artefakti za praktične namene (proizvodnja),
- mobilnost (promet),
- komunikacije,
- zdravje (medicinska tehnologija),
- hrana,
- voda,
- energija in
- varnost.

Glede na pripombe in odgovore strokovnjakov Rossouw idr. (2010) navajajo 9 meril, ki so pomembna za izbor kontekstov. Pravijo, da bi konteksti morali:

1. biti resnično pomembni za življenje učencev,
2. ponazarjati trajne človeške skrbi, biti temeljni za človeško naravo in pomembni v različnih kulturah in družbah,
3. taki, da se nanašajo na družbena vprašanja/probleme,
4. zajemati svet, ki ga je ustvaril človek,
5. biti »veliki primeri«,
6. biti lokalni (kulturno in geografsko),
7. pokrivati tehnološka področja,
8. biti taki, da razvijajo tehnološko pismenost,
9. ustrezati trem vidikom:
 - a) skladnost s koncepti,
 - b) so blizu učencem,
 - c) možnost, da oblikovalec učnega načrta zagotovi bolj in manj zapletene različice kontekstov, ki pomagajo poudariti kritičnost in odnose,
10. biti oblikovani v smeri:
 - a) »osebnih skrbi« (prakse vsakdanjega življenja) in
 - b) »globalnih skrbi«.

Ideja konceptov in kontekstov je ta, da s poučevanjem konceptov v različnih kontekstih začne učeči se popolnoma prepoznavati splošnejšo naravo konceptov in jih je sposoben uporabiti v novih kontekstih (Rossouw idr., 2010).

Barlex (2015) predlaga tri načela, ki jih lahko upoštevamo pri razvoju takega tehniškega kurikulumu, ki bo obravnaval tehnologijo v skladu z njeno naravo, učencem omogočil kritičen pogled na tehnološke dejavnosti, omogočil, da sami uporabljajo različne pristope in orodja (tako analogna kot digitalna) ter jim omogočal vključevanje novih in nastajajočih tehnologij, ki se razvijajo zunaj šole. Ta načela so:

1) Zvestoba naravi tehnologije

Zavedati se moramo, da je glavno gonilo tehnologije razvoj, usmerjen v prihodnost, drugo gonilo je vpliv zgodovine ter tretje volja družbe pri oblikovanju tehnik. Učenci morajo razumeti naravo tehnologije.

2) Razvijanje pogleda na tehnologijo

Pomembno je, da se učenci seznanijo s tehnološkimi potmi v prihodnosti in ne le z informacijami o preteklih poteh, ki so vodile do sedanosti. UN mora slediti tehnološkemu razvoju in inovacijam, ki se dogajajo zunaj šole; učenci bi morali sami izbirati, katere nove tehnologije želijo obravnavati, ter razmišljati, kako bi nove tehnologije delovale v tehnološki prihodnosti (npr. umetna inteligenca, obogatena resničnost, nevrotehnologija, robotika ...). Učencem se omogoči kritika o namernih in nenamernih učinkih tehnologije (npr. vplivi na okolje, pomen krožnega gospodarstva ...).

3) Omogočanje tehnološke zmogljivosti

Trenutni UN stremijo k dejavnostim, pri katerih učenci načrtujejo in kasneje izdelujejo, kar so načrtovali. To pogosto ne odraža dejanskega stanja tehnoloških dejavnosti zunaj šole, kar odraža omejen pogled na zmožnosti. Vprašati se moramo, s katerimi nameni uporabljamo tehnološke zmožnosti in če je to, kar načrtujemo, vredno izdelave. Učencem naj se omogoči uporaba oblikovalskega orodja, s katerim razvijajo svoje tehnološke zmožnosti. To so lahko

sodobne tehnologije, kot so orodja za računalniško oblikovanje (npr. SketchUp, Autodesk), 3D-tiskalniki, laserski stroji, izdelovanje z mikrokontrolerji (npr. PICAXE, Arduino).

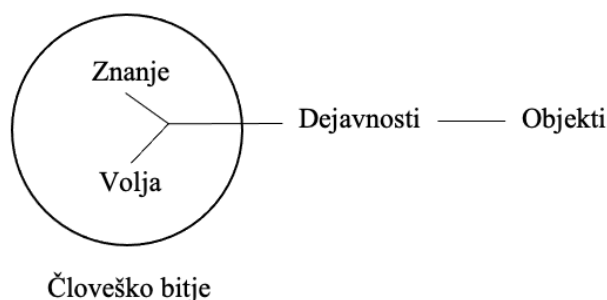
Razumevanje narave tehnike in tehnologije

Tehnologija ima pomembno vlogo v vseh vidikih naših življenj. Danes smo osredotočeni predvsem na delovanje in družbene učinke tehnologij, kot so računalnik, televizija in pametni telefoni. Zaradi pomanjkanja razumevanja narave tehnologije imamo lahko napačne predstave in znanja o tem, kaj vse tehnologija sploh predstavlja. Razumevanje tehnologije je del TP, kar je cilj TI (Xu idr., 2021). Od razumevanja narave tehnologije bo odvisno, kako se bodo člani družbe vključevali v sociotehnološke probleme v vsakdanjem življenju. Če ohranjamo poenostavljeno razumevanje tehnologije in njen odnos do znanosti in če na šolski ravni ne zagotavljamo ustreznega pouka o teh vsebinah, je cilj razvoja znanstveno in tehnološko pismenih državljanov ogrožen (Blom in Abrie, 2021).

Nekateri strokovnjaki so v zadnjem času predlagali konceptualne okvire za pojmovanje tehnologije na podlagi pregledov literature ali pojmovanj učencev in učiteljev (Kim in Song, 2021). Xu idr. (2021) od strokovnjakov povzamejo nekaj pojmovanj tehnologije:

- Tehnologija je notranja ideja vsakega namenskega delovanja, ki izvira iz ulitaritarnih nagonov.
- Bistvo tehnologije je v tehničnem ustvarjanju in ne v industrijski proizvodnji, niti v izdelkih.
- Tehnologija je sredstvo za izpolnitev človeškega namena.
- Tehnologija je celotna zbirka naprav in inženirskih praks, ki so določeni kulturi na voljo.
- Tehnologija je sistem, ki ga je ustvaril človek in ki uporablja znanje ter organizacijo za izdelavo predmetov in tehnik za doseganje določenih ciljev.

Blom in Abrie (2021) opišeta štiri različna področja, povzeta po filozofu tehnologije Carlu Mitchamu, na katerih se tehnologija predstavlja, Slika 1.



Slika 1: Štiri področja tehnologije (Blom in Abrie, 2021).

Za namen globljega razumevanja tehnologije so Xu idr. (2021) ta štiri področja poglobili in razširili nabor osmih razsežnosti, v katerih jo lahko razumemo:

a) Razsežnost 1: **Tehnologija kot objekt**

Tehnologija kot objekt predstavlja dve osnovni vrsti entitet – strukture in stroje. Sem spadajo statični artefakti; ceste, mostovi, stavbe ter dinamični artefakti; avtomobili, ladje, računalniki ... Če so torej objekti del osnovnih dveh entitet, spadajo na področje tehnoloških artefaktov. Naravni objekti imajo vir mirovanja ali gibanja v sebi, pri tehnoloških artefaktih pa je vir mirovanja ali gibanja drugje (Xu idr., 2021).

b) Razsežnost 2: **Tehnologija kot znanje**

Imamo štiri kategorije tehnološkega znanja (Xu idr., 2021):

- senzomotorične spretnosti,

To so znanja, ki se jih naučimo z vajo. Takšnih znanj pogosto ni mogoče neposredno izraziti z besedami, temveč so povezana s človeškim telesom.

- tehnološke maksime,

To so neka življenjska vodila oziroma izkušnje ljudi, ki se tičejo tehnike.

- opisni zakoni,

- tehnološke teorije.

c) Razsežnost 3: **Tehnologija kot dejavnost**

V to kategorijo spadajo procesi; izdelovanje, izumljanje, načrtovanje, proizvodnja, upravljanje in vzdrževanje. Ti procesi predstavljajo človeško dejavnost in so razlog za obstoj artefaktov (Xu idr., 2021).

d) Razsežnost 4: **Tehnologija kot volja**

S tem tehnologijo razumemo kot nekaj, na kar se opremo pri zadovoljitvi nekih osnovnih potreb, kot so moč, svoboda, učinkovitost. Značilna je sprememba človekovih prvotnih načinov delovanja (Xu idr., 2021). Blom in Abrie (2021) tehnologijo kot voljo z vidika TI opišeta tako, da učenci razumejo svoj in tuj tehnološki obstoj, učinkovitost, zastopanost, sposobnost odločanja in spodobnost kritičnega mišljenja, da lahko svoje fizično okolje iz nezadovoljivega spremenijo v zeleno.

e) Razsežnost 5: **Zgodovina tehnologije**

Na razvoj tehnologije vplivajo zunanji dejavniki, kot so kultura, umetnost, družba in politika. Tehnološki razvoj je tesno povezan z razvojem družbe, hitrost razvoja pa določajo zunanji dejavniki, osebna ustvarjalnost in človekove potrebe. Razvoj tehnologije spodbuja tudi razvoj civilizacije, ki je postala vir spodbude za družbeni razvoj (Xu idr., 2021).

f) Razsežnost 6: **Vloga tehnologije v družbi**

Družbena funkcija tehnologije se odraža v njeni gonilni sili, ki vodi k napredku civilizacije. Zaradi velikih sprememb v tehnologiji pa se je družba prisiljena ustrezno odzivati na družbene potrebe. Zasebnost in zaupnost tehnik povečujeta konkurenčnost posameznikov (Xu idr., 2021).

g) Razsežnost 7: **Odnos med znanostjo in tehnologijo**

Povezava med znanostjo in tehnologijo že dolgo ni več enosmerna. Sta neodvisni in vplivata druga na drugo – znanost lahko uporablja tehnologijo za svoje izboljšanje in izpopolnitev, tehnologija pa lahko uporabi znanost za svoj razvoj in preoblikovanje. Rezultati znanosti ne pripadajo določenemu posamezniku ali skupini (na primer; Einsteinovo teorijo relativnosti se lahko naučimo vsi), rezultati tehnologije pa lahko pripadajo samo posameznikom ali skupini (na primer jedrska tehnologija pripada državi in je tajna) (Xu idr., 2021).

h) Razsežnost 8: **Tehnologija kot »dvorezen meč«**

Tukaj gre za vprašanje tehnološke etike, ki se odraža v petih vidikih (Xu idr., 2021):

- **varnost**,

Tehnologijo je treba bolj testirati, da zagotovimo njeno varnost.

- **okolje**,

Razvoj industrije spodbuja gospodarsko rast, vendar hkrati povzroča tudi onesnaževanje okolja.

- **zasebnost**,

IKT omogoča boljše komuniciranje med ljudmi, vendar s tem zmanjšamo posameznikovo zasebnost.

- **vojska**,
Vojska hkrati ščiti ljudi in povzroča žrtve.
- **človekovo dostojanstvo**.
Veliko zanašanje na tehnološke izdelke vodi do odtujitve ljudi.

Pregled razumevanja narave tehnologije s strani učencev in učiteljev

Študije so pokazale, da učenci naravo tehnologije dojemajo naivno in ozko, razumevanje je običajno omejeno na sodobne tehnologije, kot so računalniki ter mobilni telefoni. Večina učiteljev ne zna razlikovati med znanostjo in tehnologijo ter ustvarjalnosti ne prišteva k tehnologiji (Xu idr., 2021). Nekateri učitelji na tehnologijo gledajo zgolj kot na dejavnost načrtovanja in izdelovanja, brez kakršne koli znanstvene in matematične podlage. Učenci na tehnologijo gledajo zgolj kot na uporabno znanost (Blom in Abrie, 2021).

Blom in Abrie (2021) povzameta ključne rezultate njune raziskave o učenčevih razumevanjih tehnologije, v kateri je sodelovalo 123 učencev 9. in 10. razreda. Učenci so morali zapisati, kaj razumejo pod pojmom tehnologija. Tehnologija je bila večinoma opisana v smislu fizičnih predmetov ali sistemov in tehnoloških dejavnosti. Učenci so **predmete** večinoma označevali z opremo, ki jo uporabljajo v vsakdanjem življenju. Primeri njihovih odgovorov so: avtomobili, telefoni, računalniki, stroji, vezja, nov način dela v sodobnem svetu (mobilni telefoni, mikrovalovne pečice), nekaj, kar nam olajša življenje, večina izdelkov pa za svoje delovanje uporablja elektriko. Med odgovori, ki se tičejo **dejavnosti**, so se največ pojavljali opisi v smislu uporabe in delovanja naprav (kar uporabljamo vsak dan, olajšanje življenja, komunikacija). Uporabili so tudi pojme, kot so izumljanje, zamišljanje in načrtovanje ter v smislu proizvodnje gradnja, izdelava in ustvarjanje. Skoraj vsi so omenjali le eno dejavnost, veliko se jih niti ni omenilo (na primer ni primerov vrednotenja, ocenjevanja, popravil, vzdrževanja, ravnanja z odpadki itd.). Zelo malo učencev je dojemalo tehnologijo kot znanje ali voljo. Nekaj jih je tehnologijo opisalo kot **voljo**, tako da se tehnologija uporablja za stvari, ki olajšajo in izboljšajo življenje. »Volja« se torej pojavi pri besednih zvezah: lajšanje življenja, izboljšanje trenutnih razmer, inovacije z namenom boljšega življenja. Samo dva sta omenila tudi negativne učinke tehnologije. Prav tako sta samo dva učenca znala prepoznati vlogo družbe pri oblikovanju tehnologij. Je pa bilo nekaj opisov, ki kažejo, kako tehnologija oblikuje družbo (tehnologija so naprave, ustvarjene za opravljanje dejavnosti brez pomoči človeka, tehnologija izboljšuje življenje, je tisto, kar potrebujemo v naši državi). Tehnologijo kot **znanje** so omenili le redki, večina od teh je opisala tehnologijo kot znanje o tem, kako se je lotiti. Tehnološko znanje so redki tudi povezovali z znanostjo, in sicer so povedali, da je tehnologija izumljanje stvari z uporabo zakonitosti, da v njej uporabljamo znanstvena načela, ter da je znanstveno preučevanje mehanike in izumov. Učenci so opisovali odnos med znanostjo in tehnologijo kot enostranski, ne vzajemni, in sicer da znanost predstavlja osnovo za razvoj tehnologije.

Mawson (2010) je s svojo raziskavo ugotavljal, ali se učenčevo dojemanje oz. razumevanje tehnologije skozi leta spremeni. Prvi del raziskave je najprej opravil pri učencih, starih 5 let, nato spet čez 1, 2, 4 in 5 let, pri istih učencih. Vsakič so jih vprašali: »Kaj je tehnologija?« Le en otrok od sedmih je bil ob vstopu v šolo (stari 5 let) sposoben izraziti svoje mnenje o tehnologiji. Zanj je tehnologija pomenila, da "lahko izdeluješ stvari". Pri šestletnikih so bili odgovori omejeni. Več otrok je tehnologijo razumelo v smislu prostočasnih dejavnosti. V petem letu šolanja (stari 9 let) so štirje od šestih otrok začeli dojemati tehnologijo kot ustvarjalno dejavnost, nad katero imajo določen nadzor. Pri desetih letih so bili njihovi odgovori bistveno daljši. Vsebovali so več primerov tehnologije, poudarek je bil na elektronskih izdelkih. Opazen

je določen premik od osebnega pogleda na tehnologijo k bolj družbeno usmerjenemu pogledu in na visoko tehnologijo.

Henwood, Anne Parkhill in Pidgeon (2008) raziščejo vlogo spola v dojemanju tehnologije. Opisujejo ugotovitve, do katerih je prišel pisatelj William Faulkner. Predstavljajo (tradicionalno) stališče, da obstaja stereotip o inženirstvu in tehnologiji kot "moški kulturi". Ugotavljajo, da ker sta sodobna tehnologija in moškost zgodovinsko povezani z industrijskim kapitalizmom, ju kulturno povezujejo teme nadzora in dominacije. Obstoj moških na privilegiranih položajih naj bi bil kulturno povezan s svetovnim nazorom, ki vključuje teme zaupanja v institucije in avtoriteto, neenakopravno naravnost in nenaklonjenost demokratičnemu odločanju. Abstraktni slogi razmišljanja so običajno povezani z moškimi, konkretni pa z ženskami. To lahko pomaga pojasniti, zakaj mnoge ženske ne razmišljajo o tehniških poklicih.

Učitelji lahko usmerjajo odločitve o poučevanju, vplivajo na vodenje razreda in so odgovorni za dogajanje v razredu. Raziskave glede naravoslovnega izobraževanja so o učiteljevih prepričanjih pokazale, da vplivajo na učenčevu razumevanje narave naravoslovnih vsebin. Učiteljevo dojetje narave znanosti in tehnologije vpliva na razumevanje narave obeh pri učencih. Strokovni razvoj učiteljev je bistvenega pomena za doseganje TP (Kim in Song, 2021) kot tudi opredmetenje sodobnega koncepta izobraževanja za trajnostni razvoj vsebin TiT (Avsec in Ferik Savec, 2021). Učencem je treba pomagati, da se zavedajo, kako lahko tehnološki objekti, dejavnosti, znanje in volja vplivajo na njihovo razmišljanje, dejanja ter vrednote. Vsebina TI bi državljanom morala omogočiti sprejemanje odločitev o svojih interakcijah s tehnologijo v osebnem življenju, naravnem okolju in v družbi (Blom in Abrie, 2021).

Odnos učencev do vsebin tehnike in tehnologije

Tehnologija je ena bistvenih potreb današnjega časa in je pomemben dejavnik, ki oblikuje naša življenja. Je tako vplivna, da je opredeljena kot področje, ki zajema vse družbene in gospodarske dejavnosti ter organizacije, ki predvidevajo uporabo tehniškega znanja v praksi. Ljudje so tehnologijo uporabljali v zvezi s skoraj vsemi svojimi dejavnostmi in jo izboljševali vzporedno z določenimi potrebami in izkušnjami (Yarar in Karabacak, 2015). Mladi se zanimajo za tehnološke produkte, vendar njihova mnenja o izobraževanju in poklicni poti na področju tehnologije niso posebej pozitivna (Ardies idr., 2014; Rupnik in Avsec, 2019). Učitelji imajo lahko pomembno vlogo pri neposrednem vplivanju na odnos učencev in pri razvijanju njihovega dojetja tehnologije (Ankiewicz, 2018). Informacije in veščine posameznikov na področju tehnologije so preveč pomembne, da bi jih pri načrtovanju pouka zanemarili. Učitelji in učenci kot glavni akterji pri razvoju in spreminjanju družbe lahko spremenijo splošni pogled družbe na tehnologijo (Yarar in Karabacak, 2015).

Glede na pomembno vlogo stališč in dejstvo, da se zanimanje za tehniško poklicno pot oblikuje pred 14. letom starosti, je pomembno vedeti, kateri dejavniki vplivajo na stališča učencev do tehnologije. Vpogled v dejavnike služi kot informacija za prihodnje šolske učne programe, kako povečati število mladostnikov za šolanje in izbiro poklica v tej smeri (Ardies idr., 2014).

Ardies idr. (2014) opišejo vidike oz. razsežnosti odnosa, ki ga je Marc de Vries oblikoval posebej za tehnologijo. Ta je na podlagi svojih raziskav in mednarodnih raziskav opredelil 5 različnih razsežnosti:

- 1) **želje po tehnološki karieri** kot merilo, v kolikšni meri si učenci želijo začeti študij na področju tehnologije, oziroma ali si želijo v prihodnosti opravljati delo, povezano s tehnologijo,
- 2) **zanimanje za tehnologijo** kot merilo za občutek, da bi radi vedeli več o tehnologiji, oziroma ali bi se učili o tehnologiji,
- 3) **zaznana težavnost tehnologije** je merilo, ki kaže, kako težka se učencu zdi tehnologija kot predmet v šoli,
- 4) **zaznane posledice tehnologije** je merilo za občutek glede pozitivnih (ali negativnih) učinkov na okolje in družbo,
- 5) **tehnologija kot predmet za oba spola** kaže, v kolikšni meri menijo učenci, da so lahko tako fantje kot tudi dekleta sposobni študirati in/ali delati na tehnološkem področju.

Odnosi/stališča učencev o tehnologiji se oblikujejo na neposreden ali posreden način. Neposreden način vključuje neposredne izkušnje s starši, prijatelji, učitelji, predmeti in situacijami. Med posredne načine pa prištevamo stališča, ki se oblikujejo na podlagi vplivov medijev ali kakšnih oglaševalnih kampanj (Ankiewicz, 2018). Po zgodnjih zapisih Bronfenbrennerja v zvezi s teorijo ekoloških sistemov se mladi učijo in rastejo v okviru več vgrajenih sistemov (tj. mikrosistema, mezosistema, eksosistema in makrosistema), ki medsebojno vplivajo drug na drugega. Na razvoj mlade osebe vplivajo osebe in izkušnje na različnih ravneh sistema, od družine (mikrosistem) do šole, ki jo obiskuje (mikrosistem), odnosi med družino in šolo (mezosistem) ter kulturno pogojene norme in prakse (makrosistem) (Hampden-Thompson in Galindo, 2017).

Strokovnjaki predlagajo načine za neposredno razvijanje odnosa učencev do tehnologije. Predstavijo medsebojno povezane spremenljivke, ki določajo stališča učencev in predlagajo, da se osredotočimo na tiste, na katere imamo vpliv (Ankiewicz, 2018). Neposredni načini za oblikovanje odnosa učencev so:

- ustvarjanje več priložnosti za sodelovanje deklet pri tehnologiji,
- izogibanje diskriminaciji in stereotipom na podlagi spola,
- izboljšanje vsebinskega znanja učiteljev tehnologije,
- narava učnih načrtov, vrste programov, pedagogika in učne izkušnje.

Pregled stanja odnosa do vsebin tehnike in tehnologije v tujini in Sloveniji

V številnih raziskavah v tujini se je izkazalo, da se fantje na splošno bolj zanimajo za tehnične vsebine (oz. za tehnologijo) kot dekleta (Ardies idr., 2014; Ankiewicz, 2018). Enako se pokaže pri raziskovanju kariere – dekleta imajo običajno manj pozitiven odnos do te kariere na tehniškem področju. Poleg tega dekleta tehniške vsebine po navadi označijo kot težke. Raziskovalci pokažejo, da so razlike med fanti in dekleti povezane s starostjo. Razlike med spoloma so lahko povezane s prisotnostjo in količino igranja s tehničnimi igračami – za konstruiranje (lego itd.). Problem se pojavi pri stereotipnih predstavah o tehniki, in sicer da je to le moški poklic. To se spodbuja že v osnovnošolskem obdobju, če učenci dobivajo igrače, specifične za nek spol. So pa nekateri raziskovalci zaznali tudi, da je odnos učencev do tehniških vsebin povezan z odnosom do teh vsebin njihovih staršev. Zlasti matere naj bi videle naravoslovne discipline neprimerne za ženske, kar prispeva k negativnemu odnosu njihovih

hčera do teh vsebin (Ardies idr., 2014). Ankiewicz (2018) predstavi rezultate različnih raziskovalnih inštrumentov. Ugotovili so, da imajo dečki raje »moške« in konstrukcijske igrače. Pokazalo se je, da je bil pomen spolnih vlog oziroma dojemanje razlik med spoloma glede odnosa do tehnologije, aktiven že pred vstopom otrok v OŠ – ta spolna prepričanja so bila prisotna že pri petletnih otrocih. Visoka stopnja izobrazbe in/ali poklic staršev, zanimanje staršev za tehnologijo in tehnološko izobraževanje so pozitivno vplivali na odnos dečkov in deklic do tehnologije.

Bevk (2018), Rupnik in Avsec (2019) ter Penov (2019) med drugim raziskujejo, kakšen odnos imajo slovenski učenci do TiT. Za ugotavljanje odnosa uporabijo vprašalnik, v katerem zavzamejo 6 kategorij (želja po šolanju na področju tehnike ali inženirstva, zanimanje za TiT, odpor do TiT, vpliv spola, posledice TiT in težavnost TiT), ki predstavljajo določen vidik odnosa. Ugotovijo dokaj povprečen odnos do TiT tako dečkov kot deklic, saj se povprečne vrednosti ocen pri posameznih kategorijah gibljejo okoli aritmetične sredine. Pri vseh je kategorija z najvišjo povprečno oceno »posledice tehnike in tehnologije«, torej se učenke in učenci v veliki meri strinjajo z negativnimi posledicami tehnologije oziroma so z njimi seznanjeni. Bevk (2018) poudari, da učenci in učenke večinoma ne čutijo odpora do tehnike in tehnologije. Se pa pri primerjavi med spoloma pojavijo razlike, saj se, učenci bolj kot učenke, zanimajo za tehniško šolanje, se bolj zanimajo za tehniko in tehnologije, čutijo manjši odpor do tehnike in se strinjajo o primernosti tehnike samo za dečke (Bevk, 2018). Penov (2019) opazi večji odpor do tehnike pri učencih. Rupnik in Avsec (2019) ugotovita, da so učenci še vedno bolj prepričani, da so fantje bolj sposobni za tehnološke naloge ali poklice kot dekleta.

V Bevkovi (2018) raziskavi so sodelovali učenci 6.–9. razreda OŠ. Učenci 6. razreda se v primerjavi z devetošolci bolj zanimajo za TiT ter so v večji meri zadovoljni s poukom tehnike. Penov (2019) opiše, da si najbolj želijo šolanja na tehniškem področju učenci 8. razreda, najmanj učenci 6. razreda. Rupnik in Avsec (2019) pri učencih 6. razreda opazita večje zanimanje za tehnologijo kot pri učencih 8. razreda.

Odnos učencev do TiT je izredno pomemben za razvoj učenčeve TP. Že prej omenjeni sodobni koncepti in konteksti in bolj inovativni pristopi bi lahko povečali zanimanje za TiT ter posledično pomagali pri razvoju TP (Rupnik in Avsec, 2019).

Namen in cilji

Zanimala sta nas razumevanje narave tehnologije in odnos do TiT s strani učencev od 6. do 9. razreda OŠ ter njuna medsebojna povezanost. Izsledki raziskave nam lahko pomagajo izboljšati obstoječe stanje.

Za potrebe raziskave smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV1–RV7):

RV1: Ali obstajajo statistično pomembne razlike med učenkami in učenci glede razumevanja tehnologije, in če so, kakšne so?

RV2: Kakšne so razlike med učenci 6., 7., 8. in 9. razreda glede razumevanja tehnologije?

RV3: Katere spremenljivke razumevanja tehnologije so nadpovprečno/podpovprečno samoocenjenje?

RV4: Kako se odnos učencev do TiT razlikuje po razredih?

RV5: Ali se pojavljajo statistično pomembne razlike med učenkami in učenci glede odnosa do TiT, in če so, kakšne so?

RV6: Kakšna je povezanost med karakteristikami domačega okolja in odnosom učencev in učenk do TiT?

RV7: Kakšna je povezanost med razumevanjem tehnologije in odnosom do TiT?

Metoda

Pri raziskavi, ki je del magistrskega dela (Krivograd Videršnik, 2022), smo izvedli empirično raziskavo s kvantitativnim raziskovalnim pristopom. Osrednja raziskovalna metoda je bila deskriptivna in kavzalna-neeksperimentalna metoda s presečno študijo.

Vzorec

Vzorec je bil slučajnostni, saj smo v raziskavo vključili poljubno izbrane slovenske osnovne šole. Ciljna skupina raziskave so bili učenci 6., 7., 8. in 9. razreda. Starost učencev je med 11 in 15 let. Strukturo vzorca po razredih in spolu prikazuje Preglednica 2.

Preglednica 2: Struktura vzorca raziskave.

Razred		6. razred	7. razred	8. razred	9. razred	Skupaj
Spol						
Moški		70	70	28	42	210
Ženski		67	60	42	56	225
Skupaj		137	130	70	98	435

Instrumentarij

Tehnika zbiranja podatkov je anketa, ki smo jo izvedli s spletnim anketnim vprašalnikom v spletnem okolju 1ka. Raziskava je bila sestavljena iz dveh anket.

- S prvo smo ugotavljali odnos učencev in učenk do TiT po osnovnem konceptu Ardies idr. (2014). Prilagojen anketni vprašalnik »Tehnika in jaz« smo pridobili iz magistrskega dela študentke Penov (2019). Vprašalnik se začne s sklopom osebnih vprašanj, kjer smo dobili manjši vpogled v okolje, iz katerega učenec prihaja:
 - a) **PO** – poklic očeta/rejnika povezan s tehniko,
 - b) **PM** – poklic matere/rejnice povezan s tehniko,
 - c) **TeZ** – tehnične zbirke v domačem okolju,
 - d) **TeD** – tehnična delavnica v domačem okolju,
 - e) **IKT** – uporaba računalnika za tehnično risanje/3D-modeliranje/programiranje,
 - f) **PT** – izbira poklica na tehniškem področju in
 - g) **BSP** – bratje/sestre s poklicem/študijem na tehniškem področju.

Učenec je nato prešel na drugi sklop, kjer je zapisanih 28 postavk, s katerimi smo s samooceno od 1 do 5 izvedli o učenčevem odnosu do TiT. Te postavke kreirajo 6 ločenih kategorij:

- a) **PTI** – izbira poklica na tehniškem področju (postavke 1–4),
- b) **ZTiT** – zanimanje za TiT (postavke 5–10),
- c) **OTiT** – odpor do TiT (postavke 11–14),
- d) **TiTS** – TiT v povezavi s spolom (postavke 15–20),
- e) **KTiT** – posledice TiT (postavke 21–24) in
- f) **TTiT** – težavnost TiT (postavke 25–28).

- Druga anketa »Razumevanje tehnologije« je bila za namen raziskave in magistrskega dela (Krivograd Videršnik, 2022) pridobljena iz Xu idr. (2021) in prevedena ter prilagojena s pomočjo prof. dr. Stanislava Avsca. Učenci so se srečali s 25 postavkami, ki so jih ocenili na lestvici od 1 do 5 glede na to, kako se s posamezno postavko strinjajo. Preverjali smo razumevanje tehnologije na osmih področjih:
 - a) **TP** – tehnologija kot predmet (postavke 1–3),
 - b) **TZ** – tehnologija kot znanje (postavke 4–6),
 - c) **TDE** – tehnologija kot dejavnost (postavke 7–9),
 - d) **TZE** – tehnologija kot želja (postavke 10–12),
 - e) **ZT** – zgodovina tehnologije (postavke 13–16),
 - f) **VTD** – vloga tehnologije v družbi (postavke 17–19),
 - g) **OZT** – odnos med znanostjo in tehnologijo (postavke 20–22) in
 - h) **TDM** – tehnologije kot »dvorezen meč« (postavke 23–25).

Zbiranje in obdelava podatkov

Prek elektronske pošte smo ravnateljem poljubno izbranih šol poslali dopis za sodelovanje učencev in učenk v raziskavi ter priložili obrazec za soglasje. Učence in učenke so k reševanju spletne ankete spodbudili učitelji, reševanje na računalniku je potekalo individualno. Za reševanje anketnega vprašalnika porabimo od 5 do 10 minut, kar pomeni, da je učitelj pri uri porabil do 10 minut za to aktivnost. Učencem in učiteljem smo zagotovili anonimnost ter se držali etičnih načel, ki so del vsake raziskave. Učence smo seznanili s posledicami udeležbe/neudeležbe v sami raziskavi kot tudi z obdelavo podatkov in uporabo izsledkov raziskave.

Podatke, pridobljene iz okolja 1ka, smo obdelali s statističnim programom SPSS. Pri opisni statistični analizi smo predstavili sestavo raziskovanih podatkov in različne zveze med njimi. Predstavili smo velikost vzorca (N), odstotke (%), frekvence (f), srednje vrednosti (M). Najprej smo ustreznost merskih karakteristik preverili s *Cronbach α* , ki je mera zanesljivosti. Test na normalno porazdelitev podatkov Shapiro-Wilk test je določil, da za namen analiziranja uporabimo neparametrične postopke. Analizirali smo vrednost asimetrijo in sploščenost s koeficientoma asimetrije in sploščenosti. Za iskanje razlik med spoloma smo uporabili Mann-Whitney test, za iskanje razlik med razredi Kruskal Wallis test z Bonferroni korekcijo, za iskanje razlik med kategorijami Friedmanovo dvosmerno analizo varianc in za določanje povezav Spearmanov test. Upoštevali smo tudi velikost učinka in moč korelacije/povezanosti med spremenljivkami.

Po uporabi Kruskal-Wallis smo izračunali koeficient r , ki nam poda moč učinka med posameznimi spremenljivkami. Vrednost učinka r je pri (Rea in Parker, 1992):

- $0 \leq r < 0,01$ zanemarljiva,
- $0,01 \leq r < 0,04$ slaba,
- $0,04 \leq r < 0,16$ zmerna,
- $0,16 \leq r < 0,36$ relativno močna,
- $0,36 \leq r < 0,64$ močna in
- $0,64 \leq r \leq 1$ zelo močna.

Pri testu Man-Whitney učinek interpretiramo tako, da je za (Lenhard in Lenhard, 2016):

- $r < 0,3$ slab učinek,
- $0,3 \leq r < 0,5$ srednji učinek in
- $R \geq 0,5$ velik učinek.

Po uporabi Friedman testa moč učinka določimo iz vrednosti Kendall (W), ki jo interpretiramo tako, da je za (Cafiso idr., 2013):

- $W \leq 0,3$ šibek učinek,
- $0,3 < W \leq 0,5$ zmeren učinek,
- $0,5 < W \leq 0,7$ dober učinek in
- $W > 0,7$ močen učinek.

Učenci so odgovarjali z oceno od 1 do 5 – 1 pomeni, da se s trditvijo ne strinjajo in 5, da se popolnoma strinjajo. Izračunane imamo povprečne ocene (M) odgovarjanja učencev, ki so prikazane na grafih. Grafi na slikah vsebujejo interval zaupanja oz. napake t .i. spodnjo in zgornjo mejo, znotraj katere z neko verjetnostjo še lahko trdimo, da bomo dobili tisto izračunano srednjo vrednost.

Za namen ugotavljanja korelacije med spremenljivkami smo uporabili neparametrični Spearmanov test, kot to predlagajo Khamis (2008) ter Tabachnik in Fidel (2019). Izračunali smo Spearmanov koeficient korelacije (ρ), s katerim merimo moč povezave med spremenljivkami, njegove vrednosti pa se gibljejo od -1 do 1 . Bližje kot je koeficient tema vrednostma, močnejša je povezava oz. korelacija med njima. Pri pozitivni korelaciji z naraščanjem ene spremenljivke narašča tudi druga (isto s padanjem), pri negativni pa z naraščanjem ene, pada vrednost druge spremenljivke.

Preglednica 3: Vrednosti koeficienta ρ in moč povezave.

Spearmanov ρ	Moč povezave
0	Ni povezanosti
0,01–0,09	Neznatna
0,10–0,39	Nizka (šibka)
0,40–0,69	Srednja (zmerna)
0,70–0,99	Visoka (močna)
1	Popolna (funkcijska)

Za mero moč, oziroma povezanosti med spremenljivkami smo privzeli, kot sta definirala Dancey in Reidy (2020), Preglednica 3. Analizirali smo povezanost tistih spremenljivk, kjer se pojavljajo statistično pomembne razlike (p na stopnji 0,01 in 0,05).

Zanesljivost podatkov

Preverili smo zanesljivost vprašalnikov in posameznih kategorij znotraj vsakega izmed njih, Preglednica 4. Meri jo Cronbach α – vrednosti koeficienta α se večinoma gibljejo od 0 do 1, v splošnem višje vrednosti pomenijo boljšo zanesljivost. Vrednosti so lahko tudi negativne, če je kovarianca postavk zelo nizka. Zanesljivost je pri vrednosti $\alpha < 0,5$ nesprejemljiva, pri $0,5 \leq \alpha \leq 0,6$ slaba in pri $0,6 \leq \alpha \leq 0,7$ sprejemljiva. Pri višjih vrednostih $0,7 \leq \alpha \leq 0,9$ je dobra in pri $\alpha \geq 0,9$ odlična (Gliem in Gliem, 2003).

Preglednica 4: Zanesljivost vprašalnikov in kategorij razumevanja tehnologije ter odnosa do TiT.

Razumevanje tehnologije	TP	TZ	TDE	TZE	ZT	VTD	OZT	TDM	Skupaj
Vrednost Cronbach α	0,416	0,477	0,639	0,764	0,755	0,722	0,668	0,649	0,916
Odnos do TiT	PTi	ZTiT	OTiT	TiTS	KTiT	TTiT	/	/	Skupaj
Vrednost Cronbach α	0,903	0,761	0,827	0,774	0,839	0,711	/	/	0,757

Vrednost koeficienta α je pri vprašalniku »Razumevanje tehnologije« 0,916, kar nakazuje na odlično zanesljivost. Zanesljivost vprašalnika »Tehnika in jaz« za ugotavljanje odnosa učencev do TiT je dobra ($\alpha = 0,757$). Zanesljivost kategorije PTi je odlična ($\alpha = 0,903$), pri kategorijah TZE, ZT, VTD, ZtiT, OTiT, TiTS, KtiT in TTiT pa dobra ($0,7 \leq \alpha \leq 0,9$). Koeficient $\alpha = 0,639$ pri kategoriji TDE, $\alpha = 0,668$ pri OZT ter $\alpha = 0,649$ pri TDM predstavlja sprejemljivo zanesljivost. Odstopata kategoriji TP in TZ, ki imata nesprejemljivo zanesljivost ($\alpha < 0,5$). Preverili smo postavke znotraj teh dveh kategorij. Posebej šibke so postavke TP1 (mobilne telefone, računalnike, učbenike, kladiva in internet uvrščamo med tehnologijo), TP3 (vrtnarjenje spada med tehnologijo) ter TZ1 (kuhanje po receptu, ki je napisan na podlagi znanstvenih spoznanj, je primer tehnološkega znanja), ki imajo nizek koeficient diskriminativnosti. Korelacija med postavkama TP1 in TP3 ter postavko TP2 znotraj kategorije je nezadovoljiva. Prav tako je korelacija nezadovoljiva med TZ1 in ostalima postavkama v kategoriji.

Rezultati

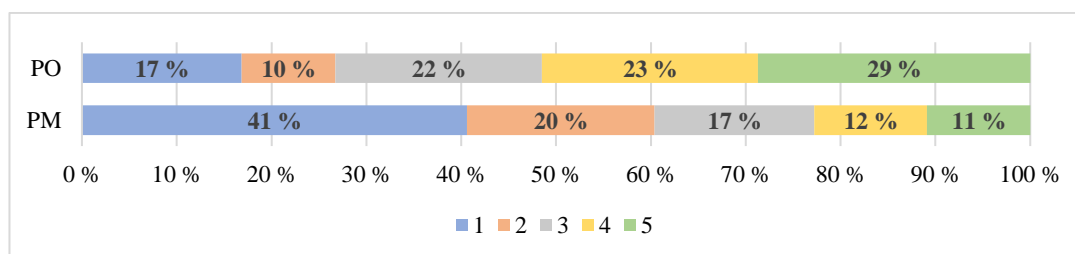
Rezultate predstavimo v več kategorijah; demografski podatki, vrednotenje razumevanja tehnologije in odnosa do TiT ter njuna korelacijska analiza.

Demografski podatki

V prvem delu vprašalnika »Tehnika in jaz« pridobimo demografske podatke učencev in učenk. Najprej nas zanima, v kolikšni meri učenci ocenjujejo prisotnost tehnike v poklicu njihovega očeta/skrbnika (PO) in matere/skrbnice (PM), Slika 2. V anketi sta uporabljeni 2 postavki:

- P1: Tvoj oče/skrbnik ima službo, ki je na kakršenkoli način povezana s tehniko,
- P2: Tvoja mati/skrbnica ima službo, ki je na kakršenkoli način povezana s tehniko.

Učenci ti 2 postavki ocenjujejo na lestvici od 1 do 5 – 1 pomeni, da njihova služba s tehniko ni povezana, 5 pa, da je zelo povezana.

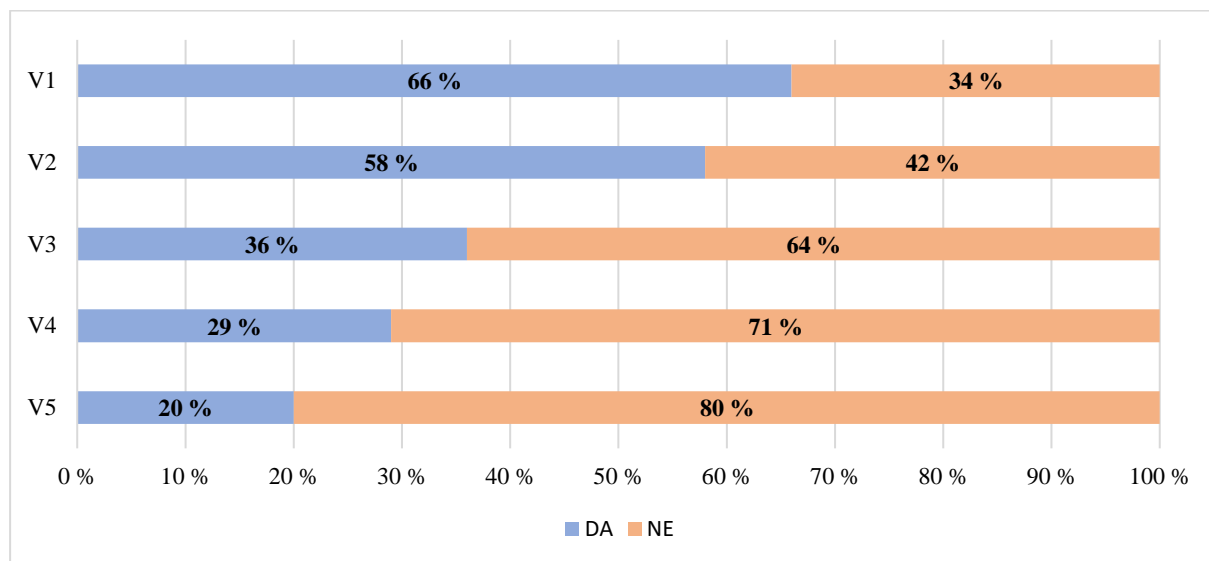


Slika 2: Odstotni delež prisotnosti tehnike v poklicu očeta/skrbnika in matere/skrbnice.

Primerjava aritmetičnih sredin ocen za postavki P1 in P2 pokaže, da ima po oceni učencev več očetov/skrbnikov ($M = 3,4$) službo na kakršenkoli način povezano s tehniko, kot mater/skrbnic ($M = 2,3$).

Dalje ugotavljamo, katere stvari za učence in učence veljajo, oziroma ne veljajo. Uporabimo 5 vprašanj, na katere učenci odgovorijo z DA ali NE, Slika 3. Vprašanja (V1–V5) so:

- V1: Ali imate doma tehnične zbirke, kot so npr. lego, fischertechnik, automat, zbirke elektronike/robotike?
- V2: Ali imate doma delavnico ali prostor, kjer lahko izvajate razna tehniška dela in popravila?
- V3: Ali doma uporabljate računalnik tudi za tehnično risanje, 3D-modeliranje in/ali programiranje?
- V4: Ali razmišljate, da bi se odločil/a za poklic na področju tehnike in inženirstva?
- V5: Ali imate brate ali sestre, ki imajo tehnične poklice oz. se izobražujejo na tem področju?



Slika 3: Odstotni delež strinjanja učencev na vprašanja V1–V5.

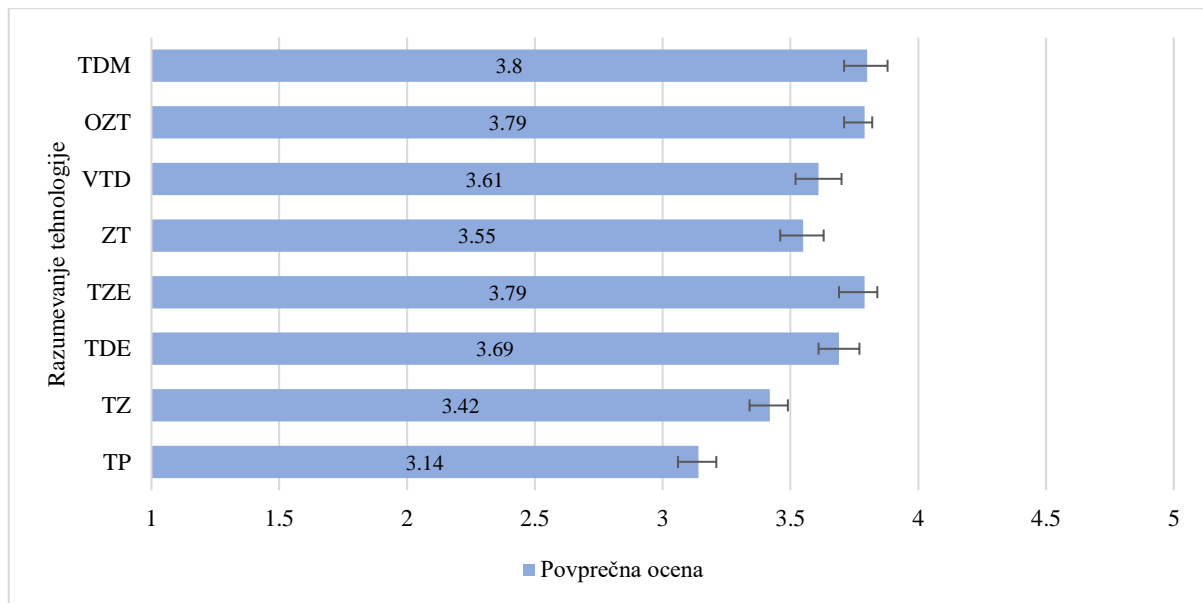
Graf na Sliki 3 predstavlja rezultate vprašanj V1–V5. Opazimo, da ima 2/3 učencev doma tehnične zbirke. Nekaj manj, vendar več kot polovica (58 %), jih ima doma delavnico ali prostor, kjer lahko izvajajo razna tehniška dela in popravila. Okoli 1/3 učencev računalnik uporablja tudi za tehnično risanje, 3D-modeliranje in/ali programiranje. Kar 71 % učencev in učenk se ne bi odločilo za poklic na področju tehnike in inženirstva. 20 % anketiranih ima brate ali sestre, ki imajo tehnične poklice, oz. se izobražujejo na tem področju.

Vrednotenje razumevanja tehnologije

Razumevanje tehnologije med učenci po kategorijah

Dosežene povprečne vrednosti razumevanja tehnologije po kategorijah predstavlja Slika 4. Najnižjo povprečno vrednost ima kategorija TP ($M = 3,14$), najvišjo pa kategorija TDM ($M = 3,8$). Nobena kategorija ni dosegla podpovprečne vrednosti, se pa vse gibljejo okoli oz. malo nad povprečjem.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 4: Primerjava razumevanja tehnologije po kategorijah.

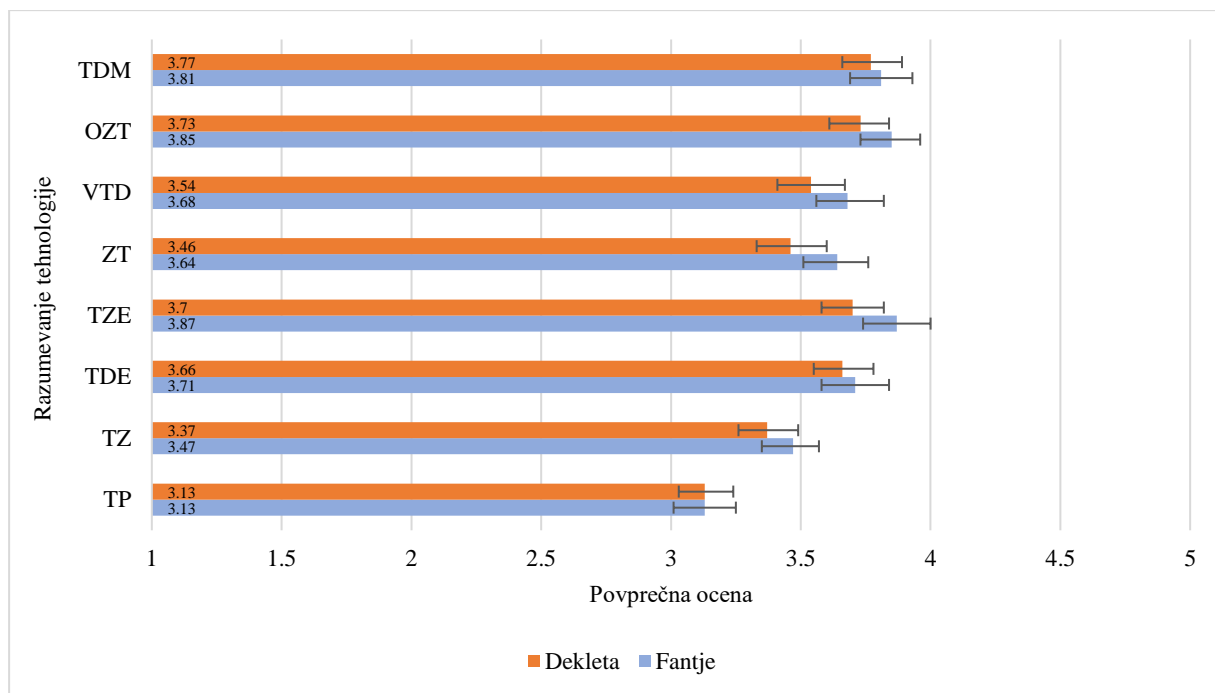
Friedmanova dvosmerna analiza varianc pokaže statistično pomembne razlike med spremenljivkami ($\chi^2 = 297,290$, $g = 7$, $p = 0,000$). Statistično pomembne razlike najdemo med povezavami kategorij, ki so obarvani (Preglednica 5). Vidimo, da je vrednost učinka pri vseh povezavah manjša od $W = 0,3$, zato je učinek povsod šibek. Največji učinek imata povezavi TP-TZE in TP-OZT ($W = 0,235$). Najšibkejši učinek, kjer še najdemo statistično pomembne razlike, se pojavi med kategorijama TDE in ZT ($W = 0,023$).

Preglednica 5: Moč učinka (W) pri primerjavi med kategorijami razumevanja tehnologije.

	TP	TZ	TDE	TZE	ZT	VTD	OZT	TDM
TP		0,092	0,212	0,235	0,122	0,133	0,235	0,223
TZ			0,103	0,138	x	0,055	0,127	0,130
TDE				x	0,023	x	x	x
TZE					0,049	0,049	x	x
ZT						x	0,067	0,062
VTD							0,054	0,034
OZT								x
TDM								

Razumevanje tehnologije med učenci glede na spol

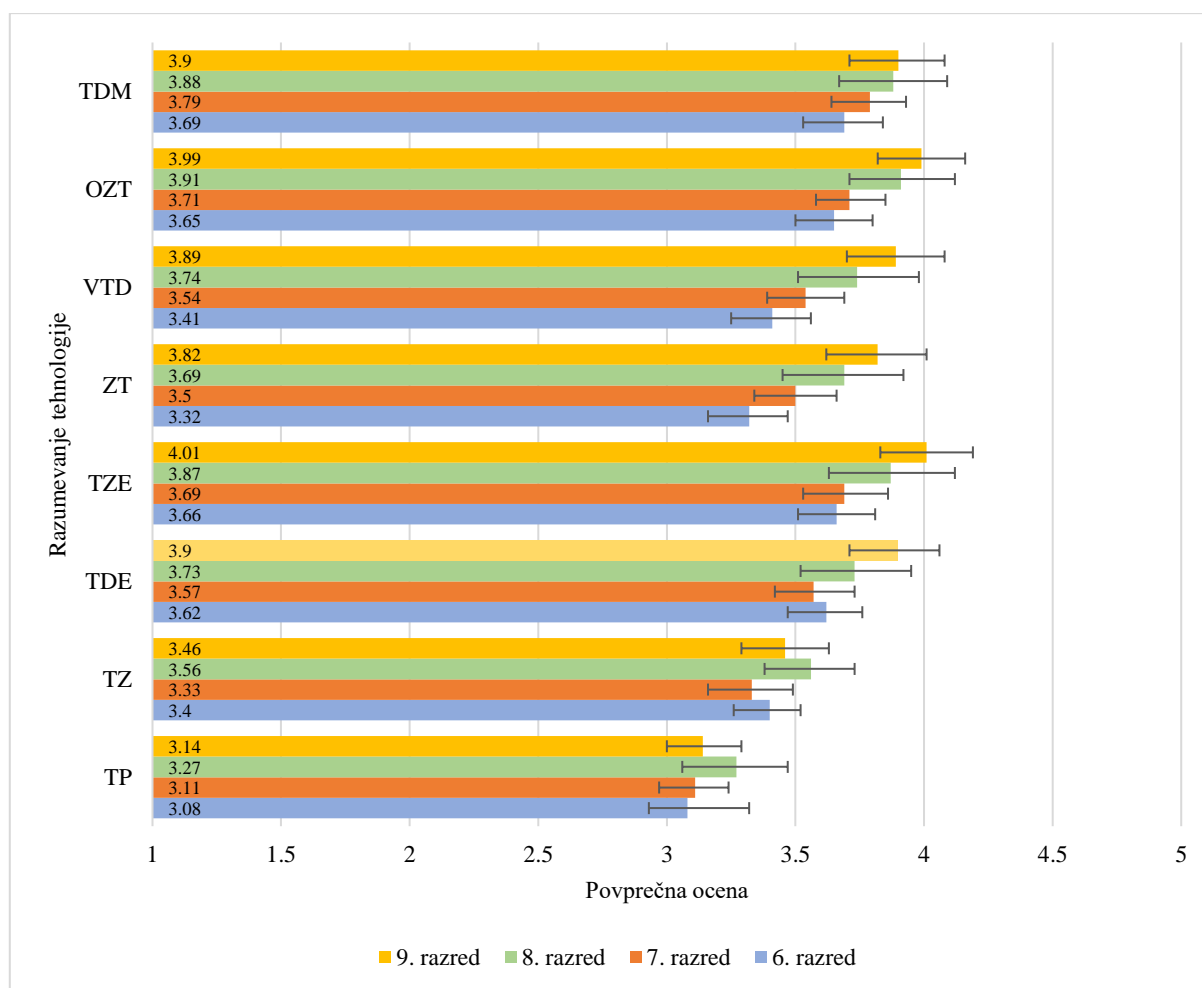
Vrednost Mann-Whitney testa je statistično nepomembna pri vseh kategorijah, Slika 5. Med spoloma se ne pojavljajo statistično pomembne razlike glede razumevanja tehnologije (npr. vrednost Mann-Whitney testa za TP je ($U = 23777,000$, $p = 0,907$ – ostale kategorije podobno).



Slika 5: Primerjava kategorij razumevanja tehnologije med učenci in učenkami.

Razumevanje tehnologije med učenci glede na razred

Primerjamo razumevanje tehnologije učencev 6., 7., 8. in 9. razreda, Slika 6. Učenci in učenke imajo najnižjo povprečno oceno pri kategoriji TP v 6. razredu ($M = 3,08$). Šestošolci kar pri $\frac{3}{4}$ kategorijah dosežejo najnižjo povprečno oceno, kar nakazuje na najslabše razumevanje tehnologije pri kategorijah TDE, TZE, ZT, VTD, OZT in TDM. Kljub nizkim vrednostim povprečna ocena ne dosega nižje vrednosti od 3. Povprečna ocena šestošolcev se giblje od $M = 3,08$ do $M = 3,69$ (TDM). Sedmošolci najslabše razumevanje kažejo pri kategorijah TZ ($M = 3,33$) in TDE ($M = 3,75$), pri ostalih kategorijah je njihovo razumevanje boljše le od 6. razredov. Osmošolci pri kategorijah TP ($M = 3,27$) in TZ ($M = 3,56$) pokažejo najboljše razumevanje med vsemi razredi, pri ostalih kategorijah pa bolje razumejo tehnologijo kot učenci 6. in 7. razreda, a slabše kot devetošolci. Devetošolci izmed vseh razredov in kategorij najbolj razumejo tehnologijo kot željo ($M = 4,01$), najslabše pa tehnologijo kot pojem ($M = 3,14$). V večini njihove povprečne ocene segajo prek 3,5.



Slika 6: Primerjava kategorij razumevanja tehnologije med učenci od 6.–9. razreda.

Kruskal-Wallis test pokaže, da razred vpliva na to, kako bodo učenci razumeli tehnologijo. Razlike se pojavijo v 5 kategorijah:

TDE. Post-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je pokazal statistično pomembne razlike med učenci 7. razreda in 9. razreda ($p = 0,041$). S tveganjem 3,6 % trdimo, da bi tudi v osnovni množici učenci 7. razreda slabše razumeli tehnologijo kot dejavnost ($\bar{R} = 202,81$) kot učenci 9. razreda ($\bar{R} = 248,01$). Moč učinka povezave med spremenljivkama je $r = 0,104$. Vrednost učinka je zmerna.

TZE. Post-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je pokazal statistično pomembne razlike med učenci 6. razreda in 9. razreda ($p = 0,024$) ter učenci 7. in 9. razreda ($p = 0,048$). S tveganjem 1 % trdimo, da bi tudi v osnovni množici učenci 6. ($\bar{R} = 200,77$) in 7. razreda ($\bar{R} = 204,10$) slabše razumeli tehnologijo kot željo kot učenci 9. razreda ($\bar{R} = 248,35$). Vrednost učinka med učenci 6. in 9. razreda je $r = 0,10$ in je zmerna tako kot tudi vrednost učinka med učenci 7. ter 9. razreda ($r = 0,11$).

ZT. Post-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je pokazal statistično pomembne razlike med učenci 6. in 8. razreda ($p = 0,027$), učenci 6. in 9. razreda ($p = 0,000$) ter učenci 7. in 9. razreda ($p = 0,048$). S tveganjem, manjšim od 0,1 %, trdimo, da bi tudi v osnovni množici učenci 6. ($\bar{R} = 186,97$) in 7. razreda ($\bar{R} = 211,05$) slabše razumeli ZT kot učenci 9. razreda ($\bar{R} = 255,52$) ter učenci 6. razreda ($\bar{R} = 186,97$) slabše kot učenci 8. razreda ($\bar{R} = 239,11$). Vrednost učinka med učenci 6. in 8. razreda je $r = 0,12$ (zmeren učinek) med učenci 6. in 9. razreda $r = 0,16$ (zmeren učinek) ter med učenci 7. in 9. razreda $r = 0,10$ (zmeren učinek).

VTD. Post-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je pokazal statistično pomembne razlike med učenci 6. in 9. razreda ($p = 0,001$) ter učenci 7. in 9. razreda ($p = 0,016$). S tveganjem manjšim od 0,1 % trdimo, da bi tudi v osnovni množici učenci 6. ($\bar{R} = 191,43$) in 7. razreda ($\bar{R} = 206,16$) slabše razumeli VTD kot učenci 9. razreda ($\bar{R} = 256,41$). Vrednost učinka med učenci 6. in 9. razreda je $r = 0,15$ ter med učenci 7. in 9. razreda $r = 0,12$. Vrednosti obeh predstavljata zmeren učinek.

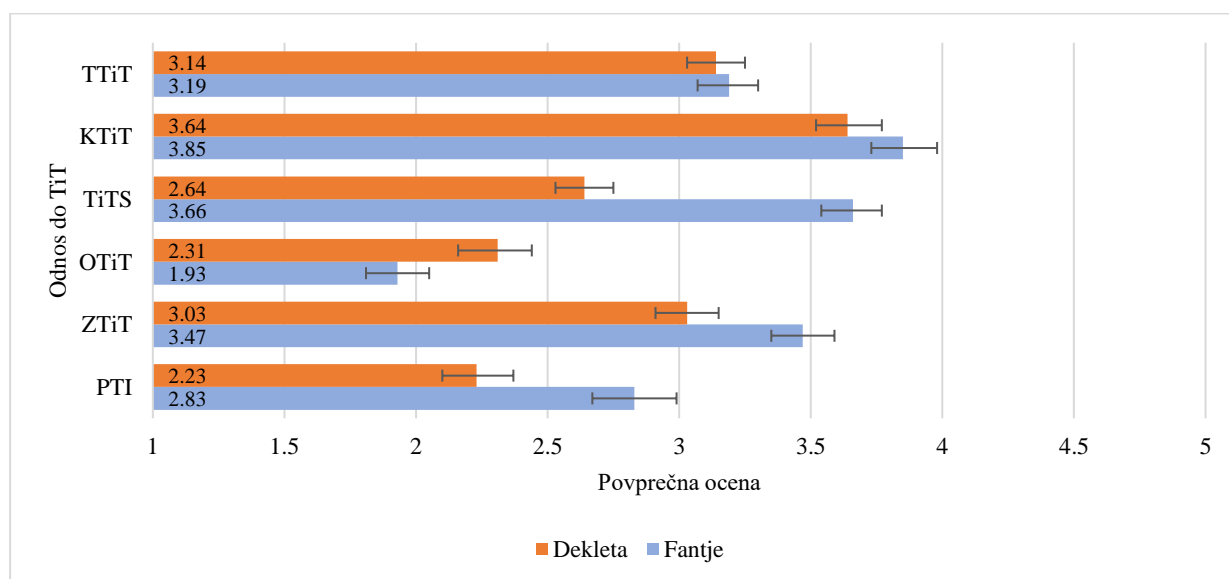
OZT. Post-Hoc test z Bonferronijevo korekcijo je pokazal statistično pomembne razlike med učenci 6. in 9. razreda ($p = 0,016$). S tveganjem 0,6 % trdimo, da bi tudi v osnovni množici učenci 6. razreda slabše razumeli OZT ($\bar{R} = 198,16$) kot učenci 9. razreda ($\bar{R} = 247,77$). Vrednost učinka je zmerna ($r = 0,11$).

Primerjava odnosa do TiT

Primerjamo odnos do TiT po spolu in razredu. Naredimo Kruskal-Wallis test razlik z Bonferroni korekcijo, Mann-Whitney ter Friedmanov test, ki nam poiščejo statistično pomembne razlike pri odnosu do TiT po spolu in po razredih.

