



Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje
in matematiko



D I A N O I A

REVIJA ZA UPORABO NARAVOSLOVNO-MATEMATIČNIH ZNANOSTI

ISSN	2536-3565
Naslov publikacije/Title	DIANOIA , revija za uporabo naravoslovnih in matematičnih znanosti DIANOIA , journal for applications of natural and mathematical sciences
Letnik/Volume	5
Leto/Year	2021 (september)
Številka/Number	2
Založnik in izdajatelj/ Published & Issued by	Univerzitetna založba Univerze v Mariboru, Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija, http://press.um.si/ , zalozba@um.si
Uredništvo/Editorial board	<i>odgovorni urednik/editor in chief</i> Mitja Slavinec <i>glavni urednik/executive editor</i> Drago Bokal <i>izvršna urednica/managing editor</i> Janja Jerebic <i>urednici za področje biologije/editors for biological sciences</i> Nina Šajna, Sonja Škornik <i>urednik za področje didaktike/editor for didactical sciences</i> Samo Repolusk <i>urednika za področje fizike/editors for physical sciences</i> Robert Repnik, Aleš Fajmut <i>urednika za področje matematike/editors for mathematical sciences</i> Igor Pesek, Janja Jerebic <i>urednik za področje tehnike/editor for technical sciences</i> Mateja Ploj Vrtič <i>tehnična urednica/technical editor</i> Monika Vogrinec
Mednarodni uredniški svet/ International advisory board	Igor Emri (Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, član SAZU), Matej Brešar (FNM, član SAZU), Sergey Pasechnik (Državna fakulteta v Moskvi), Vlad Popa-Nita (Fakulteta za fiziko Univerze v Bukarešti), Blaž Zmazek (FNM), Samo Kralj (FNM), Franci Janžekovič (FNM), Nataša Vaupotič (FNM), Mitja Kaligarič (FNM), Boris Aberšek (FNM), Andrej Šorgo (FNM), Bojan Mohar (Simon Fraser University, Vancouver), Matjaž Perc (FNM), Ivica Aviani (Naravoslovno matematična fakulteta Split), Fahriye Altınay (Univerza v Nikoziji), Andreas M. Hinz (Univerza Ludwig-Maximilians, München)
Oblikovanje/Design	Amadeja Bratuša
Lektoriranje/Proofreading	Ljudmila Bokal
Sedež uredništva/Address	FNM UM, Koroška cesta 160, 2000 Maribor
e-mail	dianoia@um.si
internet/web	www.fnm.um.si
Tisk/Printed by	FNM UM
Leto izida/Year	2021
Datum natisa/Published	2021
Naklada/Nr. of Copies	100 izvodov

Revija izhaja dvakrat letno, predvidoma aprila in septembra.

Kazalo / Table of Contents

Ko vztrajnost uniči strah pred neuspehom in ne obratno <i>Monika Vogrinec</i>	75
Predznanje programiranja in uporabe programskih orodij dijakov 1. letnika srednje šole Coding and software tools usage skills of first year high school students <i>Lenart Fajfar</i>	79
Nanodelčno nadzirane nematične makroskopske lastnosti Nanoparticle controlled nematic macroscopic properties <i>Arbresha Hölbl, Sabu Thomas</i>	91
Omejitve eksperimentalnega dela pri pouku kemije na daljavo Limitations of Experimental Work in Distance Education in Chemistry <i>Alen Ovčar, Nikolaja Golob</i>	105
Sekvenčni diagrami in simulacije čustvenih stanj v programskem jeziku Python Sequence diagrams and Python simulations of emotional states <i>Jaša Dimič, Anamarija Lakner, Karmen Potočan, Drago Bokal</i>	123
Primerjava različnih blagovnih znamk sode bikarbone Comparison of different brands of baking soda <i>Barbara Pušnik, Maja Luković, Brina Dojer</i>	141

Ko vztrajnost uniči strah pred neuspehom in ne obratno / When perseverance destroys the fear of failure and not the other way around

Monika Vogrinec

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor, Slovenija

Po pregledu tokratnih poslanih člankov bi lahko rekla, da smo študenti zainteresirani za raziskovanje na področjih, ki nas zanimajo, saj lahko le tako pridemo do kvalitetnih in strokovnih člankov, kakršne objavljamo v naši reviji. Ob tem sem začela razmišljati, zakaj nam je velikokrat lažje narediti več za obštudijske, neobvezne dejavnosti, kot nekaj kar je obveznega. Prva misel je bila, da nas do spoznanja žene lasten interes in smo zato tudi v večjem zanosu. Pa vendar, sploh v letih študija na fakultetah, se izobražujemo v smeri, ki nas zanima, torej bi že zato morali v tem najti lasten interes.

Pomislila sem tudi na svoje dosedanje izobraževanje. Kljub nekaterim težavam, ki so se pojavile, sem vztrajala na svoji poti in dosegala tiste manjše, vmesne cilje, ki peljejo do končnega – pridobitev zelene izobrazbe. S temi mislimi sem ugotovila, kako velikokrat nam ne le pri študiju, temveč tudi v življenju, manjka vztrajnosti. V SSKJ lahko preberemo: vztrájen -jna -o prid. 1. ki kljub težavnosti, nasprotovanju ne preneha opravljati svojega dela, dejavnosti: vztrajen delavec, igralec; vztrajen konj; biti vztrajen pri iskanju / tekmovati, kdo je vztrajnejši na kolesu // ki kljub nasprotovanju ohranja svojo voljo, svoje stališče: ker je bil vztrajen, so njegovi zahtevi ugodili / biti vztrajen v odločitvi [3].

Vztrajnost je torej dobro izhodišče, da to dosežemo, če vemo, kaj si želimo in če nas to, k čemur stremimo, tudi osrečuje. Tako nam bo pot do cilja, ki ga želimo, pomenila spodbudo, morebitne ovire, ki se lahko pojavijo, pa bodo za nas manjše in jih bomo z lahkoto premagali.

Če se vrnemo k izobraževanju na fakultetah. Tudi s strani fakultete, na kateri se študentje izobražujemo, je pomembno, da se še dodatno poveča željo po dokončanju programa, v katerega smo se vpisali – željo po dosegu cilja. Začela sem z izrazom vztrajnost. To je še en način govora o motivaciji, je sposobnost, ki nekomu omogoča, da nadaljuje z vztrajanjem pri cilju, tudi ko se pojavijo problemi. Študent mora vztrajati do konca študija in v to vložiti veliko truda. Iz tega sledi, da vprašanje, ki bi si ga morale zastaviti fakultete, ni le, kaj lahko storijo, da zadržijo svoje študente, ampak tudi, kaj lahko storijo, da vplivajo na motivacijo študentov, da ostanejo, vztrajajo in dokončajo visokošolsko izobrazbo [4].

Na naši fakulteti je en izmed odgovor zagotovo revija Dianoia, ki omogoča študentom, da lahko raziskujemo in objavimo teme, ki nas zanimajo, profesorji pa nas ob tem motivirajo in nam pomagajo [2].

Tudi za objavo članka v naši reviji moraš biti vztrajen. Ni dovolj le motivacija in ustvarjalnost, ki nam lahko povečata zanos in željo po raziskovanju [5]. Ko najdeš nekaj, kar te veseli raziskovati in napišeš celoten članek, se vse šele začne, saj svoje mnenje podajo še recenzenti, tako da je treba včasih članek še dopolnjevati. In ravno te dopolnitve, ta pojasnjevanja so tiste male ovire, ki jih z lahkoto premagamo, saj vemo, da je cilj blizu in zato vztrajamo še na teh zadnjih metrih našega teka, če se izrazim v duhu olimpijskih iger, na katerih so tudi naši športniki dosegali vrhunske rezultate. Tudi pri njih je vztrajnost odigrala veliko vlogo. In kaj bi rekli za tiste, ki jim letos ni uspelo do zastavljenega cilja, recimo do medalje? Ali so bili zato neuspešni?

Seveda smo vsi zadovoljni tudi s 4. mestom naših košarkarjev, vendar to ni bil njihov cilj. Njihov cilj je bila kolajna, ki se jim je izmuznila le za las. In tako kot oni niso obupali in so povedali, da se bodo naslednjič ponovno borili, da bi takrat dosegli cilj, tako moramo tudi mi v svojem življenju vztrajati. Če nam torej spodleti – nič hudega, dokler ne odnehamo. Morda smo nekje naredili napako – ni problema, če smo se iz nje nekaj naučili in je ne bomo več ponovili. Saj pravijo, da se na napakah učimo. Tudi če smo tik pred koncem in je najtežje, zberemo še tiste zadnje moči in vztrajamo, ne obupamo. Kajti ko pridemo na konec te poti, ko dosežemo svoj cilj in se ozremo, lahko z veseljem povemo, kaj smo dosegli samo zato, ker smo vztrajali.

Po drugi strani lahko sicer z našo vztrajnostjo hitro dajemo videz, da smo trmasti, zato je pomembno, da vemo, kdaj se je treba za hip ustaviti, morda stopiti korak nazaj, da dobimo pregled nad situacijo. Le tako bomo lahko v naslednjem trenutku stopili korak ali morda celo dva naprej. Pa vendar, če vidimo, da se stvari premikajo naprej, v pravi smeri, tudi če je to počasneje, kot bi si morda želeli, lahko verjamemo, da je vredno vztrajati.

Ob vsem tem lahko ob številu člankov, ki jih prejmemo v uredništvo, z zagotovostjo in veseljem zatrdim, da so naši študenti vztrajni. Ob tem pa se seveda zahvalimo še mentorjem, ki jih usmerjajo in spodbujajo na tej poti. In ravno zato, dragi naši študentje (in njihovi mentorji), ki pošiljate članke v našo revijo: naj vam bo ta revija "medij, v katerem študentje predstavljajo uporabo svojega znanja na izzivih . . ." [1] in tudi, če vam postreže z izzivi, vztrajajte pri zadanih ciljeh, saj kot pravi Charles Dickens: "Edina človeška lastnost, ki nam vliva upanje in daje tolažbo je vztrajnost, saj po prizadevnem delu vztrajnost vedno rodi sadove."

Literatura

- [1] Bokal, D.: Reviji Dianoia na pot, Dianoia 1 (2017) 5–7.
- [2] Fic, P.: Zakaj se moram učiti nekaj, kar mi ne bo nikoli v življenju prišlo prav?, Dianoia 3 (2019) 66–69.
- [3] Slovar slovenskega knjižnega jezika [Online]
[Pridobljeno 22. 8. 2021 iz: <https://fran.si/iskanje?View=1Query=vztrajen>]
- [4] Tinto, V. Reflections on Student Persistence, Student Success 8(2017), 1–8.
[Pridobljeno 22. 8. 2021 iz: <https://studentsuccessjournal.org/article/view/495/361>]
- [5] Vogrinec, M.: Tarnati ali ustvarjati - to sploh ni vprašanje, Dianoia 5 (2021) 5–7.

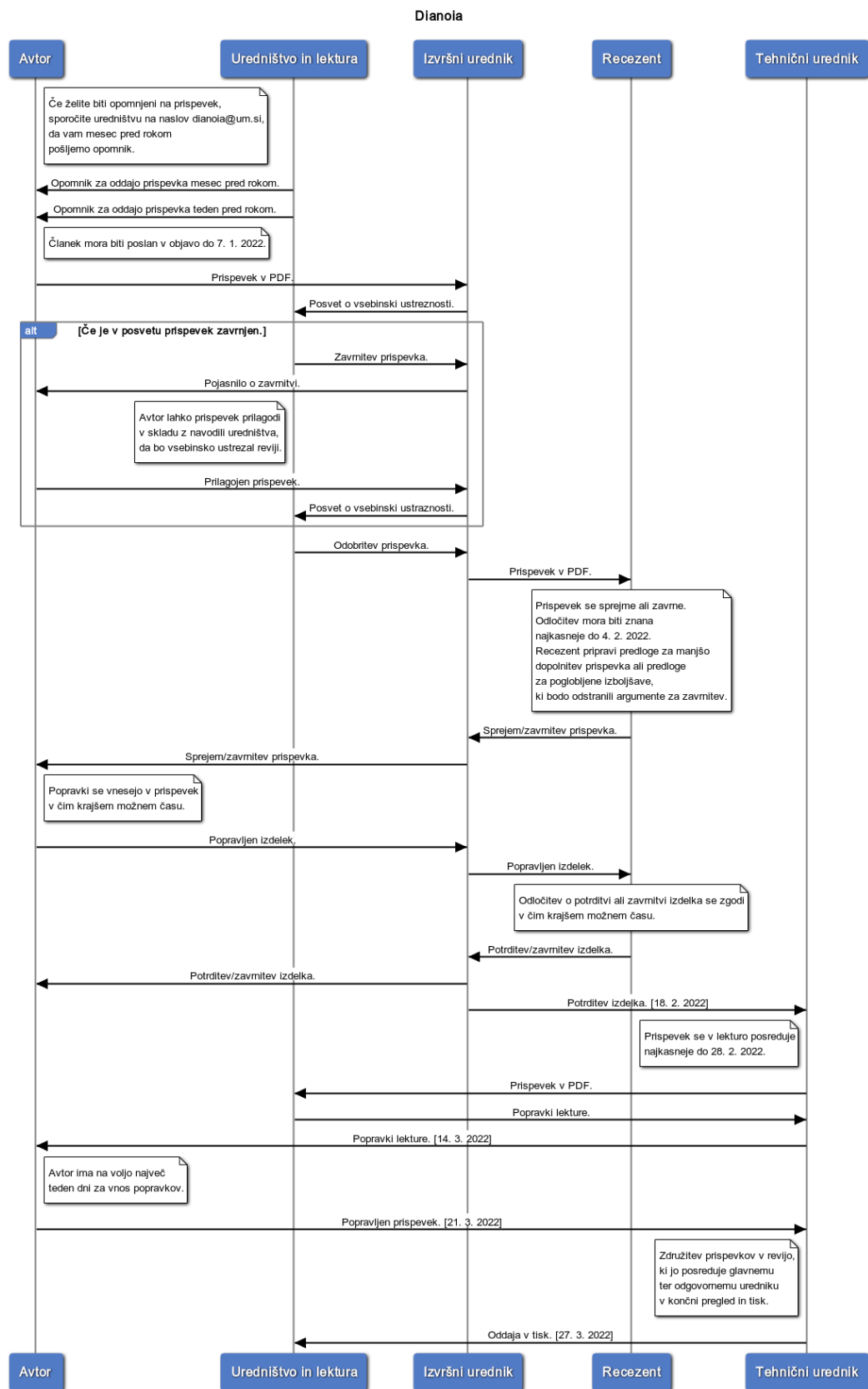


Figure 1: Proces izdaje naslednje številke revije Dianoia.

Predznanje programiranja in uporabe programskih orodij dijakov 1. letnika srednje šole

Coding and software tools usage skills of first year high school students

Lenart Fajfar

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor, Slovenija

Povzetek

Profesorji informatike so v dilemi, s kakšnim predznanjem se v srednje šole vpisujejo dijaki, zato jim zelo težko prilagodijo učno snov, kar onemogoči zelen razvoj znanja.

Z našo raziskavo smo želeli učiteljem podati informacije o izkušnjah učencev s programiranjem in z uporabo programskih orodij. Predelali smo literaturo s področja didaktike računalništva v Sloveniji in rezultate raziskave ICILS 2013. Sestavili smo vprašalnik za dijake prvih letnikov. Vprašali smo jih o izkušnjah rabe programskih orodij in bločnega ter tekstovnega programiranja.

Ugotovili smo, da približno polovica vprašanih v osnovni šoli ni obiskovala računalništva. Od programskih orodij so učenci najbolj prepričani v svoje znanje uporabe programov Microsoft Word in Powerpoint. Približno 20 % vprašanih je že blokovno programiralo, nekaj manj pa tekstovno.

Z našo raziskavo se pridružujemo mnenju strokovnjakov, da bi z reformo poučevanja računalništva povečali znanje med mladimi, kar je zahteva naše družbe.

Ključne besede: didaktika računalništva, programiranje, programska orodja, dijaki, računalniška pismenost

Abstract

Slovenian high school Computer science professors are in dilemma with what kind of knowledge students come to their school. Which disables the desired development of knowledge.

With our research we wanted to give them those information about their experience with coding and using of software tools. We processed the literature from computer education in Slovenia and results of ICILS 2013. We compiled a questionnaire for students. We asked them about their experience with usage of software tools, block-based and text-based programming languages.

We discovered that half of them haven't attended Computer science in primary school. They graded themselves as best in MS Word and MS Powerpoint. About 20% have already tried block-based programming and even less have coded text-based.

We confirmed experts opinions, that a change in Computer science teaching would increase knowledge among students that is needed in our society.

Key words: computing education, coding, software tools, high school, computing literacy

1 UVOD

Učitelji informatike na gimnazijskih programih se soočajo s težavami neenakomernega znanja uporabe računalniških orodij svojih učencev. Na začetku šolskega leta se v razred združijo učenci z različnih osnovnih šol in drugačnih interesov. To se odraža v različnem predznanju pri predmetu informatika. V oddelku je lahko učenec, ki je obiskoval izbirni predmet računalništva šest let, sodeloval pri interesnih dejavnosti, kot so neobvezni izbirni predmeti računalništvo,

robotika, programiranje ter tekmovanje Bober, in se v prostem času ukvarjal z urejanjem fotografij ter montažo videa, njegov sošolec pa je lahko začetnik, ki ni obiskoval izbirnega predmeta, nima svojega računalnika in uporablja pametne naprave samo za brskanje po internetu [1]. Večina dijakov je po koncu osnovnega šolanja bližje slednjemu, razloge za to bomo podali v nadaljevanju. Posledice tega so, da se pouk informatike v gimnazijah nameni zgolj digitalnemu opismenjevanju in ne spoznavanju temeljnih vsebin računalništva in informatike. V primerjavi s svojimi vrstniki v državah, ki so že uredile sistem izobraževanja računalništva, so naši dijaki deprivilegirani. [2].

2 RAČUNALNIŠTVO V OSNOVNIH ŠOLAH

V slovenskih osnovnih šolah se računalništvo poučuje kot izbirni predmet. Učenci si ga lahko izberejo že od četrtega razreda dalje: najprej kot neobvezni izbirni predmet v drugi triadi, v tretji triadi pa kot obvezni izbirni predmet. Pri tem v sami vertikali pogrešamo načrtovano zaporedje nadgrajevanja razvoja digitalnih kompetenc [9][11].

Po podatkih Zavoda za šolstvo [16] iz leta 2017 med najpogostejše izvajanimi izbirnimi predmeti ni bilo predmeta s področja računalništva. To so bili predmeti nemščina, likovno snovanje in šport za sprostitev. Pred računalništvo sta se uvrstila še sodobna priprava hrane in obdelava gradiv: les. Izbira teh predmetov je logična, saj je v gimnazijah drugi tuji jezik obvezen, torej bodoči gimnazijci raje izberejo nemščino, ker se izvaja v dveh urah tedensko, s tem pa se zapolni kvota ur izbirnih predmetov. K izbiri prispevajo tudi zahteve družbe po znanju več jezikov. Pri ostalih omenjenih predmetih je cilj sprostitev. Tako lahko učenci z majhnim miselnim naporom pridobijo lepe ocene.

V naslednji tabeli sta zbrana število in delež bodočih gimnazijcev, ki so obiskovali izbirne predmete računalništva. Podatki so zbrani za zadnjih šest generacij na I. Osnovni šoli Celje.

Generacija	Število vseh otrok	Bodoči gimnazijci	Bodoči gimnazijci, ki so obiskovali IP računalništvo	Delež
2014–2015	37	12	3	25,0 %
2015–2016	37	16	6	37,5 %
2016–2017	36	12	5	41,7 %
2017–2018	33	13	0	0,0 %
2018–2019	37	12	1	8,3 %
2019–2020	40	15	0	0,0 %

Tabela 1: Delež gimnazijcev, ki so obiskovali izbirne predmete računalništva. [8]

Iz zgornje tabele lahko razberemo, da se bodoči gimnazijci ne odločajo za izbirne predmete računalništva. Iz podatkov je razviden celo upad interesa učencev za izbirne predmete računalništva. To je glavni razlog za (ne)znanje na prehodu v srednjo šolo. Z uvedbo obveznega predmeta bi omogočili pridobivanje osnovnih znanj vsem učencem. V letih 2011 in 2012 so bile v učni načrt vključene digitalne kompetence in smiselna raba informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), pri večini predmetov kot medpredmetna povezava ali kot

didaktično priporočilo. Obveza vseh učiteljev je poučevanje uporabe IKT v svoj predmet, vendar raziskave kažejo, da je to redkost. V raziskavi ICILS iz leta 2013 so ugotovili, da le 20 % učiteljev intuitivno uporablja IKT pri vsakdanjem pouku [10]. Če bi sklepali glede na prisotnost digitalnega opismenjevanja v učnih načrtih preostalih predmetov, bi učenci dosegali visok nivo znanja. Kar pa je žal daleč od resnice [2].

Učenci se s koncepti programiranja srečajo pri neobveznem izbirnem predmetu računalništvo že v četrtem razredu. Predmet se izvaja od šolskega leta 2014/15 naprej. Koncepte spoznavajo s t. i. blokovnim programiranjem. Gre za sestavljanje grafičnih elementov v zaporedje, ki reši zadano nalogo. Kos v magistrski nalogi [5] kot najpogostejše uporabljena programska orodja za blokovno programiranje v Sloveniji navaja Scratch, Blockly, Alice in APP inventor. Principe blokovnega programiranja se uporablja tudi pri fizičnem računalništvu, kjer učenci programirajo robote in ploščice v računalniškem vmesniku, ki uporablja principe blokovnega programiranja. Cilji predmeta so, da učenci razvijajo algoritmični način razmišljanja in spoznavajo temeljne koncepte računalništva [9].

V zadnji triadi je izbirni predmet računalništvo razdeljen v tri predmete. V sedmem razredu lahko učenci izberejo predmet urejanje besedil. Tu spoznajo osnovna znanja za razumevanje in uporabo računalnika, pri računalniških omrežjih v osmem razredu in multimediji v devetem pa se ta znanja nadgradijo [11].

3 RAČUNALNIŠTVO V SREDNJIH ŠOLAH

Informatika v srednji šoli je nadaljevanje izbirnih predmetov računalništva, ki se izvajajo v zadnji triadi osnovne šole. Izvaja se v obliki računalniškega opismenjevanja. To je nujno, saj je računalnik standardno orodje večine delovnih mest. Pomembno je pri zaposlovanju in pri nadaljnjem izobraževanju [8].

Informatika v prvem letniku je edini obvezni predmet s področja računalništva v celotnem trenutnem izobraževanju. V prvem letniku se izvaja v obsegu 70 ur na leto. Učni načrt je odprt in učiteljem dopušča izbiro tematik. To se odraža v pogostosti izbire digitalnega opismenjevanja in poučevanja rabe tehnologij. Predmet je razdeljen na dva dela. Prvi je teoretični, izvede se v 25 % ur, drugi pa praktični, izvede se v 75 % ur. V prvem delu učenci spoznajo osnovne pojme informatike, razvoj, zgradbo in delovanje računalnika. V praktičnem delu je poudarek na pisni predstavitvi informacije in delu z računalnikom. Priporoča se izdelava projektne naloge, ki se zaključi s predstavitvijo. Nekatere gimnazije ponujajo predmet informatika kot obvezni predmet tudi v višjih letnikih. Vsem dijakom teh gimnazij je namenjen le še v drugem letniku, v zadnjih dveh letnikih pa kot maturitetni predmet. Predviden obseg je 70 ur do četrtega letnika, kjer se poveča na 105 ur letno. V drugem letniku dijaki spoznajo računalniška omrežja in razne storitve interneta. Poglobijo znanja iz obdelave slik, zvoka in videa. V tretjem in četrtem letniku spoznajo odločitvene modele, podatkovne baze in programirajo v izbranem programskem jeziku [7].

4 PROBLEMATIKA RAČUNALNIŠTVA V OSNOVNIH ŠOLAH

Svetovalec na zavodu za šolstvo, mag. Radovan Krajnc, v članku [6] podrobno in kritično opiše problematiko. Trdi, da bi morali učenci v osnovnih šolah dobiti širši pogled na računalništvo. Poučevati bi morali računalniške koncepte in razmišljanje, ki jih je najlažje priučiti s programiranjem. Dodatno vrednost programiranja vidi pri spodbujanju kreativnosti, natančnosti, učinkovitejšem reševanju problemov in izboljšanjem logičnem razmišljanju. Namesto tega se učenci pri pouku računalništva učijo uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije za urejanje besedil, priprave predstavitev in iskanja informacij. Pri tem razvijajo samo manjši del digitalnih kompetenc in ne razvijajo računalniškega razmišljanja v želeni meri. Glede na obravnavano snov trdi, da bi bilo bolj smiselno predmet preimenovati v računalniško opismenjevanje namesto računalništvo, kot ga poznamo sedaj. Usmerjenost v poučevanje programskih orodij je tudi vzrok, da se učenci ne odločajo za računalništvo kot izbirni predmet. Otroci in starši menijo, da zaradi pogoste uporabe pametnih naprav celotno snov že znajo. Žal pa je ta čas namenjen družabnim omrežjem in igranju iger [6].

5 MEDNARODNA RAZISKAVA ICILS 2013

Računalništvo in informatika nista del nacionalnega preverjanja znanja. To pomeni, da na nacionalnem nivoju nimamo podatkov, kakšno je znanje učencev na tem področju, zato ne moremo spremljati ter analizirati nivoja znanja. Podatki, ki so nam dostopni, so iz mednarodnih raziskav, ki jih opravljajo tuje institucije. Razumljivo je, da kljub sodelovanju naše države ne prejmemo takšne količine podatkov, kot bi jo lahko z lastno raziskavo [2].

Leta 2013 je bila izvedena prva mednarodna raziskava računalniške in informacijske pismenosti, imenovana ICILS – International Computer and information study [3]. V raziskavi je sodelovalo 60 000 osmošolcev iz 21 držav. Njihova povprečna starost je bila 13,5 let. Iz Slovenije je v raziskavi sodelovalo 3565 učencev, od tega 1751 učenek in 1814 učencev. Med preverjanimi znanji in veščinami so bila tudi tehnična znanja ter veščine za delo z računalniškimi in internetnimi orodji.

Dosežki v raziskavi so bili razdeljeni na štiri ravni. Najpomembnejša je meja med ravnema 1 in 2 ter ravnema 3 in 4. Tretja in četrta raven pomenita samostojno uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije [4].

- **Prva raven:** Učenec izkazuje osnovne tehnične veščine za delo z računalnikom kot orodjem, uporablja konvencionalne programske ukaze za komuniciranje in doda preproste vsebine elektronskim dokumentom.
- **Druga raven:** Učenec je zmožen poiskati informacije v elektronskih virih. Ustvari oziroma nadgradi izdelek z eksplicitno podanimi navodili. Kaže zavedanje za zaščito osebnih informacij in posledic dostopa javnosti do teh.
- **Tretja raven:** Učenec samostojno uporabi računalnik za zbiranje in upravljanje z informacijami. Za odgovor na konkretna vprašanja zna poiskati najustreznejši vir. Sledi navodilom za uporabo programskih ukazov za urejanje, dodajanje vsebine in preoblikovanje informacijskih izdelkov. Kritično opredeli spletne informacije.
- **Četrta raven:** Učenec uporablja ustrezne programske funkcije, da prilagodi digitalni izdelek namenu in populaciji, ki ji je namenjen. Zna ovrednotiti uporabnost in

zanesljivost informacij. Zaveda se težav, ki lahko nastanejo v zvezi z uporabo zaščitene informacij na spletu.

Slovenski učenci in učenke so na mednarodnem preizkusu dosegli 511 točk. Zaostali smo za državami, kot so Češka (553 točke), Poljska in Norveška (obe 537 točk). Po nivoju računalniške pismenosti smo primerljivi s Hrvati (512 točk), z Rusi (516 točk) in s Slovaki (517 točk) [8]. Po podatkih Pedagoškega inštituta [14] je zaskrbljujoče, da je tretjo in četrto raven, ki pomenita samostojno rabo IKT, doseglo le 17 % učencev, od tega le 0,4 % najvišjo, četrto raven. V nasprotju s tem ravni 2 ni doseglo kar 36 % sodelujočih učencev iz Slovenije.

