



Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje
in matematiko



διάνοια

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	2
Leto/Year	2018 (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> Petra Fic
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	2018
Datum natisa/Published	2018
Naklada/Nr. of Copies	100 izvodov

Revija izhaja dvakrat letno, predvidoma aprila in septembra.

Kazalo / Table of Contents

Ulica Hermana Potočnika Noordnunga 1, 2000 Maribor ali Kaj je uporabno znanje? Herman Potočnik Noordnung street 1, 2000 Maribor or What is useful knowledge? Drago Bokal	73
Strukturne in termične lastnosti novega nikljevega single-source prekursorja Structural and thermal properties of a new nickel single-source precursor Katja Breznik, Brina Dojer, Andrej Pevec, Matjaž Kristl	79
Kreiranje urnika za podjetje Estetika Nobilis Creating a timetable for company Estetika Nobilis Anja Gorčan	85
Odnos do domačih nalog pri matematiki Attitude towards homework in mathematics Nina Gracej	95
Vpliv dodatnih dejavnosti na končni rezultat pri predmetu matematika The impact of additional activities on the final result in mathematics Tanja Rojc, Nika Kores	105
Telesna velikost gozdne voluharice korelira s klimatskimi dejavniki Body size of the bank vole corelates with climate conditions Mojca Cimerman, Natalija Špur	113
Fizikalne lastnosti intermetalne katalizatorske spojine ZnPd Physical properties of the Intermetallic Catalyst Alloy ZnPd Arbresha Hölbl, Janez Dolinšek	121

Ulica Hermana Potočnika Noordnunga 1, 2000 Maribor ali Kaj je uporabno znanje?

Drago Bokal

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

Konec avgusta sem dobil vabilo na ustanovitev naravoslovno-matematične akademije, s katero bi naša fakulteta srednješolcem pomagala odkrivati čare naravoslovno-matematičnih disciplin ob spoznavanju vsebin, ki so zahtevnejše od tega, kar mora vsak od njihovih vrstnikov usvojiti o teh temah. Čeprav je do pobude prišlo relativno neodvisno, pa vodi k istim ciljem, kot jih ima naša revija, zato ji namenimo nekaj mesta v našem uvodniku.

S teorijo iger je mogoče formalno dokazati intuitivno dokaj jasno trditev, da je prenos znanja med racionalnimi posamezniki najbolj učinkovit, kadar oba, učeči in poučujoči, dobita največje zadoščenje, nagrado neposredno iz znanja, ki je bilo posredovano, ocena in druga mnenja o tem znanju pa so na zadnjem mestu prioritet [1]. To matematično, abstraktno zastavljeno trditev je mogoče razumeti na več načinov. Mikroekonomsko gledanje bi nagrado finančno ovrednotilo in izdelalo spodbude, ki bi vir in prejemnika znanja ustrezno finančno nagradile. A psihološko-ekonomske raziskave pokažejo, da ozko finančno gledanje na igre med ljudmi lahko razvrednoti cilje, ki jim sledijo [2]. Tisto, kar nas izpolni, pogosto ni številka na računu, ampak občutek notranjega zadovoljstva, da smo napredovali, prispevali k nečemu pomembnejšemu od nas. Ta vidik je raziskoval na Reki rojeni Madžar Mihály Csikszentmihályi [5]. Do zanosu, ki ga ob tem občutimo, nam pomaga soočanje z vedno kompleksnejšimi izzivi, ki pa ne presegajo naših zmožnosti. Tako sta lahko povsem zadovoljna s seboj in svojim življenjem sedemdesetletna kmetica Serafina Vinon iz Pont Trentaz-a v dolini d'Aoste in šestdesetletni varilec Joe Kramer iz južnega Chichaga, tridesetletni milanski brezdomec Reyad iz Egipta [4] in George Klein, biolog, ki na Karolinskem inštitutu v Stockholmu proučuje tumorje [5]. In tako se za uporabno znanje izkaže tisto, ki posamezniku in njegovi skupnosti pomaga do zanosu, do veselja, do življenja.

Dianoia pri iskanju zanosu študentom pomaga, ko jim ponudi priložnost, izziv za nadgradnjo njihovega pedagoškega procesa z objavo, s katero lahko svoje delo, izdelek predstavijo bodočim delodajalcem in drugi zainteresirani javnosti. Naravoslovno-matematična akademija bo lahko pomagala tako dijakom opisanih srednjih šol in tudi študentom: prvi

bodo dobili možnost nadgradnje svojega znanja z vsebinami, katerih globina presega običajno srednješolsko znanje, drugi pa priložnost, da pod vodstvom univerzitetnih učiteljev ostrijo svoje razumevanje vsebin, podanih na fakulteti, in njihovo podajanje vedoželjnim, ki jih to znanje zanima ne le zaradi ocene, ampak zaradi veselja do znanja samega.

Kaj ima z opisanim Herman Potočnik Noordung? V teh dneh mineva 89 let od njegove smrti. Rojen je bil 22. decembra 1892 v Pulju materi Štajerki in očetu Korošču, zdravniku v avstroogrski mornarici. Umrli je 27. avgusta 1929 na Dunaju kot upokojen stotnik avstrijske vojske. Po upokojitvi zaradi tuberkuloze leta 1919 je na Tehniški univerzi na Dunaju pričel študirati elektrotehniko in strojništvo. Študij je zaključil leta 1925 kot strokovnjak za raketno tehniko [12]. V Osnovni šoli Polhov Gradec smo se obletnice njegove smrti spomnili z delavnico, na kateri so otroci prve triade izdelovali rakete, ki jih pospeši sila curka vode, do katerega pride zaradi pritiska ogljikovega dioksida v plastenki. Ogljikov dioksid se sprosti pri kemijski reakciji med sodo bikarbono in citronsko kislino. Na to delavnico lahko torej navežemo precej osnovnošolske snovi, a najbolj me je presenetilo, koliko teh znanj je mogoče najti že pri učencih prve triade. Preden smo se lotili izdelave raket, smo imeli skoraj enourni pogovor o naši delavnici:



- Morda veste, kdo je bil Herman Potočnik?
- Prvi človek, ki je pristal na Luni!
- No, to ravno ni bil, a je povezan s tem. Kako pa so prišli ljudje na Luno?
- Z raketo!
- Zakaj pa raketa leti na Luno?
- Ker bruha ogenj!
- Kaj pa rabimo za ogenj?
- Nekaj kar gori, pa zrak!
- Pa je v vesolju zrak?
- Ne, v vesolju ni nič!
- Kako pa potem raketa lahko bruha ogenj?
- Ker s sabo pelje kisik!
- Res je! Kdo ti je pa to povedal?
- Ati, ko sva gledala film o izstrelitvi rakete na računalniku.

- Učitelj, ljudje na raketi tudi rabijo kisik, da lahko dihajo!
- Ja, v Tintinu [8] jim je zmanjkalo kisika, ker sta se na raketo skrila dva lopova!

Vprašanj sploh ni bilo več treba zastaviti, začetne iskre so vnele njihove male sive celice in treba je bilo le še spremljati vrstni red rok, ki so se dvigovale, in njihovemu znanju dodati tu in tam kako opombo, da se dopolni, nadgradi. Debato smo peljali prek težnosti, skakanja po Luni in Zemlji, dihanja in ogljikovega dioksida k našim raketam.

- Kje pa še nastane ogljikov dioksid?
- V pecivu dela luknje, je rekla mama.
- Kako pa?
- Ker je pecilnemu prašku vroče!
- Tukaj imam tudi dva praška, ali veste kaj sta?
- Soda in citronka! To je imela Ana zadnjič na oratoriju, ko smo delali vulkan!
- Kako pa ste delali vulkan?
- Vanj smo vlili milnico, sodo in citronko pa je bruhal peno!
- Kaj pa bi se zgodilo, če bi ga potem zamašili?
- Potem bi pa počil!
- Zakaj bi počil?
- Ker je v njem pritisk.
- Zakaj pa je pritisk?
- Ker plin ne more ven!
- Kateri plin pa je to?
- Ogljikov dioksid!
- Vidite, nekaj podobnega bomo naredili z našo raketo. V njej se bo nabral ogljikov dioksid iz sode in citronke, ki bo porinil zamašek in vodo iz plastenke in raketa bo skočila v zrak. Ali kdo ve, zakaj bo skočila?
- Ker se ohrani gibalna količina!

Letošnji prvošolec je zelo ponosen na poskuse s kroglicami, ki mu jih je oče pokazal, in je to zlahka povezal s curkom vode, ki udari in potisne plastenko. Učiteljica fizike pa je povedala, da ohranitve gibalne količine ni več v osnovnošolskem programu fizike, ker je prezahtevna in je otroci ne razumejo. Morda otrokom samo manjka trkanja pravih, pristnih frnikol, ki bi zamenjalo tapkanje po zaslonih?

Dianoia in naravoslovno-matematična akademija sta korak v to smer. Tistim, ki so uspeli do srednje šole ohraniti zanimanje za iskanje znanja, ki vsakemu novorojencu pomaga k naravnemu razvoju do vstopa v izobraževalni sistem, pomagata to zanimanje razvijati še naprej, v duhu iskanja zanosa v znanju in ustvarjalnosti [5]. Herman Potočnik, ki je kljub tuberkulozi, ki jo je prinesel s soške fronte in za katero se je zavedal, da ga bo slej ali prej pokopala, iskal nova znanja in v tem prizadevanju zasadil semena, katerih sadovi so človeštvu pomagali pristati na Luni, pa nam lahko služi za navdih. Obenem pa tudi v razmislek, ali znamo prepoznati vizionarstvo v predlogih razmišljujočih posameznikov, ga obenem obogatiti s konstruktivno kritiko in hkrati podpreti, da tisti, ki premikajo meje človeških spoznanj, ne umrejo zapuščeni, v revščini, a hkrati na začetku poti – kot se je zgodilo njemu.

Prihodnje leto bo minilo sto let od vpisa Hermana Potočnika Noordnunga na univerzo, devetdeset let od uradnega izida njegove knjige *Das Problem der Befahrung des Weltraums – der Raketen-Motor* (Problem vožnje po vesolju – raketni motor, [7]) in prav toliko od njegove prezgodnje smrti. Wikipedija navaja, da mu je posvečena ulica v Pulju, Ljubljani in v Gradcu. Maribora, v katerem je po očetovi smrti in materini vrnitvi na rodno Štajersko obiskoval osnovno šolo, ni na tem seznamu. Morda pa je leto njegovih okroglih obletnic priložnost, da to spremenimo. Ulica, ki povezuje našo fakulteto, študentske domove ter univerzitetni športni center, je zdaj zgolj privesek Koroške ceste. To bi lahko spremenili in bi zadnja številka tretjega letnika naše revije, ki naj bi bila prihodnjega septembra Hermanu Potočniku Noordnungu tudi tematsko posvečena, lahko izšla na novem naslovu, na Ulici Hermana Potočnika Noordnunga 1. Naravoslovno-matematična akademija pa bi ob tej priložnosti v zadnjem tednu srednješolskih počitnic organizirala prvi Noordnungov naravoslovno-matematični raziskovalni teden, na katerem bi se spoznavali znanja željni srednješolci in študentje in skupaj z mentorji predstavljali dosežke preteklega leta in kovali načrte za prihodnje. Del tega tedna pa bi lahko bil tudi simpozij o Hermanu Potočniku Noordnungu, ki bi povezal vse tri fakultete na naši lokaciji – Fakulteto za naravoslovje in matematiko z naravoslovno-matematičnimi prispevki, Filozofsko fakulteto z zgodovinskimi prispevki ali prispevki o njegoviem jeziku ter Pedagoško fakulteto s prispevki o priložnostih navdiha, ki jih lahko ponudi v izobraževalni proces.

Prav na dan Potočnikove obletnice je moja pozornost zbudila nedavno izdana pesem Roda Stewarta, *Kaj nisem* (Didn't I, [9]), za katero je bil nedavno izdan videospot [10]. Stewart v njej opeva izpoved očeta, katerega hčer je zašla v svet odvisnosti od drog. V pesmi svetle besede pove odpuščujoča mati, oče pa predvsem očita:

Ti nisem rekel, da te bo ta stvar ubila?

Ti nisem rekel, da se ne družiš s tem plemenom?

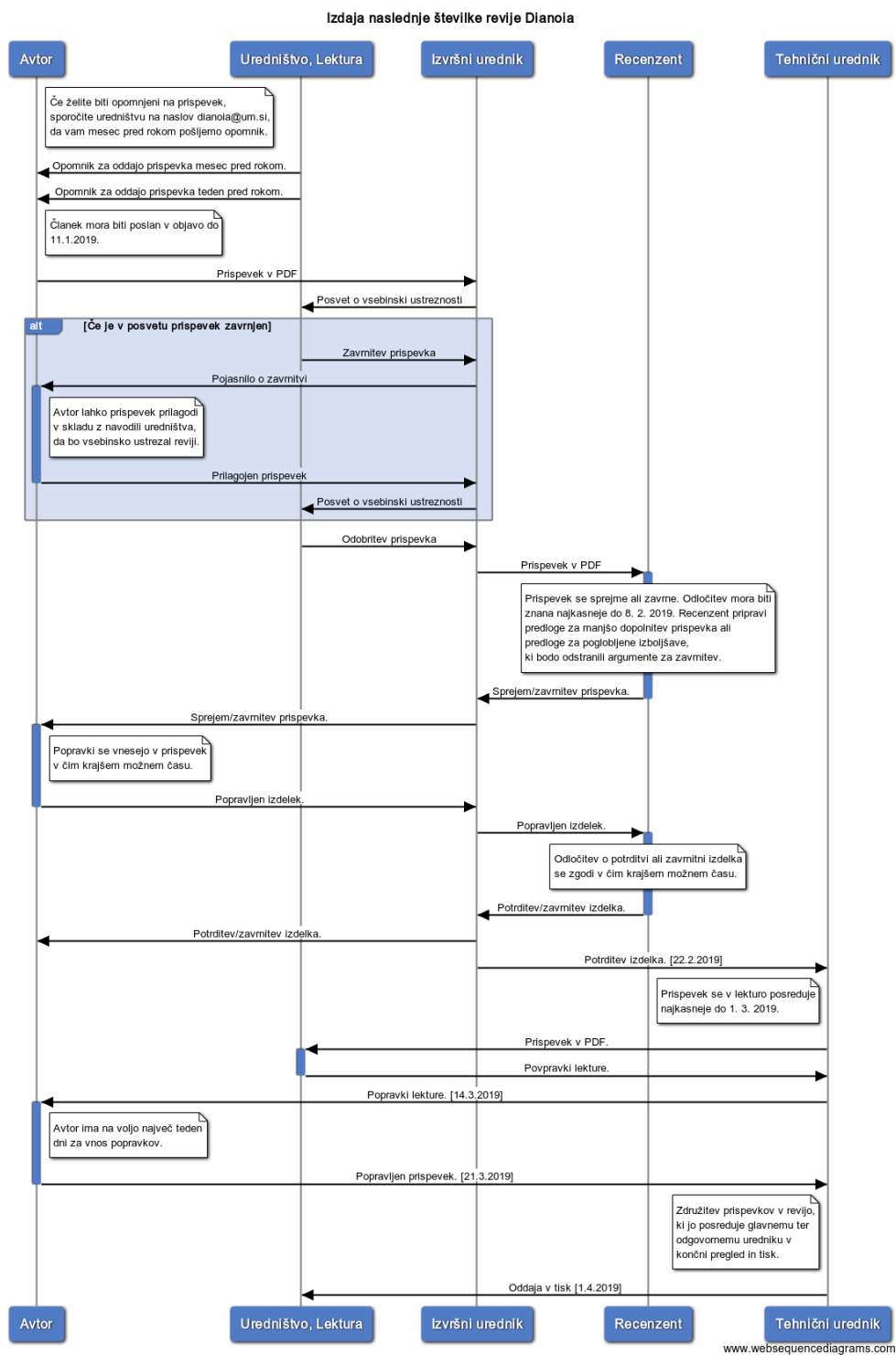
**Nisem hotel najbolje zate,
ko sem te skušal zadržati v šoli?**

Csikszentmihalyi na primeru motorističnega kluba iz Tokia opiše, kako urbana plemena omogočajo mladostnikom najti zanos z druženjem, tveganjem, hojo po robu [4]. Oče iz Stewartove pesmi je poleg svaril ponudil svoji hčeri le eno alternativo – šolo. Zdi se, da neuspešno. Je bilo to zaradi njegovega očitajočega odnosa do hčere (ki se morda ni začel šele, ko je zašla v droge)? Šola z globino znanja in jasnimi cilji, ki jih meri z ocenami, lahko pelje do zanosa, ki mladim ponudi pot, po kateri se drogam lahko na daleč izognejo, saj je svet omame, v katerega droge vabijo, povsem nasproten spoznavanju dejanskosti, ki ga odraža šolsko znanje. A morda hčer iz pesmi v šoli ni našla zanosa preprosto zato, ker ji točke in ocene niso predstavljale smisla, ne učitelji ne starši pa ji niso znali predstaviti

smisla v znanju, ki ga šola podaja? In je našla smisel v družbi, v prijateljih, v svojem urbanem plemenu. Ki jih je, upornike brez razloga [11], v svet drog morda potegnila zgolj radovednost – tista, ki na pot spoznavanja dejanskosti vabi tudi vse nas, raziskovalce. Z Dianoio in Naravoslovno-matematično akademijo pa na koristno uporabo radovednosti vabimo tudi vse, ki najdejo veselje v iskanju tovrstnega znanja.

Literatura

- [1] D. Bokal, T. Jagrič, A. Smole. Moral hazard model with endogenous signal. 4th World Congress of the Game Theory Society, July 21-26 2012, Istanbul Bilgi University, Turkey. Istanbul, 2012.
- [2] S. Bowles, *The Moral Economy: Why Good Incentives Are No Substitute for Good Citizens*, Yale University Press, New Haven & London, 2016.
- [3] M. Csikszentmihalyi, *Good Business: Leadership, Flow, and the Making of Meaning*, Penguin Books, 2004.
- [4] M. Csikszentmihalyi, *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper Collins, 2008.
- [5] M. Csikszentmihalyi, *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, Harper Collins, 2009.
- [6] A. Goričan, Proces izdaje nove številke revije Dianoia. *Dianoia* 1 (2017) 109–112.
- [7] H. Noordnung, *Das Problem der Befahrung des Weltraums. Der Raketen-motor*. Richard Carl Schmidt & Co., Berlin, 1929.
- [8] G. Remi – Herge, *Tintin: Odprava na Luno*, Učila, 2006.
- [9] R. Stewart, Didn't I, 2018. Zajeto 4.9.2018.
<https://www.azlyrics.com/lyrics/rodstewart/didnti.html>
- [10] Rod Stewart, Didn't I ft. Bridget Cady, Republic Records, a division of UMG Recordings, Inc., zajeto 4.9.2018. <https://youtu.be/iTA8KFFhHpA>
- [11] N. Ray [režija], *Rebel Without a Cause*, Warner Bros., 1955.
- [12] Wikipedia, Herman Potočnik, zajeto 4.9.2018,
https://sl.wikipedia.org/wiki/Herman_Poto%C4%8Dnik



Slika 1: Proces izdaje naslednje številke revije Dianoia. Pojasnila so v [6].

Strukturne in termične lastnosti novega nikljevega single-source prekursorja

Structural and thermal properties of a new nickel single-source precursor

Katja Breznik¹, Brina Dojer¹, Andrej Pevec², Matjaž Kristl³

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

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Večna pot 113, 1000 Ljubljana

³ Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Smetanova 17, 2000 Maribor

Povzetek

Sintetizirali in karakterizirali smo novi *single-source* prekursor za nastanek nanodelcev nikljevega sulfida, in sicer iz nikljevega acetata in 2-aminobenzotiazola. Podobne enojedrne spojine z bakrovim, kobaltovim, kadmijevim in cinkovim centralnim ionom ter karboksilatnimi ligandi je mogoče zaslediti tudi v literaturi. Spojino smo karakterizirali z monokristalno analizo, rentgensko praškovno difrakcijo, IR ter s termično analizo.