Odnos učencev do TiT po spolu

Primerjamo odnos do TiT med dekleti in fanti. Ob pogledu na graf, Slika 7, opazimo nižje vrednosti tako učenk kot tudi učencev pri kategoriji OTiT, kar je dobro, saj nižje vrednosti pomenijo nižji odpor do TiT. Dekleta s povprečno oceno $M = 2,31$ kažejo večji odpor do TiT kot fantje ($M = 1,93$). Najvišje povprečne ocene dekleta ($M = 3,64$) in fantje ($M = 3,85$) dosežejo pri kategoriji KTiT, kar kaže na nadpovprečno zavedanje o posledicah TiT. Učenke pri kategoriji PTi dosežejo najnižjo povprečno vrednost ($M = 2,23$), hkrati se tu opazi velika razlika v primerjavi s fanti ($M = 2,83$). Največjo razliko med odgovori deklet in fantov opazimo pri spremenljivki TiTS. Dekleta s podpovprečno oceno $M = 2,64$ in fantje s povprečno oceno $M = 3,66$ izkažejo mnenje, da je tehnika bolj primerna za fante. Težavnost TiT je s strani deklic ocenjena s povprečno oceno $M = 3,14$ s strani fantov pa $M = 3,19$. Nadpovprečne ocene dosežejo vsi pri kategorijah TTiT, KTiT in ZTiT ter fantje pri kategoriji TiTS. S strani obeh dobimo podpovprečne vrednosti pri spremenljivkah PTi in OTiT.



Slika 7: Primerjava kategorij odnosa do TiT med učenci in učenkami.

Man-Whitney test pokaže, da spol vpliva na odnos do TiT. Razlike se pojavijo v 5 kategorijah: **PTI**. Vrednost Man-Whitney testa je statistično pomembna ($U = 16680,500$, $p = 0,000$). Med učenci in učenkami se pojavljajo statistično pomembne razlike glede izbire poklica na tehniškem področju. S tveganjem, manjšim od 0,1 %, trdimo, da bi tudi v osnovni množici fantje raje izbrali poklic na tehniškem področju ($\bar{R} = 251,07$) kot dekleta ($\bar{R} = 187,14$). Učinek ($r = 0,26$) med spoloma je šibek.

ZTiT. Vrednost Man-Whitney testa je statistično pomembna ($U = 17057,500$, $p = 0,000$). Med učenci in učenkami se pojavljajo statistično pomembne razlike glede zanimanja za TiT. S tveganjem, manjšim od 0,1 %, trdimo, da bi se tudi v osnovni množici fantje bolj zanimali za TiT ($\bar{R} = 249,27$) kot dekleta ($\bar{R} = 181,81$). Učinek ($r = 0,24$) med spoloma je šibek.

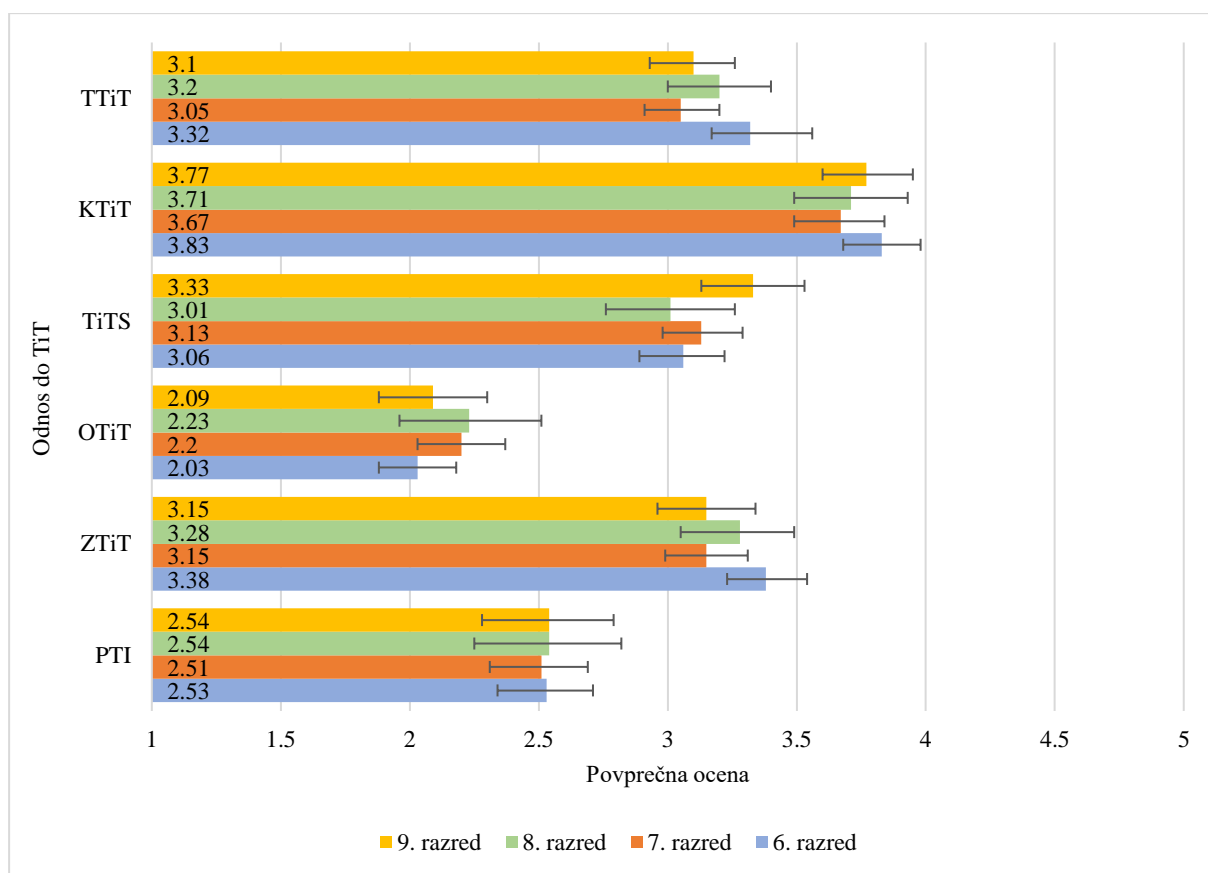
OTiT. Vrednost Man-Whitney testa je statistično pomembna ($U = 28133,000$, $p = 0,001$). Med učenci in učenkami se pojavljajo statistično pomembne razlike glede odpora do TiT. S tveganjem 0,1 % trdimo, da bi imeli tudi v osnovni množici fantje manjši odpor do TiT ($\bar{R} = 196,53$) kot dekleta ($\bar{R} = 238,04$). Učinek ($r = 0,17$) med spoloma je šibek.

TiTS. Vrednost Man-Whitney testa je statistično pomembna ($U = 9183,000$, $p = 0,000$). Med učenci in učenkami se pojavljajo statistično pomembne razlike glede mnenja o spolu v tehniki. S tveganjem, manjšim od 0,1 %, trdimo, da je tudi v osnovni množici več fantov menilo, da je tehnika bolj primerna za fante ($\bar{R} = 286,77$) kot deklet ($\bar{R} = 153,81$). Učinek ($r = 0,53$) med spoloma je močen.

KTiT. Vrednost Man-Whitney testa je statistično pomembna ($U = 20711,500$, $p = 0,026$). Med učenci in učenkami se pojavljajo statistično pomembne razlike glede zavedanja posledic TiT. S tveganjem 2,6 % trdimo, da bi se tudi v osnovni množici več fantov zavedalo posledic TiT ($\bar{R} = 231,87$) kot deklet ($\bar{R} = 205,05$). Učinek ($r = 0,11$) med spoloma je šibek.

Odnos učencev do TiT po razredu

Odnos do TiT po razredu analiziramo z grafa Slike 8. Opazimo najnižje vrednosti vseh razredov pri kategoriji OTiT, kar pomeni, da imajo učenke in učenci vseh štirih razredov podpovprečen odpor do TiT. Najmanjši odpor do TiT imajo učenci 6. razreda ($M = 2,03$), največji pa učenci 8. razreda ($M = 2,23$). Kategorija z najvišjimi, podpovprečnimi ocenami je KTiT, vsak razred je v tej kategoriji dosegel najvišjo povprečno oceno, ki sega prek 3,5. Učenci se v tej kategoriji nadpovprečno zavedajo o posledicah TiT, 6. razredi najbolj ($M = 3,83$). Povprečna vrednost pri kategorijah TiTS, ZTiT in TTiT se giblje okoli povprečja oz. malo nad povprečjem. Kategorija z najslabše ocenjenimi vprašanji je kategorija PTI, ki nakazuje podpovprečno zanimanje za tehnološke poklice vseh 4 razredov. Povprečna vrednost vseh je približno 2,5.



Slika 8: Primerjava kategorij odnosa do TiT med učenci 6.–9. razreda.

Naredimo statistični test Kruskal-Wallis za analizo razlik med razredi. Vrednost Kruskal-Wallis je statistično nepomembna pri vseh kategorijah. Med razredi se statistično pomembne razlike glede posamezne kategorije odnosa do TiT ne pojavljajo, zato podatkov ne moremo posplošiti na osnovno množico.

Korelacijska analiza

Naredili smo analizo med različnimi kategorijami.

Korelacijska analiza: Karakteristike domačega okolja – odnos do TiT

Izmed 42 medsebojnih primerjav analiza pokaže statistično pomembne povezave na 20 povezavah (p je na stopnji 0,01 ali 0,05). Pri povezavah je vrednost Spearmanovega testa ($\rho = *$, $\rho = **$) statistično pomembna (* predstavlja vrednost Spearmanovega koeficienta, ** pa stopnjo statistične pomembnosti za posamezno povezavo znotraj Preglednice 6).

Preglednica 6: Korelacijska analiza med karakteristikami domačega okolja in odnosom do TiT.

		PTI	ZTiT	OTiT	TiTS	KTiT	TTiT
PO	ρ	,356	,256	-,127		,216	,111
	p	,000	,000	,008		,000	,020
PM	ρ	,229					
	p	,000					
TeZ	ρ		,101	-,162			
	p		,035	,001			
TeD	ρ	,177	,196	-,171		,116	
	p	,000	,000	,000		,015	
IKT	ρ	,153	,110				
	p	,001	,021				
PT	ρ	,606	,435	-,265	,149	,229	
	p	,000	,000	,000	,002	,000	
BSP	ρ	,198					
	p	,000					

Poklic očeta/matere/skrbnika/skrbnice, povezan s tehniko

Učenci, katerih oče/rejnik opravlja (oz. ne opravlja) službo, ki je povezana s tehniko, bi tudi sami izbrali (oz. ne izbrali) poklic na tem področju. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava. Podobno je pri poklicu matere/skrbnice, kjer $\rho = 0,229$, $p = 0,000$). Učenci, katerih oče/rejnik opravlja (oz. ne opravlja) službo, ki je povezana s tehniko, kažejo več (oz. manj) zanimanja za TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava. Učenci, katerih oče/rejnik opravlja (oz. ne opravlja) službo, ki je povezana s tehniko, imajo nižji (oz. višji) odpor do TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka negativna povezava. Učenci, katerih oče/rejnik opravlja (oz. ne opravlja) službo, ki je povezana s tehniko, se zavedajo (oz. ne zavedajo) posledic TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava. Učencem, katerih oče/rejnik opravlja (oz. ne opravlja) službo, ki je povezana s tehniko, se zdi tehnika težja (oz. lažja). Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava.

Tehniške zbirke v domačem okolju

Učenci, ki imajo doma tehniške zbirke (oz. jih nimajo), kažejo več (oz. manj) zanimanja za TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava. Učenci, ki imajo doma tehniške zbirke (oz. jih nimajo), kažejo manjši (oz. večji) odpor do TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka negativna povezava.

Tehniška delavnica v domačem okolju

Učenci, ki imajo doma tehniško delavnico (oz. je nimajo), bi izbrali (oz. ne bi izbrali) poklic na tehniškem področju oz. kažejo tudi več (oz. manj) zanimanja za TiT. Med spremenljivkami obstaja šibka pozitivna povezava. Učenci, ki imajo doma tehniško delavnico (oz. je nimajo), kažejo manjši (oz. večji) odpor do TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka negativna

povezava. Učenci, ki imajo doma tehniško delavnico (oz. je nimajo), se bolj (oz. manj) zavedajo posledic TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava.

Uporaba računalnika za tehnično risanje/3D-modeliranje/programiranje

Učenci, ki uporabljajo (oz. ne uporabljajo) računalnik za tehnično risanje/3D-modeliranje/programiranje, bi izbrali (oz. ne bi izbrali) poklica na tehniškem področju. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava. Učenci, ki uporabljajo (oz. ne uporabljajo) računalnik za tehnično risanje/3D-modeliranje/programiranje, kažejo več (oz. manj) zanimanja za TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava.

Poklic na tehniškem področju

Postavke so v kategoriji PTI usmerjene v ugotavljanje izbire poklica na tehniškem področju, zato je tukaj pričakovano največja pozitivna povezava med spremenljivkama. Tisti učenci, ki so v prvem delu vprašalnika pozitivno odgovorili, so tudi v nadaljevanju pokazali željo po izbiri poklica na tehniškem področju. Učenci, ki bi (oz. ne bi) imeli poklic na tehniškem področju, pokažejo več (oz. manj) zanimanja za TiT. Med spremenljivkama obstaja zmerna povezava.

Učenci, ki bi (oz. ne bi) imeli poklic na tehniškem področju, čutijo manj (oz. več) odpora do TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka negativna povezava. Kategorija TiTS je povezana samo s kategorijo PT. Učenci, ki se odločajo za poklic na tehniškem področju, menijo, da je tehnika bolj primerna za fante. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava. Učenci, ki bi (oz. ne bi) imeli poklic na tehniškem področju, se bolj (oz. manj) zavedajo posledic TiT. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava.

Bratje/sestre s poklicem/študijem na tehniškem področju

PTI je edina kategorija povezana z brati/sestrami. Učenci, katerih bratje/sestre se izobražujejo ali imajo poklic na tehniškem področju, bi tudi sami izbrali poklic na tem področju. Med spremenljivkama obstaja šibka pozitivna povezava.

Korelacijska analiza: razumevanje tehnologije – odnos do TiT

Naredimo korelacijsko analizo s Spearmanovim testom, Preglednica 7. Analiziramo povezavo med spremenljivkami, ki so del razumevanja tehnologije in kategorijami odnosa do TiT ter povezave znotraj razumevanja tehnologije in znotraj odnosa do TiT. Pri povezavah je vrednost Spearmanovega testa ($\rho = *$, $\rho = **$) statistično pomembna (* predstavlja vrednost Spearmanovega koeficienta, ** pa stopnjo statistične pomembnosti za posamezno povezavo znotraj Preglednice 5.7).

a) Korelacije med kategorijami razumevanja tehnologije

Izmed 28 medsebojnih primerjav analiza pokaže, da je vrednost Spearmanovega testa statistično pomembna na 27 povezavah (p je na stopnji 0,01 in 0,05). Med razumevanjem tehnologije kot predmeta in tehnologije kot znanje ni povezav. Izstopa povezava med kategorijama ZT in VTD, kjer zabeležimo močno korelacijo. Učenci, ki razumejo (oz. ne razumejo) zgodovino tehnologije, razumejo (oz. ne razumejo) tudi vlogo tehnologije v družbi. Nizko korelacijo najdemo med razumevanjem TP in ostalimi kategorijami. Med ostalimi povezavami nastopi srednja korelacija. Izmed teh imajo najvišje korelacije povezave;

TDE-TZE, TZE-ZT, ZT-OZT, VTD-OZT in OZT-TDM – pri vseh je vrednost Spearmanovega koeficienta večja od 0,6. Pri nobeni povezavi med spremenljivkami ne srečamo negativne povezanosti.

b) Korelacije med kategorijami odnosa do TiT

Izmed 15 medsebojnih primerjav analiza pokaže, da je vrednost Spearmanovega testa statistično pomembna na 9 povezavah (p je na stopnji 0,01 in 0,05). Kategorija TiTS nima korelacije z nobeno izmed kategorij. Prav tako ne najdemo povezave med kategorijama OTiT in TTiT, torej odpora do TiT učenci ne pripišejo težavnosti TiT. Tri povezave z najvišjo korelacijo, ki je zmerna, so: PTi-ZTiT, ZTiT-OTiT in ZTiT-KTiT. Učenci, ki bi (oz. ne bi) izbrali poklic na tehniškem področju, se hkrati tudi bolj (oz. manj) zanimajo za TiT. Učenci, ki se (oz. se ne) zanimajo za TiT, imajo manjši (oz. večji) odpor do TiT ter se bolj (oz. manj) zavedajo posledic TiT.

c) Korelacije med kategorijami razumevanja tehnologije in kategorijami odnosa do TiT

Izmed 48 medsebojnih primerjav analiza pokaže, da je vrednost Spearmanovega testa statistično pomembna na 38 povezavah (p je na stopnji 0,01 in 0,05). Kategorija TiTS nima korelacije z nobeno izmed kategorij. Prav tako ne najdemo povezave med kategorijo TP s kategorijama ZTiT in OTiT. Izkaže se, da je najvišja korelacija (zmerna) med KTiT in TZ, TDE, TZE, ZT, VTD in OZT. Znanje (oz. neznanje) o tehnologiji na teh 6 področjih pripomore (oz. ne pripomore) k zavedanju o posledicah TiT. Negativno korelacijo opazimo pri kategorijah, povezanih s kategorijo OTiT, kar pomeni, da znanje (oz. neznanje) o tehnologiji pripomore k manjšemu (oz. večjemu) odporu do TiT.

Preglednica 7: Korelacijska analiza med razumevanjem tehnologije in odnosom do TiT.

		TP	TZ	TDE	TZE	ZT	VD	OZT	TDM	PTI	ZTiT	OTiT	TiTS	KTiT	TTiT
TP	ρ	1,000	,400	,308	,262	,309	,251	,232	,138	,115	,092	,009	,015	,111	,126
	p	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,004	,017	,055	,856	,757	,021	,009
TZ	ρ		1,000	,569	,505	,441	,492	,450	,461	,204	,220	-,160	-,030	,406	,224
	p		.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,528	,000	,000
TDE	ρ			1,000	,610	,535	,562	,537	,484	,286	,272	-,248	,035	,461	,226
	p			.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,465	,000	,000
TZE	ρ				1,000	,642	,649	,594	,584	,231	,267	-,218	,055	,462	,213
	p				.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,256	,000	,000
ZT	ρ					1,000	,727	,607	,526	,245	,254	-,183		,406	,173
	p					.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,262	,000	,000
VD	ρ						1,000	,669	,549	,226	,252	-,185	,077	,449	,216
	p						.	,000	,000	,000	,000	,000	,110	,000	,000
OZT	ρ							1,000	,653	,248	,311	-,262	,050	,413	,197
	p							.	,000	,000	,000	,000	,297	,000	,000
TDM	ρ								1,000	,185	,209	-,179	-,045	,376	,235
	p								.	,000	,000	,000	,353	,000	,000
PTI	ρ									1,000	,610	-,365	,072	,389	,169
	p									.	,000	,000	,134	,000	,000
ZTiT	ρ										1,000	-,574	,090	,541	,100
	p										.	,000	,062	,000	,037
OTiT	ρ											1,000	-,081	-,394	-,066
	p											.	,090	,000	,173
TiTS	ρ												1,000	,082	,043
	p												.	,086	,375
KTiT	ρ													1,000	,31
	p													.	,000
TTiT	ρ														1,000
	p														.

Diskusija

Odgovorimo še na zastavljena raziskovalna vprašanja RV1–RV7.

RV1: Ali obstajajo statistično pomembne razlike med učenkami in učenci glede razumevanja tehnologije, in če so, kakšne so?

Mann-Whitney statistični test ni pokazal statistično pomembnih razlik med učenkami in učenci glede razumevanja tehnologije ($p > 0,05$). Ne moremo sklepati o stanju v osnovni množici. Lahko pogledamo graf povprečnih ocen pri ocenjevanju razumevanja tehnologije, kjer opazimo višje povprečne ocene fantov, Slika 5.4. Opazimo tudi najslabše znanje tako deklic kot tudi dečkov o razumevanju tehnologije kot predmetu. So pa povprečne ocene obeh spolov pri vseh kategorijah nadpovprečne. Mawson (2010) z raziskavo pride do druge ugotovitve (sicer pri mlajših učenci, kot so naši); opazi, da imajo deklice manj zanesljivo predstavo o tehnologiji kot dečki. Tudi tradicionalno prepričanje, da je tehnologija »moška kultura« (Henwood, Anne Parkhill in Pidgeon, 2008), nakazuje na razlike v dojemanju tehnologije med spoloma. Da pri

naši raziskavi večjih razlik med dekleti in fanti ne opazimo, je ključno, saj je to mogoče nek pokazatelj, da družba oz. domače okolje na učence ne deluje stereotipno.

RV2: Kakšne so razlike med učenci 6., 7., 8. in 9. razreda glede razumevanja tehnologije?

Kruskal-Wallis test najde statistično pomembne razlike med učenci 6., 7., 8. in 9. razreda na področju 5 kategorij razumevanja tehnologije ($p < 0,05$). Statistično pomembne razlike se ne pojavljajo pri kategorijah TP in TZ ($p > 0,05$), za kar je najbrž kriva zelo slaba zanesljivost kategorij in šibke postavke znotraj njih, Razpredelnica 5.2. Devetošolce v raziskavo vključimo, saj želimo ugotoviti stanje pred odhodom v nadaljnje izobraževanje. Učenci 9. razreda v primerjavi z drugimi pri vseh kategorijah dosežejo najvišje povprečne vrednosti. To je zadovoljiv podatek, saj v 9. razredu niti ni TiT, učenci pa znanje še vseeno imajo oz. ga glede na prejšnja leta povečajo. Statistično pomembne razlike med devetošolci in šestošolci najdemo na 4 kategorijah ($p < 0,05$). Devetošolci na vseh 4 področjih dosegajo višja znanja od šestošolcev (pa tudi na TDE, po branju grafa). Razlog bi bil lahko v zrelosti – čez leta pridobiš več znanja in izkušenj. Med 8. in 9. razredom sicer nikjer ni statistično pomembnih razlik ($p > 0,05$), se pa za naš vzorec iz Grafa 5.5 lahko odčita nekoliko višje povprečne ocene devetošolcev na vseh kategorijah, kar ne kaže na padanje znanja višjih razredov. So pa statistično pomembne razlike med 9. in 7. razredom na področjih TDE, TZE, ZT in VTD, kar spet »dokazuje« opažanja – višji razred/večja starost, več znanja. Tudi Mason (2010) opazi boljše razumevanje tehnologije pri starejših učencih (primerjava med 1., 2., 3., 5. in 6. razredom OŠ). Zazna premik od osebnega pogleda k bolj družbeno usmerjenemu pogledu na tehnologijo.

RV3: Katere spremenljivke razumevanja tehnologije so nadpovprečno/podpovprečno samoocenjene?

Zelo spodbuden je podatek, da podpovprečno samoocenjenih kategorij ni. Povprečne ocene kategorij se gibljejo od $M = 3,14$ do $M = 3,8$, kar nakazuje na neko srednje dobro razumevanje tehnologije kot celote, Slika 5.4. Najslabše je ocenjena kategorija TP, za kar je najbrž razlog slaba zanesljivost kategorije, sledi ji TZ – razlog je lahko isti. Blom in Arbie (2021) navedeta, da so učenci predmete večinoma opisovali s predmeti, ki jih vsakodnevno uporabljajo, ter da predmetov, ki za delovanje ne potrebujejo elektrike, ne uvrščajo med tehnološke predmete. Mogoče je to tudi razlog naše slabe zanesljivosti, saj sta bila v prvi postavki poleg sodobnih predmetov zapisana tudi kladivo in učbenik. Na tehnološke predmete učenci ne gledajo kot na spremembo iz naravnih predmetov. Tehnologijo kot znanje pri raziskavi Bloma in Abriea (2021) omenijo le redki. Pri naši raziskavi je v vprašalniku dodana postavka, da je kuhanje po receptu primer tehnološkega znanja. Učenci se ne zavedajo vseh »zakonov kuhanja« in vseh potrebnih spretnosti (ki se jih naučimo z vajo), ki pripeljejo do kosila. Torej, česar se ne izvaja na delavnicah (slabo ocenjena je tudi postavka, da je vrtnarjenje tehnologija), za učence ne predstavlja tehnologije.

RV4: Kako se odnos učencev do TiT razlikuje po razredih?

Kruskal-Wallis test ne razkrije statistično pomembnih razlik med učenci 6., 7., 8. in 9. razreda ($p > 0,05$). Iz našega vzorca pa opazimo naslednje. Na 4 kategorijah učenci 6. razreda izmed vseh izkažejo najboljši odnos. Se najbolj zanimajo za TiT, imajo najmanjši odpor do TiT, se najbolj zavedajo posledic TiT ter se zavedajo težavnosti TiT. Učenci 9. razredov večinoma menijo, da je tehnika bolj primerna za fante. Bevk (2018) odkrije, da se učenci 6. razreda v

primerjavi z 9. bolj zanimajo za tehniško izobraževanje, česar naša raziskava ni pokazala. Je pa pokazala to kategorijo kot najslabše ocenjeno. Učenci vseh razredov tukaj dosežejo podpovprečno oceno (okoli $M = 2,5$), kar ni ravno spodbudno. Glede na konstantno mnenje skozi vse razrede bi morala šola delati v smeri spodbujanja in višanja zanimanja skozi leta. Raziskava, ki sta jo izvedla Blom in Abrie (2021), razkrije, da se učenci ne zavedajo negativnih učinkov tehnologije, kar je v nasprotju z našimi rezultati, saj kategorija KTiT predstavlja najvišje povprečne ocene vseh razredov (od 3,67 do 3,83).

RV5: Ali se pojavljajo statistično pomembne razlike med učenkami in učenci glede odnosa do TiT, in če so, kakšne so?

Pri primerjavi odnosa do TiT med spoloma Man-Whitney test najde statistično pomembne razlike v 5 kategorijah ($p < 0,05$). Največja razlika se pojavi v kategoriji TiTS, kjer učenci v veliki meri ($M = 3,66$) menijo, da je tehnika bolj primerna za fante v primerjavi z dekleti ($M = 2,64$). Izračunamo učinek, ki je najvišji med vsemi kategorijami ($r = 0,53$). Tukaj bi lahko rekli, da še vedno veljajo neke stereotipne predstave predvsem med fanti. Yarar in Karabacak (2015) opišejo, da imajo fantje boljši odnos kot dekleta o mnenju, da je tehnika za vse, kar je nasprotni rezultat od našega. Veliko razliko opazimo tudi v kategoriji PTI, kar je nekako po pričakovanjih. Fantje bi raje izbrali poklic na tehniškem področju kot dekleta. Kljub večjemu zanimanju za ta poklic fantov se njihova povprečna ocena še vedno giblje pod povprečjem. Zanimanje deklet za TiT je povprečno, zanimanje fantov za TiT pa nadpovprečno ($M = 3,47$). Presenetljivo je, da kljub zanimanju še vedno ne razmišljajo o tehniškem poklicu. Dekleta do TiT čutijo večji odpor kot fantje, kar je spet pričakovan rezultat. Fantje najvišjo povprečno oceno dosežejo pri zavedanju o tehnoloških posledicah ($M = 3,83$), tudi dekleta se nadpovprečno zavedajo o posledicah. Tudi raziskave Bevka (2018), Rupnika in Avsca (2019) in Penove (2019) pokažejo najvišje povprečne ocene na tem področju odnosa. Ardies idr. (2014) ter Ankiwicz (2018) navedejo, da dekleta tehniške vsebine označijo kot težje, pri nas pa se razlika med spoloma v tej kategoriji ne zazna.

RV6: Kakšna je povezanost med karakteristikami domačega okolja in odnosom učencev in učenk do TiT?

Naredimo korelacijsko analizo s Spearmanovim testom z namenom ugotovitve korelacij med spremenljivkami. Očetov poklic na tehniškem področju ima korelacijo z vsemi spremenljivkami odnosa ($p < 0,05$), razen s TiTS ($p > 0,05$). Korelacija je sicer šibka, opazimo pa pozitivno korelacijo – to pomeni, da na učence in učenke očetova tehniška služba pozitivno vpliva – taki učenci bi tudi sami radi imeli tak poklic, se bolj zanimajo za tehniko, se zavedajo posledic. Taki učenci imajo tudi nižji odpor do TiT. Te povezave smo opazili tudi pri tistih učencih, ki imajo v domačem okolju delavnico, kjer lahko izvajajo razna tehniška opravila. Tisti učenci, ki imajo tehniške zbirke, imajo tudi boljši odnos in nižji odpor do TiT. Učenci, ki uporabljajo računalnik tudi za 3D-risanje/programiranje itd., bodo v prihodnje tudi najverjetneje izbrali poklic na tehniškem področju. Velika korelacija ($\rho = 0,435$) se pojavi med učenci, ki se zanimajo za TiT in bi tudi v prihodnje radi izbrali poklic na tehniškem področju. Nekaj korelacije opazimo tudi v povezavi s sorojenci – učenci, ki imajo brate ali sestre, ki se izobražujejo oz. imajo službo na tehniškem področju, se tudi sami zanimajo za to vrsto izobraževanja oz. poklica. O vplivu okolja na posameznikova dejanja/interese govori tudi Bronfenbrennerjeva teorija ekoloških sistemov. Učenci so del več sistemov, ki nanje delujejo. Vpliv družine na otroka predstavlja del mikrosistema. Tam osebe iz družine ter njihove izkušnje vplivajo na razvoj otroka (Hampden-Thompson in Galindo, 2017). Teorija aktivnosti se osredotoča na interakcijo s

človeško dejavnostjo in okoljskim kontekstom. Na dejanja ljudi (oz. v našem primeru učencev) med drugimi vpliva okoljski kontekst, v katerem so (Jonassen in Rohrer-Murphy, 1999).

RV7: Kakšna je povezanost med razumevanjem tehnologije in odnosom do TiT?

Korelacije se pokažejo skoraj na vseh povezavah med razumevanjem in odnosom ($p < 0,05$), kar je zelo pozitivno. Seveda bi radi, da ob dobrem razumevanju nečesa vzpostaviš dober odnos. Negativne korelacije so se pokazale v povezavi z odporom – učenci, ki dobro razumejo tehnologijo, imajo tudi nižji odpor do TiT (oz. imajo mogoče večji odpor tisti, ki narave tehnologije ne razumejo dobro). Najvišje korelacije opazimo pri kategorijah, ki so povezane z zavedanjem posledic TiT. To je sicer, kar pričakovano, saj je ta vidik odnosa naravnani bolj kot dojemanje nekih značilnosti. Dobro znanje o tehnologiji kot celoti torej pripomore k zavedanju vseh posledic TiT. Blom in Abrie (2021) povesta, da bo od razumevanja narave tehnologije odvisno, kako se bodo člani družbe vključevali v socio-tehnološke probleme v vsakdanjem življenju.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Po uvodnem prebiranju literature ugotovimo, da bi moralo biti sodobno TI usmerjeno v krepitev TP. Del TP je razumevanje in uspešna raba tehnologije. Vloga učiteljev je, da učencem predajo čim bolj jasno opredelitev tehnologije, saj je na podlagi raziskave razumevanje učencev povprečno. Učencem morajo učitelji predstaviti tehnologijo kot celostno disciplino objektov, vseh znanj, dejavnosti, naših osebnih prizadevanj, zgodovinskih vplivov, družbenih vprašanj, povezav z znanostjo, in vseh posledic. Pojasniti morajo, da tehnološki predmeti niso le sodobni predmeti, ki za delovanje potrebujejo elektriko, temveč so to vsi predmeti, ki jih je človek spremenil iz naravnih materialov. Znanja ne smejo prikazati kot le posledico učenja za test, kjer spoznajo določena dejstva, temveč da je del tehnološkega znanja tudi pridobivanje vseh spretnosti, ki jih uporabimo pri izvajanju različnih dejavnosti – te pa niso le obdelava gradiv v delavnici, temveč tudi vrtnarjenje, šivanje, kuhanje, sestavljanje vezij itd. ter tudi vseživljenjske izkušnje ljudi, ki se tičejo tehnike – popravilo avta, strojev itd. Tukaj bi lahko bilo več interesnih dejavnosti, ki so povezane s temi disciplinami. Večji poudarek morajo dati na procese, kot sta upravljanje in vzdrževanje, in ne le načrtovanje, izdelovanje in proizvodnja. Učenci morajo ugotoviti, da s pomočjo tehnologije zadovoljimo nekaj svojih osnovnih potreb ter da razumejo pomembnost lastne učinkovitosti, zastopanosti in sposobnost kritičnega mišljenja, da lahko stvari v svetu spremenijo na bolje. Tukaj imamo v mislih predvsem to, da učitelj od učenca ne zahteva neke aktivnosti, ki bo sama sebi namen. Učenci morajo spoznati uporabnost in smiselnost aktivnosti, ki jih izvajajo in morajo o njih razmišljati. Hkrati se morajo zavedati vseh negativnih posledic, ki bodo namerno ali nenamerno zastopane v njihovih aktivnostih (ali če te aktivnosti primerjamo s poklici, ki se ukvarjajo s takimi stvarmi). Posledice pojasnimo s konkretnimi primeri in iščemo morebitne rešitve. Razvijanje teh znanj o tehnologiji naj učenci pridobijo posredno med učnim procesom. Učitelji morajo predvsem znati dati vse svoje znanje/teorijo v ustrezne kontekste, ki so bolj tradicionalno kot tudi bolj globalno naravnani. Pomembni sodobni konteksti naj odražajo tehnološka prizadevanja osebnih, družbenih in globalnih skrbi. Učitelji so seznanjeni z aktualnimi problemi in jih s pomočjo aktivnosti prikažejo učencem. Konteksti morajo biti hkrati pomembni za življenje učencev in seveda pokrivati tehnološka področja. Kot primer podajam vojno v Ukrajini, ki odpira široka vprašanja. Tu se lahko dotaknemo cen in transporta energentov, o svetovni lakoti itd. in se na podlagi teh globalnih primerov dotaknemo tudi našega okolja. Poudarimo pomen obnovljivih virov energije,

ki ne bodo odvisni od tujega trga, lastne proizvodnje hrane, potem tudi vseh negativnih posledic na okolje pri pridelavi hrane itd. Na ta način bodo učitelji tudi pripomogli k boljšemu odnosu do TiT, ko bodo učenci spoznali, da tehnologija niso samo stroji in naprave, temveč da je tehnologija del družbenega sistema, v katerem živijo in delujejo tudi sami. Pa ne le v šoli, tudi doma bi morali skrbeti za večjo vključenost v tehnološke aktivnosti, saj se med učenci, ki so doma deležni teh aktivnosti/vsebin, pojavljajo korelacije z boljšim odnosom, večjim interesom, manjšim odporom do TiT. Učenci bi se lahko vključevali v kakšne delavnice, tečaje ali tehnične tabore v sklopu obšolskih dejavnosti. Lahko so te aktivnosti tudi v domači okolici, pomoč sosedu pri urejanju vrta itd. Velik pomen je tudi na odpravljanju spolnih stereotipov, saj veliko, predvsem fantov, meni, da je tehnika le za moške. Temu lahko pripomorejo starši že pri mlajših otrocih, tako da aktivnosti ne delijo na moške in ženske. Seveda pa je takšna vloga tudi pri učiteljih, ki na noben način ne smejo ustvarjati stereotipnih predstav in s tem slabšati odnosa učencev do TiT.

Literatura

- Ankiewicz, P. (2018). 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. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9434-z>
- Ardies, J., De Maeyer, S., Gijbels, D. in van Keulen, H. (2015). Student's attitudes towards technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 43–65. <http://dx.doi.org/10.1007/s10798-014-9268-x>
- Avsec, S. (2012). *Metoda merjenja tehnološke pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole* [Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/663/>
- Avsec, S. in Ferik Savec, V. (2021). Pre-service teachers' perceptions of, and experiences with, technology-enhanced transformative learning towards education for sustainable development. *Sustainability*, 13(18), 10443. <http://dx.doi.org/10.3390/su131810443>
- Bagherzadeh, Z., Keshtiyari, N. in Assareh, A. (2017). A Brief View of the Evolution of Technology and Engineering Education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 31(10), 6749–6760. <https://doi.org/10.12973/ejmste/61857>
- Barlex, D. (2015). Developing a Technology Curriculum. V P. J. Williams, A. Jones in C. Butting (ur.), *The Future of Technology Education* (str. 143–167). Springer.
- Bevk, M. (2018). *Odnos učencev do tehnike in tehnologije ter okolja: povezovalni vidiki za vzdržno okolje* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/5449/>
- Blom, N. in Abrie, A. L. (2021). Students' perceptions of the nature of technology and its relationship with science following an integrated curriculum. *International Journal of Science Education*, 43(11), 1726–1745. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1930273>
- Cafiso, S., Di Graziano, A. in Pappalardo, G. (2013). Using the Delphi method to evaluate opinions of public transport managers on bus safety. *Safety Science*, 57, 254–263. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ssci.2013.03.001>
- Dancey, C. in Reidy, J. (2020). *Statistic without Maths for Psychology* (8. izd.). Pearson.

- DiGironimo, N. (2010). What is Technology? Investigating Student Conceptions about the Nature of Technology. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1337–1352. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.495400>
- Fleer, M. (2015). Theorising Technology Education from a Cultural-Historical Perspective: Foundations and Future Imaginings. V P. J. Williams, A. Jones, in C. Butting (ur.), *The Future of Technology Education* (str. 35–56). Springer, Singapore.
- Gliem, J. A. in Gliem, R. R. (2003). Calculating, Interpreting, And Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient For Likert-Type Scales. *Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education*. <https://hdl.handle.net/1805/344>
- Hampden-Thompson, G. in Galindo, C. (2017). School–family relationships, school satisfaction and the academic achievement of young people. *Educational Review*, 69(2), 248–265. <https://doi.org/10.1080/00131911.2016.1207613>
- Henwood, K. L., Anne Parkhill, K. in Pidgeon, N. F. (2008). Science, technology and risk perception: From gender differences to the effects made by gender. *Equal Opportunities International*, 27(8), 662–676. <https://doi.org/10.1108/02610150810916730>
- Jonassen, D. H. in Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47, 61–79. <https://doi.org/10.1007/BF02299477>
- Khamis, H. (2008). Measures of Association: How to Choose? *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, 24(3), 155–162. <https://doi.org/10.1177/8756479308317006>
- Kim, S. in Song, J. (2021). The nature of technology and engineering (NOTE) as perceived by science and technology teachers in Korea. *Research in Science & Technological Education*, 41(2), 596–613. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1924656>
- Krivograd Videršnik, J. (2022). *Razumevanje in odnos učencev osnovne šole do tehnike in tehnologije* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].
- Lenhard, W. in Lenhard, A. (2016). *Computation of effect sizes*. Psychometrica. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Mawson, B. (2010). Children's developing understanding of technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10798-008-9062-8>
- Penov, L. (2019). *Samoregulativno učenje pri vsebinah tehnike in tehnologije* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/5887/>
- Petrina, S. (2007). *Advanced Teaching Methods for the Technology Classroom*. The University of British Columbia. <https://blogs.ubc.ca/dandt/files/2014/07/Petrina2007.pdf>
- Program osnovnošolskega izobraževanja elektrotehnika, elektronika z robotiko. Učni načrt*. (2005). Ministrstvo za šolstvo, izobraževanje in šport: Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni-vezani-na-razred/9-razred/Elektrotehnika_izbirni.pdf
- Program osnovnošolskega izobraževanja obdelava gradiv - les, umetne snovi, kovine. Učni načrt*. (2005). Ministrstvo za šolstvo, izobraževanje in šport: Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni/Obdelava_gradiv_kovina_zbirni.pdf

Program osnovnošolskega izobraževanja robotika v tehniki. Učni načrt. (2002). Ministrstvo za šolstvo, izobraževanje in šport: Zavod RS za šolstvo.
https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni-vezani-na-razred/8-razred/Robotika_v_tehniki_izbirni.pdf

Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt. (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

Rea, L. M. in Parker, R. A. (1992). *Designing and conducting survey research*. Jossey-Boss.

Rossouw, A., Hacker, M. in de Vries, M.J. (2011). Concepts and contexts in engineering and technology education: an international and interdisciplinary Delphi study, *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 409–424. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9129-1>

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.

Tabachnick, B. G. in Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7. izd.). Pearson Education.

Williams, P. J., Jones, A. in Bunting, C. (ur.). (2015). *The Future of Technology Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-287-170-1>

Xu, M., Williams, P.J. In Gu, J. (2021). Developing an instrument for assessing technology teachers' understandings of the nature of technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 2611–2629. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09698-y>

Yarar, I. in Karabacak, K. (2015). 8th Grade Students' Attitude towards Technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2051–2060. <https://doi.org/doi:10.1016/j.sbspro.2015.02.001>

PONOVNA RABA MATERIALOV PRI POUKU TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE

RE-USE OF MATERIALS IN TECHNOLOGY AND ENGINEERING LESSONS

Monika Kogoj in Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Izobraževanje za trajnostni razvoj je zelo aktualna tema in lahko tudi vir konkurenčne prednosti vsakega izobraževalnega sistema. Pomembnost vzdržnega okolja in razvijanje odnosa v smeri ciljev trajnostnega razvoja lahko poteka že v osnovni šoli, še posebno pri dejavnostih, kjer je možna tehnološka manipulacija tako z materiali kot naravnim okoljem. V prispevku bomo vsebinsko zajeli ponovno rabo materialov pri pouku tehnike in tehnologije, natančneje pa se bomo osredotočili na namero učencev do ponovne rabe materialov tako med poukom kot v vsakdanjem življenju. Z raziskavo bomo skušali pridobiti odgovore na to, kaj učence motivira, da bi materiale ponovno uporabili, oziroma kaj jih od tega dejanja odvrača. Pri današnji količini zavrženih odpadkov je namreč zelo pomembno, kako z njimi ravnamo. Najnovejše smernice gospodarjenja z odpadki vključujejo strategije ponovne uporabe in predelave materialov. Da bi bili kot družba pri tem čim bolj učinkoviti, je treba odnos do okolja graditi že zgodaj. V šoli učenci pri različnih predmetih pridobijo znanja o materialih in varovanju okolja, pri pouku tehnike in tehnologije, pa imajo možnost z nekaterimi materiali tudi delati. S praktičnim poukom tako učenci lažje spoznajo materiale in njihove lastnosti, s tem pa tudi primeren način odlaganja in gospodarjenja z njimi. Med raziskavo bomo skušali ugotoviti predvsem namero učencev do ponovne uporabe materialov, s pomočjo anketnega vprašalnika. Zanima nas, kaj učence spodbuja k vnovični rabi in katera področja pozitivno vplivajo na namero do ponovne rabe materialov, zato bodo ciljna skupina ravno učenci zadnjih štirih razredov osnovne šole. Učence bomo spodbudili k razmišljanju o okolju, v katerem živimo, o zavedanju problematike odpadkov in jih skušali motivirati za ponovno uporabo materialov.

Ključne besede: Izobraževanje za trajnostni razvoj, tehnika in tehnologija, ponovna raba materialov, teorija planiranega obnašanja, namera do ponovne rabe materialov.

Abstract

Education for sustainable development is a very current topic and can also be a source of competition advantages of each educational system. The importance of a sustainable environment and developing attitude towards the goals of sustainable development, can already take place in primary school, especially at activities where technological manipulation of both materials and the natural environment is possible. In the Master's thesis, we will cover the reuse of materials in the class design and technology, and more specifically we will focus on students' intention to reuse materials both during lessons and in everyday life. With this research we will get answers on question what motivates students to reuse materials, or if they are not reusing them what discourages them from doing so. With today's amount of discarded waste, it matters a lot how we treat them. The latest waste management

guidelines include materials reuse and recycling strategies. For that to happen we, as a society, have to start building on the good attitude towards the environment early on. At school, students in different subjects acquire knowledge about materials and environmental protection, and in the class of design and technology, they have possibility to work with some materials. With practical lessons, students learn more easily about materials and their properties, as well as a suitable method of disposing and managing them. With the help of a survey questionnaire we will try to determine, above all, the students intention to reuse materials. We are interested in what motivates students to repeat reuses and which areas have a positive effect on the intention to reuse materials. The target group is students of the last four grades of primary school. Potential benefit of this master's thesis will primarily be to encourage students to think about the environment in which we live in, about awareness of the problem of waste and hopefully to try and motivate them to reuse materials.

Key words: education for sustainable development, design and technology lessons, re-use materials, theory of planned behavior, intention to reuse materials.

Uvod

Današnja družba, v kateri živimo je zelo potrošna. Zaradi tega porabimo za življenje veliko energije in virov. Pri tem pa nastajajo stranski negativni produkti, ki onesnažujejo okolje, v katerem bivamo. Ob vsakodnevni naglici in obilo obveznosti pa se tega problema skoraj ne zavedamo. Kljub ozaveščanju ljudi o problematiki ogrožanja okolja z odpadki se količina veča. Čim prej se bomo tega zavedali, prej bomo začeli iskati rešitve in načine, da bomo živeli v čistejši naravi. Skrb in zavedanje tega perečega problema onesnaževanja okolja z odpadki moramo uvideti že zgodaj, torej, ko smo vedoželjni otroci. Zelo pomembno je, da začnemo ozaveščati že vrtčevske otroke in kasneje učence v osnovnih šolah.

Odpadki

Pri vseh dejavnostih in aktivnostih človeka nastajajo stranski proizvodi, ki jih definiramo kot odpadke. Najverjetneje so odpadki v trdnem agregatnem stanju ter se zavržejo nekje v bližini. Predmet ali snov, ki jo imetnik zavrže, namerava ali mora zavreči je odpadek (Zore, 2015). Večina odpadkov pomeni embalaža, v katero so spravljene stvari, ki jih kupujemo, ogromno odpadkov predstavlja stran zavržena pokvarjena hrana, steklo, pločevinke, papir, stara oblačila, različne naprave (avtomobili, hladilniki, računalniki, mobilniki ...). Med odpadke spadajo tudi bencin, nafta in premog, ki ga uporabljamo za premikanje in upravljanje strojev, ter kemikalije, ki jih je za raznovrstne namene proizvedel človek. Številni izdelki, ki jih kupimo, so hitro pokvarljivi. Ko se pokvari naprava, kot sta pralni stroj ali mobilni telefon, jih ne popravimo, temveč končajo na odlagališču odpadkov (Ekošola, b. d.). Že od začetka oblikovanja človeštva nas spremlja pojav nastajanja odpadkov. Veliko časa z njim ni bilo večjih problemov, sedaj pa zaradi vse večje rasti prebivalstva in posledično večje porabe naravnih virov postali zavrženi odpadki velika težava. Skrb vzbujajoče pa je dejstvo, da se ti odpadki v večini ne reciklirajo, kot bi pričakovali, kar pa seveda vodi do onesnaženosti okolja, zraka, prsti in vode (Bevk, 2017).

Odpadke delimo v skupine in kategorije glede na tvorbo sestavo. Različne snovi imajo različne lastnosti, kar moramo upoštevati pri nadaljnjem ravnanju z odpadki. Pomembno je poznati predvsem snovi, škodljive za okolje (Ekošola, b. d.). Od vhodnih snovi v procesih in tehnoloških postopkov je odvisno, kakšne oblike odpadkov določena dejavnost proizvaja. Pomemben dejavnik sta tudi vračanje snovi nazaj v procese in interna predelava, pa tudi

življenjski standard in nivo komunalne oskrbe. Ne smemo zanemariti življenjskih in potrošnih navad prebivalstva in ne nazadnje socioloških elementov lokalnih skupnosti. V splošnem so odpadki veliko bolj uporabni, če se jih zbere v nepomešani obliki, kajti ločeno zbrani odpadki predstavljajo surovinski potencial za snovno in energetsko izrabo (Zore, 2015).

Zaradi količine odpadkov in raznolikosti je danes zelo pomembno, da vemo, kako z njimi ravnati. Poznamo več načinov, od neprimernih in celo okolju škodljivih, do tistih h katerim bi morali stremeti. Najlažje je, da odpadke pustimo kar v kupih na smetiščih, lahko jih sežgemo v sežigalnicah, zakopljemo na odlagališčih, z nekaj več napora pa jih lahko recikliramo ali ponovno uporabimo, še učinkoviteje pa je zmanjšanje in nasploh preprečevanje njihovega nastanka (Ekošola, b. d.). Ravnanje z odpadki vključuje naslednje korake: zbiranje in transport odpadkov, obdelavo in predelavo odpadkov, odlaganje odpadkov ter toplotno obdelavo odpadkov (Zore, 2015). Smernice ravnanja z odpadki so (Šeruga, 2013): zmanjševanje in preprečevanje nastajanja odpadkov, ločeno zbiranje odpadkov na izvoru nastanka, predelava odpadkov ter varno odlaganje tistih odpadkov, ki jih vsaj za zdaj še ni mogoče predelati.

Pot od človekovega zavedanja okoljske problematike in do dejanskega okolju prijaznega vedenja je dolgotrajna. Ključni vidiki na tej poti naj bi bili: izbira vedenj, ki jih je treba spremeniti, preučitev dejavnikov, ki povzročajo okolju neprijazna vedenja, uporaba skrbno izbranih metod socialnega vplivanja za spremembo okoljske ozaveščenosti in vedenja ter sistematična ocena njihovega vpliva (Polajnar Horvat, 2015). Izoblikovala se je ideja, da je vsak od nas del okoljskega prostora. Ta naj bi zajemal količino vseh materialov in energije, ki jih z odpadki potrošimo. Naš planet ima končen celotni okoljski prostor, saj so nekateri naravni viri omejeni z uporabo, ekosistemi pa tudi prenašajo onesnaževanje le do določene mere. Zato je treba stremeti k temu, da bi skrčili okoljski prostor. To pa bi dosegli prvič z zmanjšanjem količine proizvodov, ki jih po nepotrebnem proizvajamo, in drugič tako, da bi porabili in uporabljali čim manj materialov (Goggin in Lawler, 1998).

Tako imenovana Zero Waste Hierarhija je hierarhija odpadkov, katere prioriteta je oblikovanje sistemov brez odpadkov. Hierarhija je sestavljena iz 7 ravni (Slika 1). Dve se nanašata na izdelek, ostalih pet pa na odpadke. Okolju najmanj škodljivo je gospodarjenje odpadkov, ki zavrača izdelke in proizvode, če jih ne potrebuje in preoblikuje poslovne modele tako, da zmanjša porabo virov in odpadkov za izdelke in embalažo.



Slika 1: Zero Waste Hierarhija (Ekologi brez meja, b. d.).

V prvi vrsti hierarhija vključuje dejavnosti, ki preprečujejo nastajanje odpadkov. Predvsem je tukaj poglobljen razmislek, kako bi lahko obvladovali sistem brez odpadkov in kako zmanjšali nastajanje izdelkov za enkratno uporabo, ki jih lahko nadomestimo z alternativami. Naslednja raven v hierarhiji se posveča povečanju trga uporabljenih izdelkov. To so izdelki, ki še niso postali odpadki, ki imajo mogoče premalo izkoriščeno vrednost, in tisti proizvodi, ki bodo postali odpadki, čeprav niso izgubili uporabne vrednosti. Tretja raven zajema pripravo na ponovno uporabo in vključuje prizadevanje za čiščenje, popravilo in obnovo predmetov, ki so postali odpadki, da bi lahko ponovno postali uporabni. Sledi ukvarjanje z vprašanjem, kaj je zares zadnja možnost za ohranjanje materialov v trajnostnem upravljanju z viri. Snovna in kemična izraba oblikuje peto raven, ki je povezana s krožnim gospodarstvom, katerega vizija je ohranjanje materialnih virov. Poleg zmanjšanja odlaganja odpadkov so pri tem ključni postopki materialne izrabe in biološke obdelave mešanih odpadkov. Šesta raven upravljanja z ostanki vključuje predhodno biološko stabilizacijo odpadkov, kar posledično omogoča varno odlaganje. Zelo pomembno je, da se stremi k povečanju količine ločeno zbranih organskih odpadkov in zmanjšanju količine preostanka odpadkov. Zadnja raven hierarhije je vse, kar je nesprejemljivo. To so predvsem odpadki, ki ovirajo prehod v krožno gospodarstvo, uničujejo vire ali pa so za okolje preobremenjujoči: odlaganje odpadkov, ki niso stabilni, nesprejemljivo smetenje, kakršna koli oblika sežiganja mešanih odpadkov s kisikom ali brez. Če bi sklepali na popolnost Zero Waste hierarhije ravnanja z odpadki, bi se lahko uštel, vendar pa Evropi dobro služi za zmanjšanje okoljskih vplivov ravnanja z odpadki. Z njo pa vendarle ni mogoče doseči konkretnih ambicioznih ciljev krožnosti in trajnostnosti ter življenja brez odpadkov, kot je v njej zastavljeno (Ekologi brez meja, b. d.). Zadnjih nekaj let se ravnanje z odpadki v Evropski uniji izboljšuje. Še vedno pa evropsko gospodarstvo izgublja precejšnje količine potencialnih sekundarnih surovin. Zastavljeni cilj politike EU za ravnanje z odpadki je prvotno zmanjšati vpliv odpadkov na okolje in zdravje ter sekundarno izboljšati učinkovitost virov. Obsežen okoljski program, ki vodi evropsko okoljsko politiko od leta 2014, vključuje tri prednostna področja:

- zaščititi, ohranjati in povečati naravni kapital EU – od rodovitnih tal in plodnih zemljišč do morij, sladke vode in čistega zraka,
- gospodarno ravnati z viri, spodbujati zeleno in konkurenčno gospodarstvo z nizkimi emisijami ogljika,
- zaščititi državljanke EU pred okoljskimi vplivi in tveganji za zdravje in dobro počutje.

Dejavniki, ki bodo pomagali doseči vizijo zastavljenega programa, so naslednji: boljše izvajanje zakonodaje, izboljšanje baze znanje državljanom in oblikovalcem, pametnejše naložbe v okoljsko in podnebno politiko, vključevanje okoljskih zahtev v druge politike (kmetijstvo, energetika, promet), bolj trajnostna mesta, pomoč EU pri reševanju mednarodnih okoljskih in podnebnih izzivov (Avsec idr., 2019).

Krožno gospodarstvo

Produkt krožne ekonomije je krožno gospodarstvo, katerega cilj je ohraniti čim večjo vrednost izdelkov in materialov. To pomeni, da ustvari sistem, s katerim se življenjska doba izdelkov podaljšuje, zmanjšuje pa količina odpadkov. Ko izdelek pride do konca svoje življenjske poti, se materiale, iz katerega je izdelan, v največji možni meri obdrži v gospodarstvu. Tako se jih lahko s pridom vedno znova ponovno uporabi, kar še dodatno ustvarja vrednost. To je obrat od tradicionalnega linearnega gospodarskega modela, ki temelji na vzorcu

vzemi – naredi – porabi – odvrzi. Ta model se zanaša na velike količine poceni in dostopnih surovin in energije, kar pa povečuje količino odpadkov in ustvarja velik pritisk na okolje.

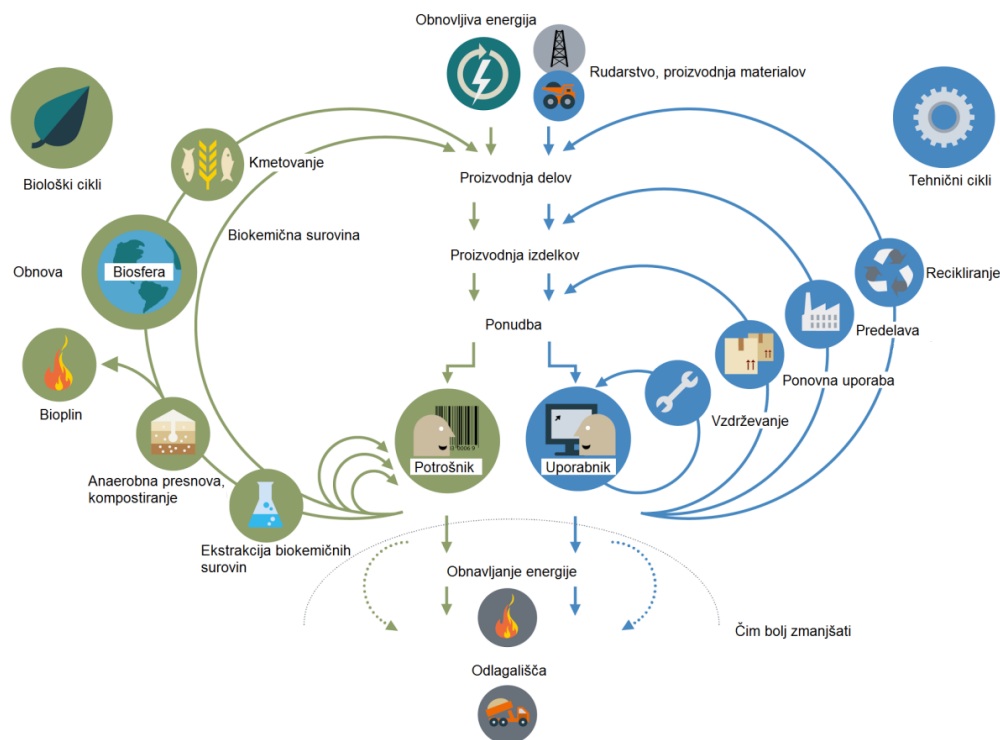
V krožnem gospodarstvu materiali krožijo pod določenimi pogoji v ciklih. Kot lahko vidimo iz metuljnega diagrama (Slika 2), sta najbolj obsežna biološki in tehnični cikel. Vsi organski materiali sledijo drugačnemu postopku ponovne uporabe kot tehnični. Raznih fosilnih goriv, plastike in kovin, ki jih uvrščamo v tehnične materiale, ni mogoče popolnoma obnoviti, zato je pomembno, da se v tehničnem ciklu ustrezno upravlja s končno zalogo. Besedno zvezo uporaba materialov nadomešča poraba materialov, kar pomeni, da se po uporabi ponovno pridobivajo iz ostalih tokov. S pomočjo bioloških procesov se v krožni sistem lahko vnese biološke materiale, kot so voda, hrana in bombaž. Prednost biološkega cikla je v tem, da so materiali lahko v uporabi, vse dokler niso onesnaženi in ekosistem ni preobremenjen.

Tovrstno kroženje omogoča različne stopnje ponovne uporabe. Če so cikli manjši (Slika 2), je manj obdelovalnih postopkov, manj je dela in vložene energije, posledično pa zahtevajo manj novega materiala, kar pomeni, da je ohranjena večja vrednost. Možni načini ponovne uporabe so:

- popravilo in vzdrževanje (obnavljanje izdelkov med uporabo podaljša življenjsko dobo izdelkov),
- ponovna uporaba in ponovna distribucija,
- obnova in predelava,
- recikliranje (posamezni deli ali material se predelajo za ponovno uporabo).

Tudi v biološkem ciklu se reciklira v kaskadah. To pojasnimo tako, da če izdelek ni več sposoben izpolniti začetne funkcije, za katero je bil izdelan, dobi neko novo funkcijo, v kateri se lahko ponovno primerno uporabi. Dejstvo je, da se pri uporabi materiala v kaskadah, kakovost njegova zmanjšuje, pri tem pa se porablja tudi energija. Tak kaskadno oblikovan sistem se nekoliko razlikuje od vsem znane neposredne ponovne uporabe in recikliranja. Na primer: recikliranje je drobljenje starih majic v bombažna vlakna za ponovno uporabo, ponovna uporaba je prodaja rabljenih oblačil v trgovini, kaskadni sistem pa je uporaba starih majic kot polnilo za blazine (Circular Economy, 2016).

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 2: Metuljni diagram (Circular Economy, 2016).

Preden proizvod postane odpadke, opravi določeno pot, ki jo imenujemo življenjski krog izdelka. Ta cikel je sestavljen iz pridobivanja snovi, proizvodnje, transporta, uporabe, odstranitve ter odlaganja tega izdelka.

Med življenjskim krogom vsak izdelek na okolje vpliva drugače. V fazi nastanka je tako lahko nek proizvod okolju prijazen in povsem neškodljiv, ker se zanj uporabi malo surovin in energije. V naslednji fazi, kjer se izdelek uporablja, nima nekega vpliva na okolje, ko pa postane odpadke, sta lahko njegova predelava ali odstranjevanje ekonomsko nesprejemljivo, z veliko škodljivih vplivov na okolje in nesorazmernim vložkom energije. Zato je pomembno, da se pri ocenjevanju vplivov na okolje opazuje celoten življenjski krog proizvoda. Življenjski cikel se analizira z metodo, imenovano LCA (Life Cycle Assessment). Sestavni del te metode je tudi ponovna proizvodnja, uporaba in ravnanje z izdelkom, ko postane odpadke. LCA je trenutno edina mednarodna metoda in vodilna s standardiziranim ocenjevanjem vpliva izdelkov v njihovih življenjskih ciklih (Zore, 2015).

Okoljske vplive je treba spremljati prav pri vsaki stopnji v življenjskem ciklu izdelka, vključno s pridobivanjem materialov, proizvodnjo izdelka, distribucijo in umika izdelka. Zaradi takega celostnega pogleda se je izoblikovala besedna zveza »od zibelke do groba«, katere pomen je ravno zmanjšati energijo, odpadke in onesnaževanje skozi celoten življenjski cikel izdelka (Goggin in Lawler, 1998).

S podaljšanjem življenjske dobe izdelkov bi bili proizvodni stroški in vpliv na okolje bistveno manjši. Ta vidik je vsekakor v nasprotju z današnjo ekonomijo masovne proizvodnje in vse večjo tržno konkurenco. Proizvajalci težijo k izdelkom, ki načrtno zastarajo. Čeprav še uporabne proizvode raje zamenjamo z novimi, ker so sodobnejši, modernejši, bolj izpopolnjeni. Zato se poleg zviševanja življenjske dobe izdelkom išče možnosti v proizvodnji, ki temelji na recikliranju in ponovni uporabi materialov (Zore, 2015).