Podatki, pridobljeni z raziskavo ICILS 2013, so omogočili analizo stanja med slovenskimi regijami. Državo so razdelili na dvanajst statističnih enot. Iz vsake statistične enote so izbrali vzorec 20 šol in s tem ustrezno količino učencev. S tem so omogočili izračun za vsako posamezno regijo.

Primerjalno analizo sta izvedli Tina Rutar Leban in Mojca Štraus [15]. V prvem raziskovalnem vprašanju sta se posvetili dosežkom v računalniški pismenosti.

REGIJA	POVPREČNI DOSEŽEK
Goriška regija	521
Zasavska regija	520
Gorenjska regija	519
Podravska regija	517
Savinjska regija	514
Koroška regija	512
Jugovzhodna Slovenija	512
Osrednjeslovenska regija	510
Pomurska regija	506
Notranjsko-kraška regija	504
Spodnjeposavska regija	503
Obalno-kraška regija	503

Tabela 2: Povprečni dosežki na ICILS 2013 glede na statistične regije, rdeča črta loči regije glede na slovensko povprečje; vir [15].

Zgornja tabela nam kaže rezultate raziskave ICILS glede na statistične regije. Regije so razporejene po doseženih točkah od najuspešnejše k manj uspešnim. Opazimo, da obstajajo razlike med regijami, vendar je razpršenost učencev znotraj regije večja kot pa razpršenost povprečij. Za statistično pomembne se izkažejo le razlike med najuspešnejšimi in najšibkejšimi regijami [15].

6 RAZISKAVA

Krajnc [6], Brodnik [2] in ostali praktiki trdijo, da je poučevanje računalništva v Sloveniji omejeno na učenje uporabe računalniških orodij. Kljub temu da po njunem mnenju ta način

poučevanja ni zadosten in bi ga morali sistemsko urediti in nadgraditi, smo se odločili preveriti, katera orodja učenci v času osnovnega šolanja spoznajo in obravnavajo pri pouku. Menimo, da učenje uporabe računalniških orodij spodbuja interes za učenje in izbiro poklicev, povezanih z računalništvom. S to raziskavo smo želeli srednješolskim učiteljem informatike olajšati pripravo na pouk. Pokazati jim želimo, kaj učenci znajo ob vstopu v srednjo šolo. Izmed vseh orodij smo izbrali tista, ki se pri pouku najpogosteje uporabljajo. Podatke o programskih orodjih smo zbrali iz prakse. Vključili smo tiste, ki se najpogosteje uporabljajo v osnovnih in prav tako v srednjih šolah. Pri vsakem vprašanju smo dovolili, da so učenci naše odgovore dopolnili z orodji, ki so jih sami uporabljali. S tem smo zagotovili, da pri raziskavi ne bi izpustili pogosto uporabljenih orodij. Osredotočili smo se na znanje učencev ob koncu osnovnošolskega izobraževanja, zato smo k izpolnjevanju anketnega vprašalnika povabili dijake prvih letnikov gimnazij v Celju in Mariboru.

Pred raziskavo smo si postavili tri glavna raziskovalna vprašanja, ki smo jih v anketnem vprašalniku dopolnili s podvprašanji:

- **Koliko časa so gimnazijci obiskovali pouk računalništva v času osnovnega šolanja?**
- **Kakšno je znanje dijakov iz blokovnega in tekstovnega programiranja?**

V drugi triadi se poučujejo neobvezni izbirni predmeti računalništva. Njihov namen je spoznavanje osnov računalništva in računalniškega razmišljanja. Poudarek je na blokovnem programiranju. Dijake smo vprašali, ali poznajo blokovno programiranje in katera orodja so pri tem uporabljali. Učenje programiranja naj bi se v kasnejših razredih stopnjevalo v tekstovno programiranje, zato smo preverili, v katerih programskih jezikih so pisali svoje programe.

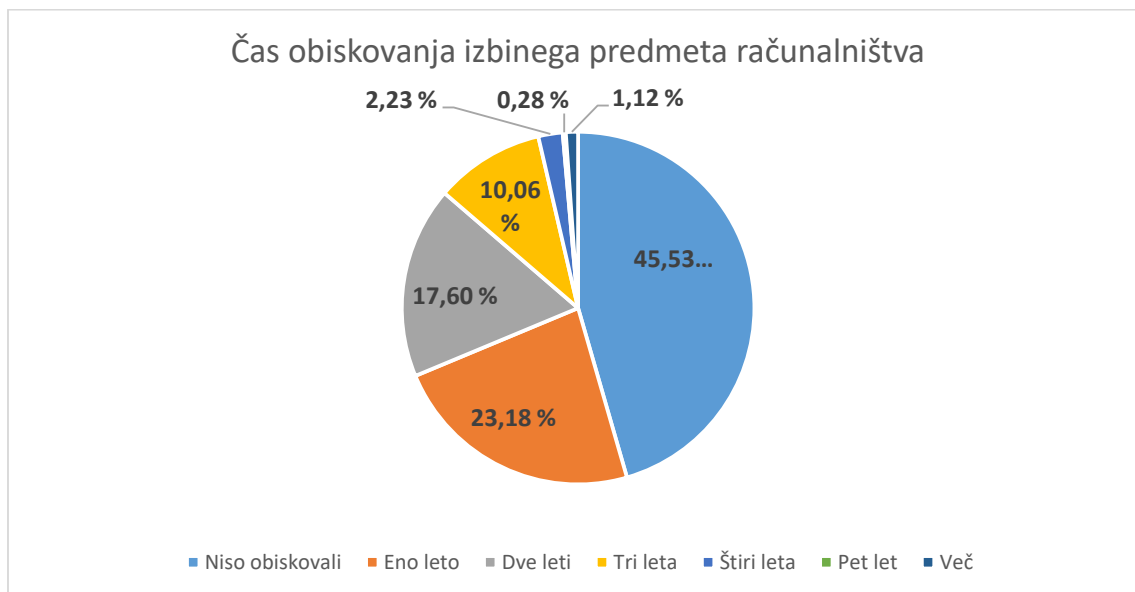
- **Kakšno je poznavanje in znanje uporabe IKT orodij dijakov prvega letnika?**

V zadnji triadi se izvajajo trije izbirni predmeti: urejanje besedil, računalniška omrežja in multimedija. Pri predmetu urejanje besedil se učitelji v večini odločijo za poučevanje orodij iz paketa MS Office. To so osnovna orodja Word, Excel in Powerpoint. Naloga učencev je bila za vsakega izmed njih oceniti svoje znanje od 1 do 5. Sledila so vprašanja o predmetu multimedija. Tu se otroci ukvarjajo z urejanjem fotografij, zvoka in videoposnetkov. Naloga učencev je bila označiti, katera orodja so uporabljali. Pri predmetu računalniška omrežja naj bi učenci izdelali svojo spletno stran. Povprašali smo jih o orodjih, ki so jih uporabljali pri tej nalogi. Ob koncu ankete smo dijakom omogočili še podajanje mnenj in komentarjev po lastni presoji.

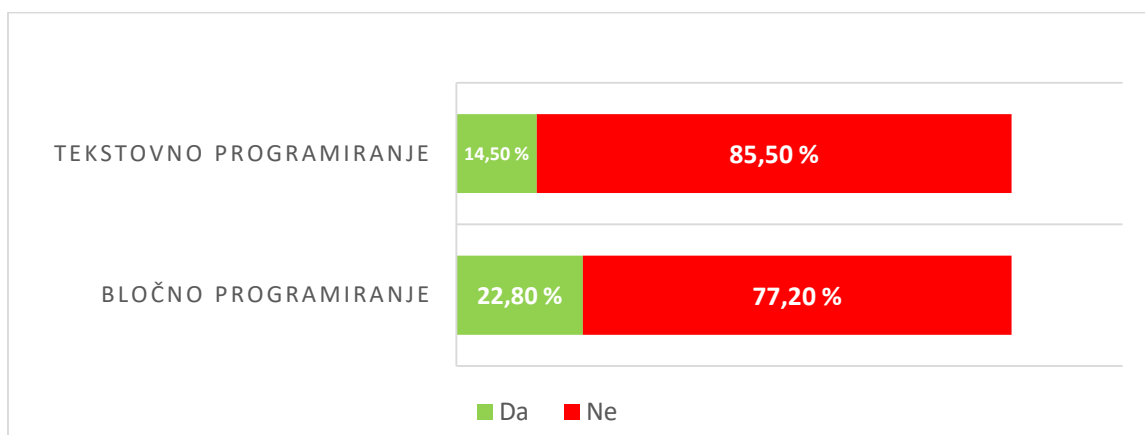
7 REZULTATI

Na naš anketni vprašalnik so odgovarjali dijaki gimnazijskih programov. Prejeli smo več kot 350 odgovorov. V raziskavo se je vključilo približno 75 % dijakinj in 25 % dijakov.

Na spodnjem diagramu je prikazano, koliko časa so vprašani dijaki v osnovni šoli obiskovali predmet računalništvo. Skoraj polovica, natančneje 46 %, računalništva sploh ni obiskovala. Opazimo padec odstotka za vsako naslednje leto. Zgolj odstotek vprašanih je računalništvo izbralo vedno, ko so imeli to možnost.



Slika 1: Sodelovanje pri izbirnem predmetu računalništva v osnovni šoli.



Slika 2: Izkušnje s tekstovnim in z blokvnim programiranjem.

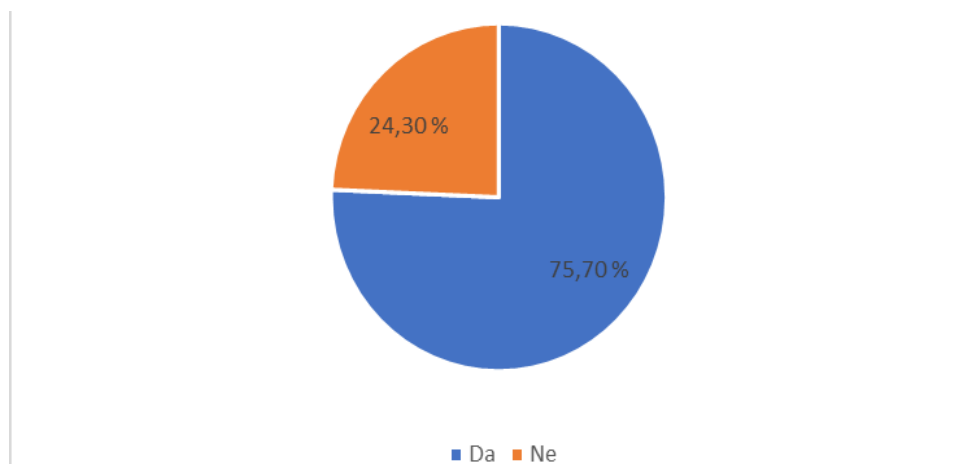
Večina dijakov prvega letnika ni nikoli tekstovno programirala. Zanimalo nas je tudi, katere jezike so uporabljali tisti, ki so že programirali. Ponudili smo jim naslednje odgovore: 13 % je izbralo programski jezik C++, Python je uporabljajo 21 %, Javascript 34 %, jezik Java pa 32%. Izmed nepodanih odgovorov so posamezniki dodali še C#, PHP in Lua, ampak v zanemarljivem deležu.

Za odtенок višji je odstotek učencev, ki so blokovno programirali, teh je dobrih 20 %. Izmed podanih odgovorov jih je kar 78 % izbralo Scratch. 11 % je za učenje programiranja uporabljalo MicroBit ploščice in 9 % Lego Mindstorms robote. Preostali del je programiral v Blocklyju. Nihče izmed sodelujočih ni navedel drugega programskega okolja.

V spodnji tabeli je prikazano, kako so dijaki ocenili svoje znanje o programskih orodjih paketa Microsoft Office. Prikazane vrednosti predstavljajo delež učencev, ki so svoje znanje ocenili z določeno oceno na lestvici od ena do pet, kjer je pet odlično znanje, ena pa neznanje.

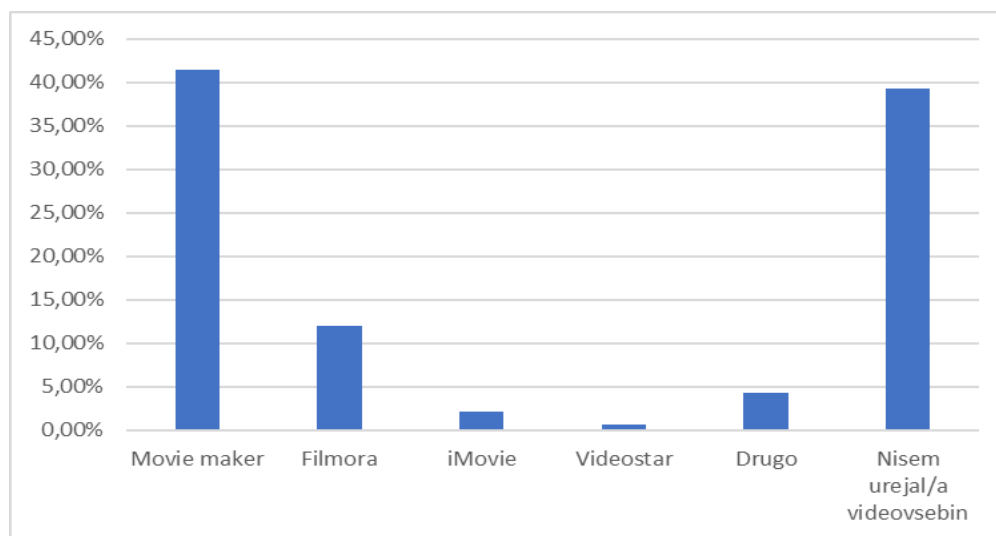
Ocena posameznika Orodje MS Office	1	2	3	4	5
MS Word	1,1 %	4,2 %	29,1 %	38,8 %	26,8 %
MS Powerpoint	1,5 %	5,3 %	23,8 %	40,6 %	28,8 %
MS Excel	32,6 %	31,5 %	22,2 %	11,7 %	2 %

Tabela 3: Samoocene dijakov znanja uporabe paketa MS Office.



Slika 3: Izkušnje z uporabo urejevalnikov fotografij.

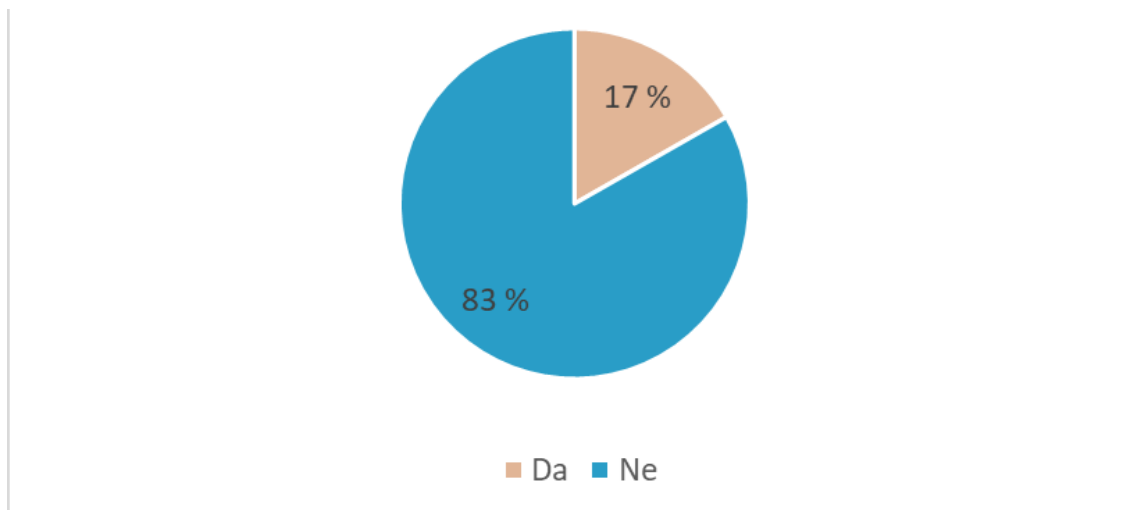
Tri četrtine vprašanih ima izkušnje z urejanjem fotografij. Skoraj polovica jih je uporabljala program Adobe Photoshop, z 38 % sledi Adobe Lightroom. Od prostodostopnih programov je največ dijakov uporabljalo Photofiltre (20 %), PicsArt (5 %) in Gimp (4 %). V manj kot 1 % se je pojavil še program Krita. Z urejanjem fotografij nima izkušenj samo 24 % vprašanih.



Slika 4: Izkušnje z uporabo urejevalnikov videoposnetkov.

Približno 60 % vprašanih ima izkušnje z urejanjem videoposnetkov. Najbolj izstopata programa Movie maker (41 %) in Filmora (12 %). V nekoliko manjšem odstotku sta se pojavili orodji

iMovie in Videostar. Posamezniki so zapisali še Adobe premiere, KineMaster in Camtasia studio.



Slika 5: Izkušnje z oblikovanjem spletnih strani.

Slabih 10 % dijakov je za urejanje spletnih strani uporabljajo HTML. Posamezniki so HTML nadgradili še s CSS, PHP in z Javascript. Desetina vprašanih dijakov je pri tem uporabljalo t. i. CMS – sistem za upravljanje vsebin. Kot predstavnike so navedli Wordpress, Joomla in Wix.

8 DISKUSIJA

Raziskovalno vprašanje naše raziskave je bilo, koliko učencev v šoli izbere izbirne predmete računalništva. Ugotovili smo, kar se je napovedovalo že ob pregledu literature. Takšnih je približno polovica. Razloge za to lahko iščemo v neorganiziranem sistemu in odnosu družbe do računalniškega izobraževanja.

Tema drugega vprašanja je bila učenje programiranja. V teoretičnem pregledu smo ugotovili, da je programiranje zelo pomemben del učenja računalništva. Pomaga nam pri razvijanju algoritmičnega razmišljanja in reševanju problemov. Približno vsak peti (22,8 %) vprašani dijak je že blokovno programiral. Glede na to, da je tak način trenutno najprimernejši za učenje otrok začetnikov, je tudi ta podatek zaskrbljujoč. Po našem mnenju bi moral vsak otrok spoznati osnove, kar lahko dosežemo le z uvedbo obveznega predmeta. Še za 7 % manjši je delež učencev, ki so tekstovno programirali. Podatek je logičen, saj gre za naravno nadgradnjo iz blokovnega v tekstovno programiranje. Razloge za takšne rezultate lahko iščemo pri prvem cilju naše raziskave.

V tretjem raziskovalnem vprašanju smo preverili uporabo programskih orodij, ki se običajno uporabljajo pri pouku v osnovni šoli. Najpogostejše se otroci učijo orodja iz zbirke MS Office. Opazimo, da so dijaki prepričani v svoje znanje urejanja besedilnih dokumentov s programom Word in menijo, da znajo pripravljati Powerpoint predstavitve. Iz tega lahko sklepamo, da sta to najbolj obravnavani programski orodji v osnovni šoli. Menimo, da sta to orodji, ki sta

vključeni tudi v poučevanje pri obveznih predmetih. V nasprotju s prvima je program Excel. V njegovo uporabo dijaki niso prepričani, saj se jih je več kot 60 % ocenilo z ocenama ena in dve. Presenetil nas je rezultat izkušenj z oblikovanjem slik in videovsebin. Glede na odstotke smo prepričani, da v večini primerov ni šlo za organizirano učenje uporabe teh programskih orodij. Mladostniki ustvarjajo svoje profile na socialnih omrežjih. Nanje objavljajo razne vsebine, običajno so to fotografije – portreti ali videovsebine – vlogi. Za urejanje uporabljajo različne programe in s tem pridobivajo izkušnje s tega področja.

9 ZAKLJUČEK

Na podlagi raziskave lahko sklepamo, da je zanimanje med učenci za predmete računalništva v osnovni šoli na nizkem nivoju. K spremembam že dolgo časa neuspešno spodbujajo strokovnjaki iz skupine RINOS, zavoda za šolstvo in učitelji tega področja. Ugotovili smo, da učenci znajo uporabljati orodja za urejanje besedil in predstavitev. Veliko jih kaže interes za urejanje fotografij in videovsebin. Nižji od pričakovanj in želja je odstotek dijakov, ki so se soočili s programiranjem. Bločno jih je programiralo 22,8 %, tekstovno pa še 8,3 % manj. Izkušnje iz prakse nam govorijo, da je večina teh, ki so tekstovno programirali, predtem programirala tudi bločno.

Na predznanje dijakov bi pozitivno vplivala uvedba obveznega predmeta računalništvo in ureditev izobraževanja po vertikali od vrtca do fakultete. Dogodki iz preostalih učnih smeri nam sporočajo, da so spremembe možne. V šolskem letu 2008/09 je takratno šolsko ministrstvo izvedlo projekt uvajanja obveznega drugega tujega jezika v zadnji triadi. Izvajal se je do ukinitve v letu 2013/14, ko so drugi tuj jezik vrnili med izbirne predmete. V času izvedbe projekta se je predmet izvajal v dveh urah tedensko. Zaradi tega je skupno število ur v predmetniku za osnovne šole v teh letih znašalo 7804 oziroma 7906 ur [12]. V trenutno veljavnem predmetniku je 7740 ur ali 7842 [17]. Razlika znaša 64 ur, sklepamo lahko, da obstaja prostor za izvedbo predmeta računalništva v obveznem delu urnika. Logična bi bila izvedba v dveh letih v obsegu ure tedensko, kar bi skupaj nanese dodatnih 70 ur.

S tem bi dosegli višji nivo računalniške pismenosti in znanja uporabe IKT. Posledično bi lahko pri informatiki nadgradili razvoj računalniškega mišljenja dijakov, ki je opredeljen kot ena najpomembnejših osebnih spretnosti 21. stoletja.

Literatura

- [1] Anželj, G. (2017). Računalništvo in informatika kot način sporazumevanja. SAZU, Ljubljana.
- [2] Brodnik, A. (2018). Snovalci digitalne prihodnosti ali le uporabniki? Ljubljana: MIZŠ.
- [3] Fraillon, J., & Ainley, J. (2014). Preparing for Life in a Digital Age.
- [4] Klemenčič, E. (2016). IEA ICILS: Mednarodna raziskava računalniške. Šolsko polje, 11–21.

- [5] Kos T., Pesek I. (2020). Izzivi pri prehodu iz blokovnega programiranja v tekstovne programske jezike.
Pridobljeno iz <https://dk.um.si/Dokument.php?id=142657>
- [6] Krajnc R. (2013). Zakaj se slovenski osnovnošolci ne učijo računalništva. Vzgoja in izobraževanje, 52–55.
- [7] Krapež A., Rajkovič V., Batagelj V., Wechtersbach R. Razvoj predmeta računalništvo in informatika. Zbornik posvetovanja, 353–359.
- [8] Ministrstvo za izobraževanje, z. i. (2011). Učni načrt Informatika-Gimnazija.
Pridobljeno iz: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2011/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_INFORMATIKA_gimn.pdf
- [9] Ministrstvo za izobraževanje, z. i. (2013). Učni načrt- Neobvezni izbirni predmet računalništvo.
Pridobljeno iz https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/Neobvezni/Racunalnistvo_izbirni_neobvezni.pdf
- [10] Ministrstvo za izobraževanje, z. i. (2017). Javni razpis za izbor operacij »Razvoj in udeležanje inovativnih učnih okolij in prožnih oblik učenja za dvig splošnih kompetenc«.
Pridobljeno iz: http://www.mizs.gov.si/si/javne_objave_in_razpisi/okroznice/arhiv_okroznice/okroznice_razpisi_in_javna_narocila/javni_razpisi/?tx_t3javnirazpis_pi1%5Bshow_single%5D=1486
- [11] Ministrstvo za izobraževanje, z. i. (2020). Učni načrt - izbirni predmet računalništvo.
Pridobljeno iz https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Izobrazevanje-otrok-s-posebnimi-potrebami/OS/Ucni-nacrti/UN_RACUNALNISTVO-NIS_URL-in-CIP_objava.pdf
- [12] MIZŠ. (2014). Predmetnik za osnovne šole .
Pridobljeno iz <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/Predmetnik-OS/Predmetnik-za-osnovno-solo.pdf>
- [13] Močivnik, Ž. (2020). Struktura učencev pri izbirnih predmetih računalništva. Celje.
- [14] Pedagoški inštitut. (6. December 2013). ICILS 2013 – Prvi rezultati. Slovenija.
- [15] Rutar Leban, T., & Štraus, M. (2016). Razlike v računalniški in informacijski pismenosti osmošolk ter osmošolcev med slovenskimi regijami in povezanost s socialno-ekonomskim statusom. Šolsko polje, 53–72.
- [16] Zavod Republike Slovenije za šolstvo. (2017). Analiza izvajanja izbirnih predmetov v OŠ .
Pridobljeno iz: https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Analiza_Izvajanja_IP/28/#zoom=z
- [17] ZRSS. (2008). Predlagane spremembe in dopolnitve predmetnika devetletne osnovne šole.
Pridobljeno iz <https://skupnost.sio.si/mod/folder/view.php?id=56829>.

Nanodelčno nadzirane nematične makroskopske lastnosti

Nanoparticle controlled nematic macroscopic properties

Arbresha Hölbl¹, Sabu Thomas²

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor, Slovenija

² Univerza Mahatme Gandhija, Priyadarsini Hills, Kottayam, 686560 Kerala, Indija

Povzetek

Vpliv šibke motnje na sisteme, ki kažejo ureditev dolgega dosega, je zanimiv za vse veje sistemov kondenzirane snovi in je razmeroma šibko raziskan. Eksperimentalno ustrezne sheme za ta namen so homogene mešanice nematičnih tekočih kristalov (TK) in ustreznih nanodelcev (ND), katerih značilna linearna velikost R je med nm in več mikrometri. V takih sistemih ND v večini primerov vsilijo motnjo, ki ima značaj naključnega polja. Slednji lokalno zlomi orientacijsko simetrijo sistema. Vzpostavljeno jakost motnje je mogoče natančno nadzirati z različnimi parametri: vrsto ND (prevodni, polprevodni, neprevodni), njihova geometrija (predvsem značilna velikost R), porazdelitev vrednosti R in površinska obdelava ND. Nastale konfiguracije ND-TK so potencialno zanimive za številne aplikacije, zlasti na področju naprav za manipulacijo s svetlobo. Izvedli smo numerično študijo, kjer smo sistematično raziskovali vpliv relativne šibke nanodelčne inducirane motnje na nematični makroskopski red TK. Uporabljen je bil semimikroskopski model tipa Lebwohl-Lasher, kjer so se spreminjali različni nadzorni parametri (koncentracija in delni orientacijski red ND, moč interakcije TK-ND, temperatura). Rezultati raziskav bi bili lahko koristni predvsem za aplikacije, ki temeljijo na nadzoru motenj in nastavljenih optičnih lastnosti TK.

Ključne besede: Tekoči kristali; nano delci; koloidi; šibka motnja

Abstract

The impact of the weak disorder on systems exhibiting long-range order is of interest for all branches of condensed matter systems and is still relatively weakly explored. Experimentally adequate schemes for such purpose are homogenous mixtures of nematic liquid crystals (LCs) and appropriate nanoparticles (NPs), whose characteristic linear size R ranges between nm and several micrometers. In such systems, NPs in most cases impose a random field-type of disorder due to local NP-induced symmetry breaking. The resulting disorder strength can be fine-tuned by varying several parameters: kind of NPs (conducting, semiconducting, non-conducting), their geometry, R , distribution of R values, NPs' surface treatment. Furthermore, the resulting NP-LC configurations could be exploited for several applications, in particular in the realm of light-manipulation devices. We carried out a numerical study, where we explore systematically the impact of a relatively weak NP-induced disorder on nematic macroscopic LC order. The semimicroscopic Lebwohl-Lasher-type model was used, where different control parameters were varied (concentration and partial orientational order of NPs, LC-NP interaction strength, temperature). Research outcomes could be useful mostly for applications based on disorder-controlled tunable LC optical properties.