Spojina nikljevega(II) acetata z 2-aminobenzotiazolom, bis(acetato-O)-bis(2-aminobenzotiazol-N)-nikelj(II), kristalizira v ortorombskem kristalnem sistemu s parametri osnovne celice: $a = 8,6821(5) \text{ \AA}$, $b = 26,2160(11) \text{ \AA}$, $c = 9,1876(6) \text{ \AA}$. Spojina je enojedrna ter tvori intra- in intermolekularne vodikove vezi. Termična analiza je pokazala, da so končni produkt segrevanja spojine na $1100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ nanodelci nikljevega sulfida, Ni_3S_2 .

Ključne besede: *nikljev acetat, 2-aminobenzotiazol, single-source prekursor, monokristalna analiza, rentgenska praškovna analiza, nanodelci*

Abstract

We have synthesized and characterized a new *single-source* precursor for nickel sulfide nanoparticles, from nickel acetate and 2-aminobenzothiazole. Similar mononuclear compounds of copper, cobalt, cadmium and zinc central ion and carboxylate ligands are discussed in a literature. The products were characterized by single-crystal analysis, X-ray powder diffraction analysis, infrared spectroscopy and thermal analysis.

The compound, bis(acetato-O)-bis(2-aminobenzothiazole-N)-nickel(II) crystallizes in orthorhombic crystal system (space group $Pna2_1$) with parameters: $a = 8,6821(5) \text{ \AA}$, $b = 26,2160(11) \text{ \AA}$, $c = 9,1876(6) \text{ \AA}$. There are intra- and intermolecular hydrogen bonds in the described mononuclear compound. Thermal analysis showed the final product of heating of the compound to $1100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ are nanoparticles of nickel sulfide, Ni_3S_2 .

Key words: *nickel acetate, 2-aminobenzothiazole, single-source precursor, single-crystal analysis, X-ray powder diffraction analysis, nanoparticles*

1 UVOD

Spojine, pri katerih so na centralni atom oziroma ion vezani oziroma koordinirani ligandi, so definirane kot koordinacijske spojine. Centralni atom oziroma ion mora obstajati pri sinteznih pogojih, koordinacijska spojina pa mora pri takšnih pogojih nastati neposredno iz centralnega atoma oziroma iona in ligandov. Koordinativno vez, ki nastane med centralnim atomom oziroma ionom in ligandom, imenujemo tudi semipolarna vez in je posebna vrsta kovalentne

E-mail naslov/i: katja.breznik@um.si (Katja Breznik), brina.dojer@um.si (Brina Dojer), andrej.pevec@fkkt.uni-lj.si (Andrej Pevec), matjaz.kristl@um.si (Matjaž Kristl)

vezi. Za razliko od kovalentne vezi, za katero je značilno, da nastane, ko vsak delec v vezi prispeva po en elektron, nastane koordinativna vez med centralnim ionom (akceptorjem) in ligandom (donorjem) tako, da ligand prispeva celoten vezni elektronski par.

Koordinacijske spojine prehodnih kovin z ligandom 2-aminobenzotiazolom in njegovimi derivati so zanimive zaradi njihovega protimikrobnega [1–3], antimikotičnega [1,2], antioksidativnega [2], protirakavega [4] in antifilaričnega [5] efekta. Za večino kompleksov velja, da so učinkovitejši kot sami ligandi.

Koordinacijske spojine s karboksilatnimi ligandi in prehodnimi kovinami so v zadnjih desetletjih proučevali predvsem zaradi svojih strukturnih lastnosti. Karboksilatni ligandi se lahko namreč koordinirajo na več načinov: kot monodentatni, kelatni, bidentatni mostovni v *syn-syn*, *syn-anti* ali *anti-anti* konfiguraciji ali kot monodentatni mostovni ligandi.

Sintetizirali smo novo spojino nikljevega acetata z ligandom 2-aminobenzotiazolom. Podobne enojedrne karboksilatne spojine z bakrom [6–10], s kobaltom [11], cinkom [12] in kadmijem [13] najdemo v literaturi.

Za sintezo spojine z nikljem smo se odločili zaradi pričakovanih zanimivih strukturnih lastnosti, prav tako pa so nas zanimali produkti termičnega razkroja spojine. Upali smo namreč, da bomo pri segrevanju spojine na 600–700 °C dobili nanodelce nestehiometričnega nikljevega sulfida. Nestehiometrični sulfidi naj bi imeli veliko boljše polprevodniške lastnosti kot stehiometrični. Za nestehiometrične spojine velja, da tu in tam kakšen delec v plasti manjka ali pa je odveč, s čimer se lahko popolnoma spremenijo mehanske, termične in električne lastnosti snovi.

Zanimive strukturne lastnosti spojin se odražajo predvsem s tvorbo eno-, dvo- ali večjedrnih kompleksov, različnim načinom vezave enakih ligandov, povezovanjem spojin z intra- in intermolekularnimi vodikovimi vezmi ter π - π interakcijami med aromatskimi obroči.

Kovinske sulfide so v zadnjih letih proučevali zaradi svojih fizikalnih in kemijskih lastnosti ter njihove uporabe, kot npr. p-tip semikonduktorjev v solarnih celicah [14,15], kot materiali v litijevih polnilnih baterijah [16,17], v kemično obstojnih senzorjih plina [18,19] itd. Nanodelci sulfidov prehodnih kovin so zanimivi tudi zaradi svojih različnih oblik [20–22], ki se jih da ustvariti z različnimi sintezni postopki.

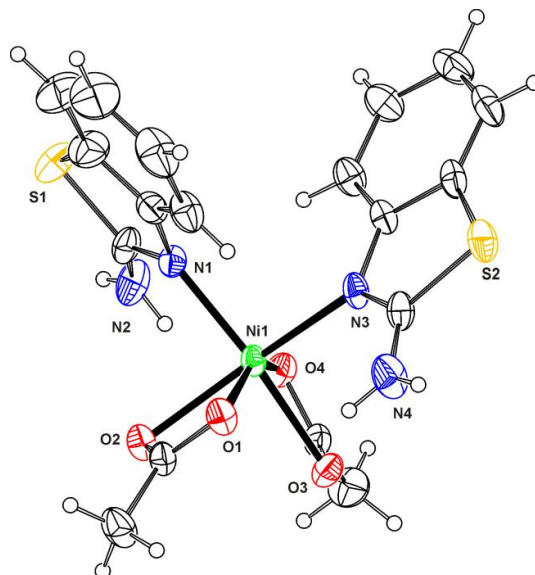
Na tem mestu je smotno omeniti besedno zvezo *single-source prekurzor*, s katero označimo spojino, iz katere neposredno s termičnim razkrojem ali katerim izmed mnogih načinov sinteze pridobimo nanodelce, v našem primeru nanodelce nikljevega sulfida, Ni_3S_2 .

2 EKSPERIMENTALNI DEL

Spojino bis(acetato-*O*)bis-(2-aminobenzotiazol-*N*)-nikelj(II), s kemijsko formulo $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$, smo pripravili z reakcijo med metanolno raztopino nikljevega(II) acetata tetrahidrata (0.062 g; 0.25 mmol) in metanolno raztopino 2-aminobenzotiazola (0,0751 g; 0,50 mmol). Sinteza je potekala približno 30 minut z mešanjem pri sobni temperaturi. Dobljeno raztopino smo filtrirali in filtrat pustili sušiti na zraku. Po nekaj dneh so se izločili kristali.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

Spojina bis(acetato-*O*)-bis(2-aminobenzotiazol-*N*)-nikelj(II) (slika 1) s formulo $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$ kristalizira v ortorombskem kristalnem sistemu s prostorsko skupino $Pna2_1$. Okoli centralnega nikljevega iona sta v *cis* položaju koordinirana dva enovezna liganda 2-aminobenzotiazola, ki sta na centralni ion koordinirana preko dušikovega atoma v obroču, ter dva kelatno vezana acetatna liganda.



Slika 1: Struktura spojine $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$.

Formula	$\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{N}_4\text{NiO}_4\text{S}_2$
M [g mol^{-1}]	477,19
barva kristala	zelen
kristalni sistem	ortoromski
prostorska skupina	$Pna2_1$
a [$\text{\AA}$]	8,6821(5)
b [$\text{\AA}$]	26,2160(11)
c [$\text{\AA}$]	9,1876(6)
α [$^\circ$]	90,00
β [$^\circ$]	90,00
γ [$^\circ$]	90,00
V [$\text{\AA}^3$]	2091,2(2)
Z	4
ρ_c [g cm^{-3}]	1,516
R [$I > 2\sigma(I)$]	0,0436

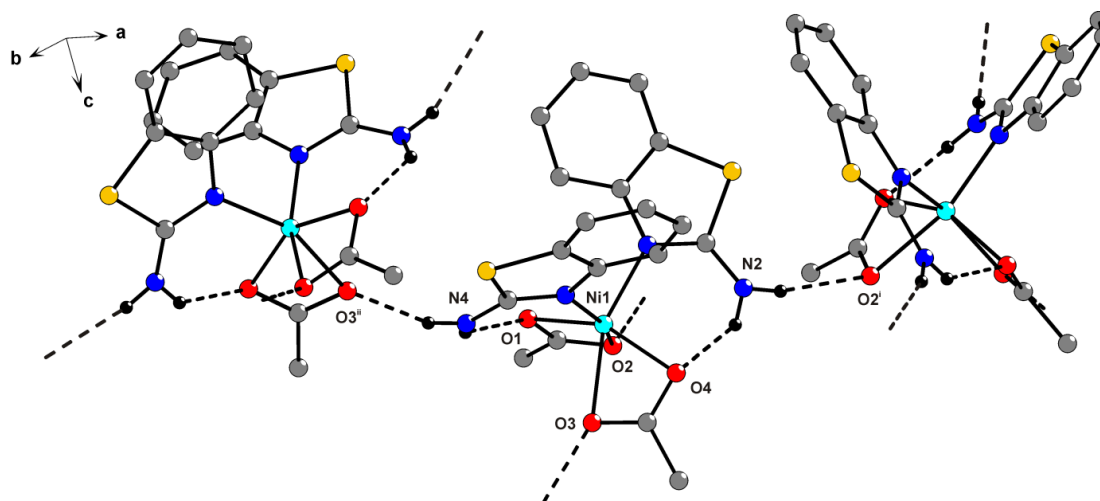
Preglednica 1: Kristalografski podatki spojine $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$.

vez	dolžina vezi [Å]	kot	velikost kota [°]
Ni1–N1	2,047(4)	N1–Ni1–O4	98,22(16)
Ni1–O4	2,064(4)	N1–Ni1–O1	102,79(17)
Ni1–O1	2,070(3)	O4–Ni1–O3	61,38(14)
Ni1–N3	2,083(4)	N1–Ni1–N3	95,46(17)
Ni1–O2	2,213(4)	N1–Ni1–O3	158,11(16)
Ni1–O3	2,222(4)	O1–Ni1–O2	61,41(13)
Ni1–N1	2,047(4)	N1–Ni1–O2	87,06(16)

Preglednica 2: Nekatere dolžine vezi [Å] in velikosti kotov [°] v spojini $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$.

Podatki v preglednici 2 kažejo na nekoliko popačeno *cis* oktaedrično razporeditev. Vezi med centralnim nikljevim ionom in ligandi so različno dolge (npr. Ni1–N1 2,047(4) Å in Ni1–O3 2,222(4) Å. Tudi koti nekoliko odstopajo od pričakovane vrednosti, 90°. Med njimi najbolj odstopata kota med kisikovima atomoma kelatno vezanih acetatnih ligandov. Iz podatkov lahko razberemo tudi, da sta acetatna liganda vezana asimetrično.

Odstopanja, asimetrija in popačenost so najverjetneje posledica intra- in intermolekularnih vodikovih vezi N–H···O (preglednica 3). V spojini imamo dva bifurkalna donorja vodikovih vezi, kot je vidno na sliki 2, preko katerih se molekule z intermolekularnimi vodikovimi vezmi povezujejo v 3D mrežo.



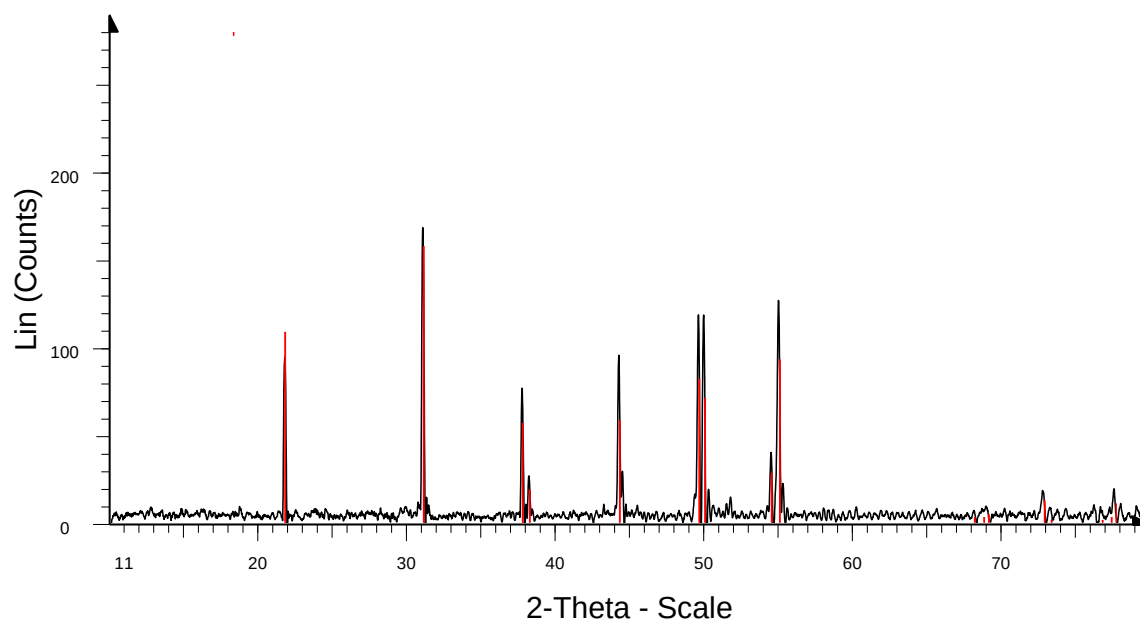
Slika 2: Vodikove vezi v spojini $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$.

D – H ... A	$d(\text{D-H})$ [Å]	$d(\text{H} \cdots \text{A})$ [Å]	$d(\text{D} \cdots \text{A})$ [Å]	kot (DHA) [°]
N2–H1N···O2 ⁱ	0,85(2)	2,23(3)	3,061(5)	164(7)
N2–H2N···O4	0,85(2)	2,07(5)	2,762(6)	139(6)
N4–H3N···O3 ⁱⁱ	0,86(2)	2,11(4)	2,925(7)	158(7)
N4–H4N···O1	0,85(2)	2,17(5)	2,837(6)	134(6)

Simetrijski operaciji: (i) $x+1/2, y+1/2, z$; (ii) $-x+1, -y+1, z-1/2$.

Preglednica 3: Vodikove vezi.

Rezultati (slika 3) opravljene rentgenske praškovne analize preostanka po termičnem razkroju nove koordinacijske spojine s kemijsko formulo $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$ na $1100\text{ }^\circ\text{C}$ (v dušikovi atmosferi) kažejo, da so produkt segrevanja nanodelci nikljevega sulfida, Ni_3S_2 .



Slika 3: Praškovni difraktogram produkta, dobljenega s termičnim razkrojem spojine $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$, pri $1100\text{ }^\circ\text{C}$ v dušikovi atmosferi. Difraktogram prikazuje vrhove, ki ustrezajo uklonom nikljevega sulfida, Ni_3S_2 .

4 ZAKLJUČEK

Z uporabo nikljevega(II) acetata tetrahidrata in 2-aminobenzotiazola smo uspešno sintetizirali novo spojino bis(acetato-*O*)-bis(2-aminobenzotiazol-*N*)-nikelj(II) s kemijsko formulo $[\text{Ni}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S})_2]$, ki je t. i. *single source precursor*. Ni^{2+} centralni ion je koordiniran *cis*-oktaedrično z dvema enoveznima ligandoma 2-aminobenzotiazola, ki se vežeta nanj preko aromatskega dušikovega atoma, ter dvema kelatnima acetatnima ligandoma. V strukturi so prisotne intra- in intermolekularne vodikove vezi, ki v veliki meri izoblikujejo popačenost. Produkt termičnega razkroja na $1100\text{ }^\circ\text{C}$ v dušiku so nanodelci nikljevega sulfida Ni_3S_2 .

Literatura

- [1] H. Ilkimen, C. Yenikaya, A. Gulbandilar, M. Sari, J. Molec. Struct. 1120 (2016) 25-32
- [2] J. Joseph, G.B. Janaki, J. Photochem. Photobiol. B, 162 (2016) 86-92
- [3] J. Joseph, G.B. Janaki, J. Molec. Struct. 1063 (2014) 160-169
- [4] A.A. Shabana, I.S. Butler, D.F.R. Gilson, B.J. Jean-Claude, Z.S. Mourhi, M.M. Mostafa, S.I. Mostafa, Inorg. Chim. Acta 423 (2014) 242-255
- [5] P.M. Loiseau, J.J. Jaffe, D.G. D.G. Craciunescu, Int. J. Parasitol. 8 (1998) 1279-1282

- [6] H.B. Gu, Z.Y. Wang, W.Y. Chen, *Chin. J. Inorg. Chem.* 28 (2012) 591-600
- [7] C. Li, B. Yin, Y.F. Kang, P. Liu, L. Chen, Y.Y. Wang, J.L. Li, *Inorg. Chem.* 53 (2014) 13019-13030
- [8] H.B. Gu, L. Wang, C.Q. Zhao, Y. Gong, W.Y. Chen, *Chin. J. Inorg. Chem.* 25 (2009) 1464-1469
- [9] H.B. Gu, L. Long, P.P. Li, L. Wang, W.Y. Chen, *Chin. J. Struct. Chem.* 29 (2010) 676-681
- [10] L. Sieron, M. Bukowska-Strzyzewska, *Acta Crystallogr. C* 55 (1999) 167-169
- [11] H. Bati, H. Saracoglu, N. Caliskan, S. Soylu, *Acta Crystallogr. C* 61 (2005) M342-M343
- [12] A. Usman, H.K. Fun, S. Chantrapromma, M. Zhang, Z.F. Chen, Y.Z. Tang, S.M. Shi, H. Liang, *Acta. Crystallogr. E* 59 (2003) m41-m43
- [13] W.X. Ma, B.H. Qian, H.Y. Ge, *Asian J. Chem.* 24 (2012) 3504-3506
- [14] A.B.F. Martinson, J.W. Elam, M.J. Pellin, *Appl. Phys. Lett.* 94 (2009) 123107
- [15] L. Reijnen, B. Meester, A. Goossens, J. Schoonman, *Chem. Vap. Deposition* 9 (2003) 15-20
- [16] J.S. Chung, H.J. Sohn, *J. Power sources* 108 (2002) 226-231
- [17] Z. Ma, X.X. Yuan, Z.L. Zhang, D.L. Mei, L. Li, Z.F. Ma, L. Zhang, J. Yang, J.J. Zhang, *Sci. Rep.* 5 (2015) 18199
- [18] A. Gaiardo, B. Fabbri, V. Guidi, P. Bellutti, A. Giberti, S. Gherardi, L. Vanzetti, C. Malagù, G. Zonta, *Sensors* 16 (2016) 296
- [19] A. Setkus, A. Galdikas, A. Mironas, I. Simkiene, I. Ancutiene, V. Janickis, S. Kaciulis, G. Mattogno, G.M. Ingo, *Thin Solid Films* 391 (2001) 275-281
- [20] W.J. Zhou, X.H. Cao, Z.Y. Zeng, W.H. Shi, Y.Y. Zhu, Q.Y. Yan, H. Liu, J.Y. Wang, H. Zhang, *Energy Environ. Sci.* 6 (2013) 2216-2221
- [21] P.F. Yang, B. Song, R. Wu, Y.F. Zheng, Y.F. Sun, J.K. Jian, *J. Alloys Compd.* 481 (2009) 450-454
- [22] A. Ghezelbash, M.B. Sigman, B.A. Korgel, *Nano lett.* 4 (2004) 537-542

Kreiranje urnika za podjetje Estetika Nobilis

Creating a timetable for company Estetika Nobilis

Anja Gorčan *

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

Povzetek

V članku je predstavljen problem kreiranja urnika zaposlenih v podjetju Estetika Nobilis. Obstoječi, nepopoln in neoptimalen urnik delovnega časa zaposlenih se nadomesti s stalnim, dvotedenskim urnikom zaposlenih v podjetju. Kot rezultat je prikazano delovanje ustvarjenega urnika v programu Excel, kamor uporabnik ročno vnaša termine zaposlenih oseb, program pa uporabnika opozori, če je pri vnosu storil napako, in izpiše, za katero vrsto napake gre. Za uporabnika je urnik dobro pregleden in omogoča hitro odpravo napak, s tem pa zagotavlja optimiziran urnik.