Eko design in trajnostno oblikovanje

Eko design je oblikovanje, ki je v ravnovesju z ekološkimi in ekonomskimi zahtevami. Zasnovano je na okolju prijazen način, upošteva energetska učinkovitost, glavni cilj pa je zmanjšanje količine odpadkov ter na splošno vplive na okolje. Prizadeva si za izdelke, katerih materiali so v veliki meri reciklirani in nestrupeni, predvsem pa, da se na splošno materialov porabi čim manj. Za učinkovitost eko designa je ključna analiza življenjskega cikla izdelka. Trajnostni razvoj je koncept razvoja človeške družbe, ki zagotavlja zadovoljevanje današnjih potreb, ne da bi se zaradi tega zmanjšale možnosti za rast in razvoj prihodnjih generacij. Ideja trajnostnosti ne vključuje le okolja, ampak kakovost življenja z vidika socialnih in materialnih pogojev, upošteva družbeno področje ter skrbi za razvoj in etiko manj je več. Spodbuja občutek spoštovanja do materiala in okolja (Goggin in Lawler, 1998).

Teorija načrtovanega vedenja

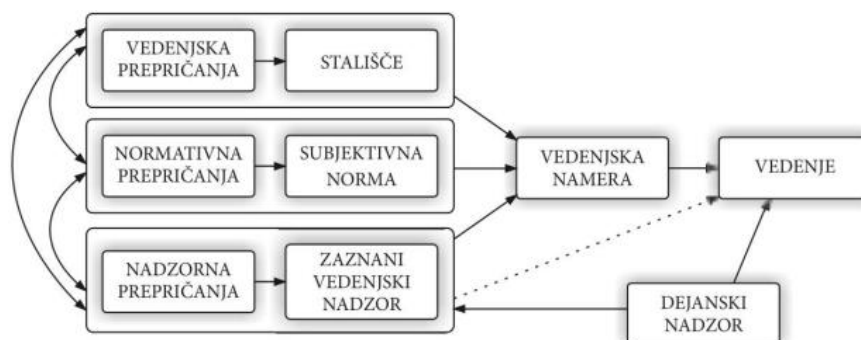
Teorija načrtovanega vedenja ali teorija planiranega obnašanja (ang. Theory of planned behavior), je kognitivno socialni model, ki ponuja teoretični okvir za sistematično raziskovanje dejavnikov pri izbiri vedenja. Teorija razlaga, da je posameznikova namera, da bo izvedel določeno vedenje, najboljši napovedovalec tega vedenja. Na namero vedenja vplivajo stališča do vedenja, subjektivna norma in zaznan vedenjski nadzor, te tri faktorje pa določajo različna prepričanja, ki jih ima posameznik. Nastala je kot nadgradnja in dopolnitev teorije razumnega vedenja (Philippsen, 2015).

Avtorja teorije razumnega vedenja iz leta 1980 sta Ajzen in Fishbein, ki sta model razvila z namenom spoznati posameznikovo vedenje v nakupnem procesu. Ta teorija nakazuje, da človekovo vedenje določi njena namera za izvedbo tega vedenja in da je to vedenje funkcija dveh dejavnikov: 1) odnos do vedenja in 2) subjektivna norma. Odnos se na splošno nanaša na naklonjenost posameznika do določenega vedenja, medtem ko subjektivna norma vključuje zaznani družbeni pritisk oziroma ne/sprejemanje tega vedenja. Skladno s to teorijo se posamezniki v procesu sprejemanja odločitev vedejo racionalno in na osnovi motivacije ter na koncu razumno izberejo med raznimi možnostmi (Gadiraju, 2016).

Nekaj let kasneje, leta 1991, je Ajzen to teorijo revidiral tako, da je dodal še eno spremenljivko, ki upošteva sposobnost posameznika, da ima nadzor nad vedenjem. Ta dodatna spremenljivka se imenuje zaznani vedenjski nadzor. Vedenjski nadzor odraža dve dimenziji: posameznikove zunanje dražljaje, ki lahko povečajo ali ublažijo njegovo sposobnost sprejemanja določenega vedenja, in posameznikova zaznana sposobnost izvajanja nekega vedenja (Gadiraju, 2016).

Človeška bitja vodi motivacija za opravljanje in uspešnost določene naloge. Motivacijo opisuje Ajzen kot napor posameznika pri izvajanju naloge, kar imenuje namera. Če je razmerje med namero in vedenjem pozitivno, bo posameznik bolj verjetno to nalogo opravil (Philippsen, 2015).

Na namero vedenja po zgoraj navedeni Ajzнови teoriji vplivajo (Slika 3): stališča do vedenja oziroma odnos, subjektivna norma in zaznan vedenjski nadzor, te tri faktorje pa določajo različna prepričanja, ki jih ima posameznik. S pomočjo teorije načrtovanega vedenja se lahko raziskujejo teme, kot so ohranjanje narave, podnebja in okolja, zeleno potrošništvo ter trajnostno usmerjen promet (Leban, 2020).



Slika 3: Teorija načrtovanega vedenja (Leban, 2020).

Namen in cilji

S pomočjo raziskave, ki je del diplomskega dela (Kogoj, 2019), skušamo pridobiti podatke o dejanskem stanju ponovne rabe pri tehniki in tehnologiji ter o razmišljanju učencev o problematiki onesnaževanja in nameri do ponovne rabe. Rezultati raziskave so pomembni predvsem zato, ker je zelo malo avtorjev, ki se s tovrstno tematiko ukvarjajo.

V raziskavi smo si postavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV1–12):

RV1: Kakšna je namera učencev do ponovne rabe materialov?

RV2: Ali se namera učencev do ponovne rabe razlikuje glede na to, kateri razred učenci obiskujejo, in če ga, kakšne so te razlike?

RV3: Ali obstajajo razlike med spoloma glede namere učencev do ponovne rabe, in če da, kakšne so te razlike?

RV4: Ali se namera do ponovne rabe razlikuje glede na to, ali učenci živijo na vasi ali v mestu, in če, kakšne so te razlike?

RV5: Ali se odnos do ponovne rabe razlikuje glede na to, kateri razred učenci obiskujejo, in če, kakšne so te razlike?

RV6: Ali obstajajo razlike med spoloma glede odnosa do ponovne rabe, in če, kakšne so te razlike?

RV7: Ali se odnos do ponovne rabe razlikuje glede na to, ali učenci živijo na vasi ali v mestu, in če, kakšne so te razlike?

RV8: Ali obstajajo razlike med učenci glede na to, kako subjektivne in moralne norme vplivajo na namero do ponovne uporabe, in če, kakšne so te razlike?

RV9: Kakšna je povezanost med vedenjskim nadzorom učencev in njihovo namero do ponovne uporabe?

RV10: Kakšna je povezanost med preteklimi izkušnjami učencev s ponovno uporabo in njihovo namero do ponovne uporabe?

RV11: Kako je znanje učencev, povezano z njihovo namero do ponovne uporabe?

RV12: Kako so neprijetnosti učencev povezane z njihovo namero do ponovne uporabe?

Metoda

Raziskava temelji na empiričnem kvantitativnem raziskovalnem pristopu. Opisali bomo, kakšno je trenutno stanje, glede odnosa učencev do ponovne uporabe, zato bomo uporabili deskriptivno metodo. Pregledali bomo obstoječo literaturo in že opravljene raziskave na področju ponovne uporabe in recikliranja mladih. Za samo raziskavo bomo uporabili empirično

in kavzalno eksperimentalno metodo: metodo anketnih vprašalnikov ter ovrednotenje podatkov.

Vzorec je neslučajnostni priložnostni, saj vključuje 161 učencev šestih, sedmih, osmih in devetih razredov osnovnih šol, ki so v šolskem letu 2020/21 obiskovali pouk tehnike in tehnologije in razne izbirne predmete, povezane z vsebinami tehnike in tehnologije. Sodelovalo je 61 % učenek in 39 % učencev, ki obiskujejo OŠ Danila Lokarja Ajdovščina in OŠ Preserje. Največ odgovorov smo pridobili od učencev sedmih razredov, najmanj pa so bili za anketo zainteresirani devetošolci.

Tehnika, s katero smo podatke zbirali, je anketa, pridružujoči instrument pa anketni vprašalnik. Sestavljen je iz niza postavk, ki merijo namero učencev do ponovne rabe. Spletni vprašalnik je prilagojen iz vprašalnika Philippsen (2015) in Gadiraju (2016). Namero učencev do ponovne rabe materialov smo ocenili s pomočjo 7-stopenjske Likertove lestvice od 1 do 7, in sicer 1 – sploh se ne strinjam, 7 – popolnoma se strinjam. Vprašalnik ima 30 postavk, razdeljenih po kategorijah. Vsaka kategorija pa zajema od 2 do 5 trditev. Na začetku vprašalnik od anketirancev zahteva stopnjo strinjanja danih trditev o ponovni rabi znotraj 7 sklopov, s pomočjo katerih smo od učencev izvedeli, kako dejavniki ključno vplivajo na njihovo namero do ponovne uporabe, ti so: odnos, subjektivne norme, zaznani vedenjski nadzor, pretekle izkušnje, moralna obveznost, znanje ter posledice in neprijetne izkušnje s ponovno rabo materialov. V zaključku smo učencem še dali možnost, da kakšno dobro prakso pri pouku tehnike in tehnologije, tudi navedejo ter pridobili osnovne podatke o starosti, spolu ter kraju, kjer bivajo.

Ker je raziskovalni pristop kvantitativen, je posledično analiza statistična. Uporabljena je osnovna deskriptivna statistika. Izračunane so povprečne vrednosti ocene in standardna odstopanja. Ustreznost merskih karakteristik smo preverjali z zanesljivostjo. Homogenost varianc smo preverili s Shapiro-Wilk testom. Statistično pomembne razlike med skupinami smo preverili s pomočjo Mann-Whitney in Kruskal-Wallis testa ter izračunali velikost učinka. Za izračun stopnje povezanosti smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije.

Rezultati

Vprašalnik vsebuje postavke, iz katerih lahko dobimo odgovore na raziskovalna vprašanja, kar upraviči veljavnost instrumenta. Objektivnost smo zagotovili tako, da smo vsem učencem nudili enake pogoje reševanja, občutljivost pa se kaže v razpršenosti pridobljenih odgovorov.

Da bi dokazali, da je vprašalnik za učence zanesljiv, smo izračunali korelacijo, s pomočjo metode notranje konsistentnosti. Slednja temelji na predpostavki, da spremenljivke, ki merijo isti teoretični pojem, med sabo visoko korelirajo. Za vsako spremenljivko oz. konstrukt vprašalnika smo korelacijo izračunali s koeficientom Cronbach alfa (Preglednica 1).

Preglednica 1: Vrednosti Cronbach α koeficienta.

Spremenljivka	Odnos	Subjektivne norme	Vedenjski nadzor	Pretekle izkušnje	Bodoča namera	Moralna obveznost	Znanje	Posledice in neprijetnosti
Vrednost Cronbach α	0,832	0,740	0,842	0,811	0,906	0,930	0,761	0,844

Vrednosti Cronbach alfe se gibljejo na intervalu od 0 do 1, v splošnem višje vrednosti pomenijo boljšo zanesljivost. Glede na stopnjo zanesljivosti so rezultati pokazali, da odnos, subjektivne norme, vedenjski nadzor, pretekle izkušnje, znanje in posledice ter neprijetnosti, kažejo dobro zanesljivost, medtem ko je zanesljivost pri vprašanih o prihodnji nameri in moralni obveznosti odlična, saj je vrednost koeficienta večja kot 0,900. Ker je vrednost Cronbach alfe za vse spremenljivke večja od 0,600, je vprašalnik dovolj zanesljiv in primeren za uporabo (Statisticneanalize, b. d.).

Vprašalnik je razdeljen na 8 poglavij, kolikor spremenljivk smo pravzaprav hoteli analizirati: odnos, subjektivne norme, vedenjski nadzor, pretekle izkušnje, bodoča namera, moralna obveznost, znanje ter posledice in neprijetnosti. Učenci so na postavke lahko odgovarjali z izborom odgovora na 7–stopenjski Likertovi lestvici, in sicer z 1 – sploh se ne strinjam in s 7 – popolnoma se strinjam. Torej je minimalna vrednost posamezne postavke 1, maksimalna pa 7. Za analizo smo izbrali le anketirance, ki so v celoti odgovorili na vsa vprašanja, teh je bilo 154. V spodnji preglednici številka 3 smo izračunali povprečje oziroma aritmetično sredino dobljenih odgovorov, za vsak sklop vprašalnika posebej, pripadajočo standardno napako in standardni odklon.

Na splošno bi lahko glede na rezultate v Preglednici 2 rekli, da je skoraj pri vseh spremenljivkah povprečna vrednost višja od aritmetične sredine, ki znaša 4,0. Iz tega lahko sklepamo, da je namera do ponovne rabe po veliki večini kategorij pozitivna, torej lahko zaključimo, da v splošnem učenci, ki so bili vključeni v raziskavo, materiale in odpadno embalažo večkrat uporabijo.

Iz spodnje preglednice (Preglednica 2) je razvidno, da so se učenci najbolj strinjali s trditvami, ki zadevajo odnos do ponovne rabe materialov (5,13), najmanj pa so se poistovetili s trditvami o vedenjskem nadzoru (3,48). Lahko bi trdili, da ima večina učencev pozitiven odnos do ponovne rabe materialov. Zaznani vedenjski nadzor pri učencih pa najverjetneje slabše vpliva na namero do ponovne rabe.

Preglednica 2: Pregledna statistika, kjer je \bar{x} - povprečna vrednost spremenljivke, s -standardni odklon ($n = 154$).

Spremenljivka	\bar{x}	Stand. nap.	s	Skewness	Stand. nap.	Kurtosis	Stand. nap.
Odnos	5,13	0,09	1,18	0,71	0,20	0,40	0,39
Subjektivne norme	4,49	0,10	1,24	0,46	0,20	0,30	0,39
Vedenjski nadzor	3,48	0,13	1,65	0,33	0,20	1,03	0,39
Pretekle izkušnje	3,88	0,13	1,65	0,07	0,20	1,01	0,39
Bodoča namera	4,26	0,12	1,43	0,33	0,20	0,24	0,39
Moralna obveznost	4,41	0,11	1,39	0,49	0,20	0,25	0,39
Znanje	4,77	0,09	1,18	0,60	0,20	0,03	0,39
Posledice in neprijetnosti	4,16	0,11	1,39	0,41	0,20	0,72	0,39

Bolj podrobneje pa smo z raziskavo želeli ugotoviti, ali se glede na spol učencev, razred, ki ga obiskujejo in bivalno okolje, pojavljajo statistično pomembne razlike. Najprej preverimo trditve, da so obravnavane spremenljivke v statistični množici porazdeljene po normalni porazdelitvi, kar pomeni, da primerjamo pogostost pojavljanja proučevane spremenljivke na vzorčnih podatkih, s pogostostjo pojavljanja normalno porazdeljene spremenljivke z enako aritmetično sredino in standardnim odklonom, kot ga ima proučevana empirična porazdelitev (teoretične frekvence) (Bastič, 2006).

Test na normalnost porazdelitve Shapiro-Wilk je značilen za $p < 0.05$, kar nakazuje na rabo neparametričnih testov. Obravnavane spremenljivke ni dopustno prilagoditi normalni porazdelitvi in lahko sklepamo, da se porazdelitev proučevane spremenljivke v statistični množici razlikuje od normalne porazdelitve.

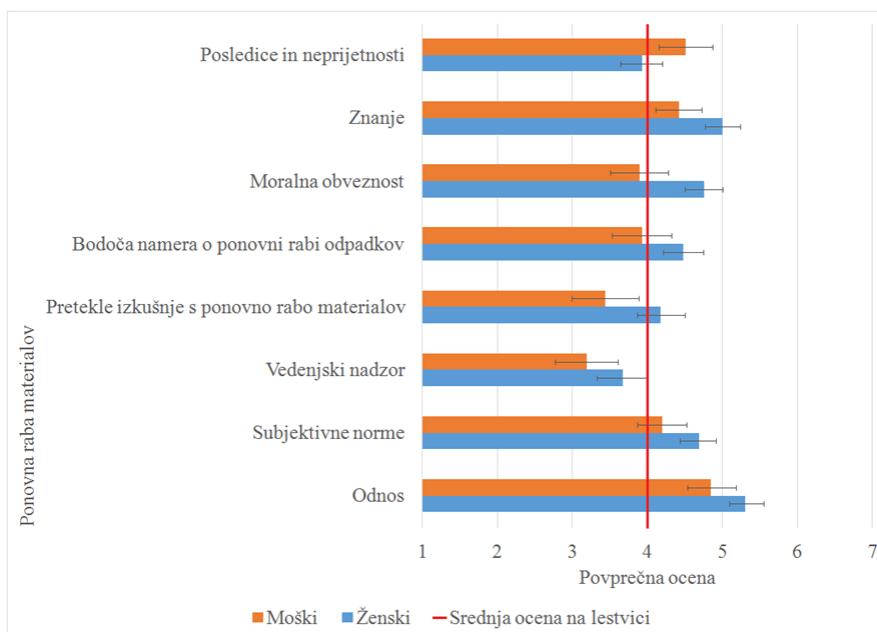
Za ugotavljanje razlik med učenci in učenkami smo najprej izračunali povprečne vrednosti strinjanja, glede na postavke iz vseh spremenljivk (Preglednica 3). Učenke se, razen na področju o posledicah in neprijetnostih, bolj strinjajo s trditvami kot učenci. Najvišjo stopnjo strinjanja so dosegle prav učenke pri spremenljivki odnos (5,31). Najmanj pa se strinjajo s trditvami o vedenjskem nadzoru (3,19) anketiranci moškega spola.

Preglednica 3: Povprečne vrednosti \bar{x} po spremenljivkah glede na spol ($n = 154$).

Spremenljivka	Spol		Ženski		Moški	
	Ženski povprečje	Moški povprečje	Spodnja vrednost	Zgornja vrednost	Spodnja vrednost	Zgornja vrednost
Odnos	5,31	4,85	5,09	5,55	4,53	5,18
Subjektivne norme	4,69	4,20	4,43	4,92	3,87	4,52
Vedenjski nadzor	3,67	3,19	3,33	4,00	2,77	3,61
Pretekle izkušnje s ponovno rabo	4,18	3,44	3,87	4,50	2,99	3,89
Prihodnja namera o ponovni rabi	4,48	3,93	4,21	4,75	3,53	4,32
Moralna obveznost	4,76	3,90	4,50	5,00	3,51	4,28
Znanje	5,00	4,42	4,77	5,24	4,11	4,72
Posledice in neprijetnosti	3,93	4,51	3,64	4,20	4,15	4,87

Med učenkami in učenci so razlike glede na spremenljivke. Največje razlike se kažejo pri trditvah o moralni obveznosti (Slika 4). Povprečje učenk je 4,76, učencev pa 3,90. Zgornja vrednost strinjanja učencev (4,28) ne doseže niti spodnje vrednosti učenk (4,50). Najmanjše odstopanje glede strinjanja med spoloma se izkaže pri odnosu do ponovne rabe. Lahko bi rekli, da pri učenkah in učencih odnos ni bistven pokazatelj namere do ponovne rabe. Učenke bolj verjetno oblikujejo pozitivno namero do ponovne rabe kot učenci zaradi poznanih moralnih obveznosti.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 4: Povprečne vrednosti glede na spol s 95 % intervalom zaupanja ($n = 154$).

Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med spoloma smo uporabili Mann-Whitney U-test in dobili rezultate prikazane v Preglednici 4. Statistično pomembne razlike se pojavljajo tam, kjer je $|Z| > 1,96$ in $p < 0,05$. Velikost učinka se izračuna tako, da se absolutna vrednost Z deli s kvadratnim korenem števila vseh odgovorov: $r = Z/(\sqrt{n})$. Če je moč učinka manjša od 0,30, govorimo o majhnem učinku, vrednosti med 0,30 in 0,50 predstavljajo srednji učinek, o velikem učinku pa govorimo, ko so vrednosti večje od 0,50 (Psychometrica, b. d.).

Preglednica 4: Vrednosti Mann-Whitney U-testa po spolu ($n = 154$).

	Odnos	Subjektivne norme	Vedenjski nadzor	Pretekle izkušnje	Prihodnja namera	Moralna obveznost	Znanje	Posledice neprijetnosti
Standardizirana vrednost Z	-2,35	-2,24	-1,85	-2,69	-2,11	-3,51	-2,95	2,80
Velikost učinka r	0,19	0,18	0,15	0,22	0,17	0,28	0,24	0,23
Vrednost p	0,019	0,025	0,064	0,007	0,035	0,000	0,003	0,005

Izračunani vrednosti Z in p nam povesta, da se pri vseh spremenljivkah, razen pri vedenjskem nadzoru ($Z = -1,85$, $p = 0,064$) pojavljajo statistično pomembne razlike glede na spol.

Za ugotavljanje razlik med učenci in učenkami glede na to, kje bivajo, v mestu ali na vasi, smo najprej izračunali povprečne vrednosti strinjanja, glede na postavke iz vseh spremenljivk (Preglednica 5).

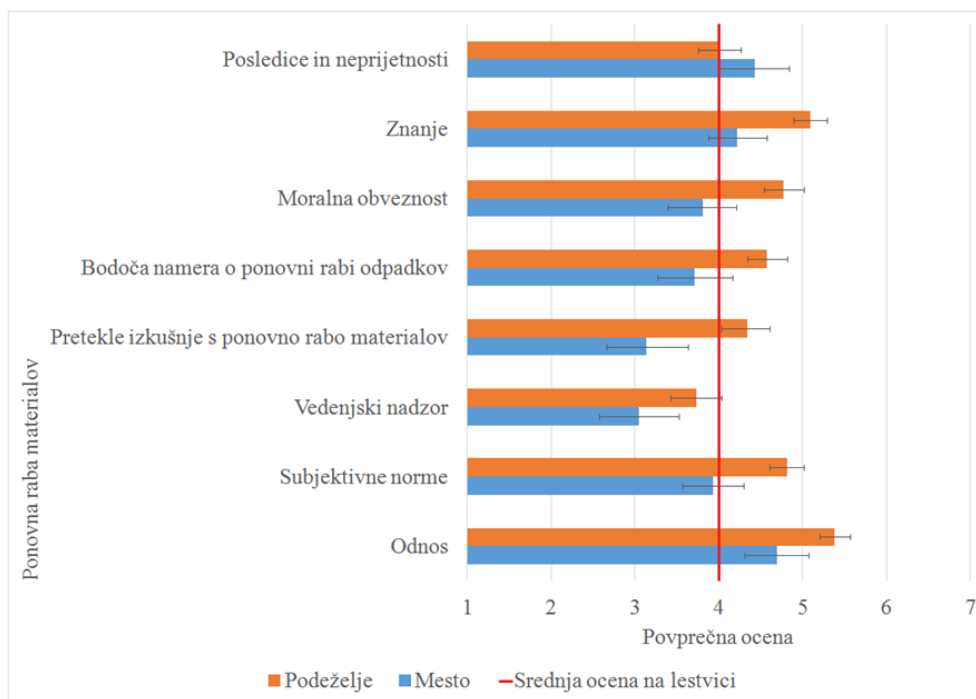
Preglednica 5: Povprečne vrednosti po spremenljivkah glede na bivanje ($n = 154$).

Spremenljivka	Bivanje		Mesto		Podeželje	
	Mesto povprečje	Podeželje povprečje	Spodnja vrednost	Zgornja vrednost	Spodnja vrednost	Zgornja vrednost
Odnos	4,69	5,38	4,31	5,07	5,2	5,57
Subjektivne norme	3,93	4,81	3,57	4,3	4,6	5,01
Vedenjski nadzor	3,05	3,73	2,57	3,52	3,42	4,03
Pretekle izkušnje s ponovno rabo	3,14	4,34	2,66	3,63	4,03	4,6
Prihodnja namera o ponovni rabi	3,71	4,57	3,27	4,16	4,34	4,81
Moralna obveznost	3,81	4,77	3,39	4,21	4,54	5,01
Znanje	4,22	5,09	3,88	4,57	4,89	5,29
Posledice in neprijetnosti	4,43	4,02	4,01	4,84	3,75	4,26

Učenci, ki živijo na podeželju, se na splošno s trditvami bolj strinjajo kot učenci, ki bivajo v mestu. Učenci, ki prihajajo iz mesta, so se le s trditvami o posledicah in neprijetnostih, bolj strinjali kot sovrstniki s podeželja. Najvišjo stopnjo strinjanja so dosegli podeželski učenci, pri samem odnosu do ponovne rabe (5,38). Najmanj pa so se s trditvami o vedenjskem nadzoru strinjali učenci, ki prihajajo iz mesta (3,05).

Kot lahko vidimo s Slike 5, se glede na bivanje učencev pojavljajo razlike med spremenljivkami. Največje odstopanje se kaže pri strinjanju o trditvah, ki so vezane na pretekle izkušnje. Povprečje učencev, ki bivajo na podeželju (4,34), je kar za 1,20 večje kot povprečje mestnih učencev (3,14). Najmanjše razlike glede na bivanje se pojavijo pri spremenljivki posledice in neprijetnosti, kjer je spodnja vrednost pri učencih iz mesta 4,01 in s podeželja 3,75. Sklepali bi lahko, da so podeželski učenci v preteklosti že kdaj ponovno uporabili kakšen material, medtem ko imajo učenci v mestu s tem manj izkušenj. Glede na bivanje učencev so najmanj opazne razlike pri posledicah in s tem povezanimi neprijetnostmi, če ponovne rabe ne izvajamo.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 5: Povprečne vrednosti glede na bivanje učencev s 95 % intervalom zaupanja ($n = 154$).

Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik glede na bivalno okolje učencev smo uporabili Mann-Whitney U-test in dobili rezultate, prikazane v Preglednici 6. Statistično pomembne razlike se pojavljajo tam, kjer je $|Z| > 1,96$ in $p < 0,05$. Velikost učinka se izračuna tako, da se absolutna vrednost Z deli s kvadratnim korenem števila vseh odgovorov: $r = Z/(\sqrt{n})$. Če je moč učinka manjša od 0,30, govorimo o majhnem učinku, vrednosti med 0,30 in 0,50 predstavljajo srednji učinek, o velikem učinku pa govorimo, ko so vrednosti večje od 0,50 (Psychometrica, b. d.).

Preglednica 6: Vrednosti Mann-Whitney testa glede na bivanje ($n = 154$).

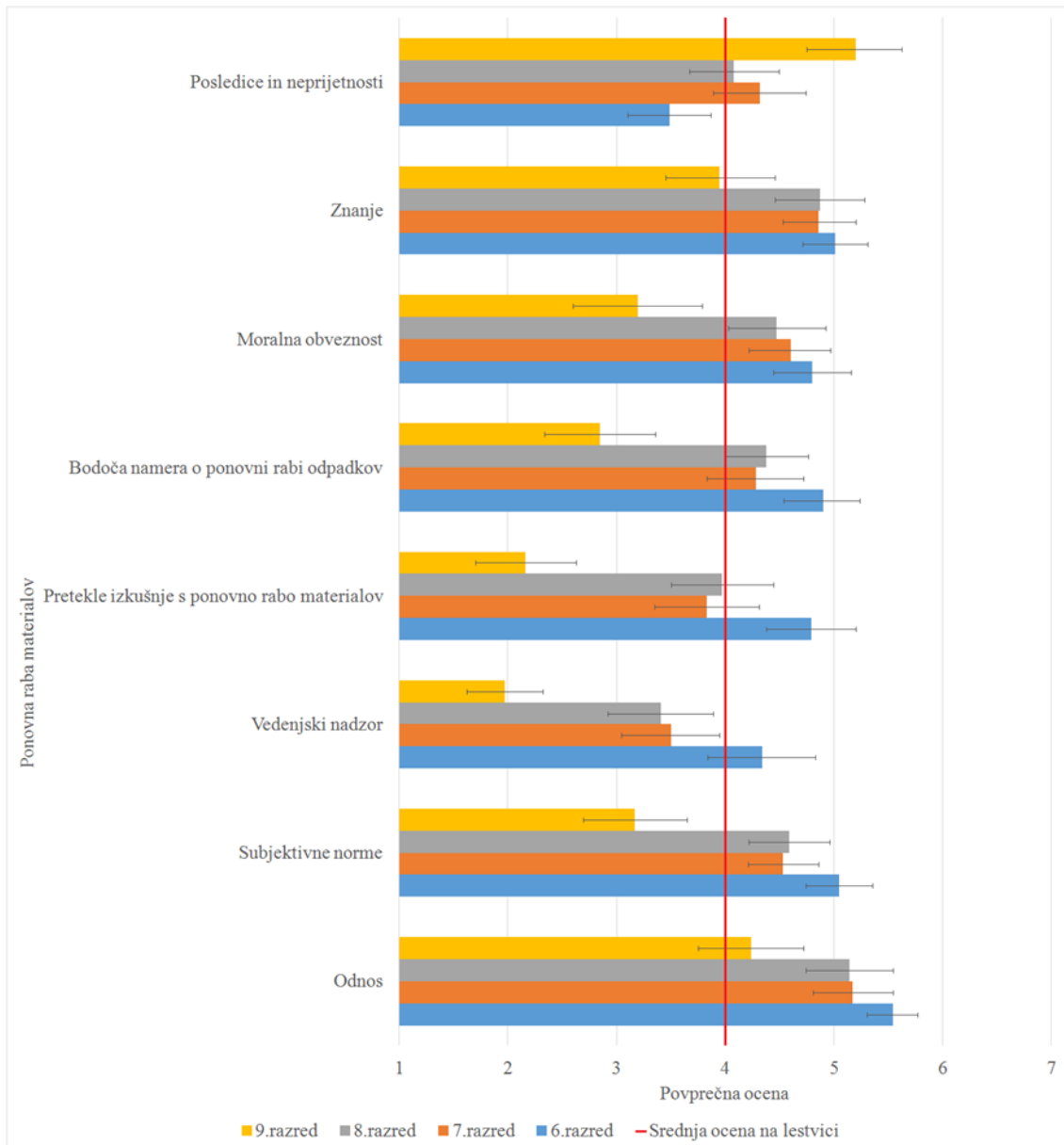
	Odnos	Subjektivne norme	Vedenjski nadzor	Pretekle izkušnje	Prihodnja namera	Moralna obveznost	Znanje	Posledice neprijetnosti
Standardizirana vrednost Z	3,11	3,94	2,79	4,12	3,34	3,95	4,16	-2,27
Velikost učinka r	0,25	0,32	0,22	0,33	0,27	0,32	0,36	0,18
Vrednost p	0,002	0,000	0,005	0,000	0,001	0,000	0,000	0,023

Če pogledamo vrednosti Z in p iz Preglednice 6, takoj ugotovimo, da izračuni kažejo na statistično pomembne razlike glede na bivanje učencev, prav pri vseh spremenljivkah.

Da bi ugotovili, kateri razredi in pri kateri spremenljivki najbolj odstopajo, smo izračunali povprečne vrednosti strinjanja, glede na sklope trditvev. Na splošno se s trditvami iz vprašalnika najbolj strinjajo učenci in učenke, ki obiskujejo šesti razred, najmanj pa devetošolci. Najvišjo stopnjo strinjanja je dosegel prav šesti razred pri spremenljivki odnos (5,54). Najmanj pa se strinjajo s trditvami o vedenjskem nadzoru (1,97) anketiranci v devetem razredu.

Slika 6 nazorno prikazuje odstopanja razredov glede strinjanja s trditvami določenih spremenljivk. Najbolj raznolik nabor rezultatov se pojavi pri spremenljivki vedenjski nadzor in pretekle izkušnje.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 6: Povprečne vrednosti glede na razred s 95 % intervalom zaupanja ($n = 154$).

Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik po spremenljivkah med razredi smo uporabili Kruskal-Wallis test z Bonferoni korekcijo. Statistično pomembne razlike se pojavljajo tam, kjer je $p < 0,05$. Za prikaz velikosti učinka smo uporabili izračune na podlagi Epsilon kvadrata.

Preglednica 7: Vrednosti Kruskal–Wallis testa ($n = 154$).

	Razlike med razredi	Vrednost H	Epsilon kvadrat	Vrednost p
Odnos	9r-8r	34,6	0,23	0,017
	9r-7r	35,9	0,23	0,007
	9r-6r	46,5	0,30	0,000
Subjektivne norme	9r-8r	47,8	0,31	0,000
	9r-7r	44,5	0,29	0,000
	9r-6r	64,5	0,42	0,000
Vedenjski nadzor	9r-8r	40,2	0,26	0,003
	9r-7r	42,2	0,28	0,001
	9r-6r	65,0	0,43	0,000
Pretekle izkušnje	9r-8r	47,8	0,31	0,000
	9r-7r	43,6	0,28	0,001
	9r-6r	70,4	0,46	0,000
	7r-6r	26,7	0,17	0,023
Prihodnja namera	9r-8r	45,1	0,29	0,001
	9r-7r	41,9	0,27	0,001
	9r-6r	62,0	0,41	0,001
Moralna obveznost	9r-8r	38,0	0,25	0,006
	9r-7r	39,0	0,25	0,003
	9r-6r	48,5	0,32	0,000
Znanje	9r-8r	34,1	0,22	0,020
	9r-7r	31,5	0,21	0,027
	9r-6r	38,1	0,25	0,004
Posledice in neprijetnosti	9r-8r	38,3	0,25	0,006
	9r-6r	56,6	0,37	0,000
	7r-6r	28,9	0,19	0,011

V Preglednici 7 smo zajeli le rezultate, ki kažejo na statistično pomembne razlike med razredi po spremenljivkah. Izkazalo se je, da so le pri preteklih izkušnjah statistično pomembne razlike med štirimi pari razredov, pri nobeni od spremenljivk pa ni večjih razlik pri vseh parih izbranih razredih. Med osmim in sedmim razredom ter med osmim in šestim razredom se statistično pomembne razlike ne pokažejo pri nobeni od spremenljivk.

Med posameznimi statističnimi spremenljivkami smo iskali tudi korelacije in s tem stopnjo povezanosti (Preglednica 8), kjer smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije (ρ). Podatki niso bili normalno porazdeljeni, zato smo nadaljnje uporabili neparametrične teste. Za test normalnosti smo uporabili Shapiro-Wilkov test, saj je izmed vseh testov normalnosti najmočnejši. Teste smo izvedli v programu IBM SPSS (v.25). Tako kot pri vseh ostalih statističnih testih smo za stopnjo značilnosti, torej α , vzeli $\alpha = 5\%$ in na osnovi rezultata sklepali z določeno stopnjo tveganja zavrnitev ničelne hipoteze ($\alpha < 0,05$).

Preglednica 8: Vrednosti koeficienta korelacij ρ med spremenljivkami.

Spremenljivka	Odnos	Subjektivne norme	Vedenjski nadzor	Pretekle izkušnje	Prihodnja namera	Moralna obveznost	Znanje	Posledice in neprijetnosti
Odnos	1,00	0,73	0,64	0,70	0,65	0,67	0,56	0,60
Subjektivne norme		1,00	0,64	0,69	0,64	0,72	0,58	0,51
Vedenjski nadzor			1,00	0,76	0,74	0,61	0,42	0,53
Pretekle izkušnje				1,00	0,86	0,66	0,55	0,57
Prihodnja namera					1,00	0,72	0,62	0,53
Moralna obveznost						1,00	0,79	0,50
Znanje							1,00	0,33
Posledice in neprijetnosti								1,00

Ugotovili smo, da je povezanost med spremenljivkami najmanj nizka, kar kaže na to, da so za namero do ponovne rabe ključnega pomena vse, ki smo jih uporabili.

Diskusija

RV1: Kakšna je namera učencev do ponovne rabe materialov?

Rezultati raziskave kažejo, da je skoraj pri vseh spremenljivkah vprašalnika, strinjanje s trditvami nadpovprečno. Torej, če zdaj to povežemo s teorijo načrtovanega vedenja, vse te spremenljivke vplivajo na vedenjsko namero, v našem primeru na namero do ponovne rabe. Ker se učenci v veliki meri s trditvami strinjajo, lahko rečemo, da imajo dobro namero, da materiale ponovno uporabijo. Izkazalo se je, da najbolj ugodno na namero vpliva odnos, saj je povprečna vrednost strinjanja 5,13. V podobnih raziskavah pri študentih Gadiraju (2016) in Philippsen (2015) ugotavljata, da na namero najbolj vplivajo pretekle izkušnje, moralne norme ter neprijetnosti, najmanj pa subjektivne norme in vedenjski nadzor. Tudi pri osnovnošolcih se je izkazalo, da poleg vedenjskega nadzora še pretekle izkušnje najmanj prispevajo k temu, da bodo učenci ponovno rabo dejansko izvajali. Če zaključimo, so dobljeni rezultati spodbudni in kažejo na to, da imajo učenci pozitivno namero do ponovne rabe, kar po teoriji načrtovanega vedenja neposredno vpliva na samo vedenje – ponovno rabo materialov. Ekologi brez meja so opravili raziskavo o ponovni rabi med centri ponovne uporabe. V raziskavi so sodelovali polnoletni, torej osebe starejše od 18 let. Rezultati so pokazali pozitivno rast ponovne uporabe izdelkov. Največ zaslug pripisujejo nakupu in prodaji rabljenih izdelkov prek spleta in trgovinam z oblačili iz druge roke. Prvi dve mesti med razlogi za izvajanje praks ponovne uporabe v vsakdanjem življenju po mnenju posameznikov zasedata odgovoren odnos do okolja in finančni prihranek (Ekologi brez meja, b. d.).

RV2: Ali se namera učencev do ponovne rabe razlikuje glede na to, kateri razred učenci obiskujejo, in če, kakšne so te razlike?

Iz nabora rezultatov je razvidno, da se namera učencev do ponovne rabe razlikuje glede na to, kateri razred obiskujejo. Povprečne vrednosti po spremenljivkah učence šestih razredov

postavijo v ospredje, k najboljši nameri do ponovne rabe. Sledijo učenci osmih in sedmih razredov, najmanj ugodno namero pa imajo učenci zadnjega razreda OŠ. Slednje je v nasprotju z našimi pričakovanji, saj bi si želeli, da bi devetošolci, glede na to, da naj bi imeli bolj izoblikovane moralne norme, več znanja in preteklih izkušenj ter s tem poznavanja posledic in neprijetnosti, boljšo namero do ponovne rabe. Rezultat lahko pripišemo temu, da vprašalnika niso dovolj resno vzeli, da so v obdobju pubertete in jih tovrstna tematika ne zanima, ali pa res v najslabšem primeru namera do ponovne rabe z leti upada. Največje razlike se kažejo pri učencih šestih in devetih razredov, medtem ko so sedmošolci in osmošolci ogovarjali zelo podobno. Učenci devetih razredov so razen pri spremenljivki posledice in neprijetnosti dosegli najnižje povprečje. Največji vpliv, ki se je izkazal po izračunu Kruskal-Wallis testa med devetim in šestim razredom za močen ($\epsilon^2=0,46$), imajo pretekle izkušnje.

RV3: Ali obstajajo razlike med spoloma glede namere učencev do ponovne rabe, in če, kakšne so te razlike?

Ugotovili smo, da razlike med spoloma obstajajo. Čeprav se učenke posledic in neprijetnosti, če ponovne rabe ne izvajamo, toliko ne zavedajo, so pri vseh ostalih merjenih spremenljivkah dosegle višje povprečje kot njihovi sošolci. Najbolj so se strinjale s trditvami o odnosu do ponovne rabe, povprečje smo tu izračunali 5,31. Že sam interes za sodelovanje v anketi so izkazale mnogo večji, saj jih je sodelovalo 61 %. Po tem bi lahko rekli, da jih tovrstna problematika bolj zanima in bodo glede na rezultate bolj verjetno oblikovale namero do ponovne rabe kot sovrstniki moškega spola.

Največje razlike med spoloma so se pokazale pri spremenljivki moralna obveznost, skoraj enako pa se strinjajo s trditvami o odnosu do ponovne rabe. Z Mann-Whitney U-testom smo izračunali statistično pomembne razlike med spoloma. Rezultati so pokazali, da je učinek spola največji ravno pri moralnih obveznostih, $r = 0,28$. Vrednost tega pa še vedno spada med majhne učinke.

RV4: Ali se namera do ponovne rabe razlikuje glede na to, ali učenci živijo na vasi ali v mestu, in če, kakšne so te razlike?

Ugotovili smo, da se namera do ponovne rabe razlikuje tudi glede na to, kje anketiranci bivajo. Iz nabora rezultatov lahko trdimo, da bodo učenci, ki prihajajo iz podeželskega okolja, bolj verjetno material večkrat uporabili, saj se s trditvami na splošno bolj strinjajo kot učenci, ki živijo v mestu. Glede na videno iz vsakdanjega življenja ter glede na pedagoške izkušnje, moramo priznati, da smo tak rezultat tudi pričakovali.

Vrednosti Mann-Whitney U-testa kažejo na statistično pomembne razlike glede na bivanje učencev prav pri vseh spremenljivkah. Največji učinek ($r = 0,36$) glede na bivanje je po izračunih spremenljivka znanje.

RV5: Ali se odnos do ponovne rabe razlikuje glede na to, kateri razred učenci obiskujejo, in če, kakšne so te razlike?

Iz rezultatov je mogoče sklepati, da se pojavljajo razlike med razredi glede na sam odnos do ponovne rabe. Med šestim, sedmim in osmim razredom so te razlike minimalne, saj se povprečna vrednost strinjanja s trditvami o odnosu giblje nekoliko nad 5. Odgovori učencev devetih razredov pa so dali povprečje 4,24, kar je nižje od ostalih treh razredov. Zanimivo je,

da povprečne vrednosti glede na razred upadajo, kar je v nasprotju z našimi pričakovanji. Je pa največji razpon odgovorov ravno pri devetem razredu.

RV6: Ali obstajajo razlike med spoloma glede odnosa do ponovne rabe, in če, kakšne so te razlike?

Med spoloma so razlike glede odnosa do ponovne rabe. Izračunane povprečne vrednosti kažejo na to, da so učenke ($\bar{x} = 5,31$) dosegle višje povprečje kot učenci ($\bar{x} = 4,85$). Razlike so statistično pomembne. Učinek spola glede odnosa do ponovne rabe je majhen, $r = 0,19$. Predvidevamo lahko, da pri učenkah in učencih odnos ni bistven pokazatelj namere do ponovne rabe.

RV7: Ali se odnos do ponovne rabe razlikuje glede na to, ali učenci živijo na vasi ali v mestu, in če da, kakšne so te razlike?

Odnos do ponovne rabe se nekoliko razlikuje glede na bivalno okolje učencev, in sicer je vedenjska namera, kateri prispeva odnos, povprečno višja pri učencih, ki bivajo na podeželju. Iz dobljenih rezultatov vidimo, da je povprečje učencev z mesta 4,69, povprečje sovrstnikov, ki pa ne živijo v mestu 5,38. Zgornja vrednost strinjanja o odnosu mestnih učencev ne doseže niti spodnje vrednosti učencev na podeželju.

RV8: Ali obstajajo razlike med učenci glede na to, kako subjektivne in moralne norme vplivajo na namero do ponovne uporabe, in če, kakšne so te razlike?

Iz rezultatov razberemo povprečje vseh odgovorov o spremenljivki subjektivne norme, to znaša 4,49, povprečje moralne obveznosti pa je 4,41. Če pregledamo dani spremenljivki podrobneje, ugotovimo, da glede na spol pri subjektivnih normah ni bistvenih razlik, pri moralni obveznosti, pa znaša razlika povprečji obeh spolov 0,86. Subjektivnih in moralnih norm se bolj zavedajo in so k njim zavezane učenke. Glede na bivalno okolje učencev je razlika povprečji višja pri moralnih obveznostih in to v prid učencem s podeželja. Glede na razred je težko kar koli reči, kateri spremenljivka od teh dveh bolj vpliva na namero do ponovne rabe, saj so povprečja med seboj podobna. Dejstvo pa je, da so šestošolci najbolj naklonjeni ponovni uporabi zaradi subjektivnih in moralnih norm.

RV9: Kakšna je povezanost med vedenjskim nadzorom učencev in njihovo namero do ponovne uporabe?

Z vedenjskim nadzorom so najbolj povezane pretekle izkušnje. Spearmanov koeficient korelacije med njima znaša 0,76, kar po teoriji pomeni močno povezanost. Najmanj pa so z vedenjskim nadzorom povezane posledice in neprijetnosti. Lahko bi zaključili, da učenci z več preteklimi izkušnjami bolj nadzorujejo svoje vedenje do ponovne rabe, medtem ko se s posledicami toliko ne obremenjujejo. Podobna raziskava pri študentih je pokazala, da je vedenjski nadzor pomemben napovedovalec namere do recikliranja (Gadiraju, 2016).

RV10: Kakšna je povezanost med preteklimi izkušnjami učencev s ponovno uporabo in njihovo namero do ponovne uporabe?

Najbolj so pretekle izkušnje povezane s prihodnjo namero ($\rho = 0,86$). V resnici gre za visoko oziroma močno povezanost. Iz rezultata lahko sklepamo, da izkušnje, ki jih imajo učenci s ponovno rabo, močno vplivajo na njihovo prihodnjo namero, na njihove odločitve o ponovni

uporabi materialov. V rezultatih lahko poiščemo tudi spremenljivko, ki je s preteklimi izkušnjami najmanj povezana, in to je znanje. Pričakovali bi, da so pretekle izkušnje bolj oziroma močnejše povezane z ostalimi spremenljivkami, kot sicer kažejo dobljeni rezultati. Raziskava pri študentih, povprečno starih 24 let, pa je pokazala, da je najvišja korelacija ravno pri izkušnjah iz preteklosti (Philippson, 2015). V zelo podobni raziskavi pri tri leta mlajših študentih so najmočnejše povezane pretekle izkušnje in moralne norme (Gadiraju, 2016). To si lahko razlagamo, da študentje, ki imajo več izkušenj z recikliranjem, čutijo tudi večjo dolžnost po recikliranju.

RV11: Kako je znanje učencev povezano z njihovo namero do ponovne uporabe?

Vrednost Spearmanovega koeficienta uvršča povezavo med znanjem in moralno obveznostjo kot visoko. Predvidevamo lahko, da učenci, ki imajo in verjamejo v svoja prepričanja o ponovni rabi, bodo prej in bolje znali material večkrat uporabiti. Povezanost med znanjem in neprijetnostmi je šibka, kar po vsej verjetnosti kaže na to, da se iz posledic in neprijetnosti, ki jih doživimo, če ponovne rabe ne prakticiramo, nič ne naučimo. To smo, glede na globalne probleme planeta, tudi pričakovali. Gadiraju je v raziskavi študentov, povprečno starih 21 let ugotovil, da znanje o tem kaj in kako reciklirati, ugodno vpliva na namero do recikliranja (Gadiraju, 2016).

RV12: Kako so neprijetnosti učencev povezane z njihovo namero do ponovne uporabe?

Posledice in neprijetnosti so s skoraj vsemi spremenljivkami srednje povezane. Najvišja med srednjimi povezavami je korelacija z odnosom, katere moč znaša 0,60. Iz tega bi lahko sklepali, da tisti učenci, ki poznajo več posledic ponovne neuporabe in so ob tem doživeli kakšno neprijetnost, oblikujejo boljši odnos do ponovne rabe. Najslabše pa so neprijetnosti povezane z znanjem, kar pa smo že utemeljili pri prejšnjem raziskovalnem vprašanju RV11. V podobni raziskavi glede namere do recikliranja pri študentih je študija pokazala, da neprijetnosti negativno vplivajo na recikliranje, saj je bila korelacija negativna (Gadiraju, 2016).

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Glavni namen raziskave je povečati ponovno rabo materialov pri pouku TiT in ugotoviti najpomembnejše dejavnike, ki učence motivirajo za ponovno rabo. Vsakodnevno podatki kažejo na to, kako se odpadki kopičijo, odstotek recikliranja in ponovne rabe pa upada. Ne le to, če malo pogledamo naokoli, vidimo, kako onesnaževanje negativno vpliva na okolje. Zavedati se moramo, da je planet, na katerem živimo, le en in če ga želimo ohraniti za naše zanamce, moramo spremeniti mišljenje in vedenje.

Z anketo smo od učencev izvedeli, kaj najbolj vpliva na namero do ponovne rabe. Rezultati so pokazali, da učenci bolj verjetno oblikujejo namero do ponovne rabe, če imajo do tega pozitiven odnos. Najbolj pa jih od tega odvrača vedenjski nadzor, torej so negotovi in prepričani, da je ponovna raba pretežka. Tudi s trditvami o ostalih merjenih spremenljivkah so se strinjali nadpovprečno, zato bi lahko rekli, da imajo učenci predmetne stopnje ugodno namero do ponovne rabe. V negativnem smislu so nas presenetile razlike med razredi. Tu se je namreč izkazalo, da starejši, kot so učenci, manjkrat bodo material ponovno uporabili. Zanimivo, bi bilo raziskati, kdaj in če sploh, se ta vedenjska namera obrne v korist ponovne rabe. V oči bode tudi podatek, da je povezava med znanjem in posledicami ter neprijetnostmi šibka. Torej ne glede na vse posledice, ki jih učenci vidijo in občutijo, se iz tega zelo malo naučijo.

Kot dobro lahko ocenimo to, da smo učence z reševanjem ankete spodbudili, da so začeli vsaj razmišljati o ponovni rabi, če ne tudi kakšnega posameznika motivirali, da se bo v šoli ali doma potrudil material večkrat uporabiti. V raziskavo bi bilo smotrno vključiti tudi učitelje TIT, saj bi s tem pridobili še širšo sliko ponovne rabe pri pouku samem in morda kakšno idejo za izdelek iz odpadnega materiala.

Učitelji lahko iz pridobljenih rezultatov vidijo, na katera področja morajo pri učencih biti bolj pozorni, jih bolj postaviti v ospredje, da bodo ponovno rabo začeli dejansko izvajati tako pri pouku kot tudi doma. Dobro bi bilo, da bi o rezultatih obvestili tudi starše, saj so poleg šole, zelo vpeti v otrokova vedenja. S tem bi lahko znotraj družine izoblikovali nameru do ponovne rabe. Vsak posameznik igra pri povečanju ponovne uporabe pomembno vlogo. Šola kot vzgojno izobraževalna ustanova bi morala biti najmlajšim zgled, morala bi jim nuditi dovolj informacij o problematiki odpadkov in onesnaževanja okolja ter o načinih za bolj zeleno prihodnost, kjer je zelo pomembna tudi ponovna raba materialov.

Literatura

- Avsec, S. in ostali (2019). *Green logistics: Theoretical & Practical Approaches to Green Logistics*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Bastič, M. (2006). *Metode raziskovanja*. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta Maribor.
- Bevk, M. (2017). *Ravnanje z odpadki in odpadnimi vodami* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].
- Circular Economy (2016). <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/en/knowledge-map-circular-economy/how-materials-circulate/>
- Ekologi brez meja (b. d.). <http://ebm.si/o/sl>
- Ekošola (b. d.). <https://www.ekosola.si/>
- Gadiraju, T. (2016). *Investigating the Determinants of Recycling Behavior in Youth by Using Theory of Planned Behavior*. [Magistrsko delo, University of South Florida, College of Arts and Sciences]. <https://core.ac.uk/download/pdf/154477792.pdf>
- Goggin, P. in Lawler, T. (1998). Sustainability and design and technology in schools. *The Journal of Design and Technology Education*, 3(2). <https://doi.org/10.4324/9780203166079-35>
- Kogoj, M. (2019). *Ponovna raba materialov pri pouku tehnike in tehnologije* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].
- Leban, E. (2020). *Okoljska zavest: povezava med splošnim prepričanjem o skrbi za okolje in ločevanju odpadkov* [Diplomsko delo, Univerza na primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije].
- Philippsen, Y. (2015). *Factors influencing students' intention to recycle* [Magistrsko delo, University of Twente, School of management and governance].
- Polajnar Horvat, K. (2015). *Okolju prijazno vedenje*. Založba ZRC.
- Psychometrica (b. d.). https://www.psychometrica.de/effect_size.html
- Statisticneanalize (b. d.). <https://statisticneanalize.com/cronbach-alfa-koeficient/>

Razvijanje veščin 21. stoletja

Šeruga, K. (2013). *Celostno ravnanje z odpadki* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].

Zore, J. (2015). *Gospodarjenje z odpadki: učbenik za modul Gospodarjenje z odpadki v programu Okoljevarstveni tehnik*. Fit media.

OBLIKOVANJE IN OVREDNOTENJE UČNEGA MODELA ZA ZVIŠANJE RAVNI TEHNOLOŠKE PISMENOSTI UČENCEV 8. RAZREDA OSNOVNE ŠOLE

DESIGNING AND EVALUATING AN INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE EIGHTH-GRADE PUPILS' TECHNOLOGICAL LITERACY

Denis Rupnik in Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Tehniško izobraževanje (TI) predstavlja izobraževanje vsebin tehnike in tehnologije (TiT) za učence/dijake/študente od osnovnošolskega (OŠ) do univerzitetnega študija z namenom biti tehnološko pismen. Tehnološko pismen učenec bo znal uporabiti deklarativno in procesno tehnološko znanje; imel bo veščine za reševanje tehnoloških problemov in bo skupaj s pozitivnim in kritičnim odnosom do vsebin TiT sposoben tudi kritičnega razmišljanja in odločanja o uporabi, ravnanju in presoji/oceni tehnologij. Višja raven tehnološke pismenosti (TP) odločilno vpliva na nadaljnje šolanje na področju tehnike in inženirstva in tudi na učinkovito soočanje s trenutnimi tehnološkimi spremembami. Namen dela je bil proučiti, kako taksonomsko diferencirano problemsko ponavljanje/utrjevanje/obravnavo usvojenih učnih vsebin vplivajo na zvišanje ravni TP. Ugotovljeno je bilo tudi, katera znanja, veščine, sposobnosti in dimenzije TP so bile s pomočjo dvonivojskega modela izboljšane. Na prvem nivoju se je to izvajalo s pomočjo vnaprej pripravljenega učnega modela, sestavljenega iz nalog z nižjo stopnjo težavnosti posamezne taksonomske stopnje, medtem ko je 2. nivo za razliko od prvega sestavljen iz nalog z višjo stopnjo težavnosti posamezne taksonomske stopnje. Kot referenčno skupino smo uporabili tradicionalni pouk, ki vključuje ponavljanje/utrjevanje/obravnavo na način, ki ga učitelji običajno uporabljajo. Z namenom ugotovitve stanja TP na začetku pouka TiT v 6. razredu in ob zaključku pouka rednih vsebin TiT v 8. razredu OŠ smo v sklopu pilotne raziskave izvedli presečno raziskavo odnosa do TiT in TP. Domnevali smo, da je odnos do TiT lahko odločilnega pomena pri razvoju TP, zato smo preverili tudi stanje odnosa do tehnike učencev v 6. in 8. razredu. Še več: poskušali smo ugotoviti tudi možno napovedno vrednost odnosa do TiT za doseganje ravni znanja, zmožnosti in kritičnega razmišljanja in odločanja (KRO) kot dimenzij TP. V pilotno raziskavo so bili vključeni učenci 6. razreda ($n = 86$) ter učenci 8. razreda ($n = 94$). V disertaciji predstavljamo rezultate, da so učenci 8. razreda dosegli boljše rezultate kot učenci 6. razreda v TP. Pomembna razlika je bila ugotovljena pri dimenziji KRO, kjer so učenci 8. razreda na testu KRO dosegli višje rezultate kot učenci 6. razreda. Po spolu nismo ugotovili nobenih pomembnih razlik v uspešnosti dimenzij TP, zmožnosti in KRO, medtem ko smo pri dimenziji znanje ugotovili pomembno razliko v 6. razredu, kjer so učenke dosegle boljše rezultate kot učenci. Pri merjenju odnosa do tehnike smo ugotovili, da se zdi, da se učenci zavedajo posledic TiT na družbo in imajo pozitivno mnenje o pomembnosti pouka TiT v rednem učnem načrtu (UN). Učenci so bili prepričani, da so za TiT naloge ali poklice sposobnejši od učenk. Presenetljivo je, da učenci ne ocenjujejo TiT kot težavnih ter da je odnos učencev 6. razreda do zanimanja za TiT višji kot pri učencih iz 8. razreda. Rezultati pilotne raziskave so kazali na smiselnost implementacije novih učnih modelov za dvig ravni TP v 8. razredu, kjer je nivo KRO statistično pomembno višji kot v 6. in bi lahko omogočil zelene učinke pouka TiT po uvedbi novih modelov. Ugotovili smo, da imajo interdisciplinarni pristopi statistično pomemben vpliv na pridobivanje TP s pozitivno in veliko velikostjo

učinka. Obe eksperimentalni skupini se bistveno ne razlikujeta. Presenetljivo se pojavi tudi statistično pomembna razlika v odporu učencev do TiT, in sicer pri modelu na 2. nivoju, kjer so vsebine višjega kognitivnega nivoja. To lahko interpretiramo z dejstvom, da učenci do sedaj niso bili deležni pouka na nivojih višje od 3. Bloomove taksonomske ravni in si verjetno še ne znajo razložiti pomena obravnave snovi na višjih taksonomskih stopnjah ter so verjetno pričakovali večjo pomoč od učitelja. Raziskovali smo tudi korelacije med uporabo novo zasnovanega učnega modela ter njihovimi vplivi na posamezne dimenzije TP. Ugotovitve in dognanja raziskave bodo pomembno prispevali k načrtovanju kakovostnega TI v OŠ, ki bo usmerjeno h krepitvi TP učencev. Znanstveni prispevek doktorskega dela je pojasnitev ključnih dejavnikov TP in boljše razumevanje TP za optimizacijo TI.

Ključne besede: tehniško izobraževanje, tehnološka pismenost, tehnika in tehnologija, problemski pouk.

Abstract

Engineering education is the education of engineering and technology (EaT) content for pupils/students from primary school to university studies to be technologically literate. A technologically literate pupil will be able to apply declarative and procedural technological knowledge, have the skills to solve technological problems, and together with a positive and critical attitude towards engineering and technology content, also be able to think critically and make decisions about the use, conduct, and judgment/appraisal of technologies. A higher level of Technological Literacy (TL) has a decisive influence on further education in the field of technology and engineering, as well as on effectively coping with current technological change. This dissertation aimed to investigate how taxonomically differentiated problem-based repetition/reinforcement/treatment of learned learning content influences the increase in TL level. It was also found that knowledge, skills, abilities, and dimensions of TL were enhanced by the multi-stage model. In stage 1, this was done using a pre-prepared learning model consisting of tasks with a lower level of difficulty per taxonomic level. Stage 2, unlike stage 1, consists of tasks with a higher level of difficulty per taxonomic level. Stage 3 of the model involves repetition/reinforcement in the manner commonly used by teachers. A cross-sectional survey of attitudes towards EaT and TL was conducted as part of a pilot study to determine the state of TL at the beginning of EaT in grade 6 and at the end of regular EaT content in grade 8 of elementary school. We hypothesized that attitudes towards EaT may be crucial for the development of TL and we also examined the state of pupils' attitudes towards technology in grade 6 and grade 8. Moreover, we also sought to identify the possible predictive value of attitudes towards EaT for the achievement of knowledge, skills, and critical thinking and decision-making (CTDM) as dimensions of TL. The pilot study included grade 6 pupils ($n = 86$) and grade 8 pupils ($n = 94$). In this dissertation, we present the results that grade 8 pupils outperformed grade 6 pupils in TL. A significant difference was found in the CTDM dimension where grade 8 pupils scored higher than grade 6 pupils on the CTDM test. No significant gender differences were found in the performance on the TL, ability, and CTDM dimensions while on the knowledge dimension, a significant difference was found in grade 6 where female pupils outperformed male students. When measuring attitudes towards technology, we found that pupils seem to be aware of the implications of EaT on society and have a positive view of the importance of EaT in mainstream UN. Male pupils were more confident than female pupils that they were more capable than female pupils for EaT tasks or occupations. It is surprising that pupils do not rate EaT as difficult and that the attitude of grade 6 pupils towards interest in EaT is higher than that of grade 8 pupils. The results of the pilot study indicated that it is reasonable to implement new learning models to raise the level of EaT in grade 8 where the level of CTDM is statistically significantly higher than in grade 6 and could provide the desired effects of EaT instruction after the introduction of the new models. We found that interdisciplinary approaches have a statistically significant impact on the acquisition of TLs with positive and large effect sizes. The two experimental groups are not significantly different. Surprisingly, there is also a statistically significant difference in pupils' resistance to EaT, namely in the Level 2 model where the content is of a

higher cognitive level. This can be interpreted by the fact that pupils have not yet received instruction at levels higher than Bloom's taxonomy level 3 and are probably not yet able to explain the meaning of dealing with the material at higher taxonomic levels and probably expect more help from the teacher. We also explored correlations between the use of the newly designed learning model and their effects on individual TL dimensions. The findings and implications of the research will contribute significantly to the design of quality engineering education in elementary schools which will be geared towards enhancing pupils' TL. The scientific contribution of the Ph.D. thesis is the clarification of the key determinants of TL and a better understanding of TL for optimizing engineering education.

Key words: technology education, technological literacy, engineering and technology, problem-based learning.

Uvod

Že od pradavnine je splošno znano, da človek potrebuje določeno znanje in usposobljenost za opravljanje dejavnosti – poklica, ki mu omogoča preživetje. Izobraževanje in usposabljanje za poklic sta nalogi izobraževalnega sistema, ki ga vsaka država oblikuje po svoji meri. Kaj oblikovalci/snovalci izobraževalnega sistema izberejo za ključno merilo, je odvisno od potreb (socialnih) družbe, potreb gospodarstva ali od splošnih svetovnih smernic ali stanja trenutne politične volje itn. Neupoštevanje pravega merila povzroči razkorak med dejanskimi potrebami družbe in izobrazbo – poklicem in tudi med izobrazbo in znanjem, veščinami in usposobljenostjo za opravljanje poklica. Sistema izobraževanja in zaposlovanja nista optimizirana, zato se pojavi potreba po vpeljavi nečesa kvantitativno merljivega, ki vključuje učenje/izobraževanje in tudi dejansko usposobljenost za poklic na trgu dela.