Key words: Liquid crystals; Nanoparticles; Colloids; Weak disorder

1 UVOD

Zadnja leta se srečujemo z vse večjim zanimanjem za mešanice različnih mehkih materialov in nanodelcev (ND). Nastale konfiguracije bi lahko vodile do izjemnih lastnosti, ki jih ni mogoče najti v izoliranih komponentah. Med drugim je bilo dokazano, da z dodajanjem ustreznih ND in spreminjanjem njihove koncentracije lahko učinkovito nadzorujemo elektro-optične in viskoelastične lastnosti [18], spreminjamo interakcije v sistemu [39], robustno stabiliziramo kompleksne strukture, ki nas zanimajo, ki so sicer stabilne v ozkem temperaturnem intervalu [17], stabiliziramo eksotične kompleksne strukture [45], zasnujemo pametne preklopne naprave [35,40,46,1], ali pa jih uporabimo za pripravo različnih prilagodljivih optičnih aplikacij [9,10,11,12,25,36] itd.

Tekoči kristali (TK) [3,13,15,16,38] so še posebej primerni kot gostitelji nanodelcev zaradi njihovega tekočega značaja, ki omogoča razmeroma enostavno realizacijo mešanic TK-ND. Molekule TK relativno šibko sodelujejo in so anizotropne. Zaradi hitrih nekoaktivnih nihanj so številne mikroskopske lastnosti izpovprečene. Nastale povprečne mezoskopske značilnosti dominantno vplivajo na vedenje makroskopskih TK. Fazo najpreprostejših enoosnih nematičnih TK termotropnih paličastih molekul lahko dobro opišemo [38] z amplitudnim poljem ureditvenega parametra $s(\vec{r})$ in nematičnim direktorjem $\vec{n}(\vec{r})$. Amplitudno polje meri lokalno stopnjo ureditve orientacije, ki je odsotno pri $s = 0$. Enotno polje $\vec{n}(\vec{r})$ kaže vzdolž lokalne usmeritve mezoskopskih TK, kjer so stanja $\pm\vec{n}(\vec{r})$ enakovredna (zaradi invariance "glava-rep"). V nematični ravnovesni fazi sta obe polji prostorsko homogeni v neograjenih vzorcih. Direktor polja je lahko poravnan vzdolž katere koli smeri zloma simetrije. Posledično bi se lahko znotraj njega vzbudili topološki defekti (TD) [30,34]. TD ustrezajo topološko zaščitenim lokaliziranim strukturam $\vec{n}$. Njihova ključna značilnost pa je opisana s topološkim nabojem q , ki ima lahko diskretne vrednosti. Skupni topološki naboj sistema se ohranja. Nematiki lahko vsebujejo točkaste in linijske defekte. Točkovni defekti v večini primerov kažejo lokalno sferično ali cilindrično simetrijo. Če bi se topološki defekti vzbudili in stabilizirali v nematični fazi, bi lahko realizirali več kvantitativno ali kvalitativno različnih struktur TK. TK imajo številne izjemne lastnosti, ki so primerne za različne aplikacije, zlasti na področju elektro-optičnih naprav [38]. Njihove pomembne lastnosti so namreč optična anizotropija, mehkoba (tj. sposobnost velikega makroskopskega odziva na relativno šibke lokalne dražljaje), raznolikost faz in struktur različnih TK. Slednje omogoča obstoj bogate palete fizikalnih pojavov, ki bi jih lahko imeli TK [14,19,22,27,28,43]. Poleg tega bi lahko dodani ND izboljšali [21,24,44] želene lastnosti gostitelja (tj. TK) ali uvedli kvalitativno drugačno obnašanje [29,32,41].

Omejimo se na termotropne nematične TK, v katerih nematsko fazo dosežemo iz izotropne (tj. običajne tekoče faze) z zniževanjem temperature. V neograjeni nematski fazi je nematski direktor polja prostorsko homogeno poravnan vzdolž smeri zloma simetrije. Pri tem lahko katera koli prostorska smer deluje kot smer zloma simetrije. Potopljeni ND lahko močno vplivajo na nematično strukturo TK, če je sklopitev (tj. jakost sidranja [38]) ND z okoliškimi molekulami TK dovolj močna. Na splošno ND lokalno vsiljujejo prednostno lokalno orientacijo TK, ki jo običajno imenujemo "lahka os" [38]. Ta težnja je močno lokalno uveljavljena, če je izpolnjen pogoj $\mu = \frac{RW}{K} \gg 1$ (močno sidranje). R je karakteristična linearna razdalja ND, W meri jakost sidranja, K pa je reprezentativna Frankova elastična konstanta TK. V režimu $\mu < 1$ (šibko sidranje) ND efektivno delujejo kot razredčenje. V limiti močnega sidranja ND lahko delujejo kot točkovni topološki defekti [30]. Zaradi ohranjanja naboja bi takšni ND inducirali dodatne TD v mediju TK. Posledično bi lahko celo sferični ND v kombinaciji z uveljavljenimi TD lokalno postavili prednostno orientacijo na sosednje molekule TK, ki učinkovito deluje kot "topološki dipol" [41]. V mešanicah ND-TK je zelo verjetno, da bi ND uveljavili nekakšno naključno polje, če je $\mu > 1$. Po Imry-Majevev izreku [4] naj bi celo neskončno šibka motnja uničila ureditev nematika dolgega dosega zaradi zloma zvezne simetrije izotropno-nematskega prehoda. Zato bi lahko ND, ki lokalno vsiljujejo različne orientacije, učinkovito vplivali na urejenost nematične faze. Številne teoretične in numerične študije [6,8,20] so pokazale, da je lahko vpliv ND raznovrsten, v odvisnosti od narave ND in njihove koncentracije [5,7,26,31,37,42].

V tem prispevku numerično preučujemo vpliv šibke motnje induciranih ND tipa – naključnega polja na makroskopsko nematsko strukturo. Uporabljamo modificiran Lebwohl-Lasherjev [6,33] semimikroskopski model, kjer je ureditev lokalnega nematika predstavljena z

nematskimi spini, ki kažejo invarianco “glava-rep”. Upoštevamo mešanice nematskih ND, pri čemer predpostavljamo, da ND inducirajo pretežno naključno polje. Slednje je preferentno urejeno zaradi zloma simetrije nematskega molekularnega polja.

Načrt prispevka je naslednji. V poglavju 2 je predstavljen modificiran Lebwohl-Lasherjev model pri končni temperaturi. Rezultati so predstavljeni v poglavju 3 in obravnavani v poglavju 4. Preprosta dvo-dimenzionalna analiza problema je prikazana v dodatku.

2 MODEL

Spinska relaksacija, vključno s temperaturnimi fluktuacijami, se izvede z uporabo Lebwohl-Lasher (LL) psevdospin modela [44]. Simulacijska celica je kvader, sestavljen iz $M \times M \times L$ mest. Tu L predstavlja debelino celice, M pa njeno bočno dimenzijo. Posamezna mesta so označena z nizom indeksov (i, j, k) : $1 \leq i \leq M$, $1 \leq j \leq N$, $1 \leq k \leq L$. V modelu je vsako mesto zasedeno s prosto vrtljivim enotnim vektorskim spinom $\vec{S}_{ijk}$, ki se paralelno orientira z najbližjimi sosedi. Vendar pa so v koncentraciji p naključno porazdeljenih mest spinske smeri zamrznjene in predstavljajo statične nečistoče (npr. nanodelci). V nadaljevanju prvo in drugo vrsto spinov označujemo kot *prosti* in *zamrznjeni* spini. *Zamrznjeni* spini povzročajo delno motnjo v sistemu.

Ureditvena interakcija med sosednjimi *prostimi* spini je podana s pozitivno sklopitveno konstanto J . Sklopitev med sosednjimi *prostimi* in *zamrznjenimi* spini opišemo z “jakostjo sidranja” $W > 0$. Funkcija proste energije F znotraj celice se modelira z vsoto vseh prispevkov spinskih mest:

$$F = \sum_{ijk} f_{ijk}, \quad (1)$$

kjer je

$$f_{ijk} = -\frac{1}{2} \sum_{n.n.} J_{ijk,n.n.} (\vec{S}_{ijk} \cdot \vec{S}_{n.n.})^2. \quad (2)$$

Predpis *n.n.* označuje 6 najbližjih sosedov (predpis *n.n.* pomeni “nearest neighbours”), ki se razlikujejo v enem od treh koeficientov (i, j, k) . Konstanta $J_{ijk,n.n.}$ je bodisi J ali W , medtem ko se sklopitev med sosednjimi pari *zamrznjenih* spinov zanemarja. Periodični robni pogoj se uporablja v stranskih smereh. Po drugi strani pa smo izbrali prosto mejo za zgornjo in spodnjo ravnino ($k = 1$ ali L).

Za pridobitev nematičnih struktur v prisotnosti *zamrznjenih* spinov je treba minimizirati ustrezen termodinamični potencial.

2.1 Nematične strukture pri ničelni temperaturi

Prosto energijo minimiziramo glede na vse spremenljive spine, pri čemer upoštevamo, da so spini enotni vektorji. S tem v mislih upoštevamo izraz

$$F^* = \sum_{ijk} f_{ijk}^*, \quad (3)$$

$$f_{ijk}^* = \lambda_{ijk}(S_{ijk}^2 - 1) + f_{ijk}. \quad (4)$$

Konstante λ_{ijk} se določijo v postopku minimizacije. Enačbe statičnega ravnovesja pri ničelni temperaturi so izražene kot:

$$\vec{R}_{ijk} \equiv \frac{1}{2} \frac{\partial F^*}{\partial \vec{S}_{ijk}} = \sum_{n.n.} J_{ijk,n.n.} \vec{g}(\vec{S}_{ijk}, \vec{S}_{n.n.}) = 0, \quad (5)$$

kjer smo uvedli vektorsko funkcijo dveh vektorjev:

$$\vec{g}(\vec{v}_1, \vec{v}_2) = (\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2)[(\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2)\vec{v}_1 - \vec{v}_2]. \quad (6)$$

2.2 Nematične strukture pri končnih temperaturah: dinamični model

Pri končnih temperaturah uporabimo naslednjo iteracijsko metodo v skladu z ustreznim majhnim časovnim korakom Δt :

$$\vec{S}_{ijk} \rightarrow \vec{S}_{ijk} - \frac{D\Delta t}{kT} \cdot \frac{\partial F^*}{\partial \vec{S}_{ijk}} + \Delta \vec{S}_T. \quad (7)$$

Tu je konstanta D skalar, ki opisuje rotacijske lastnosti sistema, T je temperatura in k je Boltzmannova konstanta. $\Delta \vec{S}_T$ uvaja naključna temperaturna nihanja, pri čemer upoštevamo statistično Gaussovo porazdelitve. Podrobnejše študije [6] so pokazale, da ta model zajema bistveno nematično vedenje v prisotnosti motenj. LL-model [42] kljub svoji enostavnosti dobro reproducira ključne statične in dinamične nematične lastnosti “pravih” TK, če TK niso močno elastično anizotropni.

V simulacijah nastavimo $J = 1$ in W merimo v enotah J . Uvedemo brezdimenzijske parametre $\Delta t^* = D\Delta t$ in $T^* = kT/J$. Korak relaksacijskega časa je nastavljen [6] na $\Delta t^* = 0.01$.

Za začetno konfiguracijo *prostih* spinov smo izbrali homogeno ali povsem naključno konfiguracijo. Poleg tega za *proste* spine predpostavljamo, da so delno urejeni po smeri zloma simetrije, ki jo nastavimo vzdolž z -osi. To simuliramo tako, da vzamemo nekaj največjih polarnih kotov θ_m , manjših od $\pi/2$. Predvidevamo enakomerno porazdelitev smeri *zamrznjenega* spina znotraj ustreznega polnega kota okoli z -osi. V tem primeru je azimutni kot φ še vedno enakomerno porazdeljen v intervalu $(0, 2\pi)$, medtem ko porazdelitev polarnega kota poda naslednja normalizirana sinusna funkcija:

$$P(\theta) = \frac{\sin\theta}{1 - \cos\theta_m}. \quad (8)$$

Z uporabo generatorja naključnih števil smo simulirali to porazdelitev polarnih kotov za *zamrznjene* spine in enakomerno porazdeljene azimutne kote.

Po numerični sprostitvi sistema izračunamo reprezentativne makroskopske parametre. Eden od njih je brezsledni ureditveni parameter tenzorja za celotno celico:

$$Q_{mn} = \frac{3}{2} \langle S_{ijk,m} S_{ijk,n} \rangle - \frac{1}{2} \delta_{mn}. \quad (9)$$

Simbol $S_{ijk,m}$ označuje m -to komponento spina $\vec{S}_{ijk}$, medtem ko trikotni oklepaj označuje statistično povprečje količine, δ_{mn} pa je Kroneckerjev indeks. V statističnem povprečju vzamemo povprečje za celotno simulacijsko celico, vendar le za mesta s *prostimi* spini, saj nas zanima ureditev faze NTK.

Ureditveni skalarni parameter S definiramo kot največjo lastno vrednost tega tenzorja. V našem primeru je z -os privilegirana tako zaradi začetne konfiguracije *prostih* spinov kot zaradi povprečne z -orientacije *zamrznjenimi* spinov. Tako pričakujemo, da je lastni vektor, ki ustreza S , tudi v z -smeri. Ureditveni skalarni parameter je tako mogoče izračunati bolj neposredno kot:

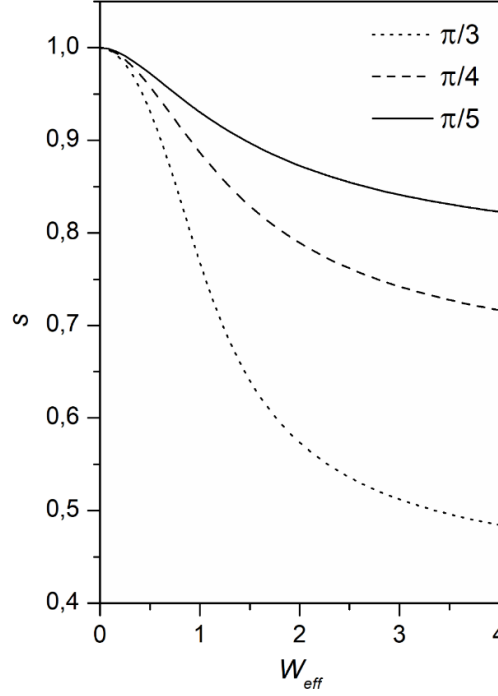
$$S = \frac{3}{2} \langle (\cos \theta)^2 \rangle - \frac{1}{2}. \quad (10)$$

Primerjava izračunov S iz enačbe (9) ali enačbe (10) lahko služi tudi kot preverjanje veljavnosti. Na podoben način lahko izračunamo ustrezen ureditveni skalarni parameter S_{imp} za nečistoče, če v enačbi (9) ali enačbi (10) vzamemo mesta z *zamrznjenimi* spini namesto s *prostimi* spini. Enačba porazdelitve (8) vodi do preprostega rezultata:

$$S_{imp} = \frac{1}{2} \cos \theta_m (1 + \cos \theta_m). \quad (11)$$

3 Rezultati in razprave

V dodatku predstavljamo preprost dvodimenzionalni nematski model tipa - X-Y [44,45,46] pri ničelni temperaturi, kjer koncentracija ND p uvaja nekakšno naključno polje. Najprej smo jo uporabili za oceno vpliva ND na povprečno ureditev nematika. Polje, ki ga ND vsiljujejo, je konstanta amplitude, vendar se njegova lokalna orientacija naključno spreminja v intervalu $[-\theta_m, \theta_m > 0]$. Lokalna nematska orientacija na i -tem mestu je določena s $\vec{S}_i = \vec{e}_x \sin \theta_i + \vec{e}_y \cos \theta_i$. Predpostavljamo, da povzročena motnja z ND ni dovolj močna, da bi uničila globalno nematsko poravnavo vzdolž smeri zloma simetrije, ki smo jo nastavili vzdolž $\vec{e}_y$. Na sliki 1 je prikazano obnašanje povprečnega 2D ureditvenega orientacijskega parametra s za različne vrednosti θ_m in efektivna brezdimenzijska moč motnje $w_{eff} = w p$. Tu w meri amplitudo naključnih polj, ki ga vsiljujejo ND. Vidimo, da se s povečevanjem w_{eff} vrednost s monotono zmanjšuje, kjer je približna konstanta planote $s \sim s_p = s_p(\theta_m)$ dosežena pri limiti močnega sidranja. Pri vseh vrednostih θ_m opazimo kvalitativno enako $s = s(w_{eff})$ vedenje.



Slika 1: Sprememba 2D globalnega nematskega ureditvenega parametra s v odvisnosti od efektivne jakosti sidranja W_{eff} za različne vrednosti θ_m .

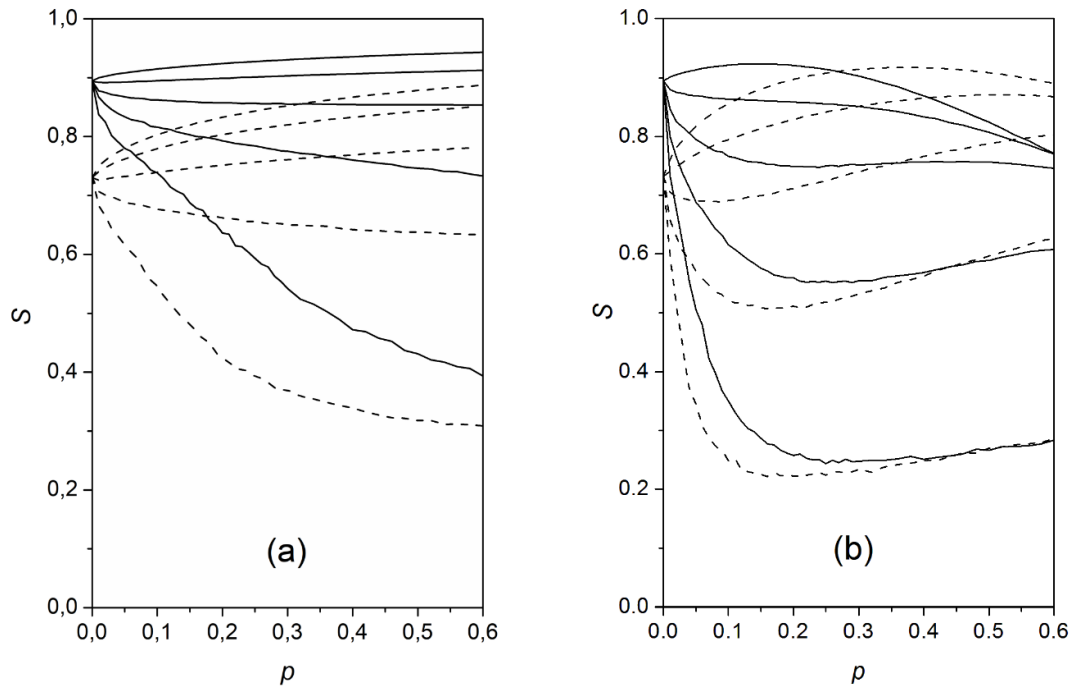
Skaliranje $s = s(w_{eff} = w p)$ pričakujemo tudi z uporabo relativno preproste analize mezoskopske ravni proste energije F , kjer je lokalna nematska orientacijska ureditev opisana z enotnim vektorjem nematskega direktorja polja $\vec{n}$ [38]. V približku enakih nematskih elastičnih konstant velja $F \sim \frac{K}{2} \int |\nabla \vec{n}|^2 d^3 \vec{r} - N_{NP} \frac{W}{2} \int (\vec{n} \cdot \vec{e})^2 d^2 \vec{r}$, kjer je K reprezentativna Frankova elastična konstanta, W pa določa jakost sidranja na vmesnikih TK-ND. Za slednjo interakcijo uporabljamo klasični Rapini-Papoularjev model [19], kjer enotni vektor opisuje lokalno površinsko interakcijsko vsiljeno “lahko” smer. Prvi integral je volumski TK. Drugi integral se izvaja po površini ND, kjer predpostavljamo, da je koncentracija ND relativno nizka. Predvidevamo, da so ND enaki, površina in prostornina vsakega delca pa enaka a_{NP} in v_{NP} . V grobem približku nastavimo $\int (\vec{n} \cdot \vec{e})^2 d^2 \vec{r} \sim \overline{(\vec{n} \cdot \vec{e}^{(NP)})^2} a_{NP}$, kjer $\vec{e}^{(NP)}$ meri povprečno lokalno ND-usmeritev. Na koncu prostorsko povprečimo izraz za F in sledi

$$F \sim \frac{KV}{2} \left(\overline{|\nabla \vec{n}|^2} - \frac{W_{eff}}{K} \frac{a_{NP}}{v_{NP}} \overline{(\vec{n} \cdot \vec{e}^{(NP)})^2} \right), \quad (12)$$

kjer je $W_{eff} = W p$, $p = \frac{N_{NP} a_{NP}}{V}$ je prostorninska koncentracija ND, $\overline{(\dots)}$ pa označuje prostorsko povprečje. Vidimo, da ključni vpliv ND vstopi skozi W_{eff} .

Nato smo analizirali povprečno ureditev nematikov spreminjajočih se koncentracij ND, pri čemer smo preučevali vlogo nečistoč, ki vsiljujejo motnje tipa – naključnega polja z uporabo našega semimikroskopskega 3D modela, kjer spreminjamo koncentracijo nečistoč, jakost sidranja in tudi temperaturo. Pri simulacijah upoštevamo prednostno urejanje nečistoč s spreminjanjem vrednosti θ_m v enačbi (8).

Tipičen primer odvisnosti ureditvenega parametra S od koncentracije p zamrznjenih spinov v globoki nematski fazi je prikazan na sliki 2.

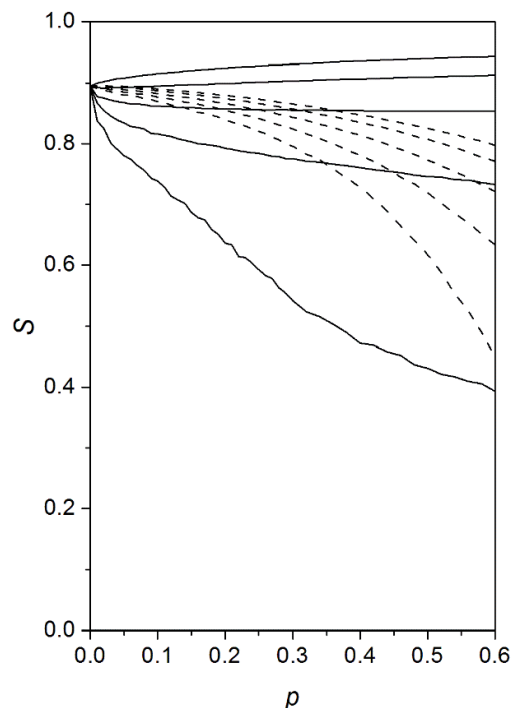


Slika 2: Odvisnost $S(p)$ v primeru parametrov: $T^* = 0.5$ (polne črte) in $T^* = 0.75$ (črtkane črte), $\theta_m = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ in 75° (krivulje od zgoraj navzdol). (a) $W = 2$, (b) $W = 20$.

Slika 2a prikazuje, da bi se $S(p)$ lahko povečeval ali zmanjšal s povečevanjem p . To je odvisno od stopnje motenj, ki jih povzročajo nečistoče glede na termične motnje. Na primer, krivulja za $\theta_m = 45^\circ$ in $T^* = 0.5$ relativno hitro doseže planoto $S_{pl} \approx 0.850$. Ustrezna vrednost tega kota v skladu z enačbo (11) je $S_{imp} \approx 0.60$. Neenakost $S_{pl} > S_{imp}$ je smiselna, ker ureditev faze NTK tekmuje z ureditvijo statičnih nečistoč. V primeru $T^* = 0.75$ ima krivulja za $\theta_m = 60^\circ$ planoto pri $S_{pl} \approx 0.625$. Ustrezna vrednost tega kota v skladu z enačbo (11) je $S_{imp} \approx 0.375$. Vrednosti ureditvenega parametra za $T^* = 0.5$ so po pričakovanju večje kot za $T^* = 0.75$.

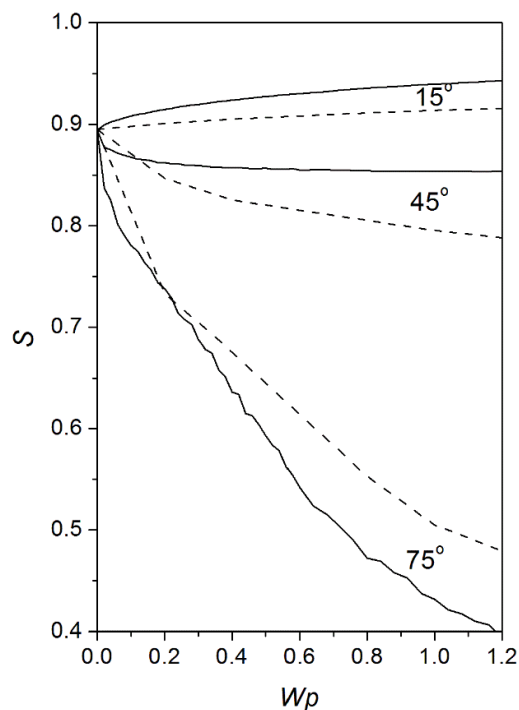
Vpliv močnejše jakosti sidranja W je prikazan na sliki 2b. Nastavili smo $W = 20$ in analizirali vedenje pri dveh različnih temperaturah ($T^* = 0.5$ and $T^* = 0.75$). V tem primeru opazimo bistveno drugačno vedenje. Na primer, grafi imajo namesto planote minimum ali maksimum.

Na sliki 3 so grafi za veliko manjšo sidrno jakost, $W = 0.2$, primerjani z grafi za $W = 2$, kot je prikazano tudi na sliki 2. Grafi za različne jakosti sidranja so kvalitativno različni: pri $W = 0.2$ opazimo konkavno zmanjšanje.



Slika 3: Odvisnost $S(p)$ pri $T^* = 0.5$ in dve različni jakosti sidranja: $W = 2$ (polne črte) in $W = 0.2$ (črtkane črte). Drugi parametri so enaki kot na sliki 2.

Pri naključno vznemirjenih nematikih pričakujemo spominske učinke. Da bi jih preverili, smo izvedli nekaj testov v konfiguracijah s $p = 0,5$ in $W = 20$, kar ustreza sorazmerno močno zmotenim nematikom. V ta namen smo izračunali S , izhajajoč iz dveh popolnoma različnih začetnih konfiguracij: od i) naključne porazdelitve spinov, ii) in spinov, homogeno poravnanih vzdolž z -smeri. Dosegli smo zanemarljive spremembe v S (manj kot 1 %). Zato v naših relativno šibko vznemirjenih vzorcih spominski učinki ne igrajo pomembne vloge. Na koncu smo preizkusili uporabnost skalarne vedenja, ki ga predlaga naš preprost 2D model in analitična ocena. V ta namen narišemo S na sliko 4 kot funkcijo produkta Wp , kjer so bile konfiguracije pridobljene za različne vrednosti W ob naraščanju p .



Slika 4: Odvisnost $S(Wp)$ pri $T^* = 0.5$ in dve različni jakosti sidranja: $W = 2$ (polne črte) in $W = 20$ (črtkane črte). Izbrani so koti $\theta_m = 15^\circ, 45^\circ$ in 75° (krivulje od zgoraj navzdol). Ustrezni grafi iz slike 2 se prilagodijo v horizontalni smeri. Interval za grafe za $W = 20$ smo reducirali na manjše vrednosti p za lažjo primerjavo z grafi za $W = 2$.

Če povzamemo, so naši ključni rezultati naslednji. Naša 2D študija pri ničelni temperaturi napoveduje razmeroma preprosto obnašanje nematskega makroskopskega reda pri različnih W in p . Napoveduje skalarno odvisnost S od produkta Wp . Vendar pa naše 3D dinamične simulacije pri končnih temperaturah razkrivajo veliko bolj kompleksno vedenje. Opazimo kvalitativno različne makroskopske odzive na različna W in p . Poleg tega so spominski učinki v vzorcih, ki nas zanimajo, zanemarljivi.