Ključne besede: urnik zaposlenih, množice, program Microsoft Excel, optimizacija, modeliranje

Abstract

The article presents the problem of creating employees' timetable at company Estetika Nobilis. The existing, incomplete and non-optimal timetable is replaced by a continuous, two-week schedule of employees in the company. As a result, the operation of creating a schedule in program Excel is displayed, where the user manually inputs the terms of the employees, and the program alerts if the user has made any mistake in data input and prints the type of mistake. The timetable is transparent for the user and enables quick troubleshooting; therefore, an optimized schedule is provided.

Key words: employee timetabling, set, program Microsoft Excel, optimization, modeling

1 UVOD

Estetika Nobilis je privatna poliklinika, ustanovljena leta 1997 pod vodstvom dr. med. spec. ORL Borisa Onišaka. Podjetje se ukvarja z nudenjem medicinskih in kozmetičnih storitev. V podjetju so zaposleni štirje zdravniki in pet terapevtk. Njihov trenutni urnik delovnega časa se sestavlja z ročnim, zamudnim vnosom podatkov v tabelo, prav tako pa se urnik nenehno spreminja, kar otežuje načrtovanje zasebnega življenja zaposlenih in strank. Podjetju ponudimo model dvotedenskega urnika, ki bo stalen. Pri tem upoštevamo pridobljene pogoje s strani podjetja, lokacije ambulant, vrste zaposlenih oseb in delovni čas.

2 OPREDELITEV PROBLEMA

Večina podjetij, šol in fakultet se vsaj enkrat na leto srečuje s problemom urnika. To je problem, pri katerem moramo upoštevati stroge omejitve, ki so nujne za sprejemljivost

*

E-naslov: anja.gorcan@gmail.com (Anja Gorčan)

urnika, in nekatere šibke omejitve, ki so zaželeni, ne pa tudi potrebne. Najpogosteje iščemo urnik, ki bi zadostil vsem strogim omejitvam in čim več šibkim omejitvam. Ročno sestavljanje urnika je tako ob upoštevanju vseh spremenljivk in omejitev zelo zahteven proces, za katerega je potrebno veliko časa.

Prvi poskusi sestavljanja urnikov z računalniško pomočjo segajo v 60. leta, ko so podjetja dobila računalnike. Skupaj z razvojem matematike in računalništva so se razvijale tudi metode problema urnika.

Klasifikacija metod za reševanje problemov se razdeli v štiri kategorije: točne metode, heuristike, metaheuristike, interaktivne metode. Med točne metode spadajo sestopanje, razveji in omeji ter dinamično programiranje. Med heuristike, ki so tudi najbolj pogosta metoda, spadajo požrešni algoritmi, nepopolno sestopanje, dekompozicija, pravila odločanja in funkcije prednosti. Med metaheuristike spadajo tabu iskanje, simulirano ohlajanje, logično programiranje z omejitvami in genetski algoritmi. Interaktivne metode so popravljanje baze podatkov, pregledovanje ročno narejenih urnikov in posebni urejevalniki urnikov. Poznamo pa še kombinirane metode, to so sistemi za podporo odločanja.

Večina teh metod je precej kompleksna, prav tako pa imajo svoje pomanjkljivosti. Pomanjkljivost natančnih metod je nepraktičnost in premajhna uporabnost pri resničnih problemih razporejanja, zato so bolj primerne za probleme, kjer večino zahtev opustimo [1], [5].

Večina šol in podjetij za takšne probleme raje uporablja vnaprej pripravljene programe, kot so eAsistent, Wise Timetable in UntisExpress. Slaba stran vseh teh vnaprej pripravljenih programov je omejeno število pogojev in omejitev, ki jih šole ali podjetja postavijo. Ker je obravnavan problem ravno takšen, smo s podjetjem raje sprejeli odločitev za sestavo urnika v Excelu, ki bo zadostil vsem pogojem in pomagal podjetju rešiti problem.

Problem sestavljanja urnika se razčleni na posamezne, ključne entitete, ki morajo biti upoštevane ob sestavi optimalnega urnika. Izbrane entitete so: oseba, lokacija, delovni čas, termin in urnik. Vsaka entiteta je sestavljena iz atributov, s pomočjo katerih pridobimo dober uvid v zastavljen problem. Entiteta oseba določa ID osebe in vrsto osebe. ID osebe določi oznako oseb. Zaloga vrednosti je množica: $\{z1, z2, z3, z4, t1, t2, t3, t4, t5\}$. Vrsta osebe loči osebo na terapevtko ali zdravnika. Zdravniki so označeni s številko 1, terapevtke pa s številko 2. Zaloga vrednosti je tako množica: $\{1, 2\}$. Entiteta lokacija ima tri attribute: ID lokacije, kraj, ambulant. Storitve se opravljajo v Mariboru, Ljubljani, Moravskih Toplicah in Portorožu. V vsakem kraju sta po dve ambulanti. ID lokacije torej določa zaporedno številko lokacije. Zaradi boljše nazornosti v prikazu urnika in lažjega vnašanja oseb se na vsaki lokaciji prvo ambulanto loči na dva dela, in sicer se v prvi del vnaša delovni čas zdravnikov, v drugi del pa delovni čas terapevtk, ki pomagajo z asistenco. Terapevtke v delovnem času določenega zdravnika nudijo asistenco, sicer opravljajo terapije. Zaloga vrednosti ID lokacije je tako množica: $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$. Entiteta delovni čas ima štiri attribute: ID delovnega časa, dan, teden, izmena. ID delovnega časa pomeni delovni dan v tednu in izmeno, ki je lahko popoldanska ali dopoldanska. Zaloga vrednosti atributa izmena je množica: $\{1, 2\}$. Prav tako je tudi prvi teden označen s številko 1, drugi teden pa s številko 2. Zaporedni dnevi v tednu so označeni s številkami, tako je zaloga vrednosti atributa dan naslednja množica: $\{1, 2, 3, 4, 5\}$. Entiteta termin ima pet atributov: ID termina, ID osebe, ID urnika, ID lokacije, ID delovnega časa. Atribut ID termina pomeni točno določeno lokacijo in točno določen delovni čas. Zaloga vrednosti tega atributa je množica: $\{1, \dots, 240\}$. Množica vseh izbranih terminov predstavlja entiteto urnik, ki je rešitev obravnavanega problema. Vse opisane entitete in atributi so v obliki

spremenljivk in z označbami zbrani v spodnji tabeli.

3 MATEMATIČNA NOTACIJA ZA OPIS MODELA

3.1 SPREMENLJIVKE

V spodnji tabeli so zbrane vse relevantne spremenljivke, s katerimi operiramo pri reševanju problema. S pomočjo spremenljivk so zapisani pogoji podani s strani podjetja. Upoštevati jih je treba pri sestavljanju optimalnega urnika zaposlenih.

Spremenljivka	Oznaka in domena atributa	tip
Seznam oseb	$O = \{z1, z2, z3, z4, t1, t2, t3, t4, t5\}$	set
Seznam vrst oseb	$V = \{1, 2\}$	set
Seznam lokacij	$L = \{1, \dots, 12\}$	set
Seznam delovnih časov	$C = W \times D \times I$	set
Seznam tednov	$W = \{1, 2\}$	set
Seznam dni	$D = \{1, \dots, 5\}$	set
Seznam izmen	$I = \{1, 2\}$	set
Seznam ID terminov	$Z = \{1, \dots, 240\}$	set
Seznam terminov	$R \subseteq V \times O \times L \times C \times Z$	set
Termin	$r \in R$	int
Vrsta osebe	$r.v \in V$	int
ID osebe	$r.o \in O$	string
Lokacija	$r.l \in L$	int
Delovni čas	$r.c \in C$	int
Teden	$r.c.w \in W$	int
Dan	$r.c.d \in D$	int
Izmena	$r.c.i \in I$	int
ID termina	$z \in Z$	int
Termin z ID termina	$r_z \in R$	int

3.2 POGOJI, OMEJITVE IN CILJ MODELIRANJA

Pogoji za delovni čas oseb so zapisani na podlagi dogovora z zaposlenimi v podjetju. Rešitev, ki smo jo pripravili, je namenjena za razporeditev delovnega časa štirih zaposlenih oseb v podjetju. Tako so v tem poglavju navedeni pogoji in omejitve za štiri osebe, in sicer za dva zdravnika ($z1, z2$) in dve pripadajoči terapevtki ($t1, t2$). Pogoje predstavljajo spodaj zapisane množice.

3.2.1 ZDRAVNIK 1

Zdravnik 1 dela prvi teden dopoldan in drugi teden popoldan. Ob ponedeljkih na lokaciji 4 in torkih na lokaciji 1.

Množica vseh terminov, v katerih dela $z1$:

$$R(z1) = \{r \in R | r.o = z1 \wedge r.v = 1\} = \{r_4, r_{25}, r_{136}, r_{157}\}.$$

PRVI TEDEN:

V ponedeljek dela dopoldan na lokaciji 4:

$$r_4 = (r.l = 4, r.c.i = 1, r.c.d = 1, r.c.w = 1, r.o = z1, r.v = 1) \in R(z1).$$

V torek dela dopoldan na lokaciji 1:

$$r_{25} = (r.l = 1, r.c.i = 1, r.c.d = 2, r.c.w = 1, r.o = z1, r.v = 1) \in R(z1).$$

DRUGI TEDEN:

V ponedeljek dela popoldan na lokaciji 4:

$$r_{136} = (r.l = 4, r.c.i = 2, r.c.d = 1, r.c.w = 2, r.o = z1, r.v = 1) \in R(z1).$$

V torek dela popoldan na lokaciji 1:

$$r_{157} = (r.l = 1, r.c.i = 2, r.c.d = 2, r.c.w = 2, r.o = z1, r.v = 1) \in R(z1).$$

3.2.2 ZDRAVNIK 2

Zdravnik 2 dela drugi teden v četrtek popoldan na lokaciji 7.

Množica vseh terminov, v katerih dela $z2$:

$$R(z2) = \{r \in R | r.o = z2 \wedge r.v = 1\} = \{r_{211}\}.$$

DRUGI TEDEN:

V četrtek dela popoldan na lokaciji 7:

$$r_{211} = (r.l = 7, r.c.i = 2, r.c.d = 4, r.c.w = 2, r.o = z2, r.v = 1) \in R(z2).$$

3.2.3 TERAPEVTKA 1

Terapevtka 1 dela samo na lokacijah 5 in 6. Dela vsak dan in natanko eno izmeno. V enem tednu dela dvakrat dopoldan in trikrat popoldan. Terapevtka 1 v delovnem času zdravnika $z1$ nudi asistenco, zato sta termina r_5 in r_{137} stalna, medtem ko so ostali termini pre-makljivi.

Množica vseh terminov, v katerih dela oseba $t1$:

$$R(t1) = \{r \in R | r.o = t1 \wedge r.v = 2\}.$$

OBA TEDNA:

Prvi teden, v ponedeljek, dela dopoldan na lokaciji 5:

$$r_5 = (r.l = 5, r.c.i = 1, r.c.d = 1, r.c.w = 1, r.o = t1, r.v = 2) \in R(t1).$$

Drugi teden, v ponedeljek, dela popoldan na lokaciji 5:

$$r_{137} = (r.l = 5, r.c.i = 2, r.c.d = 1, r.c.w = 2, r.o = t1, r.v = 2) \in R(t1).$$

Terapevtka 1 dela samo na lokacijah 5 in 6. Z matematično notacijo zapisano: moč množice M_1 mora biti 0. V našem primeru moč množice M_1 označimo s P_1 .

$$P_1 = |M_1| = 0,$$

kjer je:

$$M_1 = \{r \in R(t1) | r.l \notin 5, 6\}.$$

Množica terminov na dan d , v katerih dela $t1$:

$$R(t1, d) = \{r \in R(t1) | r.c.d = D\}.$$

Terapevtka 1 dela en termin na delovni dan. Z matematično notacijo zapisano: absolutna vrednost P_2 mora biti 0.

$$|P_2| = 0,$$

kjer je:

$$P_2 = \sum_{d \in D} (|R(t1, d)| - 1).$$

Terapevtka 1 dela v tednu obvezno $3 \times$ popoldan in $2 \times$ dopoldan. Z matematično notacijo zapisano: absolutna vrednost P_3 in P_4 mora biti 0.

$$|P_3| = 0,$$

$$|P_4| = 0,$$

kjer je:

$$R(t1, w) = \{r \in R(t1) | r.c.w = W\},$$

$$R(t1, w, i) = \{r \in R(t1) | r.c.w = W \wedge r.c.i = I\},$$

$$P_3 = \sum_{w \in 1,2} (|R(t1, w, 2)| - 3),$$

$$P_4 = \sum_{w \in 1,2} (|R(t1, w, 1)| - 2).$$

3.2.4 TERAPEVTKA 2

Terapevтка 2 dela samo na lokacijah 8 in 9. Dela vsak dan in natanko eno izmeno. V enem tednu dela dvakrat dopoldan in trikrat popoldan. Oba tedna dela v sredo popoldan na lokaciji 8, saj nudi asistenco zdravniku $z3$. Ker oseba $z3$ v ponujen model urnika ni vnesena, termina asistence osebe $t2$ prav tako ignoriramo. Terapevтка 2 zdravniku $z2$ nudi asistenco, dela vedno drugi teden v četrtek popoldan na lokaciji 8, zato je termin r_{212} stalen, medtem ko so ostali premakljivi.

Množica vseh terminov, v katerih dela oseba $t2$:

$$R(t2) = \{r \in R | r.o = t2 \wedge r.v = 2\}.$$

OBA TEDNA:

Prvi teden, v sredo, dela popoldan na lokaciji 8:

$$(r.l = 8, r.c.i = 2, r.c.d = 3, r.c.w = 1, r.o = t2, r.v = 2) \in R(t2).$$

Drugi teden, v četrtek, dela popoldan na lokaciji 8:

$$r_{212} = (r.l = 8, r.c.i = 2, r.c.d = 4, r.c.w = 2, r.o = t2, r.v = 2) \in R(t2).$$

Drugi teden, v sredo, dela popoldan na lokaciji 8:

$$(r.l = 8, r.c.i = 2, r.c.d = 3, r.c.w = 2, r.o = t2, r.v = 2) \in R(t2).$$

Terapevтка 2 dela samo na lokacijah 8 in 9. Z matematično notacijo zapisano: moč množice M_2 mora biti 0. V našem primeru moč množice M_2 označimo s P_5 .

$$P_5 = |M_2| = 0,$$

kjer je:

$$M_2 = \{r \in R(t2) | r.l \notin 8, 9\}.$$

Množica terminov na dan d , v katerih dela $t5$:

$$R(t2, d) = \{r \in R(t2) | r.c.d = D\}.$$

Terapevtka 2 dela en termin na delovni dan. Z matematično notacijo zapisano: absolutna vrednost P_6 mora biti 0.

$$|P_6| = 0,$$

kjer je:

$$P_6 = \sum_{d \in D} (|R(t2, d)| - 1).$$

Terapevtka 2 dela v tednu obvezno $3 \times$ popoldan in $2 \times$ dopoldan. Z matematično notacijo zapisano: absolutna vrednost P_7 in P_8 mora biti 0.

$$|P_7| = 0,$$

$$|P_8| = 0,$$

kjer je:

$$R(t2, w) = \{r \in R(t2) | r.c.w = W\},$$

$$R(t2, w, i) = \{r \in R(t2) | r.c.w = W \wedge r.c.i = I\},$$

$$P_7 = \sum_{w \in 1,2} (|R(t2, w, 2)| - 3),$$

$$P_8 = \sum_{w \in 1,2} (|R(t2, w, 1)| - 2).$$

Cilj modeliranja je kreirati urnik, ki bo zadoščal vsem pogojem. Kvaliteta urnika se preverja s štetjem kršitev pogojev. Da je urnik optimalen, morata biti vsoti moči množic in absolutnih vrednosti pogojev enaki 0, kar preverja kriterijska funkcija:

$$\sum_{i=1}^8 |P_i|. \tag{3.1}$$

4 DELOVANJE PROGRAMA

Urn timer, sestavljen v Excelu, deluje tako, da z ročnim vnašanjem oseb v termine program preverja pravilnost vnosov in opozori na morebitne kršitve ter izpiše vrsto napake. Zastavljena kriterijska funkcija sešteva vse kršitve, ki jih ima urnik. Ko je vsota vrednosti pogojev, ki predstavlja kriterijsko funkcijo, enaka 0, urnik nima kršitev in ustreza vsem pogojem. Vhodni podatki tako predstavljajo oba zdravnika in obe terapevtki, ki jih vnašamo.

Pri sami izdelavi urnika so uporabljene funkcije COUNTIF, IF, SUM in ABS(SUM). S funkcijo COUNTIF program preveri, če se na označenem območju pojavi napačna oseba (oseba, katere pogoji ne dopuščajo, da bi se pojavila na določenem mestu) in šteje, kolikokrat se ta oseba pojavi. Tako COUNTIF preverja kršitve po stolpcih in po vrsticah. S funkcijo IF se programu določi, kaj naj izpiše, ko se pojavi določena vrednost, ki je dobljena s funkcijo COUNTIF. S funkcijo SUM se seštejejo posamezne kriterijske funkcije, ki ob upoštevanju absolutne vrednosti vsote (ABS(SUM)) sestavljajo glavno kriterijsko funkcijo. Končna kriterijska funkcija pove število vseh kršitev pri vnosu oseb v urnik. Spodnja slika prikazuje rešitev problema.

		LOKACIJA													
		1	4	5	6	7	8	9	TERAPEVTKA 2		NAPAKE	TERAPEVTKA 1		NAPAKE	
1. TEDEN	PONEDELJEK	DOP							1		0	0		0	
	POP		Z1	T1											
	TOREK	DOP				T1					0	1		0	
	POP														
	SREDA	DOP				T1					0	1		0	
	POP														
2. TEDEN	ČETRTEK	DOP				T1					0	1		0	
	POP														
	PETEK	DOP				T1					0	1		0	
	POP														
	PONEDELJEK	DOP							1		0	0		0	
	POP		Z1	T1											
3. TEDEN	TOREK	DOP				T1					0	1		0	
	POP		Z1												
	SREDA	DOP				T1					0	1		0	
	POP														
	ČETRTEK	DOP				T1	Z2	T2			0	1		0	
	POP														
4. TEDEN	PETEK	DOP				T1					0	1		0	
	POP														
	2. TEDEN			0	0	0	0	0	0	ŠTEJE T2 PO STOLPCU 9:		9		ŠTEJE FIKSNE POGOJE	
	T2	DOP							2	ŠTEJE PO STOLPCU 6:		8		ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE LOKACIJE	
	T2	POP							2					ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE: DELA 1X NA DAN	
	1. TEDEN													ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE: 2XDOP IN 3XPOP	
5. TEDEN	T2	DOP							2					KRITERIJSKA FUNKCIJA:	
	T2	POP							3					0	
	2. TEDEN														
	T1	DOP							2						
	T1	POP							2						
	1. TEDEN														
6. TEDEN	T1	DOP							1						
	T1	POP							3						

Figure 1: Prikaz urnika brez napake.