V današnjem času je svet bolj odvisen od posameznikov z višjo stopnjo poznavanja in uporabe različnih tehnologij (ITEEA, 2020), kot pa je bilo to v preteklosti. Vedno več učencev/dijakov/šolencev mora biti izobraženih na višji ravni, tako da lahko uspešno tekmujejo na trgu dela, ki je vse bolj odvisen od tehnologije (Daggett, 2006; Feller in Whichard, 2005). Učencem/dijakom bi bilo treba zagotoviti ciljno usmerjen predmetnik, ki jih bo pripravil za nadaljnje šolanje in/ali jim zagotovil potrebna TiT usposabljanja za pridobitev zaposlitve. Zahteve po vse višji izobrazbi in za višjo raven TiT znanj izhajajo iz sprememb v poslovnih okoljih in gospodarstvu (Feller in Whichard, 2005).

V Sloveniji je stanje še slabše, saj v programih gimnazij, kjer je vpisane največ srednješolske populacije, ni vsebin iz TiT. Izobraževanje tehniških vsebin v OŠ je na razredni stopnji integrirano v okviru predmeta spoznavanje okolja. Samostojno v sklopu tem se pojavi v okviru predmeta naravoslovje in tehnika v 4. in 5. razredu. Na predmetni stopnji je obvezni predmet TiT, s prenovo leta 1996 preimenovana do tedaj obstoječa tehnična vzgoja od 6. do 8. razreda. S to prenovo je TiT nazadoval glede števila ur in se z 1,73 % v skupnem deležu ur v programu uvršča na zadnja mesta glede pomembnosti TI v Evropi (Urad R Slovenije za šolstvo, 1996). V preteklosti je bilo namenjenih več ur praktičnemu poučevanju. Danes se večinoma praktično učno usposabljanje izvaja v okviru izbirnih predmetov (obdelava gradiv: les, umetne snovi, kovine; elektrotehnika; elektronika z robotiko; robotika v tehniki; risanje v geometriji in tehniki; projekti iz fizike in tehnike), ki potekajo v 7.–9. razredu in katerih izbirnost glede na ponudbo znaša okoli 50 %; le risanje v geometriji in tehniki izstopa s 15 % izbirnosti (Zajc, 2007). Srednješolsko TI je osredinjeno na strojniško, tehniško in poklicno (8,2 %), elektrotehniko in računalništvo (6 %) in lesarstvo (2,6 %). Druge tehniške panoge pa so zastopane v manjšini (SURS, 2022). Podoben trend se nadaljuje na univerzitetni ravni, saj so študentje, ki so končali

splošne in netehniške srednješolske programe, v manjšini. Posledično zaznavamo premajhno število inženirjev, ki so hkrati tudi slabše tehnološko kompetentni kot pred 20 leti. Po razpoložljivosti inženirskega kadra, ki je generator dodane vrednosti gospodarskih panog in s tem večje ter trajne konkurenčnosti, smo na 35. mestu od 141 držav na lestvici konkurenčnosti nacionalnih gospodarstev (WEF, 2019). Zato so nujno potrebne tehnološke spremembe na področju prenove UN in tudi na dvigu kakovosti univerzitetnih študijskih programov TI.

Za določanje UN (določanje vsebinskih področij, ciljev in standardov) in področje OŠ TI sta se uporabljala dva glavna načina, zasnovana na: 1) obrti/ročnem delu, kritični pismenosti/razmišljanju, kritičnem opolnomočenju in kulturoloških študijih in na 2) proizvodnji, TP/zmožnostih, človeškem kapitalu in ekonomskem razvoju (Finger in Jamieson-Proctor, 2007). Načina ne zagotavljata ustrezne ravni tehnološkega znanja in zmožnosti učencev, saj je treba zagotoviti sistemski/kolektivni pristop k poučevanju osebnih in medosebnih veščin, produktni, procesni in sistemski način gradnje veščin ter integracijo s temelji TiT (Edström idr., 2007).

Za to je potrebno kognitivno in procesno znanje za ustvarjanje ustrezne zasnove tehnoloških produktov in/ali sistemov, kar pa nam prinaša integrirana zasnova UN. Zato je nastalo mednarodno združenje za tehniško in inženirsko izobraževanje International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA), kjer so vključeni posamezniki in društva ter različne zbornice iz vodilnih svetovnih ekonomij. Tukaj je TP upoštevana kot zmožnost, da lahko posameznik misli/razmišlja o tehnoloških vprašanjih z različnih perspektiv, in zmožnost ocene medsebojnih odnosov med tehnologijo in posamezniki, družbo in okoljem. Določajo jo tri kompleksne dimenzije: znanje, zmožnosti ter KRO (ITEEA, 2007; ITEEA, 2020), ki se med seboj dopolnjujejo in povezujejo. Znanje je določeno na ravni faktografskega, konceptualnega in proceduralnega nivoja, kaj učenec pozna, razume, uporablja, ali je sposoben analize, vrednotenja in izdelave TiT izdelkov in procesov (ITEEA, 2007; ITEEA, 2020). Tehnološke zmožnosti kot dimenzija TP se predvsem nanašajo na kognitivne in medosebne veščine ter psihomotorične spretnosti, potrebne pri reševanju TiT problemov (Avsec in Jamšek, 2018). Kot najpomembnejšo dimenzijo TP izpostavimo KRO, ki je veščina višjega miselnega reda, s katero je učenec sposoben zastavljati ustrezna vprašanja sebi in drugim o koristih in tveganjih tehnologij; na načrten in kritičen način vrednoti informacije, ki jih ima na voljo o koristih, tveganjih, stroških in o kompromisih tehnologije; sodeluje, če je treba, pri odločitvah o razvoju in uporabi tehnologije (Halpern, 2014; Rupnik Vec, 2017).

Takšen okvir UN za predmete TI predlaga tudi (Kelley, 2008). ZDA, Kanada, Avstralija, Japonska in J. Koreja so že zasnovale integrirane UN OŠ-izobraževanja tehniških vsebin. Za osnovo so uporabile standarde TP (STP). V Evropi so že leta 2004 začeli uvajanje STP na Danskem, Švedskem, v Veliki Britaniji, Nemčiji in Švici. Vse omenjene države so po zadnjem poročilu Svetovnega ekonomskega foruma (WEF) razvrščene glede na indeks globalne konkurenčnosti (WEF, 2019) med prvih 10 od skupno vključenih 142 držav.

Pri zasnovi UN je ključno tudi upoštevanje ustreznega učnega gradiva in pripomočkov za izvajanje pouka. Zato je ena od zelo pomembnih dejavnosti, ki velja za celotno področje TI, oblikovanje uporabnih didaktičnih navodil/priprav in pripomočkov/učil, ki dodatno spodbujajo TP učencev. Učitelji TiT lahko uporabijo izsledke raziskav, temelječih na teorijah kognitivne znanosti, za nadgradnjo obstoječih metod in strategij pouka za povečanje učinkovitosti poučevanja in učenja. Obstoječe metode pri pouku TiT so pomembno združljive s cilji kognitivne znanosti (teorija procesiranja informacij, konekcionistična teorija, elaboracijska

teorija) glede prakse, ki definira dober pouk (De Miranda, 2004). Namen pouka, zasnovanega na kognitivni znanosti, sta prenos samoregulacije in nadzor kognitivnih funkcij, kot so spomin, proces, nadzor procesa razmišljanja, refleksija in kognitivna orodja za razmišljanje in učenje iz učitelja na učenca (De Miranda in Folkestad, 2000). Namen kognitivnih pristopov je povezovanje izobraževanja, veščin in zmožnosti s tehnologijo, da bi učencem/dijakom/študentom dali priložnost, da pridobijo TP, ki se kaže tudi kot uspešnost posameznika, ko se spopada z resničnimi problemi pri delu in v življenju (Feller in Whichard, 2005).

Poleg kognitivnih teorij učenja v TI sta pomembni še konstruktivistična in behavioristična teorija. Prva poudarja ustvarjalno učno delo, kjer je učenec v središču učnega procesa in svoje znanje konstruira na osnovi lastnih izkušenj in idej, kar zagotavlja najvišjo raven naučene naloge glede na raven kognitivnega procesiranja, ki ga zahteva posamezna naloga TI (Lynch idr., 2008). Implementacija konstruktivistične teorije za reševanje/konstruiranje vsakdanjih izzivov tehnike se kaže v obliki sodobnih odprtih učnih sistemov (Childress in Rhodes, 2006). Behavioristična teorija pa poudarja, kako se učenec odziva na stik z njegovim okoljem – odvisno je od spodbujevalnih ali zaviralnih dejavnikov in pri tem lahko vpliva na obnašanje/učenje drugih (Lynch idr., 2008). Odprti učni sistemi se uporabljajo zlasti pri vsebinah izbirnih predmetov, kjer učenci še toliko bolj zaznavajo prakso poučevanja, izoblikujejo motivacijska prepričanja, uporabljajo prilagojene samouravnalne strategije, delujejo globinsko pri procesnih strategijah in posvečajo več pozornosti in časa za učenje ob ustrezni teoretični podpori (Moore, 2005). TP dodatno spodbuja še nadgrajen konekcionistični model, ki je temeljil na učenju s pomočjo poskusov in napak (Schunk, 2009), model miselnih procesov pri elektronskem računanju in obdelavi podatkov z umetno inteligenco na eni strani in nevrokognicijo na drugi strani (Petrina idr., 2007).

V primerjavi s tujino v Sloveniji obstaja manj raziskav o TP med OŠ učenci. Kljub vsemu je bila izvedena obširnejša raziskava z naslovom Metoda merjenja tehnološke pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole (Avsec, 2012). V tej raziskavi avtor podaja novo metodo merjenja TP ob upoštevanju vseh pomanjkljivosti obstoječih metod in zadnjih dognanj psihometrije. Njena vsebinska domena so STP. Ključnega pomena je izbrani pristop konstrukt – mera – rezultat pri določitvi testne baterije ob originalnem pristopu zasnove in določitve testnih postavk. Ugotovljeno je bilo, da je stanje TP učencev 9. razreda OŠ v Sloveniji nezadovoljivo. Deloma zadovoljivo je stanje tehnološkega znanja, zelo kritični pa sta dimenziji zmožnosti in širše kompetence KRO, ki sta ključni za učinkovito TI. Rezultati podajajo, da UN TiT in UN izbirnih predmetov tehnike niso zagotavljali stopnje TP, ki je neobhodna za učinkovite ukrepe na trgu dela. Cilj učiteljev TiT je, da učence spodbudijo k tehniškemu razmišljanju ter posledično dvignejo njihovo raven TP, kar je v današnjem času, kot je že omenjeno, nujno potrebno. Za doseg tega cilja je treba zagotoviti proces učenja, ki spodbuja razvoj TP učencev. Raziskave so pokazale, da se na proces TP učencev kaže pozitiven vpliv izbirnih predmetov tehnike, ki je po učinku velik (na skali majhen/zmeren/velik) (Avsec in Jamšek, 2018). Razlogi za velik učinek so med drugim tudi metode in oblike dela, ki so glede na UN pri izbirnih predmetih priporočene. Izdelki, ki jih učenci izdelujejo pri izbirnih predmetih, morajo namreč vsebovati sintezo znanj, ki so jih pridobili pri TiT z znanji drugih naravoslovnih in tudi družboslovnih predmetov. V učne enote so vključeni elementi ekonomike, organizacije dela in planiranja proizvodnje. Pri delu samostojno uporabljajo priročnike in druge vire informacij. Učenci pri delu iščejo lastne rešitve pri konstrukciji predmetov, določanju delovnih postopkov ter organizaciji delovnega mesta in proizvodnega procesa (Učni načrt. Osnovna šola. Tehnika in tehnologija,

2011). Izbirni predmet tehnike, Obdelava gradiv – les, ima pozitiven vpliv in zmeren učinek na TP (Avsec, 2012). Pozitiven vpliv na TP ima tudi čas priprav na obvezni predmet TiT (ki ima velik učinek) ter izbirna predmeta tehnike Obdelava gradiv – les in Robotika v tehniki, oba z zmernim učinkom (Avsec, 2012). Pri omenjenih predmetih TiT so večinoma uporabljene metode projektnega učnega dela, problemskega pouka in izkustvenega učenja, ki so usmerjene v glavno aktivnost snovanja/načrtovanja izdelkov in procesov.

Raziskave kažejo, da lahko odnos do TiT, merjen na faktorjih interesa za poklic in vsebine TiT, poznavanja učinkov tehnologije na okolje in zahtevnosti vsebin TiT (Ankiewicz, 2018; Ardies idr., 2015) bistveno vpliva na razvijanje TP učencev. Avsec in Jamšek (2018) sta pokazala, da se odnos do vsebin TiT lahko razvija tudi s pomočjo zunajšolskih tehniških aktivnostih, kjer se učenci srečujejo z vsakdanjimi tehnološkimi problemi in jih rešujejo po aktivnih poteh učenja z aktivacijo kritičnega razmišljanja (Halpern, 2014). Po dosedanjih modelih razvijanja kritičnega mišljenja je zaznati večjo uspešnost učenk v primerjavi z učenci (Avsec in Jamšek, 2018; Halpern, 2014). Veščine kritičnega razmišljanja predstavljajo poleg ustvarjalnosti in sposobnosti samousmerjenega učenja enega ključnih dejavnikov za razvijanje inovativnosti učencev kot pomembne tehnološke kompetence (Hero idr., 2017).

Razne študije (Avsec in Sajdera, 2019; Gokhale 1995, Hero idr., 2017; Lindfors in Hilmola, 2016) kažejo, da je mogoče sklepati, da sodelovalno učenje spodbuja razvoj kritičnega razmišljanja s pomočjo razprav, razjasnitve in vrednotenja idej drugih. Toda bilo je ugotovljeno, da sta pri pridobivanju stvarnih znanj enako učinkoviti obe metodi pouka (sodelovalno in običajno učenje) (Gokhale, 1995). Za učinkovitejše sodelovalno učenje mora učitelj gledati na poučevanje kot proces razvijanja in krepitve sposobnosti učencev za učenje. Naloga učitelja je, da ne posreduje informacij, ampak da služi kot posrednik za učenje. To vključuje ustvarjanje in upravljanje smiselnih učnih izkušenj in spodbujanje razmišljanja študentov prek realnih problemov (Avsec in Sajdera, 2019; Gokhale, 1995; Hero idr. 2017; Lindfors in Hilmola, 2016). V raziskavi na temo problemskega učenja pri TI Prince (2004) navaja, da učenci, udeleženci problemskega pouka, ne bodo dosegli boljših rezultatov na preizkusih znanja, ampak naj bi se pozitiven učinek odražal v njihovem odnosu do pouka in njihovih učnih navadah, kar se kaže tudi na zaznani vrednosti učinka pouka (Huang idr., 2016). Glede na težko določljiv, splošen element, ki prevladuje pri problemskem pouku, Prince (2004) izpostavi induktivno ali izkustveno učenje. Študije kažejo, da bodo učenci, ki so deležni problemskega pouka, razvili trajnejše znanje (Huang idr, 2016, Prince, 2004) ter okrepljeno kritično razmišljanje in veščine za reševanje problemov (Halpern, 2014), ki sta ključni dimenziji TP. Kelley in Wicklein (2009) v svoji raziskavi trdita, da učitelji tehniških predmetov uporabljajo premalo matematike za pomoč pri optimizaciji in predvidevanju načrtovanih rezultatov. Ta ugotovitev kaže na zanemarjanje faze analize pri procesu načrtovanja in konstruiranja (Kelley in Wicklein, 2009). To je skrb vzbujajoče dejstvo, saj sta med snovanjem in konstruiranjem izdelka glavni fazi analiza in optimizacija (Hailey idr., 2005; Hill, 2006; Gattie in Wicklein, 2007). H. Passow in C. Passow (2017) trdita, da je pri TI potrebno natančno definirati dimenzije poučevanja, kot so znanje, zmožnosti in kompetence. Pri definiranju dimenzij omenjajo tudi revidirano Bloomovo taksonomijo (Guskey, 2010; Krathwohl, 2002), ki je ena ključnih taksonomij pri usvajanju poteka zahtevnejših tehnoloških postopkov in procesov. Ingerman in Collier-Reed (2011) trdita, da sta zmožnost učenca in lastna spodbuda učenca ključnega pomena pri razvoju njihove TP. Pravita tudi, da TI ne bi smelo temeljiti na usvajanju tehnoloških pojmov, poimenovanju sestavnih delov itd., ampak naj bi poudarjalo uporabo tehnologije v vsakodnevnem življenju, kar bi spodbudilo učence k tehniškemu razmišljanju in bi posledično

razvilo zmožnosti učencev ne glede na spol (Virtanen idr., 2015). Zmožnost se nanaša neposredno na potencial za interakcijo s tehnologijo in s tem interakcijo z naravo tehnologije (Collier-Reed, 2008; Ingerman in Collier-Reed, 2011). Podobno meni Levande (2003), ki trdi, da je zmožnost aplikacija/izraba tehnološkega znanja. Zmožnost pomeni pristojnost, da bi se posameznik lahko ukvarjal z različnimi situacijami, kot tudi sposobnost, da posameznik strukturira pomembne in nepomembne vidike razmer v smislu tehnološkega pomena. Zmožnost poveže številne spretnosti in veščine, ki se lahko uporabljajo v posebnih situacijah, in inherentne sposobnosti njihove uporabe (Levande, 2003) v funkciji spodbujanja kritičnega mišljenja in sposobnosti odločanja (Rupnik in Avsec, 2019).

Gospodarstva, ki temeljijo na inovacijah, nujno potrebujejo kompetentne in TP posameznike, ki bodo gonilna sila družbe za trajnostni razvoj in mednarodno konkurenčnost; hkrati bodo naravnani proaktivno do aktualnih vsebin TiT. Artikulirano in napredno TP ter razvijanje odnosa do TiT je potrebno na celi vertikali šolanja/študija. Dokazano je že, da so lahko kurikularno zasnovani predmeti TI, ki vključujejo najnovejša znanstvena spoznanja didaktike in stroke, ključni generator TP (Avsec in Jamšek, 2016). Slovenija iz leta v leto drsi po lestvici konkurenčnosti razpoložljivosti naravoslovno-tehniškega in inženirskega kadra navzdol (WEF, 2019), a kljub temu ni bistvenih sprememb na področju OŠ TI (Avsec in Jamšek, 2018). Nezanimanje za OŠ TI potegne za seboj tudi nezanimanje za srednješolsko TI in posledično tudi za univerzitetno TI, kar je bilo dokazano v raziskavah (Avsec in Jamšek, 2016). Dokazano je, da UN predmeta TiT za slovenske OŠ ne vsebuje vseh meril primerjalnega preverjanja (MPP), ki jih predpisujejo STP za učinkovito razvijanje TP, ki bi kasneje omogočala vzdržen tehniški in inženirski kader v gospodarstvu, kot tudi učinkovite učitelje vsebin TiT (Avsec in Jamšek, 2018).

Iz raziskav (Avsec in Jamšek, 2016; Avsec in Jamšek, 2018) je razvidno, da je raven TP pri nas nizka; zlasti problematični sta dimenziji zmožnosti ter KRO. Številni avtorji (Avsec in Sajdera, 2019; Hero idr., 2017; Kelley in Wicklein, 2009; Lindfors in Hilmola, 2016; Prince, 2004) svetujejo uporabo aktivnih oblik pouka, kjer za področje TI izstopata problemski pouk in projektno učno delo. Razvoj veščin in psihomotoričnih spretnosti znotraj predmetov TI pa zahteva tako čas kot ustrezno artikulacijo, še posebej v fazah utrjevanja in ponavljanja, kot kažejo različne študije (Avsec in Sajdera, 2019; Halpern, 2014; Lindfors in Hilmola, 2016). Za učinkovito razvijanje TP učencev je bilo to do sedaj neustrezno artikulirano. Obstajajo tudi številni modeli razvijanja kritičnega mišljenja na različnih predmetnih področjih (Rupnik Vec, 2017; Stobaugh, 2013); za TI do sedaj še ni jasno artikuliranega modela razvijanja kritičnega mišljenja, saj so veščine višjega miselnega reda le redko vključene v kurikulum vsebin TiT, kar je razvidno iz številnih raziskav (Avsec in Jamšek, 2018; Hero idr. 2017; Učni načrt. Osnovna šola. Tehnika in tehnologija, 2011). Problem je tudi, da so bile naloge za razvijanje TP razvite z namenom poudarka faktografskega in konceptualnega znanja; premalo pozornosti je posvečeno proceduralnemu in metakognitivnemu znanju, ki bi moralo pozitivno vplivati na dvig ravni TP (Halpern, 2014; Stobaugh, 2013).

Za namen izboljšanja stanja TP učencev 8. razreda (starost 13–14 let) slovenskih OŠ je treba razviti nov učni model zvišanja TP, ki bo prilagodil artikulacijo učne enote za obvezno urjenje/ponavljanje s pomočjo nalog in zadolžitev učencev, ki bodo zasnovane in izvedene z upoštevanjem dosedanjih dognanj s področja pozitivnih učinkov na TP. Nov učni model bo treba preizkusiti v praksi in ovrednotiti njegovo učinkovitost.

Namen in cilji

V Sloveniji še ni bilo izdelanega modela za dvig ravni TP s pomočjo spodbujanja veščin višjega miselnega reda za predmetno področje TiT. Osrednji namen doktorskega dela je raziskati, kako in na kakšen način izboljšati TP učencev 8. razreda OŠ.

Pri tem želimo doseči naslednje cilje (C1–C3):

- **C1:** Podati celovit pregled značilnosti OŠ TI.
- **C2:** Pregledati in analizirati stanje TP učencev OŠ.
- **C3:** Razviti in ovrednotiti napredni model za zvišanje TP učencev 8. razreda OŠ.

Skladno z namenom in cilji dela, smo si postavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV1–RV8):

- **RV1:** Kako učitelji pri pouku TiT ponavljajo/utrjujejo učno snov?
- **RV2:** Kakšno raven TP imajo učenci na začetku 8. razreda OŠ in kaj vpliva na njihovo TP?
- **RV3:** Ali bodo učenci, ki bodo pri pouku TiT v 8. razredu izpostavljeni novo razvitemu učnemu modelu, na testu TP dosegli statistično pomembno boljše učne dosežke kot tisti, ki ne bodo izpostavljeni novo razvitemu učnemu modelu, in če da, kakšna je ta razlika?
- **RV4:** Kako implementacija novega učnega modela vpliva na raven TP učencev?
- **RV5:** Ali učenci, ki si izberejo tehniške izbirne predmete, dosegajo statistično višje dosežke TP od učencev, ki ne izberejo tehniških izbirnih predmetov in če da, kje so razlike?
- **RV6:** Ali ima na učinek učnega modela za zvišanje ravni TP spol statistično pomemben vpliv in če da, kakšen?
- **RV7:** Kakšna je zaznana sprememba odnosa učencev do TiT po implementaciji učnega modela?
- **RV8:** Ali obstajajo kakšne korelacije med odnosom učencev do TiT in njihovo ravno TP in če da, kakšne so te korelacije?

Glede na raziskovalna vprašanja in merske inštrumente smo oblikovali naslednje odvisne spremenljivke:

- rezultat na ocenjevalni lestvici zaznanega odnosa do poklicev v TiT,
- rezultat na ocenjevalni lestvici zaznanega interesa za vsebine TiT,
- rezultat na ocenjevalni lestvici zaznanega odpora do vsebin TiT,
- rezultat na ocenjevalni lestvici percepcije primernosti TiT, gledano po spolu,
- rezultat na ocenjevalni lestvici zaznanih posledic TiT,
- rezultat na ocenjevalni lestvici zaznanja težavnosti TiT in
- razlika v odnosu učencev do TiT, merjeno na po-testu in predtestu v celoti in po posameznih kategorijah odnosa.

Navedene spremenljivke smo ovrednotili s točkovanjem odgovorov (Likertova lestvica 1–5).

Pri merjenju TP pa smo določili naslednje odvisne spremenljivke:

- rezultat dosežka TP kot celote,
- rezultat dosežka na posameznih dimenzijah TP (znanje, zmožnosti, KRO) in
- razlika med rezultatom potesta in predtesta tako celotne TP, kot po njenih dimenzijah.

Navedene spremenljivke smo ovrednotili s točkovanjem testnih postavk, kjer je bila vsaka pravilna izbrana ovrednotena z eno točko. Maksimalno število točk je bilo 35 na celotnem testu TP, medtem ko so bile dimenzije z določenim maksimalnim številom točk, kot sledi: znanje (11 točk), zmožnosti (12 točk) in KRO (12 točk).

Poleg tega smo oblikovali še neodvisne spremenljivke:

- spol,
- starost učencev in
- vrsta izbirnega predmeta vsebin TiT.

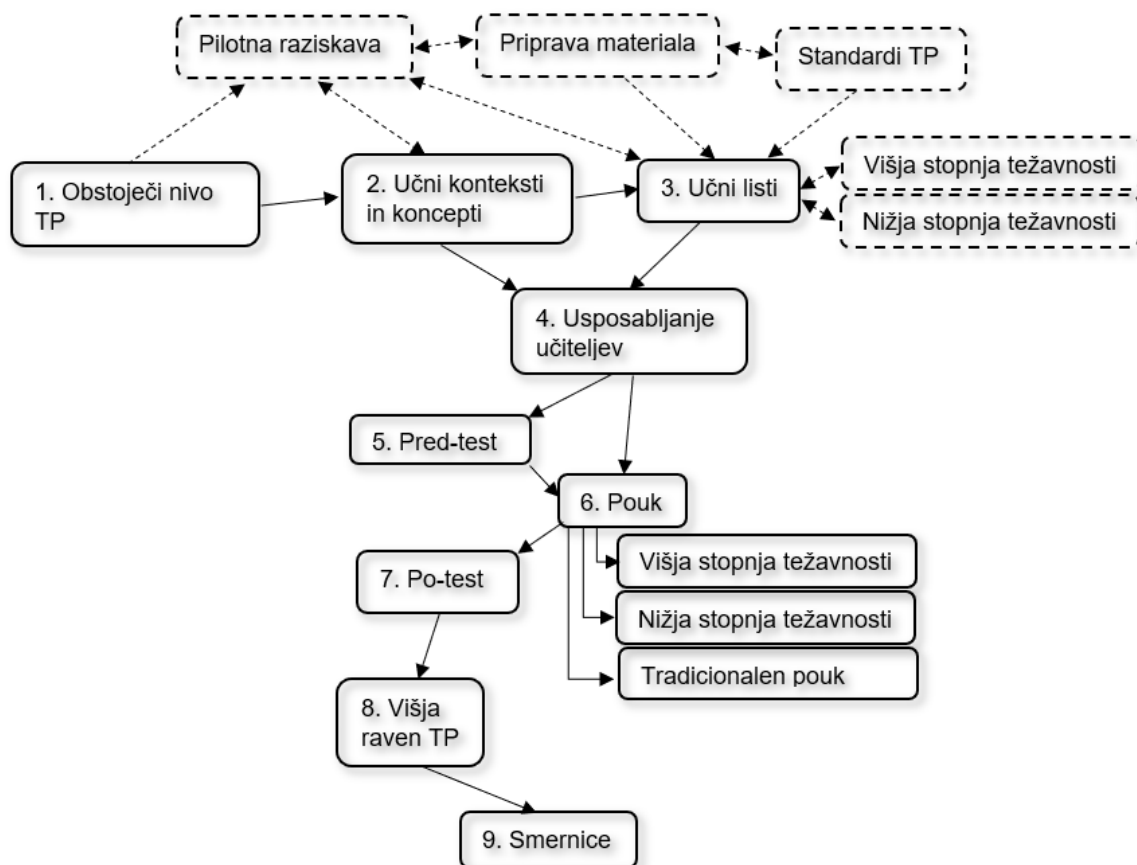
Kot kovariable v raziskavi so nam služili še demografski podatki, kot so: domače okolje (delavnice, tehniške zbirke ...), faktor staršev in sorojencev (izobrazba, poklic ...), zunajšolske interesne dejavnosti (modelarski krožek, tekmovanja ...).

Metoda

V raziskavi je bila kot osrednja metoda uporabljena kavzalno-kvaziekperimentalna metoda pedagoškega raziskovanja (Cohen idr., 2003; Cohen idr., 2007). Uporabljen je bil kvantitativni pristop raziskovanja. Izvedli smo tudi empirično raziskavo med učitelji, kjer je bila uporabljena metoda anket in vprašalnikov. Glavni del raziskave je bil izpeljan v obliki pedagoškega kvaziekperimenta z dvema nivojsko diferenciranima eksperimentalnima skupinama in eno referenčno skupino. V prvi eksperimentalni skupini se je pouk izvajal po novo razvitem didaktičnem modelu na nižjih težavnostnih stopnjah, medtem ko je bila druga eksperimentalna skupina deležna pouka na višjih težavnostnih stopnjah, določenih z novim modelom. Kontrolna skupina učencev pa je bila deležna tradicionalnega/klasičnega pouka vsebin TiT. Učni dosežki v vseh skupinah so bili ovrednoteni na enak način. Etični vidiki v raziskavi so bili ustrezno zagotovljeni.

Raziskava je vključevala več faz (Slika 1), in sicer seznanjanje z obstoječo ravno TP, iskanje učnih kontekstov in konceptov, ki spodbujajo dvig ravni TP; medtem je bilo smiselno izpeljati pilotno raziskavo. Pilotna raziskava nam je pomagala, da smo ob upoštevanju STP pripravili učne liste. Sledili so timski in individualni sestanki s sodelujočimi učitelji. Pred začetkom raziskave smo opravili predtest; nato se je pouk izvajal v treh oblikah, in sicer tradicionalna oblika pouka, ki je vključevala ponavljanje/utrjevanje/obravnava na način, ki ga učitelji običajno uporabljajo; v prvem nivoju se je to izvajalo s pomočjo pripravljenega učnega modela, sestavljenega iz nalog z nižjo stopnjo težavnosti posamezne taksonomske stopnje, drugi nivo pa je za razliko od prvega sestavljen iz nalog z višjo stopnjo težavnosti posamezne taksonomske stopnje. Ob koncu raziskave (pouka) je sledil še potest, ki je pokazal višjo raven pri učencih, ki so bili deležni 1. in 2. nivoja. Na koncu so sledile smernice za dvig ravni TP.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 1: Shema raziskave, kjer pomeni: polna puščica – pot razvoja modela, črtkana puščica in obroba – vzporedno delo, črtkana obojestranska puščica pa obojestranska pot vzporednega dela.

Raziskava je bila izvedena v petih OŠ v različno velikih občinah v različnih mestnih in podeželskih območjih v Sloveniji. Te šole so bile izbrane kot povprečni obseg šol, ki so bile na voljo v poročilu Državnega izpitnega centra v Ljubljani (Državni izpitni center, 2017). Učenci so bili zbrani iz petih OŠ v občinah različnih velikosti v različnih delih Slovenije tako iz mestnih kot podeželskih delov (Preglednica 1). Z dovoljenjem staršev in pomočjo učiteljev, ki so se strinjali, da njihovi učenci sodelujejo v raziskavi, so bili razdeljeni testi in svinčniki. Glede na zasnovano raziskavo je bil vzorec razdeljen na tri glavne skupine, kjer je bil eksperiment izveden v dveh skupinah: (1) 1. nivo (65 učencev; 30 učenek, 35 učencev) in (2) 2. nivo (94 učencev; 46 učenek, 48 učencev), medtem ko je bila kontrolna skupina ena (83 učencev; 46 učenek, 37 učencev). Porazdelitev po spolu je bila skoraj enakomerna (122 ženskega spola, 50,4 %; 120 moškega spola, 49,6 %). Na začetku raziskave so bili učenci, stari med 12 in 13 let, na koncu raziskave pa med 13 in 14 let.

Preglednica 1: Delež učencev glede na izbrane šole

Šola	Naslov	Delež učencev 1/ %
OŠ Sostro	C. II. grupe odredov 47, Lj.– Dobrunje	21,5
OŠ Davorina Jenka	Krvavška cesta 4, 4207 Cerklje na Gorenjskem	24,0
OŠ Poljane nad Škofjo Loko	Poljane nad Škofjo Loko 100, 4223 Poljane nad Škofjo Loko	13,2
OŠ Ivana Tavčarja Gorenja vas	Trata 40, 4224 Gorenja vas	25,6
OŠ Ketteja in Murna	Koširjeva ulica 2, 1000 Ljubljana	15,7
Skupaj		100

Glede na večplastno naravo TiT je bila predlagana celostna meritev (Avsec in Jamšek, 2016; Avsec in Jamšek, 2018; Cohen idr., 2003; Cohen idr., 2007; Gu idr., 2019; Kelley in Wicklein 2009; Rohaan idr., 2010). Uporabljena je bila nedavno razvita metoda merjenja tehnološke pismenosti (MMTP) (Avsec in Jamšek, 2018), ki je večdimenzionalne narave in se lahko uporablja v celoti ali z izbranimi dimenzijami. MMTP vključuje tri glavne dimenzije TP – znanje, zmožnosti in KRO. Osredotoča se na STP, ki ga je izdala ITEEA (2007). STP v večji meri omogočajo interdisciplinarnost v izobraževalnih okoljih (Rossouw idr., 2011).

MMTP je bil uporabljen za določanje vpliva pouka TiT, ki smo ga izmerili s testom TP, za oceno učnih uspehov učencev. Psihometrične značilnosti MMTP so dobro dokumentirane (Avsec in Jamšek, 2016; Avsec in Jamšek, 2018; Gu idr., 2019). Test TP je sestavljen iz 35 nalog izbirnega tipa, naključno ustvarjenih iz nabora 258 nalog. Naključno generiranje testnih postavk je bilo omejeno z zahtevo po enakomerni porazdelitvi vseh dimenzij TP (znanje, zmožnosti ter KRO). Test je bil razdeljen na tri podkategorije glede na vsebino (eksplicitno in implicitno) dimenzij TP. Instrument je sestavljen iz 11 preskusnih postavk, ki se nanašajo na dimenzijo znanja, 12 elementov za dimenzijo zmožnosti in 12 elementov za dimenzijo KRO TP. Učenci so izbirali med: a) štirimi odgovori za preskuse znanja, b) petimi odgovori za preskus zmožnosti in c) petimi odgovori ali kombinaciji odgovorov za preskus KRO. Za KRO so nekatere naloge merile sposobnost razmišljanja učencev in dobili so pet utemeljitev, med katerimi lahko izbirajo (dvtirni elementi). Metodo za izdelavo testa TP opisujeta Avsec in Jamšek (2016). Postavke testa večkratne izbire so sestavljene iz stebra in možnih odgovorov, kjer je bila uporabljena metoda najboljšega odgovora z dihonomnim točkovanjem alternativ (0 – moteči dejavnik ali 1 – najboljši odgovor ali najboljša kombinacija odgovorov). Uspešnost učencev na MMTP je bila uporabljena tako za določanje ravni TP kot tudi za pomoč pri njihovi razvrstitvi v stopnje kognitivnega razvoja na podlagi Piagetovih kriterijev (Lutz in Huitt, 2004). Na testu je možno doseči 35 točk.

Za raziskovanje odnosa učencev do TiT je bil uporabljen rekonstruirani test s 25 postavkami učenca do odnosa do TiT (PATT) (Ardies idr., 2015). Vprašalnik z naslovom Tehnika in jaz je sestavljen iz dveh skupin vprašanj. Prvi del se je osredotočil na demografske podatke učenca (spol, povprečna ocena, UN, prisotnost tehnoloških igrac in kompletov doma, izobrazba in poklic staršev), ki so nam služile kot kovariable. Drugi del je bila prenovljena raziskava PATT (Ardies idr., 2015). Za oceno je bila uporabljena 5-stopenjska Likertova lestvica (od 1 (zelo malo verjetno) do 5 (zelo verjetno)), ki meri šest konstruktov odnosa do TiT.

Učenci so sodelovali v raziskavi v času rednega pouka. Posameznikova ali skupinska administracija, testiranje z raziskavo Tehnika in jaz traja 10–15 minut in je bila najprej uporabljena, nato pa test TP, ki traja 30–35 minut. Predtest je bil izveden pred izvajanjem modela, potest pa je bil izveden po zaključku zadnje izobraževalne intervencije v eksperimentalni in kontrolni skupini v 35. tednu. Za predtestiranje je bila skupno uporabljena ena šolska ura; enako je bilo tudi pri potestu, kjer sta bila uporabljena oba instrumenta. Visoko stopnjo odziva smo dosegli z neposredno prisotnostjo učitelja, raziskovalca in testa TP. Velika večina ($n = 242$, 93,4 %) vpisanih učencev je obe anketi izpolnila obakrat (manjkajoče vrednosti $n_m = 16$, 6,6%).

Heterogena narava TP, ki vsebuje različne vidike na različnih ravneh, povzroča težave pri primerjanju TP med dimenzijami in temami TP. Na primer, TP, potrebna za obvladovanje naloge načrtovanja ali reševanja problemov v okviru tehnološkega izobraževanja, se razlikuje od TP, potrebne za obvladovanje naloge v okviru dejavnosti KRO. Naloge v dejavnosti

oblikovanja tehnološkega izobraževanja so običajno odprte narave, pri čemer je treba zagotoviti bolj produktivno učenje, medtem ko so naloge v dejavnosti KRO namenjene odkrivanju in upoštevanju uveljavljenih zakonov in pravil matematike in fizike, ki se uporabljajo s sposobnostjo tehnološkega predvidevanja. Poleg tega razvoj sposobnosti reševanja problemov zahteva vključitev heuristike, medtem ko je pri KRO potrebna količina abstraktne konceptualizacije za pripravo končnega modela (Avsec in Zakrzewska, 2017). Dimenzija znanja TP se izkorišča kot del reproduktivnega učenja, vendar prispeva tudi k razvoju dimenzije zmožnosti in KRO (Avsec in Jamšek, 2018).

V več raziskavah sodelujoče konstrukte preučujejo ločeno, ne da bi upoštevali zelo zapleteno situacijo, ki nastane ob medsebojnem delovanju. Pri raziskavah TP je pomembno, da ocenimo kombinirane učinke spremenljivk, ki jih argumentirajo (Avsec in Jamšek, 2016; Gu idr., 2019; Rohaan idr., 2010) in tudi pri raziskavah odnosa (Ardies idr., 2015). Zato je za pravilno interpretacijo učinkov bistvenega pomena multivariatna zasnova, pri kateri so simultano modelirani vsi podfaktorji (Ardies idr., 2015). Uporabili bomo multivariatno analizo, v kateri so v model vključene vse odvisne spremenljivke (Cohen idr., 2003; Cohen idr., 2007).

Analiza podatkov je bila izvedena s pomočjo programske opreme SPSS (v.25). Opravljene so bile opisne analize, ki so učencu predstavile osnovne informacije in povprečni rezultat odvisnih spremenljivk. Za primerjavo rezultatov predtesta in potesta je bil uporabljen dvosmerni ANOVA s ponavljajočimi se meritvami, ki so grafično predstavljeni za namen pregledne statistike. Da bi ugotovili, ali je učni model vplival na odnos učencev do TiT, je bila izvedena multivariatna analiza variance (MANOVA) na petih lestvicah stališč in konceptni lestvici (Huberty in Olejnik, 2006). MANOVA je bila uporabljena tudi za določanje razlik v TP in odnosu do TiT po spolu med učnimi pristopi z velikostjo učinka, izračunano z delnim eta kvadratom (η^2).

Rezultati

Poglavje rezultati obravnava rezultate presečne raziskave odnosa do TiT in TP v 6. in 8. razredu OŠ, ter rezultate raziskave uspešnosti modelov z interpretacijo.

Presečna raziskava odnosa do TiT in TP v 6. in 8. razredu

Namen presečne raziskave je bil ugotoviti stanje TP na začetku pouka TiT, v 6. razredu in ob zaključku pouka rednih vsebin TiT v 8. razredu OŠ. Odnos do TiT je lahko odločilnega pomena pri razvoju TP, zato smo preverili tudi stanje odnosa učencev v 6. in 8. razredu. Še več: poskušali smo ugotoviti tudi možno napovedno vrednost odnosa do TiT za doseganje ravni znanja, zmožnosti in KRO kot dimenzij TP.

Prvi cilj je bil opisati odnos med dvema skupinama učencev, kjer je bila uporabljena različna stopnja UN TI (6. razred proti 8. razredu). Preglednica 2 prikazuje povprečne ocene TP in njene dimenzije kot podkategorije, kjer je M – srednja vrednost, SD – standardni odklon in n – število učencev.

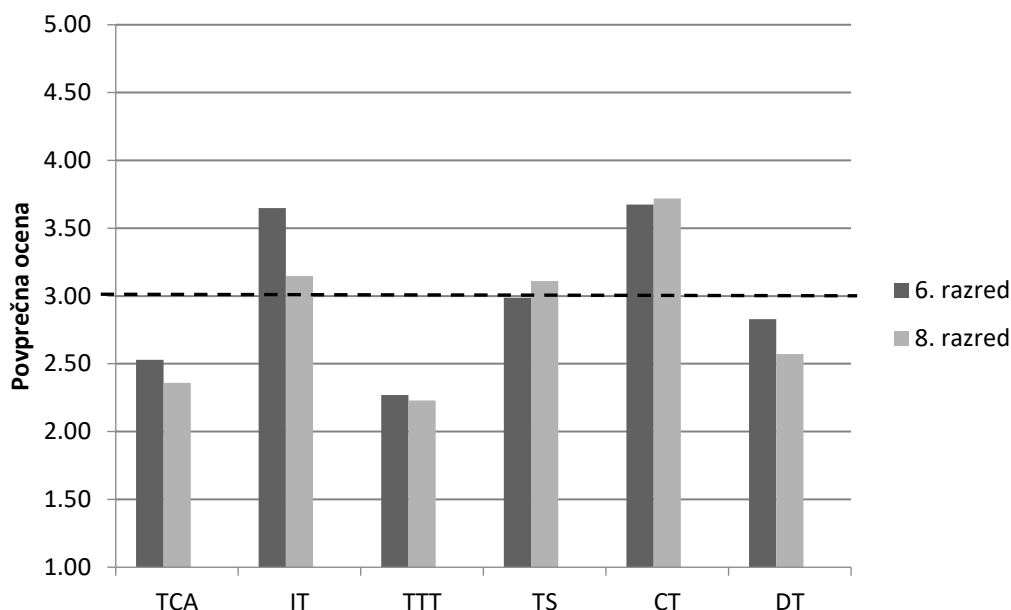
Razvijanje veščin 21. stoletja

Preglednica 2: Povprečne ocene TP in njene dimenzije kot podkategorije.

TP	Razred	Spol	<i>M</i> (%)	<i>SD</i> (%)	<i>n</i>
TP skupna	6.	Fantje	29,60	9,92	47
		Dekleta	30,91	9,98	39
	Skupaj	30,19	9,91	86	
	8.	Fantje	36,01	11,12	45
		Dekleta	32,07	9,03	49
Skupaj	33,95	10,26	94		
Znanje	6.	Fantje	44,68	17,76	47
		Dekleta	52,44	14,34	39
	Skupaj	48,20	16,67	86	
	8.	Fantje	54,14	17,95	45
		Dekleta	51,02	18,02	49
Skupaj	52,51	17,99	94		
Zmožnosti	6.	Fantje	25,17	10,87	47
		Dekleta	22,43	10,12	39
	Skupaj	23,93	10,54	86	
	8.	Fantje	28,70	11,02	45
		Dekleta	24,48	10,24	49
Skupaj	26,50	10,91	94		
KRO	6.	Fantje	20,21	10,12	47
		Dekleta	19,65	8,94	39
	Skupaj	19,96	9,23	86	
	8.	Fantje	26,67	9,01	45
		Dekleta	22,27	8,42	49
Skupaj	24,37	8,73	94		

Glede na povprečno oceno učencev je bila ugotovljena pomembna razlika ($p = 0,013 < 0,05$) pri skupnem TP in KRO ($p = 0,021$), oba z majhno do zmerno velikostjo učinka, izmerjena z eta kvadratom (0,035, 0,03). Predstavljamo rezultate, da so učenci 8. razreda dosegli boljše rezultate kot učenci šestega razreda v TP ($M = 33,95$ %, $SD = 10,26$ %; $M = 30,19$ %, $SD = 9,91$ %). Pomembna razlika ($p = 0,021 < 0,05$) je bila ugotovljena pri dimenziji KRO, kjer so učenci 8. razreda na testu KRO dosegli višje rezultate kot učenci 6. razreda ($M = 24,37$ %, $SD = 8,73$; $19,96$ %, $8,94$).

Po spolu nismo ugotovili nobenih pomembnih ($p > 0,05$) razlik v uspešnosti dimenzij TP, zmožnosti in KRO, medtem ko smo pri dimenziji znanje ugotovili pomembno razliko ($p = 0,036 < 0,05$) v 6. razredu, kjer so učenke dosegle boljše rezultate kot učenci ($M = 52,44$ %, $SD = 14,34$; $M = 44,68$ %, $SD = 17,76$).



Slika 2: Povprečne ocene učencev na podkategorijah raziskave "Tehnika in jaz" s sredino 3, kjer je TCA – težnje po tehnološki karieri, IT – zanimanje za tehnologijo, TTT – dolgočasnost do tehnologije, TS – tehnologija med spoloma – razlike, CT – posledice tehnologije in DT – težavnost tehnologije.

Drugi cilj je bil opisati odnos učencev do TiT, razvrščenih v šest podkategorij. Slika 2 kaže, da dojemanje učencev do TiT glede na sredino 3 ni tako pozitivno. Zdi se, da se učenci zavedajo posledic TiT na družbo in imajo pozitivno mnenje o pomembnosti pouka TiT v rednem UN. Učenci so bili še vedno prepričani, da so za TiT naloge ali poklice sposobnejši od učenk. Presenetljivo je, da učenci ne ocenjujejo TiT kot težavno, saj ne presega sredine 3. Mogoče izraz "TiT" med učenci ni dovolj predstavljen in pridobljen v smislu zapletenosti tehnoloških področij in kategorij (ITEEA, 2007; ITEEA, 2020).

Presenetljivo se zdi, da je odnos učencev 6. razreda do zanimanja za TiT višji kot pri učencih 8. razreda. Zdi se, da je to povezano z motivacijo učencev in zaznanim zadovoljstvom s TI, kar je bilo zabeleženo tudi v nekaterih prejšnjih raziskavah (Avsec in Jamšek 2016; Avsec in Jamšek 2018).

Z uporabo MANCOVA smo izvedli večkratno regresijsko analizo z več odvisnimi spremenljivkami, da bi ugotovili, v kolikšni meri lahko neodvisne spremenljivke napovedujejo učenčevu TP in njene dimenzije. Rezultati so pokazali, da kombinacija neodvisnih spremenljivk pomembno napoveduje učenčevu TP ($F(6,173) = 19,21, p < 0,001$). Približno 40 % variance v učenčevi TP je bila posledica napovedovalnih spremenljivk. Prišli smo do rezultatov, da neodvisne spremenljivke pomembno ($p < 0,05$) napovedujejo vse dimenzije TP, in sicer znanje ($F(6,173) = 9,44, p < 0,001$) s 25 % pojasnjena varianco, zmožnosti ($F(6,173) = 12,19, p < 0,001$) s 30 % pojasnjene variance in KRO ($F(6,173) = 4,48, p < 0,001$) s 13 % pojasnjene variance. Pojasnjene variance so bile izračunane z uporabo R^2 iz modela poti, kjer je $R^2 = 0,02$ – majhen vpliv, $R^2 = 0,13$ – srednja vrednost učinka in $R^2 = 0,26$ predstavlja velik vpliv (Avsec in Jamšek, 2018).

Raziskovali smo odnos učencev do TiT, ki prispeva k višjim ravnom v TP. Opravljena je bila večkratna regresijska analiza s postavkami pričakovanj/zaznanih pomembnosti učencev kot neodvisnimi spremenljivkami in TP ter njenimi dimenzijami kot spremenljivkami dosežkov kot

odvisnimi spremenljivkami. Utež β imenujemo tudi regresijski nagib in zavzema vrednosti $-1 \leq \beta \leq 1$ in prikazuje korelacijo med odvisno in neodvisno spremenljivko ob predpostavki, da smo izločili vplive preostalih neodvisnih spremenljivk. Regresijski nagib pove, za koliko se bo povečala napovedana vrednost kriterija oziroma odvisne spremenljivke, če se vrednost prediktorja oziroma neodvisne spremenljivke poveča za eno enoto, pod pogojem da se vrednosti preostalih neodvisnih spremenljivk ne spremenijo. Povzetek večkratnih regresijskih analiz je prikazan v Preglednici 3 ($n = 180$). Vse poročane standardizirane regresijske uteži se bistveno razlikujejo od nič ($p < 0,01$), kjer je B – nestandardni koeficient in SE_B – standardna napaka B .

Preglednica 3: Povzetek večkratne regresijske analize za TP in njegove dimenzije na odnos učencev do TiT.

Pomembnost konstrukta odnosa do TiT:	Uspešnost v TP in njene dimenzije:											
	TP			Znanje			Zmožnosti			KRO		
	B	SE_B	β	B	SE_B	β	B	SE_B	β	B	SE_B	β
Težnje po tehnološki karieri	-1,28	0,64	-0,14							-1,92	0,99	-0,16
Zanimanje za tehnologijo	2,81	0,77	0,27	4,03	1,47	0,23	4,28	1,21	0,29			
Dolgočasnost do tehnologije	-3,72	0,66	-0,38	-3,16	1,28	-0,19	-4,55	1,04	-0,32	-3,42	1,03	-0,27
Tehnologija med spoloma – razlike							1,67	0,74	0,15			
Posledice tehnologije	2,54	0,71	0,24	4,61	1,36	0,25				3,09	1,10	0,22
Težavnost tehnologije	-1,67	0,72	-0,14				-4,48	1,13	-0,27			

Odnos učencev do poklicne poti na tehniških in inženirskih delovnih mestih ($p < 0,001$) napoveduje TP in njeno dimenzijo KRO. Kot vidimo iz Preglednice 3, učenci, ki si želijo prihodnjo kariero v tehniškem in inženirskem izobraževanju in na delovnih mestih, kognitivno niso tako sposobni in manj napredujejo v TP. Zdi se, da je zanimanje za TiT pomemben napovednik TP dimenzij znanje in zmožnosti. Ti učenci so TiT dojemali zelo pozitivno, vendar nimajo motivacije za poklicno kariero v TiT in inženiringu. Ti učenci zahtevajo tudi več učnih ur s področja TiT v izobraževanju, vseeno pa se ob upoštevanju tega dejstva večina teh učencev odloči za nadaljevanje šolanja v splošni srednji šoli, kjer TiT še ne obstaja. Posledično na tehniških fakultetah že na začetku primanjkuje dobrih in sposobnih študentov.

Zdi se, da je dolgočasje s TiT odločilni negativni napovednik TP in vseh njenih dimenzij. Kaže na dinamiko kurikuluma, kjer imata ključno vlogo avtor UN in učitelj TiT. Predmet TiT mora biti vsebinsko in didaktično prilagojen vsem novostim in tehnološkim spremembam, da bo učencem zagotovil dodatno motivacijo. Tako smo podkrepili že opravljeno raziskavo (Ankiewicz, 2018).

Presenetljivo je, da prepričanja o premoči učencev nad učenkami v nalogah TiT še vedno izboljšujejo njihove sposobnosti. Ti učenci so napredovali le v zmožnostih, medtem ko so bile prejšnje izkušnje z različnimi tehnologijami v pomoč pri reševanju tehnoloških problemov.

Zaznavanje učencev o posledicah TiT je pomemben ($p < 0,001$) napovednik TP. Ti učenci so napredovali v TP, znanje in KRO, medtem ko sposobnost reševanja problemov in dimenzija zmožnosti še nista kazala izrazitega napredka.

Zaznavanje težavnosti TiT je povzročilo težave pri pridobivanju TP in zmožnosti, kjer je obseg učenja/usposabljanja usmerjen v aktivno učenje konstruktivističnega pristopa, izkušnje, metode poskusov in napak, obdelovalnih postopkov in obdelavo materialov, obrnjeni inženiring, praktično delo ob popraviljanju/izboljševanju ter raziskovanju raznih tehniških izdelkov.

Rezultati pilotne raziskave kažejo na smiselnost implementacije novih modelov za dvig ravni TP v 8. razredu, kjer je nivo KRO statistično pomembno višji kot v 6. in bi lahko omogočil zelene učinke pouka TiT po uvedbi novih modelov.

TP kot glavni učni izid TiT je neobčutljiv glede spola, kar bomo upoštevali tudi pri aktivnem pouku novih modelov. Učenke znajo celo prevladati pri znanju in KRO, kjer je potrebno vključiti tudi znanje in veščine nekaterih drugih predmetnih področij.

Rezultati raziskave uspešnosti modelov z interpretacijo

Izobraževanje staršev razkriva, da ima približno dve tretjini staršev neterciarno izobrazbo (ISCED < 5). Večina učencev, 52,1 %, je navedla, da ima očetov poklic "veliko" ali "zelo veliko" opravka s TiT. Le 12,8 % jih je menilo, da očetov poklic nima ničesar skupnega s TiT. V nasprotju s tem je 14,1 % učencev menilo, da poklic matere vključuje TiT, medtem ko jih je 66,5 % menilo, da ima poklic matere s TiT "malo" ali "nič". Večina učencev, 80,6 %, je imela doma kakšno tehniško igraro/komplet, kot so lego, fischertechnik ali automat. Le 29,8 % učencev uporablja napredno uporabo računalnikov, polovica učencev pa je navedla, da v njihovem domu obstaja tehniška delavnica.

Le 28,9 % učencev je pričakovalo, da bo izbralo tehniški poklic, medtem ko je odstotek učencev, ki sodelujejo v zunajšolskih TiT dejavnostih, še manjši (16,9 %). Velika večina učencev, 81,3 %, je porabila do 2 uri na teden za pripravo na predmet TiT. Približno tretjina učencev je opravljala vsaj en izbirni predmet TI, ki ga ponujajo od 7. do 9. razreda.

Glede na razširjenost TiT v učenčevem okolju lahko dejstvo, da le 28,9 % učencev pričakuje, da bo imelo tehniški poklic, nakazuje, da učenci v resnici ne razumejo prisotnosti TiT v večini poklicih.

Da bi ugotovili razlike v odnosu učencev do TiT, je bila povprečna razlika izračunana kot razlika povprečne ocene na lestvici po- in predtesta. Nadaljnja opisna analiza je pokazala, da test homogenosti variance ni pomemben, kar pomeni, da je vzorec pokazal značilnosti normalnosti, potrebne za analizo pod predpostavkami splošnega linearnega modela. Levenov test enakosti varianc ni dosegel nobene statistične pomembnosti, $p > 0,05$, za vse kategorije odnosa učencev do tehnologije. Velja tako za izračune, ki temeljijo na povprečni oceni in mediani. Levenov test je potrdil, da vzorec raziskave ni kršil predpostavke o normalnosti, kar je potrdilo, da se vzorec običajno razporedi.

Da bi ugotovili, ali je učni model vplival na odnos učencev do TiT, je bil na šestih lestvicah stališč izpeljan program MANOVA. Statistično pomembne razlike ($p < 0,05$) so se pojavile na naslednjih podkategorijah: (a) tehnološke karijerne težnje ($F = 3,441$, $p = 0,034$,

delna $\eta^2 = 0,031$) in (b) zaznane tehnološke težave ($F = 3,823$, $p = 0,023$, delno $\eta^2 = 0,034$). Post-hoc test ANOVA in Scheffe sta bila uporabljena za ugotavljanje razlik med učnimi pristopi.

ANOVA o kategoriji tehnoloških kariernih teženj je pokazala, da se tradicionalni pristop bistveno razlikuje od interdisciplinarnega pristopa na nivoju 2 na sredstvih po testiranju ($p = 0,04 < 0,05$). Povprečna ocena za tradicionalni pristop je bila najbolj pozitivna. Zdi se, da so učenci tradicionalno poučevanje predmetov oblikovanja in tehnologije zaznali predvsem v povezavi s tehničnimi poklici. Medtem ko so odnosi učencev na splošno postali manj naklonjeni TiT, se je v petintridesetih učnih urah največ spremenil v interdisciplinarnem programu 2. nivoja.

Za kategorijo težavnosti TiT se je izobraževalni model na nivoju 2 spet bistveno razlikoval od tradicionalnega pouka pri povprečnih ocenah po testu. Učenci v interdisciplinarnem pristopu so po intervenciji ocenili pouk vsebin TiT manj težaven kot pred intervencijo ($p < 0,05$), medtem ko so pri tradicionalnem pouku te spremembe neznatne oz. ničelne ($p > 0,05$). Ta razlika je lahko povezana z interdisciplinarno vključenimi temami, ki se preučujejo v modelu 2. nivoja. Presenetljivo pa se pojavi statistično pomembna razlika v odporu učencev do TiT ($p = 0,022$), in sicer pri modelu na 2. nivoju, kjer so vsebine višjega kognitivnega nivoja. To lahko interpretiramo z dejstvom, da učenci do sedaj niso bili deležni pouka na nivojih višje od 3. Bloomove ravni in si verjetno še ne znajo razložiti pomena obravnave snovi na višjih taksonomskih stopnjah ter so verjetno pričakovali večjo pomoč od učitelja. Vse povprečne ocene kategorije predtesta in potesta, izražene kot povprečni rezultati, so predstavljene v Preglednici 4.

Preglednica 4: Povprečne ocene kategorije pred-testa in po-testa, izražene kot povprečni rezultati, kjer pomeni TCA – težnje po tehnološki karieri, IT – zanimanje za tehnologijo, TTT – dolgočasnost do tehnologije, TS – tehnologija med spoloma – razlike, CT – posledice tehnologije in DT – težavnost tehnologije.

Podkategorije Tehnika in jaz	Izobraževalni pristop								
	Tradicionalno ($n = 83$)			Nivo 1 ($n = 65$)			Nivo 2 ($n = 94$)		
	Pred- test M	Po- test M	p vrednost	Pred- test M	Po- test M	p vrednost	Pred- test M	Po- test M	p vrednost
TCA	2,12	2,31	0,073	2,69	2,61	0,511	2,56	2,41	0,072
IT	2,99	2,98	0,966	3,26	3,24	0,866	3,09	2,95	0,084
TTT	2,09	2,10	0,978	2,04	2,03	0,998	2,14	2,35	0,022
TB	3,05	2,81	0,09	2,87	2,66	0,228	3,47	3,31	0,206
CT	3,70	3,64	0,506	3,92	3,94	0,915	3,81	3,74	0,361
DT	2,76	2,75	0,553	2,77	2,46	0,009	2,64	2,33	0,006

Podatki pred in po eksperimentu vsakega od treh učnih pristopov so bili analizirani, da bi ugotovili spremembe znotraj programov v petintridesetih tednih izobraževanja. T-testi so bili izvedeni na vseh podkategorijah Tehnika in jaz. Ta analiza pred eksperimentom ni pokazala nobenih pomembnih razlik v kategoriji TCA, IT, TB in CT pri nobenem od pristopov poučevanja. Dve kategoriji na interdisciplinarnem nivoju 2 sta pokazali pomembne spremembe. Sprememba TTT je bila v negativni smeri, kar pomeni, da so učenci po eksperimentu zaznali bolj dolgočasno s TiT, kot jo poznajo (velikost učinka $\eta^2 = 0,55$). Velikost učinka η^2 lahko privzamemo kot majhen učinek ($0,01 \leq \eta^2 < 0,06$), srednji učinek ($0,06 \leq \eta^2 < 0,14$) in velik učinek ($0,14 \leq \eta^2$) (Cohen idr., 2003). Ta pristop je pokazal tudi pomembno pozitivno spremembo v TiT v nivoju 2 (velikost učinka $\eta^2 = 0,80$). Učenci so verjeli, da je s TiT na začetku

programa težje delati kot ob koncu petintridesetih tednov. Pri nobeni od podkategoriji tradicionalnega pristopa ni bilo statistično pomembnih sprememb. Čeprav je v obdobju uporabe učnega modela, kjer je bil uporabljen interdisciplinarni nivo 1 (velikost učinka $\eta^2 = 0,102$), v stališčih učencev glede težavnosti podkategorij TiT prišlo do nekaterih sprememb. Medtem ko imajo učenci v tej skupini naloge na nizki ravni, kjer je TiT vpeta na različne načine in v resnične vsebine, zaznavanje vsebin TiT ni tako težko.

V zbranem vzorcu je bilo 122 učenek in 120 učencev. Povprečne razlike med po- in predtestom so bile izračunane za vsako dimenzijo. Test MANOVA ni pokazal pomembnih razlik med učenci in učenkami ob upoštevanju vsakega izmed učnih pristopov. Toda v izbranem pristopu so se pojavile pomembne razlike na dveh dimenzijah, kot je navedeno v Preglednici 5. Rezultati MANOVA kažejo, da učenke menijo, da TiT ni tako integrirana z drugimi disciplinami, kot to menijo učenci, kar podpirajo učenke, ki se po vpeljavi novega učnega modela (nivo 2) bolj negativno odzivajo na zanimanje za TiT. Po vpeljavi modela nivo 1 so se učenke odzvale z nižjim zavedanjem posledic TiT kakor učenci.

Preglednica 5: Povprečne razlike med po- in predtestom, izračunane za vsako dimenzijo, kjer pomeni TCA – težnje po tehnološki karieri, IT – zanimanje za tehnologijo, TTT – dolgočasnost do tehnologije, TS – tehnologija med spoloma – razlike, CT – posledice tehnologije in DT – težavnost tehnologije.

Podkategorije Tehnika in jaz	Izobraževalni pristop								
	Tradicionalno (n = 83)			Nivo 1 (n = 65)			Nivo 2 (n = 94)		
	Dekleta n = 46	Fantje n = 37	p vred.	Dekleta n = 30	Fantje n = 35	p vred.	Dekleta n = 46	Fantje n = 48	p vred.
TCA	0,12	0,28	0,457	0,03	-0,17	0,385	-0,26	-0,06	0,282
IT	-0,01	0,00	0,970	-0,18	0,12	0,110	-0,28	0,09	0,049
TTT	0,08	-0,09	0,453	0,16	-0,14	0,259	0,29	0,16	0,525
TB	-0,19	-0,33	0,621	-0,1	-0,29	0,577	-0,23	-0,11	0,575
CT	-0,07	-0,05	0,919	-0,21	0,20	0,047	-0,11	-0,04	0,682
DT	-0,03	-0,16	0,556	-0,32	-0,26	0,755	-0,35	-0,25	0,623

Za ugotavljanje razlik v odzivih, ki jih je mogoče pripisati spolu, je bil uporabljen test MANOVA kombiniranih podatkov predtesta in potesta za vse kategorije. Ugotovljene so bile statistično pomembne razlike v zvezi s štirimi podkategorijami: težnja k tehnološki karieri, zanimanjem za TiT, dolgočasjem s TiT in prepričanji o razlikah med spoloma. Rezultati so prikazani v Preglednici 6.