4 ZAKLJUČEK

Numerično smo preučevali strukturno obnašanje v homogenih mešanicah TK-ND, kjer slednja komponenta povzroča razmeroma šibko statično motnjo tipa naključnega polja. Uporabili smo modificirani semimikroskopski Lebwohl-Lasher model. Predpostavili smo, da je polje vsiljene motnje preferentno orientirano zaradi sklopitve z nematično globalno urejenostjo. Takšni primeri so pričakovani, če je lokalna interakcija ND-TK dovolj močna, da vpliva na lokalno nematsko ureditev. To se na splošno uresniči, če je izpolnjen pogoj $\mu = RW/K > 1$.

Z uporabo preproste 2D različice modela pri ničelni temperaturi smo ponazorili vpliv jakosti sidranja W in koncentracije nanodelcev p na povprečno ureditev nematikov s . Dobili smo sorazmerno preprosto samokonsistentno enačbo za s . Ta preprosta analiza kaže na skalarno vedenje $s = s(w_{eff})$, kjer je $w_{eff} = Wp$. Poleg tega je $s(w_{eff})$ monotono padajoča funkcija, ki doseže plato za dovolj velike vrednosti w_{eff} . Nato smo podrobneje analizirali nematsko strukturno vedenje z uporabo 3D modeliranja pri končni temperaturi, kjer smo spremljali

dinamični razvoj nematskih spinov. Simulacije so pokazale, da je paleta različnih makroskopskih vedenj veliko bolj kompleksna. Rezultati namreč razkrivajo, da je povprečna ureditev nematikov odvisna od relativne moči termične in statične motnje induciranih-ND. Glede na relativni pomen teh motenj smo opazili kvalitativno različno vedenje pri povečevanju p . Poleg tega 3D simulacije razkrivajo, da je preprosto skalarno vedenje $s(w_{eff})$, kot kaže preprosta 2D analiza, le približno realizirano.

Pridobljeni rezultati so lahko zanimivi za aplikacije, v katerih bi optične lastnosti TK uravnale nadzorovane naložene motnje. Slednje bi lahko nastavili z izbiro različnih geometrij ND, s spreminjanjem njihove tipične linearne velikosti, porazdelitvijo njihovih velikosti ali z ustrezno površinsko obdelavo. Poleg tega je vpliv šibke motnje na faze dosežen z zveznim zlomom simetrije, zanimiv na različnih področjih fizike. Pri izotropnem-nematskem faznem prehodu se realizira zvezni zlom simetrije, kjer se poruši rotacijska simetrija. Upoštevajte, da se tak sistem kvalitativno razlikuje od magnetnih sistemov zaradi nematske invariance “glava-rep”. Posledično bi bili defekti v nematski fazni liniji lahko stabilni, v magnetih pa bi se jim lahko izognili zaradi tako imenovanega pobega vzdolž 3. dimenzije. Zato naj bi bil vpliv motenj v TK močnejši v primerjavi z magnetnimi sistemi.

5 DODATEK

Predstavljamo preprost 2D Lebwohl-Lasher model [2,23,33] s katerim proučujemo vpliv šibke statične motnje na makroskopsko stopnjo ureditve nematikov pri ničelni temperaturi. Upoštevamo 2D preprosto kubično mrežo nematskih enotnih spinov $\vec{S}_i$, kjer indeks- i označuje i -to mesto rešetke. Ustrezni lokalni brezsledni in simetrični ureditveni parameter nematskega tenzorja $\underline{q}_i$, ki upošteva nematsko invarianco “glava-rep” (torej stanja $\pm\vec{S}_i$ so enakovredna), lahko izrazimo kot

$$\underline{q}_i = \vec{S}_i \otimes \vec{S}_i - \underline{I}/2. \quad (D1)$$

$\otimes$ pomeni tenzorski produkt, $\underline{I}$ pa tenzor identitete. V 2D kartezičnem koordinatnem sistemu (x, y) , določenim z enotnimi vektorji $\{\vec{e}_x, \vec{e}_y\}$, uporabljamo parametrizacijo

$$\vec{S}_i = \vec{e}_x \sin\theta_i + \vec{e}_y \cos\theta_i. \quad (D2)$$

Sledi

$$\underline{q}_i = \frac{1}{2}(-\cos(2\theta_i)(\vec{e}_x \otimes \vec{e}_x) + \cos(2\theta_i)(\vec{e}_y \otimes \vec{e}_y) + \sin(2\theta_i)(\vec{e}_x \otimes \vec{e}_y + \vec{e}_y \otimes \vec{e}_x)). \quad (A3)$$

Poleg tega ureditev globalnega nematskega parametra določimo kot

$$\underline{Q} = s(\vec{n} \otimes \vec{n} - \underline{I}/2) = \langle \vec{S}_i \otimes \vec{S}_i - \underline{I}/2 \rangle. \quad (D4)$$

Tu $\langle \dots \rangle$ označuje statistično povprečje ansambla, globalno polje nematskega direktorja $\vec{n}$ kaže vzdolž povprečnega ureditvenega nematskega TK, ki smo ga nastavili vzdolž $\vec{e}_y$ in

$$s = 2\vec{n} \cdot \underline{Q}\vec{n} = \langle \cos(2\theta_i) \rangle. \quad (D5)$$

(i) naključna porazdelitev nematskega spina ali (ii) toga poravnava $\vec{S}_i$ vzdolž $\vec{n}$ se zrcali v (i) $s = 0$ in (ii) $s = 1$.

Semimikroskopski Lebwohl-Lasher interakcijski potencial izrazimo kot

$$F = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N J_{ij} \text{Tr}(\underline{q}_i \underline{q}_j) - \sum_{i=1}^N w_i \text{Tr}(\underline{q}_i \underline{q}_i^{(NP)}), \quad (D6)$$

kjer Tr pomeni sled matrike, N je število spinov, J_{ij} je interakcijska sklopitvena jakost med i -tim in j -tim spinom. Predpostavljamo, da sodelujejo le sosednji spini, za katere velja $J_{ij} = J > 0$.

Za preostale pare postavimo $J_{ij} = 0$. Drugi člen v enačbi (D6) modelira interakcijo z lokalnimi nečistočami (npr. nanodelci), kjer je w_i lokalna moč interakcije, ki jo povzroča nečistoča na i -tem mestu. Predpostavljamo, da nečistoča lokalno uveljavlja orientacijo, ki jo določa enotni vektor

$$\vec{S}_i^{(NP)} = \vec{e}_x \sin \theta_i^{(NP)} + \vec{e}_y \cos \theta_i^{(NP)}, \quad (D7)$$

ki preko tenzorskega polja vstopi v model

$$\underline{q}_i^{(NP)} = \vec{S}_i^{(NP)} \otimes \vec{S}_i^{(NP)} - \underline{I}/2. \quad (D8)$$

Nastavili smo, da je $w_i = w > 0$ na mestih, kjer so nečistoče (tj. ND), sicer pa velja $w_i = 0$. Koncentracijo naključno porazdeljenih nečistoč določimo s p . Nadalje se orientacije $\theta_i^{(NP)}$ naključno porazdelijo v okno $\theta_i^{(NP)} \in [0, \theta_m]$, kjer je $0 < \theta_m < \pi/2$. Zato je orientacijska porazdelitev $P_{NP}(\theta_i^{(NP)})$ v tem oknu konstantna in je enaka nič za druge vrednosti $\theta_i^{(NP)}$. Predpostavljamo, da je povprečna orientacija nečistoč vzdolž $\vec{n}$. Z naraščanjem vrednosti θ_m modeliramo močnejše območje nihanja orientacijsko naložene motnje.

Iz $-J \text{Tr}(\underline{q}_i \underline{q}_j) = -J \left((\vec{S}_i \cdot \vec{S}_j)^2 - \frac{1}{2} \right)$ sledi, da ta člen vsiljuje vzporedno orientacijo spinov. Nadalje velja $\text{Tr}(\underline{q}_i \underline{q}_i) = \frac{1}{2}$ in $\text{Tr}(\underline{Q} \underline{Q}) = \frac{s^2}{2}$.

Za oceno vpliva motnje, ki jo povzročajo inducirani-ND, sledimo pristopu, ki je bil razvit [45] in uvedemo tenzorsko molekularno polje $\underline{B}_i$ preko relacije

$$F = -\sum_{i=1}^N \text{Tr}(\underline{B}_i \underline{q}_i). \quad (D9)$$

Ob upoštevanju enačbe (D6) sledi

$$\underline{B}_i = \sum_{j=1}^N J_{ij} \underline{q}_j + w_i \underline{q}_i^{(NP)}. \quad (D10)$$

V približku povprečnega-polja nadomestimo $\underline{q}_j$ v enačbi (D10) s povprečno stopnjo ureditve $\underline{Q}$. Tako dobimo izraz za delno povprečno lokalno molekularno polje

$$\underline{B}_i^{(eff)} = J_t \underline{Q} + w_i \underline{q}_i^{(NP)}. \quad (D11)$$

Pri tem $J_t = N_{nn}J$ predstavlja skupno interakcijo, N_{nn} pa število prvih sosedov posameznega spina. Nato predpostavimo, da $\underline{B}_i^{(eff)}$ določa lokalno vrednost $\underline{q}_i$:

$$\underline{q}_i = A \underline{B}_i^{(eff)}. \quad (D12)$$

Pri tem je A konstanta, ki jo lahko določimo s pomočjo pogoja $Tr(\underline{q}_i \underline{q}_i) = \frac{1}{2}$. Sledi

$$A = \left(J_t^2 s^2 + w_i^2 + 2J_t w_i s \left(2 \left(\vec{S}_i^{(NP)} \cdot \vec{n} \right)^2 - 1 \right) \right)^{-1/2}. \quad (D13)$$

Dobimo skalarno vrednost enačbe (D12) preko razmerja $\vec{n} \cdot \underline{q}_i \vec{n} = \vec{n} \cdot A \underline{B}_i^{(eff)} \vec{n}$, kjer predpostavimo $\vec{n} = \vec{e}_y$. Po uporabi statističnega povprečenja na obeh mestih enačbe dobimo samokonsistentno enačbo za s :

$$s \sim \int_0^{\theta_m} P_{NP}(\theta_i^{(NP)}) \frac{J_t s + w_{eff} \cos(2\theta_i^{(NP)})}{\sqrt{J_t^2 s^2 + w_{eff}^2 + 2J_t w_{eff} s \cos(2\theta_i^{(NP)})}} d\theta_i^{(NP)}. \quad (D14)$$

Tu smo v grobem približku tudi nastavili

$$w_i \sim w_{eff} \equiv w p. \quad (D15)$$

Literatura

- [1] Balazs, A. C., Emrick, T. in Russell, T. P. (2006). Nanoparticle polymer composites: where two small worlds meet. *Science*, 314, 1107.
- [2] Bellini, T., Buscaglia, M., Chiccoli, C., Mantegazza, F., Pasini, P. in Zannoni, C. (2002). Nematics with quenched disorder: how long will it take to heal? *Phys. Rev. Lett.*, 88, 245506.
- [3] Bisoyi, H. K. in Kumar, S. (2011). Liquid-crystal nanoscience: an emerging avenue of soft self-assembly. *Chem. Soc. Rev.*, 40, 306.
- [4] Buček, S., Kralj, S. in Sluckin, T. J. (2015). Hysteresis in two-dimensional liquid crystal models. *Adv. Condens. Matter Phys.* 2015, 1.
- [5] Chakrabarti, J. (1998). Simulation evidence of critical behavior of isotropic-nematic phase transition in a porous medium. *Phys. Rev. Lett.*, 81, 385.
- [6] Cordoyiannis, G., Kralj, S., Nounesis, G., Žumer, S. in Kutnjak, Z. (2006). Soft-stiff regime crossover for an aerosil network dispersed in liquid-crystal. *Phys. Rev.*, E 73, 031707.
- [7] Črešnar, D., Kyrou, C., Lelidis, I., Drozd-Rzoska, A., Starzonek, S., Rzoska, S. J., Kutnjak, Z. in Kralj, S. (2019). Impact of weak nanoparticle induced disorder on nematic ordering. *Crystals* 2019 9(3), 171.

- [8] Derbali, M., Guesmi, A., Hamadi, N. B. in Soltani, T. (2020). Dielectric, electrooptic and viscoelastic properties in cybotactic nematic phase doped with ferroelectric nanoparticles. *J. Mol. Liq.* 319, 113768.
- [9] Drozd-Rzoska, A., Rzoska, S. J. in Zioło, J. (2000). Quasicritical behavior of dielectric permittivity in the isotropic phase of smectogenic n – cyanobiphenyls. *Phys. Rev., E* 61, 5349.
- [10] Feldman, D. E. (2001). Quasi-long range order in glass states of impure liquid crystals, magnets, and superconductors. *Int. J. Mod. Phys., B* 15, 2945
- [11] Ghosh, A. in Mallick, T. K. (2018). Evaluation of colour properties due to switching behaviour of a PDLC glazing for adaptive building integration. *Renew. Energy*, 120, 126.
- [12] Ghosh, A. in Mallick, T. K. (2018). Evaluation of optical properties and protection factors of a PDLC switchable glazing for low energy building integration. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 176, 391
- [13] Ghosh, A., Norton, B. in Mallick, T. K. (2018). Daylight characteristics of a polymer dispersed liquid crystal switchable glazing. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 174, 572.
- [14] Ghosh, A., Norton, B. in Mallick, T. K., (2018). Influence of atmospheric clearness on PDLC switchable glazing transmission. *Energy Build.*, 172, 257.
- [15] Hamley, I. W. (2003). Nanotechnology with soft materials. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 42, 1692.
- [16] Hegmann, T., Qi, H. in Marx, V. (2007). Nanoparticles in liquid crystals: synthesis, self-assembly, defect formation and potential applications. *J. Inorg. Organomet. Polym.*, 17, 483.
- [17] Hemaïda, A., Ghosh, A., Sundaram, S. in Mallick, T. K. (2020). Evaluation of thermal performance for a smart switchable adaptive polymer dispersed liquid crystal (PDLC) glazing. *Sol. Energy*, 195, 185.
- [18] Hsu, C. J., Huang, M. K., Tsai, P. C., Hsieh, C. T., Kuo, K. L., You, C. F., Lo, K. Y. in Huang, C. Y. (2018). The effects of silica nanoparticles on blue-phase liquid crystals. *Liq. Cryst.*, 45, 303.
- [19] Iannacchione, G. S., Garland, C. W., Mang, J. T. in Rieker, T. P. (1998). Calorimetric and small angle x-ray scattering study of phase transitions in octylcyanobiphenyl-aerosil dispersions. *Phys. Rev., E* 58, 5966.
- [20] Imry, Y. in Ma, S. (1975). Random-field instability of the ordered state of continuous symmetry. *Phys. Rev. Lett.*, 35, 1399.
- [21] Karatairi, E., Rožič, B., Kutnjak, Z., Tzitzios, V., Nounesis, G., Cordoyiannis, Thoen, J., Glorieux, C. in Kralj, S. (2010). Nanoparticle-induced widening of the temperature range of liquid-crystalline blue phases. *Phys. Rev., E* 81, 41703.
- [22] Khalid, M., Shanks, K., Ghosh, A., Tahir, A., Sundaram, S. in Mallick, T. K. (2021). Temperature regulation of concentrating photovoltaic window using argon gas and polymer dispersed liquid crystal films. *Renew. Energy*, 164, 96.
- [23] Kikuchi, H., Yokota, M., Hisakado, Y., Yang, H. in Kajiyama, T. (2002). Polymer-stabilized liquid-crystals blue phases. *Nature Mater*, 1, 64.
- [24] Kleman, M. in Lavrentovich, O. (2004). *Soft Matter Physics: An Introduction*. Springer Science & Business Media, New York.
- [25] Küpfer, J. in Finkelmann, H. (1991). Nematic liquid single crystal elastomers. *Makrom. Chem., Rapid Commun.*, 12, 717.
- [26] Kyrou, C., Kralj, S., Panagopoulou, M., Raptis, Y., Nounesis, G. in Lelidis, I. (2018). Impact of spherical nanoparticles on nematic order parameters. *Phys. Rev., E* 97, 042701.
- [27] Lagerwall, J. P. in Scalia, G. (2012). A new era for liquid crystal research: applications of liquid crystals in soft matter nano-bio and microtechnology. *Curr. Appl. Phys.*, 12, 1387.

- [28] Lavrentovich, O. D. (1998). Topological defects in dispersed words and worlds around liquid crystals, or liquid crystal drops. *Liq. Cryst.*, 24, 117.
- [29] Lebwohl, P. A. in Lasher, G. (1972). Nematic-liquid-crystal order—a Monte Carlo calculation. *Phys. Rev.*, A 6, 426.
- [30] Lelidis, L., Nobili, M., in Durand, G. (1993). Electric-field-induced change of the order parameter in a nematic liquid crystal. *Phys. Rev.*, E 48(5), 3818.
- [31] León, N., Korb, J. P., Bonalde, I. in Levitz, P. (2004). Universal nuclear spin relaxation and long-range order in nematics strongly confined in mass fractal silica gels. *Phys. Rev. Lett.*, 92, 195504.
- [32] Li, F., Buchnev, O., Cheon, C. I., Glushchenko, A., Reshetnyak, V., Reznikov, Y., Sluckin, T. J. in West, J. L. (2006). Orientational coupling amplification in ferroelectric nematic colloids. *Phys. Rev. Lett.*, 97, 147801.
- [33] Liu, Q., Cui, Y., Gardner, D., Li, X., He, S. in Smalyukh, I. I. (2010). Self-alignment of plasmonic gold nanorods in reconfigurable anisotropic fluids for tunable bulk metamaterial applications. *Nano Lett.*, 10, 1347.
- [34] Luk'yanchuk, I., Tikhonov, Y., Razumnaya, A. in Vinokur, V. M. (2020). Hopfions emerge in ferroelectrics. *Nat. Commun.*, 11, 2433.
- [35] Mermin, N. D. (1979). The topological theory of defects in ordered media. *Rev. Mod. Phys.*, 51, 591.
- [36] Mohan, M. L. N. M. in Pal, K. (2020). Investigation on two homologous series of ferroelectric hydrogen bond liquid crystals derived from camphoric acid and alkyloxy/alkyl benzoic acids. *J. Mol. Struct.*, 129678.
- [37] Pal, K., Maria, H. J., Thomas, S. in Mohan, M. L. N. M. (2017). Smart in-plane switching of nanowires embedded liquid crystal matrix. *Org. Electron.*, 42, 256.
- [38] Pal, K., Mohan, M. L. N. M., Foley, M. in Ahmed, W. (2018). Emerging assembly of ZnO-nanowires/graphene dispersed liquid crystal for switchable device modulation. *Org. Electron.*, 56, 291.
- [39] Pal, K., Mohan, M. L. N. M., Zhan, B. in Wang, G. (2015). Design, synthesis and application of hydrogen bonded smectic liquid crystal matrix encapsulated ZnO nanospikes. *J. Mater. Chem. C*, 3(45), 11907.
- [40] Palffy-Muhoray, P. (2007). The diverse world of liquid crystals. *Physics today*, 60(9), 54-60.
- [41] Poulin, P., Stark, H., Lubensky, T. C. in Wietz, D. A. (1997). Novel colloidal interactions in anisotropic fluids. *Science*, 275, 1770.
- [42] Ranjesh, A., Ambrožič, M., Kralj, S. in Sluckin, T. J. (2014). Computational studies of history dependence in nematic liquid crystals in random environments. *Phys. Rev.*, E 89, 22504.
- [43] Rzoska, S. J., Starzonek, S., Drozd-Rzoska, A., Czupryński, K., Chmiel, K., Gaura, G., Michulec, A., Szczypek, B. in Walas, W. (2016). Impact of BaTiO₃ nanoparticles on pretransitional effects in liquid crystalline dodecylcyanobiphenyl. *Phys. Rev.*, E 93, 020701.
- [44] Smalyukh, I. I., Lansac, Y., Clark, N. A. in Trivedi, R. P. (2010). Three-dimensional structure and multistable optical switching of triple-twisted particle-like excitations in anisotropic fluids. *Nat. Mater.*, 9, 139.
- [45] Trček, M., Lavrič, M., Cordoyiannis, G., Zalar, B., Rožič, B., Kralj, S., Tzitzios, V., Nounesis, G. in Kutnjak, Z. (2016). Electrocaloric and elastocaloric effects in soft materials. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 374, 2074.
- [46] Zhu, C., Liu, X., Fu, T., Gao, X. in Ma, Y. (2020). Density, viscosity and excess properties of N, N-dimethylethanolamine +2-(ethylamino) ethanol +H₂O at T = (293.15 to 333.15) K. *J. Mol. Liq.*, 319, 114095.

Omejitve eksperimentalnega dela pri pouku kemije na daljavo

Limitations of Experimental Work in Distance Education in Chemistry

Alen Ovčar, Nikolaja Golob

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor, Slovenija

Povzetek

V zadnjem letu je osnovnošolsko izobraževanje v znatni meri potekalo na daljavo. Situacija je presenetila učence in učitelje, ki so morali svoj način poučevanja v hipu spremeniti in preiti na izobraževanje na daljavo – najpogosteje s pomočjo videokonferenčnih srečanj. Dogajanje je lahko zahtevno predvsem na področju naravoslovja, kjer učenci razvijajo eksperimentalne spretnosti in opazujejo ter argumentirajo nastale spremembe, procese ali pojave. Kot kakovostno alternativno možnost mnogi avtorji predlagajo eksperimentiranje na daljavo ob ustreznih video navodilih. Številni učitelji so pri pripravi naleteli na težave, kar predstavljamo v rezultatih raziskave med učitelji ene večjih slovenskih osnovnih šol. Kot najpogostejši omejitvi so v raziskavo vključeni učitelji poudarili časovno zahtevnost priprave lastnih video navodil in dilemo o pravni podlagi uporabe ali predelave tujih videoposnetkov. V prispevku zato pregledno predstavimo slovensko zakonodajo na tem področju.

Ključne besede: eksperimentiranje, videoposnetek, šolanje na daljavo, omejitve

Abstract

In the last year, primary education has been mainly conducted from a distance. The situation astonished the students and teachers, who had to change their teaching method and switch to online education. This may be especially critical in the field of natural sciences, where students develop experimental skills as well as observe and discuss reactions, processes or phenomena. Creating video instructions proved to be a good alternative, however, many teachers quickly faced several problems. As the most common limitations, the study highlighted the lack of time and the issue regarding the legal basis of using or editing foreign videos. In the case of the latter, the legislation in Slovenia still is written quite ambiguously. In the case of the latter, the legislation in Slovenia is still written quite ambiguously.

Keywords: experimentation, video clip, distance learning, limitations

1 UVOD

Raziskovalci so si povsem enotni, da je v izobraževanju naravoslovja eksperimentalno delo ključno. Ključni cilj eksperimentalnega dela je doseganje povezovanja med opazovanjem in razmišljanjem oz. povezovanje realnega sveta z miselno upodobitvijo (Logar, A. in Ferk Savec, V., 2016). Eksperimentiranje je smiselno le, če so učenci sposobni povezovati kemijske pojme z eksperimentalno dejavnostjo (Millar, 2004 v Logar, A. in Ferk Savec, V., 2016).

1.1. Pomen eksperimentalnega dela v kemiji

Millar idr. (1999) v Logar, A. in Ferk Savec, V. (2016) poudarja naslednje korake v zasnovi eksperimentalnega dela:

- odločitev vpeljave ustreznih učnih ciljev v vsebino,
- oblikovanje eksperimentalnih nalog, s katerimi učenci dosežejo zadane cilje,
- oblikovanje navodil, kaj naj učenci naredijo in
- evalvacija, kaj so se učenci z eksperimentiranjem naučili.

Logar, A. in Ferk Savec, V. (2016) izpostavljata vizualizacijski učinek eksperimentalnega dela. Slednje vodi k boljšemu in bolj poglobljenemu razumevanju pojmov. Eksperiment naj bi povezoval in osmišljajal naslednje ravni: makroskopsko, submikroskopsko in simbolno. Tedaj lahko učenec pridobi sposobnost, da pojme vizualno uvidi. Učenje dobi tekom eksperimentiranja svoj smisel, ko učenec poveže teorijo in osnovne kemijske pojme s tem, kar je pri eksperimentu opazil.

V učnem načrtu za kemijo o pomenu eksperimentiranja v kemiji piše takole: *»S poukom kemije razvijamo kemijsko in s tem naravoslovno pismenost učencev v najširšem pomenu besede. Pouk kemije je zasnovan na izkustvenem, eksperimentalno-raziskovalnem in problemskem pristopu, kar prispeva k razumevanju delovanja naravoslovnih znanosti in pozitivnemu odnosu do kemije in naravoslovja (Ministrstvo za šolstvo in šport, 2011).*

Eksperimentalno-raziskovalni pristop omogoča tudi:

- seznanitev in ustrezno ter varno uporabo opreme in kemikalij,
- poznavanje razlik med konstantami in spremenljivkami,
- razumevanje in ovrednotenje dobljenih rezultatov,
- sklepanje in diskutiranje glede na ugotovitve (Ministrstvo za šolstvo in šport, 2011).

Pomembno je, da v ideje, zasnove, potek in diskusijo o eksperimentu čim bolj vključujemo učence. Če se pravilno lotimo eksperimentalnega dela, lahko v kratkem času realiziramo veliko ciljev. Priporočljivo je, če eksperimentalno delo kombiniramo z drugimi metodami, kot je terensko delo ali vključevanje informacijsko komunikacijske tehnologije (v nadaljevanju: IKT). Če imamo opravka z zelo dragimi ali nevarnimi kemikalijami, se lahko poslužujemo tudi videoposnetkov, ki nudijo določeno vizualizacijo in omogočijo, da opazimo nekaj, kar tekom eksperimenta zaradi različnih razlogov ne bi. Laboratorijsko delo naj bi bilo večkrat zasnovano kot individualno delo učencev in razporejeno čez celotno leto. Kot pomembno funkcijo eksperimentalnega dela je treba izpostaviti tudi uvajanje učencev v raziskovalno delo. Tako jih navajamo na zanesljivost, natančno opazovanje, obdelavo in argumentacijo rezultatov, opredelitev problema, oblikovanje raziskovalnih vprašanj, ciljev in hipotez. Ko so učenci dovolj večji eksperimentiranja, lahko tudi sami načrtujejo eksperimentalno in raziskovalno delo tako, da poiščejo kak eksperiment in ga prilagodijo oz. dopolnijo. Dobro je tudi, če se učitelj odloči za nekoliko bolj odprto eksperimentalno delo, ki spodbuja miselne procese učencev. Eksperiment naj izhaja iz problemskega izhodišča, učence pa naj se pri tem spodbuja (Ministrstvo za šolstvo in šport, 2011).

1.2. Alternativne metode eksperimentiranja na daljavo

1.2.1. Učinkovitost izobraževanja na daljavo in tehnološka pripravljenost

Po podatkih UNESCO naj bi zaprtje šol prizadelo skoraj 363,1 milijonov mladostnikov po vsem svetu. Večina učencev in učiteljev je bilo nepripravljenih. K izobraževanju učiteljev v teh časih so pomemben korak naredile številne nacionalne organizacije, ki so ponudile podporo pri poučevanju na daljavo. Med izbruhom pandemije COVID-19 in javno blokado življenja so bili vsi učitelji na vseh ravneh izobraževanja po celem svetu izzvani za izvajanje pouka na spletu. Učitelji kemije so bili v posebej težkem položaju, ker so morali poleg razlage teoretičnih znanj organizirati tudi praktične vidike, zato so morali eksperimente in laboratorijske dejavnosti prenesti v spletno okolje. Tehnični napredek in razvoj IKT sta ustvarila vsaj nekaj priložnosti za uvajanje študentov v praktične vidike kemije med poukom na daljavo. Poskusi se lahko v času šolanja na daljavo kljub vsemu uvedejo v naslednjih oblikah:

- pisni opisi s fotografijami,
- videoposnetki demonstracij,
- interaktivne demonstracije v živo,
- preproste simulacije in
- eksperimentiranje v »navideznih« oz. virtualnih laboratorijih (Babinčáková, M. in Bernard, P., 2020).