4.1 NAPAKE PRI VNAŠANJU OSEB

Pri iskanju rešitev lahko pride do napake. Spodnja slika prikazuje vnos osebe $t1$, ki je bila vnesena prevečkrat, na kar opozori tabela ob strani urnika. V tabeli pod urnikom, kjer je prikazana statistika za prvi teden za osebo $t1$, pa ni izpisanih napak, torej je pogoj, da oseba $t1$ v tednu dela trikrat popoldne in dvakrat dopoldne, zadoščeno.

		LOKACIJA										TERAPEVTKA 2		NAPAKE		TERAPEVTKA 1		NAPAKE	
		1	4	5	6	7	8	9											
1. TEDEN	PONEDELJEK	DOP		Z1	T1							0	MANIKA VNOS T2	1	1	PREVEČ VNOSOV T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
	TOREK	DOP	Z1			T1						0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
	SREDA	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
		POP				T1						0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
2. TEDEN	ČETRTEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
		POP				T1						0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
	PETEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
	PONEDELJEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0			0	
		POP		Z1	T1							0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
2. TEDEN	TOREK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP	Z1									0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	SREDA	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	ČETRTEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
2. TEDEN	PETEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	2. TEDEN		0	0	0	0	0	0	0			ŠTEJE T2 PO STOLPCU 9:				ŠTEJE FIKSNE POGOJE		0	
	T2	DOP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T2	0				ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE LOKACIJE		0	
		POP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T2	5				ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE-DELA 1X NA DAN		14	
	1. TEDEN								0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T2					ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE 2XDOP IN 3XPOP		13	
2. TEDEN	T2	DOP							0	-3	MANIKAJO 3 VNOSI T2					KRITERIJSKA FUNKCIJA:		27	
		POP							0	-3	MANIKAJO 3 VNOSI T2								
	2. TEDEN								0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T1								
	T1	DOP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T1								
		POP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T1								
	1. TEDEN								2	0									
2. TEDEN	T1	DOP							3	0									
		POP							3	0									

Figure 2: Prvi prikaz opozarjanja na napake.

Spodnja slika sicer prikazuje nekaj vnosov oseb $t1$ in $t2$, vendar ti ne ustrezajo vsem pogojem. Z rdečo obrobo so na sliki označene napake. Oseba $t2$ je drugi teden v četrtek vnesena kar dvakrat, manjka pa vnos osebe $t1$, in sicer prvi teden v torek. Drugi teden oseba $t1$ sploh ni vnesena, na kar opozori tabela pod urnikom, kjer se ločeno izpiše, kolikokrat manjka vnos osebe za dopoldan in popoldan. Tabela na strani urnika izpiše manjkajoči vnos osebe $t1$.

		LOKACIJA										TERAPEVTKA 2		NAPAKE		TERAPEVTKA 1		NAPAKE	
		1	4	5	6	7	8	9											
1. TEDEN	PONEDELJEK	DOP		Z1	T1							0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										1	MANIKA VNOS T2	0	0			0	
	TOREK	DOP	Z1									0	MANIKA VNOS T2	1	1			0	
		POP										1	MANIKA VNOS T2	0	0	MANIKA VNOS T1	1		
	SREDA	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP				T1						0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
2. TEDEN	ČETRTEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										1	MANIKA VNOS T2	0	0	MANIKA VNOS T1	1		
	PETEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	PONEDELJEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP		Z1	T1							1	PREVEČ VNOSOV T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
2. TEDEN	TOREK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP	Z1									0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	SREDA	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	ČETRTEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
2. TEDEN	PETEK	DOP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
		POP										0	MANIKA VNOS T2	1	0	MANIKA VNOS T1	1		
	2. TEDEN		0	0	0	0	0	0	0			ŠTEJE T2 PO STOLPCU 9:				ŠTEJE FIKSNE POGOJE		0	
	T2	DOP							2	0	MANIKATA 2 VNOSA T2	4				ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE LOKACIJE		0	
		POP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T2	1				ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE-DELA 1X NA DAN		14	
	1. TEDEN								2	0	MANIKATA 2 VNOSA T2					ŠTEJE KRŠITVE ZA POGOJE 2XDOP IN 3XPOP		12	
2. TEDEN	T2	DOP							0	-3	MANIKAJO 3 VNOSI T2					KRITERIJSKA FUNKCIJA:		26	
		POP							0	-3	MANIKAJO 3 VNOSI T2								
	2. TEDEN								0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T1								
	T1	DOP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T1								
		POP							0	-2	MANIKATA 2 VNOSA T1								
	1. TEDEN								1	0									
2. TEDEN	T1	DOP							0	-3	MANIKAJO 3 VNOSI T1								
		POP							0	-3	MANIKAJO 3 VNOSI T1								

Figure 3: Drugi prikaz opozarjanja na napake.

5 ANALIZA REŠITEV IN ZAKLJUČEK

Cilj modeliranja je bil sestaviti stalen dvotedenski urnik delovnega časa zaposlenih v podjetju Estetika Nobilis. Urnik je premakljiv, saj ponuja več možnih rešitev, ki ne kršijo zastavljenih pogojev. Urnik, katerega kriterijska funkcija je enaka 0, zadošča vsem pogojem in tako pomeni ustrezno rešitev problema. Predstavljen urnik je produkt realizacije zastavljenih ciljev. Urnik je sestavljen tako, da zadošča vsem pogojem, ki jih zahteva podjetje, je dobro pregleden in hitro usvojljiv za uporabnika. Upoštevani so naslednji pogoji:

1. Terapevtka dela vsak dan v tednu le eno izmeno.
2. Terapevtka dela trikrat na teden popoldan in dvakrat na teden dopoldan.
3. Terapevtke in zdravniki delajo na točno določenih lokacijah.
4. Obstajajo fiksni termini terapevtk in zdravnikov, ki jih je treba upoštevati.

Z uporabo tako sestavljenega urnika podjetje odpravi napake človeškega faktorja, skrbi za pravočasno razpisan urnik, možen je hiter vnos oseb, dober pregled nad delovnim časom zaposlenih, prihranek časa v administraciji ipd.

Literatura

- [1] T. Robič, *Genetski algoritem za problem urnika*, 10.5.2018, <https://dis.ijs.si/tea/Publications/Robic02Genetski.pdf>.
- [2] G. Harvey, *Excel za Windows 2000 za telebane*, Pasadena, Ljubljana, 2000.
- [3] A. Šuler, *Spoznajmo Excel 2013*, Flamingo, Šempeter pri Gorici, 2013.
- [4] J. Cer-Titan, *Urn timer kot optimizacijski problem*, Magistrska naloga, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, 1995.
- [5] E. Burke, K. Jackson, *Automated University Timetabling: The State of the Art*, 15. 5. 2018, <https://pdfs.semanticscholar.org/9e5b/8fdb400f258cf0771b5caab2557ce5cf094f.pdf>.

Odnos do domačih nalog pri matematiki

Attitude towards homework in mathematics

Nina Gracej

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

Povzetek

Domače naloge pri pouku matematike v osnovni šoli imajo velik pomen, saj se z njimi razvijajo natančnost, spretnost, vztrajnost in samostojnost. Prav tako je namen domačih nalog ponovitev in poglobitev obravnavane snovi. V članku nas zanima odnos osnovnošolcev druge in tretje triade do domačih nalog. Analiziramo podatke, pridobljene z anketo na koroških osnovnih šolah zgornje Dravske doline. Posebej ugotovljamo, da obstajajo statistično značilne razlike pri odnosu učencev do domačih nalog glede na drugo in tretjo triado. Ugotovljamo, da veselje do reševanja domačih nalog z višino razreda upada. Z upadom veselja do reševanja domačih nalog v zadnji triadi opazimo, da so učenci zadnje triade mnenja, da je domačih nalog preveč. Dognali smo, da obstaja statistično značilna razlika o obsegu domačih nalog glede na spol učencev. Več kot polovica fantov meni, da je domačih nalog preveč, medtem ko je večina deklet mnenja, da je domačih nalog dovolj.

Ključne besede: matematika, domača naloga, odnos do domačih nalog, osnovna šola, statistika.

Abstract

Mathematics homework in primary schools is extremely important because it helps children to develop preciseness, diligence and independence. Another purpose of homework is repetition and deepening the knowledge of the subject matter. In this article, we researched the attitude of second and third triad pupils towards homework. To collect the data, we distributed the questionnaire among primary schools in Koroška region, the upper Drava valley, and analyzed the results. We discovered that there are statistically distinctive differences in the attitude of 2nd and 3rd triad students towards math homework. We noticed that the enthusiasm towards doing the homework gradually drops over the years. The lack of enthusiasm of 3rd triad students is connected with the amount of homework. They believe that they have too much homework. We also discovered that there are statistically distinctive differences in perceiving the amount of homework considering gender. More than 50 percent of boys believe that they are overly burdened with homework, whereas majority of girls believe that the amount of homework is just right.

Key words: mathematics, homework, attitude towards homework, primary school, statistics.

1 UVOD

Učenci v osnovni šoli se z domačimi nalogami srečujejo vsak dan, tudi pri predmetu matematika. Domače naloge imajo velik pomen. Z njimi učenci razvijajo natančnost, spretnosti in samostojnost. Namen domačih nalog je ponovitev in poglobitev tekoče snovi. Danes pa se pomen reševanja domačih nalog izgublja, saj jih učenci ne rešujejo redno ali pa jih prepišejo od sošolcev. Nereševanje domačih nalog ali prepisovanje domače naloge je danes zelo pogost pojav, tudi pri domačih nalogah iz matematike. V Slovarju slovenskega knjižnega jezika je domača naloga opredeljena kot pisna obveznost učencev, ki jo morajo opraviti doma (SSKJ, 2000). Domača naloga se označuje kot pisna, ustna in praktična oblika učnega dela, ki jo posreduje učitelj učencu, je neposredno povezana s poukom in jo praviloma učenec opravlja samostojno (Čagran, 2007). Novak pa pravi, da je domača naloga aktivnost, ki izhaja iz vsakodnevnih obvez pouka. Domačo nalogo učenec izvaja doma. Domače naloge

so sestavni del pouka, saj je njihova vsebina odvisna od učnega procesa (Lokar, 2015 povz. po Novak, 1978).

Domače naloge imajo izobraževalno in tudi vzgojno funkcijo. Izobraževalna funkcija opredeljuje utrjevanje in ponavljanje znanja. Gre za poglobitev in razširitev znanja in razvijanja sposobnosti samostojnega učenja. Vzgojna funkcija pa opredeljuje razvijanje učnih delovnih navad, osebnostnih lastnosti, kot so vztrajnost, natančnost, vestnost, odgovornost, itd; razvija navade sistematičnega dela in načrtovanja ter razvija sposobnosti samostojnega dela (Trobec, 2003). Mlajši učenci imajo naloge prilagojene svojim zmožnostim in jih zato pogosteje in vestneje opravljajo. Z napredovanjem po razredih se težavnost domačih nalog stopnjuje in vse več je učencev, ki naloge ne rešujejo ali jo prepišejo od sošolcev. Nedeljkova (2007) je v svoji raziskavi ugotovila, da so izmed 62 učencev pri opravljanju domačih nalog četrtošolci vestnejši od petošolcev. Prav tako je ugotovila, da več kot polovica otrok potrebuje redno ali občasno pri domačih nalogah pomoč druge osebe. In da mlajši učenci porabijo za domačo nalogo do pol ure, medtem ko starejši porabijo od pol ure do eno uro, zelo majhen odstotek učencev pa porabi za domačo nalogo več kot eno uro (Nedeljko, 2007).

Čeprav so domače naloge velikokrat učencem v breme, pa so zelo pomembne. Zato je tudi pomembno, da učitelji ob koncu vsake ure učencem posreduje informacije o domači nalogi. Domače naloge so dobre za učenca, saj preprečujejo pozabljanje, izboljšujejo razumevanje, pomagajo razvijati kritično mišljenje, spodbujajo samostojno učenje in delovne navade, so priložnost za individualizacijo učenja in iskanje informacij v socialni interakciji (Lokar, 2015 povz. po Cooper, 2007). Prav tako pa je pomembno in nepogrešljivo preverjanje domačih nalog. Preverjanje domačih nalog je zbiranje informacij o uresničevanju vzgojno–izobraževalnih ciljev in sklepanje o njihovi učinkovitosti (Lokar, 2015 povz. po Čagran, 1993). Mihajlovska (2003) je v svoji raziskavi ugotovila, da 37 % učiteljev posreduje informacije o domači nalogi po vsaki opravljeni uri, 60 % učiteljev posreduje informacij o domači nalogi občasno in 3 % učiteljev informacije o domači nalogi učencem ne posreduje. Prav tako je ugotovila da 35 % učiteljev domačo nalogo redno pregleduje, 9 % učiteljev je ne pregleda, oziroma jo pregleda v izjemnih primerih in 28 % učiteljev nalogo pregleda občasno.

V naši raziskavi so bile v ospredju domače naloge pri matematiki. Matematika je predmet, ki je učencem izziv, zahteva sprotno delo in osredotočenost na snov. V članku nas zanima, kakšno je mnenje učencev o domačih nalogah, kaj menijo, kakšen je pomen in namen domačih nalog, so jim domače naloge v veselje, koliko časa jim vzame reševanje domačih nalog, kako pogosto potrebujejo pomoč in kdo jim pomaga, ali jih rešujejo redno in zakaj jih nekateri prepišejo od sošolcev. Posebej želimo ugotoviti:

1. Kakšen odnos imajo učenci do reševanja domačih nalog pri matematiki in ali se ta odnos razlikuje med mlajšimi in starejšimi učenci. Zaradi narave podatkov, ki jih imamo, smo se v ta namen osredotočili predvsem na iskanje statističnih razlik med drugo in tretjo triado osnovne šole.
2. Ali pri domačih nalogah pri matematiki obstajajo razlike med spoloma? So na primer fantje bolj nagnjeni k prepisovanju domačih nalog kot dekleta ali fantje pozabljajo domače naloge pogosteje kot dekleta?
3. Ali obstaja povezava med prvim vprašanjem, ki meri odnos oziroma veselje do reševanja domačih nalog, in preostalimi vprašanji? Tako nas na primer zanima ali obstaja povezava med odnosom do reševanja domačih nalog in občutkom o številu danih domačih nalog in porabljenim časom za domačo nalogo pri matematiki.

Po uvodu v drugem poglavju predstavimo anketni vprašalnik in uporabljeno metodologijo. V tretjem poglavju proučimo odnos učencev do reševanja domačih nalog pri matematiki s poudarkom na obravnavi razlik glede na drugo in tretjo triado osnovne šole. Četrto poglavje je namenjeno obravnavi razlik v odnosu do domačih nalog glede na spol. V petem poglavju predstavimo še odgovore na zastavljena raziskovalna vprašanja iz 3. točke.

2 ANKETNI VPRAŠALNIK IN METODOLOGIJA

Raziskava je bila opravljena v mesecu aprilu leta 2017. Vzorec je predstavljalo 211 učencev od četrtega do devetega razreda koroških osnovnih šol zgornje Dravske doline. Med temi je bilo 117 (55,5 %) učencev in 94 (44,5 %) učenk. Struktura učencev po razredih je prikazana v spodnji tabeli.

	2. triada			3. triada		
Razred	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Število učencev	25	24	26	37	47	52
	75			136		

Tabela 1: Struktura učencev po razredih.

Pri raziskovanju je bil uporabljen anketni vprašalnik, ki je bil naključno razdeljen učencem. Učenci so anketne vprašalnike reševali pod nadzorom razrednika. Anketni vprašalnik, ki je v prilogi, je obsegal 13 vprašanj s področja reševanja domačih nalog pri matematiki.

S podatki, ki smo jih dobili, bomo poskušali odgovoriti za zastavljena vprašanja 1-3 iz uvoda. Analiza zbranih podatkov je bila opravljena s pomočjo statističnega programskega paketa SPSS. Vse statistične spremenljivke, ki smo jih analizirali, so bile opisne (atributivne) s številom kategorij od 2 do 5. Zato smo za iskanje statistično značilnih razlik uporabili neparametrični Pearsonov hi-kvadrat test oz. preizkus neodvisnosti s kontingenčno tabelo. Zaradi pogojev uporabe danega testa smo se odločili, da natančnejšo primerjavo med posameznimi razredi izpustimo. Ker imamo pri posameznih razredih sorazmerno malo podatkov, je imelo pri χ^2 -testu veliko celic pričakovano frekvenco pod 5. Zato smo raje razrede združili in poiskali statistično značilne razlike med drugo in tretjo triado osnovne šole. Pri iskanju razlik med spoloma in inferenčni statistiki so bile predpostavke za uporabo χ^2 -testa izpolnjene.

3 ODNOS DO DOMAČIH NALOG GLEDE NA TRIADO

V tem poglavju bomo proučili, kakšen odnos imajo učenci do reševanja domačih nalog pri matematiki in ali se ta odnos razlikuje med mlajšimi in starejšimi učenci. Pri odnosu učencev do domačih nalog glede na drugo in tretjo triado smo tako statistično značilno razliko izmerili pri vprašanjih 1, 3, 6-12. Pri preostalih vprašanjih ni značilnih razlik.

Najprej pogledjmo vprašanja, kjer ni statistično značilnih razlik. Tako pri vprašanju 2 kar 92,4 % vseh učencev meni, da je reševanje domačih nalog pri matematiki pomembno. Pri vprašanju 4 vidimo, da največ učencev, 50,7 % za reševanje domačih nalog pri matematiki porabi do pol ure, 39,3 % jih porabi med pol ure in uro in 10 % več kot eno uro časa. 75,4 % učencev nalogo opravi neprekinjeno, brez odmora. Prav tako se večina učencev 63,3 % strinja, da se število domačih nalog z višino razreda veča oziroma da je v višjih razredih

domačih nalog več kot v nižjih.

Pri vprašanjih, kjer je statistično značilna razlika, bomo najprej posebej razčlenili primera 1 in 12. Se veselje do reševanja domačih nalog razlikuje med mlajšimi in starejšimi učenci? Iz rezultatov razberemo, da veselje do reševanja domačih nalog z višino razreda upada. Iz tabele 2 je vidna očitna razlika med drugo in tretjo triado. Dana razlika je statistično značilna (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(4)=49,17$; $P<0.001$). Zato zaključimo, da je veselje do reševanja domačih nalog odvisno od triade v osnovni šoli. Na primer, v drugi triadi samo 6,4 % učencev reševanje domačih nalog skoraj nikoli ali sploh ne veseli, medtem ko je v tretji triadi ta delež že 36 %.

			Reševanje domačih nalog pri matematiki:					Skupaj
			Me vedno veseli	Me včasih veseli	Me redko veseli	Me skoraj nikoli ne veseli	Me sploh (nikoli) ne veseli	
Triada	2. triada	Frekvenca	17	33	20	4	1	75
		Delež	22,7%	44,0%	26,7%	5,3%	1,3%	100,0%
	3. triada	Frekvenca	7	34	24	27	44	136
		Delež	5,1%	25,0%	17,6%	19,9%	32,4%	100,0%
Skupaj		Frekvenca	24	67	44	31	45	211
		Delež	11,4%	31,8%	20,9%	14,7%	21,3%	100,0%

Tabela 2: Reševanje nalog glede na triado OŠ.