Preglednica 6: Ugotavljanje razlik v odzivih, ki jih je mogoče pripisati spolu, kjer pomeni TCA – težnje po tehnološki karieri, IT – zanimanje za tehnologijo, TTT – dolgočasnost do tehnologije, TS – tehnologija med spoloma – razlike, CT – posledice tehnologije in DT – težavnost tehnologije.

Podkategorije Tehnika in jaz	Dekleta (n = 122)		Fantje (n = 120)		p vrednost	Velikost učinka η^2
	M [I]	SD [I]	M [I]	SD [I]		
TCA	2,01	0,72	2,88	0,95	< 0,001	0,21
IT	2,76	0,67	3,38	0,73	< 0,001	0,16
TTT	2,36	0,80	1,91	0,67	< 0,001	0,09
TS	2,62	1,21	3,51	0,98	< 0,001	0,15
CT	3,75	0,67	3,83	0,71	0,412	0,00
DT	2,46	0,68	2,50	0,67	0,627	0,00

Ta test je razkril, da učenke in učenci TiT dojemajo drugače. Učenke dojemajo TiT kot kontekst tako za učence kot za učenke bolj kot učenci, medtem ko ima več učencev namen opravljati tehniški poklic; bolj jih zanima TiT in jim tehnologija ni tako dolgočasna kot učenkam. Razen po vpeljavi učnega modela nivo 2, uporabljeni izobraževalni pristopi v 35-tedenskem programu niso spremenili teh dojemanj. Tako učenke kot tudi učenci so menili, da je TiT po prisostvovanju pouka TiT manj zahtevna.

Prvi cilj je bil ugotoviti razlike med tremi skupinami učencev, ki so bili deležni različnih učnih modelov. Preglednica 7 prikazuje povprečne skupne rezultate TP in tiste v treh podkategorijah.

Preglednica 7: Povprečni skupni rezultati TP in rezultati v treh podkategorijah.

TP	Test	Izobraževalni pristop						Skupno (<i>n</i> = 242)	
		Tradicionalno (<i>n</i> = 83)		Nivo 1 (<i>n</i> = 65)		Nivo 2 (<i>n</i> = 94)		<i>M</i> (%)	<i>SD</i> (%)
		<i>M</i> (%)	<i>SD</i> (%)	<i>M</i> (%)	<i>SD</i> (%)	<i>M</i> (%)	<i>SD</i> (%)		
TP skupaj	Predtest	35,93	11,46	35,34	11,73	33,37	10,86	34,78	11,31
	Potest	34,39	11,63	45,58	12,97	46,05	13,31	41,92	13,73
Znanje	Predtest	52,57	18,89	54,68	18,56	50,87	16,45	52,47	17,88
	Potest	50,38	19,22	64,33	17,25	62,09	15,58	58,67	18,31
Zmožnosti	Predtest	30,52	13,79	26,66	12,94	26,15	15,67	27,78	14,42
	Potest	26,80	12,68	37,05	18,28	36,79	17,51	33,43	16,88
KRO	Predtest	26,10	14,88	26,28	15,11	24,55	13,84	25,55	14,51
	Potest	27,31	16,68	36,92	16,01	40,61	17,54	35,05	17,75

TP učencev na začetku 8. razreda v zadnjih desetih letih ni bil spremenjen. Avsec in Jamšek (2018) sta v letu 2010 izmerila TP z istim instrumentom in poročala, da je *M* (standardni odkloni – *SD*) za skupno TP, znanje, zmožnosti in KRO 34,84 (13,72); 48,68 (21,24); 28,91 (16,31); 28,08 (17,25). Zdi se, da nov UN za TiT iz leta 2011 ne povečuje TP pri učencih, temveč le ohranja »status quo«. Poleg tega sta Rupnik in Avsec (2019) poročala o ugotovitvah ravni TP pri učencih 6. in 8. razreda, kjer so našli podobne meritve TP in njenih dimenzij. Osmošolci so bili boljši od šestošolcev le pri dimenziji KRO, torej v skupni vrednosti TP, z majhno do srednjo velikostjo učinka, merjeno z delnim η^2 (0,035; 0,03).

Nadaljnja analiza je pokazala, da test homogenosti variance ni pomemben, kar pomeni, da je vzorec pokazal značilnosti normalnosti, potrebne za analizo pod predpostavkami splošnega linearnega modela. Levenov test enakovrednosti variance ni dosegel nobene statistične značilnosti tako pri pred-testu $F(2,239) = 0,495$ ($p = 0,610 > 0,05$) kot pri po-testu $F(2,239) = 0,764$ ($p = 0,467 > 0,05$). Levenov test je potrdil, da vzorec raziskave ni kršil predpostavke normalnosti, kar je potrdilo, da je vzorec običajno porazdeljen ($p > 0,05$).

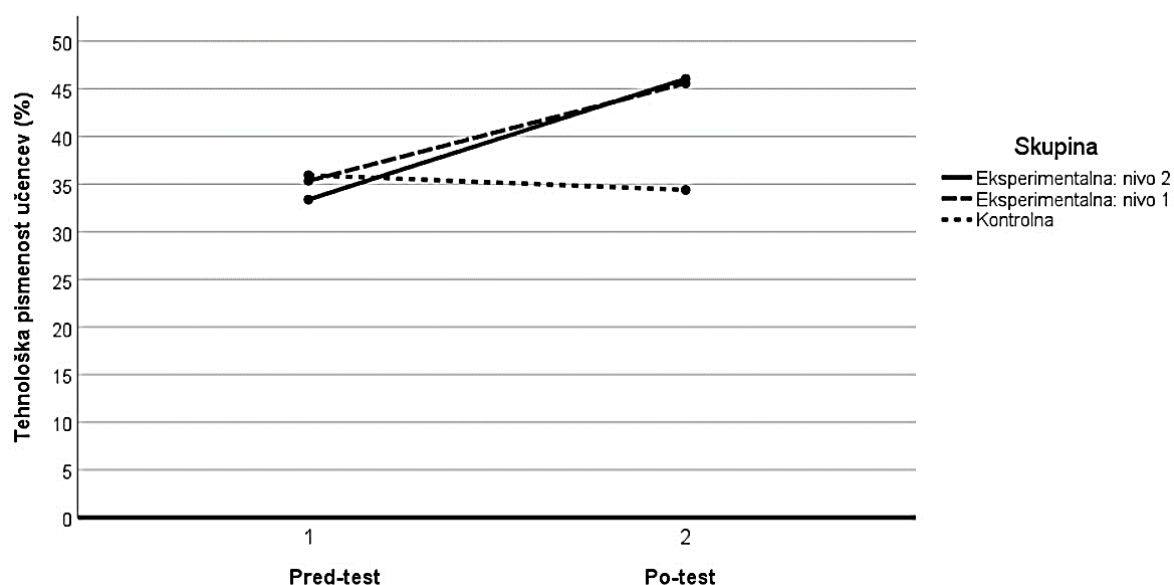
Opravljena je bila dvosmerna ANOVA s ponavljajočimi se meritvami, da bi se znotraj kontrastov predmetov preizkusilo, kako različni učni pristopi pri pouku TiT izboljšajo TP. Ugotovljeni so bili statistično pomembni vplivi, Preglednica 8.

Preglednica 8: Statistično pomembni vplivi različnih učnih pristopov pri pouku TiT k izboljšanju TP.

Vir	Test	Tip III Vsota kvadratov	df	s ²	F	p	η ² *
Test	Nivo 1 proti Nivo 2	11992,53	1	11992,53	130,16	0,000	0,353
Test Group	Nivo 1 proti Nivo 2	9771,39	2	4885,69	53,02	0,000	0,307

Skupine so imele ($p < 0,001$) različne spremembe od predtesta do potesta z veliko velikostjo učinka ($\eta^2 = 0,353$). Interdisciplinarni pristopi imajo statistično pomemben vpliv na pridobivanje TP ($p < 0,001$) s pozitivno in veliko velikostjo učinka ($\eta^2 = 0,307$).

Scheffejev hoc potest je razkril pomembne razlike ($p < 0,05$) med učenci, ki so bili udeleženi v modelu težji (nivo 2), in tradicionalno učno skupino ($p = 0,025$) ter med učenci, ki so bili udeleženi v modelu lažji (nivo 1), in tradicionalno učno skupino ($p = 0,016$). Obe eksperimentalni skupini se bistveno ne razlikujeta (Slika 3). Maksimalno število točk na testu je bilo 35 točk.



Slika 3: Scheffejev hoc potest med učenci, ki so bili udeleženi v modelu nivo 2 in tradicionalno učno skupino, ter med učenci, ki so bili udeleženi v modelu nivo 1 in tradicionalno učno skupino.

To je bila kvaziekperimentalna študija predtest/potest s tremi skupinami, namenjena oceni prispevka znanja, izraženega s TP, in učinkovitosti tega petintridesettedenskega (1 učna ura na teden) pouka TiT. Pokazali smo, kako lahko različni načini poučevanja, vključno z normaliziranim prispevkom znanja v razredu, merimo spremembo ravni TP. Predvidevali smo, da bi interdisciplinarna izobraževalna intervencija povzročila pomemben uspeh v razredu TP in njegovih dimenzij znanje, zmožnosti in KRO.

Za ugotavljanje povezanosti med odnosom učencev do TiT in njihovimi dosežki v TP smo uporabili večkratno regresijo, kjer smo pri ordinalnih neodvisnih spremenljivkah odnosa do TiT predpostavili, da so razlike med kategorijami enake. Najprej smo za pojasnjevalno spremenljivko vzeli odnos učencev do TiT pred raziskavo in proučevali napovedovanje vrednosti njihove ravni TP kot odvisne spremenljivke. Ugotovili smo, da odnos učencev do TiT nima napovedne veljavnosti za določeno raven TP učencev ($p > 0,05$, $n = 242$). Če pogledamo

po dimenzijah TP, pa ugotovimo, da raven tehnološkega znanja lahko napovemo na osnovi odpora učencev do vsebin TiT ($t = -2,347$, $P = 0,020$, $\beta = -0,18$) in zaznane težavnosti vsebin TiT ($t = -1,971$, $P = 0,048$, $\beta = -0,13$). Kaže na to, da bodo imeli učenci, ki imajo odpor do vsebin TiT in so mnenja, da so vsebine TiT težje za naučiti, tudi slabše rezultate v tehnološkem znanju. Proučevanje odnosa do TiT na raven tehnoloških zmožnosti učencev nam da rezultate, ki kažejo na to, da bodo učenci, ki so bolj zainteresirani za vsebine TiT, tudi imeli večjo raven dimenzije zmožnosti ($t = 1,983$, $p = 0,047$, $\beta = 0,17$). Zanimivo pa je, da učenci, ki se zavedajo pomena in posledic TiT na družbo in okolje, ne bodo ravno uspešni pri reševanju tehniških in tehnoloških problemov ($t = -2,010$, $p = 0,046$, $\beta = -0,16$). Napovedovanje ravni KRO kot dimenzije TP ni podprto s strani odnosa učencev do TiT ($p > 0,05$). Rezultati nas usmerijo v iskanje možnih povezav, ki bi lahko dodatno razkrile naravo TP, zlasti če lahko med intervencijo spremenimo tudi odnos učencev do TiT. Zato smo najprej proučevali povezave med odnosom učencev do TiT in njihovo ravno TP v eksperimentalnih skupinah ($n = 159$) pred in po implementaciji modelov za dvig ravni TP. Pri učencih v eksperimentalnih skupinah se pred implementacijo modelov kažejo povezave med njihovimi željami po šolanju oz. poklicu v tehniki in inženirstvu z ravni TP ($t = 2,647$, $p = 0,009$, $\beta = 0,29$), zlasti na račun njihovih zmožnosti za reševanje tehniških in tehnoloških problemov ($t = 3,117$, $p = 0,002$, $\beta = 0,34$). Več kot imajo odpora do TiT, slabši so bili na testu njihovega tehnološkega znanja ($t = -2,433$, $p = 0,016$, $\beta = -0,24$) in še vedno so prepričani, da je domena TiT bolj za fante, kar pa jim ni pomagalo pri njihovem tehnološkem znanju ($t = -1,986$, $p = 0,049$, $\beta = -0,15$). Zanimivo je tudi, da jim kljub prepričanju o pomembnosti TiT za družbo na splošno ni kaj dosti pomagalo pri njihovi sposobnosti reševanja tehniških in tehnoloških problemov ($t = -2,013$, $p = 0,046$, $\beta = -0,18$). Po implementaciji izobraževalnih modelov za dvig ravni TP se pri učencih eksperimentalnih skupin spremeni tako odnos do TiT kot tudi njihova raven TP, kar nam da nova razmerja. Pouk po zasnovanih interdisciplinarnih modelih nam razkrije zanimive povezave, in sicer (a) med željami učencev za šolanje in kariero v tehniki in ravno tehnološkega znanja ($t = 2,083$, $P = 0,039$, $\beta = 0,22$), (b) med zanimanjem za TiT in ravno tehnološkega znanja ($t = -2,467$, $P = 0,015$, $\beta = -0,29$), (c) med percepcijo učencev, da je TiT samo za fante, in tehnološkim znanjem ($t = -2,245$, $P = 0,026$, $\beta = -0,17$) in (d) med zavedanjem učencev o pomembnosti TiT za vsakdanje življenje in tehnološkim znanjem ($t = 3,785$, $P = 0,0001$, $\beta = 0,34$). Kaže na to, da je odnos učencev do TiT po eksperimentu močan napovedni dejavnik tehnološkega znanja učencev ter zmeren napovedni dejavnik tehnoloških zmožnosti; zlasti je zaznana težavnosti vsebin TiT kot pojasnjevalna spremenljivka ($t = -1,991$, $P = 0,046$, $\beta = -0,15$). Raziskava nam tudi podaja vpogled v dinamiko povezav, saj je pouk interdisciplinarnih vsebin modelov za dvig ravni TP ključno pripomogel k drugačni percepcij učencev TiT na družbo in okolje, kar postane sedaj pozitivna pojasnjevalna spremenljivka tehnološkega znanja in ni več negativni napovedni dejavnik za zmožnosti reševanja problemov s področja TiT. Ravno tako odpor do TiT ni več relevanten za napovedovanje TP. Kakšna je bila dinamika odnosa med pojasnjevalno in napovedano spremenljivko v kontrolni skupini ($n = 83$), podajamo v nadaljevanju. Interes učencev kontrolne skupine do vsebin TiT pred začetkom raziskave se kaže kot pomemben napovedni dejavnik TP ($t = 1,974$, $P = 0,049$, $\beta = 0,32$), še zlasti za napoved njihovih zmožnosti za reševanje tehniških in tehnoloških problemov ($t = 2,288$, $P = 0,025$, $\beta = 0,37$). Čeprav se tudi po tradicionalnem pouku TiT spremenita tako odnos učencev do TiT in raven TP, ostaneta ti dve relaciji podobni in interes za pouk vsebin TiT, kot jih imamo v obstoječem UN, ostane močan pozitivni napovedni dejavnik TP in dimenzije zmožnosti ($t = 2,704$, $p = 0,008$, $\beta = 0,41$; $t = 2,820$, $p = 0,006$, $\beta = 0,45$) ter tudi tehnološkega znanja ($t = 1,968$, $P = 0,049$, $\beta = 0,30$). Zaznana težavnost vsebin TiT pa se kaže kot negativni napovedni dejavnik TP ($t = -2,148$, $p = 0,035$, $\beta = -0,24$).

Tako v eksperimentalnih kot v kontrolni skupini nam raziskava ni potrdila statistično pomembnih povezav med odnosom do TiT in sposobnostjo učencev za KRO ($p > 0,05$).

Diskusija

TP je v današnjem hitro razvijajočem se svetu vse pomembnejša. Ker tehnologija še naprej oblikuje naša življenja, je ključnega pomena, da so učenci opremljeni s potrebnimi spretnostmi za učinkovito krmarjenje in uporabo teh orodij. Namen našega dela je tudi predlagati napreden model za dvig ravni TP učencev med poukom 8. razreda OŠ. Pri razvoju tega modela je pomembna opredelitev ključnih področij dimenzij TP, ki jih je treba poudariti. Ko so te dimenzije opredeljene, se lahko oblikuje celovit načrt, ki vključuje razmišljanje tudi na višjih kognitivnih stopnjah in primere iz resničnega življenja. Tudi učiteljem je treba zagotoviti usposabljanje in vire za učinkovito izvajanje tega učnega modela, zato smo organizirali več sestankov za dosego razumevanja uporabe učnega modela, kjer smo jih seznanili z najnovejšimi tehnologijami in strategijami poučevanja, ki vplivajo na dvig ravni TP. S pomočjo testov TP, anketami ali razgovori z učitelji smo pridobili povratne informacije o njihovih izkušnjah z uporabo našega modela in s tem pripomogli k njegovemu nadaljnjemu izpopolnjevanju.

RV1: Kako učitelji pri pouku TiT ponavljajo/utrjujejo učno snov?

Učitelji imajo ključno vlogo pri oblikovanju miselnosti učencev, zlasti pri pouku TiT. Vendar pa je obžalovanja vredno, če učitelji ne okrepijo tega, kar učijo. To ne le ovira učnega procesa, ampak tudi spodkopava potencial učencev pri teh predmetih. Če učitelji ne utrjujejo naučenih konceptov, učenci težko razumejo temeljna načela in jih ne znajo učinkovito uporabljati. Posledično to privede do pomanjkanja zanimanja in motivacije med učenci, kar ovira njihovo rast in razvoj na področju TiT (Ankiewicz, 2018). Učitelji morajo nujno razumeti svojo odgovornost in poskrbeti, da bodo utrjevali tisto, kar poučujejo, ter tako spodbujali trdne temelje za prihodnji uspeh. Učitelji snov ponavljajo/utrjujejo ustno preko pogovora o predelani učni snovi. Številni avtorji (Avsec in Sajdera, 2019; Hero idr. 2017, Kelley in Wicklein, 2009; Lindfors in Hilmola, 2016; Prince, 2004) svetujejo uporabo aktivnejših oblik pouka, kjer za področje TI izstopata problemski pouk in projektno učno delo. Razvoj veščin in psihomotoričnih spretnosti znotraj predmetov TI pa zahteva tako čas kot ustrezno artikulacijo, še posebej v fazah utrjevanja in ponavljanja, kot kažejo različne študije (Avsec in Sajdera, 2019; Halpern, 2014; Lindfors in Hilmola, 2016).

RV2: Kakšno raven TP imajo učenci na začetku 8. razrefu OŠ in kaj vpliva na njihovo TP?

Nivo TP že desetletje ostaja podoben (Avsec, 2012); še vedno sta slabše razviti kategoriji zmožnosti in KRO (M in SD), medtem ko je znanje primerljivo s prejšnjimi raziskavami v 8. r. (Avsec, 2012; Rupnik in Avsec, 2019). Tudi pri rezultatih NPZ so si rezultati iz leto v leto zelo podobni, kar je razvidno iz letnih poročil, analiz in raziskav (Državni izpitni center, 2017). Analiza različnih zunanjih vplivov na usvajanje TP je pokazala, da so ti dejavniki pojasnili le 17 % variance. Tako se zdi, da rezultati, ugotovljeni v tej raziskavi, niso pristranski (Rupnik in Avsec, 2020). Poleg tega je uporaba domačih računalnikov zamudna in ni posebej povezana s tehnološkimi koncepti, zato ni služila napredku učencev pri znanju. Ugotovljeno je bilo tudi, da so matere porabile več časa za delo z otroki kot očetje, kar potrjujejo ugotovitve Ardiesa idr. (2015), in tako so matere z netehniškimi poklici vplivale na usvajanje znanja svojih

otrok, zlasti v razsežnosti KRO. Domače tehniško okolje in želje po prihodnji karieri v tehniškem poklicu lahko izboljšajo usvajanje TP pri učencih (Rupnik in Avsec, 2020).

RV3: Ali bodo učenci, ki bodo pri pouku TiT v 8. razredu izpostavljeni novo razvitemu učnemu modelu, na testu TP dosegli statistično pomembno boljše učne dosežke kot tisti, ki ne bodo izpostavljeni novo razvitemu učnemu modelu, in če da, kakšna je ta razlika?

Učenci, ki so bili deležni pouka po novo razvitih modelih nivo 1 in nivo 2, so bili statistično pomembno bolj uspešni od učencev tradicionalnega pouka, učinek modelov za razvijanje TP je bil velik na TP_{skupno} in dimenziji zmožnosti (0,297 in 0,149), medtem ko je bil učinek na dimenzije znanje in KRO srednji (0,09 in 0,119) (Rupnik in Avsec, 2020). Učenci tradicionalnega pouka so rahlo nazadovali, medtem ko so učenci modela nivo 1 v povprečju napredovali 15,99 % v 2 pa 19,37 % (Rupnik in Avsec, 2020).

RV4: Kako implementacija novega učnega modela vpliva na raven TP učencev?

Interdisciplinarni pristopi imajo pomemben vpliv z veliko velikostjo učinka ($\eta^2 = 0,297$) na razvoj TP pri učencih. Zdi se, da so pristopi, uporabljeni v eksperimentalnih skupinah, vplivali tako na ustvarjanje novega znanja kot na spretnosti, potrebne za pridobivanje znanja iz drugih disciplin, kar je skladno z ugotovitvami Nordena (2018) in Slavinec idr. (2019). Po pričakovanjih ni bilo bistvenih sprememb v razvoju TP pri izobraževalnem pristopu, osredotočenem na učitelja, pri katerem kontekst in vsebina nista ustrezno vključena v STP (Avsec in Jamšek, 2018). Oba težavnostna nivoja sta bila skoraj enako učinkovita; edine razlike so bile ugotovljene v zvezi z razsežnostjo TP KRO, kjer naloge na visoki kognitivni ravni krepijo sposobnost kritičnega mišljenja učencev. Nobeden od interdisciplinarnih modelov ni bil občutljiv na spol, zato se je raven TP izboljšala tako pri dekletih kot pri fantih. To kaže na povečan vpis deklet na tehnične in inženirske smeri, kar lahko izboljša socialne interakcije, ustvarjalnost in inovacijske sposobnosti tako pri posameznikih kot v skupinah.

RV5: Ali učenci, ki si izberejo tehniške izbirne predmete, dosegajo statistično višje dosežke TP od učencev, ki ne izberejo tehniških izbirnih predmetov, in če da, kje so razlike?

Izbira tehniških izbirnih predmetov ni imela pomembnega učinka; prav tako ni bilo učinkovito sodelovanje v zunajšolskih tehniških dejavnostih pri zvišanju TP učencev (Rupnik in Avsec, 2020). Zdi se, da so zunajšolske tehniške dejavnosti bolj usmerjene v tehniško prakso kot v širša tehnološka vprašanja; čas, porabljen za pripravo na ure TiT, je bil porabljen za pomnjenje dejstev in konceptov na nizki ravni, kar potrjujejo ugotovitve več prejšnjih študij (Gu idr., 2019; Collier-Reed, 2008) in zagotavlja dodatno podporo ugotovitvam Doyle idr. (2019) in Rossouw idr. (2011) glede novih učnih pristopov, namenjenih krepitvi razvoja TP in ne razvoju tehniških praks na podlagi algoritmov in pravil kot tudi spodbujanje sistemskega razmišljanja.

RV6: Ali ima na učinek učnega modela za zvišanje ravni TP spol statistično pomemben vpliv in če da, kakšen?

Analiza povprečnih samoocenjenih stališč pred testom in po njem je pokazala, da se zaznava in stališča deklet in fantov bistveno razlikujejo. Dečki so pogosteje izbirali poklic v tehniški stroki, se bolj zanimali za tehnologijo, se manj dolgočasili ob njej in menili, da je tehnologija namenjena le fantom. Te ugotovitve so bile skladne tudi z ugotovitvami prejšnjih študij, na primer Virtanen idr. (2015), ki so pokazale, da imajo dekleta raje okoljske študije, potrebujejo

več podpore učiteljev in raje ustvarjajo bolj dekorativne izdelke kot tehniško uporabne, funkcionalne izdelke. Zdi se, da so fantje bolj samozavestni, kažejo večjo stopnjo samoučinkovitosti in vlagajo več truda v učenje predmeta TiT. Od vseh treh izobraževalnih pristopov je to zaznavanje povečal le model na 2. nivoju. Vzorec je vključeval 122 deklet in 120 fantov. Analiza variance rezultatov TP ni pokazala pomembnih razlik ($p > 0,05$) med dekleti in fanti, saj so bila povprečja 9,05 ($SD = 20,69$) oziroma 11,81 ($SD = 18,01$). Tudi multivariatna analiza kovariance ob uporabi vrste izobraževalnega pristopa kot kovariata ni pokazala pomembnih razlik ($p > 0,05$) v dosežkih učencev pri TP, če smo upoštevali skupne učinke spola in vrste izobraževalnega pristopa na dosežke pri TP. Poleg tega med programi ni bilo pomembnih razlik glede spremembe ravni TP učencev glede na spol. Ugotavljamo, da noben od teh treh izobraževalnih pristopov ni bil občutljiv na spol, čeprav so dekleta dosegla višje rezultate v kategoriji KRO pri transdisciplinarnem pristopu 1. nivoja. To razliko lahko pripišemo neznanim vplivnim dejavnikom.

RV7: Kakšna je zaznana sprememba odnosa učencev do TiT po implementaciji učnega modela?

Rezultati so pokazali, da se poučevanje po našem učnem modelu pomembno razlikuje od tradicionalnega poučevanja, merjeno na podkategorijah zaznane težavnosti TiT in dolgočasje ob TiT. Po pričakovanjih ni bilo razlik v stališčih učencev v primerjavi s tradicionalnim pristopom poučevanja, kar potrjuje ugotovitve več predhodnih raziskav (Ankiewicz, 2018; Rupnik in Avsec, 2019). Poleg tega je imel po našem učnem modelu le zmerno velikost učinka v zvezi s spremembami stališč, izmerjenimi z uporabo η^2 . To je bilo morda posledica narave pouka, ki je bil zasnovan tako, da je učenec izpostavil problemom iz resničnega življenja, pri katerih so bili izpostavljeni tako pozitivnim kot negativnim posledicam uporabe TiT za spreminjanje družbenega, gospodarskega in naravnega okolja za zadovoljevanje človekovih potreb in želja. Tako so učenci pridobili bolj uravnotežen pogled na TiT in so bili bolj pripravljeni sprejeti njene posledice. Zdi se, da so učenci interdisciplinarnega pristopa bolje razumeli, kako se TiT uporablja v različnih disciplinah, npr. v naravoslovju, matematiki in družboslovju, ki so jih vključili v nove koncepte in kontekste. Raziskava je razkrila tudi nekatere razlike v spremembah odnosa po eksperimentu (Rupnik in Avsec, 2020). Po pričakovanjih ni bilo ugotovljenih razlik v stališčih učencev, ki so izkusili tradicionalni pristop, medtem ko so fantje, ki so izkusili pouk po našem učnem modelu 2. nivoja, pokazali večje zanimanje za TiT. Prejšnje raziskave so pokazale, da se je kombinacija različnih disciplin in ustvarjanje znanja izkazala za učinkovitejšo pri dekletih (Virtanen idr., 2015). Kljub temu je bil učinek šibek in bi bil lahko posledica sprememb v dojetanju TiT, saj dekleta pogosteje obiskujejo interdisciplinarne kot tradicionalne razrede, kar vodi v spremembo kvantifikacije dojetanja TiT pri učencih (Ankiewicz, 2018; Ardies idr., 2015).

RV8: Ali obstajajo kakšne korelacije med odnosom učencev do TiT in njihovo ravno TP in če da, kakšne so te korelacije?

Posebej smo proučevali eksperimentalni skupini, ki sta implementirali modele nivoja 1 in 2 in posebej kontrolno skupino. Pri kontrolni skupini smo dobili značilne povezanosti interesa s TiT in celotno TP zlasti na račun zmožnosti. Po implementaciji pa se kaže povezava interesa s celotno TP in zmožnostmi. Po izvedbi tradicionalnega pouka TiT je mogoče zaznati rahel padec ravni TP pri tistih učencih, ki so zaznali ta pouk kot zahteven. Pri eksperimentalnih skupinah modela nivoja 1 in 2, kjer smo predpostavili, da sta podobna glede napredka TP, smo ugotovili pred začetkom pouka pomembne povezave med njihovimi željami za nadaljnje

šolanje in kariero na področju tehnike in inženirstva z ravno njihove TP in zmožnostmi. Značilno je tudi to, da so bili pred implementacijo modelov učenci, ki imajo večji odpor do TiT, slabši v tehnološkem znanju; kaže pa tudi, da so bili učenci, ki so se bolj zavedali posledic TiT, manj uspešni pri zmožnostih za reševanje TiT problemov. Po eksperimentu pa se kažejo pomembne korelacije učenčeve želje po šolanju in kariere v tehniških in inženirskih poklicih pri dimenziji znanje. Po eksperimentu so učenci, ki so imeli večji interes za vsebine TiT, manj napredovali v tehnološkem znanju. Kaže na to, da se učenci zanimajo bolj za vsebine, ki vključujejo višje kognitivne nivoje, ki pa jih v obstoječem UN močno primanjkuje. Testne postavke TP za tehnološko znanje so večinoma vključevale nižje kognitivne nivoje na ravni razumevanja in uporabe. Implementirani modeli za zvišanje ravni TP so verjetno spodbujali tehnološko znanje učencev na ravni analize in sinteze, kar se kaže tudi pri povezanosti med učenčevim zavedanjem učinkov in posledic TiT na družbo in okolje in njihovim tehnološkim znanjem. Tega odnosa pred eksperimentom nismo zaznali ($P > 0,05$). Še več: ti učenci tudi niso več nazadovali v zmožnostih oz. sposobnostih reševanja TiT problemov. Zanimivo, da pri kategoriji KRO ni bilo zaznati nobene statistično pomembne povezave ne pri tradicionalnem pouku niti pri eksperimentalnih skupinah, kar kaže na to, da na KRO vplivajo drugi dejavniki. Na pilotni raziskavi (Rupnik in Avsec, 2019) smo sicer ugotovili povezavo med željami učencev za šolanje in poklic na področju tehnike ter KRO in odporom učencev do vsebin TiT in njihovo ravno KRO. Omenjeni pojasnjevalni spremenljivki nastopata kot negativni napovedovalki ravni KRO, medtem ko je bilo učenčevo zavedanje po učinkih ter posledicah TiT na družbo in okolje prepoznano s pozitivno napovedno vrednostjo KRO. V omenjeni raziskavi je bil vzorec precej heterogen (6. in 8. r.), kar je lahko privedlo do bolj specifičnih in lahko tudi pristranskih rezultatov, saj učenci na začetku 6. razreda še niso imeli stika z vsebinami rednega predmeta TiT in s tem tudi vpogleda v celoten kontekst in koncept TiT. V 8. razredu imajo učenci verjetno tudi že bolj izdelane želje po nadaljevanju šolanja oz. poklica na splošno ter kritično mišljenje, razvito zlasti pod vplivom dejavnikov ostalih predmetov, npr. matematike in naravoslovja.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

V današnji digitalni dobi je TP ključnega pomena za uspeh v zasebnem in poklicnem življenju. Zato je bistveno, da šole dajejo prednost razvoju TP med učenci. V zvezi s tem smo razvili in ovrednotili model za dvig ravni TP med učenci. Da bi ocenili učinkovitost našega modela, smo izvedli raziskavo, ki je vključevala skupino učencev, ki so bili vključeni pouk z upoštevanimi našimi smernicami in v uporabo modela za zvišanje ravni TP, in drugo skupino, ki ni sodelovala. Rezultati so pokazali, da so imeli učenci, ki so bili vključeni v nov učni model, bistveno višjo raven TP kot tisti, ki niso sodelovali. Verjamemo, da je naš model mogoče izvajati v šolah po vsej državi in tako izboljšati raven TP med učenci. Če jih že zgodaj opremimo s temi spretnostmi, lahko zagotovimo, da bodo pripravljeni na izzive in priložnosti, ki jih prinaša vse bolj tehnološki svet. Izvedeno delo je primer nadaljnje znanstvene obravnave TP na Slovenskem, in sicer je že bila razvita MMTP učencev 9. razreda osnovne šole (Avsec, 2012). Naše delo je prispevalo tudi k boljšemu poznavanju pouka TI, zlasti povezanosti strategij TI z modeli kognitivnih teorij učenja, modeli učenja s pomočjo teorij pogojevanja in z modeli učenja s pomočjo konstruktivizma. Prispevali smo k razpoznavanju spremenljivk, ki vplivajo na TP-celotno ali na dimenzije TP (znanje, zmožnosti, KRO). Pojasnili smo tudi, kakšen je vpliv spola na TP in katere so ključne spremenljivke, ki vplivajo na višjo raven TP učencev. Za namen izboljšanja stanja TP učencev 8. razreda (starost 13–14 let) slovenskih OŠ smo razvili nov učni model zvišanja ravni TP, ki je prilagodil artikulacijo učne enote za obvezno

urjenje/ponavljanje s pomočjo nalog in zadolžitev učencev, ki so zasnovane in izvedene z upoštevanjem dosedanjih dognanj s področja pozitivnih učinkov na TP. Nov učni model je bil praktično preizkušen in uspešnost je bila ovrednotena. Disertacija je podala ugotovitve, kako taksonomsko diferencirano problemsko ponavljanje/utrjevanje/obravnavo usvojenih učnih vsebin vplivajo na zvišanje ravni TP. Ugotovljeno je bilo tudi, katera znanja, veščine, sposobnosti in dimenzije TP so bile s pomočjo večstopenjskega modela izboljšane. Na 1. nivoju se je to izvajalo s pomočjo vnaprej pripravljenega učnega modela, sestavljenega iz nalog z nižjo stopnjo težavnosti posamezne taksonomske stopnje, medtem ko je 2. nivo za razliko od prvega sestavljen iz nalog z višjo stopnjo težavnosti posamezne taksonomske stopnje. Kot referenčno skupino smo uporabili tradicionalni pouk, ki vključuje ponavljanje/utrjevanje/obravnavo na način, ki ga učitelji običajno uporabljajo. V raziskavi je bilo tudi ugotovljeno, kakšna je raven TP učencev 8. razreda osnovne šole in za koliko se učencem spremeni raven TP v času enega šolskega leta po vpeljavi novo zasnovanega učnega modela za zvišanje ravni TP. V tem modelu so bila upoštevana zadnja dognanja s področja TI, ki dokazano vplivajo na dvig ravni TP. Raziskane so bile tudi korelacije med uporabo novo zasnovanega učnega modela ter njihovimi vplivi na posamezne dimenzije TP. Ugotovitve in dognanja raziskave bodo pomembno prispevale k načrtovanju kakovostnega TI v osnovni šoli, ki bo usmerjeno h krepitvi TP učencev. Znanstveni prispevek doktorskega dela je pojasnitev ključnih dejavnikov TP in boljše razumevanje TP za optimizacijo TI. Rezultati raziskave potrjujejo pomen in učinke transdisciplinarnega izobraževalnega pristopa pri razvoju TP. Analiza trenutnega razumevanja narave in ciljev STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) poučevanja kaže, da bi lahko transdisciplinarni pristop k izobraževanju izboljšal TP kot glavni rezultat prenove TI. Na podlagi rezultatov te raziskave lahko izpeljemo sklepe, ki sledijo. (1) transdisciplinarni pristop pri pouku tehnologije v 35-tedenskem pouku je vplival na odnos učencev do TiT; zlasti se je zmanjšala zaznana težavnost TiT; (2) transdisciplinarni pristop, ki se izvaja na višji kognitivni ravni, poveča zanimanje učencev za TiT in zavedanje posledic TiT, zlasti pri fantih; (3) učenci, ki doživljajo transdisciplinarni pouk, dojemajo predmet TiT širše, čeprav ostajajo napačne predstave o tem, kaj sestavlja TiT; (4) transdisciplinarno poučevanje in učenje krepi TP, kot ga opredeljuje ITEEA; (5) nov model za razvijanje TP krepi TP tako pri dekletih kot pri fantih; (6) domače okolje vpliva na razvoj TP učencev v obe smeri, tj. dejavnosti domače delavnice izboljšujejo pridobivanje TP, medtem ko lahko uporaba računalnika doma zmanjša pridobivanje TP; (7) sedanji učni načrt za TiT potrebuje spremembe; vključiti bi bilo treba več aktivnih učnih metod z uporabo kontekstov in konceptov resničnega življenja, da se podpre razvoj veščin mišljenja višjega reda. Poleg tega lahko rezultate interpretiramo tudi tako, da kažejo, da morajo imeti učenci dovolj znanja in spretnosti, da se lahko učijo na način, ki podpira ustvarjanje novega znanja in pridobivanje veščin mišljenja na višji ravni, ki presegajo sedanje standarde UN. Poglobljeno razumevanje tega, kako so TiT, naravno okolje in družba medsebojno povezani in ustvarjajo sinergije v zvezi s trajnostnimi pobudami, se lahko uporabi za spodbujanje transdisciplinarno usmerjenih sprememb UN.

Skladno s pridobljenimi spoznanji in cilji raziskave smo oblikovali splošna priporočila za prihodnje raziskave na področju OŠ TI. Navedena priporočila so primerna za nadaljnje raziskave:

- V prihodnjih študijah je treba nadgraditi in izboljšati modele za dvig ravni TP na celotni razredni in predmetni stopnji ter tudi za srednje strokovne in tehniške šole. Naša raziskava je bila omejena le na 8. razred OŠ.
- Treba je narediti dodatne raziskave na področju učenčeve percepcije TiT, TP in tehniških kompetenc. Na osnovi tega je treba dodelati modele za dvig ravni TP, ki bodo poleg kognitivnega obnašanja učencev spodbujali tudi razvoj metakognitivnih in psihomotoričnih veščin pri učencih ter tudi vplivali na izgradnjo odnosa do sodobne in življenjsko aktualne ter pomembne TiT.
- Za zbiranje podatkov o tem, kako se učenci učijo, kaj znajo, kaj in kako zmorejo (narediti), ali so sposobni KRO ter kako spreminjajo odnos do TiT, priporočamo razširjeno metodo TP, zgrajeno z inštrumentom za merjenje odnosov do TiT.
- Raziskati je treba, kateri je statistično odločilen nivo odnosa do TiT ter raven TP (zlasti zmožnosti in KRO), ki bo razlikovalen tudi za odločitev o nadaljevanju šolanja in poklicne poti v tehniki in inženirstvu.
- Snovalci UN in STEM učitelji si morajo prizadevati za razvoj UN, ki zadovoljujejo interese in TiT potrebe vseh učencev.
- Snovalci UN za TI morajo upoštevati STP ITEEA ter koncepte in kontekste, ki jih predlagajo Rossouw idr. (2011), kar bo omogočilo izvajanje bolj transdisciplinarnih vsebin za zmanjšanje neenakosti med učenci, ki jih ustvarjajo sedanji megatrendi.
- Zanimivo bi bilo izvedeti, kako poteka doseganje TP med šolanjem od 6. do 9. razreda in med šolskim letom, kje in zakaj so ključne spremembe v doseganju TP. Pričakovali bi, da TP narašča do 8. razreda; ob koncu 8. razreda je največja, potem pa stagnira ali celo pade ob koncu OŠ. Vpliv izostanka TiT v 9. razredu se zdaj kaže tudi pri merjenju NPZ. Pričakujemo lahko, da tehnološko znanje narašča počasneje kot zmožnosti, ki so tudi po našem prepričanju največje konec 8. razreda OŠ.
- Dobro bi bilo izmeriti tudi TP ob vstopu na univerzitetni študij netehniških/neinženirskih smeri. Z veliko verjetnostjo lahko trdimo, da se TP ne bi bistveno razlikovala, kot so jo izkazali ob koncu OŠ. Dobro bi bilo to izvesti tudi, da se dokaže nepravilnost odločitev o ne vključitvi vsebin TiT v gimnazijski program, kjer je največ srednješolske populacije. S tem bi ohranjali stik in potreben interes za študij tehnike/inženirskih ved.
- Prihodnje raziskave bi bilo pametno usmeriti v ugotavljanje, kako učitelji dojemajo transdisciplinarnost in kako njihova samoučinkovitost vpliva na posredovanje sodobnih vsebin za dvig ravni TP, ki jih narekujejo družbeno okolje, naravno okolje in ekonomski kontekst v smeri trajnostnega razvoja.
- Smiselno bi bilo tudi raziskati, kako lahko tarčna raba IKT s povezanimi digitalnimi orodji in rabo umetne inteligence prispeva k dvigu ravni TP, kot tudi potencialni razširitvi definicije in domene TP, vključno z novo nastalimi dimenzijami TP.

Literatura

Ankiewicz, P. (2018). 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. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9434-z>

- Ardies, J., De Maeyer, S., Gijbels, D. in van Keulen, H. (2015). Student's attitudes towards technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 43–65. <http://dx.doi.org/10.1007/s10798-014-9268-x>
- Avsec, S. (2012). *Metoda merjenja tehnološke pismenosti učencev 9. razreda osnovne šole* [Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/663/>
- Avsec, S. in 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. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9299-y>
- Avsec, S. in 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. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9382-z>
- Avsec, S. in Sajdera, J. (2019). Factors influencing pre-service preschool teachers' engineering thinking: model development and test. *International Journal of Technology and Design Education*, 29, 1105–1132. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9486-8>
- Avsec, S. in 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. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9344-x>
- Childress, V. in Rhodes, C. (2006). A modified Delphi study on engineering outcomes for grade 9–12 technology education programs. *North Carolina Council on Technology Education Education Spring Conference*. Illinois Technology Education Association.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G. in Aiken, L.S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. (3. izd.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, L., Manion, L. in Morrison, K. (2007). *Research methods in Education*. Routledge Kegan Paul.
- Collier-Reed, B. I. (2008). *Pupils' experiences of technology: Exploring dimensions of technological literacy*. VDM Verlag Dr. Mueller e.K.
- Daggett, W. R. (2006). *Successful schools: From research to action plans*. <https://studylib.net/doc/7800573/successful-schools--from-research-to-action-plans>
- De Miranda, M. (2004). The grounding of a discipline: Cognition and instruction in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14, (61–77). <https://doi.org/10.1023/B:ITDE.0000007363.44114.3b>
- De Miranda, M. A. in Folkestad, D. E. (2000). Linking cognitive science theory and technology education practice: A powerful connection not fully realized. *Journal of Industrial Teacher Education*, 37(4), (5–23). <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol39/iss4/2/>
- Doyle, A., Seery, N., Gumaelius, L., Canty, D. in Hartell, E. (2019). Reconceptualising PCK research in D&T education: Proposing a methodological framework to investigate enacted practice. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 473–491. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9456-1>
- Državni izpitni center. (2017). *Nacionalno preverjanje znanja*. <https://www.ric.si/nacionalno-preverjanje-znanja/porocila--analize--raziskave/>

- Edström, K., Gunnarsson, S. in Gustafsson, G. (2007). Integrated Curriculum Design. V E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund in D. R. Brodeur (ur.), *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach* (str. 77–101). Springer.
- Feller, R. in Whichard, J. (2005). *Knowledge nomads and the nervously employed: workplace change and courageous career choices*. Caps Press.
- Finger, G. in Jamieson-Proctor, R. (2007). Developing a Values-based Approach to Technology Education: Ethical Appropriateness of Design Solutions. V H. Middleton (ur.), *Proceedings of 4th Biennial International Conference on Technology Education: Values in Technology Education* (str. 111–116). Griffith University.
- Gattie, D. K. in Wicklein, R.C. (2007). Curricular value and instructional needs for infusing engineering design into K-12 technology education. *Journal of Technology Education*, 19(1), 6–18. <https://doi.org/10.21061/jte.v19i1.a.1>
- Gokhale, A. A. (1995). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology Education*, 7(1), 22–30. <https://doi.org/10.21061/jte.v7i1.a.2>
- Gu, J., Xu, M. in Hong, J. (2019). Development and Validation of a Technological Literacy Survey. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(Suppl 1), 109–124. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09971-6>
- Guskey, T. R. (2010). Lessons of Mastery Learning. *Educational leadership*, 86(2), 52–57. https://www.researchgate.net/publication/236273526_Lessons_of_Mastery_Learning
- Hailey, C. E., Erickson, T., Becker, K. in Thomas, T. (2005). National center for engineering and technology education. *The Technology Teacher*, 64(5), 23–26. https://digitalcommons.usu.edu/ete_facpub/5/
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Psychology Press.
- Hero, L. M., Lindfors, E. in Taatila, V. (2017). Individual Innovation Competence: A Systematic Review and Future Research Agenda. *International Journal of Higher Education*, 6(5), 103–121. <http://dx.doi.org/10.5430/ijhe.v6n5p103>
- Hill, R. B. (2006). New perspectives: Technology teacher education and engineering design. *Journal of Industrial Teacher Education*, 43(3), 45–63.
- Huang, N. T., Chiu, L. C. in Hong, J. C. (2016). Relationship amongst students' problem-solving attitude, perceived value, behavioral attitude, and intention to participate in a science and technology contest. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(8), 1419–1435. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9665-y>
- Huberty, C. J. in Olejnik, S. (2006). *Applied MANOVA and discriminant analysis*. Willey&Sons Inc.
- Ingerman, A. in Collier-Reed, B. (2011). Technological literacy reconsidered: a model for enactment. *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 137–148. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9108-6>
- International Technology and Engineering Educators Association – ITEEA. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. ITEEA.
- International Technology and Engineering Educators Association. (2020). *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education*. ITEEA. www.iteea.org/STEL.aspx

- Kelley, T. R. (2008). Cognitive Processes of Students Participating in Engineering. *Journal of Technology Education*, 19, 50–64.
- Kelley, T. R. in Wicklein, R. C. (2009). Examination of assessment practices for engineering design projects in secondary education (Second in a 3-part series). *Journal of Industrial Teacher Education*, 46(2), 6–25.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218. http://dx.doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Levande, J. S. (2003). A curricular and instructional challenge: Teaching and learning for technological literacy/capability. *The Journal of Technology Studies*, 29(1/2), 88–97. <http://dx.doi.org/10.21061/jots.v29i2.a.6>
- Lindfors, E. in Hilmola, A. (2016). Innovation learning in comprehensive education? *International Journal of Technology and Design Education*, 26(3), 373–389. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9311-6>
- Lutz, S. T. in Huitt, W. G. (2004). *Connecting Cognitive Development and Constructivism: Implications from Theory for Instruction and Assessment*.
- Lynch, R., Seery, N. in Gordon, S. (2008). *An evaluation of CDIO approach to Engineering Education*. http://www.ndlr.ie/mecheng/symp/papers/EPS/Lynch-Seery-gordon_ISEE07.pdf
- Moore, D. (2005) What Can Teachers Learn From What Students Say About PBL?, V E. de Graaff (ur.), *Research and Practice of Active Learning in Engineering Education* (str.19–26). Pallas Publications.
- Norden, B. (2018). Transdisciplinary Teaching for Sustainable Development in a Whole School Project. *Environmental Education Research*, 24(5), 663–677. <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1266302>
- Passow, H. J. in Passow, C. H. (2017). What competencies should undergraduate engineering Program emphasize? A systematic review. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 475–526. <https://doi.org/10.1002/jee.20171>
- Petrina, S., Feng, F. in Kim, J. (2007). Researching cognition and technology: how we learn across the lifespan. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 375–396. <https://doi.org/10.1007/s10798-007-9033-5>
- Prince, M. (2004). Does ActiveLearning Work? A review of the Research, *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rohaani, E.J., Taconis, R. in Jochems, W. M. G. (2010). Analysing teacher knowledge for technology education in primary schools, *International Journal of Technology and Design Education*, 22, 271–280. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9147-z>
- Rossouw, A., Hacker, M. in de Vries, M.J. (2011). Concepts and contexts in engineering and technology education: an international and interdisciplinary Delphi study, *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 409–424. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9129-1>
- 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), 121–141.
<https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.121>
- Rupnik Vec, T. (ur). (2017). *Veščine kritičnega mišljenja. Primeri nalog za spodbujanje kritičnega mišljenja pri različnih predmetih v osnovni šoli*. Zavod RS za šolstvo.
- Schunk, D. H. (2009). *Learning Theories: An Educational Perspective*. Pearson Int. Press.
- Slavinec, M., Aberšek, B., Gačević, D. in Flogie, A. (2019). Monodisciplinarity in science versus transdisciplinarity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 435–449.
<http://dx.doi.org/10.33225/jbse/19.18.435>
- Stobaugh, R. (2013). *Assessing critical thinking in middle and high schools: Meeting the common core*. Routledge.
- SURS. (2022). Statistični urad Republike Slovenije. <http://www.stat.si/>
- Učni načrt. Osnovna šola. Tehnika in tehnologija*. (2011). Ministrstvo RS za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
- Urad RS za šolstvo. (1996). Vsebinska prenova osnovne šole. *Šolski razgledi*, 17.
- Virtanen, S., Rääkkönen, E. in Ikonen, P. (2015). Gender-based motivational differences in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(2), 197–211.
<https://doi.org/10.1007/s10798-014-9278-8>
- World Economic Forum. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. WEF.
- Zajc, S. (2007). *Analiza izvajanj izbirnih predmetov in predlogi za pripravo koncepta izbirnih predmetov*, raziskovalna naloga, Zavod RS za šolstvo.

VKLJUČEVANJE IZBRANIH SKUPIN UČENCEV S POSEBNIMI POTREBAMI V POUK TEHNIKE IN TEHNOLOGIJE V REDNO OSNOVNO ŠOLO

INCLUSION OF SELECTED GROUPS OF PUPILS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS IN TECHNOLOGY LESSONS IN REGULAR PRIMARY SCHOOL

Katarina Dobravec, Milena Košak Babuder in Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

V raziskavi smo se posvetili vključevanju izbranih skupin učencev s posebnimi potrebami (v nadaljevanju PP) v pouk tehnike in tehnologije (v nadaljevanju TIT) v redno osnovno šolo. Sprva smo opredelili pojem učencev s PP in predstavili skupine učencev s PP, pri tem pa smo se posvetili štirim izbranim skupinam učencev s PP, to so gibalno ovirani učenci, učenci z avtističnimi motnjami, slepi in slabovidni učenci ter gluhi in naglušni učenci. Zanimale so nas prilagoditve oblik in metod dela, vrednotenje dosežkov, motivacija za učno delo pri pouku TIT učencev s PP. Informacije o tem smo pridobili s pomočjo namensko oblikovanega vprašalnika, s katerim smo tudi ugotavljali, kakšnih prilagoditev so deležni učenci s PP pri pouku TIT in kako učitelji te prilagoditve izvajajo v učnem procesu. Vprašalnik smo izvedli tudi med prihodnjimi učitelji TIT, s katerim smo pridobili informacije o tem, kako se čutijo kompetentne za delo z učenci s PP. Za mnenje o tem, kakšni se jim zdijo načini ter oblike ocenjevanja pri pouku TIT, smo vprašali tudi starše vseh učencev – tako tistih s PP kakor tistih brez PP.

Ključne besede: ocenjevanje, prilagoditve pouka, primerjalna analiza, tehnika in tehnologija, učenci s posebnimi potrebami.

Abstract

In the master's thesis, we focused on the inclusion of selected groups of students with special needs (hereafter SN) in design and technology classes (hereafter TIT) in a regular elementary school. Initially, we defined the concept of SN students and presented groups of SN students, and we focused on four selected groups of SN students, i.e. physically challenged students, students with autistic disorders, blind and partially sighted students, and deaf and partially deaf students. We were interested in adaptations of forms and methods of work, evaluation of achievements, motivation for work in TIT classes of SN pupils. We obtained information about this with the help of a purpose-designed questionnaire, which was also used to determine what kind of adaptations SN pupils receive in TIT lessons and how teachers implement these adaptations in the learning process. We also conducted a questionnaire among future TIT teachers, with which we obtained information about how competent they feel to work with SN students. We also asked the parents of all students, both those with SN and those without SN, for their opinion on what they think of the methods and forms of assessment in TIT lessons are.

Key words: grading, lesson adjustments, comparative analysis, design and technology, pupils with special educational needs.

Uvod

Število učencev s PP iz leta v leto narašča in s tem tudi ovire pri njihovem izobraževanju. Po podatkih državne komisije za vodenje nacionalnega preverjanja znanja je Nacionalno preverjanje znanja v 9. razredu opravljalo 10,2 % učencev s PP, medtem ko je bilo leta 2006 učencev s PP le 2,3 % (Vehovec idr., 2021).

Posodobljen Zakon o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami (ZUOPP-1, 2011) je stopil v veljavo leta 2013. ZUOPP-1 ureja usmerjanje otrok, mladoletnikov ter polnoletnih oseb s posebnimi vzgojno-izobraževalnimi potrebami ter načine in oblike vodenja vzgoje in izobraževanja (ZUOPP-1, 2011, čl. 1).

Po ZUOPP-1 (2011) so otroci s PP »otroci z motnjami v duševnem razvoju, slepi in slabovidni otroci oziroma otroci z okvaro vidne funkcije, gluhi in naglušni otroci, otroci z govorno-jezikovnimi motnjami, gibalno ovirani otroci, dolgotrajno bolni otroci, otroci s primanjkljaji na posameznih področjih učenja, otroci z avtističnimi motnjami ter otroci s čustvenimi in vedenjskimi motnjami, ki potrebujejo prilagojeno izvajanje programov vzgoje in izobraževanja z dodatno strokovno pomočjo ali prilagojene programe vzgoje in izobraževanja oziroma posebne programe vzgoje in izobraževanja« (čl. 2).

V Zakonu o osnovni šoli (ZOsn, 1996) je v 12. členu opredeljeno izobraževanje učencev s PP. Učenci s PP so »... učenci, ki potrebujejo prilagojeno izvajanje programov osnovne šole z dodatno strokovno pomočjo ali prilagojene programe osnovne šole oziroma posebni program vzgoje in izobraževanja« (ZOsn, 1996, čl. 12).

Vrste in stopnje primanjkljajev, ovir oziroma motenj otrok s posebnimi potrebami

V *Kriterijih za opredelitev vrste in stopnje primanjkljajev, ovir oz. motenj otrok s posebnimi potrebami* (Vovk Ornik, 2015) so bolj natančno opredeljene posamezne skupine otrok s PP, ki jih opredeljuje ZUOPP-1 (2011). Osredotočili se bomo na izbrane štiri skupine učencev s PP.

Slepi in slabovidni otroci

»Slepi in slabovidni otroci ter otroci z okvaro vidne funkcije so otroci, ki imajo zmanjšano ostrino vida, zoženo vidno polje ali okvaro vidne funkcije. Merilo za oceno vidnega polja je izvid perimetrije« (Stirn Kranjc idr., 2015, str. 8).

Ostrina vida pri slabovidnem otroku je od 5 do 30 odstotkov ali pa je vidno polje zoženo v vseh meridianih nad 10 do vključno 20 stopinj okoli fiksacijske točke ne glede na ostrino vida. Slabovidne otroke delimo na (Stirn Kranjc idr., 2015):

a) Zmerno slabovidni otrok

Ostrina vida pri teh otrocih je od 10 do 30 odstotkov. Vzgojno-izobraževalno okolje mora biti zanj delno prilagojeno, če potrebuje, prilagodimo tudi učne in vzgojne pripomočke, specialni trening na področju komunikacije in/ali orientacije. Vidne informacije lahko sprejema, če so pogoji ustrezni in tako lahko dela po metodi za

slabovidne. Če otroku prilagodimo gradiva ali mu omogočimo uporabo pripomočkov za branje, lahko ohrani enako hitrost dela kot njegovi videči vrstniki.

b) Težko slabovidni otrok

Ostrina vida je od 5 do manj kot 10 odstotkov ali pa je vidno polje zoženo nad 10 do vključno 20 stopinj okoli fiksacijske točke ne glede na ostrino vida. Vzgojno-izobraževalno okolje in didaktični pripomočki morajo biti prilagojeni, prav tako potrebuje otrok specialni trening na področju komunikacije, orientacije in socialnih veščin pri učenju dela po metodi za slabovidne. Branje je počasnejše in ovirano, vendar lahko s prilagoditvijo gradiva ali z uporabo različnih pripomočkov bere črni tisk.

Z ostrino vida manj kot 5 odstotkov ali pa je vidno polje zoženo na 10 stopinj ali manj okoli fiksacijske točke ne glede na ostrino vida opredelimo slepega otroka. Slepe otroke delimo na (Stirn Kranjc idr., 2015):

a) Slep otrok z ostankom vida

Ostrina vida je 2 do manj kot 5 odstotkov ali pa je vidno polje zoženo nad 5 do vključno 10 stopinj okoli fiksacijske točke ne glede na ostrino vida. Vzgojno-izobraževalno okolje in didaktični pripomočki morajo biti prilagojeni, prav tako potrebuje prilagojene pripomočke za komunikacijo, dodatne didaktične pripomočke za osvajanje abstraktnih pojmov in fizikalnih veličin. Poleg šolskih pripomočkov potrebuje tudi pripomočke za orientacijo in vsakdanje življenje. Otrok dela delno po metodi za slabovidne, delno po metodi za slepe. Od videčih vrstnikov je pri delu precej počasnejši.

b) Slep otrok z minimalnim ostankom vida

Ostrina vida je od projekcijske svetlobe do manj kot 2 odstotka ali pa je vidno polje zoženo na 5 stopinj ali manj okoli fiksacijske točke ne glede na ostrino vida. Prilagoditve in lastnosti slepega otroka z minimalnim ostankom vida so enake kot pri slepem otroku z ostankom vida.

c) Popolnoma slepi otrok

Pri tej skupini otrok je dojem negativen ali pa je dojem svetlobe pozitiven z negativno projekcijo. Slep otrok potrebuje stalni specialni trening za vsakdanje življenje, vzgojno-izobraževalno okolje, didaktični pripomočki morajo biti prilagojeni. Prilagojeni morajo biti tudi pripomočki za komunikacijo, saj uporablja brajico. Tako kot prejšnji dve skupini potrebuje dodatne pripomočke za osvajanje abstraktnih pojmov, fizikalnih količin ter pripomočke za orientacijo. Od videčih vrstnikov je opazno počasnejši pri gibalnih dejavnostih. Slep otrok dela po metodi za slepe, kar pomeni, da njegovo učenje poteka po tipnih in slušnih zaznavnih poteh.

Tretja skupina otrok pa je skupina otrok z okvaro vidne funkcije. »Okvare vidne funkcije so izražene kot posledica obolenja in/ali delovanja osrednjega živčevja. Prisotne so pri eno- ali obojestranski delno ali v celoti ohranjeni ostrini vida in pri eno- ali obojestransko delno ali v celoti ohranjenem vidnem polju« (Stirn Kranjc idr., 2015, str. 9).

Gluhi in naglušni otroci

»Naglušni otrok ima povprečno izgubo sluha na govornem področju na frekvencah 500, 1000, 2000 in 4000 Hz manj kot 110 dB, gluhi otrok pa več kot 110 dB« (Battelino idr., 2015, str. 11).

Naglušne otroke delimo na otroke z lažjo, zmerno in težko izgubo sluha. Otroci z lažjo izgubo sluha imajo povprečno izgubo v govornem območju od 26 do 40 dB, otroci z zmerno izgubo sluha od 41 do 60 dB, otroci s težko izgubo sluha pa od 61 do 90 dB (Battelino idr., 2015):

a) Otrok z lažjo izgubo sluha

Otrok ima lahko obojestransko lažjo izgubo sluha ali pa ima zmerno izgubo le na enem ušesu. Otrok se sporazumeva po slušni poti, torej sliši in razume govor v tistem okolju, pri spremembi pogojev, kot so na primer hrup, slabo razumljiv sogovornik in podobno, pa mu je govor težje razumljiv in uporablja branje z ustnic.

b) Otrok z zmerno izgubo sluha

Otrok ima lahko obojestransko zmerno izgubo sluha ali pa ima težko, najtežjo ali popolno izgubo le na enem ušesu. Otrok se sporazumeva primarno po slušni poti s pomočjo slušnega pripomočka, prav tako pa si pomaga tudi z branjem z ustnic. Upočasnjeno usvaja glasovni govor, saj nepopolno sliši besede in jih tudi nerazumljivo izgovarja. Posledično tako pride tudi do pomanjkljivega razumevanja besed, povedi in besedil.

c) Otrok s težko izgubo sluha

Otrok ima lahko obojestransko težko izgubo sluha ali pa ima popolno izgubo na enem ušesu, na drugem ušesu pa zmerno izgubo sluha. Otrok se sporazumeva pretežno po slušni poti s pomočjo slušnega pripomočka, prav tako potrebuje branje z ustnic, nekateri pa si pomagajo tudi z znakovnim jezikom. Po slušni poti upočasnjeno in okrnjeno osvaja govor, veliko glasov v besedah ne sliši popolno in tako težko razume besede ter posledično tudi povedi in besedila.

Gluhe otroke delimo na otroke z najtežjo izgubo sluha (povprečna izguba v govornem območju od 91 do 110 dB) in s popolno izgubo sluha (nad 110 dB) (Battelino idr., 2015):

a) Otrok z najtežjo izgubo sluha

Otrok z najtežjo izgubo sluha ima na obeh ušesih najtežjo obojestransko izgubo in je funkcionalno gluh, zato ima slušno zaznavo le s pomočjo slušnega pripomočka. Otrok se sporazumeva primarno po vizualni poti, upočasnjeno in okrnjeno pa usvaja tudi govor po slušni poti, posledično glasov ne sliši ali jih sliši popačeno, to pa vodi do okrnjenega besedišča in uporabe slovničnih pravil. Sporazumevanje v pisani besedi je razumljivejše, vendar se pomanjkljivosti in težave kažejo na vseh ravneh jezika, zato je sporazumevanje v slovenskem znakovnem jeziku najbolj bogato. Če otroku vstavijo polžev vsadek ali pa vsadek v možgansko deblo, otrok lahko primerno sliši ter govor in jezik dobro usvoji, če do tega pride dovolj zgodaj in je otroku ponujena ustrezna strokovna pomoč.

b) Otrok s popolno izgubo sluha oziroma gluhi otrok

Otrok s popolno izgubo sluha ne more ločiti niti dveh jakosti zvoka niti dveh frekvenc, tudi ojačenega govora ni sposoben slišati in razumeti. Tako se sporazumeva izključno s pomočjo kinestetičnega zavedanja glasov in s pomočjo slovenskega znakovnega jezika. Posledično ima otrok tudi skromno besedišče verbalnega jezika, bolj razvito in bogatejše pa je sporazumevanje v pisni obliki in v slovenskem znakovnem jeziku. Enako kot otrok z najtežjo izgubo sluha tudi gluhi otrok sliši ter govor in jezik dobro usvoji, če uporablja polžev vsadek ali pa ima vsadek v možganskem deblu.