Kot eno izmed alternativnih možnosti avtorji predstavljajo eksperimentalno delo z uporabo kuhinjskih oz. gospodinjskih snovi in reagentov. Nekatere šole se odločajo tudi za pošiljanje določenih reagentov. Avtorji povzemajo tudi študije, ki so primerjale uspešnost študentov na praktičnih in v virtualnih laboratorijskih tečajih. Razumevanje je bilo proti koncu obeh tečajev približno enako, kar vodi do dejstva, da so virtualni laboratoriji precej koristni, sploh v času pandemije. Poleg tega se v njih kažejo tudi druge prednosti – prihranek časa in zmanjšanje količine odpadkov (Babinčáková, M. in Bernard, P., 2020).

Tekom študije se je kot ena izmed večjih težav poučevanja na daljavo pojavila počasna internetna povezava, zaradi katere so bile mnoge videokonference nizkokakovostne, učenci so posledično zaradi tega preslišali ogromno pomembnih informacij in posledično eksperimenta niso razumeli. Avtorji kot rešitev navajajo posnemanje eksperimenta, saj si učenci lahko pogledajo videoposnetek kadarkoli (npr. ko je na voljo hitrejša internetna povezava). V študiji se je izkazalo tudi, da učenci med spletnim učenjem precej pogrešajo direktni stik z učiteljem in svojimi sošolci (Babinčáková, M. in Bernard, P., 2020).

Za učitelje je glede na raziskavo Rupnik Vec idr. (2020) poučevanje na daljavo zahtevnejše in bolj stresno. Izpostavljajo tudi dejstvo, da pri takem načinu izobraževanja ne uspejo realizirati zadanih učnih ciljev. Raziskovali so tudi pogostost izvajanja določenih didaktičnih oblik pouka. Ugotovili so, da je najbolj zastopana oblika dela pri šolanju na daljavo samostojno delo učencev, po drugi strani pa je veliko manj dela v dvojicah in dela v skupinah, kar ima sicer veliko prednosti (socializacijska funkcija, razvijanje sposobnosti medsebojnega komuniciranja in razvijanje sprejemanja drugih mnenj, pri laboratorijskemu delu se porabi in odvrže manjša količina kemikalij). Nekateri učitelji so svoje delo organizirali tudi preko videokonferenc ali pa so slednje kombinirali s samostojnim delom učencev. Za slednji način se odloča največ učiteljev druge in tretje triade na osnovni šoli.

Četudi rezultati uspešnosti morda kažejo na slabše doseganje rezultatov pri izobraževanju na daljavo, pa ima slednje po besedah Bregar idr. (2020) tudi številne prednosti. Med njimi

izpostavljajo prožnost, dostopnost, možnost, da se vsebina prilagaja posameznikovim potrebam in manjše stroške. Bolj pregledna naj bi bila tudi dokumentiranost, omenjajo pa tudi prostorsko prožnost, saj pri klasičnem načinu poučevanja določeni tipi izobraževanj niso mogoči. Dejstvo je, da se z e-izobraževanjem povečuje informacijska pismenost prisotnih. Na sploh ima tako izobraževanje podporo v Evropski uniji. Bregar idr. (2020) sicer opozarjajo na določene težave, s katerimi se lahko učitelji pri tovrstnem načinu poučevanja srečajo. Med njimi je vprašanje glede ustrezne opreme in vprašanje o tem, kako so učitelji večji uporabe IKT.

1.2.2. IKT v izobraževanju kot alternativna metoda eksperimentalnega dela

Z ustrezno uporabo IKT lahko učitelj poveča stopnjo vizualizacije pri učencih, prav tako je izobraževanje bolj dostopno. Kot učinkoviti se kažejo razni učni filmi. Učenci si z ogledom takšnih izobraževalnih videoposnetkov lahko veliko zapomnijo, lahko pa deluje tudi precej motivacijsko na učence. Tukaj je pomembno, da med predvajanjem avdiovizualnih sredstev učitelj postavlja kakšne naloge ali pa vključi druge vrste aktivnosti učencev (Blažič idr., 2003). Raziskava Yuen, M. C. (2010) kaže, da so splošne povratne informacije študentov iz ankete o video navodilih pozitivne, saj jim pomagajo pri učenju in zadržijo pozornost. Učenje z najrazličnejšimi video navodili sodi med najbolj zaželeno metodo učenja.

Glede na ugotovitve Ritonga, S. idr. (2020) naj bi video animacija z vključenimi video navodili ob smiselni in premišljeni rabi precej spodbujala veščine kritičnega mišljenja učencev. Pri takšnem načinu učenci konkretno vidijo procese in pojave, ki so pred njimi, ne da bi si morali vsebino abstraktno predstavljati.

Če se uporabe avdiovizualnih sredstev lotimo na ustrezen in smiseln način, potem je doseganje znanja s strani učencev v primerjavi s klasičnim frontalnim načinom poučevanja večje. Seveda na izbiro metode dela (bodisi gre za video metodo, bodisi za katero drugo metodo dela) pomembno vplivajo predznanje učencev, obseg in vsebina, ki bo vključena, ter namen takšnega načina poučevanja (Blažič idr., 2003).

Prednost poučevanja z avdiovizualnimi sredstvi je tudi boljša nazornost in večja dinamika določene snovi. Pri predmetih z naravoslovnimi vsebinami je takšen način sploh še posebej smiseln. Določenih procesov in pojavov (tudi na mikroskopski ravni) učenci v vsakdanu ne morejo opazovati, zato je najbolj smiselno uporabiti vizualno predstavo. Tako bodo učenci snov bolje razumeli in si jo tudi prej zapomnili (Blažič idr., 2003). Prikazujemo lahko tudi eksperimentalno delo, preko katerega se učenci še posebej veliko naučijo. Poučevanje z eksperimenti v šoli je namreč lahko cenovno nedostopno ali prezahtevno za učitelja. Tudi Warju idr. (2020) pojasnjujejo, da uporaba video posnetkov z navodili vodi do višje motivacije in tudi boljše ustvarjalnosti študentov, ki lahko znanje uporabijo tudi v drugih kontekstih.

Ker je v kemiji izrednega pomena tudi razvijanje vizualne pismenosti, je pomembno tudi vključevanje vizualizacijskih sredstev: kroglični modeli, 3D računalniški modeli, programi za risanje in prikazovanje strukture molekul. Pomembno je izkoristiti čim več modernih in inovativnih možnosti, ki jih nam ponuja IKT. Vizualizacijska sredstva namreč odlično povezujejo simbolno raven z makroskopsko in submikroskopsko ravno (Ministrstvo za šolstvo in šport, 2011).

1.3. Avtorske pravice in izdelovanje videoposnetkov v izobraževalne namene

1.3.1. Mednarodne konvencije in sporazumi

Morebitne omejitve lahko pri vključevanju videoposnetkov v učne ure predstavljajo tudi nejasnosti v razumevanju avtorskega prava na področju izobraževanja. V modernih družbah je ureditev avtorskega prava zelo pomembna, še zlasti, če govorimo o ureditvi avtorskih pravic v izobraževanju. Velik faktor pri tem je internet, s pomočjo katerega lahko v kratkem času pridemo do ogromnega števila informacij. Poleg tega internet omogoča uporabljanje pridobljenih informacij na različne načine in tudi v različne namene. Po eni strani daje sodobna IKT priložnost novim avtorjem, da se dokažejo in uveljavljajo svoja mišljenja, po drugi strani pa IKT žal omogoča tudi ilegalno uporabo znanj drugih avtorjev (Bregar idr., 2020).

Z globalizacijo, povečano trgovino med državami je prišlo do vprašanja o mednarodni ureditvi avtorskih pravic. Leta 1886 so se v Bernu sestali voditelji desetih držav in pod pokroviteljstvom tedanjega francoskega kralja in Mednarodnega združenja literatov in umetnikov podpisali konvencijo o varstvu avtorskih pravic (Bregar idr., 2020).

Po kraju podpisa je dobila konvencija tudi svoje ime, gre za Bernsko konvencijo. Temeljna načela v omenjeni konvenciji so naslednja:

- načelo asimilacije, ki omogoča državljanom drugih članic enako varstvo kot za domačine,
- načelo varstva brez formalnosti, ki omogoča, da so avtorske pravice že samodejno zavarovane takoj, ko je delo napisano. Pri tem zahtevek avtorja za varstvo njegovih pravic ni potrebno.
- načelo minimalnega varstva pravic, ki zagotavlja, da članice nudijo in varujejo pravice avtorjev z minimalno določenim obsegom, zapisanim v Bernski konvenciji (priporočljiv je še večji obseg) (Bahor, str. 4 v Bregar, 2020).

Na pobudo UNESCO je v Ženevi leta 1952 nastala Svetovna konvencija o avtorski pravici. Obseg varstva pravic je v tej konvenciji manjši, saj sta sprejeti le načeli o asimilaciji in o minimalnem varstvu pravic. Namen te konvencije je bil, da jo sprejmejo tudi tiste države, ki niso podpisnice Bernske konvencije z razlogom, ker je pri slednji obseg pravic zanje prevelik (Bregar idr., 2020).

Bregar idr. (2020) poudarjajo, da Mednarodne konvencije in sporazumi le v splošnem omogočajo omejitve na področju avtorskega prava – države podpisnice imajo pravico, da same določijo, katere izjeme pri njih veljajo.

1.3.2. Avtorsko pravo v Sloveniji

Temelj zakonodaje pri nas je opisana Bernska konvencija in drugi mednarodni sporazumi ter načela Evropske unije. V Sloveniji področje avtorskega prava ureja Zakon o varstvu avtorskih in sorodnih pravic (ZASP) iz leta 1995 (Uradni list RS, št. 21/95 v Bregar idr., 2020). Zakon je bil sicer že večkrat dopolnjen, nazadnje je bilo to leta 2016 (Bregar idr., 2020).

Bregar idr. (2020) opisujejo avtorsko pravico tako: »Avtorska pravica je posebna oblike intelektualne lastnine, ki zagotavlja avtorju uresničevanje premoženjskih (materialnih) in osebnih (moralnih) interesov, povezanih z izkoriščanjem avtorskega dela.« Dodajajo še, da avtorske pravice nastanejo samodejno, torej brez kakršnekoli prijave ali registracije lastnine.

Dodatna merila, ki so v pomoč pri ugotavljanju, ali je neko delo avtorsko, so:

- delo je rezultat človeškega dela (ne rezultat dela naprave),
- izhaja s področja ustvarjalnosti,
- vsebuje individualnost avtorja (njegovo osebno noto) in
- delo je mogoče zaznati s človeškimi čuti (Trampuž idr., 1997 v Bregar idr., 2020).

Najpogostejša avtorska dela so govori, predavanja, pisana in glasbena dela, gledališka in lutkovna dela, avdiovizualna in likovna dela ipd. Med avtorska dela pa ne uvrščamo odkritij, načel in idej ter ljudskih stvaritev in raznih uradnih besedil (npr. s sodnega področja), (Bregar idr., 2020).

Ključno pri vpeljavi rešitve o avtorskem pravu v izobraževanju je najti ustrezno razmerje med interesi avtorja na eni strani in med interesi širše družbe na drugi strani. Zagovorniki slednjih interesov so mnjenja, da je potreben prost pretok informacij in čim več razširjanja znanja. Med države, ki sicer dopuščajo nekatere omejitve avtorskega prava na področju izobraževanja (e-izobraževanje pa se pri tem ne obravnava posebej), je tudi Slovenija. To pomeni, da se omejitve nanašajo le na neposredni pouk, za potrebe e-izobraževanja pa so te stvari še precej nedoločene oz. nedorečene (Bregar idr., 2020). Stališče, ki ga ima MIZŠ (2019), je, da bi morala biti izjema o avtorskem pravu ne področju izobraževanja širša. Direktiva o avtorskih in sorodnih pravicah na enotnem digitalnem trgu (Uradni list EU, 2019) naj bi uskladila področje avtorskih pravic tudi pri e-izobraževanju (torej izobraževanju, ki jo je omogočil tehnološki napredek). Predvideva se uvedba izjeme, ki bi omogočila uporabo avtorskih del v digitalni obliki, seveda za namene izobraževanja. (MIZŠ, 2019 v Bregar idr., 2020). Slovenija je sicer konvencijo ratificirala leta 1992 (Bregar idr., 2020).

1.3.3. Avtorske pravice v e-izobraževanju

ZASP dopušča nekatere izjeme v primerih, ko je brez avtorskega dovoljenja omogočena uporaba avtorskih del. Tedaj je dovoljena prosta uporaba za namene pouka. Konkretnije gre za javno izvajanje objavljenih del pri neposrednem pouku ali na šolskih slovesnostih (razen če bi izvajalec prejel plačilo) in v primeru oddajanja RTV šolskih oddaj (Bregar idr., 2020).

Bregar idr. (2020) pojasnjujejo, da se s problematiko avtorskega prava v e-izobraževanju srečamo zelo hitro. Poleg lastnega učnega gradiva se velikokrat uporablja tudi kakšen drug vir informacij. Da ne kršimo avtorskih pravic lahko:

- od lastnika (avtorja) pridobimo licenco ali
- se sklicujemo na izjeme, ki jih dopuščajo mednarodni sporazumi in zakonodaja. Pri tem so izjeme, ko govorimo o avtorskih pravicah naslednje: gradivo želimo uporabiti v namene poučevanja, ga citiramo, uporabimo v namene zbirke gradiv ali pa uporabimo v knjižnicah ali kateri drugi ustanovi (Bregar idr., 2020).

Če želimo od avtorja pridobiti ustrezno licenco, lahko hitro naletimo na težave. Težko je identificirati imetnika avtorskih pravic, s procesom lahko imamo veliko stroškov, zanj pa lahko

porabimo veliko časa. Velikokrat je zato lažje sklicevanje na izjeme v izobraževanju (Bregar idr., 2020).

Za namene »ilustracije« pri pouku naj bi veljale izjeme na področju avtorskega prava. Pogoji je uporaba v nekomercialne namene. Pomembno je poudariti nekaj slabosti oz. nedoslednosti pri predvidenih izjemah:

- članicam je uvedba izjeme le opcijška,
- izjema je opisana precej splošno, zato je tukaj možnih veliko implementacij in razlag (npr. kaj se označuje pod pojmom »ilustracije«) in
- izjema se v Sloveniji nanaša na besedo »pouk« oz. »face-to-face« izobraževanje, kar lahko izključuje izobraževanje, ki pouka ne izvaja v živo (Krajnc, 2016).

Razvoj zakonodaje avtorskih pravic se po besedah Bregar idr. (2020) vpeljuje v dve smeri.

- a) Razvoj tehnoloških ukrepov in sistemov, ki bi naj omogočili imetniku avtorskih pravic nadzor in pregled nad uporabo njegovih del z namenom, da se prepreči kršitev njegovih avtorskih pravic. Vendarle pa ima ta smer eno veliko pomanjkljivost – zagotavljanje zasebnosti drugih. Ta pristop bi zato naj bil neživljenjski, saj zahteva nadzor nad komunikacijo in računalniško opremo uporabnikov (Doctorow, 2014 v Bregar idr., 2020).
- b) Razvoj sistema pravnega varstva, ko avtorji vnaprej določijo, kaj je zanje sprejemljivo in kaj ne. Gre za sistem CC (v sklopu organizacije Creative Commons).

1.3.4. Sistem avtorskih pravic CC (Creative Commons)

Obseg pravic je lahko po sistemu CC naslednji:

a) *Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav CC BY-NC-ND*

Omenjena licenca je izmed vseh po tem sistemu najbolj omejujoča. Dovoljuje izključno uporabo dela in deljenje z drugimi, a le v primeru, da se navaja avtorstvo. S to licenco ni omogočeno, da bi delo lahko kakorkoli spreminjali.

b) *Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji CC BY-NC-SA*

Omenjena licenca je še vedno precej omejujoča, vendar nekoliko manj kot prejšnja. Dovoljuje dopolnjevanje dela (nekomercialno). Potrebno je navajati prvotnega avtorja, dovoljuje pa predelavo.

c) *Priznanje avtorstva-Nekomercialno CC BY-NC*

Omenjena licenca dovoljuje predelavo, dopolnjevanje dela (nekomercialno). Tudi tukaj je treba navajati prvotnega avtorja, vendar za razliko od prejšnje licence ni treba licenciranje pod enakimi pogoji.

d) *Priznanje avtorstva-Brez predelav CC BY-ND*

Omenjena licenca dovoljuje uporabo in deljenje dela. Treba je navajati avtorja in dela ne moremo spreminjati ali obdelovati, je pa dovoljena uporaba v komercialne namene.

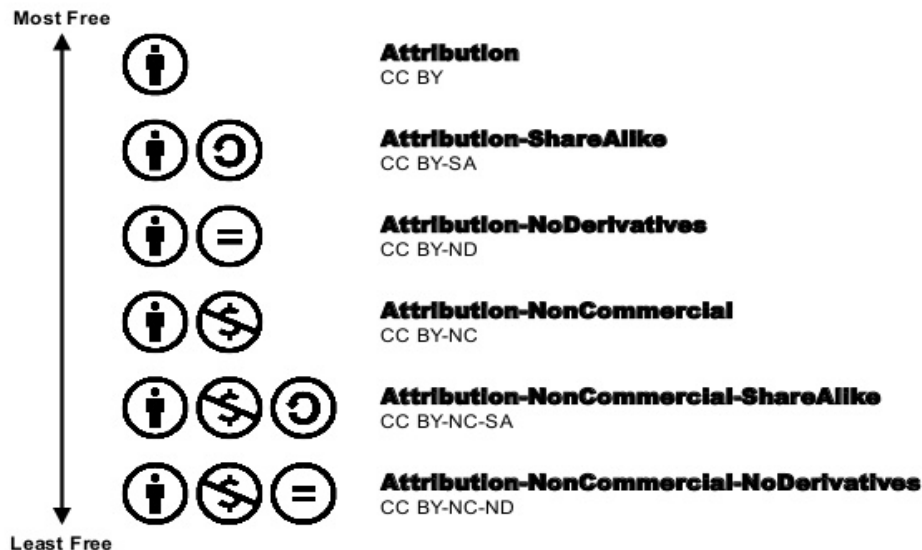
e) *Deljenje pod enakimi pogoji CC BY-SA*

Omenjena licenca dovoljuje predelavo in dopolnjevanje tudi v komercialne namene, vendar je potrebno navajati avtorja dela. Tukaj je obvezno licenciranje pod enakimi pogoji.

f) *Priznanje avtorstva CC BY*

Ta licenca omogoča veliko večjo svobodo uporabnikom, saj dovoljuje predelavo, dopolnjevanje tudi v komercialne namene in ni potrebno licenciranje pod enakimi pogoji. To licenco uporabijo tisti avtorji, ki želijo, da se njihovo delo deli in spelje v širšo rabo. Vendarle je tudi pri tej licenci treba navajati avtorja (Bregar idr., 2020).

6 License Types...



030913 Nanyang Technological University Libraries

Slika 1: Obseg avtorskih pravic po sistemu CC

(Vir: <https://pt.slideshare.net/hedrensum/5min-guide-to-creative-commons/2>)

Ker ima preučevanje učnih vsebin z video metodo precej prednosti (Blažič idr., 2003), nas je zanimalo, v kolikšni meri so učitelji tekom epidemije vključevali videoposnetke v svoj učni proces. Učitelji se lahko odločijo tudi za samostojno pripravljena video navodila, ki jih posredujejo učencem, za delo doma (npr. eksperimentalno delo). Glede na ugotovitve Ritonga, S. idr. (2020) naj bi video animacija z video navodili pozitivno vplivala na večšine kritičnega mišljenja učencev, zato smo v ta namen preverili izkušnje učiteljev na eni izmed slovenskih šol. Postavili smo si več raziskovalnih vprašanj in hipotez.

- V kolikšni meri se učitelji poslužujejo poučevanja na daljavo s pomočjo izdelovanja videoposnetkov?
 - Kaj so vzroki, da se učitelji ne poslužujejo poučevanja na daljavo s pomočjo izdelovanja videoposnetkov?
 - S katerimi težavami so se učitelj soočali tekom izdelovanja videoposnetkov za namene šolanja na daljavo?
-
- Ugotoviti, v kolikšni meri se učitelji poslužujejo poučevanja na daljavo s pomočjo izdelovanja videoposnetkov.
 - Ugotoviti vzroke, zakaj se nekateri učitelji ne poslužujejo poučevanja na daljavo s pomočjo izdelovanja videoposnetkov.
 - Ugotoviti, s katerimi težavami so se učitelji soočali tekom izdelovanja videoposnetkov za namene šolanja na daljavo.

V času epidemije Covid-19 je izobraževanje večino časa potekalo na daljavo. V trenutku so bili tako učenci in tudi učitelji, prisiljeni delati na daljavo, kar je marsikoga precej presenetilo. Treba je bilo izkoristiti vse znanje s področja informacijsko komunikacijske tehnologije in se dodatno izobraževati ter iskati nove poti v izobraževanju. Pereč problem se je pojavil zlasti pri urah naravoslovnih predmetov, ki temeljijo na eksperimentalnih vajah. Pojavilo se je vprašanje, kako eksperimentirati na daljavo.

Kot alternativna možnost eksperimentiranja v šoli se je pojavilo izdelovanje video navodil ali celotnih posnetkov eksperimentov, kar pa je veliko učiteljem pomenilo velik izziv. Z raziskavo smo želeli preveriti, v kolikšni meri se učitelji na osnovni šoli sploh poslužujejo izdelovanja videoposnetkov in na katere težave so pri tem naleteli. Zanimali so nas tudi morebitni razlogi, zakaj se nekateri učitelji niso odločili za izdelovanje videoposnetkov v namene izobraževanja.

Pozneje sem tudi sam pripravil in izdelal videoposnetek, ki naj bi ga uporabil pri šolskih urah eksperimentiranja v kemiji na daljavo, z namenom, da ugotovimo, kako se kakovosten videoposnetek sploh izdelava, kako lahko poskrbimo za avtorski material, katere didaktične in tehnične postopke lahko pri tem uveljavljamo, kako in čemu k eksperimentu dodati razlago učitelja in kako videoposnetek narediti zanimiv in privlačen učencem, da tudi sami eksperimentirajo, četudi doma. Pred pripravo videoposnetka sem pregledal učni načrt kemije v osnovni šoli ter izpisal cilje, ki jih učenci z eksperimentiranjem realizirajo.

1.4. Metodologija

Članek je deloma teoretičen in deloma empiričen. Pri tem smo uporabili naslednje metode dela:

- empirična, kavzalno-neeksperimentalna metoda raziskovanja in
- deskriptivna metoda.

Izbor virov sem opravil v spletnih bibliografskih bazah in z uporabo spletnih iskalnikov Google Scholar (učenjak). V članku so predstavljena še spoznanja strokovne literature. Za izdelavo videoposnetka sem uporabil program Wondershare Filmora9.

V prilogi je vprašalnik, s katerim smo želeli pridobiti povratno informacijo o tem, v kolikšni meri se učitelji poslužujejo poučevanja na daljavo s pomočjo izdelovanja videoposnetkov, s katerimi ovirami so se pri tem soočili in kaj so morebitni vzroki za to, da v svoj izobraževalni proces ne vključujejo lastnih videoposnetkov. Z vprašalnikom smo preverjali tudi predmetno področje in spol anketirancev.

Raziskovani vzorec je zajemal anketirance, ki poučujejo na osnovni šoli. Slednja je znana po uspešni rabi informacijsko-komunikacijske tehnologije.

Vprašalnik je rešilo 18 učiteljev, od tega 6 učiteljev, ki poučujejo na razredni stopnji in 12 učiteljev, ki poučujejo na predmetni stopnji.

Vprašalnik je vseboval vprašanja zaprtega tipa, ki so bila razumljiva, enoznačna in ciljno naravnana. Anketirancem je bila ponujena tudi možnost, da vpišejo svoje mnenje (vzroke, zakaj niso izdelovali lastnih videoposnetkov v namene izobraževanja) v polje »drugo«.

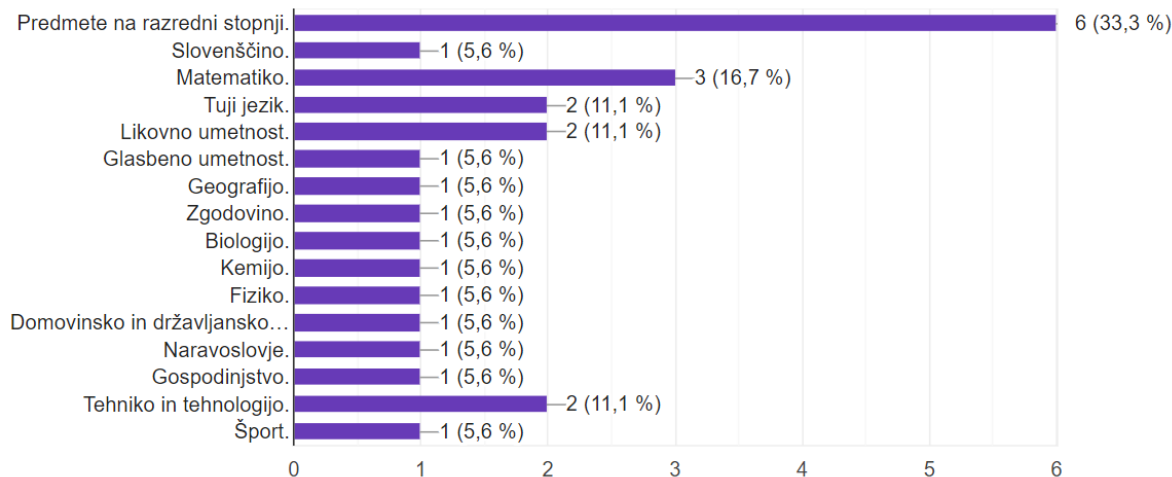
Uporabili smo spletno anketiranje s pomočjo Google Forms (<https://www.google.com/forms/about/>) .

1.4.1. Učiteljem smo poslali anketne vprašalnike v mesecu aprilu 2021. Vprašalnike smo obdelali in predstavili v obliki tabel.

1.5. Rezultati

Med anketiranimi je bilo 14 žensk in 4 moški. Vsi anketirani poučujejo na Osnovni šoli Dobje.

Med anketiranimi je 6 učiteljev, ki poučujejo na razredni stopnji in 12 učiteljev, ki poučujejo na predmetni stopnji.



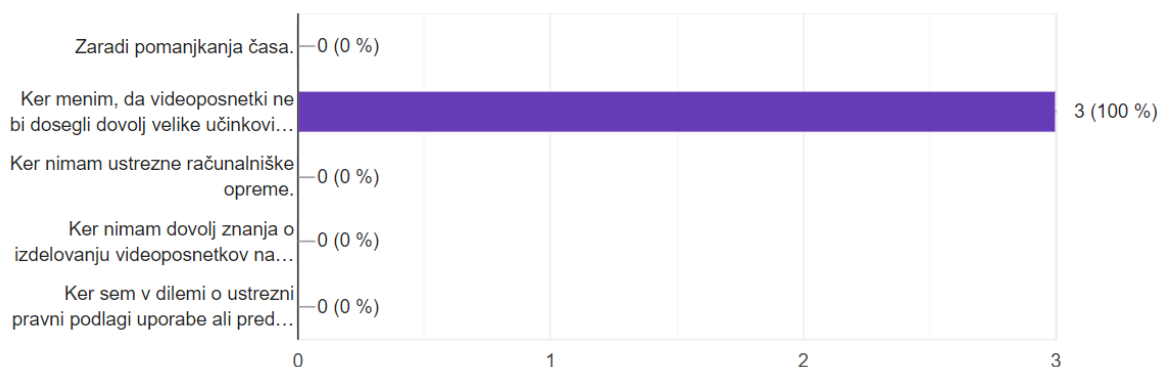
Slika 1: Prikaz področij, ki jih učitelji, ki so bili anketirani, poučujejo.