Če primerjamo odgovore po posameznih razredih, ki so prikazani na diagramu 1, vidimo, da je najmanj veselja do reševanja domačih nalog v sedmem in osmem razredu. V sedmem razredu kar 49 % učencev reševanja domačih nalog sploh ne veseli, v osmem pa 36 % učencev. Največ učencev, ki jih reševanje domače naloge pri matematiki vedno veseli, je v petem razredu, in sicer 29 %. Z upadanjem veselja do reševanja domačih nalog v zadnji triadi pa lahko opazimo tudi, da so učenci zadnje triade mnenja, da je domačih nalog preveč. Medtem ko učenci nižjih razredov menijo, da je domačih nalog dovolj.

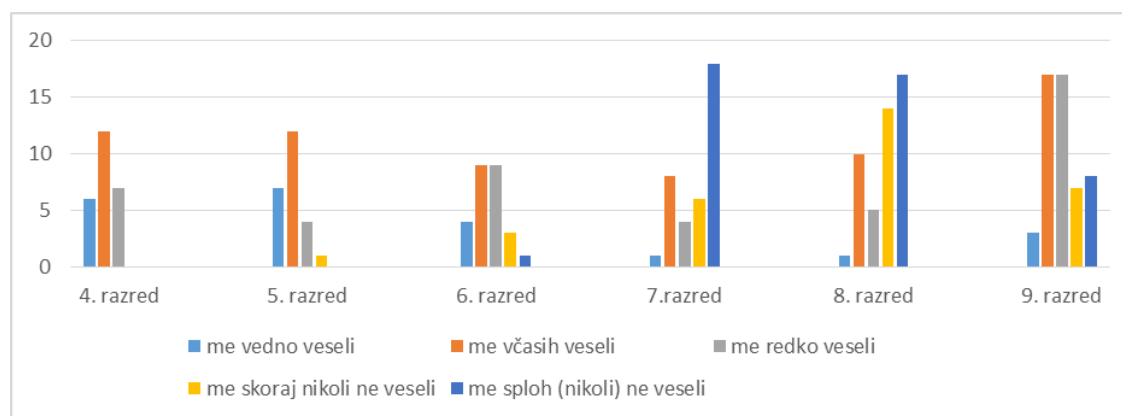


Diagram 1: Reševanje domačih nalog pri matematiki.

Je domačih nalog pri matematiki preveč? Z upadanjem veselja do reševanja domačih nalog v zadnji triadi lahko opazimo tudi, da so učenci zadnje triade mnenja, da je domačih nalog preveč; ta delež znaša 59,6 %. Medtem ko učenci nižjih razredov v večinskem deležu 76 % menijo, da je domačih nalog dovolj. Obseg domačih nalog je tudi statistično značilno odvisen od triade v OŠ (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(2)=30,66$; $P<0.001$). To ni presenetljivo, saj smo že omenili, da je 63,3 % učencev mnenja, da se količina domačih nalog z višino razreda veča.

			Je domačih nalog pri matematiki:			Skupaj
			Preveč	Dovolj	Premalo	
Triada	2. triada	Frekvenca	15	57	3	75
		Delež	20,0%	76,0%	4,0%	100,0%
	3. triada	Frekvenca	81	53	2	136
		Delež	59,6%	39,0%	1,5%	100,0%
Skupaj		Frekvenca	96	110	5	211
		Delež	45,5%	52,1%	2,4%	100,0%

Tabela 3: Obseg domačih nalog glede na triado OŠ.

Pri drugih vprašanjih bomo samo ugotovili, kje so se pojavile značilne razlike. Zakaj učiteljica da domačo nalogo pri matematiki? V drugi triadi vsi učenci menijo, da s tem želi ponoviti snov ali da s tem učenec razvija sposobnost samostojnega učenja. V tretji triadi ta delež upade na 86,7 %. Po pregledu domačih nalog mlajši učenci pogosteje kot starejši učenci popravijo ugotovljeno napako. Učenci na drugi triadi tudi pogosteje kot na tretji triadi rabijo pomoč pri reševanju domačih nalog. Za pomoč se najpogosteje obrnejo na starše, sledi pomoč sošolcev in sošolk, le redki pa se obrnejo po pomoč na učitelja. Tako v drugi kot v tretji triadi izstopa pomoč staršev. V drugi triadi z 90,7 % in v tretji triadi z 47,1 %. Se pa v tretji triadi več učencev obrača na pomoč učitelja. Teh je v tretji triadi 5,9 %, v drugi triadi pa 1,3 %. V tretji triadi pa se pojavi tudi medsebojna pomoč med učenci in prijatelji. Delež učencev, ki za pomoč pri domači nalogi prosijo sošolce, je 22,1 % in delež prijateljev je 13,2 %. To pa je lahko povezano tudi s tem, da v tretji triadi učenci bolj pogosto prepisujejo naloge.

Prepisovanja domačih nalog je več v osmih in devetih razredih, sledijo jim šesti in sedmi razredi, v četrtem in petem razredu je prepisovanja domačih nalog zelo malo. Zaključimo lahko, da se v tretji triadi prepisujejo domače naloge več kot v drugi triadi. Delež prepisovanj učencev v tretji triadi, ki prepisujejo nalogo vedno, je 18,4 %, medtem ko je takšnih učencev v drugi triadi 2,7 %.

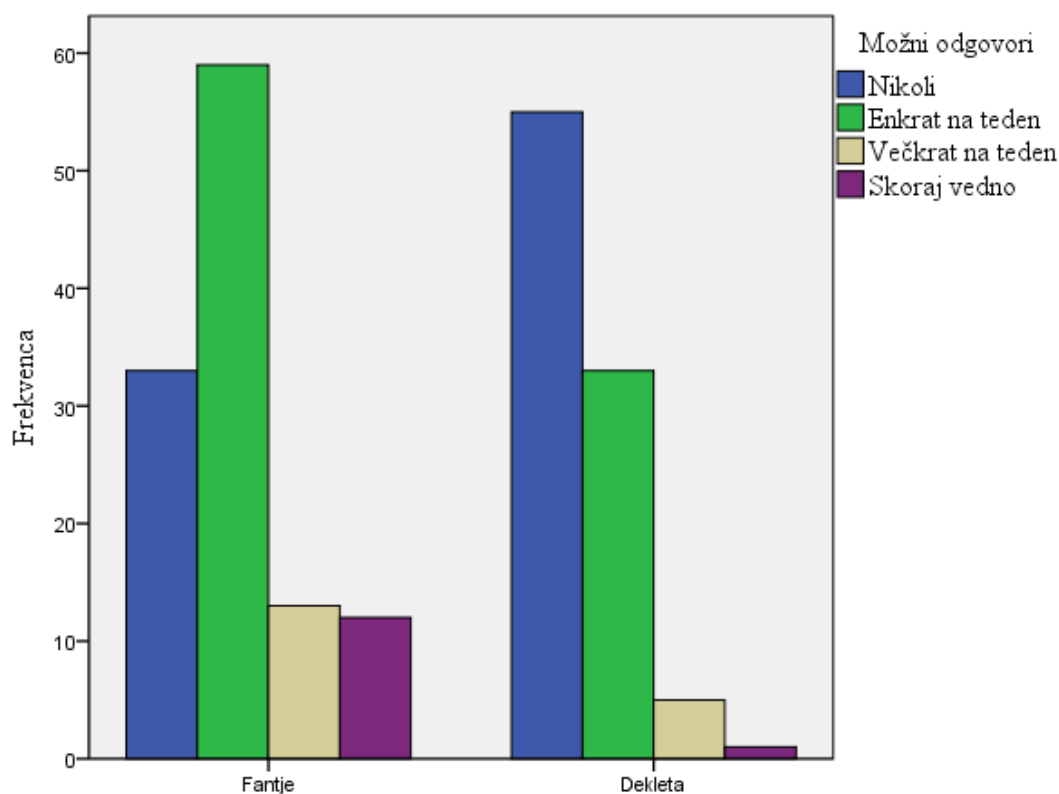
Učenci domačo nalogo prepisujejo, ker jo sami bodisi pozabijo rešiti ali pa je ne znajo rešiti, v devetih razredih pa jo pogosto prepišejo, ker nimajo časa, da bi jo rešili sami. Pozabljanja domačih nalog je več v tretji triadi. Delež učencev, ki vedno pozabijo domačo nalogo, je 8,8 %, tistih, ki jo pozabijo večkrat na teden je, 9,6 %, tistih, ki jo pozabijo enkrat na teden, 47,1 % in tistih, ki jo vedno rešijo je, 34,6 %. Medtem ko je v drugi triadi delež tistih, ki nikoli ne pozabijo domače naloge, 54,7 %, tistih, ki jo pozabijo enkrat na teden 37,3 %, tistih, ki jo pozabijo večkrat na teden 6,7 % in tistih, ki jo vedno pozabijo, le 1,3 %.

4 ODNOS DO DOMAČIH NALOG GLEDE NA SPOL

V tem poglavju bomo proučili, ali pri domačih nalogah pri matematiki obstajajo razlike med spoloma. Pri odnosu učencev do domačih nalog smo statistično značilno razliko med fanti in dekleti izmerili samo pri vprašanjih 8, 11 in 12.

Uvodoma smo postavili vprašanja, ali so fantje bolj nagnjeni k prepisovanju domačih nalog pri matematiki kot dekleta in ali fantje pozabljajo domače naloge pogosteje kot dekleta. Vzorčni podatki, ki jih imamo, še ne kažejo, da ima spol statistično značilen vpliv na prepisovanje domačih nalog. Zagotovo pa lahko trdimo, da fantje pogosteje pozabijo opraviti domačo nalogo kot dekleta. Hipotezo o neodvisnosti prepisovanja domačih nalog glede na spol lahko zavrnemo (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(3)=26,48$; $P<0.001$). Porazdelitev

odgovorov na vprašanje 11 je prikazana na sliki 1. Izpostavimo, da večina deklet, delež 58,5 %, nikoli ne pozabi opraviti domače naloge, medtem ko je ta delež pri fantih samo 28,2 %.



Slika 1: Ali kdaj pozabiš domače naloge pri matematiki

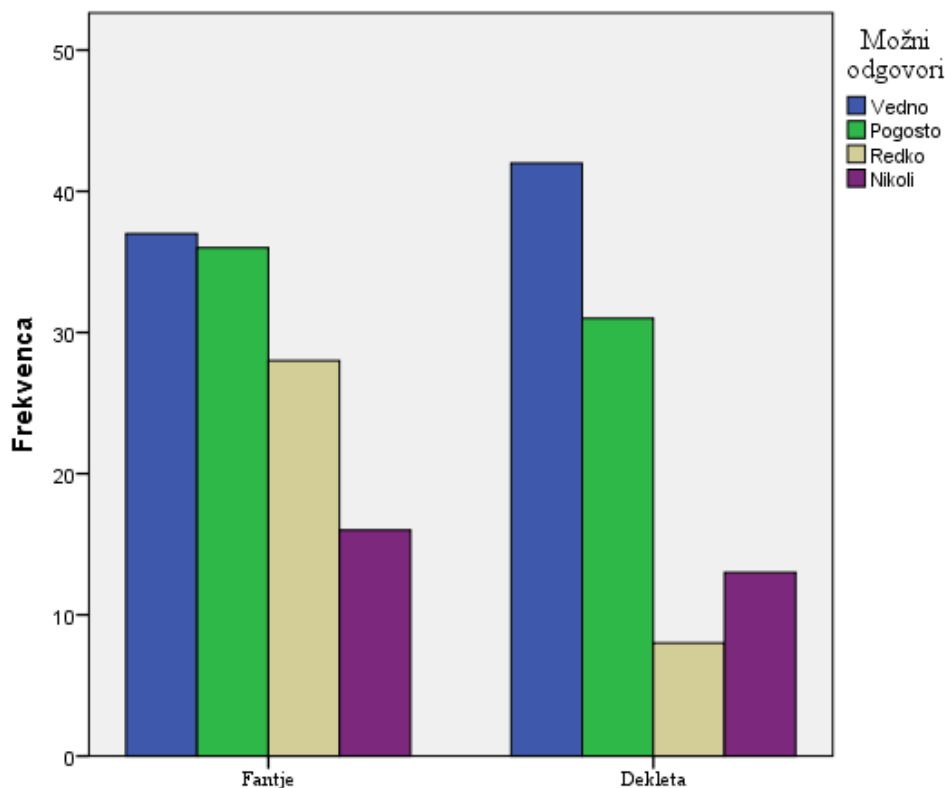
Podobno med fanti in dekleti obstaja statistično značilna razlika pri mnenju o obsegu domačih nalog (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(2)=6,72$; $P=0,034$). Porazdelitev odgovorov na obravnavano vprašanje prikazuje tabela 4. Pri tem kar 52,1 % fantov meni, da je domačih nalog preveč. Medtem pa je 37,2 % deklet mnenja, da je domačih nalog preveč in kar 61,7 % deklet mnenja, da je domačih nalog dovolj.

		Je domačih nalog pri matematiki:			Skupaj
		Preveč	Dovolj	Premalo	
Fantje	Frekvenca	61	52	4	117
	Delež	52,1%	44,4%	3,4%	100,0%
Dekleta	Frekvenca	35	58	1	94
	Delež	37,2%	61,7%	1,1%	100,0%
Skupaj	Frekvenca	96	110	5	211
	Delež	45,5%	52,1%	2,4%	100,0%

Tabela 4: Obseg domačih nalog pri matematiki.

Tudi pri vprašanju, kako pogosto učenci popravijo napako pri domačih nalogah, obstaja med spoloma značilna razlika (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(3)=9,79$; $P=0,021$). Porazdelitev odgovorov na dano vprašanje prikazuje slika 2. 44,7 % deklet napako vedno popravi, medtem

ko je pri fantih ta delež nižji 31,6 %. Največjo razliko opazimo tukaj pri odgovoru "redko" (dekleta 8,5 %, fantje 23,9 %).



Slika 2: Kako pogosto popraviš napako pri DN?

Razlike, ki smo jih v tem poglavju opazili med spoloma, gre pripisati dejstvu, da so dekleta v osnovnošolskem izobraževanju večinoma bolj skrbna in marljiva od fantov.

5 MEDSEBOJNA POVEZANOST ODNOSA DO DOMAČIH NALOG

V tem poglavju obravnavamo povezave med nekaterimi raziskovalnimi vprašanji. Posebej nas zanima, ali obstaja povezava med prvim vprašanjem, ki meri odnos oziroma veselje do reševanja domačih nalog in preostalimi spremenljivkami, kot sta na primer mnenje o količini danih domačih nalog in porabljen čas za domačo nalogo pri matematiki.

Spremenljivki veselje do reševanja domačih nalog in količini danih nalog nista neodvisni (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(8)=74,35$; $P<0.001$). Iz podatkov razberemo, da so učenci, ki jih reševanje domačih nalog nikoli (sploh) ne veseli, mnenja, da je domačih nalog preveč. Delež teh učencev je kar 93,3 %. Medtem ko je večina učencev, ki jih reševanje domačih nalog veseli, mnenja, da je domačih nalog dovolj. Delež teh je 79,2 %. Torej učenci imajo večje veselje do reševanja domačih nalog, če teh po njihovem mnenju ni preveč.

Podobno tudi spremenljivki veselje do reševanja domačih nalog in čas, ki ga učenec porabi za reševanje domačih nalog, nista neodvisni (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(8)=21,7$; $P=0.006$). Iz podatkov razberemo, da učenci, ki jih reševanje nalog vedno veseli, v deležu 79,9 % porabijo za reševanje nalog do pol ure. Lahko predvidevamo, da so to dobri učenci in naloge

hitro rešijo. Pri preostalih učencih se ta delež giblje pod 49 %. Po drugi strani med učenci, ki za reševanje domače naloge porabijo več kot eno uro, prevladuje delež 47 % tistih, ki jih reševanje nalog sploh ne veseli. Pri preostalih učencih je ta delež manjši od 20 %.

Veselje do reševanja domačih nalog je povezano tudi s prepisovanjem domačih nalog (vrednost hi-kvadrat testa je $\chi^2(12)=103,6$; $P < 0.001$). Tukaj ugotovimo, da učenci, ki jih reševanje nalog sploh ne veseli, v deležu 51,1 % naloge skoraj vedno prepisejo. Pri drugih učencih ta delež ne preseže 6,5 %. Pri učencih, ki jih reševanje nalog veseli, pri prepisovanju nalog prevladujeta odgovora redko ali nikoli.

6 ZAKLJUČEK

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kakšen je odnos učencev do domačih nalog, so jim domače naloge v veselje, koliko časa jim vzame reševanje domačih nalog, kako pogosto potrebujejo pomoč in kdo jim pomaga, ali jih rešujejo redno in zakaj jih nekateri prepisejo od sošolcev, saj je matematika predmet, ki predstavlja učencem težave, zahteva sprotno delo in osredotočenost na snov in ali se ta odnos razlikuje med mlajšimi in starejšimi učenci.

Iz vseh zbranih podatkov lahko razberemo, da so mlajši učenci bolj vestni pri reševanju domačih nalog kot starejši učenci. Ugotovili smo, da je veselje do reševanja domačih nalog odvisno od triade in da veselje do reševanja domačih nalog z višino razreda upada. Mlajši učenci imajo do reševanja domačih nalog bolj pozitiven odnos kot starejši in kljub temu da se starejši učenci zavedajo pomena domačih nalog in njihovega reševanja, domačih nalog še vedno ne rešujejo redno. Vedno bolj pogosto prepisujejo domače naloge, to še posebej delajo v višjih razredih, torej v tretji triadi. Medtem ko je v drugi triadi prepisovanja domačih nalog zelo malo. Učenci domače naloge prepisujejo bodisi, ker jih ne znajo rešiti sami ali pa jih pozabijo, v devetih razredih pa jih prepisejo, ker nimajo časa, da bi jo rešili sami. Kadar učenci domačih nalog ne znajo rešiti sami, se obrnejo po pomoč staršev in sošolcev, le redki pomoč poiščejo pri učiteljih. Tako v drugi in tretji triadi izstopa pomoč staršev, v tretji triadi pa se učenci začnejo obračati po pomoč tudi na učitelje.

Raziskava je omogočila vpogled v razmišljanje učencev o domačih nalogah pri matematiki in postavilo se je vprašanje, kaj lahko učitelji v prihodnje naredijo, da bodo učenci bolj motivirani za reševanje domačih nalog.

Literatura

- [1] Čagran, B. (2007). Proces spremljanja prakse domačih nalog v smeri njihove višje učinkovitosti. Domača naloga – izziv ali obveza, 13 – 15. Ljubljana: Supra.
- [2] Lokar, A. (2015). Domače naloge pri pouku matematike (Diplomsko delo, Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta. Pridobljeno s https://share.upr.si/PEF/EDIPLOME/DIPLOMSKA_DELA/Lokar_Ana_2015.pdf)
- [3] Mihajlovska, J. (2003). Domače naloge, kakor jih vidijo učenci, učitelji, starši. Didakta, 12 (70/71), 66 – 71.
- [4] Nedeljko, N. (2007). Ali domača naloga posega v družinsko življenje. Domača naloga izziv – ali obveza, 21 – 25. Ljubljana: Supra.
- [5] Slovar slovenskega knjižnega jezika (2000). Ljubljana: Cankarjeva založba.

- [6] Trobec, N. (2013). Presoja domačih nalog z vidika učencev z učnimi težavami in učno uspešnih učencev. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, defektologija.

PRILOGA: Anketni vprašalnik

Na črto vpiši, kateri razred obiskuješ: _____

Obkroži spol.