Gibalno ovirani otroci

»Gibalno ovirani otroci oz. otroci z zmanjšanimi zmožnostmi gibanja imajo prirojene ali pridobljene okvare gibalnega aparata, osrednjega ali perifernega živčevja« (Logar idr., 2015, str. 19). Gibalno ovirane otroke razlikujemo na otroke z lažjo, zmerno, težjo in težko gibalno oviranostjo (Logar idr., 2015):

- a) Otroci z lažjo gibalno oviranostjo
Otrok ima na področju gibanja nekoliko zmanjšane zmožnosti, to pomeni, da lahko hodi samostojno, težave ima lahko pri hoji in teku po neravnem terenu ali pri gibanju v skupini. Otrok ni samostojen le pri opravilih, ki zahtevajo dobro spretnost rok. Od pripomočkov za gibanje ni odvisen, lahko pa potrebuje nekaj manjših prilagoditev za izvedbo naloge ali okolja, v katerem se izvaja dejavnost. Pri šolskem delu ne potrebuje fizične pomoči, le pri nekaterih oblikah dela potrebuje prilagoditve programa in pripomočkov, kot so stol, miza, pisala, orodje.
- b) Otroci z zmerno gibalno oviranostjo
Otrok ima na področju gibanja zmerno zmanjšane zmožnosti, to pomeni, da samostojno hodi v notranjih prostorih ali na krajše razdalje, pogosto potrebuje uporabo pripomočkov za gibanje, kot so bergle. Pri gibanju na srednje in večje razdalje uporablja voziček ali prilagojeno kolo ali pa pomoč ter nadzor druge osebe. Otrok ima lahko zmerno zmanjšano spretnost rok ali pa ima za funkcijo uporabno le eno roko zaradi okvare, delne ali popolne odsotnosti druge roke. Pri šolskem delu potrebuje občasno pomoč druge osebe, prilagoditve pripomočkov ter programa.
- c) Otroci s težjo gibalno oviranostjo
Otrok ima na področju gibanja zelo zmanjšane zmožnosti gibanja. Na krajši razdalji lahko hodi s pomočjo pripomočkov, vendar hoja ni funkcionalna. Za gibanje zunaj in znotraj prostorov tako potrebuje voziček ali prilagojeno kolo, pri tem pa potrebuje pomoč druge osebe. Prav tako je od fizične pomoči druge osebe odvisen zaradi okvare, delne ali popolne odsotnosti ene ali obeh rok. Zato je tudi spretnost ene ali obeh rok zelo zmanjšana in tako ovira izvajanje grobih in finih gibalnih spretnosti rok.
- d) Otroci s težko gibalno oviranostjo
Otrok ima na področju gibanja popolnoma zmanjšane zmožnosti gibanja, kar pomeni, da je popolno funkcionalno odvisen, torej se ne more samostojno gibati. Samostojno se giblje lahko le s pomočjo elektromotornega vozička, prav tako pa ima malo funkcionalnih gibov rok. Pri šolski dejavnosti je odvisen od stalne fizične pomoči druge osebe, potrebuje prilagojene izvedbe naloge ali okolja ter prilagojene pripomočke.

Otroci z avtističnimi motnjami

Predstavljena je tudi skupina otrok z avtističnimi motnjami, ki so bili kot nova skupina dodani v ZOUPP-1 (2011).

Otroci z avtističnimi motnjami izkazujejo primanjkljaje, ovire oz. motnje na področjih socialne komunikacije in socialne interakcije ter vedenja, interesov in aktivnosti. Na prvem področju to zaznamo kot težave pri verbalni in neverbalni komunikaciji in socialno čustvenih izmenjavah. Na drugem področju pa to opazimo kot stereotipen in ponavljajoč se govor, uporaba predmetov na neobičajen in vedno enak način, nagnjenost k rutinam, neobičajne odzive na senzorne dražljaje, obremenjenost z interesi, ki so lahko neobičajni. Vse to se lahko odraža v različnih kombinacijah in stopnjah ter posledično povzroči težje prilagajanje socialnemu okolju. Stopnja težav, ki jih ima lahko otrok z avtističnimi motnjami, se spreminja skozi različna

starostna obdobja ter tudi v različnih socialnih situacijah. Ti otroci potrebujejo največ pomoči, prilagoditev ter podpore na konceptualnem, socialnem področju in praktičnih vsebinah (Rogič Ožek, 2015).

Delitev otrok z avtističnimi motnjami na področju socialne komunikacije in socialne interakcije (Rogič Ožek, 2015):

- a) Otroci z lažjimi primanjkljaji
Težave se kažejo pri navezovanju stikov, vzpostavitvi socialnih odnosov, slabo povezujejo verbalno in neverbalno komunikacijo ter prilagajajo vedenje različnim socialnim dogodkom.
- b) Otroci z zmernimi primanjkljaji
Pomembni primanjkljaji se kažejo na področju verbalne in neverbalne socialne komunikacije. To se kaže pri vzpostavljanju socialnih odnosov in neustreznem odzivanju na socialne pobude drugih. Otrokov očesni stik je neustrezen, zmanjšano izraža svoje interese in čustva, govorica telesa je neobičajna, težave pa ima tudi pri udeležbi v simbolični igri.
- c) Otroci s težjimi primanjkljaji
Zelo pomembni primanjkljaji se kažejo na področju verbalne in neverbalne socialne komunikacije, kar posledično vodi do motenj v njegovem delovanju. To se kaže pri omejenem vzpostavljanju socialnih odnosov, nezanimanju za vrstnike, odsotnosti obrazne mimike in neverbalne komunikacije.

Delitev otrok z avtističnimi motnjami na področju vedenja, interesov in aktivnost (Rogič Ožek, 2015):

- a) Otroci z lažjimi primanjkljaji
Odstopanja na enem ali več področjih se kažejo zaradi togega oziroma nefleksibilnega vedenja. Njegovo samostojnost ovirajo tudi težave na področjih organizacije in načrtovanja.
- b) Otroci z zmernimi primanjkljaji
Stiska otroka se pokaže pri spremembi oziroma prilagajanju vedenja zaradi zahtev okolja. Nefleksibilnost njegovega vedenja tako povzroča pomembna odstopanja pri prilagajanju na spremembe.
- c) Otroci s težjimi primanjkljaji
Otrokovo delovanje je onemogočeno na več področjih, saj je preveč zaposlen z interesi in/ali vedenji. Njegova velika stiska se pokaže pri spremembi oziroma prilagoditvi zaradi zahtev okolja.

Pouk tehnike in tehnologije

Pouk TiT v redni šoli se izvaja v 6., 7. in 8. razredu. V 6. razredu je za TiT predvidenih 70 ur, v 7. in 8. razredu pa 35 ur. V učnem načrtu za TiT je predmet opredeljen kot predmet, ki učencem »prinaša načine, sredstva in organizacijske oblike spreminjanja narave ter učinke nanjo« (Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt, 2011, str. 4).

V nadaljevanju se bomo osredotočili na naslednja pomembna poglavja, ki jih bomo povezali s poukom TiT: individualizacija in diferenciacija, preverjanje in ocenjevanje, motivacija ter poučevanje učencev s PP in prilagoditve, ki jih lahko izvaja učitelj TiT.

Individualizacija in diferenciacija

V zakonu o osnovni šoli je pod organizacijo pouka zapisano: »Učitelj od 1. do 9. razreda pri pouku in pri drugih oblikah organiziranega dela diferencira delo z učenci glede na njihove zmožnosti« (ZOs, 1996, čl. 40). Strmčnik (1987) opredeli učno diferenciacijo kot »organizacijski ukrep, s katerim demokratično usmerjamo učence po njihovih določenih razlikah v občasne ali stalne homogene in heterogene učne skupine, da bi tako šola z bolj prilagojenimi učnimi cilji, vsebinami in didaktično-metodičnim stilom dela bolje uresničevala socialne in individualne vzgojno-izobraževalne namene«. O individualizaciji pa avtor zapiše, da je ta najdoslednejša oblika diferenciacije. S tem misli na samostojno delo učenca z učnimi sredstvi, ki so mu prilagojeni. Učitelj mora spoznavati, spoštovati razlike med učenci, poučevanje mora čim bolj prilagoditi tem razlikam in učencu omogočiti čim bolj samostojno učno delo (Strmčnik, 1987).

V učnem načrtu za TiT je tudi poglavje individualizacija in diferenciacija. V njem piše, da prilagajamo pouk TiT glede na zmožnosti in druge posebnosti učencev, torej notranje diferenciramo. To naj bi izvajali v fazah načrtovanja, organizacije, izvedbe kot tudi pri preverjanju in ocenjevanju znanja. Pri vsem tem pa moramo posebno pozornost nameniti specifičnim skupinam in posameznikom. Izpostavijo naslednje skupine: nadarjeni učenci, učenci z učnimi težavami, otroci s primanjkljaji na posameznih področjih učenja in otroci tujcev (Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt, 2011). Raziskava avtorice Brenčič (2010) je pokazala, da učitelji kot najbolj pozitivno izkušnjo dela z učenci s PP vidijo ravno individualizacijo.

Preverjanje in ocenjevanje

Učitelji pri pouku TiT ocenjujejo znanje, skladno s pravilnikom, ki ureja ocenjevanje. Učitelj pri TiT ocenjuje tri elemente, to so *znanje*, *proces dela* in *rezultati dela*. Pri ocenjevanju vseh elementov mora imeti učitelj oblikovane kriterije, ki so učencem jasni in ki jim jih učitelj predstavi pred začetkom dela (Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt, 2011).

Učenci s PP naj bi pri pouku TiT bolje napredovali kot pri drugih predmetih, saj izdelujejo projekte, ki so uporabni, in tako dobijo občutek, da so nekaj dosegli. Prav tako pouk TiT poteka prek izkustvenega učenja, kar jim lahko koristi, da lahko spremljajo svoj napredek. Z izdelavo različnih projektov pridobivajo tudi na področju pozornosti, potrpežljivosti, vztrajnosti in predanosti. Vse naštetu pa lahko privede tudi do tega, da se dosežki učencev s PP lahko primerjajo z dosežki vrstnikov (Design and technology association, b. d). V analizi individualiziranih programov za otroke s PP v programih devetletne osnovne šole s prilagojenim izvajanjem in DSP (Košnik, 2021) so preučili tudi, katere prilagoditve za poučevanje ter preverjanje in ocenjevanje vsebujejo IP. V največjem deležu učitelji pri poučevanju prilagajajo metode dela (npr. dodatna razlaga, zahtevnejša navodila podkrepijo z demonstracijo ali vizualno) in organizacijo prostora (npr. učenec sedi spredaj na stalnem mestu). Sledi prilagajanje pripomočkov za poučevanje (npr. uporaba žepnega računalca, kartončki za usmerjanje pozornosti). V najmanjšem deležu pa izvajajo prilagoditve časa. Pri preverjanju in ocenjevanju znanja pa učitelji najpogosteje prilagajajo čas (npr. podaljšan čas, napovedano ocenjevanje), veliko prilagajajo tudi metode dela (npr. ustno ocenjevanje, ocenjevanje po manjših sklopih). Malo manj prilagajajo organizacijo prostora, v najmanjšem deležu pa prilagajajo pripomočke (npr. več prostora, vrsta pisave). Zelo pomembno je, da

učitelji svoje delo prilagodijo vsakemu učencu s PP in te prilagoditve upoštevajo pri poučevanju in preverjanju ter ocenjevanju.

Motivacija

Za uspešno izvajanje pouka in poučevanja je zelo pomembna motivacija učencev. Če so učenci motivirani, bodo lažje dosegali učne cilje. Teorija samoodločanja predpostavlja, da učence k učenju spodbujata dva vira, to sta notranji in zunanji. Tako lahko ločimo tudi dve vrsti motivacije (Borah, 2021; Ryan in Deci, 2000):

– *Notranja motivacija*

Oseba ne deluje zaradi zunanjih spodbud, nagrad ali pritiskov, temveč oseba deluje zaradi lastnega zadovoljstva. Značilni sta radovednost, spopadanje z novimi izzivi. Učenca motivira, da se vključi v dejavnosti, ker ga določene teme zanimajo in ob tem uživa v učenju.

– *Zunanja motivacija*

Je nasprotje notranji motivaciji, saj tu oseba izvede neko nalogo zato, da doseže nek rezultat. Rezultat je lahko v obliki nagrade, družbenega odobravanja, spoštovanja. Zunanja motivacija je torej zunanja spodbuda učencu, ki ga vodi v učnem procesu.

V raziskavi avtorice Brenčič (2010) so anketirani učitelji za zelo pozitivno ocenili motivacijo za šolsko delo učencev s PP. Ta motivacija zajema prizadevnost in trud učenca s PP, njegovo sodelovanje in željo po pridobivanju novega znanja. Tako tudi učitelji, ki poučujejo slepe in slabovidne ter gluhe in naglušne, menijo, da so motivirani za šolsko delo. Še bolj pa menijo, da največ obveznosti izpolnjujejo, upoštevajo pravila in so motivirani gibalno ovirani učenci (Brenčič, 2010).

Poučevanje učencev s posebnimi potrebami

Tako pri predmetu TiT kot tudi pri ostalih predmetih učenci s PP potrebujejo različne didaktične pripomočke in opremo. Te prilagodimo glede na učenčeve zmožnosti in zahteve. Večje možnosti za izobrazbo, samostojnost, profesionalni razvoj pa nudijo sodobne tehnologije IKT, ki jih lahko uporabljajo vse skupine učencev s PP, seveda, prilagojene njihovim zmožnostim (Pšunder in Bračič, 2010).

V nadaljevanju predstavljamo didaktične pripomočke in prilagoditve pri pouku TiT za izbrane skupine učencev s PP.

Učenci z avtističnimi motnjami

Didaktične pripomočke, ki jih uporabljajo učenci z avtističnimi motnjami, lahko uporabljajo tudi ostali učenci, le vse moramo naučiti uporabljati pripomočke v različnih situacijah in okoliščinah. Katere pripomočke pa bomo ponudili učencu s PP, pa je odvisno od njegovih močnih in šibkih področij, njegovih primanjkljajev in tako naprej (MIZŠ, ZRSŠ, 2014). Učencem z avtističnimi motnjami je lahko pouk TiT zahteven, saj pouk vključuje socialne interakcije, komunikacijo z drugimi, prilagajanje misli določenemu projektu (Davies, 2018). Učenci s temi motnjami se razlikujejo med seboj, na eni strani so lahko zelo sposobni, celo nadpovprečni, na drugi strani pa potrebujejo veliko pomoči in podpore. Prav tako imajo lahko slabše razvite motorične spretnosti, težje pravilno presojujejo ter imajo neenakomerno razvite učne spretnosti (Heacox, 2015). Eno izmed področij, na katerem so ti učenci lahko uspešni, je opazovanje in

izdelava resničnih izdelkov, zato mora učitelj TiT pouk prilagoditi tako, da omogoči učencu, da razvije svoje talente (Davies, 2018).

Učitelj TiT lahko tem učencem pomaga na različne načine (Davies, 2018):

- Komunicira z njihovimi starši, saj oni poznajo veliko strategij, ki pomagajo njihovim otrokom.
- V razredu zagotavlja vidna znamenja, kot so slike, predmeti itd.
- Učencem izdelava urnik za vsak dan in jih hkrati opozori, če pride do sprememb.
- Opozori učence, če je naloga taka, da se bodo morali prilagajati, saj jih to lahko spravi v veliko stisko.
- Če lahko, učencem omogoči individualno delo, individualni delovni prostor ter možnost uporabe računalnika.
- Učencu podaja navodila tako, da ga naslovi z njegovim imenom.
- Izogiba se očesnemu stiku, če ta ni potreben.
- Podaja mu projekte, s katerimi ima učenec že neke izkušnje, saj bo tako uspešnejši.
- Projekti naj bodo strukturirani.
- Komunikacija naj poteka v preprostem jeziku, brez sarkazma, metafor ipd.

Nekateri izmed številnih pripomočkov so: vizualna pomagala, kot so peščene ure, piktogrami, vizualni urniki, opomniki, ki vodijo učenca skozi postopek, uporabljanje barv, plakati, uporaba računalnika in interaktivne table, radio, fotoaparati, projektor (MIZŠ, ZRSŠ, 2014).

Slepi in slabovidni učenci

Slepe in slabovidne učence moramo usposobiti za delo s pripomočki, ki jih uporabljajo pri učenju in šolskem delu (Pšunder in Bračič, 2010). Pripomočki, s katerimi učimo učence, ki vidijo, so velikokrat primerni tudi za slabovidne, vendar pa moramo biti pozorni na barve, predvsem na njihove kontraste, saj imajo slabovidni učenci lahko težave s prepoznavanjem nekaterih barv in odtenkov (ZDSSS, 2022). Učenci z motnjami vida se opirajo predvsem na zvok in dotik, zato morajo učitelji TiT prilagoditi pouk tako, da lahko tudi oni raziskujejo in uporabljajo materiale in orodja (Macular Society, b. d.).

Nekaj prilagoditev učencem z motnjami vida (Davies, 2004; Macular Society, b. d.):

- Z živobarvnimi trakovi označimo ročaje orodij.
- Namesto svinčnikov uporabimo debele flomastre.
- Da lahko učenec natančno reže, mu omogočimo uporabo vodil.
- Učence spodbujamo, da z uporabo dotika in vonja raziščejo različne materiale.
- Uporabljamo zvočne opise materialov, procesov in konceptov.
- Priporočljivo je, da si zagotovimo pomočnika, ki bo učencu lahko pomagal pri delu z orodji in materiali.
- Uporaba IKT lahko učencu pomaga pri povečavi besedila, načrtov – povečane ikone, brano besedilo. Učenca naučimo spretnosti rokovanja z računalnikom.
- Navodila lahko posnamemo in tako jih lahko učenec večkrat posluša ali pa učencu zagotovimo povečane kopije besedil.
- Pazimo, da ne stojimo s hrbtom proti oknu, saj nas tako učenec težje vidi, saj se ustvari naša silhueta.

Pri pouku TiT delo poteka tudi v delavnici, kjer se uporabljajo različni stroji. Pomembno je, da je območje delavnice in pa sama postavitve delavnice jasno označena, da se lahko učenci z motnjami vida varno gibajo. To lahko olajšamo tako, da tla polepimo s trakovi, ki omogočajo orientacijo v prostoru. Za vsakim delom v delavnici jo moramo počistiti, pripraviti orodja. Da

bo pri tem lahko sodelovala tudi ta skupina učencev, zaboje za pospravljanje različnih materialov opremimo s taktilnimi oznakami, mesta, kamor spada posamezno orodje na stojalu, osenčimo z njihovo obliko ali naredimo obris tega orodja. Na strojih, ki se vrtijo, moramo imeti nameščena varovala (Macular Society, b. d.).

Gluhi in naglušni učenci

Gluhi in naglušni učenci se razlikujejo po stopnji izgube sluha, zato pouk TiT prilagajamo glede na to, kakšno izgubo sluha ima učenec. Če učenec nima še dodatno težav z vidom, mu zelo veliko pomeni, da vidi sogovornika v usta in tako z ustnic razbere, kaj govori. Za to je zelo pomembna tudi postavitve učilnice in ravnanje učitelja.

Pri poučevanju skupine gluhih in naglušnih učencev smo pozorni na naslednje (ADCET, b. d.; Downs, 2000; Kesič Dimic, 2010):

- Pazimo, da ne stojimo pred virom svetlobe, da nam ne zasenči obraza, prav tako se izogibamo govorjenju, obrnjeni stran od učencev, saj tako ne vidijo našega obraza.
- Učence posedemo v prve klopi.
- Učencem zagotovimo tudi pisno razlago snovi, navodil, dejavnostih.
- Če uporabljamo videoposnetke, zagotovimo, da so vključeni podnapisi.
- Pazimo, da ni preveč hrupa, saj so naglušni učenci lahko občutljivi na zvoke iz ozadja, saj hrup prevlada nad govorom, na katerega bi morali biti pozorni.
- Ko obravnavamo nove pojme, učencu te posredujemo vnaprej.
- Pri dvosmerni komunikaciji učitelj–učenci prosimo učence, naj dvignejo roke, preden odgovorijo, saj tako omogočimo sodelovanje tudi gluhim in naglušnim učencem.
- Če v razredu nekdo od učencev postavi vprašanje, ga učitelj ponovi, da ga lahko zazna tudi učenec, ki ne sliši.
- Uporaba vizualnih demonstracij, fotografij, miselnih vzorcev.

V primeru, da naglušen ali gluh učenec uporablja slušni aparat, mu omogočimo uporabo brezžičnega elektroakustičnega sistema. Ta sistem zvok ojača in tako učencu omogoči sprejemanje zvoka po slušni poti. Tako učitelj kot učenec uporabljata brezžično ojačevalno napravo (Področna komisija za poklicno in strokovno izobraževanje otrok s posebnimi potrebami, 2004). Preprostejše pa je ure izvesti s pomočjo računalnika. Učenec ima lahko na njem naložene različne slovarje in programe, ki mu omogočajo lažje razumevanje učne snovi in tudi preostalega dogajanja okoli njega. Preko e-pošte lahko od učitelja in sošolcev prejme zapiske. Pomemben napredek je nastal v napravah, ki omogočajo dostop do medomrežja, saj omogočajo pretvorbo govora v pisavo in obratno. V šoli pa se je uveljavila tudi interaktivna tabla. Ta omogoča dostop do medomrežja, datotek na računalniku, uporabo različnih programov, sprotno shranjevanje, pisanje s svetlobnim svinčnikom in še mnogo različnih funkcij (Pšunder in Bračič, 2010).

Gibalno ovirani učenci

Tudi skupina gibalno oviranih učencev se med seboj razlikuje. Nekateri učenci so gibalno ovirani, ne potrebujejo pa dodatne pomoči pri učenju, torej lahko dosegajo učne cilje. Nekateri pa bodo poleg pomoči pri gibalni oviranosti potrebovali tudi veliko pomoči pri učenju.

Učitelj TiT lahko tej skupini učencev pomaga na naslednje načine (Davies, 2004):

- S pomočjo učencev in njihovih staršev pripravi ustrezne prilagoditve.
- Treba je razmisliti o postavitvi učilnice in opreme v njej.
- Pri izbiri projektov vključi interese in izkušnje učencev.
- Pri izdelavi projekta učencem zagotovi več časa, v primeru, da je mogoče, pa tudi manj zapletene ali krajše naloge.
- Učenec naj si ves potreben material in orodje priskrbi, preden začne izdelavo projekta.
- Če ima učenec spremljevalca, mu dovoli, da po učenčevih navodilih dela načrte ali mu pomaga pri izdelavi.
- Pogovarja naj se neposredno z učencem in ne s spremljevalcem.
- Da učencu olajšamo delo, mu pomagamo pri natančnosti, mu lahko podamo različne šablone, CAD-programe.
- Omogočimo dostop do IKT in spodbujamo uporabo te.
- Kljub primanjkljajem mora učitelj ohraniti visoka pričakovanja in nagraditi vse oblike napredka.
- Učenca izpustimo od pouka nekaj minut prej, da se izogne gneči na hodniku in pride pravočasno do naslednje ure, zato pazimo tudi, da domačo nalogo podamo med uro.
- Če je ura TiT proti koncu šolskega dne, mora učitelj razumeti, da je učenec lahko utrujen.

Ta skupina učencev s PP za uspešno delo v šoli potrebuje kar nekaj didaktičnih pripomočkov in učil. To so prilagojen računalnik (prilagojena tipkovnica in miška), različna multimedijska sredstva, dodatna osvetlitev, prilagojena pisala (različne debeline pisal, različni nastavki) (Pšunder in Bračič, 2010). Poleg učil pa je treba tem učencem prilagoditi tudi prostor in opremo. Mize morajo imeti možnost prilagajanja višine, naklona, delovna površina more biti nedorseča. Prav tako morajo imeti stoli možnost nastavitve višine, globine sedenja, višine naklona. Oprema v učilnici mora biti na višini, da jo dosežejo tudi učenci na invalidskih vozičkih (Pšunder in Bračič, 2010).

Namen in cilji

Namen raziskave, ki je del magistrskega dela (Dobravec, 2024), je bilo ugotoviti, kako smo v Sloveniji pripravljeni na inkluzijo, kako dobro so učitelji TiT v redni osnovni šoli usposobljeni za inkluzivno vključevanje učencev s PP ter koliko znanja imajo oziroma pridobijo prihodnji učitelji TiT v okviru študija. Namen magistrske raziskave je tudi proučiti možnosti inkluzivnega vključevanja izbranih skupin učencev s PP (slepih in slabovidnih učencev, gluhih in naglušnih učencev, učencev z avtističnimi motnjami ter gibalno oviranih učencev) v pouk TiT v redni osnovni šoli.

Zastavili smo si naslednja raziskovalna vprašanja (RV):

RV1: Kakšne prilagoditve izvajajo učitelji pri vsebinah pouka TiT za učence s PP?

RV2: Kako učitelji TiT vrednotijo (ocena, povratna informacija, primerjava z ostalimi učenci) dosežke (znanje, praktični izdelki) učencev s PP pri vsebinah pouka TiT ter kako bi jih vrednotili prihodnji učitelji TiT?

RV3: Kateri načini in oblike ocenjevanja gibalno oviranih učencev, učencev z avtističnimi motnjami, slepih in slabovidnih učencev ter gluhih in naglušnih učencev pri vsebinah pouka TiT se zdijo najbolj primerni učiteljem TiT, prihodnjim učiteljem TiT ter staršem tako učencev s PP kakor tudi staršem, ki nimajo učenca s PP?

RV4: Kako učitelji TiT poskrbijo za diferenciacijo poučevanja vseh učencev pri pouku TiT ter kako bi za to poskrbeli prihodnji učitelji?

RV5: Kako učitelji TiT spodbujajo motivacijo za učno delo pri učencih s PP pri TiT ter kako bi jo spodbujali prihodnji učitelji?

RV6: Kako se učitelji TiT in bodoči učitelji TiT čutijo kompetentne pri delu z učenci s PP?

RV7: Katere so prednosti predmeta TiT za učence z avtističnimi motnjami, gibalno ovirane učence, slepe in slabovidne oz. učence z okvaro vidne funkcije ter gluhe in naglušne učence, ki bi jih pripisali učitelji TiT, prihodnji učitelji TiT ter starši učencev s PP in brez PP?

RV8: Kako bi učitelji TiT, prihodnji učitelji TiT ter starši učencev s PP in brez PP ocenili funkcionalnost IKT za gibalno ovirane učence ter učence z avtističnimi motnjami?

Metoda

V okviru raziskave smo uporabili kvantitativno-kvalitativno raziskovalni pristop. Uporabili smo naslednje metode: teoretično kavzalna metoda, s katero smo preučili domačo in tujo literaturo, analiza in interpretacija literature, deskriptivno metodo teoretičnih prispevkov, neeksperimentalno kavzalno metodo, kjer bomo uporabili anketni vprašalnik, ter induktivno deduktivno metodo analitičnih prispevkov. Vzorec je bil slučajnostni, saj smo v raziskavo vključili učitelje TiT in starše učencev poljubnih slovenskih osnovnih šol. Prihodnji učitelji TiT pa so študenti Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Za tehniko zbiranja podatkov smo izbrali anketo. Izvedli smo jo s pomočjo spletnega anketnega vprašalnika prek portala 1ka (<https://www.1ka.si/d/sl>). Dopis s povezavo do spletne ankete smo poslali na 326 osnovnih šol. Rezultate ankete smo zbirali od 26. aprila 2022 do 1. julija 2022. Pridobljene podatke smo analizirali s pomočjo statističnega programa SPSS 23.0 za Windows. Uporabili smo metode opisne statistike. Prikazali smo frekvence, odstotke (%), minimum, maksimum, povprečne vrednosti (M) in standardne odklone (SD) odgovorov. Za preverjanje porazdelitve ocen smo uporabili Shapiro-Wilkov test normalnosti. Za iskanje statistično značilnih razlik v ocenah med dvema skupinama smo uporabili neparametrični test Mann-Whitney. Če smo zaznali statistično pomembne razlike v povprečnih rangih, smo izračunali moč učinka s pomočjo formule $r = \frac{z}{\sqrt{N}}$, kjer je N skupno število vseh udeležencev oz. št. opazovanj spremenljivke ($N = n1 + n2$). Za iskanje statistično pomembnih razlik v ocenah med tremi skupinami smo uporabili neparametrični Kruskal-Wallis test. Če je test Kruskal-Wallis potrdil statistično pomembne razlike v ocenah, smo izvedli post-hoc Dunnov-Bonferonijev test. Izračunali smo tudi moč učinka pri posamezni parni primerjavi, kjer smo potrdili statistično pomembne razlike med dvema skupinama, in sicer s pomočjo formule: $r = \frac{H \cdot (N+1)}{(N^2-1)}$, kjer je N enako številu vseh udeležencev oz. št. opazovanj spremenljivke pri dani parni primerjavi ($N = n1 + n2$). Vrednost učinka smo interpretirali kot Rea in Parker (1992), pri Mann-Whitney testu pa smo moč učinka interpretirali kot Lenhard in Lenhard (2016). Upoštevali smo stopnjo značilnosti pri vrednosti $\alpha = 0,05$. Če je bila vrednost statistične značilnosti $p < 0,05$, smo zaključili, da statistično značilne razlike v ocenah obstajajo, pri stopnji tveganja 5 %. Rezultate smo podali v obliki preglednic.

Rezultati

Prilagoditve pri vsebinah pouka tehnike in tehnologije za učence s posebnimi potrebami

Najprej nas je v sklopu **RV1** zanimalo, **kakšne prilagoditve izvajajo učitelji pri vsebinah pouka TiT za učence s PP.**

Učitelje ($N = 22$) smo vprašali: »Kako izvajate prilagoditve pri delu za učence s PP?« Gre za odprt tip odgovorov. Odgovore smo kategorizirali v 4 kategorije, in sicer so odgovori prikazani v Preglednici 1.

Preglednica 10: Prilagoditve pri vsebinah pouka TiT za učence s PP.

Spremenljivka	Odgovor	<i>n</i>	%
Kako izvajate prilagoditve pri delu za učence s PP?	Ni prilagoditev	1	4,5
	Podaljšan čas in več dodatne razlage ter pomoči	11	50,0
	Pomoč glede na potrebe učenca (individualizacija)	9	40,9
	Pouk, prilagojen vsem učencem	1	4,5
	Skupaj	22	100,0

Legenda: *n* = število odgovorov, % = odstotni delež.

Rezultati kažejo, da polovica učiteljev podaljša čas in nudi več dodatne razlage ter pomoči ($n = 11$; 50,0 %). Nekaj manj kot polovica nudi pomoč glede na potrebe posameznega učenca s PP ($n = 9$; 40,9 %). Eden izmed učiteljev je odgovoril, da ni prilagoditev ($n = 1$; 4,5 %), eden pa, da je pouk prilagojen vsem učencem (ne samo učencu s PP) ($n = 1$; 4,5).

Vrednotenje dosežkov učencev s posebnimi potrebami pri pouku tehnike in tehnologije

V sklopu **RV2** nas je zanimalo, **kako učitelji TiT vrednotijo (ocena, povratna informacija, primerjava z ostalimi učenci) dosežke (znanje, praktični izdelki) učencev s PP pri vsebinah pouka TiT ter kako bi jih vrednotili bodoči učitelji TiT.**

V ta namen smo učiteljem in prihodnjim učiteljem zastavili odprto vprašanje: »Kako bi vrednotili/vrednotijo dosežke učencev s PP pri pouku TiT?« Odgovore smo združili v skupne kategorije, ki so prikazane v Preglednici 2.

Preglednica 211: Vrednotenje dosežkov učencev s PP pri pouku TiT s strani učiteljev in prihodnjih učiteljev.

Spremenljivka	Skupina	Odgovor	n	%
<u>Kako bi vrednotili</u> (ocena, povratna informacija, primerjava z ostalimi učenci) <u>dosežke</u> (znanje, praktični izdelki) <u>učencev s PP pri pouku TiT?</u>	Prihodnji učitelji	Čim bolj enakovredno ostalim učencem	5	41,7
		Prilagoditev učnih ciljev in kriterijev ocenjevanja	7	58,3
		Skupaj	12	100,0
<u>Kako vrednotite</u> (ocena, povratna informacija, primerjava z ostalimi učenci) <u>dosežke</u> (znanje, praktični izdelki) <u>učencev s PP pri pouku TiT?</u>	Učitelji	Enakovredno ostalim učencem	7	31,8
		Nižja ocena kot ostali učenci	1	4,5
		Učenčev napredek	4	18,2
		Upoštevanje učenčevih prilagoditev	10	45,5
		Skupaj	22	100,0

Legenda: n = število odgovorov, % = odstotni delež.

Iz Preglednice 2 je razvidno, da bi več kot polovica prihodnjih učiteljev prilagodila učne cilje in kriterije ocenjevanja ($n = 7$; 58,3 % prihodnjih učiteljev), nekaj manj kot polovica pa bi jih ocenjevala čim bolj enakovredno ostalim učencem ($n = 5$; 41,7 % prihodnjih učiteljev). Odgovori učiteljev so nekoliko bolj razpršeni, in sicer bi največji delež, skoraj polovica učiteljev, upoštevala učenčeve prilagoditve ($n = 10$; 45,5 %), približno tretjina bi jih vrednotila enakovredno ostalim učencem, štirje učitelji so odgovorili, da bi vrednotili učenčev napredek (glede na njihovo delo, trud, izvirnost ...).

Mnenje o primernosti načinov in oblik ocenjevanja učencev s posebnimi potrebami

V sklopu **RV3** nas je zanimalo, kateri **načini in oblike ocenjevanja gibalno oviranih učencev, učencev z avtističnimi motnjami, slepih in slabovidnih učencev ter gluhih in naglušnih učencev pri vsebinah pouka TiT se zdijo najbolj primerni učiteljem TiT, bodočim učiteljem TiT ter staršem tako učencev s PP kot tudi staršem, ki nimajo učenca s PP?**

Starše, prihodnje učitelje TiT ter učitelje TiT smo vprašali, naj ocenijo primernost načinov in oblik ocenjevanja učencev s PP pri vsebinah TiT. Na dane vidike so anketiranci odgovarjali s pomočjo šeststopenjske lestvice primernosti (1 – sploh ni primerno; 2 – neprimerno; 3 – zmerno neprimerno; 4 – zmerno primerno; 5 – primerno; 6 – popolnoma je primerno).

V nadaljevanju smo želeli opažene razlike med skupinami (3 skupine) tudi statistično potrditi. Normalnost porazdelitve ocen pri posamezni spremenljivki smo preverili s pomočjo Shapiro-Wilkovega testa za vsako izmed treh skupin posebej. Rezultati so pokazali, da pri nobenem izmed načinov primernosti ocenjevanja za posamezno skupino učencev ne moremo potrditi normalnosti porazdelitve ocen za vse tri skupine hkrati ($p < 0,05$ pri vsaj eni izmed skupin), zato smo v nadaljevanju za testiranje uporabili neparametrični Kruskal-Wallis test. V Preglednicah 3 in 4 prikazujemo rezultate povprečnih ocen primernosti za vse tri skupine in izvedenega Kruskal-Wallis testa. Zaradi obsežnosti rezultatov jih predstavljamo ločeno v dveh preglednicah, in sicer za gibalno ovirane učence in učence z avtističnimi motnjami posebej v Preglednici 3 ter za slepe in slabovidne učence in gluhe in naglušne učence v Preglednici 4.

Preglednica 312: Primernost ocenjevanja načinov in oblik ocenjevanja učencev s PP pri vsebinah TiT za gibalno ovirane učence in učence z avtističnimi motnjami (Kruskall-Wallis test).

Ocenjevanje	Vloga	Gibalno ovirani učenci					Vloga	Učenci z avtističnimi motnjami				
		M	SD	MR	KW	p		M	SD	MR	KW	p
Praktični izdelek	U	4,00	1,024	32,48	4,03	0,133	U	5,05	0,999	31,00	2,41	0,300
	BU	3,08	1,564	22,88			BU	4,25	1,545	22,83		
	S	3,30	1,895	24,80			S	4,55	1,468	26,45		
Predstavitev izdelka	U	5,32	1,171	31,20	2,53	0,283	U	3,95	1,214	32,27	5,32	0,070
	BU	4,67	1,775	25,46			BU	2,83	1,115	19,63		
	S	4,65	1,663	24,65			S	3,35	1,785	26,98		
Kviz	U	5,64	,727	30,30	2,83	0,243	U	5,00	1,234	32,75	4,48	0,106
	BU	5,25	1,603	28,67			BU	4,17	1,697	24,58		
	S	5,00	1,414	23,73			S	4,00	1,686	23,48		
Refleksija	U	5,05	1,253	32,11	3,62	0,164	U	4,05	1,327	31,30	2,81	0,245
	BU	4,08	1,730	23,04			BU	3,17	1,403	22,21		
	S	4,10	1,997	25,10			S	3,60	1,903	26,50		
Opazovanje postopka izdelave	U	5,41	1,141	31,68	10,86	0,004	U	4,86	1,356	32,00	4,62	0,099
	BU	3,42	2,021	15,88			BU	3,50	1,931	20,38		
	S	5,25	1,333	29,88			S	4,30	1,625	26,83		
Projektno učno delo	U	5,09	1,540	32,11	5,40	0,067	U	4,27	1,751	28,80	4,65	0,098
	BU	3,75	1,913	19,71			BU	3,25	1,603	19,29		
	S	4,75	1,410	27,10			S	4,50	1,606	31,00		
Odnos do izdelka	U	5,05	1,174	28,61	1,51	0,471	U	4,73	1,316	28,68	6,04	0,049
	BU	4,50	1,508	22,88			BU	3,67	1,557	18,38		
	S	5,00	1,376	29,05			S	5,00	1,170	31,68		
Odnos do dela	U	5,09	1,342	29,59	3,60	0,166	U	4,91	1,342	30,07	5,86	0,053
	BU	4,17	1,697	20,50			BU	3,58	1,832	18,25		
	S	5,10	1,334	29,40			S	5,00	1,124	30,23		
Odnos do tehničnih sredstev (učnega okolja)	U	4,77	1,631	29,34	7,58	0,023	U	4,86	1,490	31,25	10,34	0,006
	BU	3,67	1,497	17,17			BU	3,33	1,371	15,13		
	S	5,00	1,589	31,68			S	4,95	1,099	30,80		
Ocenjevanje s pomočjo IKT	U	4,50	1,263	29,18	1,41	0,495	U	4,82	1,181	29,34	0,56	0,755
	BU	4,42	1,929	29,75			BU	4,25	1,960	26,63		
	S	3,85	1,899	24,30			S	4,30	1,658	26,00		
Didaktične igre (fizične)	U	3,45	1,224	29,34	1,91	0,384	U	4,59	1,368	30,80	6,77	0,034
	BU	2,83	1,528	22,08			BU	3,25	1,485	17,38		
	S	3,50	1,792	28,73			S	4,55	1,356	29,95		
Didaktične igre (računalniške)	U	4,64	1,497	25,86	2,36	0,307	U	5,00	1,069	29,84	3,21	0,201
	BU	4,25	1,815	23,92			BU	3,83	1,899	20,67		
	S	5,20	1,196	31,45			S	4,85	1,309	29,03		
Skupinski izdelek (par ali manjša skupina)	U	5,14	1,356	31,09	3,85	0,146	U	3,95	1,963	30,59	2,77	0,251
	BU	4,17	1,642	20,67			BU	2,83	1,749	21,42		
	S	4,95	1,276	27,65			S	3,65	1,755	27,75		

Legenda: n = število odgovorov; M = povprečje; SD = standardni odklon; MR = povprečni rangi; KW = Kruskall-Wallis test; p = statistična značilnost. U = učitelji TiT ($n = 22$); BU = bodoči učitelji TiT ($n = 12$); S = starši/skrbniki ($n = 20$). Lestvica: 1 – sploh ni primerno; 2 – neprimerno; 3 – zmerno neprimerno; 4 – zmerno primerno; 5 – primerno; 6 – popolnoma je primerno.

Preglednica 4: Primernost ocenjevanja načinov in oblik ocenjevanja učencev s PP pri vsebinah TiT za slepe in slabovidne učence ter gluhe in naglušne učence (Kruskall-Wallis test).

Ocenjevanje	Vloga	Slepi in slabovidni učenci					Vloga	Gluhi in naglušni učenci				
		M	SD	MR	KW	p		M	SD	MR	KW	p
Praktični izdelek	U	3,18	1,468	29,27	6,13	0,047	U	5,41	1,221	31,02	3,97	0,137
	BU	2,00	1,128	17,92			4,92	1,379	21,21			
	S	3,55	1,959	31,30			5,25	1,293	27,40			
Predstavitev izdelka	U	4,14	1,642	30,95	8,24	0,016	U	3,68	1,673	27,86	2,91	0,233
	BU	2,50	1,314	16,25			3,00	1,348	21,25			
	S	4,10	1,744	30,45			4,00	1,717	30,85			
Kviz	U	3,77	1,950	26,77	3,01	0,223	U	5,18	1,220	31,50	2,77	0,251
	BU	3,17	2,038	22,00			4,08	2,065	24,92			
	S	4,40	1,603	31,60			4,30	2,003	24,65			
Refleksija	U	4,23	1,478	28,39	1,37	0,504	U	4,23	1,378	28,91	1,47	0,480
	BU	3,58	1,676	22,96			3,58	1,311	22,75			
	S	4,15	2,007	29,25			4,00	1,974	28,80			
Opazovanje postopka izdelave	U	2,82	1,918	30,82	6,86	0,032	U	5,41	0,959	31,68	5,97	0,052
	BU	1,42	1,515	17,38			3,75	2,050	19,08			
	S	2,90	1,861	29,93			4,90	1,619	27,95			
Projektno učno delo	U	3,59	1,968	24,89	4,49	0,106	U	4,68	1,492	28,36	2,16	0,339
	BU	3,25	1,960	22,79			4,08	1,621	21,96			
	S	4,55	1,638	33,20			4,85	1,348	29,88			
Odnos do izdelka	U	4,77	1,602	27,80	1,43	0,489	U	5,00	1,195	27,18	2,48	0,289
	BU	4,42	1,564	23,29			4,50	1,567	22,46			
	S	5,00	1,414	29,70			5,20	1,322	30,88			
Odnos do dela	U	4,95	1,430	29,23	2,54	0,280	U	4,77	1,744	26,55	3,34	0,188
	BU	4,33	1,497	21,46			4,50	1,567	22,25			
	S	4,90	1,586	29,23			5,30	1,302	31,70			
Odnos do tehničnih sredstev (učnega okolja)	U	4,41	1,894	29,32	4,92	0,086	U	4,86	1,246	28,61	5,63	0,060
	BU	3,50	1,508	18,96			4,00	1,348	18,75			
	S	4,75	1,372	30,63			5,05	1,356	31,53			
Ocenjevanje s pomočjo IKT	U	3,14	1,612	30,91	5,64	0,060	U	4,86	1,037	24,16	1,94	0,379
	BU	2,00	1,907	18,33			4,92	1,676	29,29			
	S	3,05	1,849	29,25			5,10	1,447	30,10			
Didaktične igre (fizične)	U	3,55	1,503	27,73	6,88	0,032	U	4,73	1,279	28,41	0,40	0,817
	BU	2,50	1,784	18,08			4,25	1,815	25,08			
	S	4,20	1,824	32,90			4,65	1,461	27,95			
Didaktične igre (računalniške)	U	3,59	1,593	30,18	3,13	0,210	U	4,95	1,133	27,07	1,47	0,480
	BU	2,58	1,443	20,67			4,50	1,624	23,75			
	S	3,50	1,933	28,65			5,15	1,268	30,23			
Skupinski izdelek (par ali manjša skupina)	U	4,32	1,756	27,84	2,38	0,305	U	4,55	1,535	27,41	5,87	0,053
	BU	3,67	1,826	21,92			3,67	1,775	19,17			
	S	4,70	1,559	30,48			5,10	1,165	32,60			

Legenda: n = število odgovorov; M = povprečje; SD = standardni odklon; MR = povprečni rangi; KW = Kruskall-Wallis test; p = statistična značilnost. U = učitelji TiT (n = 22); BU = Bodoči učitelji TiT (n = 12); S = atarši/skrbniki (n = 20).

V Preglednicah 3 in 4 vidimo, da pri več dejavnikih za gibalno ovirane učence (opazovanje postopka izdelave, odnos do tehničnih sredstev), učence z avtističnimi motnjami (odnos do izdelka, odnos do tehničnih sredstev, fizične didaktične igre) in predvsem slepe in slabovidne učence (praktični izdelek, predstavitev izdelka, opazovanje postopka izdelave, fizične

didaktične igre) ugotavljamo statistično pomembne razlike v ocenah primernosti ocenjevanja ($p < 0,05$ pri navedenih vidikih). Ob pregledu povprečnih ocen in povprečnih rangov so učitelji in starši podobno ocenili navedene dejavnike, medtem ko so prihodnji učitelji navedene dejavnike vrednotili z nižjo oceno primernosti za ocenjevanje. Povzamemo lahko, da so starši, učitelji in prihodnji učitelji kot najbolj (najvišja primernosti) in najmanj (najnižja ocena primernosti) primerne oblike ocenjevanja ocenili podobne dejavnike, le da so ocene pri bodočih učiteljih nekoliko nižje, kot so ocene staršev in učitelje (Preglednici 3 in 4). Za gluhe in naglušne učence ni statistično pomembnih razlik v ocenah primernosti ocenjevanja med danimi tremi skupinami ($p > 0,05$) (Preglednica 4).

Zanimalo nas je, med katerimi skupinami so statistično pomembne razlike v ocenah primernosti ocenjevanja navedenih načinov. V ta namen smo izvedli post-hoc Dunnov-Bonferonijev test za 9 vidikov, kjer ugotavljamo statistično pomembne razlike (različne skupine učencev). Rezultati so prikazani v Preglednici 5.

Preglednica 5: Razlike v ocenah primernosti ocenjevanja učencev s PP glede na starše, prihodnje učitelje TiT in učitelje TiT (Post-Hoc Dunnov test).

Spremenljivka	Skupina1 – Skupina 2	Dunn test	Standardna napaka	p	Moč učinka
Opazovanje postopka izdelave (gibalno ovirani učenci)	BU-U	15,81	5,01	0,005	0,48
	BU-S	-14,00	5,10	0,018	0,45
	S-U	1,81	4,32	1,000	/
Odnos do izdelka (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	10,31	5,42	0,172	/
	BU-S	-13,30	5,52	0,048	0,43
	U-S	-2,99	4,67	1,000	/
Odnos do tehničnih sredstev (učnega okolja) (gibalno ovirani učenci)	BU-U	12,17	5,38	0,071	/
	BU-S	-14,51	5,48	0,024	0,47
	U-S	-2,33	4,63	1,000	/
Odnos do tehničnih sredstev (učnega okolja) (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	16,13	5,43	0,009	0,49
	BU-S	-15,68	5,52	0,014	0,51
	S-U	0,45	4,67	1,000	/
Didaktične igre (fizične) (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	13,42	5,50	0,044	0,41
	BU-S	-12,58	5,59	0,074	/
	S-U	0,85	4,73	1,000	/
Praktični izdelek (slepi in slabovidni učenci)	BU-U	11,36	5,54	0,121	/
	BU-S	-13,38	5,64	0,053	0,43
	U-S	-2,03	4,77	1,000	/
Predstavitev izdelka (slepi in slabovidni učenci)	BU-U	14,71	5,53	0,023	0,47
	BU-S	-14,20	5,63	0,035	0,43
	S-U	0,51	4,76	1,000	/
Opazovanje postopka izdelave (slepi in slabovidni učenci)	BU-U	13,44	5,46	0,042	0,41
	BU-S	-12,55	5,56	0,072	/
	S-U	0,89	4,70	1,000	/
Didaktične igre (fizične) (slepi in slabovidni učenci)	BU-U	9,64	5,55	0,247	/
	BU-S	-14,82	5,65	0,026	0,48
	U-S	-5,17	4,78	0,838	/

Legenda: p = statistična značilnost, pri katerih je upoštevan Bonferonni popravek; U = učitelji TiT ($n = 22$); BU = bodoči učitelji TiT ($n = 12$); S = starši/skrbniki ($n = 20$).

Na osnovi rezultatov lahko ugotovimo, da se pri večini trditev statistično pomembno razlikujejo ocene prihodnjih učiteljev in učiteljev ter bodočih učiteljev in staršev (kot je bilo vidno iz opisne statistike v Preglednicah 3 in 4). Moči učinkov za dane vidike so srednje močne (poudarimo

pa, da so blizu močnega učinka – blizu meje 0,5). Največja moč učinka je zaznana pri odnosu do tehničnih sredstev za učence z avtističnimi motnjami, kjer so razlike v ocenah prihodnjih učiteljev in staršev izrazite (Preglednica 5).

V nadaljevanju povzemamo tudi najvišje in najnižje ocene za posamezne izbrane skupine učencev s PP.

Najvišje ocene za gibalno ovirane učence:

- *starši*: odnos do dela, računalniške didaktične igre in opazovanje postopka izdelave,
- *učitelji TiT*: predstavitev izdelka, kviz in opazovanje postopka izdelave,
- *prihodnji učitelji TiT*: kviz.

Najnižje ocene za gibalno ovirane učence:

- *starši*: didaktične igre (fizične) in praktični izdelek,
- *učitelji TiT*: didaktične igre (fizične),
- *prihodnji učitelji TiT*: didaktične igre (fizične) in praktični izdelek.

Najvišje ocene za učence z avtističnimi motnjami:

- *starši*: odnos do izdelka in do dela,
- *učitelji TiT*: praktični izdelek, kviz in didaktične igre (računalniške),
- *prihodnji učitelji TiT*: praktični izdelek (nižje povprečje kot preostali dve skupini) in ocenjevanje s pomočjo IKT (npr. modeliranje izdelka, izdelava obogatenelega gradiva, tehniško risanje).

Najnižje ocene za učence z avtističnimi motnjami:

- *starši*: refleksija, predstavitev izdelka in skupinski izdelek (par ali manjša skupina),
- *učitelji TiT*: refleksija, predstavitev izdelka in skupinski izdelek (par ali manjša skupina),
- *prihodnji učitelji TiT*: predstavitev izdelka, skupinski izdelek (par ali manjša skupina), refleksija.

Najvišje ocene za slepe in slabovidne učence:

- *starši*: odnos do izdelka, do dela in do tehničnih sredstev,
- *učitelji TiT*: odnos do izdelka in do dela,
- *prihodnji učitelji TiT*: odnos do izdelka in do dela.

Najnižje ocene za slepe in slabovidne učence:

- *starši*: ocenjevanje s pomočjo IKT (npr. modeliranje izdelka, izdelava obogatenelega gradiva, tehniško risanje) in opazovanje postopka izdelave,
- *učitelji TiT*: praktični izdelek, opazovanje postopka izdelave in ocenjevanje s pomočjo IKT (npr. modeliranje izdelka, izdelava obogatenelega gradiva, tehniško risanje),
- *prihodnji učitelji TiT*: praktični izdelek in predstavitev izdelka (nižje povprečje kot preostali dve skupini), opazovanje postopka izdelave in ocenjevanje s pomočjo IKT (npr. modeliranje izdelka, izdelava obogatenelega gradiva, tehniško risanje).

Najvišje ocene za gluhe in naglušne učence:

- *starši*: kviz, opazovanje postopka izdelave, odnos do izdelka in do dela, praktični izdelek,
- *učitelji TiT*: praktični izdelek, kviz, opazovanje postopka izdelave in odnos do izdelka in do dela,

- *prihodnji učitelji TiT*: ocenjevanje s pomočjo IKT (npr. modeliranje izdelka, izdelava obogatenelega gradiva, tehniško risanje) in praktični izdelek.

Najnižje ocene **za gluhe in naglušne** učence:

- *starši*: predstavitev izdelka in refleksija,
- *učitelji TiT*: predstavitev izdelka,
- *prihodnji učitelji TiT*: predstavitev izdelka in refleksija.

Diferenciacija poučevanja vseh učencev pri pouku tehnike in tehnologije

V sklopu **RV4** nas je zanimalo, **kako učitelji TiT poskrbijo za diferenciacijo poučevanja vseh učencev pri pouku TiT ter kako bi za to poskrbeli prihodnji učitelji?**

Učiteljem in prihodnjim učiteljem smo zastavili vprašanje: »Kako bi poskrbeli/poskrbite za nivojski, diferenciran pouk celega razreda pri TiT?«

Preglednica 6: Mnenje glede diferenciacije poučevanja vseh učencev pri pouku TiT s strani učiteljev in prihodnjih učiteljev.

Vprašanje	Skupina	Odgovor	n	%
Kako <i>bi poskrbeli za nivojski, diferenciran pouk celega razreda pri TiT?</i>	Prihodnji učitelji TiT	Prilagoditev ciljev	1	8,3
		Prilagoditev izdelka	7	58,3
		Razdelitev učencev v skupine glede na njihove zmožnosti	4	33,3
		Skupaj	12	100,0
Kako <i>poskrbite za nivojski, diferenciran pouk celega razreda pri TiT?</i>	Učitelji TiT	Delo v skupinah	3	13,6
		Diferenciacija ni potrebna	1	4,5
		Otežena diferenciacija zaradi velikega števila učencev	1	4,5
		Prilagoditve zahtevnosti nalog in izdelka	15	68,2
		Vključevanje v pouk vsakega učenca	2	9,1
Skupaj	22	100,0		

Legenda: n = število odgovorov, % = odstotni delež.

Prihodnji učitelji TiT so odgovorili, da bi prilagodili izdelek ($n = 7$; 58,3 % prihodnjih učiteljev TiT) in razdelili učence v skupine glede na njihove zmožnosti ($n = 4$; 33,3 % prihodnjih učiteljev TiT). Eden zmed prihodnjih učiteljev TiT bi prilagodil cilje ($n = 1$; 8,3 % prihodnjih učiteljev TiT). Učitelji TiT pa so v največjem deležu odgovorili, da bi prilagodili zahtevnosti nalog in izdelka ($n = 15$; 68,2 % učiteljev TiT). Prav tako so odgovorili, da za nivojski, diferenciran pouk celega razreda pri TiT poskrbijo tako, da učenci delajo v skupinah ($n = 3$; 13,6 % učiteljev TiT) ter v pouk vključujejo vsakega učenca ($n = 2$; 9,1 % učiteljev TiT). Eden izmed učiteljev TiT je navedel, da diferenciacija ni potrebna ($n = 1$; 4,5 % učiteljev TiT), en pa, da je zaradi velikega števila učencev diferenciacija otežena ($n = 1$; 4,5 % učiteljev TiT) (Preglednica 6).

Spodbujanje motivacije za učno delo pri učencih s posebnimi potrebami

V sklopu **RV5** nas je zanimalo, **kako učitelji TiT spodbujajo motivacijo za učno delo pri učencih s PP pri TiT ter kako bi jo spodbujali prihodnji učitelji?**

Učitelje/prihodnje učitelje TiT smo vprašali: »Kako spodbujate/bi spodbujali motivacijo za učno delo pri učencih s PP pri TiT?«

Preglednica 7: Spodbujanje motivacije za učno delo pri učencih s PP (učitelji in prihodnji učitelji TiT).

Vprašanje	Skupina	Odgovor	n	%
Kako bi spodbujali motivacijo za učno delo pri učencih s PP pri TiT?	Prihodnji učitelji TiT	Spodbujanje učenčevih močnih področij	7	58,3
		Več pomoči	1	8,3
		Z uporabnimi vsebinami in izdelki	4	33,3
		Skupaj	12	100,0
Kako spodbujate motivacijo za učno delo pri učencih s PP pri TiT?	Učitelji TiT	Enako kot ostale učence	1	4,5
		Individualni pristop	3	13,6
		Ni potrebe, saj so za delo že sami motivirani	2	9,1
		Odkvisno od učenca	1	4,5
		Pomoč sovrstnikov	1	4,5
		Praktično delo in življenjski primeri	5	22,7
		S pohvalo, spodbudo	7	31,8
		Več praktičnega dela in življenjskih vsebin	2	9,1
Skupaj	22	100,0		

Legenda: n = število odgovorov, % = odstotni delež.

Rezultati kažejo, da bi več kot polovica prihodnjih učiteljev spodbujala motivacijo tako, da bi spodbujali učenčeva močna področja ($n = 7$; 58,3 % prihodnjih učiteljev TiT), približno tretjina pa bi ponudila uporabne vsebine in izdelke ($n = 4$; 33, % bodočih učiteljev TiT). Odgovori učiteljev TiT so bolj raznoliki, in sicer največji delež, nekaj manj kot tretjina učiteljev, učence s PP za motivacijo za učno delo spodbuja s pohvalo, spodbudo ($n = 7$; 31,8 % učiteljev TiT), nekaj več kot petina s praktičnim delom in življenjskimi primeri ($n = 5$; 22,7 % učiteljev TiT). Učitelji motivacijo spodbujajo tudi z individualnim pristopom ($n = 3$; 13,6 % učiteljev TiT), z več praktičnega dela in življenjskimi vsebinami ($n = 2$; 9,1 % učiteljev TiT) in s pomočjo sovrstnikov ($n = 1$; 4,5 % učiteljev TiT). Dva učitelja TiT menita, da ni potrebe po dodatni motivaciji, saj so za delo že sami motivirani ($n = 2$; 9,1 % učiteljev TiT) (Preglednica 7).

Kompetentnost učiteljev in bodočih učiteljev tehnike in tehnologije pri delu z učenci s posebnimi potrebami

V sklopu **RV6** nas je zanimalo, **kako se učitelji TiT in bodoči učitelji TiT čutijo kompetentni pri delu z učenci s PP.**

V ta namen smo učiteljem in prihodnjim učiteljem zastavili štiri sklope vprašanj glede kompetentnosti z različnih vidikov:

- specifična znanja (4 trditve),
- veščine in spretnosti (3 trditve),
- odnos in sprejemanje učencev (7 trditev),
- sodelovalno okolje (6 trditev).

Na dane trditve so učitelji in prihodnji učitelji odgovarjali s pomočjo šeststopenjske lestvice strinjanja (1 – sploh se ne strinjam; 2 – se ne strinjam; 3 – zmerno se ne strinjam; 4 – zmerno se strinjam; 5 – se strinjam; 6 – popolnoma se strinjam).

Pred prikazom rezultatov smo s pomočjo Shapiro-Wilkovega testa preverili normalnost porazdelitve ocen za posamezno skupino in ugotovili, da ne moremo potrditi normalnosti porazdelitve ocen pri nobeni izmed spremenljivk ($p < 0,05$ pri vsaj eni izmed skupin).

V nadaljevanju prikazujemo statistiko povprečnih ocen (povprečnega strinjanja), standardnih odklonov strinjanja in povprečnih rangov za vsako izmed skupin. Statistično značilne razlike v oceni kompetentnosti smo preverili s pomočjo neparametričnega Mann-Whitney testa. Rezultate prikazujemo za vsakega izmed štirih vidikov (sklopov) kompetentnosti ločeno.

Preglednica 8: Mnenje o kompetentnosti učiteljev in prihodnjih učiteljev – specifična znanja (Mann-Whitney test).

Kompetentnost učiteljev (Specifična znanja)	Vloga	n	M	SD	MR	MW	p	Moč učinka
Vse vsebine osnovnošolske TiT ter tudi prilagoditve za učence s PP popolnoma obvladam.	Učitelj TiT	22	3,91	1,306	22,50	15,50	p<0,001	0,69
	Bodoči učitelj TiT	12	1,83	0,718	8,33			
Natančno vem, kaj dela učenec s PP pri vsaki nalogi/izdelku.	Učitelj TiT	22	4,41	1,368	22,80	11,00	p<0,001	0,74
	Bodoči učitelj TiT	12	1,67	0,651	7,79			
Natančno vem/poznam, kako in na kakšen način učenec s PP izvaja nalogo.	Učitelj TiT	22	4,32	1,287	23,00	30,50	p<0,001	0,76
	Bodoči učitelj TiT	12	1,42	0,515	7,42			
Iz učnega načrta za TiT z lahkoto izluščim realistične cilje za učence s PP.	Učitelj TiT	22	4,09	1,411	22,11	30,50	p<0,001	0,64
	Bodoči učitelj TiT	12	1,83	1,030	9,04			

Legenda: n = število odgovorov; M = povprečje; SD = standardni odklon; MR = povprečni rangi MW = Mann-Whitney test; p = statistična značilnost. Lestvica: 1 – sploh se ne strinjam; 2 – se ne strinjam; 3 – zmerno se ne strinjam; 4 – zmerno se strinjam; 5 – se strinjam; 6 – popolnoma se strinjam.

V Preglednici 8 vidimo, da Mann-Whitney test potrjuje statistično značilne razlike v strinjanju učiteljev in bodočih učiteljev z vsemi štirimi trditvami, ki se nanašajo na kompetentnost z vidika specifičnih znanj pri TiT ($p < 0,05$ pri vseh štirih trditvah). Iz povprečnih rangov in povprečnih ocen strinjanja je razvidno, da se učitelji TiT bolj strinjajo s tem, da so kompetentni z vidika specifičnih znanj kot pa bodoči učitelji TiT. Moč učinka pri danih vidikih je velika ($r > 0,5$ pri vseh treh vidikih), saj so razlike v povprečnih ocenah relativno visoke.