V nadaljevanju nas je zanimalo, v kolikšni meri se učitelji poslužujejo izdelovanja videoposnetkov za šolanje na daljavo. Ugotovili smo, da se trije učitelji za to niso odločili nikoli, 5 se jih je odločilo le redko (en videoposnetek na mesec), 5 se jih je odločilo občasno (dva do pet videoposnetkov na mesec) in 5 pogosto (šest videoposnetkov na mesec ali več). Nihče izmed anketiranih ni bil takšen, ki bi za vsako uro pripravil videoposnetek.



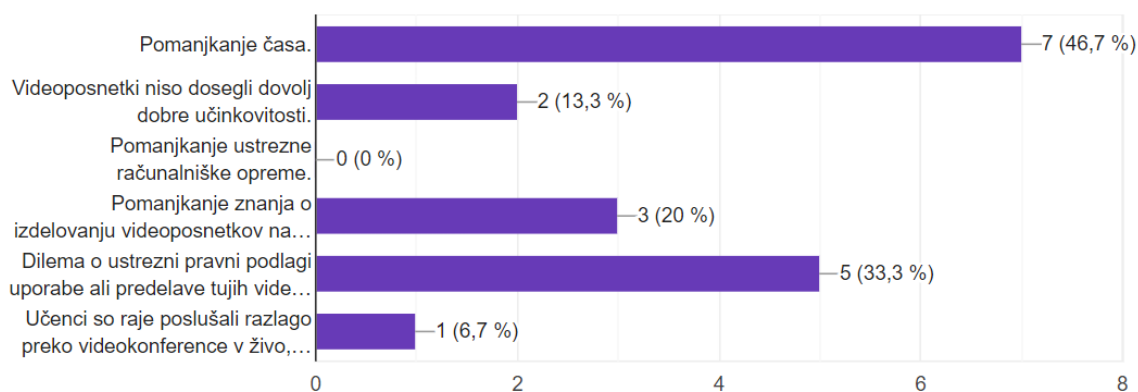
Slika 2: Delež pedagoških ur, ki so jih učitelji v času šolanja na daljavo izvedli s pomočjo videoposnetkov.

Učitelje, ki se niso odločili za izdelovanje videoposnetkov niti enkrat, smo povprašali o vzrokih, zakaj se zanje niso odločili. Ugotovili smo, da je ključni razlog v tem, da menijo, da videoposnetki ne dosežejo dovolj velike učinkovitosti v znanju učencev.



Slika 3: Vzroki, zakaj učitelji niso izdelovali videoposnetkov za šolanje na daljavo.

Tiste učitelje, ki so že pripravljali videoposnetke za šolanje na daljavo, smo povprašali o morebitnih težavah, s katerimi so se soočali tekom izdelovanja. Ugotovili smo, da je najpogostejši razlog pomanjkanje časa (46,7 % odgovorov), za tem pa dilema o ustrezni pravni podlagi uporabe ali predelave tujih videoposnetkov (33,3 % odgovorov). Nekateri so navedli še pomanjkanje znanja o izdelovanju videoposnetkov (20 %) in mnenje, da videoposnetki ne dosežejo dovolj visoke učinkovitosti v znanju učencev (13,3 %). 6,7 % anketiranih je poudarilo svojo izkušnjo, da so učenci bolj naklonjeni razlagi preko videokonference.



Slika 4: Težave, s katerimi so se učitelji soočali tekom izdelovanja videoposnetkov za namene šolanja na daljavo.

2 DISKUSIJA

Z raziskavo smo ugotovili, da so učitelji v času šolanja na daljavo v povprečju občasno pripravljali videoposnetke. Pomembno je poudariti, da je osnovna šola, na kateri smo opravljali analizo vprašalnikov, informacijsko, komunikacijsko in tehnološko napredna (gre namreč za Microsoftovo šolo, ki sodeluje na več projektih, npr. Erasmus+ projekt in ATS STEM, kjer ugotavljajo prečne veščine, dosežene z uporabo IKT), zato rezultatov ne gre posploševati na celotno šolstvo v Sloveniji. Kot glavni razlog tistih učiteljev, ki se za izdelavo videoposnetka niso odločili niti enkrat, se kaže v njihovem mnenju, da videoposnetki ne dosežajo dovolj visoke učinkovitosti v znanju učencev. Po drugi strani kot dve najpogostejši težavi učiteljev, ki so pripravljali videoposnetke, prevladujeta pomanjkanje časa in dilema o ustrezni pravni podlagi uporabe ali predelave tujih videoposnetkov. Najverjetneje je v povprečju na preostalih

šolah težav še več, sploh glede dostopnosti do računalniško-programске opreme in pomanjkljivo znanje zaposlenih, ki so se s takšnimi idejami v tolikšnem obsegu in v tako kratkem času znašli prvič. Guseva, Y. in Kauppinen, T. (2018) kot glavno pomanjkljivost opredeljujeta nepriljubljenost videoposnetkov, ki jih učitelji pripravijo za svoje učence. Poleg tega je informacij v videoposnetku po navadi enostavno preveč ali pa so le-te predolge in kompleksne. Avtorja opozarjata tudi na to, da učitelji velikokrat pred izdelovanjem videoposnetka sploh ne načrtujejo, kako bi to naredili (prezrejo načrtovanje vsebin), posledica slednjega pa se kaže v pomanjkljivi strukturiranosti videoposnetka. Vzrok za nepriljubljenost videoposnetkov je lahko tudi pomanjkanje vizualnih elementov. Poleg tega se vsebina velikokrat gleda na mobilnih napravah, kar je še dodaten razlog, da se vseh informacij enostavno ne more preučiti. Pomembno je, da je učitelj pri izdelovanju kreativen – razlaga ob videoposnetku mora biti takšna, da ima neko dodano vrednost tistemu, kar video prikazuje (Guseva, Y. in Kauppinen, T., 2018).

Učitelji z izdelavo videoposnetka porabijo ogromno časa in težko je pričakovati, da bi za vsako uro lahko izdelali tako učno gradivo, čeprav večina učiteljev ni navedla, da videoposnetki ne bi bili učinkoviti. Treba je namreč posneti videoposnetek ali ga pridobiti s spletnih strani, ki to dovoljujejo. Sledi časovno zahtevna montaža več videoposnetkov v enega in posnemanje zvoka, ki ga učitelji potem vključijo v videoposnetek. Brez slednjega bi bilo razumevanje s strani učencev precej oteženo in ne bi v tolikšni meri spremljali učne vsebine na videoposnetku. Učitelji se lahko odločijo tudi za dodatek mirnejše glasbe v ozadju, razne napise, ki opozarjajo učence, kaj je pomembno ali kaj naj zapišejo v zvezek. Pa vendarle bi lahko bilo izdelovanje videoposnetka dolgoročno dobra naložba, saj ga učitelj lahko uporablja večkrat, poleg tega si ga lahko učenec tudi večkrat pogleda, če prvič ni razumel.

Izdelovanje videoposnetkov bi tako lahko bila zelo dobra alternativa demonstracijskemu eksperimentiranju v šoli. Učenci ravno tako opazujejo dogajanje v eksperimentu, a na daljavo, preko videa. Tudi na ta način lahko postavljajo in ovrednotijo svoje hipoteze, odgovarjajo na sprotne vprašanja, opazujejo in argumentirajo rezultate. Učitelj se lahko posluži tudi video navodil, kjer učenci s pomočjo videoposnetka sledijo eksperimentu, ki ga opravijo doma. Seveda je tukaj pomemben razmislek o tem, katere eksperimente vključiti in kako upoštevati več dejavnikov (cenovna dostopnost, varnost pri delu, kuhinjski pripomočki ipd.). V študiji Babínčáková, M. in Bernard, P. (2020) so namreč ugotovili, da se v času šolanja na daljavo v eksperimentalnem delu največkrat uporabljajo osnovnejše tehnike, kot je fotografiranje izvedenih poskusov doma z opisom eksperimenta. Seveda je od vsakega eksperimenta posebej odvisno, kateri način izvedbe na daljavo je najustreznejši.

Druga omejitev, ki so jo učitelji navedli, je bila dilema o pravni podlagi. Zakonodaja je na tem področju precej nejasna in dvoumna. Lahko jo razumemo na način, da je uporaba in predelava gradiva za namene izobraževanja in ob navajanju virov dovoljena. Mnogo učiteljev uporablja slikovni material, ki ga niso pridobili sami, v izobraževalne namene in pri tem nimajo nobenih zadržkov. Tukaj se postavi vprašanje, zakaj ne bi smeli uporabljati in predelovati videoposnetkov v popolnoma enake namene. Tukaj lahko pride v poštev sistem avtorskih pravic CC (Creative Commons), ki s pomočjo določenih oznak s strani avtorja precej razumljivo predstavi, ali in v kolikšni meri se lahko njegovo delo uporablja, predeluje in v katere namene je to mogoče.

Ključno pri reševanju dilem glede avtorskega prava je razmerje med interesi avtorja in med interesi družbe. Številni so zagovorniki prostega pretoka informacij, kar bi omogočilo hitrejšo razširjenost znanja (Bregar idr., 2020), kar smo podrobneje predstavili v uvodu prispevka.

3 UČITELJEVA PRIPRAVA VIDEONAVODIL ZA SAMOSTOJNO EKSPERIMENTALNO DELO UČENCEV

Lotili smo se samostojne izdelave videoposnetka, ki smo ga pripravili s pomočjo programa Wondarshare Filmora (<https://filmora.wondershare.com/>). Tema eksperimenta v videoposnetku je bila Indikatorji, pH in nevtralizacija. V njem smo prikazali postopek z razlago o tem, kako lahko učenci pripravijo naravni indikator kar v svoji kuhinji. Indikator so pripravili iz rdečega zelja, pri tem pa so uporabili laboratorijskim alternativne pripomočke (npr. plastične lončke namesto čaš, cedilo za filtriranje namesto filtrirnega papirja ipd.). Najprej so narezali rdeče zelje, ga vsuli v vročo vodo in nato pustili hladiti. V tem času so pripravili še vzorce kisa, pralnega in pecilnega praška in vzorec citronke ali limoninega soka. Vsakega so v manjših količinah dodali v plastične lončke. Vsakemu vzorcu so prilili nekaj mililitrov vode. Potem so ohlajen ekstrakt rdečega zelja precedili in k vsakemu vzorcu dodali nekaj mililitrov pripravljenega indikatorja. Glede na dobljeno barvo so sklepali, ali je snov kislá, bazična ali nevtralna. V videoposnetku je prikazano tudi dokazovanje kislosti vodne raztopine klorovodikove kisline in prikazovanje bazičnosti vodne raztopine natrijevega hidroksida. Kasneje smo prikazali še nevtralizacijo na primeru HCl(aq) in NaOH(aq) , učenci pa so opazovali spremembo v barvi.

V prvi fazi smo videoposnetek najprej načrtovali. Treba je bilo določiti, kaj posnamemo v prvem delu in kaj v drugem. V prvem delu je učencem pokazan postopek eksperimenta z namenom, da sami po istih predstavljenih korakih ponovijo potek dela in izvedejo eksperiment doma, zraven pa je posneta razlaga. Učenci dobijo nalogo, da postavijo svoje hipoteze o tem, katere snovi so kisle in katere bazične.

V drugem delu so prikazani še rezultati eksperimenta. Dodana je tudi razlaga in prikaz nevtralizacije kisline in baze ter dokazovanje nevtralnosti z indikatorjem rdečega zelja. Načrtovano je, da bi drugi del posnetka učitelj učencem predvajal šele po njihovem samostojnem eksperimentiranju, torej po oddaji naloge. V tem delu so ponovljeni pojmi ter argumentirani rezultati. Učenci po ogledu drugega dela ovrednotijo postavljene hipoteze. Pripravljeni posnetki so objavljeni in dostopni na Arnes Video na povezavi: <https://video.arnes.si/watch/4p9mdcq4vv6t>.

Tekom eksperimentiranja učenci glede na Učni načrt iz predmeta Kemija (Ministrstvo RS za šolstvo in šport, 2011) »z uporabo indikatorjev razlikujejo med kislimi, bazičnimi in nevtralnimi snovmi iz svojega okolja, uporabljajo pH lestvico kot merilo za oceno kislosti in bazičnosti raztopin, spoznajo reakcijo nevtralizacije na preprostih primerih in poimenujejo produkte, uporabljajo eksperimentalno-raziskovalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti«. Pri eksperimentiranju tudi poglobljajo svoje znanje varnega ravnanja z jedrkimi snovmi.

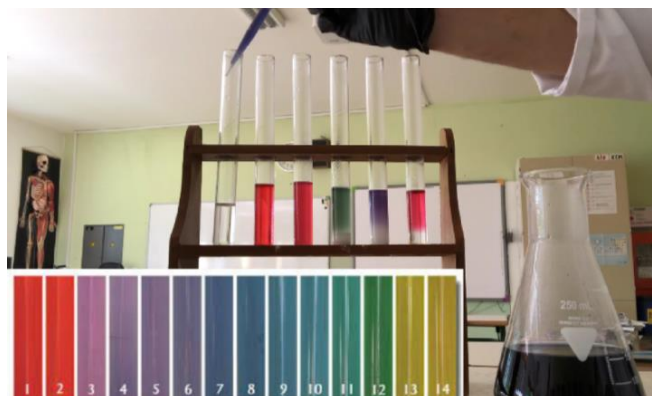
S takim načinom dela na daljavo omogočimo, da učenci razvijajo kompetence samostojnega praktičnega izvajanja eksperimentov tudi doma v času šolanja na daljavo. V kemiji je namreč izrednega pomena eksperimentiranje in praktično delo (Ministrstvo za šolstvo in šport, 2011), ki pa je v času šolanja na daljavo žal še precej bolj zapostavljeno. Poleg tega lahko pripravljene videoposnetke uporabimo večkrat, učenci si ga lahko ogledajo ponovno, kadar imajo na voljo dovolj časa in pripomočkov in ne nujno v času, ko je predmet na urniku. Če jim je razlaga ali prikaz eksperimenta prehitel, lahko video enostavno prevrtijo znova ali počasneje. Prednost izdelave posnetka je tudi ta, da lahko dodajamo razna vizualna sredstva, barvne skale, zapise

nalog kar v posnetek, hkrati pa eksperiment še vedno poteka. Velikokrat s tem dosežemo še boljšo nazornost in preglednost.

Po drugi strani ugotavljamo tudi nekatere slabosti izdelave videoposnetka. Pri snemanju in nalaganju posnetka na ustrezna spletna mesta ali spletne učilnice smo prisiljeni zmanjšati ločljivost, posledica česar je slabša kakovost posnetka. Težave se pojavljajo tudi zaradi počasnejše internetne povezave, poleg tega takšen način »eksperimentiranja na daljavo« oz. priprave materiala in neprofesionalnega snemanja brez asistenc vzame precej časa učiteljem, ki so pri delu na daljavo že dodatno obremenjeni (Rupnik Vec idr., 2020).



Slika 6: Zaslonska slika videoposnetka – dodajanje indikatorja vzorcem.



Slika 7: Zaslonska slika videoposnetka – dodajanje indikatorja vzorcem s prikazano sliko barvne skale.



Slika 8: Zaslonska slika videoposnetka – nevtralizacija.



Slika 9: Zaslonska slika videoposnetka – končni rezultati eksperimenta.

Literatura

- [1] Babinčáková, M. in Bernard, P. (2020). Online Experimentation during COVID-19 Secondary School Closures: Teaching Methods and Student Perceptions. *J. Chem. Educ.* Pridobljeno dne 27. 4. 2021 s: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00748>.
- [2] Blažič, M., Ivanuš Grmek, M., Kramar, M. in Strmčnik, F. (2003). *Didaktika. Visokošolski učbenik*. Novo mesto: Visokošolsko središče Novo mesto. Inštitut za raziskovalno in razvojno delo.
- [3] Bregar, L., Zgajmajster, M. in Radovan, M. (2020). *E-izobraževanje za digitalno družbo*. Ljubljana: Andragoški center Slovenije.
- [4] Guseva, Y. in Kauppinen, T. Learning in the Era of Online Videos: How to Improve Teachers' Competencies of Producing Educational Videos. Aalto University School of Science, Finland, pridobljeno 30. 5. 2021 s: <http://kauppinen.net/tomi/learning-in-the-era-of-online-videos-camera-ready.pdf>.
- [5] Krajnc, S. (2016). Omejitve avtorske pravice za namene izobraževanja. IX. posvet Pravo in ekonomija: Avtorska dela na Univerzi (Konferenčni zbornik). Univerza v Mariboru. Pridobljeno dne 2. 4. 2021 s: <https://www.ipi.si/wp-content/uploads/2019/03/Omejitve-avtorske-pravice-za-namene-izobra%C5%BEevanja.pdf>.
- [6] Logar, A. in Ferk Savec, V. (2016). Kaj vpliva na demonstracijsko eksperimentalno delo pri pouku kemije? Pridobljeno dne 27. 4. 2021 s: http://pefprints.pef.uni-lj.si/4332/1/Ferk_Savec_Demonstracijsko.pdf.
- [7] Ministrstvo za šolstvo in šport. (2011). Učni načrt. Kemija. Program osnovna šola. Pridobljeno dne 27. 4. 2021 s: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_kemija.pdf.
- [8] Ritonga, S., Safrida, S., Huda, I., Supriatno in Sarong, M. A. (2020). The effect of problem-based video animation instructions to improve students' critical thinking skills. Department of Biology Education Universitas Syiah Kuala, Indonesia, pridobljeno dne 16. 6. 2021 s: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1460/1/012107/meta>.
- [9] Rupnik Vec, T., Preskar, S., Slivar, B., Zupanc Grom, R., Kregar, S., Holcar Brunauer, A. ..., Musek Lešnik, K. (2020). Analiza izobraževanja na daljavo v času epidemije covid-19 v Sloveniji. Delno poročilo, julij 2020. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, pridobljeno dne 2. 4. 2021 s: <https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/IzobrazevanjeNaDaljavo/4/>
- [10] Warju, Rizki Ariyanto, S., Soeryanto, Syarifudin Hidayatullah, R. in Nurtanto, M. (2020). Practical Learning Innovation: Real Condition Video-Based Direct Instruction Model in Vocational Education. *Journal of Educational Science and Technology*. Pridobljeno dne 16. 6. 2021 s: <https://ojs.unm.ac.id/JEST/article/view/12665>.
- [11] Yuen, M. C. (2010). Video instructions as support for beyond classroom learning. *Science Direct*. Pridobljeno dne 16. 6. 2021 s: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810024316>.

Priloga: Vprašalnik za učitelje

Pozdravljeni!

Prosim, da odgovorite na naslednja vprašanja, ki se nanašajo na vaše delo v času šolanja na daljavo. Podatki bodo zbrani izključno z namenom opravljanja magistrske seminarske naloge. Vprašalnik je anonimen. Zahvaljujem se za vaš prispevek!

Alen Ovčar
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

1. **Spol:** M / Ž
2. **Kateri predmet poučujete?**
Obkrožite črko pred ustreznimi odgovorom.
3. Poučujem predmete na razredni stopnji.
4. Slovenščino.
5. Matematiko.
6. Tuji jezik.
7. Glasbeno umetnost.
8. Likovno umetnost.
9. Geografijo.
10. Zgodovino.
11. Domovinsko in državljansko kulturo in etiko.
12. Naravoslovje.
13. Kemijo.
14. Biologijo.
15. Fiziko.
16. Gospodinjstvo.
17. Tehniko in tehnologijo.
18. Šport.

19. Kako pogosto ste za svoje učence pri pouku na daljavo pripravljali videoposnetke? Obkrožite črko pred ustreznim odgovorom.

- a) Nikoli.
- b) Redko (en videoposnetek na mesec).
- c) Občasno (dva do pet videoposnetkov na mesec)
- d) Pogosto (šest videoposnetkov ali več).
- e) Videoposnetek sem pripravljala/a za vsako učno uro.

20. Na to vprašanje odgovorite, če ste pri pouku na daljavo že pripravljali videoposnetke. Ali ste ob pripravljanju videoposnetkov naleteli na kakšne težave? Obkrožite črke pred ustreznimi odgovori.

- a) Pomanjkanje časa.
- b) Videoposnetki niso dosegli dovolj dobre učinkovitosti.
- c) Pomanjkanje ustrezne računalniške opreme.
- d) Pomanjkanje znanja o izdelovanju videoposnetkov na računalniku.
- e) Dilema o ustrezni pravni podlagi uporabe ali predelave tujih videoposnetkov.
- f) Drugo: _____.

21. Na to vprašanje odgovorite, če pri pouku na daljavo še niste pripravljali videoposnetkov.

Zakaj se niste odločili za pripravo videoposnetkov pri pouku na daljavo? Obkrožite črke pred ustreznimi odgovori.

- a) Zaradi pomanjkanja časa.
- b) Ker menim, da videoposnetki ne bi dosegli dovolj dobre učinkovitosti.
- c) Ker nimam ustrezne računalniške opreme.
- d) Ker nimam dovolj znanja o izdelovanju videoposnetkov na računalniku.
- e) Ker sem v dilemi o ustrezni pravni podlagi uporabe ali predelave tujih videoposnetkov.
- f) Drugo: _____.

Sekvenčni diagrami in simulacije čustvenih stanj v programskem jeziku Python

Sequence diagrams and Python simulations of emotional states

Jaša Dimič, Anamarija Lakner, Karmen Potočan, Drago Bokal

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko Koroška cesta 160, 2000 Maribor, Slovenija

Povzetek

Leta 2019 sta Bokal in Steinbacher objavila članek z naslovom Faze psihološko optimalne učne izkušnje: model razporejanja časa na podlagi nalog. Članek obravnava model čustvenih stanj posameznika med procesom učenja. V članku so predstavljene simulacije čustvenih stanj posameznikov glede na različne osebne karakteristike (vztrajnost, strast in učljivost). Dimič, Lakner, Potočan in Bokal so v članku Uvod v linearno programiranje in stohastične procese predstavili osnovne koncepte in matematično podlago za razumevanje članka. Za boljše razumevanje simulacij in njihovo implementacijo smo pripravili tri sklope nalog, ki posameznika z razumevanjem osnovnih matematičnih konceptov in osnovnim znanjem programskega jezika Python pripeljejo do razumevanja simulacij, predstavljenih v članku. Naloge bralca vodijo od spoznavanja čustvenih stanj posameznika do razumevanja počutja enega posameznika, kasneje pa do razumevanja simulacij, opravljenih na populaciji posameznikov.

Ključne besede: Python, simulacija, animacija, zanos, diagram čustvenih stanj, sekvenčni diagram.

Abstract

In 2019, Bokal and Steinbacher published an article titled Phases of Psychologically Optimal Learning Experience: Task-based Time Allocation Model that introduces the model of emotional states in the process of learning. Simulations of individuals' emotional states are presented in the article, based on several personal characteristics (perseverance, passion and learning ability). In Introduction to Linear Programming and Stochastic Processes, Dimič, Lakner, Potočan in Bokal provided a light introduction to basic concepts and mathematical basis of the simulations. Three sets of tasks were prepared to facilitate greater understanding of simulations and their implementation. These tasks will help the reader who understands basic mathematical concepts and possesses basic knowledge in Python programming language with understanding the simulations presented in the article. Following the tasks, a reader learns about emotional states, begins to understand emotions of a single person, and advances to comprehending the simulations carried out on an entire population of individuals.

Key words: Python, simulation, animation, flow, emotional states diagram, sequence diagram

1 Uvod

Članek Faze psihološko optimalne učne izkušnje: model razporejanja časa na podlagi nalog (Bokal, Steinbacher) [1] opremlja psihološki model čustvenih stanj, kot ga je razvil Csikszentmihalyi [2], s procesom učenja, kar omogoča simuliranje pričakovanih čustvenih stanj posameznika, kot jih ta doživlja v procesu opravljanja nalog, med katerimi lahko izbira. V članku Uvod v linearno programiranje in stohastične procese (J. Dimič, A. Lakner, K. Potočan, D. Bokal) [4] se lahko bralec spozna z osnovnimi matematičnimi koncepti, ki so orisani v članku [1]. Cilj reševanja naslednjih nalog je, da bralec poglobi svoje razumevanje te tematike in spozna nekaj metod, med katerimi je tudi izdelava animacij v

programskem jeziku Python. Naloge so razdeljene v tri sklope, pri čemer si v vsakem sklopu sledijo od osnovnih do nekoliko zahtevnejših.

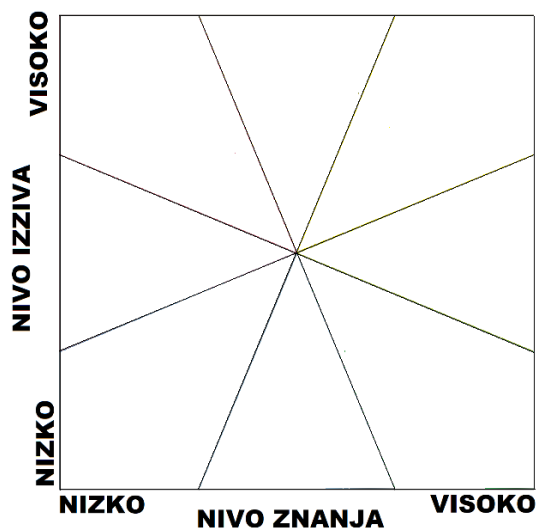
2 Diagram čustvenih stanj in sekvenčni diagrami

2.1 Naloge z namigi

Naloga 2.1. Oglejte si diagram, ki prikazuje pričakovana čustvena stanja, kot jih občuti posameznik glede na občuten nivo znanja in izziva pri določeni aktivnosti. V prazen diagram zapišite primere iz realnega življenja.



Slika 1: Diagram čustvenih stanj (vir: [3]).



Slika 2: V diagram vnesite primere iz realnega življenja.

Naloga 2.2. Raziščite, kaj je sekvenčni diagram. Preberite poglavja 3.2, 3.3 in 4 v članku Faze psihološko optimalne učne izkušnje: model razporejanja časa na podlagi nalog.

Naloga 2.3. Ustvarite sekvenčni diagram za ocenjevanje izbrane naloge, ki jo posameznik rešuje. Sledi naj procesu učenja, opisanem v poglavjih 3.2 in 3.3. V diagramu podajte ustrezne verjetnosti in spremembe v nivoju znanja ter izziva.

Namig. Potrebujete dva deležnika – posameznika in ocenjevalca.

Naloga 2.4. Ustvarite sekvenčni diagram za posameznikovo reševanje nalog. Ustrezno navedite vse količine, ki so relevantne za posameznika, ter opišite postopek, opisan v članku v poglavjih 3.2, 3.3 in 4.

Namig. Ustrezno dopolnite in modificirajte sekvenčni diagram iz naloge 2.3. Najprej se lotite opisovanja problema za reševanje ene naloge.

Naloga 2.5. Ustvarite sekvenčni diagram za določanje prevladujočega čustvenega stanja pri posamezni simulaciji za dano kombinacijo parametrov strasti, vztrajnosti in sposobnosti učenja. Pomagajte si s poglavji 3.3 in 4.

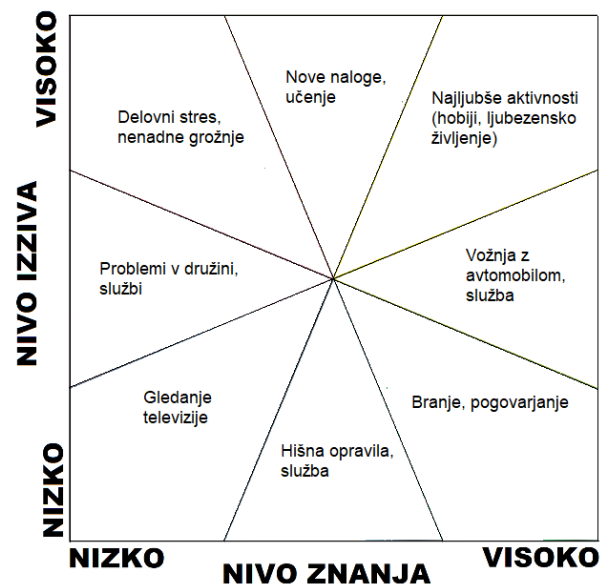
Namig. Potrebujete tri deležnike – posameznika, simulacijo in evidenco. Rešitev prejšnje naloge znotraj diagrama poženite večkrat.