- Moški
- Ženski

1. Reševanje domačih nalog pri matematiki:
 - a) Me vedno veseli.
 - b) Me včasih veseli.
 - c) Me redko veseli..
 - d) Me skoraj nikoli ne veseli.
 - e) Me sploh (nikoli) ne veseli.
2. Ali in zakaj se ti zdijo domače naloge pri matematiki pomembne?
 - a) Da, na ta način ponovim snov.
 - b) Da, tako pridobivam delovne navade.
 - c) Da, tako se večino snovi naučim.
 - d) Ne, sploh se mi ne zdijo pomembne.
3. Zakaj meniš, da učiteljica da domačo nalogo pri matematiki?
 - a) Ker želi, da ponovim in utrdim snov.
 - b) Ker želi, da razvijem sposobnost samostojnega učenja.
 - c) Ker ne želi, da imam prost popoldan.
 - d) Ker jo mora dati.
4. Koliko časa na dan porabiš za domače naloge pri matematiki?
 - a) Do pol ure.
 - b) Med pol ure in uro.
 - c) Več kot eno uro.
5. Kako opravljaš domače naloge pri matematiki?
 - a) Opravim vse naenkrat, brez odmora.
 - b) Naredim več krajših odmorov.
 - c) Naredim en daljši odmor.
 - d) Razporedim si jih čez cel dan.
6. Rabiš pri reševanju domače naloge pri matematiki pomoč?
 - a) Vedno.
 - b) Občasno.

- c) Nikoli.
7. Kdo ti pomaga pri domačih nalogah pri matematiki, če česa ne znaš?
- a) Starši.
 - b) Brat ali sestra.
 - c) Sošolec ali sošolka.
 - d) Prijatelji.
 - e) Učitelj.
8. Ali ob pregledu rešitev popraviš napako v domačih nalogah pri matematiki?
- a) Vedno.
 - b) Pogosto.
 - c) Redko.
 - d) Nikoli.
9. Ali kdaj prepíšeš domače naloge pri matematiki?
- a) Skoraj vedno.
 - b) Včasih.
 - c) Redko.
 - d) Nikoli.
10. Domačo nalogo pri matematiki prepisujem:
- a) Ker nimam časa, da bi jo rešil sam.
 - b) Ker jo pozabim rešiti sam.
 - c) Ker je ne znam rešiti sam.
 - d) Drugo: _____
11. Ali kdaj pozabiš domače naloge pri matematiki?
- a) Nikoli.
 - b) Enkrat na teden.
 - c) Večkrat na teden.
 - d) Skoraj vedno.
12. Ali se ti zdi, da je domačih nalog pri matematiki
- a) preveč?
 - c) dovolj?
 - e) premalo?
13. Ali se ti zdi, da je domačih nalog v višjih razredih več ko v nižjih?
- a) Da.
 - b) Ne.
 - c) Ne vem.

Vpliv dodatnih dejavnosti na končni rezultat pri predmetu matematika

The impact of additional activities on the final result in the subject of mathematics

Tanja Rojc, Nika Kores

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

Povzetek

Kot bodoči učitelji se bomo zagotovo srečevali s problemom obiskovanja dodatnih dejavnosti v sklopu predmeta matematika. Želeli sva ugotoviti, ali sploh obstaja povezanost med obiskovanjem dodatnih dejavnosti in končnim rezultatom, ki je za mnogokatero učence in njihove starše še vedno ključnega pomena. Zanimalo naju je, katere dodatne dejavnosti najbolj vplivajo na znanje in uspešnost pri učencih. Podatke sva zbirali s pomočjo spletnega vprašalnika in jih nato analizirali v programu SPSS. Rezultati so pokazali, da je odnos do predmeta v šoli ključnega pomena. Želiva si, da bova znali pridobljene rezultate smiselno uporabiti pri svojem poklicnem delu in s tem ponuditi učencem največ, kar lahko.

Ključne besede: matematika, poučevanje, dodatne dejavnosti, ocena, nacionalno preverjanje znanja.

Abstract

As future teachers, we will definitely face the problem of attending additional activities within the subject of mathematics. We wanted to find out if there is any connection between visiting additional activities and the end result that is still crucial for many students and their parents. We were interested in what additional activities have the greatest impact on students' knowledge and performance. We collected data using an online questionnaire and then analyzed them in the SPSS program. The results showed that the attitude towards a subject at school is of key importance. We wish to use the obtained results in a meaningful way in our professional work, and thus offer to students the best we can.

Key words: mathematics, teaching, additional activities, grade, national knowledge examination

1 UVOD

Veliko posameznikov, že prostih šolskih klopi, ima na predmet matematika grenak spomin. Besedilne naloge, cele strani dolgi izračuni, strogi profesorji in kupi popisanih zvezkov je tisto, kar je v njih pustilo slab priokus.

Problem, ki smo si ga zastavljali v začetku, obsega vprašanje, ali bi bilo smotrno v osnovne šole uvesti več dejavnosti, povezanih z matematiko in pripravo na nacionalna preverjanja znanja, ki se uvaja v vedno nižje razrede. Osredotočimo se predvsem na naslednje dejavnosti:

- dodatni pouk,
- dopolnilni pouk,
- matematični krožki,
- priprave na tekmovanja,

- izbirni predmet matematične delavnice,
- samostojno delo in
- inštrukcije.

Tako se trudimo poiskati tiste bolj prijetne strani predmeta matematika. Ne skušamo dokazovati, da mnenja posameznikov niso pravilna, ampak iščemo tisto prijetnejšo plat. Kajti tudi matematika je v resnici čudovita, enostavna, lepa in seveda povsod razširjena. Je nekakšna energija za naše možgane in brez nje ne moremo. Raziskujemo torej odnose posameznikov do matematike, tako tistih, ki so jo vzljubili in jo imajo radi, in tudi tistih, ki jim ni tako blizu. Pregledamo vrste dejavnosti v osnovnih šolah, povezanih z matematiko, njihovo obiskanost s strani učencev in seveda analiziramo tisto, kar se v šoli jemlje za najpomembnejše, to so rezultati in posamezne ocene.

S temi in še z marsikaterimi problemi se spopadamo, da bi odkrili, ali obstaja kakršnakoli povezanost med dejavnostmi in končnimi rezultati. Vse to naredimo zato, da lahko pri kariernem delu v šoli učencem ponudimo kar največ in le tako v njih najdemo tiste skrite, a talentirane kotičke, ki pomagajo, da tudi manj uspešni učenci pri matematiki napredujejo.

1.1 Začetki statistike

Ukvarjanje s statistiko je že zelo staro, saj dokazuje o njej najdemo že v zgodnjih civilizacijah. Sicer ne v takšni obliki, kot jo poznamo danes. Njeni zametki so se kazali predvsem v zbiranju podatkov o prebivalstvu in podobno (History of statistics).

Najdeni so bili papirusi, razni napisi v kamnu in lesu, ki pričajo o ljudskih štetjih pri Egipčanih. Omenjeno je, da so svečeniki vodili sezname pripadnikov raznih stanov. Egipčani so za podlago časovnega štetja jemali razne pomembnejše dogodke, kamor sodi tudi popis ljudstva, kar nakazuje, kako pomembna so bila ljudska štetja že v tisti dobi. Ljudska štetja stare dobe so imela najverjetneje predvsem praktičen pomen za fiskalno in vojaško upravo države, zato sodijo tudi v področje sekundarne statistike. V srednjem veku razmere niso bile ugodne za razvoj statistike. Proti koncu srednjega veka in v začetku novega veka se pojavi zamisel novih, velikih držav in to je povzročilo večje zanimanje za statistična opazovanja (Pipp, 1934).

Leta 1662 sta John Graunt in William Petty razvila popisne metode, ki pomenijo okvir za sodobno demografijo, govorimo o začetkih statistike. Karl Pearson in Francis Galton pa sta statistiko preoblikovala v strogo matematično disciplino. To označujemo za začetek moderne statistike, ki sega v konec 19. stoletja in v začetek 20. stoletja.

Pipp (1934) v svojem delu navaja: »Novejše pojmovanje znanstvene statistike, ki se v današnjem pomenu in obsegu pojavi šele v sredini XIX. stoletju kot enotna disciplina, je nastalo iz sledečih, poprej povsem neodvisnih smeri: iz uradne primarne in sekundarne statistike, srednjega in novega veka, nemške univerzitetne statistike XVIII. stoletja, in iz politične aritmetike XVII. in XVIII. stoletja, ki se je ukvarjala predvsem z znanstveno analizo številčnih podatkov ter se je v tej obliki najprej pojavila v Angliji in Nemčiji.«

Charles Edwaed Spearman je bil angleški psiholog. Med njegove dosežke štejemo tudi Spearmanov korelacijski koeficient (1904), ki je neparametrična alternativa Pearsonovega korelacijskega koeficienta (Sagadin, 2003).

2 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA

2.1. Metoda dela

Za našo raziskavo izberemo dijake srednjih šol, saj potrebujemo končne rezultate učencev pri predmetu matematika ter pogostost obiskovanja različnih matematičnih dejavnosti v osnovnih šolah. Naključno izbranim srednjim šolam pošljemo vprašalnike, kateri so tudi glavni vir informacij za našo raziskavo. Podatke obdelamo s programom SPSS, uporabimo Spearmanov korelacijski koeficient, saj nas zanima ali obstaja kakšna povezava med obiskovanjem matematičnih dejavnosti in končnim rezultatom.

2.2. Udeleženci

Učenec je naš glavni vir pridobitve podatkov. To je oseba, ki se uči, izobražuje v srednji šoli. V našem primeru je dijak oseba, ki je že zaključila osnovno šolo. Dijak nam z anketnim vprašalnikom posreduje informacije o svojem obiskovanju dodatnih dejavnosti v osnovni šoli. Dodatna dejavnost s področja matematike je nekakšno delo, vezano na matematično področje. Z njo si učenec lahko dopolni in izpopolni svoje znanje, ki ga ni uspel v celoti pridobiti pri klasičnem pouku, ali pa pridobljeno znanje razširi, nadgradi in se osredotoča na dodatne, zahtevnejše vsebine, ki ga podrobneje zanimajo.

2.3. Pripomočki

Za obdelavo podatkov uporabljamo program SPSS. To je kratica za Statistical Package for Social Sciences – statistični program za družboslovne znanosti. Gre za računalniški program, ki je namenjen statistični obdelavi podatkov. Je eden najbolj razširjenih računalniških programov, ki se uporablja v raziskavah.

V raziskavi uporabimo korelacijsko analizo, ki proučuje soodvisnost med dvema (lahko tudi več) statističnima spremenljivkama, ne da bi katero od njiju posebej smatrali za neodvisno oziroma odvisno. V programu SPSS analiziramo s pomočjo Spearmanovega korelacijskega koeficienta, ki se uporablja pri diskretnih spremenljivkah. Na podlagi lestvice moči linearne povezave določimo jakost povezave med našimi izbranimi spremenljivkami.

2.4. Postopek

Na podlagi podatkov, pridobljenih iz spletnega vprašalnika, naredimo pregled podatkov. Osredotočimo se predvsem na to, da so podatki kakovostni, kar pomeni, da nimajo manjkajočih podatkov (da so vsa vprašanja odgovorjena) in da so odgovorjena korektno. Tako iz našega vzorca odstranimo vprašalnike, ki niso kakovostno izpolnjeni in pridemo na vzorec 200 vprašalnikov.

Podatke iz rešenih anket zberemo, združimo in uredimo v Excelu, da jih lahko uporabimo za nadaljnjo analizo. Tukaj gre predvsem za rekodiranje podatkov, kar pomeni, da podatke, spremenljivke in merske lestvice preuredimo (rekodiramo) tako, da nam je karseda olajšana statistična obdelava (npr. pri spolu določimo številske vrednosti moški = 0 in ženski = 1 itd.).

Za obdelavo podatkov uporabimo SPSS. V bazo podatkov v SPSS-u vsako enoto vpišemo v novo vrstico, medtem ko vsak podatek vpišemo v nov stolpec (v istem stolpcu je vedno isti podatek, spremeni se le njegova vrednost). V pogledu "Variable view" posamezne spremenljivke še ustrezno definiramo.

S Spearmanovim korelacijskim koeficientom ugotavljamo, ali sta spremenljivki povezani, torej test meri povezanost med dvema spremenljivkama. Pregledamo izpis rezultatov v SPSS-

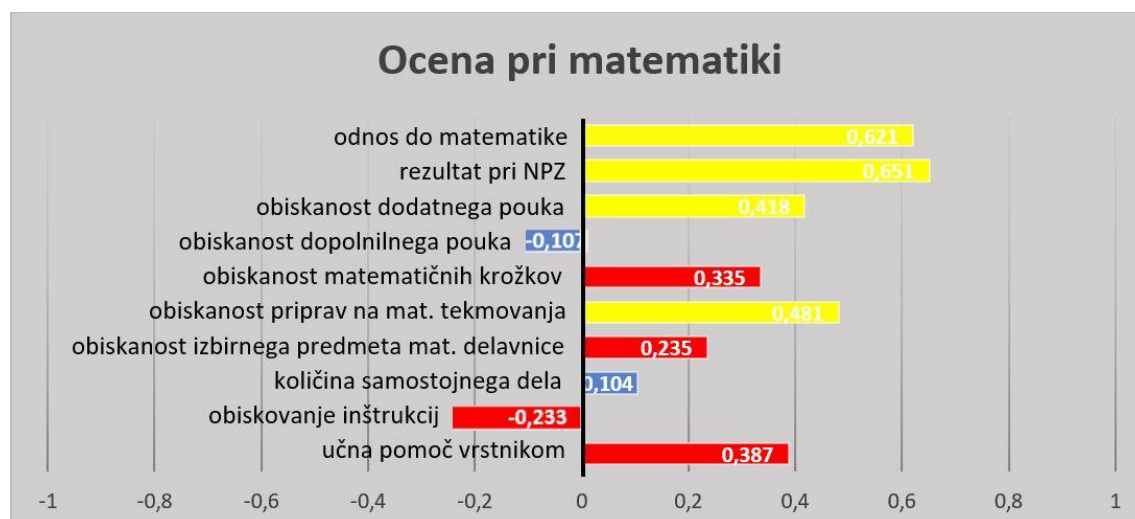
u, kar dobimo v tabeli. Rezultate interpretiramo tako, da iz tabele razberemo, koliko znaša Spearmanov korelacijski koeficient in na kaj nakazuje, torej rezultat iz izpisane tabele v SPSS-u primerjamo (razberemo njegov pomen) iz lestvice vrednosti koeficienta.

0 – 0.19	Neznatna povezanost
0.2 – 0.39	Nizka/šibka povezanost
0.4 – 0.69	Srednja/zmerna povezanost
0.7 - 1	Visoka/močna povezanost

Slika 1: Legenda vrednosti Spearmanovega korelacijskega koeficienta (skala po Sagadinu) ter pomena barv.

3 REZULTATI

Rezultate predstavimo s pomočjo grafa.



Slika 2: Korelacija ocene in dodatnih dejavnosti pri matematiki.

Rezultati analize, opravljene s programom SPSS, so grafično predstavljeni na zgornjem grafu. SPSS tako omogoča tudi testiranje hipoteze, da je vrednost Spearmanovega korelacijskega koeficienta $\rho = 0$. Torej iz grafa lahko razberemo, da se prav vse vrednosti koeficienta statistično značilno razlikujejo od 0.

Glede na rezultate vidimo, da je največja povezanost (zmerna močna povezanost) med oceno in rezultatom pri nacionalnem preverjanju znanja. Torej učenci, ki imajo višje ocene pri predmetu matematika, praviloma dosegajo tudi višje rezultate pri NPZ. Zmerna močna korelacija je prav tako med oceno in odnosom do matematike, kar pomeni, da tisti učenci, ki imajo boljši odnos do predmeta matematika, dosegajo tudi boljše rezultate.

Spremenljivki obiskano dodatnega pouka in ocena pri matematiki sta srednje povezani; učenci, ki redno obiskujejo dodatni pouk, dosegajo višje zaključne ocene. Tukaj velja

poudariti, da je že navadno tako, da dodatni pouk obiskujejo samo učenci z boljšimi ocenami, kajti tam se matematično znanje nadgrajuje.

Spremenljivki obiskanost dopolnilnega pouka in ocena pri matematiki sta negativno neznatno povezani. Negativna korelacija obstaja zato, ker so vrednosti spremenljivke obiskovanja dopolnilnega pouka visoke in vrednosti spremenljivke ocene pri matematiki nizke. Kar je pričakovano, saj navadno dopolnilni pouk pogosteje obiskujejo učenci, ki imajo nižje ocene.

Obiskanost matematičnih krožkov in ocena pri matematiki sta nizko/šibko povezani. Torej trditev, da učenci, ki redno obiskujejo matematične krožke, ne drži ravno praviloma, da dosegajo boljše rezultate.

Spremenljivki obiskanost priprav na matematična tekmovanja in ocena pri matematiki sta srednje/zmerno povezani. Redno obiskovanje priprav na matematična tekmovanja "prinese" višje zaključne ocene. Omenjeni rezultat je pričakovan, saj navadno priprave na tekmovanja obiskujejo tisti učenci, ki jim matematika ne dela težav.

Iz rezultatov je razvidno, da sta spremenljivki količina samostojnega dela in ocena pri matematiki neznatno korelirani, torej gre res za zelo malo povezanost. Do tega rezultata pridemo verjetno zato, ker ugotovimo, da največ učencev rešuje samo obvezne domače naloge in se pripravlja za preverjanje in ocenjevanja znanja.

Spremenljivki obiskovanje inštrukcij in ocena pri matematiki sta negativno nizko/šibko povezani. Negativna korelacija obstaja zato, ker, ko so vrednosti spremenljivke obiskovanje inštrukcij visoke, so vrednosti spremenljivke ocene pri matematiki nizke. Tak rezultat je pričakovan, saj navadno inštrukcije pogosteje obiskujejo učenci, ki imajo nižje ocene. Pri izvajanju učne pomoči vrstnikom in oceni pri matematiki gre za nizko/šibko korelacijo; torej tisti učenci, ki nudijo učno pomoč vrstnikom, lahko dosegajo višje zaključne ocene.

4 ZAKLJUČEK

Namen naloge je bil raziskati dognanja, ki jih lahko s pridom uporabimo na naši poklicni poti. Naša spoznanja lahko uporabimo kot bodoči učitelji. Iz rezultatov je razvidno, da imajo učenci z bolj pozitivnim odnosom do predmeta matematika v osnovni šoli tudi višjo končno oceno pri tem predmetu. Tega se je treba zavedati in se tudi povprašati, kako lahko preostale učence, ki ne dosegajo najvišjih možnih ocen, navdušimo za matematiko oziroma jim jo karseda približamo. Ugotovimo namreč, da je odnos do predmeta ključnega pomena.

Relativno presenetljivi rezultati pa so glede povezanosti obiskovanja dodatnega, dopolnilnega pouka, matematičnih delavnic in krožkov, saj je iz rezultatov razvidno, da ni neke zelo močne korelacije med končno oceno in obiskanostjo zgoraj naštetih dejavnosti. Pomembno je, da to spoznanje bolje preučimo. Kje tiči vzrok? Ali so dejavnosti dolgočasne, se izvajajo ob neprimernih urah, ne služijo svojemu namenu ali pa se zgolj ne obravnavajo primerne vsebine? Zagotovo je pomembno, da bi učenci z višjo končno oceno obiskovali dodatni pouk. Tako bi namreč pridobili še več znanja in tudi samostojnost pri dodatnem raziskovanju. Prvotno je seveda treba učence navdušiti, da dodatni pouk sploh prvič obišejo. Zaradi zavedanja tega si kot učitelji lahko prizadevamo, da vsebine naredimo zanimive in privlačne, tako da dodatni pouk dobi živahnejšo in bolj sproščeno noto ter si prizadevamo, da bi ga učenci obiskovali tudi celotno šolsko leto.