Učitelji TiT se v povprečju bolj kot bodoči učitelji TiT strinjajo, da vse vsebine osnovnošolske TiT ter tudi prilagoditve za učence s PP popolnoma obvladajo ($M = 3,91$; $SD = 1,306$; $MR = 22,50$), da natančno vedo, kaj dela učenec s PP pri vsaki nalogi/izdelku ($M = 4,41$; $SD = 1,368$; $MR = 22,80$), da natančno poznajo, kako in na kakšen način učenec s PP izvaja nalogo ($M = 4,32$; $SD = 1,287$; $MR = 23,00$), ter da iz učnega načrta za TiT z lahkoto izluščijo realistične cilje za učence s PP ($M = 4,09$; $SD = 1,41$; $MR = 22,11$). Prihodnji učitelji pa se v povprečju z danimi štirimi vidiki ne strinjajo (povprečje je nižje od 2,0) (Preglednica 8).

V nadaljevanju smo analizirali mnenja o kompetentnosti glede veščin in spretnosti pri TiT.

Preglednica 9: Mnenje o kompetentnosti učiteljev in prihodnjih učiteljev – veščine in spretnosti (Mann-Whitney test).

Kompetentnost učiteljev (Veščine in spretnosti)	Vloga	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>MR</i>	<i>MW</i>	<i>p</i>	Moč učinka
Z lahkoto poučujem vsako vsebino/temo TiT tudi pri učencih s PP.	Učitelj TiT	22	4,09	1,477	21,86	36,00	p<0,001	0,60
	Bodoči učitelj TiT	12	2,00	1,044	9,50			
Imam vse potrebne veščine za vodenje in nadzor učencev pri učnih aktivnostih.	Učitelj TiT	22	4,27	1,352	20,68	62,00	0,009	0,45
	Bodoči učitelj TiT	12	2,83	1,467	11,67			
Z lahkoto se vključim v interakcijo z učencem-učiteljem-staršem.	Učitelj TiT	22	4,73	1,316	20,57	64,50	0,013	0,43
	Bodoči učitelj TiT	12	3,33	1,614	11,88			

Legenda: *n* = število odgovorov; *M* = povprečje; *SD* = standardni odklon; *MR* = povprečni rangi; *MW* = Mann-Whitney test; *p* = statistična značilnost. Lestvica: 1 – sploh se ne strinjam; 2 – se ne strinjam; 3 – zmerno se ne strinjam; 4 – zmerno se strinjam; 5 – se strinjam; 6 – popolnoma se strinjam.

V Preglednici 9 vidimo, da nam Mann-Whitney test potrjuje statistično značilne razlike v strinjanju učiteljev in prihodnjih učiteljev s tremi trditvami, ki se nanašajo na kompetentnost z vidika veščin in spretnosti pri TiT ($p < 0,05$ pri vseh treh trditvah).

Iz povprečnih rangov in povprečnih ocen strinjanja lahko vidimo, da se učitelji TiT bolj kot prihodnji učitelji TiT strinjajo s tem, da so kompetentni z vidika veščin in spretnosti, razlike pa so nekoliko manjše kot pri prejšnjem sklopu veščin in znanj. Moč učinka pri prvem vidiku (zmožnost poučevanja TiT pri učencih s PP) je visoka ($r > 0,5$), pri preostalih dveh vidikih (veščine za vodenje in nadzor učencev pri učnih aktivnostih in zmožnost interakcije z učencem) pa srednje visoka ($0,3 < r < 0,5$; poudarimo, da je blizu vrednosti 0,5). Učitelji TiT se v povprečju zmerno strinjajo, da z lahkoto poučujejo vsako vsebino/temo TiT tudi pri učencih s PP ($M = 4,09$; $SD = 1,477$; $MR = 21,86$), da imajo vse potrebne veščine za vodenje in nadzor učencev pri učnih aktivnostih ($M = 4,27$; $SD = 1,352$; $MR = 20,86$) ter da se z lahkoto vključijo v interakcijo z učencem-učiteljem-staršem ($M = 4,73$; $SD = 1,316$; $MR = 20,57$). Prihodnji učitelji pa se v povprečju z danimi tremi vidiki ne strinjajo oziroma zmerno ne strinjajo (povprečje se nahaja med 2,0 in 3,33), kar pomeni, da imajo glede veščin in spretnosti nekoliko boljše mnenje kot glede specifičnih znanj (Preglednica 9).

V nadaljevanju prikazujemo še rezultate za odnos in sprejemanje učencev (7 vidikov).

Preglednica 10: Mnenje o kompetentnosti učiteljev in prihodnjih učiteljev – odnos in sprejemanje učiteljev (Mann-Whitney test).

Kompetentnost učiteljev (Odnos in sprejemanje učencev)	Vloga	n	M	SD	MR	MW	p	Moč učinka
Dosežke učencev s PP je smiselno ocenjevati enako kot ostale učence.	Učitelj TiT	22	3,95	1,588	20,32	70,00	0,023	0,39
	Bodoči učitelj TiT	12	2,58	1,564	12,33			
Smiselno je pripraviti posebne učne vsebine za učence s PP.	Učitelj TiT	22	3,50	1,766	14,68	70,00	0,021	0,39
	Bodoči učitelj TiT	12	4,92	1,443	22,67			
Učitelj bi se moral pri pouku več ukvarjati z učenci s PP (več in bolj podrobna navodila, več časa preživeti z njimi ...).	Učitelj TiT	22	4,41	1,436	19,32	92,00	0,140	/
	Bodoči učitelj TiT	12	3,67	1,435	14,17			
Učitelj mora natančno vedeti, zakaj je učenec s PP naredil določeno potezo, aktivnost pri izvrševanju zadane naloge.	Učitelj TiT	22	4,64	1,255	18,77	104,00	0,296	/
	Bodoči učitelj TiT	12	4,17	1,467	15,17			
Učitelj mora natančno vedeti, kaj učenec s PP pričakuje od njega, tako pred zadano aktivnostjo kakor tudi med samim izvajanjem aktivnosti.	Učitelj TiT	22	4,55	1,405	17,73	127,00	0,852	/
	Bodoči učitelj TiT	12	4,42	1,676	17,08			
Učitelj bi moral biti odprt za nove ideje v vzgoji in izobraževanju učencev s PP.	Učitelj TiT	22	5,36	0,902	16,77	116,00	0,506	/
	Bodoči učitelj TiT	12	5,25	1,545	18,83			
Učenci, ki imajo diagnozo avtizma, ne bi smeli obiskovati rednega izobraževanja.	Učitelj TiT	22	1,86	0,834	17,27	127,00	0,848	/
	Bodoči učitelj TiT	12	2,17	1,467	17,92			

Legenda: n = število odgovorov; M = povprečje; SD = standardni odklon; MR = povprečni rangi; MW = Mann-Whitney test; p = statistična značilnost. Lestvica: 1 – sploh se ne strinjam; 2 – se ne strinjam; 3 – zmerno se ne strinjam; 4 – zmerno se strinjam; 5 – se strinjam; 6 – popolnoma se strinjam.

Statistično značilne razlike v strinjanju učiteljev in bodočih učiteljev so prisotne zgolj pri dveh izmed 7 vidikov, in sicer »Dosežke učencev s PP je smiselno ocenjevati enako kot ostale učence« ($MW = 70,00$; $p = 0,023$) in »Smiselno je pripraviti posebne učne vsebine za učence s PP« ($MW = 70,00$; $p = 0,021$). S tem, da je dosežke učencev s PP smiselno ocenjevati enako kot ostale učence, se v povprečju bolj strinjajo učitelji TiT ($M = 3,95$; $SD = 1,588$; $MR = 20,32$) kot bodoči učitelji TiT ($M = 2,58$; $SD = 1,564$; $MR = 12,33$), medtem ko se s tem, da je smiselno pripraviti posebne učne vsebine za učence s PP, v povprečju bolj strinjajo bodoči učitelji TiT ($M = 4,92$; $SD = 1,443$; $MR = 22,67$) kot učitelji TiT ($M = 3,50$; $SD = 1,766$; $MR = 14,68$ – v povprečju se mejno strinjajo, mnenje je bolj neopredeljeno). Moč učinkov je srednja ($r = 0,39$ pri obeh trditvah). Pri ostalih petih trditvah ne moremo potrditi statistično značilnih razlik v mnenjih glede kompetentnosti z vidika odnosa in sprejemanja učiteljev ($p > 0,05$). Glede na povprečja se obe skupini z dobrim mnenjem glede odnosa in sprejemanja učencev strinjajo z vsemi trditvami, razen za mnenje glede tega, da učenci, ki imajo diagnozo avtizma, ne bi smeli obiskovati rednega izobraževanja (v povprečju se obe skupini ne strinjata), kar pomeni, da imajo dobro mnenje glede odnosa in sprejemanja učencev (Preglednica 10).

Kot zadnje prikazujemo rezultate za mnenje o kompetentnosti z vidika sodelovalnega okolja (6 vidikov).

Preglednica 11: Mnenje o kompetentnosti učiteljev in prihodnjih učiteljev – sodelovalno okolje (Mann-Whitney test).

Kompetentnost učiteljev (Sodelovalno okolje)	Vloga	n	M	SD	MR	MW	p	Moč učinka
Učitelj bi moral biti odgovoren samo za poučevanje učencev, za katere ni ugotovljeno, da imajo PP.	Učitelj TiT	22	2,41	1,260	19,95	78,00	0,041	0,35
	Bodoči učitelj TiT	12	1,58	0,900	13,00			
Sodelovalno poučevanje učencev s PP je lahko učinkovito zlasti, če so učenci z IP nameščeni v redni razred.	Učitelj TiT	22	3,95	1,290	17,39	129,50	0,926	/
	Bodoči učitelj TiT	12	3,92	1,443	17,71			
Rabil bi več usposabljanja za poučevanja učencev s PP.	Učitelj TiT	22	4,23	1,343	14,45	65,00	0,012	0,43
	Bodoči učitelj TiT	12	5,17	1,467	23,08			
Do sedaj dostopno pisno in multimedijско gradivo že zadošča za poglobljen študij o učencih s PP pri TiT.	Učitelj TiT	22	3,09	1,377	20,66	62,50	0,010	0,44
	Bodoči učitelj TiT	12	1,83	1,030	11,71			
Menim, da pri pouku TiT, kjer so učenci s PP, potrebujemo v razredu sočasno še specialnega pedagoga.	Učitelj TiT	22	3,77	1,541	17,50	132,00	1,000	/
	Bodoči učitelj TiT	12	3,83	1,642	17,50			
Menim, da sta pri pouku TiT, kjer so učenci s PP, sočasno prisotna dva učitelja TiT.	Učitelj TiT	22	4,23	1,478	17,75	126,50	0,837	/
	Bodoči učitelj TiT	12	4,00	1,809	17,04			

Legenda: n = število odgovorov; M = povprečje; SD = standardni odklon; MR = povprečni rangi; MW = Mann-Whitney test; p = statistična značilnost. Lestvica: 1 – sploh se ne strinjam; 2 – se ne strinjam; 3 – zmerno se ne strinjam; 4 – zmerno se strinjam; 5 – se strinjam; 6 – popolnoma se strinjam.

Statistično značilne razlike v strinjanju učiteljev in prihodnjih učiteljev so prisotne pri treh izmed 6 vidikov ($p < 0,05$ pri treh izmed šestih trditvev) (Preglednica 11).

Ugotavljamo, da se bodoči učitelji TiT nekoliko manj strinjajo s tem, da bi učitelj moral biti odgovoren samo za poučevanje učencev, za katere ni ugotovljeno, da imajo PP ($M = 1,58$; $SD = 0,900$; $MR = 13,00$) kot učitelji TiT ($M = 2,41$; $SD = 1,260$; $MR = 19,95$). Moč učinka je na meji srednje vrednosti ($r = 0,35$). Naj poudarimo, da se obe skupini z dano trditvijo ne strinjata, pri čemer se prihodnji učitelji TiT manj strinjajo kot učitelji TiT. Učitelji TiT se v povprečju bolj strinjajo s tem, da do sedaj dostopno pisno in multimedijско gradivo že zadošča za poglobljen študij o učencih s PP pri TiT ($M = 3,09$; $SD = 1,377$; $MR = 20,66$) kot bodoči učitelji TiT ($M = 1,83$; $SD = 1,030$; $MR = 11,71$). Moč učinka je srednja ($r = 0,44$). Nasprotno se učitelji TiT manj strinjajo s tem, da bi rabili več usposabljanja za poučevanja učencev s PP ($M = 4,23$; $SD = 1,343$; $MR = 14,45$) kot bodoči učitelji TiT ($M = 5,17$; $SD = 1,467$; $MR = 23,08$). Moč učinka je srednja ($r = 0,43$) (Preglednica 11).

Pri ostalih treh trditvah ne moremo potrditi statistično značilnih razlik v mnenjih glede kompetentnosti z vidika sodelovalnega okolja ($p > 0,05$). Glede na povprečja imata obe skupini dobro mnenje glede sodelovalnega okolja, in sicer se obe skupini v povprečju strinjata s tem, da je sodelovalno poučevanje učencev s PP lahko učinkovito zlasti, če so učenci z IP nameščeni v redni razred, ter mejno strinjajo, da pri pouku TiT, kjer so učenci s PP, potrebujejo v razredu sočasno še specialnega pedagoga. Prav tako se v povprečju obe skupini strinjata s tem, sta pri pouku TiT, kjer so učenci s PP, sočasno prisotna dva učitelja TiT (povprečje je nad 3,5 za obe skupini) (Preglednica 11).

Učiteljem smo zastavili tudi štiri dodatne trditve glede mnenja o sodelovalnem okolju, ki so zahtevale izkušnje poučevanja v šoli in na katere prihodnji učitelji niso odgovarjali. Povprečno strinjanje s posameznimi vidiki je prikazano v Preglednici 12 spodaj.

Preglednica 12: Mnenje o posebnih vidikih kompetentnosti učiteljev na področju sodelovalnega okolja (Mann-Whitney test).

Kompetentnost učiteljev (Sodelovalno okolje – samo za učitelje)	n	Min	Max	M	SD
Kolegi so mi pripravljene pomagati pri težavah, ki se pojavijo, ko imam v razredu učence z IP.	22	1	6	4,41	1,501
Vodstvo me spodbuja, da se udeležujemo konferenc/delavnic o poučevanju učencev s PP.	22	1	6	4,32	1,524
Na vodstvo se lahko obrnem s pomisleki, ki jih imam pri poučevanju učencev s PP.	22	1	6	4,41	1,563
Udobno se počutim v sodelovanju s specialnimi pedagogi, ko so v mojem razredu učenci z IP	22	2	6	5,14	1,246

Legenda: n = število odgovorov; Min = Minimalna vrednost; Max = maksimalna vrednost; M = povprečje; SD = standardni odklon. Lestvica: 1 – sploh se ne strinjam; 2 – se ne strinjam; 3 – zmerno se ne strinjam; 4 – zmerno se strinjam; 5 – se strinjam; 6 – popolnoma se strinjam.

Učitelji se v povprečju najbolj strinjajo s tem, da se počutijo udobno v sodelovanju s specialnimi pedagogi, ko so v njihovem razredu učenci z IP ($M = 5,14$; $SD = 1,246$). Prav tako na osnovi rezultatov ugotavljamo, da se v povprečju učitelji strinjajo s tem, da so jim kolegi pripravljene pomagati pri težavah, ki se pojavijo, ko imajo v razredu učence z IP ($M = 4,41$; $SD = 1,501$), da jih vodstvo spodbuja, da se udeležujejo konferenc/delavnic o poučevanju učencev s PP ($M = 4,32$; $SD = 1,524$) ter da se na vodstvo lahko obrnejo s pomisleki, ki jih imajo pri poučevanju učencev s PP ($M = 4,41$; $SD = 1,563$) (Preglednica 12).

Ocene funkcionalnosti informacijsko-komunikacijske tehnologije

V sklopu RV7 nas je zanimalo, **kako bi učitelji TiT, prihodnji učitelji TiT ter starši učencev s PP in brez PP ocenili funkcionalnost IKT za gibalno ovirane učence ter učence z avtističnimi motnjami.**

V ta namen so vse tri skupine anketirancev ocenile funkcionalnost IKT pri pouku TiT (za 20 različnih IKT), in sicer s pomočjo šeststopenjske lestvice (1 – popolnoma nefunkcionalno; 2 – nefunkcionalno; 3 – zmerno nefunkcionalno; 4 – zmerno funkcionalno; 5 – funkcionalno; 6 – popolnoma funkcionalno).

Ocene so podali ločeno za gibalno ovirane učence in učence z avtističnimi motnjami. Najprej smo preverili normalnost porazdelitve ocen za vse tri skupine. Pri nobeni izmed IKT ne moremo potrditi normalnosti porazdelitve ocen za vse tri skupine ($p < 0,05$ pri vsaj eni izmed skupin). Za testiranje statistično značilnih razlik v oceni funkcionalnosti IKT glede na dane tri skupine v nadaljevanju smo uporabili neparametrični Kruskal-Wallis test.

V Preglednici 13 so prikazani rezultati povprečnih ocen skupaj z izvedenim Kruskal-Wallis testom.

Razvijanje veščin 21. stoletja

Preglednica 13: Ocene funkcionalnosti IKT glede na starše, prihodnje učitelje TiT in učitelje TiT (Kruskall-Wallis test).

Funkcionalnost IKT	Vloga	Gibalno ovirani učenci					Učenci z avtističnimi motnjami				
		M	SD	MR	KW	p	M	SD	MR	KW	p
Didaktične računalniške igre	U	4,68	1,086	25,59			5,05	0,950	28,84		
	BU	4,25	1,658	22,88	1,87	0,393	4,08	1,782	21,58	1,97	0,373
	S	5,05	1,177	31,24			4,79	1,512	28,29		
YouTube posnetki	U	5,41	1,008	27,34			5,41	0,666	29,34		
	BU	4,75	1,658	22,17	1,76	0,415	4,00	1,651	16,63	7,45	0,024
	S	5,53	0,964	29,66			5,37	1,012	30,84		
Zvočni posnetki (avdio naprave)	U	5,23	1,066	27,14			4,86	1,037	27,41		
	BU	4,67	1,497	21,17	2,43	0,298	4,08	1,676	20,96	2,44	0,295
	S	5,42	0,961	30,53			5,00	1,247	30,34		
Slikovno gradivo	U	5,41	1,008	25,91			5,05	1,214	27,59		
	BU	5,17	1,586	26,04	0,20	0,903	4,83	1,528	25,42	0,20	0,906
	S	5,63	0,761	28,87			5,11	1,100	27,32		
Animacije/simulacije	U	5,55	0,858	29,61			5,23	1,110	28,02		
	BU	4,83	1,528	21,13	3,05	0,218	4,75	1,603	23,79	0,70	0,705
	S	5,47	0,841	27,68			5,16	1,167	27,84		
Virtualna resničnost	U	4,91	1,231	26,14			4,73	1,120	26,73		
	BU	4,33	2,188	25,29	0,33	0,847	3,58	2,151	20,38	3,46	0,177
	S	5,16	1,119	29,08			5,00	1,374	31,50		
Filmi	U	5,23	1,066	26,00			4,73	1,202	27,80		
	BU	4,42	1,881	22,29	2,35	0,309	3,50	1,382	15,54	9,40	0,009
	S	5,63	0,597	31,13			5,11	1,329	33,32		
družbeni mediji	U	4,32	1,427	25,14			3,68	1,427	29,41		
	BU	4,00	2,256	25,54	0,84	0,656	2,75	1,485	19,63	3,65	0,161
	S	4,79	1,398	30,08			3,68	1,701	28,87		
TV	U	4,41	1,501	26,18			3,68	1,555	25,59		
	BU	4,33	2,229	28,54	0,20	0,903	3,25	1,815	22,17	2,81	0,246
	S	4,53	1,389	26,97			4,32	1,336	31,68		
Komunikacijski portali (Skype, MS Teams, Zoom, Chat ...)	U	4,18	1,468	22,80			3,82	1,220	28,23		
	BU	4,42	1,832	26,79	3,21	0,201	3,08	1,311	20,50	2,78	0,249
	S	5,11	1,150	32,00			3,95	1,747	29,68		
Učna okolja robotike	U	4,59	1,182	25,02			4,86	1,125	28,80		
	BU	4,08	1,881	22,83	2,51	0,286	3,67	1,614	16,79	6,82	0,033
	S	5,05	1,393	31,92			5,05	1,079	31,37		
Razne elektronske naprave	U	4,77	0,922	26,45			4,77	1,066	30,07		
	BU	4,33	1,723	24,50	0,43	0,806	3,92	1,676	22,50	2,23	0,329
	S	4,79	1,475	29,21			4,32	1,529	26,29		
E-pošta	U	4,45	1,438	25,25			4,18	1,500	27,16		
	BU	3,92	1,832	21,21	4,10	0,129	3,17	1,267	17,58	6,84	0,033
	S	5,21	0,976	32,68			4,68	1,416	32,76		
Forum, blog	U	4,18	1,563	26,86			3,64	1,255	27,36		
	BU	3,50	2,023	21,88	2,03	0,362	2,83	1,267	19,63	4,08	0,130
	S	4,58	1,427	30,39			4,00	1,700	31,24		
Wikipedija	U	4,73	1,453	27,11			4,23	1,541	28,95		
	BU	3,33	2,188	18,21	6,14	0,046	2,92	1,505	17,13	6,46	0,040
	S	5,26	1,098	32,42			4,42	1,539	30,97		
Spletna učilnica (npr. moodle ...)	U	5,05	1,090	26,64			4,59	1,098	29,09		
	BU	4,58	1,621	22,75	1,32	0,516	3,83	1,528	21,79	1,87	0,392
	S	5,32	0,946	30,11			4,37	1,606	27,87		
Kodiranje (programiranje)	U	4,45	1,471	26,32			4,77	1,343	31,66		
	BU	3,58	1,832	19,46	4,86	0,088	2,83	1,528	14,13	11,28	0,004

Funkcionalnost IKT	Vloga	Gibalno ovirani učenci					Učenci z avtističnimi motnjami				
		M	SD	MR	KW	p	M	SD	MR	KW	p
	S	5,05	1,268	32,55			4,58	1,427	29,74		
E-podjetniški portali in igre (npr. trgovanje)	U	4,18	1,532	26,16			3,86	1,521	26,75		
	BU	3,58	1,782	21,21	3,01	0,222	3,25	1,422	20,67	3,14	0,208
	S	4,74	1,447	31,63			4,26	1,727	31,29		
E-tehnike ustvarjalnosti (aplikacije)	U	4,59	1,221	24,89			4,41	1,182	27,57		
	BU	4,00	1,809	21,17	4,32	0,115	3,50	1,446	18,63	4,80	0,091
	S	5,26	0,991	33,13			4,68	1,376	31,63		
3D-modeliranje (3D-tisk, skeniranje, izdelava virtualnih modelov)	U	5,00	1,155	28,61			4,95	1,253	31,55		
	BU	4,00	1,595	18,13	5,07	0,079	3,50	1,567	17,21	7,08	0,029
	S	5,11	1,286	30,74			4,53	1,645	27,92		

Legenda: n = število odgovorov; M = povprečje; SD = standardni odklon; MR = povprečni rangi; KW = Kruskal-Wallis test; p = statistična značilnost. U = učitelji TiT ($n = 22$); BU = bodoči učitelji TiT ($n = 12$); S = starši/skrbniki ($n = 20$). Lestvica: 1 – popolnoma nefunkcionalno; 2 – nefunkcionalno; 3 – zmerno nefunkcionalno; 4 – zmerno funkcionalno; 5 – funkcionalno; 6 – popolnoma funkcionalno.

Iz rezultatov v Preglednici 13 lahko povzamemo, da so vse tri skupine (starši, učitelji TiT, prihodnji učitelji TiT) podobno ocenile funkcionalnost IKT za gibalno ovirane učence pri večini IKT vidikov (pri vseh vidikih so sicer ocene nekoliko nižje za bodoče učitelje, vendar niso statistično pomembne). Statistično značilne razlike v oceni funkcionalnosti je za vidik IKT Wikipedije ($KW = 6,14$; $p = 0,046$), ki ga boljše ocenjujejo učitelji in starši kot bodoči učitelji. Za učence z avtističnimi motnjami smo ugotovili več statistično pomembnih razlik v ocenah vseh treh skupin, in sicer za YouTube posnetke ($KW = 7,45$; $p = 0,024$), za filme ($KW = 9,40$; $p = 0,009$), učna okolja robotike ($KW = 6,82$; $p = 0,033$), e-pošto ($KW = 6,84$; $p = 0,033$), Wikipedijo ($KW = 6,46$; $p = 0,040$), 3D-modeliranje ($KW = 7,08$; $p = 0,029$) ter kodiranje/programiranje ($KW = 11,28$; $p = 0,004$). Dani vidiki se zdijo učiteljem in staršem funkcionalni/zmerno funkcionalni (povprečje je višje od 4,0), medtem ko se razen YouTube posnetkov ($M = 4,00$; $SD = 1,651$ za prihodnje učitelje) bodočim učiteljem zdijo mejno nefunkcionalni (povprečje je nižje od 3,5) (Preglednica 13).

Kot najbolj funkcionalno so za gibalno ovirane učence vse tri skupine ocenile animacije/simulacije in slikovno gradivo. Kot najmanj funkcionalno za gibalno ovirane učence pa so vse tri skupine ocenile e-pošto in forum/blog. Najvišje povprečne ocene funkcionalnosti IKT za učence z avtističnimi motnjami so pri vseh treh skupinah anketirancev dobili YouTube posnetki in slikovno gradivo ter animacije/simulacije, medtem ko so najnižje povprečne ocene funkcionalnost IKT pri učencih z avtističnimi motnjami prejeli TV, komunikacijski portali (Skype, MS Teams, Zoom, Chat) ter forum/blog (Preglednica 13).

Pri sedmih vidikih za učence z avtističnimi motnjami in enem vidiku za gibalno ovirane učence smo izvedli, kjer smo ugotovili statistično pomembne razlike v oceni funkcionalnosti IKT glede na vlogo (starši, učitelji, prihodnji učitelji TiT), tudi post-hoc Dunnov-Bonferronijev test, da bi ugotovili, med katerimi skupinami so razlike statistično pomembne. Izračunali smo tudi moč učinka, pri čemer smo upoštevali ustrezno skupno število udeležencev (Preglednica 14).

Preglednica14: Razlike v ocenah funkcionalnosti IKT glede na starše, prihodnje učitelje TiT in učitelje TiT (Post-Hoc Dunnov test).

Spremenljivka	Skupina1 – Skupina 2	Dunn test	Standardn a napaka	p	Moč učinka
YouTube posnetki (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	12,72	5,13	0,040	0,39
	BU-S	-14,22	5,27	0,021	0,46
	U-S	-1,50	4,48	1,000	/
Filmi (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	12,52	5,46	0,066	/
	BU-S	-16,83	5,56	0,007	0,54
	U-S	-4,32	4,70	1,000	/
Učna okolja robotike (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	12,21	5,46	0,074	/
	BU-S	-13,58	5,56	0,042	0,44
	U-S	-1,37	4,70	1,000	/
E-pošta (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	9,74	5,50	0,229	/
	BU-S	-14,60	5,59	0,027	0,47
	U-S	-4,86	4,73	0,913	/
Wikipedija (gibalno ovirani učenci)	BU-U	9,27	5,39	0,256	/
	BU-S	-13,54	5,48	0,040	0,44
	U-S	-4,27	4,64	1,000	/
Wikipedija (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	12,12	5,53	0,086	/
	BU-S	-13,44	5,63	0,051	0,43
	U-S	-1,32	4,76	1,000	/
Kodiranje (programiranje) (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	17,96	5,51	0,003	0,54
	BU-S	-15,12	5,61	0,021	0,49
	U-S	-2,85	4,74	1,000	/
3D-modeliranje (učenci z avtističnimi motnjami)	BU-U	14,56	5,48	0,024	0,44
	BU-S	-9,975	5,575	0,221	/
	U-S	-4,582	4,717	0,994	/

Legenda: p = statistična značilnost, pri katerih je upoštevan Bonferonni popravek. U = Učitelji TiT (n = 22); BU = Bodoči učitelji TiT (n = 12); S = Starši/skrbniki (n = 20).

Iz Preglednice 14 je razvidno, da so pri večini vidikov (YouTube posnetki, filmi, učna okolja robotike, e-pošta, Wikipedija, kodiranje (programiranje)) statistično pomembne razlike v oceni funkcionalnosti IKT za učence z avtističnimi motnjami med skupinama prihodnji učitelji in starši ($p < 0,05$). Moč učinka pri primerjavah staršev glede na prihodnje učitelje je močna ($0,36 < r < 0,56$), saj so razlike v povprečnih ocenah IKT med danimi skupinami izrazite. Statistično pomembne razlike so prisotne tudi v oceni funkcionalnosti IKT za YouTube posnetke, kodiranje ter 3D-modeliranje (učenci z avtističnimi motnjami) ($p < 0,05$) med skupinama prihodnji učitelji in učitelji. Moč učinka pri primerjavah učiteljev glede na prihodnje učitelje je močna ($0,36 < r < 0,56$), saj so razlike v povprečnih ocenah IKT med danimi skupinami izrazite. Zaključimo, da so učitelji bolje ocenili funkcionalnost IKT za dane vidike kot prihodnji učitelji. Med skupinama učiteljev in staršev ne moremo potrditi statistično pomembnih razlik v oceni funkcionalnosti IKT ($p > 0,05$).

Diskusija

RV1: Kakšne prilagoditve izvajajo učitelji pri vsebinah pouka TiT za učence s PP?

Rezultati kažejo, da večina učiteljev podaljša čas in nudi več dodatne razlage ter pomoči in da nudijo pomoč glede na potrebe posameznega učenca s PP. Vse naštetu se sklada s 40. členom Zakona o osnovni šoli, ki govori o diferenciaciji pouka. Prav tako tudi delo

individualizirajo. Strmčnik (1987) pravi, da je treba učencu omogočiti čim bolj samostojno delo s tem, da spoštujemo razlike med učenci in delo prilagodimo tem razlikam.

RV2: Kako učitelji TiT vrednotijo (ocena, povratna informacija, primerjava z ostalimi učenci) dosežke (znanje, praktični izdelki) učencev s PP pri vsebinah pouka TiT ter kako bi jih vrednotili prihodnji učitelji TiT?

Ugotovili smo, da bi učitelji in prihodnji učitelji podobno vrednotili oziroma vrednotijo dosežke učencev s PP, in sicer bi večina učiteljev/prihodnjih učiteljev prilagodila učne cilje in kriterije ocenjevanja. Velik delež učiteljev TiT in bodočih učiteljev TiT je odgovoril, da bi dosežke učencev s PP vrednotili čim bolj enakovredno ostalim učencem.

V IP-ju so podani kurikularni cilji in cilji za enakovredno sodelovanje učencev s PP pri pouku. Pri formalnem preverjanju in ocenjevanju znanja morajo dane prilagoditve ustrezati ciljem, ki jih ocenjujemo. Kadar se učenci s PP šolajo v programu enake ravni kot njihovi vrstniki z značilnim razvojem, morajo biti njihovi dosežki primerljivi z vrstniki (Krek in Metljak, 2011). Učitelji pri preverjanju in ocenjevanju najpogosteje prilagajajo čas (npr. napovedano ocenjevanje, podaljšanje časa) in metode dela (npr. ustno ocenjevanje, ocenjevanje v manjših skupinah). Manj pa prilagajajo organizacijo prostora in pripomočke. Učitelji morajo pri tem svoje delo prilagoditi vsakemu učencu s PP in to upoštevati tako pri poučevanju kot tudi pri preverjanju in ocenjevanju (Košnik, 2021).

RV3: Kateri načini in oblike ocenjevanja gibalno oviranih učencev, učencev z avtističnimi motnjami, slepih in slabovidnih učencev ter gluhih in naglušnih učencev pri vsebinah pouka TiT se zdijo najbolj primerni učiteljem TiT, prihodnjim učiteljem TiT ter staršem tako učencev s PP kot tudi staršem, ki nimajo učenca s PP?

Anketirane skupine so najvišje ocene za gibalno ovirane učence namenile kvizu, opazovanju postopka izdelave, računalniškimi didaktičnimi igram, predstavitvi izdelka. Davies (2004) pravi, da lahko tej skupini učencev med drugim pomagamo tudi tako, da učencem podamo različne šablone, programe CAD, jim omogočimo dostop do računalnika in druge IKT ter jih spodbujamo pri njeni uporabi. Pšunder in Bračič (2010) tudi menita, da jim je treba prilagoditi didaktične pripomočke in učila, to je lahko tudi računalnik. Najnižje ocene za gibalno ovirane učence so namenili fizičnim didaktičnim igram in praktičnemu izdelku, kar je razumljivo, če ne prilagodimo pripomočkov, učil, postavitve učilnice.

Prav vse tri anketirane skupine so podale najnižje ocene za učence z avtističnimi motnjami pri naslednjih načinih in oblikah ocenjevanja: refleksija, predstavitev izdelka in skupinski izdelek (par ali manjša skupina). Vsi izpostavljeni načini in oblike ocenjevanja so povezani s socialnimi komunikacijami in socialnimi interakcijami, s katerimi imajo ti učenci težave (Davies, 2018; Rogič Ožek, 2015). Najvišje ocene so namenili odnosu do izdelka, odnosu do dela, praktičnemu izdelku, kvizu, računalniškimi didaktičnimi igram ter ocenjevanju s pomočjo IKT. Učenci z avtističnimi motnjami so si med seboj lahko zelo različni. Lahko pa so uspešni na področju opazovanja in izdelave resničnih izdelkov (Davies, 2018). Davies (2018) prav tako navaja, da lahko učitelj TiT tem učencem pomaga tako, da jim omogoči uporabo računalnika in strukturirane projekte.

Najvišje ocene za slepe in slabovidne učence so vse tri skupine anketirancev podale pri odnosu do izdelka, odnosu do dela in odnosu do tehničnih sredstev. Našteti načini in oblike

ocenjevanja so mogoče, če učitelj TiT prilagaja učne in vzgojne pripomočke, učna gradiva, saj se ti učenci opirajo predvsem na zvok in dotik (Stirn Kranjc idr., 2015; Macular Society, b. d.). Velikokrat je vse to prilagajanje primerno tudi za vse ostale učence (ZDSSS, 2022). Najnižje ocene pa so podali pri ocenjevanju s pomočjo IKT (npr. modeliranje izdelka, izdelava obogatene gradiva, tehniško risanje), opazovanju postopka izdelave in praktičnem izdelku. Prav tako kot so bili zgoraj naštetih načini in oblike ocenjevanja mogoči, tu naštetih načini in oblike ocenjevanja niso mogoči, če učitelj TiT ne prilagaja gradiv, pripomočkov. Seveda je ocenjevanje odvisno od ostrine vida, ki jo ima posamezen učenec. Zmerno slabovidni učenci lahko delajo z enako hitrostjo kot njihovi vrstniki, če jim prilagodimo gradiva. Prav tako težko slabovidni učenci berejo sicer počasneje, vendar če jim prilagodimo gradivo in pripomočke, berejo črni tisk. Slepici učenci z ostankom vida in z minimalnim ostankom vida delajo veliko počasneje kot vrstniki, dodatno potrebujejo še pripomočke za orientacijo, medtem ko se popolnoma slepi učenci učijo prek slušnih in tipnih zaznav (Stirn Kranjc idr., 2015). Zaključimo lahko, da opazovanje postopka ni primerno za nobeno od naštetih skupin slepih in slabovidnih učencev, praktičen izdelek in ocenjevanje s pomočjo IKT pa sta najmanj primerna za slepe učence.

Najvišje ocene za gluhe in naglušne učence so podali pri kvizu, opazovanju postopka izdelave, odnosu do izdelka, odnosu do dela, praktičnem izdelku in pri ocenjevanju s pomočjo IKT. Downs (2000), ADCET (b. d.) in Kesič Dimić (2010) so navedli, da moramo biti pri poučevanju te skupine učencev med drugim pozorni tudi na pisno razlago snovi, navodil, dejavnosti ter na uporabo vizualnih demonstracij, fotografij, miselnih vzorcev. Pšunder in Bračič (2010) pa pravita, da uro najlažje izvedemo s pomočjo računalnika. Najnižje ocene pa so podali pri predstavitvi izdelka in refleksiji. Oba načina ocenjevanja sta povezana z govorom oziroma uporabo jezika. Največ težav pri teh dveh načinih ocenjevanja imajo učenci z najtežjo izgubo sluha in učenci s popolno izgubo sluha oziroma gluhi učenci, saj imajo okrnjeno besedišče in uporabo slovničnih pravil, kar je posledica tega, da ne slišijo glasov. Podobne težave imajo tudi učenci s težko izgubo sluha (Battelino idr., 2015).

RV4: Kako učitelji TiT poskrbijo za diferenciacijo poučevanja vseh učencev pri pouku TiT ter kako bi za to poskrbeli prihodnji učitelji?

Na osnovi rezultatov ugotavljamo, da bi prihodnji učitelji TiT v največjem deležu prilagodili izdelek in razdelili učence v skupine glede na njihove zmožnosti, učitelji TiT pa so v največjem deležu odgovorili, da prilagodijo zahtevnosti nalog in izdelka. Prav tako so odgovorili, da za nivojski, diferenciran pouk celega razreda pri TiT poskrbijo tako, da učenci delajo v skupinah ter v pouk vključujejo vsakega učenca. Razdeljevanje učencev v skupine in vključevanje vseh učencev je potrdil že Strmčnik (1987) z opredelitvijo učne diferenciacije. Pravi tudi, da je najdoslednejša oblika diferenciacije individualizacija, kamor spada prilagajanje učnih sredstev učencu in posledično njegovo samostojno delo. Sem lahko tako uvrstimo prilagajanje izdelkov ter zahtevnosti nalog. Po Heacox (2015) navedeno pri diferenciranem pouku spada pod temo težavnost, kjer učitelj na osnovi učenčevih sposobnosti zastavi učencu individualne cilje, ki morajo biti ustrezno zastavljeni, ne previsoki in ne prenizki.

RV5: Kako učitelji TiT spodbujajo motivacijo za učno delo pri učencih s PP pri TiT ter kako bi jo spodbujali prihodnji učitelji?

Naše ugotovitve kažejo, da bi prihodnji učitelji motivacijo spodbujali s spodbujanjem učenčevih močnih področij in nudenjem uporabne vsebine in izdelka. Odgovori učiteljev TiT so bolj

raznoliki, in sicer učitelji motivacijo za učno delo pri učencih s PP spodbujajo s pohvalo, spodbudo, praktičnim delom in življenjskimi primeri, individualnim pristopom, več praktičnega dela in življenjskih vsebin ter s pomočjo sovrstnikov. Dva učitelja TiT sta menila, da ni potrebe po dodatni motivaciji, saj so za delo že sami motivirani.

Od naše motivacije so odvisni naši uspehi in dosežki. Motivacija vodi posameznika do cilja (Borah, 2021). Pri poučevanju je izjemno pomembna motivacija učencev, ki jo delimo na notranjo (delovanje zaradi lastnega zadovoljstva) in zunanjo (delovanje za doseg rezultata) (Ryan in Deci, 2000, Borah, 2021). Tudi v raziskavi Izkušnje učiteljev pri delu z učenci s posebnimi potrebami avtorice Brenčič (2010) so učitelji pozitivno ocenili motivacijo za šolsko delo učencev s PP, predvsem slepih in slabovidnih, gluhih in naglušnih ter gibalno oviranih učencev.

RV6: Kako se učitelji TiT in bodoči učitelji TIT čutijo kompetentni pri delu z učenci s PP?

Specifična znanja pri TiT:

Na osnovi dobljenih rezultatov ugotavljamo, da imajo učitelji TiT dobro mnenje o svojih specifičnih znanjih pri TiT, medtem ko imajo prihodnji učitelji slabše mnenje glede kompetentnosti iz vidika specifičnih znanj pri TIT (visoka moč učinka, $r > 0,5$). Učitelji TiT svoja specifična znanja urijo skozi več let poučevanja. Približno tretjina anketirancev ima delovno dobo 1–10 let ($n = 7$; 31,8 %), približno petina 11–20 let ($n = 4$; 18,2 %), prav tako približno petina 21–30 let ($n = 4$; 18,2 %), približno tretjina pa ima več kot 30 let delovne dobe ($n = 7$; 31,8 %). Prihodnji učitelji pa so šele v procesu pridobivanja in urjenja teh specifičnih znanj.

Veščine in spretnosti pri TiT:

Prav tako smo na osnovi rezultatov ugotovili, da imajo učitelji TiT statistično pomembno boljše mnenje glede veščin in spretnosti pri TiT, medtem ko imajo prihodnji učitelji slabše mnenje glede kompetentnosti z vidika veščin in spretnosti pri TiT, pri čemer je mnenje nekoliko boljše kot za specifična znanja. Moč učinka je visoka pri eni postavki, pri dveh postavkah pa je srednja.

Odnos in sprejemanje:

Ugotovili smo tudi, da imajo tako učitelji TiT kot prihodnji učitelji TiT dobro mnenje o kompetentnostih z vidika odnosa in sprejemanja. Statistično značilne razlike v strinjanju učiteljev in prihodnjih učiteljev so prisotne zgolj za dva izmed 7 vidikov. Da je dosežke učencev s PP smiselno ocenjevati enako kot ostale učence, se v povprečju bolj strinjajo tako učitelji TiT kot bodoči učitelji TiT, medtem ko se s smiselno pripravo posebnih učnih vsebin za učence s PP v povprečju bolj strinjajo bodoči učitelji TiT kot učitelji TiT. Moč učinkov je srednja.

Ker imata obe skupini za večino vidikov dobro mnenje, nismo potrdili statistično pomembnih razlik v mnenjih glede na učitelje in prihodnje učitelje TiT. Ugotovitve tudi kažejo, da imajo prihodnji učitelji glede kompetentnosti z vidika odnosa in sprejemanja bistveno boljše mnenje kot za vidika kompetentnosti veščin in spretnosti ter specifičnih znanj.

Sodelovalno učenje:

Ugotovili smo, da se bodoči učitelji TiT statistično značilno bolj strinjajo s tem, da bi potrebovali več usposabljanja za poučevanje učencev s PP kot učitelji TiT, ter manj strinjajo, da bi učitelj moral biti odgovoren samo za poučevanje učencev brez ugotovljenih PP. Učitelji TiT se v

povprečju tudi bolj strinjajo s tem, da je sedaj dostopno pisno in multimedijsko gradivo dovolj za poglobljen študij o učencih s PP pri pouku TiT. Moč učinka je srednja. Pri ostalih vidikih ugotavljamo, da imata obe skupini dobro mnenje glede kompetentnosti z vidika sodelovalnega okolja.

Dodatno smo učitelje TiT vprašali o vidikih sodelovalnega okolja, ki so zahtevali delovne izkušnje poučevanja v šoli. Ugotovili smo, da se v povprečju učitelji strinjajo s tem, da se počutijo dobro pri sodelovanju s specialnimi pedagogi, ko so v njihovem razredu učenci z IP, strinjajo se, da so jim kolegi pripravljeni pomagati pri težavah, ki se pojavijo, ko imajo v razredu učence z IP, da jih vodstvo spodbuja, da se udeležujejo konferenc/delavnic o poučevanju učencev s PP in se strinjajo, da se na vodstvo lahko obrnejo s pomisleki, ki jih imajo pri poučevanju učencev s PP.

RV7: Kako bi učitelji TiT, bodoči učitelji TiT ter starši učencev s PP in brez PP ocenili funkcionalnost IKT za gibalno ovirane učence ter učence z avtističnimi motnjami?

Ugotovimo, da so vse tri skupine (starši, učitelji TiT, bodoči učitelji TiT) podobno ocenile funkcionalnost IKT za gibalno ovirane pri večini IKT vidikov (pri vseh vidikih so sicer ocene nekoliko nižje za bodoče učitelje, vendar niso statistično pomembne). Kot najbolj funkcionalno so za učence z gibalnimi ovirami vse tri skupine ocenile animacije/simulacije in slikovno gradivo. Kot najmanj funkcionalno za gibalno ovirane učence pa so vse tri skupine ocenile e-pošto in forum/blog.

Za učence z avtističnimi motnjami smo ugotovili več statistično pomembnih razlik v ocenah vseh treh skupin, in sicer za YouTube posnetke, filme, učna okolja robotike, e-pošto, Wikipedijo, 3D modeliranje ter kodiranje/programiranje. Dani vidiki se zdijo učiteljem in staršem funkcionalni/zmerno funkcionalni (povprečje je višje od 4,0), prihodnjim učiteljem pa se zdijo dani vidiki mejno nefunkcionalni (povprečje je nižje od 3,5). Moč učinka pri danih razlikah je močna, saj so razlike v ocenah IKT relativno izrazite. Najvišje povprečne ocene funkcionalnosti IKT za učence z avtističnimi motnjami so za vse tri skupine za YouTube posnetke in slikovno gradivo ter animacije/simulacije, medtem ko najnižje povprečne ocene funkcionalnosti IKT za učence z avtističnimi motnjami ugotovimo za TV, komunikacijske portale (Skype, MS Teams, Zoom, Chat) ter forum/blog.

Pšunder in Bračič (2010) pravita, da ravno sodobne tehnologije in IKT nudijo večjo možnost izobrazbe, samostojnost in profesionalni razvoj. Prav tako jih lahko uporabljajo vse skupine učencev s PP, seveda prilagojene njim. V učnem načrtu za pouk TiT je posebno poglavje namenjeno IKT (Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt, 2011). Tudi ADCET (b. d.) ter avtorji Davies (2004), Pšunder in Bračič (2010) predlagajo uporabo IKT za gibalno ovirane učence, Downs (2000), Kesič Dimc (2010) ter Pšunder in Bračič (2010) za gluhe in naglušne učence, Davies (2004) in Macular Society (b. d.) za slepe in slabovidne učence ter v MIZŠ, ZRSŠ (2014) predlagajo uporabo računalnika in interaktivne table.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Rezultati raziskave so pokazali, da večina učiteljev TiT že izvaja nekatere prilagoditve, kot so podaljšan čas, več dodatne razlage in pomoči ter nudenje dodatne pomoči glede na potrebe posameznega učenca s PP. Največji delež učiteljev pri vrednotenju dosežkov učencev s PP upošteva učenčeve prilagoditve, ki so podane v IP-ju, približno tretjina vrednoti dosežke

enakovredno ostalim učencem, nekaj pa jih vrednoti učenčev napredek. Na drugi strani pa bi prihodnji učitelji TIT prilagodili učne cilje in kriterije ocenjevanja, malo manj kot polovica pa bi jih ocenjevala čim bolj enakovredno ostalim učencem. V povezavi z vrednotenjem dosežkom smo se naprej navezali na mnenje o primernosti načinov in oblik ocenjevanja učencev s PP. Ugotovili smo, da vse tri skupine kot najbolj primerne in kot najmanj primerne oblike ocenjujejo podobne dejavnike, vendar moramo poudariti, da so ocene bodočih učiteljev nekoliko nižje kot ocene staršev in učiteljev. Zaznana je bila izrazita razlika med bodočimi učitelji in starši v oceni odnosa do tehničnih sredstev za učence z avtističnimi motnjami, saj je bila tam moč učinka največja. Sledilo je vprašanje o diferenciaciji celega razreda pri TIT. Prihodnji učitelji bi prilagodili izdelek, razdelili učence v skupine glede na njihove zmožnosti, eden bi prilagodil tudi cilje. Medtem ko učitelji v največjem deležu prilagodijo zahtevnost nalog in izdelka, poskrbijo za delo v manjših skupinah, v pouk vključujejo vsakega učenca. Eden izmed učiteljev je menil, da diferenciacija ni potrebna, eden pa, da je diferenciacija zaradi velikega števila učencev otežena. Učitelji so v največjem deležu odgovorili, da je največja težava učencev s PP pri usvajanju vsebin pomanjkanje vztrajnosti, koncentracije, natančnosti, nespretnost s stroji in orodji ter pomanjkanje časa. Nekaj učiteljev je kot težavo navedlo tudi nizko samopodobo in samozavest teh učencev. Nekaj učiteljev pa je poudarilo, da učitelji potrebujejo več izobraževanj na tem področju. Z delom pri pouku pa je zelo povezana motivacija učencev. Več kot polovica bodočih učiteljev bi spodbujala motivacijo učencev s PP s spodbujanjem učenčevih močnih področij, nekaj pa bi jih ponudilo uporabne vsebine in izdelke. Odgovori učiteljev pa so bili bolj raznoliki. Nekateri bi spodbujali učence s pohvalo, spodbudo, nekateri s praktičnim delom in življenjskimi primeri, nekateri z individualnim pristopom in s pomočjo sovrstnikov. Dva učitelja pa sta menila, da potrebe po dodatni motivaciji ni, saj so ti učenci že sami dovolj motivirani za delo. Pri mnenju o kompetentnosti pri delu z učenci s PP smo preverjali štiri različne vidike, to so specifična znanja, veščine in spretnosti, odnos in sprejemanje učencev ter sodelovalno okolje. Učitelji se bolj kot bodoči učitelji strinjajo, da so kompetentni z vidika specifičnih znanj ter veščin in spretnosti. Pri sprejemanju učencev s PP ugotavljamo statistično pomembne razlike za dve od sedmih trditvev. Učitelji se bolj strinjajo s tem, da je dosežke učencev s PP smiselno ocenjevati enako kot dosežke ostalih učencev, medtem ko se bodoči učitelji bolj strinjajo s tem, da je smiselno pripraviti posebne učne vsebine za učence s PP. Pri ostalih trditvah ni statistično pomembnih razlik, zaradi česar lahko zaključimo, da imajo učitelji in bodoči učitelji dobro mnenje glede odnosa in sprejemanja učencev s PP. Pri vidiku sodelovalnega okolja smo ugotovili statistično pomembne razlike pri treh od šestih trditvev. Bodoči učitelji se nekoliko manj strinjajo s tem, da bi moral biti učitelj odgovoren samo za poučevanje učencev brez PP, treba pa je poudariti, da se obe skupini z dano trditvijo ne strinjata. Učitelji se bolj strinjajo, da do zdaj dostopno gradivo že zadošča za poglobljen študij o učencih s PP pri pouku TIT. Hkrati pa se učitelji v manjši meri strinjajo, da bi potrebovali več usposabljanja za poučevanje učencev s PP. Učitelji se strinjajo, da se dobro počutijo pri sodelovanju s specialnimi pedagogi, strinjajo se, da so jim kolegi pripravljeni pomagati pri težavah, ki se pojavijo, ko imajo v razredu učence z IP-jem, da jih vodstvo spodbuja, da se izobražujejo na tem področju ter se strinjajo, da se na vodstvo lahko obrnejo s pomisleki glede poučevanja učencev s PP. Nazadnje smo vse tri skupine povprašali tudi po oceni funkcionalnosti IKT za gibalno ovirane učence ter učence z avtističnimi motnjami. Za gibalno ovirane učence so vse tri skupine podobno ocenile funkcionalnost in najvišje ocene namenile animacijam/simulacijam in slikovnemu gradivu, najnižje pa e-pošti in forumu/blogu. Najvišje ocene pri učencih z avtističnimi motnjami pa so namenili YouTube posnetkom, slikovnemu gradivu ter animacijam/simulacijam, najnižje pa TV, komunikacijskim portalom ter forumu/blogu.

V okviru magistrskega dela (Dobravec, 2024) nas je posebej zanimalo tudi, kako bi vse tri skupine vrednotile praktične izdelke. V ta namen smo jim ponudili tri izvedbe enakega izdelka. Vse skupine so izdelek ocenile kot dobre (povprečne ocene so višje od 4,0). Starši in učitelji so vse tri izdelke ocenili z nekoliko višjo oceno kot prihodnji učitelji. Vse tri skupine so podale tudi mnenje glede prednosti pouka TiT za izbrane skupine učencev s PP. Pri vseh skupinah so navedli praktično delo, diferenciacijo pouka ter sproščenost in ustvarjalnost pouka. Pri učencih z avtističnimi motnjami so navedli še individualno delo ter možnost prilagajanja komunikacije, pri slepih in slabovidnih učencih so navedli prilagojeno delo in gradiva, pri gluhih in naglušnih učencih pa pisna navodila ter možnost demonstracije. Starše smo posebej povprašali po organizaciji pouka vsebin TiT. Starši to vidijo kot dobro in potrebno oziroma pravijo, da je organizacija zelo dobra, saj omogoča samostojnost, natančnost in diferenciacijo. Starši se hkrati niti ne strinjajo niti strinjajo, da so enakopravni z učitelji in drugimi strokovnimi delavci pri načrtovanju IP-ja za njihovega otroka. Najmanj se strinjajo, da jih učitelji TiT opogumljajo za sodelovanje pri odločanju o načinu ocenjevanja ter da imajo zelo dobro znanje iz vsebin kakor tudi iz poznavanja ter rabe izdelkov. Najbolj pa se strinjajo, da so učitelji TiT na voljo za pogovor z njimi, da je ocenjevanje otrok razumljivo, transparentno in dobro dokumentirano, da učitelji pokažejo občutljivost za potrebe učencev s PP ter da je ocena otroka zelo skladna glede na izdelane izdelke, ki jih otrok prinese domov oziroma jih pokaže.

Zaključimo lahko, da so mnenja anketiranih skupin v nekaterih vidikih deljena, prav tako pride tudi do deljenih mnenj znotraj posamezne skupine. Zato menimo, da bo na področju inkluzivnega vključevanja v Sloveniji treba še marsikaj postoriti. Raziskava je pokazala, da bo treba v izobraževanje bodočih učiteljev TiT vpeljati več vsebin z raziskanega področja.

Literatura

- ADCET – Australian Disability Clearinghouse on Education and Training. (b. d.). *Inclusive Teaching – Specific Disabilities – Deaf and Hard of Hearing*. <https://www.adcet.edu.au/inclusive-teaching/specific-disabilities/deaf-hearing-impaired>
- Borah, M. (2021). Motivation in learning. *Journal of critical reviews*, 8(2), 550–552. <https://www.jcreview.com/admin/Uploads/Files/61c1acf9cfb5a1.40236533.pdf>
- Brenčič, I. (2010). Izkušnje učiteljev pri delu z učenci s posebnimi potrebami. V A. Kobolt (ur.), *Izstopajoče vedenje in pedagoški odzivi* (str. 271–298). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Davies, L. T. (2004). *Meeting sen in the curriculum : design and technology*. David Fulton. https://books.google.si/books?id=3JgI5giMNYMC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Davies, L. T. (2018). *Addressing Special Educational Needs and Disability in the Curriculum: Design and Technology*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315231105>
- Design and technology association. (b. d.). *Special Educational Needs*. <https://www.designtechnology.org.uk/for-education/special-educational-needs/>
- Dobravec, K. (2024). *Vključevanje izbranih skupin učencev s posebnimi potrebami v pouk tehnike in tehnologije v redno osnovno šolo* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].

- Downs, S. (2000). *Make a Difference: Tips for teaching students who are deaf or hard of hearing: handbook*. University of Arkansas at Little Rock.
<https://www.umaryland.edu/media/umb/oa/campus-life/disability-services-/documents/Tips-for-Teaching-Students-Who-Are-Deaf-or-Hard-of-Hearing.pdf>
- Heacox, D. (2015). *Diferenciacija za uspeh vseh: predlogi za uspešno delo z učenci različnih zmožnosti: preizkušeni nasveti in zamisli za učinkovito poučevanje* (1. izd., str. 125). Rokus Klett.
- Kesič Dimic, K. (2010). *Vsi učenci so lahko uspešni: napotki za delo z učenci s posebnimi potrebami*. Rokus Klett.
- Košnik, P. (2021). *Analiza individualiziranih programov za otroke s posebnimi potrebami v programih devetletne osnovne šole s prilagojenim izvajanjem in dodatno strokovno pomočjo*. Zavod RS za šolstvo. https://www.zrss.si/pdf/analiza_individualiziranih_programov.pdf
- Krek, J. in Metljak, M. (ur.). (2011). *Bela knjiga o vzgoji in izobraževanju v Republiki Sloveniji 2011* (2. izd.). Zavod RS za šolstvo. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/1195/>
- Lenhard, W. in Lenhard, A. (2016). *Computation of effect sizes*. Psychometrica.
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Macular Society. (b. d.). *Tips for teaching design technology to vision impaired students*.
<https://www.macularsociety.org/professionals/teaching-resources/teaching-dt/>
- MIZŠ in ZRSS (2014). *Navodila za delo z otroki z avtističnimi motnjami v prilagojenem programu z nižjim izobrazbenim standardom*. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport in Zavod RS za šolstvo.
- Področna komisija za poklicno in strokovno izobraževanje otrok s posebnimi potrebami (2004). *Navodila za izvajanje izobraževalnih programov poklicnega in strokovnega izobraževanja s prilagojenim izvajanjem in dodatno strokovno pomočjo*. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.
- Program osnovna šola tehnika in tehnologija. Učni načrt*. (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nactri/obvezni/UN_tehnika_tehnologija.pdf
- Pšunder, M. in Bračič, S. (2010). Didaktični pripomočki in oprema za vzgojno-izobraževalni proces otrok s posebnimi potrebami. *Revija za elementarno izobraževanje*, 3(1), 5–18.
- Rea, L. M. in Parker, R. A. (1992). *Designing and conducting survey research*. Jossey-Boss.
- Ryan, R. M. in Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Strmčnik, F. (1987). *Sodobna šola v luči učne diferenciacije in individualizacije*. Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije s pomočjo Izobraževalne skupnosti Slovenije.
- Vehovec, M., Novak, M., Jurkovič, M., Lunder Verlič, S., Remšak, J., Slavec Gornik, A., Skvarč, M., Štraus, M. in Vogrinc, J. (2021). *Nacionalno preverjanje znanja. Letno poročilo o izvedbi v šolskem letu 2020/2021*. <https://www.ric.si/nacionalno-preverjanje-znanja/porocila--analize--raziskave/>

Razvijanje veščin 21. stoletja

Vovk-Ornik, N. (2015). *Kriteriji za opredelitev vrste in stopnje primanjkljajev, ovir oz. motenj otrok s posebnimi potrebami*. Zavod RS za šolstvo. <https://www.zrss.si/pdf/Kriteriji-moteni-otrok-s-posebnimi-potrebami.pdf>

Zakon o osnovni šoli (ZOsn). (1996). *Uradni list RS*, št. 81/06 – uradno prečiščeno besedilo, 102/07, 107/10, 87/11, 40/12 – ZUJF, 63/13 in 46/16 – ZOFVI-K.
<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO448>

Zakon o spremembi Zakona o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami (ZUOPP-1A). (2012). *Uradni list RS*, št. 90/12. <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO6453>

Zakon o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami (ZUOPP-1). (2011). *Uradni list RS*, št. 58/11, 40/12 – ZUJF, 90/12, 41/17 – ZOPOP in 200/20 – ZOOMTVI.
<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO5896>

Zveza društev slepih in slabovidnih Slovenije - ZDSSS. (2022). *Pripomočki za slabovidne*.
<https://www.zveza-slepih.si/katalog-pripomockov/1-pripomocki-za-slabovidne/>

SNOVALSKO RAZMIŠLJANJE PRI VZGOJITELJIH IN STROKOVNIH DELAVCIH V VRTCU

DESIGN THINKING IN PRESCHOOL TEACHERS AND PRESCHOOL PRACTITIONERS

Polona Zotler, Brina Kurent in Stanislav Avsec

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Povzetek

Snovalsko razmišljanje je proces, prek katerega rešujemo problem, pri tem pa ne smemo pozabiti na upoštevanje uporabnikovih želja ob iskanju rešitve. Snovalsko razmišljanje se uporablja na več področjih, kot so podjetništvo, industrija, komerciala ter izobraževanje, prav tako pa metode snovalskega razmišljanja uporabljamo tudi v vrtcu. V predšolskem obdobju lahko govorimo bolj o razvijanju ustvarjalnosti med samim procesom ustvarjanja kot o končnem produktu. Namen raziskave je bil raziskati snovalsko razmišljanje vzgojiteljic in strokovnih delavk¹ v vrtcu ter pomembnost posameznih konstruktov snovanja pri izvedbi. V teoretičnem delu smo dali poudarek na pojasnjevanju pojma snovalsko razmišljanje in ga opredelili. Poudarili smo značilnosti dobrega snovalca ter razložili, kako se te kažejo pri snovanju. Prikazali smo povezavo snovalskega razmišljanja s Kurikulumom za vrtce in izpostavili nekaj dejavnosti, ki jih Kurikulum za vrtce opredeljuje in se navezujejo na proces snovalskega razmišljanja. V empiričnem delu smo analizirali podatke, ki smo jih pridobili z anketnim vprašalnikom. Uporabljen je kvantitativni pristop empiričnega raziskovanja. V raziskavi so sodelovale vzgojiteljice in strokovne delavke v vrtcu. Uporabili smo vprašalnik o snovalskem razmišljanju, ki ga je zasnoval Dosi idr. (2018), v nedavni raziskavi pa ga je validiral Avsec (2023). Ugotovili smo, da vzgojiteljice pripisujejo večjo pomembnost uporabi faz snovanja, kot pa jih dejansko uporabljajo pri izvajanju dejavnosti. Največjo pomembnost pripisujejo fazi empatije, najmanj pomembno pa se jim zdi vključevanje prototipiranja med svoje dejavnosti.

Ključne besede: snovalsko razmišljanje, snovanje v predšolskem obdobju, značilnosti dobrega snovalca, merjenje snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami in strokovnimi delavkami, pomembnost in izvedba snovanja v vrtcu.

Abstract

Design thinking is a process through which we solve a problem, not forgetting to consider the user's wishes when looking for a solution. Design thinking is used in several fields such as entrepreneurship, industry, commerce, and education. Design thinking methods can also be used in kindergarten. In preschool, we can discuss the development of creativity during the creation process itself more than the

¹ V nadaljevanju se omemba vzgojiteljic in strokovnih delavk navezuje na vzgojitelje in strokovne delavce moškega in ženskega spola.

final product. The main purpose of the research was to investigate the design thinking of kindergarten teachers and preschool practitioners, as well as the importance of individual creative constructs in implementation. In the theoretical part, we emphasized the explanation of the design thinking concept and defined it. We emphasized the characteristics of a good designer and how these are manifested in the designing process. We showed the connection of design thinking with the Kindergarten Curriculum and highlighted some activities that the Kindergarten Curriculum defines and are related to the process of design thinking. In the empirical part, we analyzed the data obtained with a survey questionnaire, using the quantitative approach of empirical research. Kindergarten teachers and preschool practitioners participated in the research. We used a design thinking questionnaire designed by Dosi and validated in a recent study by Avsec (2023). We found that kindergarten teachers and preschool practitioners attach more importance to the use of planning phases than actually using them in the implementation of their activities. They attribute the greatest importance to the empathy phase, while the inclusion of prototyping in their activities is the least important to them.