Naloga 2.6. Ustvarite sekvenčni diagram, s katerim pridobimo matriko čustvenih stanj za dano sposobnost učenja l . Pomagajte si s poglavjem 4.

Namig. Ustrezno dopolnite in modificirajte sekvenčni diagram iz naloge 2.5. Potrebujete novega deležnika – matriko čustvenih stanj.

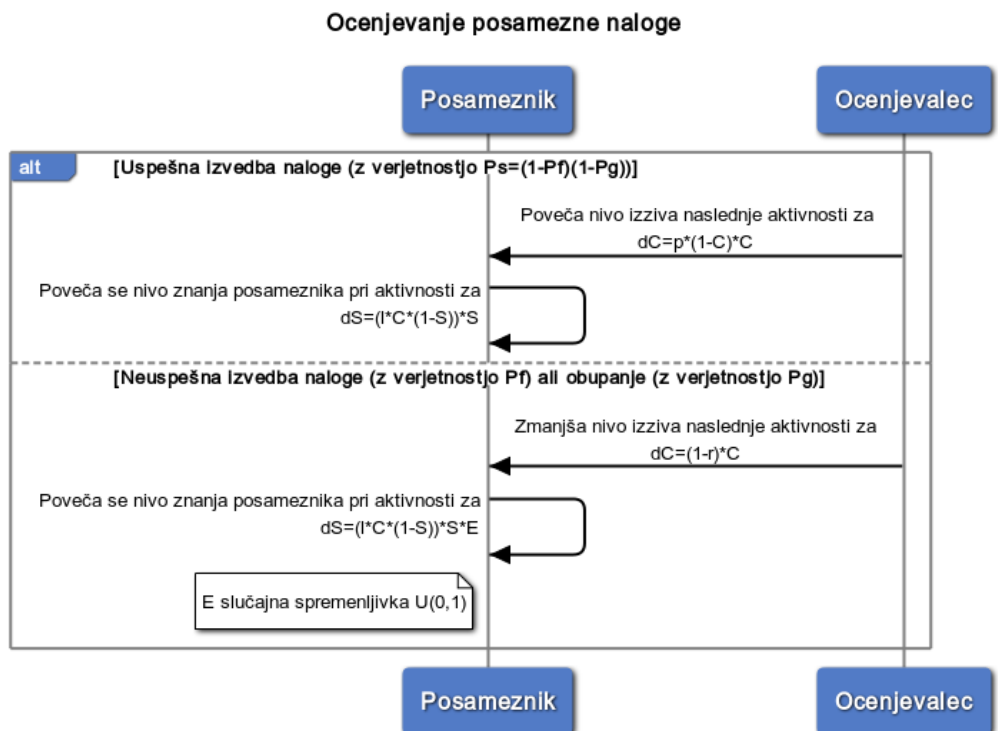
2.2 Rešitve

Rešitev 2.1.

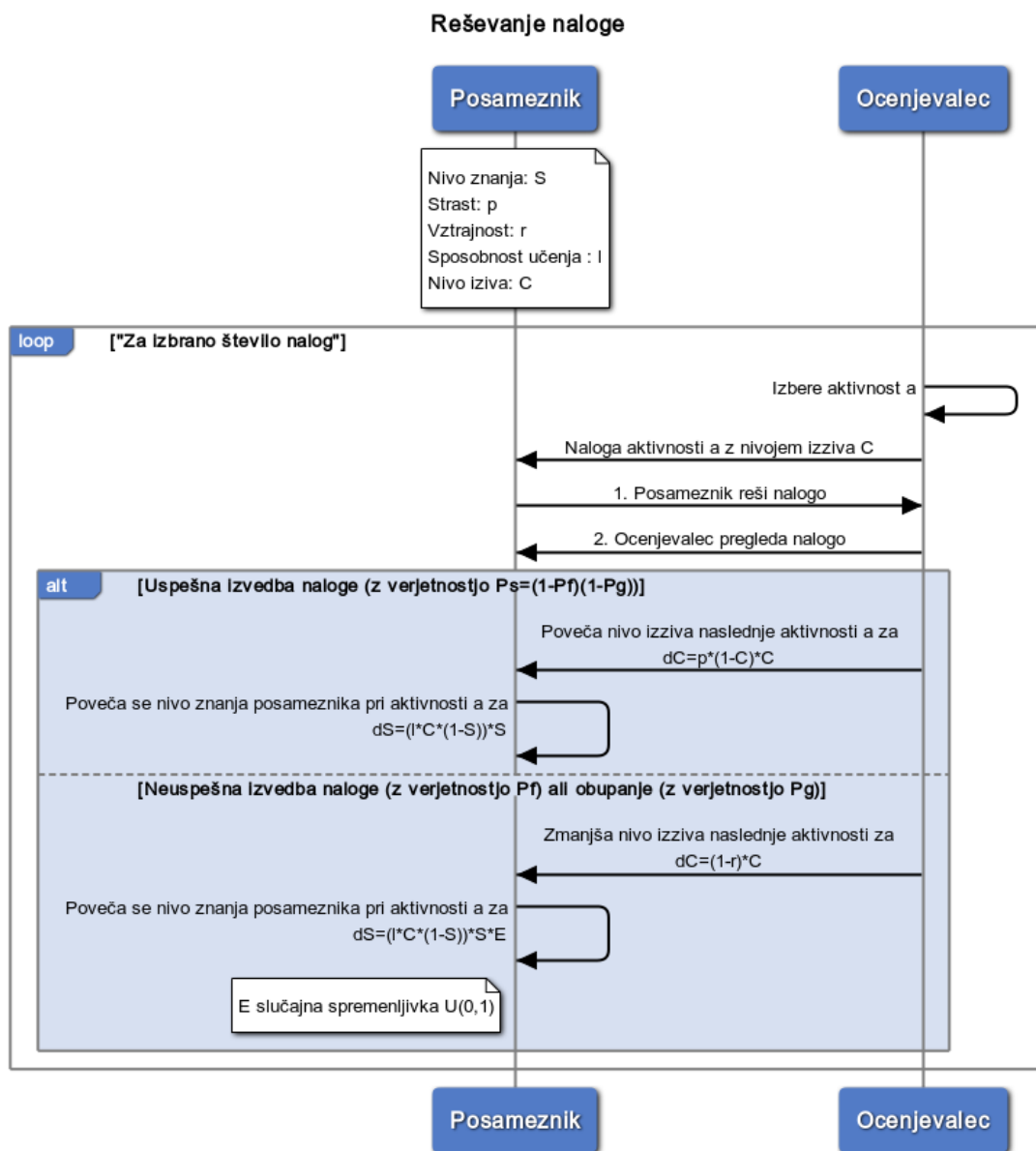


Slika 3: Diagram čustvenih stanj s primeri iz realnega življenja.

Rešitev 2.2.

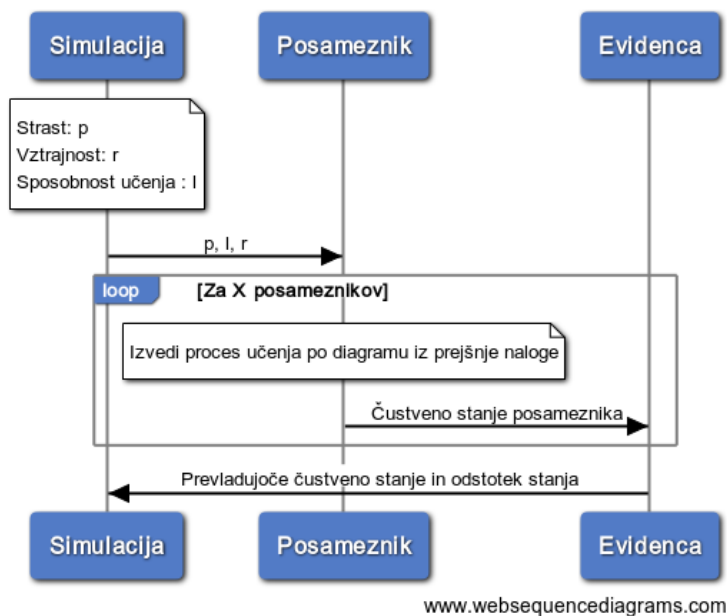


Rešitev 2.3.



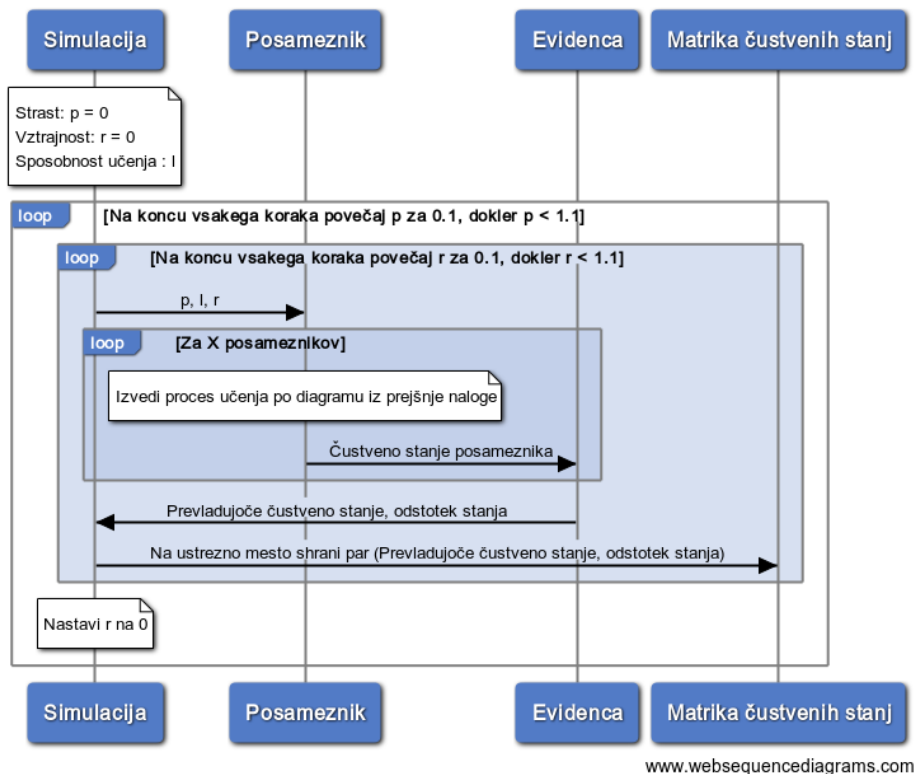
Rešitev 2.4.

Določanje prevladujočega čustvenega stanja pri posamezni simulaciji



Rešitev 2.5.

Pridobitev matrike čustvenih stanj (za dano sposobnost učenja l)



3 Simulacija občutkov posameznika

3.1 Naloge z namigi

Naloga 3.1. Ustvarite razred za enega posameznika – *Individual*. Zapišite konstruktor razreda, ki kot parametre prejme število nalog, stopnjo učljivosti l , stopnjo strasti p in stopnjo vztrajnosti r . Dodajte dve polji, v katerih bodo shranjeni trenutni nivoji znanja in izziva pri nalogah, ter ju napolnite z naključnimi vrednostmi med 0 in 1. Nato ustvarite enega posameznika in izpišite njegove nivoje znanja in izziva pri nalogah.

Naloga 3.2. Razredu *Individual* dodajte naslednje konstante:

```
self.coefGSkill = -1
self.coefGChallenge = 1
self.coefGExpected = -1
self.coefGOffset = 0.5
self.coefFSkill = -1
self.coefFExpected = -1
self.coefFOffset = 0.5
```

Zapišite metodo *expected_ability*, ki bo izračunala povprečje nivojev znanj vseh nalog, razen tiste, ki jo prejme kot parameter.

Na podlagi naslednjih formul zapišite metodi za izračun verjetnosti obupanja P^g in verjetnosti neuspešne izvedbe P^f naloge i , kjer je s_i trenutni nivo znanja in c_i trenutni nivo izziva pri tej nalogi.

$$P_i^g = \begin{cases} 1, & \text{če je } r = 0 \\ 0, & \text{če je } r = 1 \\ \frac{1}{1+e^{G(i)}}, & \text{sicer} \end{cases}$$

$$P_i^f = \begin{cases} 1, & \text{če je } r = 0 \\ 0, & \text{če je } r = 1 \\ \frac{1}{1+e^{F(i)}}, & \text{sicer} \end{cases}$$

$$G(i) = \frac{-\text{coefGSkill} \cdot s_i + \text{coefGChallenge} \cdot c_i - \text{coefGExpected} \cdot \text{expectedAbility}(i) + \text{coefGOffset}}{1 - r}$$

$$F(i) = \frac{-\text{coefFSkill} \cdot s_i - \text{coefFExpected} \cdot \text{expectedAbility}(i) + \text{coefFOffset}}{1 - r}$$

Naloga 3.3. S pomočjo sekvenčnega diagrama iz naloge 2.4 v razredu *Individual* napišite metodo *learn()*, kjer za vsako aktivnost iz izbranega števila nalog naključno izberite nalogo, ki jo bo posameznik opravil, in izračunajte verjetnost neuspešne izvedbe naloge (P^f) in verjetnost, da posameznik obupa (P^g).

Ustvarite naključno število r in v primeru, da je to število manjše od P^g , naj metoda izpiše *'giveup'*. Če je r večji ali enak P^g , potem ustvarimo novo naključno število. V primeru, da je to število manjše od P^f , naj metoda izpiše *'failure'*, v nasprotnem primeru pa naj metoda izpiše *'success'*.

Naloga 3.4. S pomočjo sekvenčnega diagrama iz naloge 2.4 ustvarite metode *giveup()*, *failure()* in *success()* za spreminjanje nivoja izziva in nivoja znanja. Prav tako dopolnite metodo *learn()* iz prejšnje naloge. Preizkusite tudi njeno delovanje.

Naloga 3.5. V razred *Individual* dodajte polji za beleženje zgodovine nivoja znanja in izziva ter nato dopolnite metodo *learn()* iz prejšnje naloge tako, da ustvarite dve pomožni polji (za nivo izziva in za nivo znanja) in ju napolnite pri vsaki izvedbi naloge. Podobno kot v prejšnji nalogi preizkusite njeno delovanje tako, da izpišete zgodovino začetnih nivojev znanj.

Naloga 3.6. Napišite metodo, v kateri s pomočjo polj za beleženje zgodovine nivojev izziva in znanja izrišete graf, ki prikaže spreminjanje nivojev pri posamezni nalogi skozi izvajanje nalog. Grafu dodajte še ime osi.

Namig. Pri nalogi si pomagajte s transponiranjem matrike.

Naloga 3.7. Dopolnite razred *Simulation* z metodama *radius()* in *angle()*, ki prejmeta koordinati točke iz diagrama čustvenih stanj in izračunata oddaljenost točke oziroma kot od premaknjenega koordinatnega izhodišča za vektor $(\frac{dSize}{2}, \frac{dSize}{2})$. Prav tako napišite metodo *emotion_from_angle()*, ki prejme koordinati točke iz diagrama čustvenih stanj ter vrne čustvo, v katerem se točka nahaja. Če je točka oddaljena za manj kot *rCenter* od premaknjenega koordinatnega izhodišča, vrnite čustveno stanje *UNDECIDED*.

Za 10 naključno izbranih točk preverite ustreznost metode *emotion_from_angle()*.

```
class Simulation:
```

```
    WORRY = 0
    ANXIETY = 1
    AROUSAL = 2
    FLOW = 3
    CONTROL = 4
    RELAXATION = 5
    BOREDOM = 6
    APATHY = 7
    UNDECIDED = 8

    cells = 9
    dSize = 1.0
    rCenter = 0.005
```

Namig. Na podlagi podanih čustev si ustvarite polje kotov, ki ločujejo čustva (pomagajte si z diagramom čustvenih stanj, premaknjenim koordinatnim izhodiščem ter metodama *radius()* in *angle()*).

3.2 Rešitve

Rešitev 3.1.

```
import numpy as np

class Individual:

    def __init__(self, numberOfTasks, l, p, r):
        self.passion = p
        self.perserverance = r
        self.learning = l
        self.overallSkill = [] # elements are skill levels of tasks
        self.overallChallenge = [] # elements are challenge levels of tasks
        self.numberOfTasks = numberOfTasks
        self.learningPeriod = 1000 # number of times we learn

        for i in range(numberOfTasks):
            self.overallSkill.append(np.random.uniform(0,1))
            self.overallChallenge.append(np.random.uniform(0,1))

person = Individual(10, 0.5, 0.5, 0.5)

print(person.overallSkill, person.overallChallenge)
```

Rešitev 3.2.

```
import math

def probabilityFailure(self, index):
    if self.perserverance == 1:
        return 0
    elif self.perserverance == 0:
        return 1
    else:
        p = 1/(1+math.exp((-self.coefFSkill * self.overallSkill[index]
                           -self.coefFExpected * self.expectedAbility(index)
                           +self.coefFOffset)/(1-self.perserverance)))

        return p

def probabilityGiveUp(self, index):
    if self.perserverance == 1:
        return 0
    elif self.perserverance == 0:
        return 1
    else:
        p = 1/(1+math.exp((-self.coefGSkill * self.overallSkill[index]
                           +self.coefGChallenge * self.overallChallenge[index]
                           -self.coefGExpected * self.expectedAbility(index)
                           +self.coefGOffset)/(1-self.perserverance)))

        return p

def expectedAbility(self, index):
    # average of all skills of tasks except of task at given index
    res = 0
    for i in range(self.numberOfTasks):
        if(i == index):
            continue
        res += self.overallSkill[i]
    res = res/self.numberOfTasks
    return res

person = Individual(10, 0.5, 0.5, 0.5)

print(person.probabilityFailure(0))
```

Rešitev 3.3.

```

def learn(self):
    for i in range(self.learningPeriod):
        index = np.random.randint(0, self.numberOfTasks)

        pf = self.probabilityFailure(index)
        pg = self.probabilityGiveUp(index)
        r = np.random.uniform(0,1)

        if r < pg:
            print("giveup")
        else:
            r = np.random.uniform(0,1)
            if r < pf:
                print("failure")
            else:
                print("success")

person = Individual(10, 0.5, 0.5, 0.5)
person.learn()

```

Rešitev 3.4.

```

import numpy as np
import math

def learn(self):
    for i in range(self.learningPeriod):
        index = np.random.randint(0, self.numberOfTasks)

        pf = self.probabilityFailure(index)
        pg = self.probabilityGiveUp(index)
        r = np.random.uniform(0,1)

        if r < pg:
            self.giveup(index)
        else:
            r = np.random.uniform(0,1)
            if r < pf:
                self.failure(index)
            else:
                self.success(index)

def giveup(self, index):
    self.overallChallenge[index] -= (1-self.perserverance)*
                                   self.overallChallenge[index]
    self.overallSkill[index] += (self.learning*self.overallChallenge[index]*
                                (1-self.overallSkill[index]))*self.overallSkill[index]*np.random.uniform(0,1)

def failure(self, index):
    self.overallChallenge[index] -= (1-self.perserverance)*
                                   self.overallChallenge[index]
    self.overallSkill[index] += (self.learning*self.overallChallenge[index]*
                                (1-self.overallSkill[index]))*self.overallSkill[index]*np.random.uniform(0,1)

def success(self, index):
    self.overallChallenge[index] += self.passion*(1-self.overallChallenge[index])*
                                   self.overallChallenge[index]
    self.overallSkill[index] += (self.learning*self.overallChallenge[index]*
                                (1-self.overallSkill[index]))*self.overallSkill[index]

person = Individual(10, 0.5, 0.5, 0.5)

print(person.overallSkill)
person.learn()
print(person.overallSkill)

```

Rešitev 3.5.

```

import numpy as np
import math

class Individual:

    self.Hist_S = []
    self.Hist_C = []

    def learn(self):

        for i in range(self.learningPeriod):
            index = np.random.randint(0, self.numberOfTasks)

            pf = self.probabilityFailure(index)
            pg = self.probabilityGiveUp(index)
            r = np.random.uniform(0,1)

            if r < pg:
                self.giveup(index)
            else:
                r = np.random.uniform(0,1)
                if r < pf:
                    self.failure(index)
                else:
                    self.success(index)

            s = []
            c = []
            for i in range(self.numberOfTasks):
                s.append(self.overallSkill[i])
                c.append(self.overallChallenge[i])
            # s: skills, c: challenges
            self.Hist_S.append(s)
            self.Hist_C.append(c)

person = Individual(10, 0.5, 0.5, 0.5)

print(person.overallSkill)
person.learn()
print(person.Hist_S[0])

```

Rešitev 3.6.

```

def transpose(self, m):
    return [[m[j][i] for j in range(len(m))] for i in range(len(m[0]))]

def chart(self):

    plt.figure(figsize = (7,5))
    plt.plot([self.Hist_x[0]], [self.Hist_y[0]], 'ro', markersize=3)
    plt.plot([self.Hist_x[self.learningPeriod - 1]],
             [self.Hist_y[self.learningPeriod - 1]], 'g^', markersize=3)

    x = self.transpose(self.Hist_x)
    y = self.transpose(self.Hist_y)

    for i in range(self.numberOfTasks):
        plt.plot(x[i], y[i], linewidth=0.8) #for each i - number of tasks,
                                           #draw a line

    plt.xlabel('Skill')
    plt.ylabel('Challenge')
    plt.show()

person = Individual(10, 0.5, 0.5, 0.5)

person.learn()
person.chart()

```

Rešitev 3.7.

```

emoPhi = [7*math.pi/8, 5*math.pi/8, 3*math.pi/8, math.pi/8, -math.pi/8,
          -3*math.pi/8, -5*math.pi/8, -7*math.pi/8, math.pi/8]

def radius (self, x, y):
    x = x - self.dSize/2
    y = y - self.dSize/2
    return math.sqrt(x*x+y*y)

def angle (self, x, y):
    x = x - self.dSize/2
    y = y - self.dSize/2
    return math.atan2(y,x)

def emotionFromAngle(self, x, y):
    if self.radius(x,y) < self.rCenter:
        return self.UNDECIDED

    angle = self.angle(x,y)

    for i in range(self.cells-1):
        if angle < self.emoPhi[i] and angle > self.emoPhi[i+1]:
            return i+1

    return 0

import numpy as np
sim = Simulation()
for i in range(10):
    x = np.random.uniform(0,1)
    y = np.random.uniform(0,1)
    print("x:_" +str(x)+"_y:_" +str(y))
    print(sim.emotionFromAngle(x,y))

```

4 Simulacija pričakovanega čustvenega stanja populacije posameznikov

4.1 Naloge z namigi

Naloga 4.1. S pomočjo sekvenčnega diagrama iz naloge 2.5 napišite metodo `get_state()` razreda *Simulation*, kjer določite prevladujoče čustveno stanje in njegov delež v posamezni simulirani populaciji. Metoda naj vrne urejen par (*čustveno stanje, delež*).

Prav tako napišite metodo `average()`, ki naj bo metoda razreda *Individual* in bo za dano polje elementov vračala njegovo povprečno vrednost.

Preizkusite dano metodo za 50 posameznikov in 50 nalog pri naključno izbranih parametrih r, l, p iz intervala $[0, 1]$

Namig. Pri metodi `get_state()` boste potrebovali polje, v katerega se bo na vsakem koraku shranilo prevladujoče čustvo posameznika, ki ga boste dobili s pomočjo metode `average()`.

Naloga 4.2. S pomočjo sekvenčnega diagrama iz naloge 2.6 napišite metodo `get_matrix()`, s katero pridobite matriko čustvenih stanj za dano sposobnost učenja l .

Preizkusite metodo za 10 posameznikov in 50 nalog pri poljubno izbranem parametru l .

Namig. Pazite, na katero mesto v matriki morate shraniti rezultat metode `get_state()`.

Naloga 4.3. S pomočjo rešitve iz naloge 4.2 zapišite metodo `get_matrices()`, s katero pridobite vse matrike čustvenih stanj za sposobnosti učenja l med 0 in 1. Korak spremembe sposobnosti učenja nastavite tako, da boste dobili 11 matrik.

Preizkusite metodo za 10 posameznikov ter 50 nalog in izpišite vse matrike čustvenih stanj.

Naloga 4.4. S pomočjo metode `subplots` iz knjižnice *matplotlib.pyplot* in metode `Rectangle` iz knjižnice *matplotlib.patches* v razredu *Simulation* napišite metodo `color_matrix()`, ki bo za vsako polje v matriki narisala kvadratega ustrezne barve.

Prvi element vsakega urejenega para v matriki pomeni oznako barve kvadratka. Posamezen kvadratega pobarvajte z barvo, ki jo dobite s to oznako iz podanega slovarja. Kvadratega določite tudi prosojnost, ki predstavlja drugi element urejenega para v matriki.

V vsakem kvadratega naj bo izpisana oznaka prevladujočega čustvenega stanja in njegov delež. Grafu dodajte imeni osi grafa in naslov, ki pove, za katero sposobnost učenja je izrisan.

Napišite še metodo `color_and_animation()` v kateri se kliče metoda `color_matrix()` za vsako sposobnost učenja.

```
colors = {0: "#FF007F", 1: "#FF00FF", 2: "#FF7F00", 3: "#00FF00",
          4: "#FFFF00", 5: "#0000FF", 6: "#7F007F", 7: "#FF0000",
          8: "#7F7F7F"}
```

Naloga 4.5. V metodi `color_matrices_and_animation()` pred klicem metode `color_matrix()` ustvarite polje `frames`, v katerega boste shranjevali posamezne grafe. Metodi `color_matrix()` kot parameter dodajte polje `frames` in v njej shranite graf v formatu zapisa PNG z metodo `savefig()`. Nato s pomočjo modula *Image* iz knjižnice *PIL* shranite graf v formatu zapisa PNG v polje `frames`.

V metodi `color_matrices_and_animation()` v formatu GIF shranite animacijo, ki jo dobite iz polja `frames`.