Prav tako pa je velikega pomena, da bi se učenci, ki jim matematika povzroča kakšne težave, odločili za obiskovanje dopolnilnega pouka. Rezultata glede napredka ob obiskovanju le-tega pa ni mogoče predvideti, saj tega dela ne raziskujemo. Tako lahko zagotovo tudi na tem področju postorimo marsikaj, predvsem damo učencem in njihovim staršem vedeti, da dopolnili pouk ni negativna stvar, ampak je samo ponujena dodatna razlaga za snov, ki je učenec pri uri ni najboljše razumel ali sledil razlagi.

Močne korelacije, kot že zgoraj omenjeno, ni niti med obiskovanjem matematičnih krožkov, matematičnih delavnic in priprav na tekmovanja. Ne moremo točno določiti vzroka, eden izmed možnih je, da anketirani učenci ne ločijo med temi dejavnostmi oziroma da izvajanje na posameznih šolah ni popolnoma definirano. To spoznanje nam lahko služi kot motivacija, da poskušamo učencem, ki že dosegajo odlične končne rezultate, matematiko prikazati ne samo kot predmet v šoli, ampak še vse njene zanimivosti, ki jih pri urah ne obravnavamo in jih tako spodbuditi k obiskovanju teh dejavnosti. Ključnega pomena pri tem pa je, da na zgoraj omenjenih dodatnih dejavnostih obravnavamo stvari, ki so učencem bližje, torej izhajajo iz njihovih zanimanj. Prav je tudi, da k temu ne spodbujamo samo učencev z boljšimi rezultati (saj se je izkazalo, da te dejavnosti obiskujejo samo učenci z boljšimi ocenami), ampak povabimo in skušamo motivirati tudi učence, katerih rezultati niso najvišji, kajti le tako jim matematične teme lahko postanejo zanimive, jih pričnejo zanimati in morebiti tudi pripeljejo do višjih končnih rezultatov.

Preverjamo tudi korelacijo med nudenjem učne pomoči ter končno oceno učenca. Korelacija ni močna. Seveda gre tu za posameznikovo odločitev, ali želi nuditi svojo pomoč, vendar je v našem interesu, da medsebojno pomoč spodbujamo.

Glede obiskovanja inštrukcij (nizka korelacija med obiskovanjem inštrukcij in končnim rezultatom) lahko iščemo problem v tem, da inštruktor morda ne zna vedno učinkovito reagirati, saj mora obvladati snov, ki jo razlaga ter hkrati prilagoditi metode razlage, poučevanja in uporabiti primerne didaktične pripomočke. Posebno pomembnih rešitev zato glede obiskovanja inštrukcij in končnega rezultata ne želimo predlagati, saj je to tudi v tesni povezavi s finančno zmožnostjo posameznika, prav tako pa to ni v pristojnosti šole.

Glede na naravo vzorca (večji delež deklet kot fantov, večja zastopanost gimnazijcev kot preostalih srednjih šol), ki smo ga zajeli v raziskavi, rezultatov ne moremo posploševati na celotno populacijo osnovnošolskih otrok. Raziskava je tako omogočila vpogled v obiskovanje dodatnih matematičnih dejavnosti in sledeč končni rezultat se opira le na izbrani vzorec. Menimo, da bi tudi z drugačnimi oblikami dela učenci lahko dosegli enak ali višji končni uspeh kot pri zgoraj omenjenih. Osnovna šola predstavlja elementarno osnovno izobrazbo in s tem nivo znanja, ki ga morajo usvojiti vsi osnovnošolci. Povečanje trenda obiskovanja dodatnih dejavnosti pa lahko izzove opazko, da ima naš šolski sistem veliko pomanjkljivosti, ki bi jih bilo treba odpraviti.

Literatura

- [1] Ambrožič, M. (2009). Metode spraševanja: anketa: študijsko gradivo. Ljubljana: samozaložba.
- [2] History of statistics. Pridobljeno: 7. 5. 2018: <http://url.sio.si/6ke>

- [3] Pipp, L. (1934). O zgodovini statistike, ljudskih štetij in popisov prebivalstva, Kronika slovenskih mest, letnik 1, strani 306-310.
- [4] Sagadin, J. (2003). Statistične metode za pedagoge. Maribor: Obzorja.

Telesna velikost gozdne voluharice korelira s klimatskimi dejavniki

Body size of the bank vole correlates with climate conditions

Mojca Cimerman¹, Natalija Špur²

¹NLZOH, Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, Slovenija

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor, Slovenija

Povzetek

Fenotipska plastičnost je značilnost organizmov, da kot odgovor na različne okoljske dejavnike prilagodijo fenotip v različnih okoljih. Po Bergmannovem pravilu so med endotermnimi vrstami živali znotraj iste vrste v bolj hladnem in vlažnem okolju osebkovi večji kot v toplih in bolj suhih okoljih. Z našo študijo smo z morfometričnimi in statističnimi metodami preverili, ali morfološke značilnosti gozdne voluharice (*Myodes glareolus*) v Sloveniji ustrezajo Bergmannovemu pravilu. V ta namen smo izmerili 204 lobanje gozdnih voluharic iz sedmih različnih lokalitet v Sloveniji. Potrdili smo hipotezo, da je velikost živali povezana s klimo. Rezultati regresijske analize so potrdili, da odnos povezave med velikostjo živali in klimo ni linearen, ampak je polinom druge stopnje, ki je signifikanten pri $p = 0,007$. Ta projekt je študija reakcijske norme, s katero smo analizirali geografske variabilnosti in odziv fenotipa na okoljske dejavnike.

Ključne besede: Bergmannovo pravilo, ekologija, ekomorfologija, klima, morfološki znaki, Myodes glareolus

Abstract

Phenotypic plasticity is an ability of organisms to change their phenotype as a response to various environmental factors. Bergmann's rule states that within the same species of endothermic vertebrate genus, species inhabiting colder regions have greater body mass than those from warmer regions. In our study, morphometric and statistical methods were used to verify if morphological characters of bank vole (*Myodes glareolus*) follow the Bergmann's rule. Skull measurements from 204 bank vole individuals trapped in seven sites of Slovenia were taken. Hypothesis that the size of the organism is correlated to climate conditions was confirmed. Regression analysis results confirmed that the relationship between the size of the animal and the climate does not follow linear regression, but a second degree polynomial model, which is significant at $p = 0.007$. This project is a study of the reaction norm, with which we analyzed the geographical variability and the response of the phenotype to environmental factors.

Key words: Bergmann's rule, ecology, ecomorphology, climate, morphological characters, Myodes glareolus

1 UVOD

Myodes glareolus ali gozdna voluharica spada med manjše voluharice, katere velikost trupa z glavo meri med 99 in 112 mm. Ima razmeroma dolg rep s 40 do 59 mm in ušesa s 10,7 do 13,8 mm. Hrbet je intenzivno rdeče rjav, trebuh siv z rumenimi ali oker odtenki. Gozdna voluharica je aktivna cel dan, ponoči bolj kot podnevi. Je rastlinojeda, najraje uživa mehke plodove, poleg tega je še glive, mahove, zelene dele rastlin in nevretenčarje. Razmnožuje se od aprila do septembra/oktobra. Brejost traja od 17 do 18 dni, nato se skotijo goli in slepi mladiči. V Sloveniji je gozdna voluharica razširjena po celinskem delu, od 80 do 2000 m nadmorske višine. Njen habitat so vlažni iglasti in mešani gozdovi, čeprav jo najdemo tudi v listnatem gozdu, barjanskem grmišču, v gostem rastlinju ob vodah in v živih mejah. Živi predvsem na gozdnih tleh, čeprav odlično pleza [1].

Bergmanovo pravilo [2] je najbolj znano ekogeografsko pravilo. Navaja, da se endotermne vrste živali (živali, ki ohranjajo stalno telesno temperaturo) na hladno okolje prilagodijo z večjo telesno velikostjo v primerjavi z osebkami iste vrste, ki živijo v toplejšem okolju [3]. Prilagoditve, s katerimi se organizmi odzivajo na okolje, so lahko morfološke, fiziološke, vedenjske in fenološke ter jih imenujemo fenotipska plastičnost. Način prilagajanja organizma na spreminjajoče se okoljske dejavnike imenujemo reakcijska norma. Reakcijska norma opiše skupek različnih fenotipov, ki se pod vplivom različnih okoljskih dejavnikov razvijajo iz enega samega genotipa.

Bergmanovo pravilo navadno interpretirajo kot prilagoditev na temperaturo. Večje razmerje površine telesa glede na volumen v toplih okoljih učinkovito odvaja toploto in manjše razmerje med površino in volumenom zmanjšuje izgubo toplote v hladnejših okoljih. Glede na to, da so temperatura in druge okoljske spremenljivke zelo povezane z zemljepisno širino, Bergmanovo pravilo pogosto prikazujemo kot pozitivno povezavo med zemljepisno širino in velikostjo osebkov [4]. Pravilo velja tako za sesalce kot za ptice in velja za ekološko generalizacijo pri teh endotermnih skupinah živali. Ugotovili so, da trend večanja telesa z zemljepisno širino velja za 65 do 71 % sesalcev in za 72 do 76 % ptičev [5].

V naši študiji smo preverjali, ali velikost gozdne voluharice na sedmih lokalitetah v Sloveniji sledi Bergmanovemu pravilu. Predvidevamo, da so gozdne voluharice večje, kjer so temperature nižje in je količina padavin večja.

2 MATERIAL IN METODE

Meritve šestih lobanjskih znakov smo uporabili kot kazalnik telesne velikosti. Znake, kot so dolžina lobanje (CL), širina lobanje (BB), višina lobanje (VL), zigomatična širina (ZB), višina rostruma (RH) in dolžina rostruma (RL), smo izmerili s kljunastim merilom z natančnostjo 0,1 mm. Vzorci izhajajo iz 7 lokalitet iz različnih krajev Slovenije ter so navedeni v tabeli 1. V tabeli 1 so prikazani klimatski podatki za posamezne lokalitete in nadmorska višina lokalitet. V analizo smo vključili meritve 204 lobanj gozdne voluharice. Material smo si izposodili iz zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije, ki so ga zbrali v različnih projektih kartiranja favne. Za namen te raziskave nismo odvzeli nobene živali iz narave.

Za posamezne lokalitete smo na strani Agencije Republike Slovenije za okolje [6] pridobili klimatske podatke z najbližje meteorološke postaje:

- o povprečni letni temperaturi (pLT) v stopinjah Celzija,
- o povprečni januarski temperaturi (navadno najhladnejši mesec) (pjT) v stopinjah Celzija,
- o povprečni letni višini padavin (vP) v milimetrih,
- o povprečnem številu dni s snežno odejo na leto (dS) in
- o nadmorski višini (nad. višina) v metrih.

Izvedli smo statistično analizo z metodami tradicionalne morfometrije. Pri delu smo si pomagali s programskima paketoma Microsoft Office Excel in PAST3.

Najprej smo izvedli opisno statistiko morfometričnih znakov, kjer smo izračunali povprečne vrednosti in standardne deviacije vrednosti meritev. S programom Excel smo izvedli z-standardizacijo podatkov. Z-vrednost je razlika med aritmetično sredino populacije in vrednostjo konkretne statistične enote v populaciji ob upoštevanju standardne deviacije:

$$z = \frac{(x - \bar{x})}{SD} \quad (1)$$

Z z-standardizacijo odpravimo odvečne raznolikosti spremenljivke in jih normaliziramo [7]. Klimatski in morfološki podatki tvorijo dva seta podatkov, ki smo jih primerjali. Število spremenljivk iz posameznega seta smo zmanjšali z analizo glavnih komponent (PCA) s programom PAST3.

Lokacije	oznaka	pIT (°C)	pJT (°C)	vP (mm)	dS	nad. višina (m)	N
Črni log, Prekmurje	1	12	3,4	1093	19	160	51
Mariborsko Pohorje	2	11,9	3,3	1238,4	21	300	26
Kozlerjeva gošča, Ljubljansko barje	3	12,6	5,4	1850,5	25	290	34
Planica, Kranjska Gora	4	8	0	2084,1	103	1000	9
Kočevski rog	5	10,5	4	1971,8	24	930	53
Cerknica	6	11,1	4,7	2069,4	21	550	15
Sviščaki	7	8,6	3,5	2514	31	1240	16
							204

Tabela 1: Podane so lokalitete z oznako, klimatskimi podatki, nadmorsko višino in številom osebkov v vzorcu (N).

Značilnost morfometričnih znakov je, da je njihova največja variabilnost v telesni velikosti. Največji delež morfometrične variabilnosti razloži prva morfološka glavna komponenta (MPC1). Zato MPC1 razlagamo kot vektor telesne velikosti.

Tudi za klimatske spremenljivke smo izvedli multivariantno analizo glavnih komponent. Največji delež klimatske variabilnosti razloži prva klimatska glavna komponenta (CPC1). Po izračunani analizi glavnih komponent smo s programom PAST3 izvedli še regresijsko analizo med MPC1 in CPC1.

3 REZULTATI

Na lobanji gozdne voluharice smo izmerili šest morfometričnih znakov. Povprečne vrednosti meritev po posameznih lokalitetah so prikazane v tabeli 2. Iz vseh sedmih lokalitet izračunane povprečne vrednosti velikosti lobanje gozdne voluharice so dolžina lobanje (CL) $24,3 \pm 0,8$ mm, višina rostruma (RH) $6,6 \pm 0,2$ mm, širina lobanje (BB) $11,6 \pm 0,2$ mm, zigomatična širina (ZB) $13,6 \pm 0,3$ mm, višina lobanje (VL) $7,4 \pm 0,2$ mm in dolžina rostruma (RL) $13,9 \pm 0,5$ mm.

Lokalitete	oznaka	CL	RH	BB	ZB	VL	RL
Črni log	1	23,3 ± 0,6	6,4 ± 0,3	11,4 ± 0,3	13,3 ± 0,4	7,2 ± 0,3	13,3 ± 0,4
Mariborsko Pohorje	2	23,8 ± 0,6	6,3 ± 0,3	11,4 ± 0,3	13,5 ± 0,5	7,3 ± 0,2	13,5 ± 0,3
Kozlerjeva gošča	3	23,3 ± 0,5	6,3 ± 0,2	11,3 ± 0,2	13,2 ± 0,4	7,2 ± 0,2	13,4 ± 0,4
Planica	4	24,8 ± 0,6	6,5 ± 0,2	11,6 ± 0,4	13,6 ± 0,6	7,6 ± 0,3	14,2 ± 0,4
Kočevski rog	5	24,6 ± 0,6	6,7 ± 0,2	11,8 ± 0,3	13,9 ± 0,4	7,6 ± 0,2	14,1 ± 0,4
Cerknica	6	25,1 ± 0,6	6,7 ± 0,2	11,8 ± 0,3	14,0 ± 0,5	7,5 ± 0,3	14,4 ± 0,4
Sviščaki	7	25,3 ± 0,5	6,9 ± 0,3	11,8 ± 0,3	13,9 ± 0,4	7,6 ± 0,3	14,5 ± 0,2

Tabela 2: Povprečne vrednosti in standardna deviacija meritev lobanje gozdne voluharice v milimetrih.

Kratice v tabeli pomenijo: CL-dolžina lobanje, RH-višina rostruma, BB-širina lobanje, ZB-zigomatična širina, VL-višina lobanje, RL-dolžina lobanje.

V drugem delu smo analizirali povezave med velikostjo gozdnih voluharic in klimo. Povezavo med morfološkim vzorcem, ki ga izkazujejo živali, in izbranimi lastnostmi okolja interpretiramo v smislu morfološke plastičnosti.

Prva glavna komponenta za morfološke podatke pojasni 74,2 % variance, druga glavna komponenta pa samo 9 % variance. Odločili smo se, da je pomembna le prva glavna komponenta (1. GK), ki je vektor telesne velikosti, zato smo vrednosti 1. GK poimenovali MPC1 (morfološka glavna komponenta 1). Enako smo izvedli še za klimatske podatke in vrednosti 1. GK poimenovali CPC1 (klimatska glavna komponenta 1). Prva glavna komponenta za klimatske podatke pojasni 69,5 %, variabilnost CPC2 znaša 25,6 %.

Povprečne vrednosti glavnih komponent za morfometrične in klimatske spremenljivke po lokalitetah so prikazane v tabeli 3. Najvišjo vrednost MPC1, ki znaša 2,3 imajo živali iz Sviščakov, kar pomeni, da tam živijo največje gozdne voluharice. Najmanjše gozdne voluharice (MPC1 = -1,68) izvirajo iz Kozlarjeve gošče na Ljubljanskem barju.

	MPC1	CPC1
Črni log	-1,42	-1,7
Mariborsko Pohorje	-0,92	-1,4
Kozlerjeva gošča, Ljubljansko barje	-1,68	-1,6
Planica	1,03	3,2
Kočevski rog	1,49	0,2
Cerknica	1,89	-0,5
Sviščaki	2,30	1,8

Tabela 3: Povprečne vrednosti za morfološke (MPC1) in klimatske (CPC1) glavne komponente po lokalitetah.

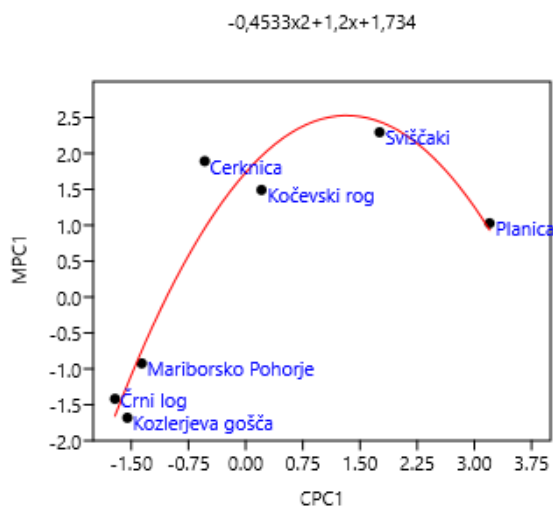
Korelacijski koeficienti med CPC1 in z-standardnimi vrednostmi klimatskih spremenljivk so prikazani v tabeli 4. Ko vrednost CPC1 narašča, padata povprečna letna temperatura in povprečna januarska temperatura, naraščajo pa nadmorska višina, število dni s snegom in višina padavin.

	plT	pjT	vP	dS	nadmorska višina
CPC1	-0,98	-0,74	0,71	0,82	0,89

Tabela 4: Korelacijski koeficienti med CPC1 in z-standardiziranimi klimatskimi spremenljivkami. Kratice v tabeli pomenijo: plT-povprečna letna temperatura, pjT-povprečna januarska temperatura, vP-višina padavin, dS-število dni s snežno odejo.

Povezanost telesne velikosti gozdnih voluharic s klimatskimi dejavniki smo preverili z regresijsko analizo. Razmerje med MPC1 in CPC1 smo preverili z linearnim odnosom in polinomsko odvisnostjo. Z linearnim odnosom razmerja med MPC1 in CPC1 smo pojasnili samo 48 % variance pri signifikantnosti $p = 0,086$. Linearni model ocenjujemo kot nesignifikanten, saj ne zadošča pogoju $p < 0,05$.

Razmerje med MPC1 in CPC1 smo preverili še s polinomsko odvisnostjo in potrdili, da razmerje dobro opiše polinom druge stopnje, ki je signifikanten pri $p = 0,007$ in pri $R^2 = 0,916$.



Slika 1: Graf regresijske analize med morfologijo (MPC1) in klimo (CPC1) polinoma druge stopnje.

To pomeni, da naš model pojasni 91,6 % variabilnosti med morfologijo voluharic in klimo, v kateri živijo. Model opiše regresijska enačba:

$$Y = -0,4533x^2 + 1,201x + 1,734 \quad (2)$$

Potrdili smo našo hipotezo, da je velikost živali povezana s klimo. Za lokalitete z negativnimi vrednostmi vzdolž CPC1 je značilna toplejša in bolj suha klima. Za lokalitete s pozitivnimi vrednostmi je značilna hladnejša, bolj vlažna klima z dlje časa ležečo snežno odejo (slika 1). Če se na horizontalni osi grafa pomikamo v levo (negativno), je topleje in bolj suho; če se pomikamo bolj v desno (pozitivno), je hladneje, bolj vlažno in snežna odeja leži daljši čas.