Key words: Design thinking, design thinking in preschool, characteristics of a good design thinker, measuring design thinking among kindergarten teachers, the importance and implementation of design thinking in kindergarten.

Snovalsko razmišljanje

Snovalsko razmišljanje (angl. design thinking) je pristop k reševanju problemov, ki zajema razumevanje (zbiranje informacij, ki se navezujejo na problem), opazovanje (lažje razumevanje problema), stališče (analiziranje predhodnih opažanj), vizualizacijo (hitro iskanje rešitev za prepoznavanje izzivov), izdelavo prototipov (ustvarjanje rešitve) ter testiranje in ponavljanje (Šuligoj idr., 2020). Če želimo problem rešiti, je ključno, da razumemo končnega uporabnika, saj le na ta način dobra uvidimo, kaj je problem, ki ga želimo rešiti. Uporabnika pa lažje razumemo, če njegovo vedenje ob problemu opazujemo in si ga zabeležimo (Lojacono in Zaccai, 2004). Snovalsko razmišljanje torej ni osredotočeno zgolj na končni produkt, temveč je v celoti osredotočeno na človeka.

Sharples (2016) je predstavil osem principov, značilnih za snovalsko razmišljanje, ki sta jih v knjigo zbrala Lawson in Rowe. Prvi princip poudarja predstavitev več idej oz. potencialnih rešitev, drugi princip zagovarja povezanost znanja in spretnosti za iskanje rešitev, ki jih snovalec pridobi na podlagi izkušenj. Pri tretjem principu govorimo o zavedanju in poznavanju materialov, s katerimi snovalec dela, dobra prostorska predstavljivost pa je četrti princip, ki je pomemben z vidika dojetja možnih pasti in nejasnosti pred samim izdelovanjem. Pri petem principu je značilno, da snovalec zna rešitve prilagoditi tako, da bodo v pomoč skupnosti in ne bodo same sebi namen. Šesti princip opredeljuje dojetje trenutnega problema, ki ga mora snovalec dobro razumeti. Sedmi princip opredeljuje zmožnost prilagajanja in usvajanja nekaterih neprimarnih področij. Osmi princip pa nagovarja snovalce, da so usmerjeni k akciji in nagnjeni k ustvarjanju majhnih ali velikih sprememb (Avsec, 2021).

Zupan in Nabergoj (2014) sta predstavila 5 glavnih značilnosti snovalskega razmišljanja:

- osredotočenost na končnega uporabnika,
- kreativnost (iskanje še neobstoječih rešitev),
- holističnost (reševanja problema se lotiti v celoti),
- transdisciplinarnost (v proces se vključuje posameznike in znanja z različnih področij),
- eksperimentiranje (preizkušanje novih idej).

Avsec (2021) je na podlagi podatkov Inštituta Hassa Plattnerja na Univerzi Stanford z začetka 21. stoletja predstavil 5 faz Stanfordskega modela snovalskega razmišljanja. Faze si med seboj ne sledijo nujno linearno. To pomeni, da postopek lahko ponovimo v poljubnih korakih. Ključna faza snovalskega razmišljanja pa je razumevanje končnega uporabnika, saj lahko le tako določimo problem in iščemo rešitve. V primeru, da bi radi želje končnega uporabnika bolje razumeli in spoznali, si lahko pomagamo z različnimi kvalitativnimi tehnikami (opazovanje, beleženje vedenja, intervjuji ...) (Lojacono in Zaccai, 2004).

Temeljni proces snovalskega razmišljanja je empatija, ki nam omogoča videti problem z več zornih kotov ter skozi oči drugega za lažje razumevanje dejanj posameznikov (Dosi idr., 2018). Pri definiciji problema je ključno, da je snovalcem problem dobro definiran, saj ga le tako lahko kasneje rešijo. Problem mora biti življenjski, saj se tako snovalec vanj lažje poglubi (Dschoold.stanford.edu., 2017). Ko govorimo o idejni zasnovi, moramo na problem pogledati s širše perspektive. Pri iskanju rešitev je dobro, da jih najdemo več, izberemo pa le eno, tisto, ki se nam zdi najprimernejša (Avsec, 2021). V fazi izdelave prototipa je glavni namen izdelava prototipa, s katerim se približamo končni rešitvi. Prototip v prvem poizkusu ne bo ustrezal našim končnim željam (Dschoold.stanford.edu., 2017). V zadnji fazi, v kateri se prototip testira, preverimo njegovo ustreznost. V tej fazi ugotovimo, ali dobro razumemo problem in kaj še potrebujemo, da bi problem bolje razumeli (Dschoold.stanford.edu., 2017). V primeru, da v procesu nastajanja izdelka naletimo na težavo in ne vidimo več rešitve, se obrnemo na eno izmed stopenj v procesu snovalskega razmišljanja, pri katerih ni poudarek le na razmišljanju izven okvirja, temveč tudi na kombinaciji ustvarjalnega mišljenja, kritičnega mišljenja, analize in na konstrukciji nekega izdelka oziroma rešitve (Avsec, 2021).

Značilnosti dobrega snovalca

Od dobrega snovalca pričakujemo veliko domišljije in radovednosti, pomembna pa sta tudi ustvarjalnost za raziskovanje ter občutek za ustvarjanje in razvijanje možnih rešitev (Mosely idr., 2018). Človek, ki je naklonjen timskemu delu, je usmerjen v človeka in okolje, je sposoben vizualizacije in je nagnjen k več namenskosti, ima kakovosti dobrega snovalca. Pomembna lastnost pri snovalskem razmišljanju je tudi razumevanje povezave med sposobnostjo vizualizacije ter konceptualnim znanjem. Snovalec mora biti torej sposoben razmišljati izven okvirjev in znati prepoznati tako problem kot tudi rešitev na določen problem (Šuligoj idr., 2020). S timskim delom snovalec dosega boljše rezultate, saj je lažje, če delo opravi več oseb kot samo en človek. Poleg tega pa snovalci sodelujejo s strokovnjaki z drugih področij, s katerimi si delijo znanje in podpirajo drug drugega (Dosi idr., 2018). Brown (2008) je izpostavil nekaj karakteristik, ki so značilne za dobrega snovalca, in sicer empatičnost (razumevanje sveta z različnih perspektiv in vživljanje v različne vloge uporabnika), integrativno razmišljanje (celostno gledanje na situacijo in povezovanje različnih pogledov v skupno rešitev), optimizem (prepričanje, da se ne glede na zapletenost problema zanj najde vsaj ena rešitev), eksperimentalnost (postavljanje vprašanj in odgovarjanje z iskanjem odgovorov z različnih pogledov), pripravljenost na sodelovanje (sodelovanje s posamezniki z različnih področij pri iskanju rešitve).

Merjenje in ocenjevanje snovalskega razmišljanja

Snovalsko razmišljanje se meri oziroma ocenjuje s pomočjo različnih konstruktov, kar je pokazal tudi Dosi idr. (2018). Dosijev test meri lastnosti snovalca, snovalec pa na testu ocenjuje samega sebe.

Avsec (2023) je ta vprašalnik (Dosi idr., 2018) validiral in določil 14 veljavnih konstruktov:

- spopadanje z negotovostjo,
- prevzemanje tveganj,
- sočutje/empatija,
- preoblikovanje problema,
- timsko učenje in prenos znanja,
- interakcije in sodelovanje,
- odprtost do različnosti in sodelovanja,
- učno usmerjen,
- eksperimentiranje in kritično razmišljanje,
- praktična inteligenca in sposobnost transformacije,
- abduktivno mišljenje in vizionarstvo,
- kreativna samozavest,
- želja po spremembah,
- optimizem za vpliv in napredek.

Snovanje v predšolskem obdobju

V izobraževalnih ustanovah, kamor sodijo tudi vrtci, naj bi kakršni koli ustvarjalni procesi omogočali razvoj osebnih lastnosti, zmožnost ustvarjalnega razmišljanja, socialnih veščin ter splošnega znanja o določeni vsebini. Med ustvarjalnim procesom otroci razvijajo osnove mehkih veščin, kot so timsko delo, komunikacija, prilagodljivost, reševanje problemov in kritično opazovanje. V procesu ustvarjanja pa se otroci učijo tudi trdih veščin, ki jih usvajajo skozi izvajanje različnih dejavnosti (usvajanje likovnih tehnik, oblikovanje izdelkov ...). Ciljno usmerjeno učno okolje bi prav tako moralo omogočati različne socialne interakcije, ki so potrebne za učinkovito zasnovo kompleksnih rešitev, ki so bistvene za ustvarjalno učenje (Avsec, 2023).

Ena od glavnih razlik med snovalskim razmišljanjem in ostalimi pristopi, pri katerih je ključno reševanje problemov, je ta, da snovalsko razmišljanje vključuje empatijo. Vzgojiteljica lahko prek snovalskega razmišljanja otrokom na nevsiljiv način privzgaja občutek empatičnosti. To lahko vzgojiteljica zelo učinkovito doseže med prebiranjem pravljice, v kateri lik naleti na težavo. Z otrokom se pogovori o tem, kako se lik počuti v dani situaciji (Design Thinking in the Kindergarten Classroom, 2021). Ena od petih faz v procesu snovalskega razmišljanja je tudi opredelitev problema, pri kateri otroci skušajo ugotoviti, kateri problem lahko rešijo. Ta faza je za mlajše otroke lahko težavna, saj od otrok zahteva, da povzamejo, kar so se naučili v fazi empatije. V fazi pridobivanja idej je pomembno, da otroci razmišljajo izven okvirjev in na ta način poiščejo možne rešitve za problem, ki so ga definirali. Ko dejavnost preide v fazo prototipa, otroci začnejo izdelovati ideje, ki so se jih domislili v prejšnji fazi. V zadnji fazi, fazi testiranja, se končni izdelek preizkusi, medtem pa je še vedno mogoča ponovna izdelava, predelava, obnova ali izboljšava izdelka (Design thinking for kids, 2016).

Primeri dobre prakse v vrtcu

V nadaljevanju so predstavljeni primeri dejavnosti s poudarkom na uresničevanju določenih faz snovalskega razmišljanja.

Otroci iz vrtca Sonček v Žužemberku so izdelovali ptičjo hišico za ptice, ki pozimi same ne morejo najti hrane. Na primeru so prek opazovanja ugotovili neprimernost zasnežene pokrajine za ptice. Otroci so razumeli problem uporabnika (ptice), opredelili problem (ptice potrebujejo hrano) in se domislili rešitve za dano situacijo (ptičja pogača v ptičji krmilnici). Pred dejansko izdelavo rešitve so se lotili prototipiranja (iz lesenih kock so ustvarili manjše, improvizirane ptičje hišice), na koncu pa je sledila izdelava ptičje hišice in pogače za ptice. V fazi testiranja so otroci obesili ptičje hišice na drevo in jih testirali (Štrasberger, 2016).

Karen Collias je predstavila ustvarjalni izziv za predšolske otroke, ki temelji na zgodbi o piškotu (Gingerbread Man), ki ni mogel pobegniti pred svojimi zasledovalci. Izziv je zasnovan tako, da otroci med branjem zgodbe aktivno sodelujejo in aktivno iščejo rešitve. Pri izvedbi dejavnosti so otroci predlagali ideje (ladje) in izdelali prototipe predlaganih rešitev ter jih testirali. Otroci so pri dejavnosti aktivno uporabljali ključna znanstvena in inženirska načela, kot so vzgon, gostota in težnost. Snovalsko razmišljanje torej pomaga ustvariti nov pogled na usvajanje znanja, kjer se otroke od zgodnjih let spodbuja, da tvegajo in preizkušajo svoje ideje (Design thinking in preschool, b. d.).

V vrtcu Radovljica so izvajali projekt z naslovom »Kako bi si polepšali čas počitnic v vrtcu«. Otroci so se v začetku soočili s problemom, ki ga želijo rešiti. Predpostavili so več konkretnih problemov, kot so na primer polomljene igrače, onesnaženo igrišče, prazen in neurejen atrij. Otroci so bili aktivno vključeni in izhajali iz problemov, ki so jih zaznali sami. Glede na izbran problem so izrazili želene spremembe, izboljšave. Ko so se soočili s problemom, jih je vzgojiteljica spodbujala k izražanju idej, predlogov in pobud. Na list papirja je vsak otrok narisal, rešitev problema, kar je nekako predstavljalo fazo prototipiranja. Po tej fazi so tudi izvedli dejavnosti, izdelali izdelke in jih testirali ter ugotovili morebitne pomanjkljivosti (Sovinc idr., 2017).

Iz primerov praks opazimo, da so vzgojiteljice uporabljale precej snovalsko razmišljanje. Empatija in opredelitev problema sta postavljeni v ospredje, saj vzgojiteljice izhajajo iz otrokovih idej in želijo, da otroci sami opredelijo, kje je nastala težava, in posledično lažje najdejo rešitev nanjo. Če otroci stremijo k skupnemu cilju, skupaj razmišljajo in iščejo rešitve, se porodi več idej, otroci pa se ob tem lahko učijo drug od drugega.

Snovalsko razmišljanje v Kurikulumu za vrtce

Snovalsko razmišljanje v Kurikulumu za vrtce (1999) ni posebej omenjeno, ga pa kurikulum vsekakor podpira. Kurikulum za vrtec omogoča avtonomnost in odgovornost izvajalcev pri iskanju novih in učinkovitih pristopov k spodbujanju aktivnega učenja. Tehnična vzgoja se v vrtcu pojavlja kot del drugih področij dejavnosti, kot sta umetnost in narava, ne pa kot ločeno področje (Avsec, 2021).

Snovalsko razmišljanje v vrtcih uresničuje nekatere cilje s področja umetnosti in narave. Otroci razvijajo svojo domišljijo, spretnosti in ustvarjalnost skozi zamišljanje, izražanje ter spoznavanje tehničnih predmetov in procesov. To jim omogoča razvijanje prostorske, časovne in vizualne predstave ter krepí njihov ustvarjalni potencial. Cilji med drugim vključujejo razvijanje umetniške domišljije (otroci razvijajo domišljijo in ustvarjalnost skozi umetniško izražanje in zamišljanje), tehnične ustvarjalnosti (otroci se učijo o gibanju, tehničnih predmetih in procesih ter razvijajo tehnične spretnosti), umetniških procesov (otroci sodelujejo v različnih fazah ustvarjalnih procesov, od načrtovanja do izvedbe in refleksije), izražanja in prototipiranja

(otroci se igrajo in izražajo skozi risanje, modeliranje in oblikovanje, kar lahko vodi do izdelave prototipov) ...

Vzgojiteljice, pomočnice vzgojiteljic ali drugi odrasli, ki sodelujejo pri vzgojnem delu, morajo upoštevati razvojne zakonitosti in značilnosti otroka, ki so odvisne od vsakega posameznika. Odrasli mora zaznati in podpreti vsako otrokovo napredovanje, četudi bolj skromno. Zavedati se mora, da je proces nastajanja pomembnejši od rezultata, kar pa je tudi eno od načel snovalskega razmišljanja.

Namen in cilji

Namen raziskovanja je bila preučitev pogleda in stališč vzgojiteljic in strokovnih delavk do snovalskega razmišljanja.

V sklopu raziskave smo si zastavili naslednje cilje (C1–C3):

C1: Predstaviti in opredeliti snovalsko razmišljanje.

C2: Predstaviti primere dobrih praks v vrtcu.

C3: Na primeru vzgojiteljic in strokovnih delavk raziskati razširjenost snovalskega razmišljanja in pomembnost tega za optimizacijo dela v vrtcu.

V skladu s cilji smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV1–RV4):

RV1: Kakšno je stanje snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami in strokovnimi delavkami v vrtcu?

RV2: Kako različne spremenljivke (starost, leta izkušenj) vplivajo na snovalsko razmišljanje?

RV3: Kakšna je razvitost snovalskega razmišljanja vzgojiteljic in strokovnih delavk glede na izbrane konstrukte snovanja?

RV4: Kako vzgojiteljice ocenjujejo trenutno izvedbo snovanja in kakšno pomembnost pripisujejo posameznim fazam?

Metoda

Pri raziskavi, ki je del diplomskega dela (Zotler, 2023), sta bila v teoretičnem delu uporabljena teoretično-kavzalna metoda ter kvantitativni raziskovalni pristop empiričnega pedagoškega raziskovanja.

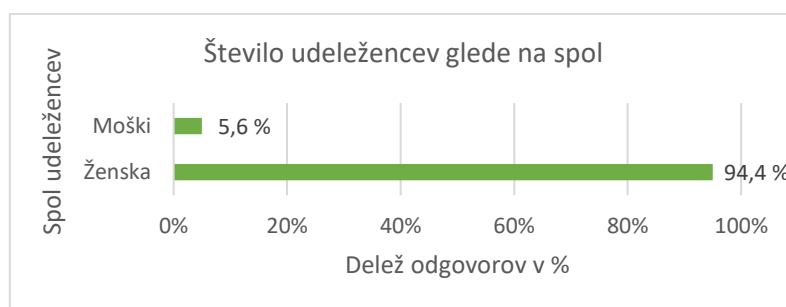
Rezultati raziskave so bili zbrani med 4. 1. 2023 in 29. 1. 2023. Ciljna skupina raziskave so bile vzgojiteljice in strokovne delavke v vrtcu. Vzorec raziskave je bil slučajnostni in je vključeval naključno izbrane vzgojiteljice in druge strokovne delavke. Od zbranih vseh 408 enot smo imeli po odstopu od reševanja in nestrinjanju s soglasjem za zbiranje podatkov, na voljo za obdelavo podatkov le 213 vzgojiteljic in strokovnih delavk, od tega je bilo veljavnih 142 vprašalnikov. Tehnika zbiranja podatkov je bila anketa. Ustvarjena je bila na spletnem portalu 1KA. Vprašalnik, ki je del prilog diplomskega dela (Zotler, 2023), je vseboval 7 vprašanj, ki so se v začetku nanašala na podajo soglasja za pridobivanje podatkov, demografske podatke (spol, starost, delovne izkušnje), v nadaljevanju pa validiran in preoblikovan instrument za samo oceno snovalskega razmišljanja (Avsec, 2023). Osnovni test snovalskega razmišljanja so zasnovali Dosi idr. (2018) in je razdeljen na 14 konstruktov in 47 postavk. Postavke vprašalnika so označeni po veljavnih konstruktih (Preglednica 1). Natančneje v diplomskem delu (Zotler, 2023).

Anketiranci so za posamezne postavke označili stopnjo strinjanja od 1 do 6, kjer 1 pomeni »sploh se ne strinjam« in 6 »popolnoma se strinjam«. Zadnje vprašanje se je navezovalo na percepcijo zaznave izvedbe in pomembnosti. Zanesljivost merskih instrumentov smo preverili s Cronbachovim koeficientom alfa.

Anketirancem je bila posredovana povezava do spletnega anketnega vprašalnika, oblikovanega prek odprtokodne aplikacije za spletno anketiranje 1KA, dostopnega na povezavi: <https://1ka.arnes.si/Snovalskorazmiljanje>. Povezava do vprašalnika je bila objavljena na družbenih omrežjih ter prek elektronske pošte posredovana posameznikom. Podatke smo obdelali z računalniškim programom SPSS in programom Excel. Za vse anketirance raziskave je bila zagotovljena anonimnost.

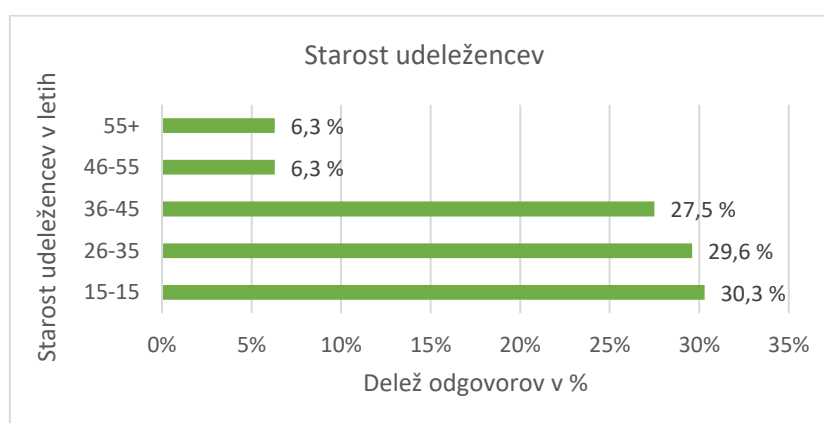
Rezultati

Pri raziskavi je sodelovalo 134 žensk (94,4 %) in le 8 moških, ki predstavljajo 5,6 % delež vseh sodelujočih (Graf 1).



Graf 1: Število udeležencev v raziskavi glede na spol ($n = 142$).

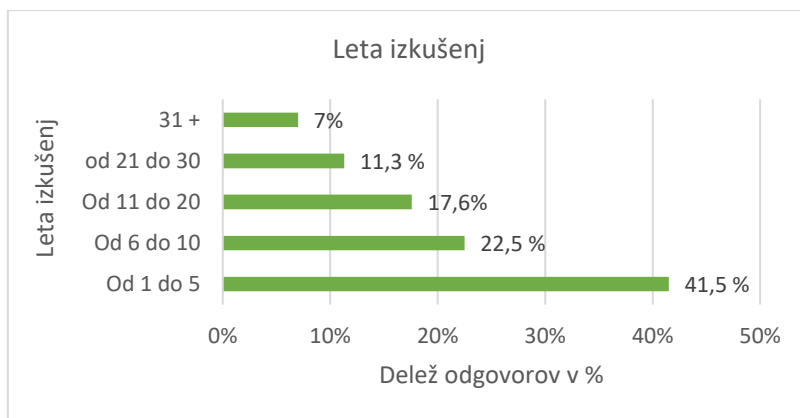
Največ anketirancev je bilo starih od 15 do 25 let (30,3 %). Nekoliko manj med 26 in 35 let (29,6 %), sledila je populacija starih med 36 in 45 let (27,5 %), najmanj anketirancev pa je bilo starih 55 in več (6,3 %) (Graf 2).



Graf 2: Starost udeležencev v raziskavi ($n = 142$).

V povprečju so imeli sodelujoči v raziskavi 15 let izkušenj dela v vrtcu. Prevladovala je populacija anketirancev od 1 do 5 let izkušenj (42 %), sledili so anketiranci s 6 do 10 let izkušenj (21 %). Od 11 do 20 let delovnih izkušenj je predstavljalo 19 %, 20 let izkušenj in več pa le 8 % (Graf 3).

Razvijanje veščin 21. stoletja



Graf 3: Leta izkušenj ($n = 142$).

Za uporabljen vprašalnik smo izračunali zanesljivost, ki se je pokazala za dobro do odlično (Cronbach $\alpha = 0,803$ do $0,989$) za posamezen konstrukt snovalskega razmišljanja (Preglednica 1).

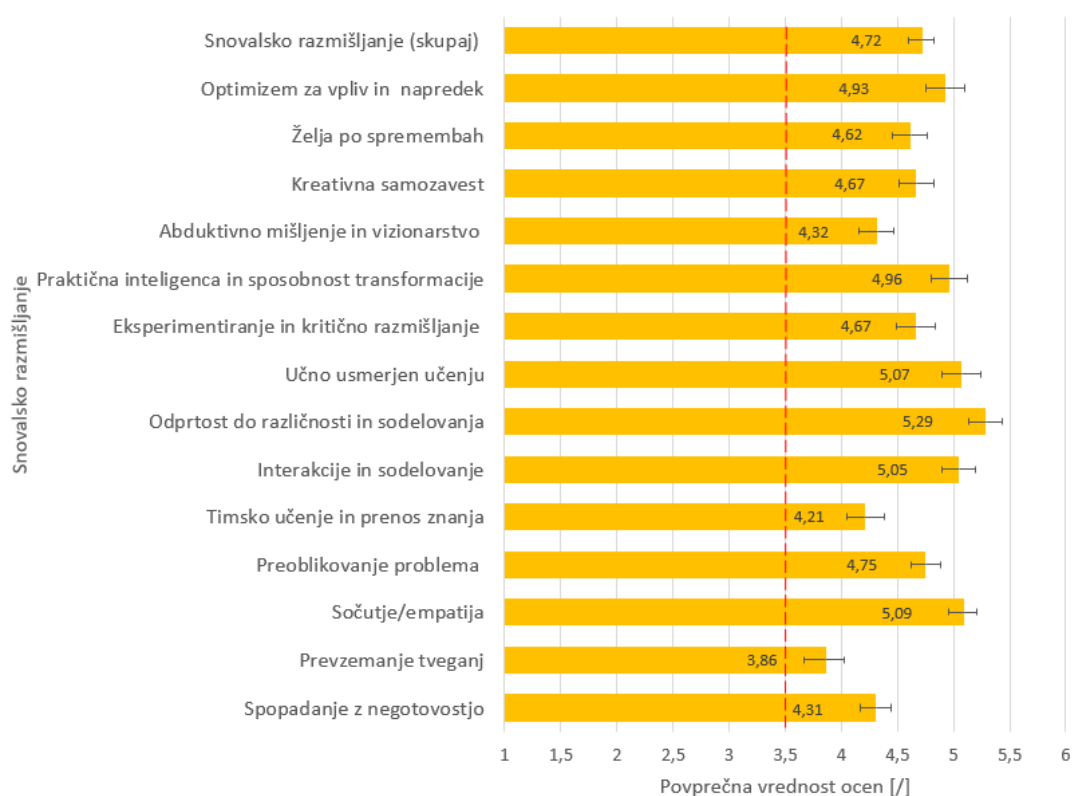
Preglednica 1: Prikaz zanesljivosti vprašalnika in test na normalnost porazdelitve podatkov.

	Cronbachov koeficient alfa (α)
1. Postavke SR1_3: Spopadanje z negotovostjo	0,803
2. Postavke SR4_6: Prezemanje tveganj	0,897
3. Postavke SR7_11: Sočutje/empatija	0,933
4. Postavke SR12_14: Preoblikovanje problema	0,890
5. Postavke SR15_17: Timsko učenje in prenos znanja	0,813
6. Postavke SR18_20: Interakcije in sodelovanje	0,889
7. Postavke SR21_24: Odprtost do različnosti in sodelovanja	0,937
8. Postavke SR25_27: Učno usmerjen	0,989
9. Postavke SR28_30: Eksperimentiranje in kritično razmišljanje	0,984
10. Postavke SR31_33: Praktična inteligenca in sposobnost transformacije	0,984
11. Postavke SR34_37: Abduktivno mišljenje in vizionarstvo	0,982
12. Postavke SR38_41: Kreativna samozavest	0,986
13. Postavke SR42_44: Želja po spremembah	0,976
14. Postavke SR45_47: Optimizem za vpliv in napredek	0,987

Stanje snovalskega razmišljanja pri vzgojiteljicah

Vzgojiteljice in strokovne delavke so v vprašalniku samoocenile stanje snovalskega razmišljanja po postavkah in 14 konstruktih. Kot prikazuje Graf 4 nekoliko bolj izstopa konstrukt odprtosti do različnosti in sodelovanja. Višje so ocenjeni tudi konstrukti sočutja oz. empatije, usmerjenega učenja ter konstrukt interakcij in sodelovanja, medtem ko so nižje ocenjeni abduktivno učenje in vizionarstvo, spopadanje z negotovostjo ter timsko učenje in prenos znanja, najnižje pa konstrukt prevzemanja tveganj.

Razvijanje veščin 21. stoletja



Graf 4: Samoocena snovalskega razmišljanja vzgojiteljic in strokovnih delavk.

Vpliv demografskih dejavnikov na snovalsko razmišljanje

Glede na hipotezo, da je nivo snovalskega razmišljanja po vseh starostnih skupinah enako porazdeljena, ugotovimo, da se pojavljajo statistično pomembne razlike pri treh konstruktih snovalskega razmišljanja. Opaziti je, da se starejše vzgojiteljice lažje spopadajo z negotovostmi pri snovanju, lažje prevzemajo tveganja in imajo višji nivo abduktivnega mišljenja (Preglednica 2).

Preglednica 2: Statistično pomembne razlike v snovalskem razmišljanju glede na starost vzgojiteljic.

Starostna skupina	15–25 let	26–35 let
15–25 let		
26–35 let		
36–45 let	Prevzemanje tveganj H = 19,98; $p = 0,027$	Spopadanje z negotovostjo H = 25,98; $p = 0,042$
	Abduktivno mišljenje in vizionarstvo H = 18,01; $p = 0,045$	Prevzemanje tveganj H = 19,30; $p = 0,033$
46–55 let	Abduktivno mišljenje in vizionarstvo H = 34,51; $p = 0,021$	Abduktivno mišljenje in vizionarstvo H = 24,78; $p = 0,007$
		Abduktivno mišljenje in vizionarstvo H = 41,31; $p = 0,005$
55 let in več		

V nadaljevanju smo ugotavljali tudi, kako lahko leta izkušenj vplivajo na snovanje. Ugotovljena je bila razlika pri konstrukt »timsko učenje in prenos znanja«, pri katerem vzgojiteljice in strokovne delavke s 30 in več leti izkušenj po samooceni dosegajo značilno višji nivo

sposobnosti za timsko učenje in prenos znanj od mlajših kolegic (21–30 let: $H = 48,22$, $p = 0,003$; 11–20 let: $H = 39,54$, $p = 0,010$; 6–10 let: $H = 30,64$, $p = 0,038$; 1–5 let: $H = 29,59$, $p = 0,034$).

Razvitost snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami

S Friedmanovim testom smo ugotavljali, ali so konstrukti zaznani podobno med vsemi udeleženci. Preverjena je bila ničelno hipotezo, da pri zaznavi snovalskega razmišljanja ni razlik med rangi konstruktov. Pri stopnji značilnosti $p = 0,05$ ničelno hipotezo zavrnamo, saj je signifikanca $p < 0,0001$ ($Hi\text{-}kvadrat = 472,305$, $df = 13$, $n = 142$). Ugotavljeno je bilo, da so zaznave nivoja konstruktov snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami in strokovnimi delavkami različno porazdeljene, učinek Kendall pa $W = 0,34$, kar se smatra za zmeren učinek (Tomczak in Tomczak, 2014). Nadaljnja analiza rangov posameznih konstruktov snovalskega razmišljanja nam poda zanimiv pogled na več stopenj razvitosti (Preglednica 3).

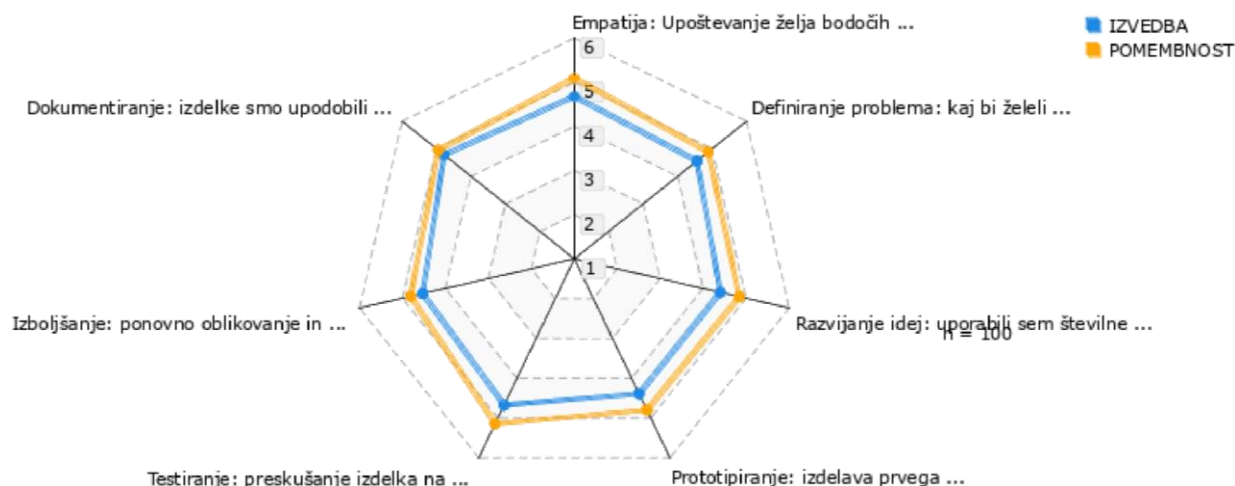
Preglednica 3: Razvitost konstruktov snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami ($n = 142$) od zeleno označenih bolj razvitih do rdeče označenega najmanj razvitega.

Konstrukt snovalskega razmišljanja	Povprečni rang
Odprtost do različnosti in sodelovanja	10.49
Učno usmerjen	9.80
Sočutje/empatija	9.27
Interakcije in sodelovanje	9.11
Praktična inteligenca in sposobnost transformacije	8.86
Optimizem za vpliv in napredek	8.81
Preoblikovanje problema	7.42
Kreativna samozavest	7.33
Eksperimentiranje in kritično razmišljanje	7.32
Želja po spremembah	7.02
Abduktivno mišljenje in vizionarstvo	5.46
Spopadanje z negotovostjo	5.28
Timsko učenje in prenos znanja	5.07
Prevzemanje tveganj	3.75

Stanje izvedbe in pomembnost snovalskega razmišljanja glede na izkušnje vzgojiteljice

Vzgojiteljice in strokovne delavke so ocenile tudi pomembnost posamezne faze snovalskega razmišljanja ter podale mnenje, v kolikšni meri v svoje delo pri izdelavi izdelka vključujejo faze snovalskega razmišljanja. Kot najpomembnejši sta bili ocenjeni faza empatije in testiranja, pri svojem delu pa največ časa namenijo dokumentiranju, empatiji in testiranju (Slika 1).

Razvijanje veščin 21. stoletja



Slika 1: Stanje izvedbe in pomembnost snovalskega razmišljanja glede na izkušnje vzgojiteljice.

V raziskavi je bilo ugotovljeno, da vzgojiteljice in strokovne delavke manj časa namenijo izvedbi določenih faz snovalskega razmišljanja, kot se jim to dejansko zdi pomembno. Najmanj pozornosti namenijo razvijanju idej, prototipiranju in izboljšavam. Najbolj pomembno se vzgojiteljicam in strokovnim delavkam zdi, da v svoje delo vključijo empatijo, najmanj pomembno pa se jim zdi vključevanje prototipiranja.

Diskusija

V nadaljevanju je predstavljeno doseganje zastavljenih ciljev C1–C3 in odgovori na raziskovalna vprašanja RV1–RV4.

C1: Predstaviti in opredeliti snovalsko razmišljanje.

Snovalsko razmišljanje je na posameznika osredotočen pristop k reševanju problemov, ki zajema razumevanje, opazovanje, stališče, vizualizacijo, izdelavo prototipov ter testiranje in ponavljanje (Šuligoj idr., 2020). Če želimo problem rešiti, moramo razumeti končnega uporabnika (Lojacono in Zaccai, 2004). Snovalsko razmišljanje lahko merimo s pomočjo 14 konstruktov (Avsec, 2023). Za dobrega snovalca so značilni empatičnost, integrativno razmišljanje, optimizem, eksperimentalnost, pripravljenost na sodelovanje (Brown, 2008). Podrobneje je snovalsko razmišljanje predstavljeno v uvodu prispevka in diplomskem delu (Zotler, 2023).

C2: Predstaviti primere dobrih praks v vrtcu.

Vzgojiteljice dajo velik poudarek opredelitvi problema, saj želijo izhajati iz otrokovih zamisli in želijo doseči, da otroci problem dobro razumejo, da lahko nanj najdejo ustrezno rešitev. Med raziskovanjem dejavnosti vzgojiteljice niso uporabljale izraza snovalsko razmišljanje, kar bi lahko pomenilo, da s tem izrazom še niso bile seznanjene. Čeprav smo ugotovili, da pri načrtovanju dejavnosti sledijo skoraj vsem fazam snovanja, saj prvotno izhajajo iz uporabnika in želijo najti namen, zakaj bodo s skupino nek izdelek izdelovali in kako bo posamezniku prišel prav. Prav tako so vzgojiteljice izhajale iz otrokovih zamisli in so želele poiskati rešitev. Otroci so podali različne ideje, kako priti do končne rešitve, pri njihovih zamislih pa se jih je upoštevalo, kar nakazuje, a veliko prilagodljivost vzgojiteljic. Izdelek so vedno tudi testirali, kar

je ključno za ugotovitev, ali smo uspešno rešili nek problem. Primeri dobrih praks, kot so izdelava ptičje hišice, prototipa ladje in izvedba projekta »Kako bi si polepšali čas počitnic v vrtcu«, so podrobneje predstavljeni v uvodnem delu in tretjem poglavju diplomskega dela (Zotler, 2023), kjer so predstavljene dejavnosti, pri katerih so otroci izdelovali izdelke, in opredelili, katere faze snovanja so vzgojiteljice med dejavnostjo upoštevale.

C3: Na primeru vzgojiteljic in strokovnih delavk raziskati razširjenost snovalskega razmišljanja in pomembnost tega za optimizacijo dela v vrtcu.

Vzgojiteljice in strokovne delavke v svoje delo faz snovalskega razmišljanja ne vključujejo toliko, kot se jim to zdi pomembno. S tem smo dobili vpogled v to, da vzgojiteljice v svoje dejavnosti sicer vključujejo nekaj faz snovalskega razmišljanja, se jim pa zdi upoštevanje teh faz pomembnejše, kot jih trenutno uporabljajo pri izvedbi. Pomembnost prepoznavajo v fazi testiranja (za ugotavljanje funkcionalnosti in uporabnosti izdelkov) in empatije (upoštevanje želja prihodnjih uporabnikov izdelka).

RV1: Kakšno je stanje snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami in strokovnimi delavkami v vrtcu?

Vzgojiteljice in strokovne delavke so najvišjo vrednost ocen pripisale odprtosti do različnosti in sodelovanja, najnižjo pa prevzemanju tveganj. Snovalsko razmišljanje vzgojiteljic in strokovnih delavk v vrtcu je glede na lestvico vprašalnika ocenjeno kot nadpovprečno v vseh kategorijah. Na podlagi rezultatov lahko ocenimo, da se stanje snovalskega razmišljanja skozi šolanje in starost izboljšuje. Za primerjavo lahko vzamemo raziskavo, ki jo je opravil Urbas (2020), in raziskavo, ki jo je opravila Šebalj (2022). Prvi je ocenjeval snovalsko razmišljanje med osnovnošolci (6.–8. razred), druga pa je ocenjevala snovalsko razmišljanje pri dijakih. V osnovni šoli so učenci dosegli precej nizko oceno snovalskega razmišljanja. Le ena vrednost je segala nad povprečno vrednost, to pa je bila osredotočenost na ciljnega uporabnika. Stanje se v srednji šoli že izboljšuje, saj je povprečna ocena skoraj vseh konstruktov snovalskega razmišljanja nad srednjo vrednostjo lestvice. V naši raziskavi, s katero smo ocenjevali starejše posameznike v primerjavi z dvema predhodno omenjenima raziskavama, pa je opaziti, da so vse vrednosti nad srednjo vrednostjo. Do takih rezultatov lahko pridemo zaradi več izkušenj, ki jih prek dela pridobijo vzgojiteljice in strokovne delavke, ter zaradi večje ozaveščenosti o pomembnosti določenih konstruktov snovanja.

RV2: Kako različne spremenljivke (starost, leta izkušenj) vplivajo na snovalsko razmišljanje?

Z raziskavo smo ugotovili, da se med starejšimi in mlajšimi vzgojiteljicami pojavijo razlike predvsem v tem, da se starejše lažje spopadajo z negotovostjo pri snovanju, lažje prevzemajo tveganja ter imajo višji nivo abduktivnega mišljenja. Iz raziskave je razvidno, da imajo starejše vzgojiteljice tudi višji nivo sposobnosti za timsko učenje ter bolje prenašajo znanje na mlajše kolegice. Iz tega lahko razberemo, da vzgojiteljicam z več izkušnjami reševanje težav, čeprav o situaciji nimajo popolnih zaključkov, ne predstavlja velikih težav. Pri svojem delu se raje spopadajo s problemi, čeprav predhodno ne vedo, ali jih bodo lahko rešile. Vzgojiteljicam z več izkušnjami s pomočjo raziskave pripisujemo tudi lažje sprejemanje skupinskih odločitev kljub morebitnemu drugačnemu mnenju, rade delajo v skupini in so bolj prilagodljive, kar se tiče spreminjanja mnenja na podlagi dejstev, ki so jim predstavljena.

RV3: Kakšna je razvitost snovalskega razmišljanja vzgojiteljic in strokovnih delavk glede na izbrane konstrukte snovanja?

Z raziskavo smo ugotovili, da so konstrukti snovalskega razmišljanja različno razviti. Najbolj razvit je konstrukt odprtosti do različnosti in sodelovanja, najmanj pa prevzemanje tveganj. Slednje nam pove, da vzgojiteljice raje ne tvegajo, saj ne želijo narediti napak. Tudi problemov, za katere ne vedo, ali so rešljivi, raje ne bodo reševale, kot da bi se z njimi soočile. Ta nakazuje, da so vzgojiteljice pri svojem delu raje bolj prepričane v cel proces, kot da bi se prepustile naključju. To pa nadaljnje potrjuje tudi eden izmed slabše razvitih konstruktov, in sicer abduktivno mišljenje in vizionarstvo. Vzgojiteljice nerade sprejemajo odločitve na podlagi nepopolnih informacij in verjetnih hipotez. Pri samem delu so pripravljene na sodelovanje z ljudmi z različnimi izkušnjami, ki imajo na situacijo drugačen pogled, in verjamejo, da do izrednih rezultatov pridejo, če na situacijo pogledajo z raznolikih perspektiv. Eden izmed visoko ocenjenih konstruktov pa je bil tudi pripravljenost na sodelovanje, kar nam potrjuje dejstvo, da se vzgojiteljice rade povezujejo z ljudmi iz drugih inštitucij, posredujejo svoje znanje članom skupine in nimajo težav z razvijanjem novega znanja z drugimi člani skupine, kar predstavlja eno od pomembnih karakteristik, ki jih je Brown (2008) opredelil kot značilno za dobrega snovalca. Odprtost vzgojiteljic do različnosti in sodelovanja je bila torej ocenjena kot najvišja, izredno pomembnost pa vzgojiteljice namenijo tudi sočutju in razumevanju potreb uporabnikov. Tudi ta karakteristika sovпада s karakteristiko dobrega snovalca po Brownu (2008).

RV4: Kako vzgojiteljice ocenjujejo trenutno izvedbo snovanja in kakšno pomembnost pripisujejo posameznim fazam?

V raziskavi smo ugotovili, da vzgojiteljice pri izvedbi dejavnosti nekaj časa in pozornosti posvetijo fazam snovanja, še bolj kot pa izvajajo snovanja pri dejavnostih že do sedaj se jim zdi pomembno, da bi te faze uporabljale. Pripisale so veliko pomembnost fazam snovanja, v ospredju pa so bili empatija, definiranje problema in dokumentiranje. Generalno gledano vzgojiteljice pripisujejo značilno višjo pomembnost fazam snovanja kot stanju izvedbe. Ko bodo vzgojiteljice bolj ozavestile uporabo faz snovanja v svojem delu, bodo spoznale, da lahko te bistveno pripomorejo k bolj sistematičnemu reševanju problema. Skozi delo bodo spoznale pomembnost faze prototipiranja, ki je bila ocenjena kot najslabša, saj bodo razumele pomembnost zbiranja vseh informacij. To jim bo prihranilo čas in morebitno nezadovoljstvo ob izdelavi končnega izdelka.

Zaključki s smernicami uporabe v izobraževalnem procesu

Snovanje predstavlja pomemben prispevek k reševanju problema v situacijah, ko je treba na izviren način najti novo rešitev. Uporablja se v veliko panogah, pomembno pa je, da faze snovanja vključimo tudi pri načrtovanju pedagoških aktivnosti v vrtcu. Kljub temu da vse vzgojiteljice pri načrtovanju dejavnosti ne sledijo fazam snovalskega razmišljanja, pa katero izmed faz zagotovo uporabljajo pri svojem delu, čeprav jim ne sledijo zavestno, kar se je pokazalo pri analizi primerov dobrih praks. Dobro bi bilo, da bi se vzgojiteljice zavedale pomembnosti vključevanja vseh faz snovalskega razmišljanja v dejavnosti v vrtcih. Faza prototipiranja je bila namreč ocenjena najnižje, vendar tudi ta veliko pripomore k izdelavi najbolj funkcionalnega končnega izdelka. Otroci bi se tako naučili prenesti svojo zamisel v nekaj konkretnega in bi že v tej fazi morda opazili pomanjkljivosti, ki bi jih lahko odpravili še pred

testiranjem končnega izdelka. To bi pozitivno vplivalo tudi na njihovo samozavest, saj bi bili deležni več uspehov. Vzgojiteljice se zavedajo pomembnosti vključevanja empatije pri načrtovanju dejavnosti in se pri izdelavi izdelka osredotočijo na korist, ki jo bo izdelek lahko prinesel. Če bi vzgojiteljice zavedno vključevale model snovalskega razmišljanja v svoje dejavnosti, bi se otroci prek tega naučili, da lahko z vztrajnostjo in iskanjem rešitve na koncu vedno pridemo do učinkovitega rezultata.

Z raziskavo, ki je potekala v okviru diplomskega dela (Zotler, 2023) smo želeli izboljšati razširjenost snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami in strokovnimi delavkami ter zavedanje o uporabnosti takega razmišljanja v vrtcu. Vzgojiteljice bi s tem tudi uvedle sistematičnost reševanja problemov, otroci pa bi lažje sledili poteku dejavnosti, saj bi vedeli, kako bodo prišli do zaključka. Zanimivo bi bilo v raziskavo vključiti tudi vprašanje, če so se vzgojiteljice in strokovne delavke že kdaj prej srečale s fazami snovalskega razmišljanja. Tako bi lahko primerjali tudi razširjenost tega principa med vzgojiteljicami in kasneje raziskali, v kolikšni meri ga uporabljajo tiste, ki ga poznajo, in tiste, ki ga ne.

Literatura

- Avsec, S. (2023). Design Thinking to Envision More Sustainable Technology-Enhanced Teaching for Effective Knowledge Transfer. *Sustainability*, 15(2), 1163.
<http://dx.doi.org/10.3390/su15021163>
- Avsec, S. (ur.) (2021). Snovalsko razmišljanje za spodbujanje veščin 21. stoletja. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta. http://pefprints.pef.uni-lj.si/6788/1/Avsec_monografija-v3.pdf
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92.
- Design thinking in the Elementary School Classroom (2021). <https://edtech-class.com/2021/06/16/design-thinking-in-the-elementary-school-classroom/>
- Design thinking in the Kindergarten Classroom. (2021). <https://edtech-class.com/2021/10/29/design-thinking-in-the-kindergarten-classroom/>
- Dosi, C., Rosati, F. in Vignoli, M. (2018). Measuring design thinking mindset. V D. Marjanović, M. Štorga, S. Škec, N. Bojčetić, in N. Pavković (ur.), *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (HUMAN BEHAVIOUR AND DESIGN, str. 1991–2002). <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0493>
- Dschool-old.stanford.edu. (2017). *An Introduction To Design Thinking PROCESS GUIDE*. <https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf>
- Kurikulum za vrtce. (1999). Ministrstvo za znanost in šolstvo. <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Sektor-za-predsolsko-vzgojo/Programi/Kurikulum-za-vrtce.pdf>
- Lojacono, G. in Zaccai, G. (2004). The evolution of the design-inspired enter prise. *MIT Sloan management review*, 45(3), 75.
- Sovinc, L., Ravnihar, M. in Beguš, R. (2017). *Kako bi si polepšali čas v času počitnic. POLETNO PROJEKTNO DELO, "Raziskovanje v vrtcu"*. Vzgojnovarstveni zavod Radovljica, vrtec Radovljica. <http://www.vrtec-radovljica.si/files/2015/09/Poletno-delo-LesceBegunje-KropaKamna-Gorica.pdf>

- Sharples, M., de Rock, R., Ferguson, R., Gaved, M., Herodotou, C., Koh, E., ... in Wong, L. H. (2016). Design thinking. V *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5* (str. 22–24). The Open University.
- Šuligoj, V., Žavbi, R. in Avsec, S. (2020). Interdisciplinary Critical and Design Thinking. *International Journal of Engineering Education*, 36(1), 84–85. http://pefprints.pef.uni-lj.si/6159/1/Interdisciplinary_critical.pdf
- Tomczak, M. in Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 1(21), 19–25.
- Taber, K. S. (2018) The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48, 1273–1296.
- Univerza v Ljubljani (b. d.). *Etika in integriteta v raziskovanju*. https://www.uni-lj.si/raziskovalno_in_razvojno_delo/etika_in_integriteta_v_raziskovanju/
- Urbas, N. (2020). *Snovalsko razmišljanje učencev od 6. do 8. razreda osnovne šole* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PefPrints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/6502/>
- Šebalj, T. (2022). *Snovalsko razmišljanje dijakov srednješolskega tehniškega izobraževanja* [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=143542>
- Wolniak, R. (2017). The design thinking method and its stages. *Support systems in production engineering*, 247–249.
- Zotler, P. (2023). *Snovalsko razmišljanje pri vzgojiteljih in strokovnih delavcih v vrtcu* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta].

Stvarno kazalo

A

anketni vprašalnik · 9, 10, 73, 81, 91, 180–183, 198, 218, 219, 243, 251, 317, 352, 359
 aritmetična sredina · 183, 217, 252, 254
 atmosfera · 134, 138, 142–147, 149, 152, 154–156, 158, 161

B

bio-geo-kemijsko kroženje snovi · 134, 146–149, 152, 154, 155

C

cilji trajnostnega razvoja · 6, 7, 9, 14, 16–29, 95, 96, 113, 114, 116, 135, 136, 145, 160, 243
 Cronbach α · 147, 149, 181–183, 219, 221, 223, 252, 359, 360, *Glejte* zanesljivost

Č

čustvene potrebe · 166, 167, 179, 197, 198

D

diferenciacija · 38, 45, 311, 317, 328, 342, 344, 347, 349, 350
 digitalizacija · 7, 10, 18, 34, 73, 78
 digitalna orodja · 7, 32, 36, 37, 39, 43, 44, 47–50, 73, 77–79, 92, 300
 digitalne izobraževalne tehnologije · 32, 33, 39
 digitalne kompetence učiteljev · 32

E

eksperimentalno delo · 56, 59, 68, 69, *Glejte* eksperimenti
 eksperimenti · 57, 60, 66–68, 286, 296, *Glejte* eksperimentalno delo
 empatija · 10, 97, 100, 116, 352, 354, 356, 360, 361, 363, 364, 366

G

GeoGebra · 80
 gimnazijsko izobraževanje · 199
 globalni izzivi · 6, 11, 14, 26, 28, 29, 141

H

hidrogeli · 7, 55, 58–61, 64–67, 69, 71
 hidrosfera · 134, 142–147, 149, 152, 154–156, 158, 159, 161

I

implementacijska kompetenca · 8, 95, 98, 100, 105, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 118
 individualizacija · 38, 42, 311, 319, 344
 informacijsko-komunikacijska tehnologija · 6, 7, 33, 34, 42, 45, 53, 56, 203, 213, 219, 300, 312, 314, 316, 317, 322, 324, 327, 338, 340–344, 346–348
 inkluzija · 9, 182, 184–187, 189, 198, 316
 inovacije · 6, 22, 23, 36, 39–41, 56, 58, 136, 205, 206, 209, 213, 273
 interdisciplinarni pristop · 9, 267, 285, 295, *Glejte* interdisciplinarnost
 interdisciplinarnost · 99, 278, *Glejte* interdisciplinarni pristop
 interes · 59, 69, 134, 144, 145, 148, 149, 151, 152, 154, 156–161, 166, 178, 195, 197, 239, 272, 275, 292, 296
 interpersonalne kompetence · 98, 105, 109–111, 113, 116, 118
 intrapersonalne kompetence · 8, 95, 98, 100, 105, 109–113, 116–118
 inženirski in tehniški poklici · 8, 9, 166, 171, 172, 191, 198, 199, 296
 izobraževanje učiteljev · 6, 7, 14, 16, 17, 19, 22–29, 33, 34, 36, 174
 izobraževanje za trajnostni razvoj · 7, 9, 16, 29, 214, 243

K

kakovost izobraževanja · 6, 24, 33, *Glejte* kakovostno izobraževanje
 kakovostno izobraževanje · 7, 24, 55, 203, *Glejte* kakovost izobraževanja
 karierno odločanje · 8, 12, 166, 172, 179, 186, 188, 197
 kemija okolja · 8, 134, 136, 138, 139, 141, 142, 145, 146, 148, 149, 152, 154, 156, 160, 161
 kompetence strateškega razmišljanja · 95, 98, 100, 105, 109, 110, 112, 113, 115–118

kompetence systemskega razmišljanja · 99, 105, 109–113, 117, *Glejte* systemsko razmišljanje

kompetence za pospeševanje trajnostnih preobrazb · 7, 95, 98, 99, 101, 103, 105, 107, 109–113, 115, 117

korelacija · 138, 166, 182, 197, 220, 221, 223, 234, 237–239, 251, 259, 260, 262, 263, 267, 275, 296, 298, *Glejte* korelacijska analiza

korelacijska analiza · 223, 233, 237

kritično mišljenje · 6, 7, 10, 37, 38, 57, 97, 135, 137, 207, 212, 239, 272–274, 294, 297, 303, 354, *Glejte* kritično razmišljanje, *Glejte* kritično razmišljanje in odločanje

kritično razmišljanje · 11, 29, 38, 48, 266, 272, 356, 361, 363, *Glejte* kritično mišljenje, *Glejte* kritično razmišljanje in odločanje

kritično razmišljanje in odločanje · 266, 267, 270, 271, 274, 276, 278–281, 283, 284, 288–297, 299, *Glejte* kritično mišljenje, *Glejte* kritično razmišljanje

L

Levenov test · 285, 289

litosfera · 134, 142, 144–147, 149, 152, 154, 156, 157, 161

M

matematični dialog · 7, 73, 76, 78, 80, 92

matematični koncept · 73, 77, 80, 92

merjenje snovalskega razmišljanja med vzgojiteljicami in strokovnimi delavkami · 352

metakognicija · 7, 73, 76, 77, 135

model SAMR · 36–39, 54

model TPACK · 36, 47

motivacija · 7, 8, 10, 38, 40, 62, 64, 100, 136, 166, 167, 172, 173, 176–179, 197–199, 202, 249, 282, 284, 293, 304, 311, 312, 317, 328, 329, 344, 345, 348

N

namera do ponovne rabe materialov · 9, 243, 250, 251, 260, *Glejte* ponovna raba materialov

narava tehnike in tehnologije · 204, 205, 210

O

ocenjevanje · 10, 19, 27, 35, 37, 38, 47–50, 76, 77, 100, 213, 235, 248, 304, 311, 312,

317, 320, 322, 324, 325, 327, 342–344, 347, 349, 355

odnos do tehnike in tehnologije · 203, 217–219, 223, 228–235, 237–239, 266, 272, 273, 278–280, 283, 291, 292, 299

odpadki · 9, 26, 111, 138, 213, 243–249, 263–265

okoljske kompetence · 136, 137, 139

osnovnošolci · 8, 9, 20, 69, 134, 143, 260, 365, *Glejte* učenci

otroci s posebnimi potrebami · 305, 306, 312, *Glejte* učenci s posebnimi potrebami

P

pomembnost in izvedba snovanja v vrtcu · 353

ponovna raba materialov · 243, 252, 253, 264, *Glejte* namera do ponovne rabe materialov

posebne potrebe · 24, 26, *Glejte* otroci s posebnimi potrebami, *Glejte* učenci s posebnimi potrebami

povprečna vrednost · 217, 225, 230, 236, 251, 254, 255, 257, 262, 317, *Glejte* aritmetična sredina

prepričanja učiteljev · 32, 41, 42, 53

presečna študija · 167

primerjalna analiza · 304

PRISMA · 7, 12, 95, 96, 101, 104, 122

problemski pouk · 267, 272, 274, 293

prototip · 353, 354, 356–358, 364, *Glejte* prototipiranje

prototipiranje · 10, 352, 357, 358, 363, 366, *Glejte* prototip

R

razumevanje kemijskih pojmov · 134, 141

razumevanje tehnike in tehnologije · 204

recikliranje · 140, 247, 249, 251, 263

reševanje problemov · 10, 34, 35, 38, 39, 42, 47, 48, 50, 57, 76, 77, 135, 153, 205, 272, 279, 284, 292, 353, 356, 364, 367

S

samoregulacija · 40, 47, 76, 77, 100, 116, 135, 176, 178, 198, 270

samoučinkovitost · 8, 166–168, 172, 173, 175, 178–182, 185–189, 197–199, 295, 299

systemskega razmišljanje · 8, 10, 27, 95, 97–99, 110, 112–114, 117, 138–141, 161, 206, 294, *Glejte* kompetence systemskega razmišljanja

snovalsko razmišljanje · 10, 352–367

snovanje v predšolskem obdobju · 352, 356

sodelovanje · 6, 10, 25, 34, 37–41, 43, 45, 48, 50, 100, 116, 117, 135, 139, 160, 199, 205, 216, 219, 261, 294, 312, 315, 337, 342, 346, 348, 349, 355, 356, 360, 361, 363–366

sodobna fizika · 55–57, 59, 63

spretnosti · 6, 17–19, 34, 38, 45, 77, 97, 114, 116, 135, 136, 138, 152, 161, 172, 205, 206, 212, 236, 239, 270, 273, 274, 292–294, 297, 298, 309, 313, 314, 330–332, 345, 346, 348, 353, 357

srednja vrednost · 61–63, 124, 126–133, 177, 185, 187, 197, 219, 221, 224–228, 230, 236, 237, 280, 281, 283, 286–288, 293, 317, 322–325, 330–338, 340, 365

srednješolsko gimnazijsko izobraževanje · 166, *Glejte* gimnazijsko izobraževanje, *Glejte* srednješolsko izobraževanje

srednješolsko izobraževanje · 168, 172

standardni odklon · 61–63, 65, 183, 254, 280, 281, 287, 288, 293, 295, 318, 322–325, 330–338, 340

strategija · 9, 18, 21, 26, 29, 33, 35, 45, 47, 48, 56, 59, 76, 83, 99–101, 113, 115–117, 138, 153, 181, 243, 270, 271, 293, 297, 313

T

taksonomska raven · 48, 267, *Glejte* taksonomska stopnja

taksonomska stopnja · 266, 276, 297, *Glejte* taksonomska raven

tehnika in tehnologija · 8–10, 171, 172, 195, 203–206, 208, 214, 216–219, 223, 228, 230, 232–234, 236–239, 241, 243, 250, 251, 263, 264, 266, 267, 269–276, 278–280, 282–299, 304, 305, 310–314, 316, 317, 319, 320, 322–338, 340–350, *Glejte* narava tehnike in tehnologije, *Glejte* odnos do tehnike in tehnologije, *Glejte* razumevanje tehnike in tehnologije

tehniško izobraževanje · 198, 203, 205, 206, 210, 212, 214, 237, 238, 266, 267, 269–274, 280, 282, 285, 293, 297–299

tehnološka pismenost · 9, 10, 203, 206, 209, 210, 214, 217, 219, 223, 225, 226, 234–236, 238, 266, 267, 269–284, 288–300

tekoči kristali · 7, 55, 58–61, 64–69

teorija planiranega obnašanja · 243, 249

U

učenci · 7–11, 18, 19, 33–51, 56, 60, 64, 66–69, 73–77, 80, 82, 86, 91, 92, 118, 134, 137, 139, 142–146, 148, 149, 151, 152, 154–161, 173, 199, 203–206, 209, 210,

212–219, 221, 223–231, 233–239, 243, 244, 250–257, 260–264, 266, 267, 269–299, 304, 305, 310–317, 319–322, 324–330, 332–338, 340–349, 365, *Glejte* osnovnošolci, *Glejte* učenci s posebnimi potrebami

učenci s posebnimi potrebami · 9, 10, 304–306, 311–313, 316, 317, 319, 320, 322, 324–326, 328–338, 342–349, *Glejte* otroci s posebnimi potrebami

učinkovita raba · 32, 42

učni načrti · 6, 7, 10, 14, 16, 19–29, 50, 57, 69, 115, 136, 141, 216

učni proces · 32, 36–40, 42, 45–51, 74, 144, 160, 239, 271, 293, 304, 312

usposabljanje prihodnjih učiteljev · 55, 69, *Glejte* usposabljanje učiteljev

usposabljanje strokovnih delavcev · 18, *Glejte* usposabljanje učiteljev

usposabljanje učiteljev · 33, 34, 56, 111, *Glejte* usposabljanje prihodnjih učiteljev, *Glejte* usposabljanje strokovnih delavcev

ustvarjalnost · 6, 10, 34, 38, 48, 49, 177, 212, 213, 272, 294, 340, 349, 352, 354, 357, 358

V

veljavnost · 20, 28, 147, 183, 252, 291

veščine · 6, 7, 9–11, 37, 38, 41, 42, 48, 55, 60, 68, 69, 80, 97, 135, 160, 171, 173, 206, 214, 266, 268–270, 272, 274, 284, 293, 297–299, 306, 330–333, 345, 346, 348, 356, 367

vizualizacija · 7, 57, 73, 75, 78, 90, 91, 113, 353–355, 364

vprašalnik · 10, 60, 61, 91, 145, 148, 149, 154, 181–183, 217, 223, 233, 236, 251, 252, 257, 260, 261, 304, 352, 356, 359–361, 365, *Glejte* anketni vprašalnik

vzgoja in izobraževanje za trajnostni razvoj · 17, 18, 95–97, 145, *Glejte* izobraževanje za trajnostni razvoj

vzgojitelji · 10, 352, 357, 358, 361–368

Z

zanesljivost · 182, 219, 221, 223, 236, 251, 252, 359, 360, *Glejte* Cronbach α

zelena kemija · 7, 8, 95, 96, 101, 103, 105–118, 138, 141

značilnosti dobrega snovalca · 352, 354