4.2 Rešitve

Rešitev 4.1.

```

import numpy as np

class Individual:

    def average(self, field):
        res = 0
        for i in range(len(field)):
            res += field[i]
        res = res/len(field)
        return res

class Simulation:

    def getState(self, l, r, p, num_Ind, number_Tasks):
        count = [0,0,0,0,0,0,0,0,0]
        for ind in range(num_Ind):
            person = Individual(number_Tasks, l, p, r)
            a, b = person.learn()
            a1 = person.average(a)
            b1 = person.average(b)
            count[self.emotionFromAngle(a1, b1)] += 1
        em = count.index(max(count))
        percentage = float(max(count)/sum(count))*100
        print(str(em,percentage))
        return ((em, percentage))

l = np.random(0,1)
r = np.random(0,1)
p = np.random(0,1)

sim = Simulation()
sim.getState(l, r, p, 50, 50)

```

Rešitev 4.2.

```

import numpy as np

def getMatrix(self, number_Tasks, num_Ind, l):
    r = 0.0
    p = 0.0
    matrix = np.zeros((11,11), dtype='i,i')
    for i in range(11):
        for j in range(11):
            result = getState(l, r, p, num_Ind)
            matrix[10 - j][i] = result
            r += 0.1
        r = 0.0
        p += 0.1
    return matrix

l = 0.8
sim = Simulation()
print(sim.getMatrix(50, 10, l))

```

Rešitev 4.3.

```

def getMatrices(self, number_Tasks, num_Ind):
    l = 0.0
    anim = []
    for i in range(11):
        result = getMatrix(self, number_Tasks, num_Ind, l)
        anim.append(result)
        l += 0.1
    return anim

sim = Simulation()
anim = sim.getMatrices(50, 10)

for i in range(len(anim)):
    print(anim[i])

```

Rešitev 4.4.

```

import matplotlib.patches as mpatches
import matplotlib.pyplot as plt

def color_matrix(self, matrix, k):

    #colors for emotions
    colors = {0: "#FF007F", 1: "#FF00FF", 2: "#FF7F00", 3: "#00FF00",
              4: "#FFFF00", 5: "#0000FF", 6: "#7F007F", 7: "#FF0000",
              8: "#7F7F7F"}

    fig, ax = plt.subplots(figsize=(8,8))

    for i in range(11):
        for j in range(11):
            # create a rectangle
            rect = mpatches.Rectangle([(10-i)/11, j/11], 1/11, 1/11, ec="none",
                                      color = colors[matrix[i][j][0]],
                                      alpha =matrix[i][j][1]/100)

            ax.add_patch(rect)
            ax.text((10-i)/11 +0.022, j/11 +0.039, str(matrix[i][j][1])+". "+
                  str(matrix[i][j][0]))

    ax.set_xlabel('Passion')
    ax.set_ylabel('Perserverance')
    plt.title('Learning_ability:_' +str(k/10))
    plt.show()

def color_matrices_and_animation(self, anim):

    for i in range(11):
        print(self.color_matrix(anim[i], i))

sim.color_matrices_and_animation(anim)

```

Rešitev 4.5.

```

from PIL import Image
import glob
import os

def color_matrix(self, matrix, k, frames):

    # colors for emotions
    colors = {0: "#FF007F", 1: "#FF00FF", 2: "#FF7F00", 3: "#00FF00",
              4: "#FFFF00", 5: "#0000FF", 6: "#7F007F", 7: "#FF0000",
              8: "#7F7F7F"}

    fig, ax = plt.subplots(figsize=(8,8))

    for i in range(11):
        for j in range(11):
            # create a rectangle
            rect = mpatches.Rectangle([(10-i)/11, j/11], 1/11, 1/11, ec="none",
                                      color = colors[matrix[i][j][0]],
                                      alpha = matrix[i][j][1]/100)

            ax.add_patch(rect)
            ax.text((10-i)/11 + 0.022, j/11 + 0.039, str(matrix[i][j][1])+"."+
                  str(matrix[i][j][0]))

    ax.set_xlabel('Passion')
    ax.set_ylabel('Perserverance')
    plt.title('Learning_ability:_' + str(k/(10)))
    plt.savefig(str(k%11)+'_frame.png')
    new_frame = Image.open(str(k%11)+'_frame.png')
    frames.append(new_frame)
    plt.show()
    plt.close()

def color_matrices_and_animation(self, anim):

    # create frame of color matrices
    frames = []

    for i in range(11):
        print(self.color_matrix(anim[i], i, frames))

    # save animation
    frames[0].save('animacija.gif', format='GIF',
                  append_images=frames[1:],
                  save_all=True,
                  duration=600, loop=0)

sim.color_matrices_and_animation(anim)

```

5 Zaključek

Naloge bralca vodijo do razumevanja simulacij v članku Faze psihološko optimalne učne izkušnje: model razporejanja časa na podlagi nalog [1].

Po rešenih nalogah tako sedaj razume, katera čustvena stanja dosega posameznik med procesom učenja glede na nivo znanja in izziva pri določeni nalogi, in to zna matematično formulirati. Prav tako se spozna z nekaterimi Python metodami in ustvarjanjem animacij v tem programskem jeziku.

Če so vam bile naše naloge zanimive ali pa vam je bil zanimiv koncept, kako so bile obravnavane, vas vabimo, da na naslov dianoia@um.si pošljete podoben prispevek. V njem na podoben način obdelate uporabljene koncepte, ki se vam zdijo težje dostopni. Prav tako se lahko na zgoraj navedeni naslov obrnete v primeru vprašanj; podoben prispevek bomo poskusili organizirati v uredništvu.

Literatura

- [1] Bokal, D., Steinbacher, M. Phases of psychologically optimal learning experience: task-based time allocation model. *Cent Eur J Oper Res* 27, 863–885 (2019).
- [2] Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper, 1990.
- [3] Csikszentmihalyi, M. *Good business: Leadership, flow, and the making of meaning*. Penguin, 2004.
- [4] Dimič J., Lakner A., Potočan K., Bokal D. Uvod v linearno programiranje in stohastične procese. *Dianoia* 4 (2020) 15–27.
- [5] Matthes, E. *Python crash course: a hands-on, project-based introduction to programming*. No Starch Press, 2015.
- [6] Štampar, I. (2018). *Simulacija vloge učenja pri optimalnem doživljanju dela*, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.

Primerjava različnih blagovnih znamk sode bikarbone

Comparison of different brands of baking soda

Barbara Pušnik, Maja Luković, Brina Dojer

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

Povzetek

V okviru projektnega dela smo na Katedri za izobraževalno kemijo izbrali eksperiment, s katerim smo primerjali učinkovitost sode bikarbone kot dela pralnega sredstva na umazano perilo. Sprva smo želeli ugotoviti, kakšna je učinkovitost doma pripravljenega pralnega sredstva v primerjavi s kupljenim. Ker je bila ena od sestavin doma pripravljenega pralnega sredstva soda bikarbona, nas je zanimalo, kakšna je razlika med pralnimi sredstvi, pri pripravi katerih smo uporabili sodo bikarbono različnih proizvajalcev. Ker razlike po pranju nismo opazili, smo ugotavljali, ali je učinkovitost sode bikarbone, proizvedene in prodajane s strani različnih proizvajalcev, slabša, če je soda cenejša, oz. boljša, če je soda dražja. Najprej smo preizkusili učinkovitost sode bikarbone, kupljene v bližnji lekarni, in učinkovitost sode bikarbone, ki jo lahko kupimo v mnogih trgovinah in drogerijah. Zaradi rezultata smo začeli raziskovati, kako se pravzaprav proizvodi razlikujejo oziroma, ali se sploh razlikujejo. Opravili smo rentgensko praškovno analizo dveh proizvodov, več vzorcev pa smo analizirali z infrardečo spektroskopijo.

Ključne besede: soda bikarbona, pralno sredstvo, rentgenska praškovna difrakcija, infrardeča spektroskopija

Abstract

As part of the project work, we at the Department of Educational Chemistry selected an experiment to compare the effectiveness of baking soda as part of a detergent on dirty laundry. Initially, we wanted to find out how effective a home-made detergent is when compared to a purchased one. Since one of the ingredients of the home-made detergent was baking soda, we were interested in the difference between the detergents prepared using baking soda from different manufacturers. Since we did not notice a difference after washing, we determined whether the efficiency of baking soda, produced and sold by different manufacturers, is better if soda is more expensive. We first tested the effectiveness of baking soda purchased at a nearby pharmacy and baking soda, which can be purchased at many stores and drugstores. Because of the result, we began to investigate how the products actually differ, or whether they differ at all. X-ray powder analysis of two products was performed, and several samples were analyzed by infrared spectroscopy.

Key words: baking soda, washing agent, X-ray powder diffraction, infrared spectroscopy

1 UVOD

Soda bikarbona je kemijsko natrijev hidrogenkarbonat s kemijsko formulo NaHCO_3 . V vsakdanjem življenju velja zmotno prepričanje, da je ta snov baza, vendar ni tako. Soda bikarbona je sol. Nastane lahko pri reakciji natrijevega hidroksida, NaOH , ki je močna baza, s šibko ogljikovo kislino, H_2CO_3 , kar nam pove, da je pH te spojine nekoliko bazičen (okoli 9). Pridobivamo jo med Solvayevim postopkom (iz leta 1860), pri katerem pridobivamo pralno sodo, Na_2CO_3 , in sodo bikarbono, NaHCO_3 , z uvajanjem amoniaka in ogljikovega dioksida v nasičeno raztopino natrijevega klorida [3].



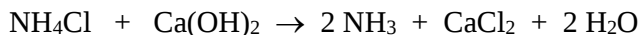
Nastaja slabše topna soda bikarbona, ki jo lahko odfiltriramo (tako kot večina hidrogenkarbonatov je tudi ta zelo slabo topna v vodi, $t = 9,6 \text{ g/100 mL}$, 20°C).

E-mail naslov: brina.dojer@um.si

Pri nadaljnjem postopku (žganje v peči za kalciniranje pri temperaturi približno 200 °C) nastane iz natrijevega hidrojenkarbonata natrijev karbonat.



Ogljikov dioksid se vrača v postopek, vodni raztopini amonijevega klorida dodamo kalcijev hidroksid in tako dobimo amoniak (ki se prav tako vrača v proces) [1].



Po žganju sode bikarbne nastali Na_2CO_3 imenujemo »soda«. Enak izraz uporabljajo predvsem Američani tudi v zvezi s pijačami, ki jim dodajajo CO_2 (Fanta, Coca Cola itd.). Pred približno petdesetimi leti smo pri nas uporabljali izraz »sodavica«, s katerim smo označevali vodo, ki ji je bil dodan CO_2 .

Tako kot večina hidrojenkarbonatov, je tudi ta zelo slabo topen v vodi ($t = 9,6 \text{ g/100 mL}$, 20 °C).

Uporaba sode bikarbne je obsežna. Na spletni strani z imenom, dobljenim po postopku pridobivanja, najdemo mnogo praktičnih nasvetov, ali kot je napisano: En izdelek za tisoč in eno uporabo. Nasveti se nanašajo predvsem na čiščenje doma, osebno higieno, uporabo pri pripravi hrane, uporabo v prostem času itd.[6]. S sodo bikarbono lahko uspešno odstranimo pesticide, kot sta tiabendazol in fosmet, s površine sadja [8], prav tako jo lahko uporabljamo pri ustni higieni [4,5,7]. Soda bikarbna sicer nima antibakterijskega učinka, deluje pa abrazivno in s tem čistilno ter poveča pH slin. Poleg tega v kemijskih procesih uspešno nadomešča oksalno kislino pri pridobivanju/obarjanju lantanoidov [2], ta proces je cenejši, izkoristek procesa pa večji.

2 EKSPERIMENTALNO DELO

Namen našega dela je bil sprva priprava in preizkušanje učinkovitosti pralnega sredstva. Običajna pralna sredstva vsebujejo tenzide, luge, belilna sredstva, stabilizatorje, optična belila, encime in sredstva za preprečevanje redeponacije nečistoč. Na spletnih straneh je moč najti različne recepte za pripravo pralnega sredstva, ki omenjenih snovi večinoma ne vsebujejo, sestavine za pripravo takšnega sredstva pa so bolj ali manj enake.

Odločili smo se za pripravo sredstva iz sode bikarbne, mila, vode in alkoholnega kisa. V prvem primeru smo za pripravo uporabili sodo bikarbono (1,29 eur/ 500 g – 28. 5. 2021), ki jo je mogoče kupiti v večini trgovin z živili, v drugem pa lekarniško sodo bikarbono (cena 9,3 eur/ 500 g, Mariborske lekarne, 28. 5. 2021). V lekarni smo povprašali, v čem se ta soda bikarbna, ki jo prodajajo, razlikuje od trgovinskih. Odgovor je bil, da je prečiščena in ne vsebuje težkih kovin.

Pri preizkušanju učinkovitosti pralnega sredstva smo na perilo nanegli madeže kave, kečapa, trave in bučnega olja, ga nekaj časa namakali v pripravljenem pralnem sredstvu ter ga nato oprali v pralnem stroju na 40 °C.



Slika 1: Blago, na katerega smo nanegli kavo, kečap, travo in bučno olje in namakanje tega blaga v pralnem sredstvu.

Na 1. sliki so krpe, ki smo jih oprali s pralnim sredstvom, v katerega smo dali trgovinsko sodo bikarbono, na drugi sliki pa krpe, ki smo jih oprali s pralnim sredstvom, ki je vsebovalo lekarniško sodo bikarbono.

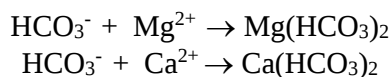


Slika 2: Blago po pranju: primerjava blaga, ki je bilo oprano s sredstvom, katerega ena od sestavin je trgovinska soda bikarbona, in desno blago, katerega ena od sestavin je lekarniška soda bikarbona.

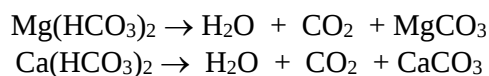
Na sliki lahko kljub namakanju v pripravljenem pralnem sredstvu in kasnejšemu pranju še vedno opazimo madeže, iz izkušenj pa vemo, da madeže trave, kečapa in bučnega olja tudi pri pranju z običajnimi pralnimi sredstvi težko odstranimo.

Zaradi dokaj podobnega rezultata pranja smo se začeli spraševati, ali ima sploh kakšen pomen dodajati sodo bikarbono v pralno sredstvo in kakšna je pravzaprav razlika med uporabljenima sodama, ki sta si na videz enaki, cenovno pa sta zelo različni.

Vemo, da magnezijevi in kalcijevi ioni, ki so v trdi vodi, zmanjšujejo učinek pralnih sredstev. Ob dodatku NaHCO_3 se hidrogenkarbonatni ioni vežejo s kalcijevimi in magnezijevimi ioni. Pri tem nastajata magnezijev in kalcijev hidrogenkarbonat.



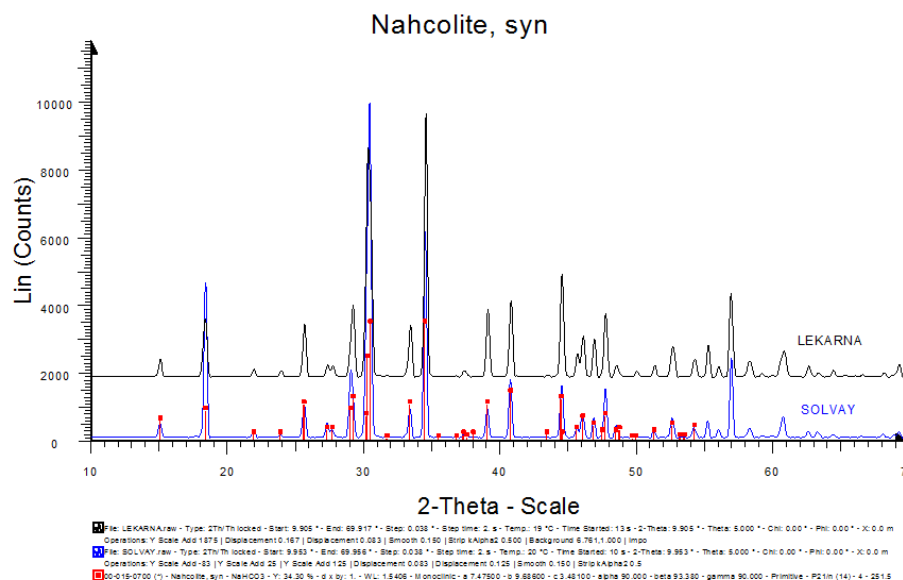
Oba sta v vodi topna. V vodi poteka reakcija:



Netopna karbonata se izločita v obliki oborine in tako ne vplivata na učinek pralnih sredstev.

3 REZULTATI MERITEV

Zaradi zelo podobnega učinka obeh pralnih sredstev na umazano perilo smo se odločili, da opravimo rentgensko praškovno analizo vzorcev obeh sod. V lekarnah namreč poudarjajo, da je njihova soda prečiščena, odstranjene naj bi bile težke kovine, kar se odraža tudi v ceni.

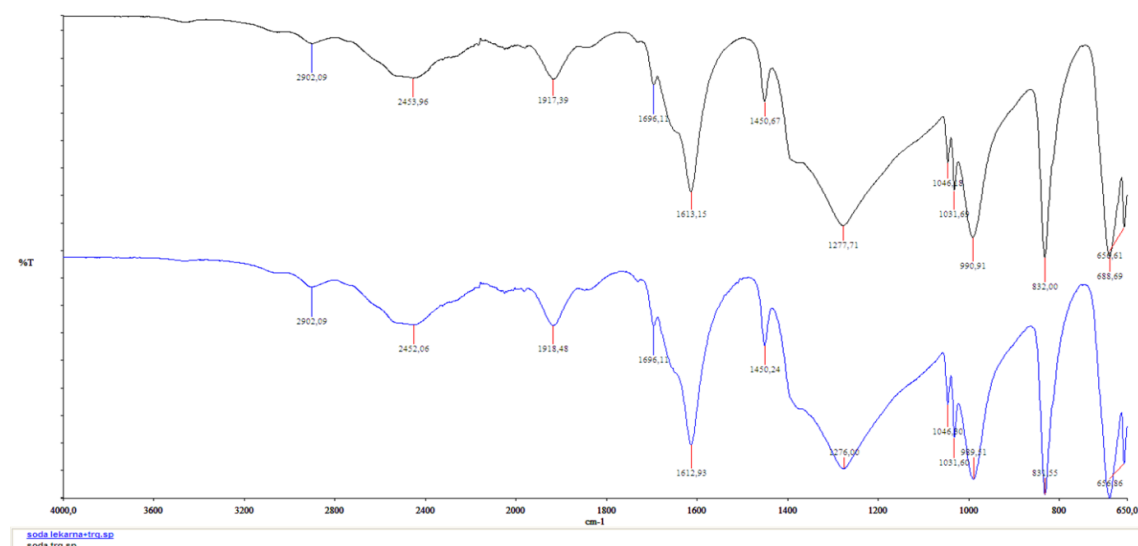


Slika 3: Rentgenska praškovna posnetka trgovinske in lekarniške sode bikarbone.

Rezultat nas je zelo presenetil. Seveda smo pričakovali NaHCO_3 kot glavno sestavino obeh vzorcev, vendar smo bili presenečeni, ker sta bila rentgenska praškovna posnetka vzorca trgovinske sode bikarbone in lekarniške enaka (slika).

Za nadaljnjo analizo smo se odločili opraviti tudi infrardečo spektroskopijo vzorcev; tudi ta je pokazala enake uklone obeh vzorcev. Slika 4 prikazuje nihanja vezi v različnih območjih. Pri okoli 2900 cm^{-1} gre za vzdolžno nihanje O–H skupin, pri okoli 2500 cm^{-1} pa lahko opazimo šibko nihanje karboksilne skupine. V območju okoli 1700 cm^{-1} gre za raztezanje C=O skupine. Pri 1600 in 1450 cm^{-1} opazimo simetrična in asimetrična nihanja COO^- , pri okoli 1280 in 1000 cm^{-1} pa raztezanje C–O skupine. V območju okoli 830 cm^{-1} gre za upogibna nihanja karboksilne skupine, še nižje, pri okoli 650 cm^{-1} pa se pojavijo karakteristični vrhovi značilni za hidrogenkarbonate [1].

Če povzamemo rezultate obeh analiz, lahko rečemo, da tako ena kot druga nista pokazali razlik med lekarniško in trgovinsko sodo bikarbono.



Slika 4: IR posnetka lekarniške sode bikarbone (zgoraj) in trgovinske sode bikarbone (spodaj).

Ker pa je na naših trgovskih policah dosti sode bikarbone, ki jo prodajajo različni proizvajalci, smo se odločili opraviti tudi infrardečo spektroskopijo omenjenih, da bi ugotovili, ali je med njihovimi spektri sploh kakšna razlika. Izbrali smo jih le nekaj.



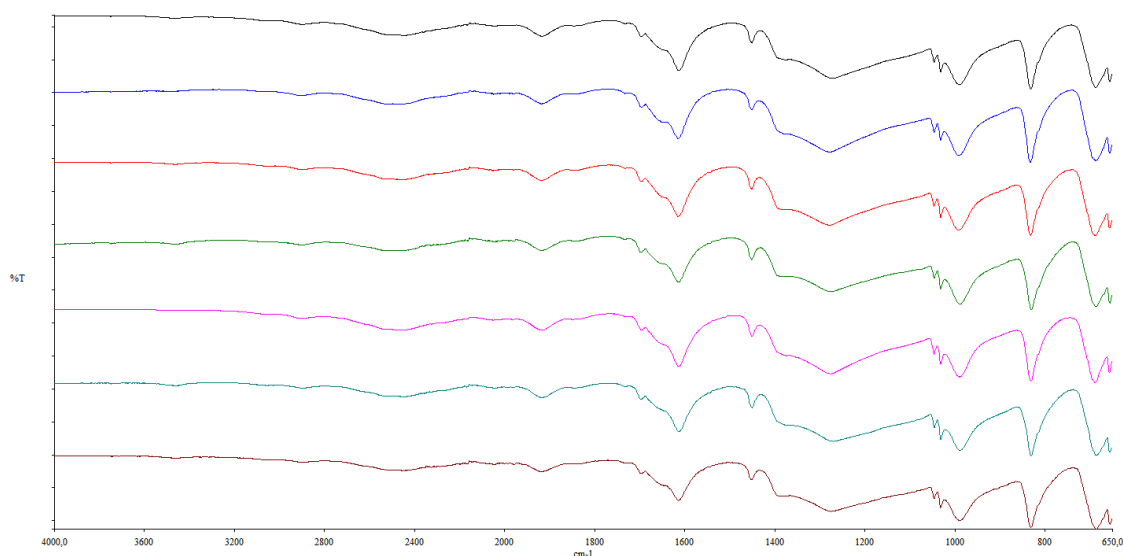
Slika 5: Soda bikarbona različnih proizvajalcev.

V tabeli so zapisane cene sode bikarbone različnih proizvajalcev:

Tabela 1: Primerjava cen sod različnih proizvajalcev:

Proizvajalec	Cena [eur] (28.5.2021)	Preračunana cena/ 100 g [eur]
Dr. Oetker (soda bikarbona za gospodinjstvo), 50 g	0,48	4,8
Podravka (Dolcela), 500 g	1,35	1,35
Dr. Oetker (soda bikarbona original), 20 g	0,23	5,75
Gorimpex d.o.o. (soda bikarbona), 500 g	0,99	0,99
Solvay (soda bikarbona), 500 g	1,29	1,29
DESPAR (bicarbonato di sodio), 500 g	0,81	0,81
Lekarniška soda bikarbona, 500 g	9,30	9,30

Podatki v tabeli kažejo, da se cene sode bikarbone zelo razlikujejo, zaradi česar bi pričakovali, da višja cena pomeni boljše kvaliteto. Vendar naše raziskave tega niso potrdile. Pri rentgenski praškovni analizi so lahko ob resnično majhnih količinah ("v sledeh") vrhovi neizraziti, medtem ko se pri infrardeči spektroskopiji pokažejo morebitne zelo majhne količine primesi. Kot lahko razberemo s slike 6, so IR spektri sod različnih proizvajalcev enaki.



Slika 6: Ir posnetki različnih sod (od zgoraj navzdol si sledijo sode znamk Despar, dr. Oetker original, dr. Oetker soda za gospodinjstvo, Gorimpex, lekarniška, Dolcela, Solvay).

5 ZAKLJUČEK

S pralnim sredstvom, ki smo si ga sami pripravili iz vode, mila, sode bikarbone in kisa, smo dokaj uspešno oprali blago, na katerega smo prej nanесли kavo, kečap, travo in bučno olje. Zaradi podobnega učinka sredstva, v katerem je bila lekarniška, in tistega, v katerem je bila trgovinska soda bikarbona, smo opravili rentgenski praškovni posnetek in IR analizo obeh sod,

kasneje pa še IR analizo sod, ki smo jih našli na policah bližnje trgovine. Ugotovili smo, da sta si rentgenska praškovna posnetka lekarniške in trgovinske sode bikarbone enaka, prav tako pa so si med sabo enaki tudi IR spektri. Torej, z analizami, ki smo jih opravili, nismo zaznali razlik med prodajanimi sodami.

Literatura

- [1] Bellamy L.J., *The Infrared spectra of complex molecules*, Chapman and Hall, London, 1975.
- [2] Dezhi Qi, *Hydrometallurgy of Rare Earths*, 1-185, 2018.
- [3] Lazarini F., Brenčič J., *Splošna in anorganska kemija*, DZS Ljubljana, 1994.
- [4] Madeswaran S, Jayachandran S. Sodium bicarbonate: A review and its uses in dentistry. *Indian J Dent Res* 2018;29:672-7.
- [5] Moharamzadeh K., *Biocompatibility of Dental Biomaterials*, 113-129, 2017.
- [6] Soda bikarbona. Pridobljeno iz: <https://www.soda-bikarbona.si/> (1. 6. 2021).
- [7] Torrén-Tomás, A., Montoro-Martínez P., *In Analysis of Cosmetic Products*, 340-344, 2007.
- [8] Yang T., Doherty J., Zhao B. etc., *J. Agric. Food Chem.* 2017, 65, 44, 9744–9752.

VABILO AVTORJEM

Dianoia (grško διάνοια) po Platonu označuje védenje, razmišljanje o modelih stvarnosti, o naravoslovno-matematičnih in tehničnih temah. Uporabljajo ga matematiki (modeliranje) in znanstveniki (formuliranje problema), inženirji (načrtovanje sistema). Opredeljuje kompetenco, proces ali rezultat diskurzivnega razmišljanja, za razliko od neposrednega razumevanja obravnavane tematike. Aristotel to védenje naprej razdeli na teoretično (episteme) in praktično (phronesis).

Dianoia po Platonu torej označuje vmesni nivo človeškega spoznanja, prehod od intuitivnih občutkov do najglobljega spoznanja dejanskosti. Tako je idealna oznaka za objave v pričujoči reviji, ki povezujejo teoretična, znanstvena izhodišča z njihovo uporabno namembnostjo. Študentje, avtorji teh člankov, ste na prehodu od učenja k delu, od teoretičnega h konkretnemu, ki vas bo pripeljalo do kruha, do dela, s katerim boste odigrali svojo vlogo v družbi. Na tem prehodu pa poleg znanja, ki ga ponuja redno izobraževanje, potrebujete tudi izkušnje s konkretnih izzivov in mehke kompetence sodelovanja v ekipah delodajalcev, k čemur vas spodbuja in vam pri tem pomaga revija Dianoia.

V reviji bomo objavljali poljudne in strokovne članke s področja naravoslovja, matematike ali znanosti, ki uporabljajo znanja teh področij. Ciljna publika bralcev so v prvi vrsti delodajalci, ki tovrstna znanja potrebujejo in želijo izvedeti, kaj je kdo zanimivega razmislil na njihovem področju. V drugi vrsti so ciljna publika študentje, ki iščejo zamisli za svojo poklicno pot in lahko v reviji najdejo navdih za lastna raziskovanja in iskanje stikov s trgom dela.

Za kakovost izdelkov bo skrbel uredniški odbor in uredniški svet, v katerih so vrhunski strokovnjaki, povezani s področji, ki jih revija obravnava. Članki bodo anonimno recenzirani, o objavi pa na podlagi recenzije odloča uredniški odbor. Priporočljivo je, da avtorji besedilo spremenijo v skladu s priporočili recenzentov in da popravljeni članek z utemeljitvijo sprejema ali zavrnitve sprememb ponovno pošljejo v pregled. Uredništvo lahko objavo članka zavrne, če vsebinsko ali po merilih kakovosti ne ustreza standardom revije, o čemer avtorje obvestimo v najkrajšem možnem času.

S prispevkom v reviji bodo avtorji spodbujali širjenje znanja s področja naravoslovja in matematike ter tehnike oziroma izobraževanja teh področij in svoje poglede prenašali na trg dela in na prihajajoče generacije.

NAVODILA AVTORJEM

Avtorje prosimo, da pri pripravi članka upoštevajo naslednja navodila.

Če je članek napisan v slovenščini, naj ima angleški prevod naslova, povzetka in ključnih besed. Veseli bomo tudi prispevkov v angleščini, ki pa morajo imeti naslov, razširjen povzetek v obsegu 300 – 400 besed in ključne besede v slovenščini. Ključnih besed naj bo do šest.

Prispevki naj bodo zanimivi za širši krog bralcev. Ključna je intuitivna predstavitev zamisli in rezultatov, podrobnosti pa lahko ostanejo prihranjene za morebitni znanstveni članek, ki bi bil nadgradnja članka, objavljenega v reviji Dianoia.

Članek naj vsebuje naslov, ime avtorja (avtorjev) in sedež ustanove, kjer avtor(ji) dela(jo). Sledi naj povzetek, z največ 150 besedami, seznam ključnih besed in besedilo, ki ne presega 3000 besed. Besedilo naj bo zapisano v urejevalniku besedil MS Word 2010 oz. kasnejši ali LaTeX in naj uporablja objavljeno predlogo. Slike in tabele morajo biti oštevilčene in imeti natančen opis, da jih lahko razumemo brez preostalega besedila. Slike v elektronski obliki naj bodo visoke kakovosti v formatu PNG ali JPEG.

Prispevek v PDF obliki pošljite na naslov dianoia@um.si z zadevo: »Za revijo Dianoia«. Če bo sprejet v objavo, vas bomo prosili za izvirno obliko prispevka.