Funkcijski odziv živali je, da so v hladnem in vlažnem okolju živali večje, v toplem in suhem okolju pa so živali manjše.

4 DISKUSIJA

V naši študiji smo preverjali, ali je velikost gozdne voluharice povezana s klimo. Ugotovili smo, da so v hladnejših in bolj vlažnih krajih na višji nadmorski višini živali večje (Cerknica, Kočevski rog, Sviščaki in Planica), medtem ko so v krajih z višjo povprečno temperaturo in manj padavinami ter nižjo nadmorsko višino živali manjše (Mariborsko Pohorje, Črni log in Kozlarjeva gošča). Odnos med velikostjo živali in klimatskimi pogoji ni linearen, kar pomeni, da velikost živali narašča do neke vrednosti, se nato ustavi in po določeni vrednosti prične rahlo padati.

To je funkcijski odziv živali, ki je v skladu z Bergmanovim pravilom. Ta pravi, da so endotermne živali, ki živijo na območju s hladnejšim podnebjem, praviloma večje kot predstavniki iste vrste na območju s toplejšim podnebjem.

Bergmann je predvideval, da površina živali določa stopnjo odvajanja toplote in da volumen živali določa proizvodnjo toplote. To pomeni, da razmerje med površino (SA) in prostornino (V) SA:V predstavlja osebko sposobnost termoregulacije. Prostornina narašča hitreje kot površina, zato razmerje SA:V organizma pada, s tem ko velikost organizma narašča. To nakazuje, da se pri večjih organizmih izgubi manj toplote glede na tisto toploto, ki jo organizem proizvede sam. Povedano drugače, manj produkcije toplote je potrebne za ohranjanje telesne temperature. Bergmanovo pravilo lahko povzamemo, da bodo imele endotermne živali nižje razmerje SA:V pri večji zemljepisni širini in/ali večji nadmorski višini [8].

Razen termoregulacije so znane tudi druge razlage za večje živali v hladnejših okoljih, kot so odpornost na stradanje, razpoložljivost virov hrane, količina padavin, primarna produkcija rastlin, diverziteta habitatov, genetika in naključje [4].

Ho in sodelavci [9] so opozorili na pomen prehrane, ki tudi prispeva k Bergmanovemu pravilu, saj imajo klimatski dejavniki neposreden vpliv na primarno produkcijo. Poudarili so, da abiotski dejavniki, kot so temperatura in količina padavin v povezavi z zemljepisno širino, vplivajo na velikost telesa živali. Predlagajo pa, da bi Bergmanovo pravilo lažje in pravilneje razložili s kombinacijo biotskih in abiotskih dejavnikov kot pa samo z eno, univerzalno razlago. Razen tega, biotski dejavniki, kot so kvaliteta hrane, lahko delujejo vzajemno z abiotskimi dejavniki in skupaj vplivajo na velikost telesa. Na večji geografski širini lahko boljša kvaliteta hrane v naravi organizmom omogoči, da tolerirajo slabše pogoje v okolju in zavirajo lasten razvoj. S poskusi so pokazali, da ima lahko boljša kakovost hrane, ki je praviloma v hladnejših in bolj vlažnih okoljih, vpliv na velikost osebkov. Le-ti bolje tolerirajo surove pogoje v okolju in kasneje spolno dozori. Tako so z vplivom biotskih dejavnikov dopolnili Bergmanovo pravilo [9].

Predlagamo nadaljevanje študije, s katero bi preverili, ali je v toplejšem klimatskem okolju z več primarne produkcije gostota živali večja in so le-te manjše. S študijo bi prav tako preverili, ali je gostota živali v hladnejšem klimatskem okolju manjša in ali so živali večje.

Zahvala

Zahvaljujeva se prof. dr. Francu Janžekoviču za idejo in nasvete, podatke o meritvah lobanj ter spodbudo pri nastajanju prispevka. Članek je nastal v okviru predmeta Izbrana poglavja iz biodiverzitetne metodologije na 3. stopnji študija Ekološke znanosti.

Literatura

- [1] Kryštufek, B. (1991) Sesalci Slovenije. *Prirodoslovni muzej Slovenije*, 134-136.
- [2] Bergmann, C. (1847) Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Größe, *Abgedruckt aus den Göttinger Studien*, Göttingen bei Vandenhoeck und Ruprecht, 3, 595-708.
- [3] Mayr, E. (1963) Animal species and evolution, *The Belknap Press of Harvard University Press*.
- [4] Meiri, S., Yom-Tov, Y. in Geffen, E. (2007) What determines conformity to Bergmann's rule? *Global Ecology and Biogeography*, 16, 788–794.
- [5] Meiri, S. in Dayan, T. (2003) On the validity of Bergman's rule, *Journal of Biogeography* 30, 331-351.
- [6] Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 10. 5. 2017: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/>
- [7] Sokal, R. R. in Rohlf, F. J. (2012) Biometry, The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. *W. H. Freeman and Company*.
- [8] M. Shelomi, M. in Zeuss, D. (2017) Bergmann's and Allen's rules in native European and Mediterranean Phasmatodea. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 25 doi: 10.3389/fevo.2017.00025
- [9] Ho, C. K., Penings, S. C. in Carefoot, T. H. (2004) Is Diet Quality an overlooked mechanism for Bergmann's rule? *The American Naturalist*, 175, 269-276.

Fizikalne lastnosti intermetalne katalizatorske spojine ZnPd

Physical properties of the Intermetallic Catalyst Alloy ZnPd

Arbresha Hölbl¹, Janez Dolinšek²

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

²Jožef Stefan Institut, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenija in Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska 19, 1000 Ljubljana, Slovenija

Povzetek

Namen raziskave je bil natančneje opredeliti in izmeriti fizikalne ter magnetne lastnosti intermetalne katalizatorske spojine ZnPd. Zanimala nas je specifična toplota, električna upornost, magnetizacija in magnetna susceptibilnost pa tudi struktura in sinteza spojine ZnPd.

Opravljen je bil karakterizacija vzorca ZnPd z vrstičnim elektronskim mikroskopom SEM (angl. Scanning Electron Microscope). S pomočjo energijsko disperzijske spektroskopije EDS (angl. Energy Dispersive Spectroscopy) smo določili kemijsko analizo sestave vzorca.

Z napravo PPMS (angl. Physical Property Measurement System) smo izmerili fizikalne lastnosti vzorca ZnPd: specifično toploto in električno upornost v odvisnosti od temperature.

Pri določanju magnetnega stanja vzorca pa smo uporabili magnetometer MPMS (angl. Magnetic Property Measurement System). S pomočjo meritev magnetizacije v odvisnosti od zunanega magnetnega polja $M(H)$ in meritev magnetne susceptibilnosti v odvisnosti od temperature $\chi(T)$ smo analizirali magnetne lastnosti intermetalnega vzorca ZnPd.

Ključne besede: kataliza, intermetalne spojine, specifična toplota, električna upornost, magnetizacija, magnetna susceptibilnost.

Abstract

The purpose of our research was to determine the physical and magnetic properties of the intermetallic catalyst alloy ZnPd. We were interested in determining the specific heat, electrical resistivity, magnetization, magnetic susceptibility, structure and synthesis of the ZnPd compound.

We characterized our sample using a scanning electron microscope (SEM). Chemical analysis of its composition was performed with the energy dispersive spectroscopy (EDS).

The specific heat and the electrical resistance measurements in relation to temperature change were conducted using the physical property measurement system (PPMS).

Magnetic properties were determined with the magnetic property measurement system (MPMS). Through measurements of magnetisation depending on the external magnetic field $M(H)$ and measurements of magnetic susceptibility in relation to temperature change $\chi(T)$ we were able to determine the magnetic properties of our intermetallic ZnPd sample.

Key words: catalysis, intermetallic alloys, specific heat, electrical resistivity, magnetization, magnetic susceptibility.

1 UVOD

Kataliza se uporablja v znanosti in tehnologiji za spreminjanje poteka kemijskih reakcij z znižanjem aktivacijske energije, ki je potrebna za reakcijo. Posledično uporaba katalizatorjev poveča hitrost kemijske reakcije. V prisotnosti katalizatorja potrebujemo manj energije, da

dosežemo ravnovesno stanje v kemijski reakciji [1]. Pri tem celotna energija pri reakciji ostane nespremenjena. Na učinek katalizatorja lahko vplivajo druge spojine, znane kot inhibitorji ali strupi (zmanjšajo aktivnost katalizatorja) ali promotorji (povečajo aktivnost). Heterogena kataliza vključuje uporabo katalizatorja v agregatnem stanju, ki je različno od agregatnega stanja reaktantov. Tipičen primer je uporaba katalizatorja v trdnem agregatnem stanju, pri katerem so reaktanti bodisi kapljevine bodisi plini. Kataliza ima pomembno vlogo pri optimizaciji porabe energije v industriji. Današnji okoljski izzivi ustvarjajo potrebo po novih katalizatorjih z izboljšanimi katalitskimi lastnostmi. Procese, ki potekajo na industrijski ravni, npr. sinteza polimerov, želimo – glede na selektivnost katalizatorja za dano kemijsko reakcijo in glede na hitrost reakcije – optimizirati. Aktivna površina katalizatorja nenehno tvori in razbija vezi med molekulami reaktanta in površino katalizatorja. Zato bodo samo čisti in enofazni materiali preživeli reakcijske pogoje čez daljše časovno obdobje. Razen tega mora biti katalizator stabilen pri reakcijskih pogojih in mora imeti čim večjo aktivno površino. Stabilnost potrebujemo zato, da se ohrani kristalna in elektronska struktura katalizatorja. Katalizator mora biti tudi selektiven za specifično kemijsko reakcijo.

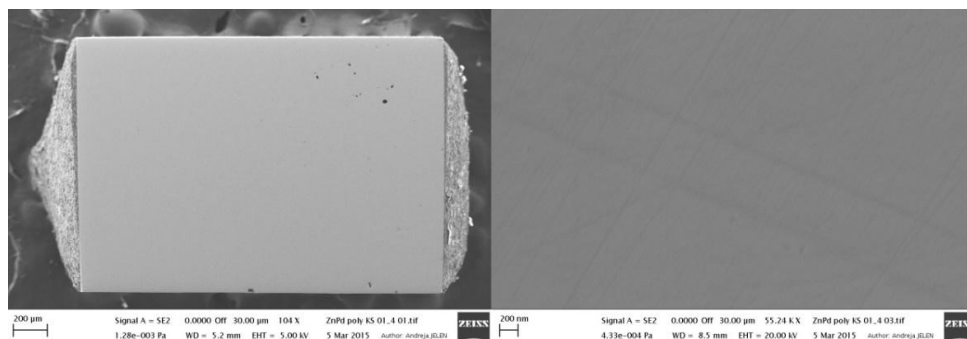
Najpreprostejši katalizator dobimo, če vzamemo kovinski element brez podlage. Slabost take izbire je zelo omejeno število elementov, ki so za dano kemijsko reakcijo katalitsko aktivni [2]. Alternativni materiali za heterogeno katalizo so strukturno urejene intermetalne spojine. Intermetalne spojine so spojine iz dveh ali več kovinskih elementov, ki so levo ali v okolici Zintllove črte v periodnem sistemu kemijskih elementov. Njihova struktura je popolnoma ali delno urejena in se razlikuje od strukture elementov, ki tvorijo spojino. Stabilnost intermetalnih spojin med kemijsko reakcijo je povezana z njihovo elektronsko in geometrijsko strukturo.

Prednost uporabe intermetalnih spojin za katalizo je možnost izbire elektronske in geometrijske strukture pred uporabo [3]. To omogoča znanstven pristop k razvoju popolnoma novih materialov za katalizo. Intermetalne spojine lahko razpadejo pred katalizo ali med njo, tako da iz njih nastane katalizator z veliko aktivno površino. Intermetalne spojine lahko nastanejo tudi med kemijsko reakcijo pri reakciji med aktivno kovino in podlago ali med različnimi materiali s podlago. Da bi se izognili tem težavam je bil nedavno sprejet pristop, da se kot stabilne katalizatorje brez podlage uporablja intermetalne spojine z urejeno kristalno strukturo [3]. Kovinske spojine s primerno kristalno strukturo omogočajo izolacijo aktivnih mest v molekuli. Koncept izolacije aktivnih mest je, da visoko selektivnost katalizatorja za dano kemijsko reakcijo dosežemo, kadar so katalitsko aktivni atomi obkroženi z atomi katalitsko neaktivnega elementa. Tako so aktivna mesta prostorsko ločena med seboj. Glede na ta koncept se pričakuje, da je intermetalna spojina ZnPd dober katalizator za selektivno hidrogeniranje acetilena.

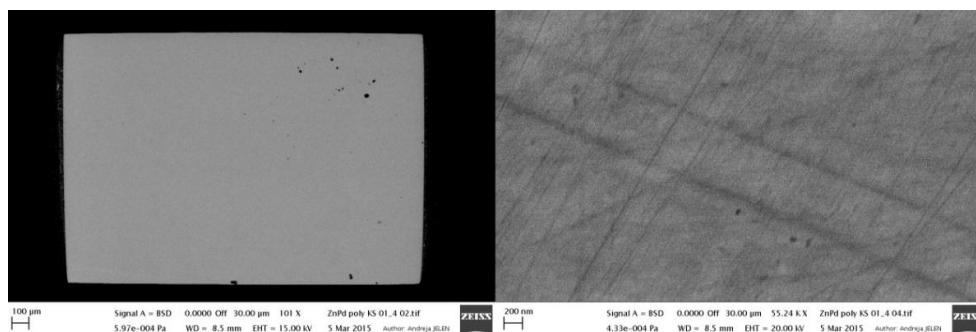
2 ANALIZA Z VRSTIČNIM ELEKTRONSKIM MIKROSKOPOM – SEM (SCANNING ELECTRON MICROSCOPE)

Za strukturno in kemijsko analizo vzorca smo uporabili vrstični elektronski mikroskop SEM (Scanning Electron Microscope), ki za opazovanje površine uporablja elektronski curek, ki tipa raziskovano površino po vzporednih črtah. S SEM lahko opazujemo topografske slike površin v velikostnem redu od nekaj nanometrov do nekaj mikrometrov. S pomočjo energijsko disperzijske spektroskopije EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) lahko določimo tudi kemijsko sestavo snovi.

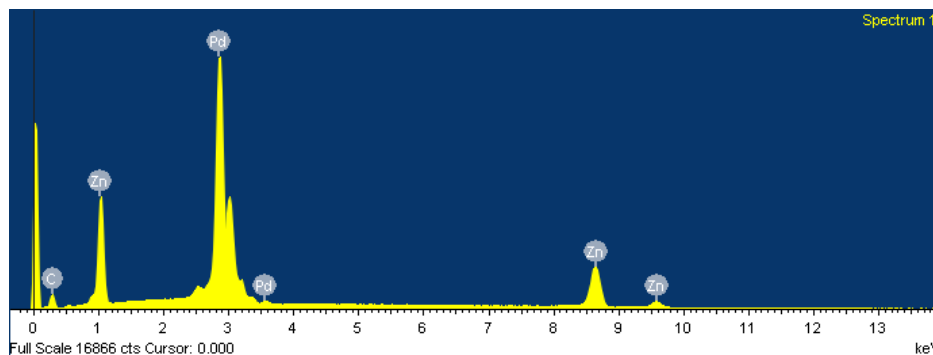
V vrstičnem elektronskem mikroskopu elektronski curek po površini vzorca potuje hitro, pri čemer dobimo tako sliko, da detektiramo bodisi primarne povratno sipane elektrone BSE (ang. backscattered electrons), ki imajo visoko energijo $E_{BSE} \leq 30 \text{ keV}$, ali pa sekundarne elektrone SE (ang. secondary electrons), ki imajo nizko energijo $E_{SE} < 50 \text{ eV}$. Na sliki 1 je prikazana slika vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$, dobljena s sekundarnimi elektroni. SE nosijo informacijo o topografiji površine vzorca. Število SE, ki nastanejo v vzorcu, je praktično neodvisno od vrste atomov oz. atomskega števila Z . Na sliki 2 je prikazana slika vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$ s povratno sipanimi elektroni. Število BSE je odvisno od lokalne topografije površine in od vrste atomov v vzorcu – monotonno narašča z atomskim številom Z . Odvisnost koeficienta BSE od Z uporabljamo za Z -kontrast, za slike, na katerih lahko razlikujemo področja z različno kemijsko sestavo (težji elementi so videti svetlejši) [4].



Slika 1: Slika vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$ s sekundarnimi elektroni, (levo) 104-kratna povečava in (desno) 55240-kratna povečava [5].



Slika 2: Slika vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$ s povratno sipanimi elektroni, (levo) 101-kratna povečava in (desno) 55240-kratna povečava [5].



Slika 3: EDS spekter vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$; na ordinati je intenziteta x-žarkov in na abscisi je energija v keV [5].

Energija emitirane rentgenske svetlobe je odvisna od razlike energijskih stanj elektronov med prehodom elektronov iz višjega na nižji energijski nivo in je karakteristična za vsak element posebej. Emitirano rentgensko svetlobo analiziramo z detekcijo energije emitiranih fotonov rentgenske svetlobe (energy dispersive X-ray spectrometry) – EDS analiza. Energijsko disperzijski spektrometer omogoča rentgensko mikroanalizo elementov v vzorcu z meritvijo energije in intenzitete rentgenskih žarkov. Energijski vrhovi ustrezajo različnim elementom v vzorcu, so ozki in se jih da zlahka razločiti. EDS spekter vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$ je prikazan na sliki 3 kot število x-žarkov v odvisnosti od energije (v keV).

3 FIZIKALNE LASTNOSTI VZORCA ZnPd

Da bi podrobneje opredelili material $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$, smo z merjenjem specifične toplote, električne upornosti in magnetnih lastnosti določili njegove fizikalne lastnosti.

Meritve električne upornosti in specifične toplote so bile izvedene z merilnim sistemom Quantum Design (PPMS 9T) za merjenje fizikalnih lastnosti, ki je bil opremljen z 90 kOe magnetom. Magnetne meritve so bile opravljene s Quantum Design MPMS XL-5 SQUID magnetometrom, opremljenim z magnetom 50 kOe [6].

3.1 Specifična toplota

Specifična toplota pri nizkih temperaturah $C(T)$ je primerna količina za določitev $g(\varepsilon_F)$ elektronske gostote stanj (electronic density of states – DOS) pri Fermijevi energiji in za oceno Debyeve temperature. Skupna specifična toplota je vsota elektronske specifične toplote in mrežne specifične toplote. Elektronska specifična toplota je linearno odvisna od temperature

$$C_{el}(T) = \gamma T, \quad (1)$$

pri čemer je γ koeficient elektronske specifične toplote

$$\gamma = \left(\frac{\pi^2}{3}\right) k_B^2 g(\varepsilon_F), \quad (2)$$

kjer je $g(\varepsilon_F)$ gostota elektronskih stanj pri Fermijevi energiji (ε_F).

Pri nizkih temperaturah pod 10 K lahko mrežno specifično toploto (fononski prispevek) aproksimiramo z Debyevim modelom in jo lahko izrazimo kot funkcijo temperature v obliki

$$C_{fon}(T) = \alpha T^3. \quad (3)$$

Koeficient mrežne specifične toplote α se nanaša na Debyevo temperaturo preko razmerja:

$$\theta_D = \left(\frac{12\pi^4 R}{5\alpha} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (4)$$

in dobimo koeficient mrežne specifične toplote α :

$$\alpha = \frac{12}{5} \pi^4 R \frac{1}{\theta_D^3}, \quad (5)$$

kjer je θ_D Debyeova temperatura in R plinska konstanta. Skupno specifično toploto pri nizkih temperaturah lahko nato zapišemo kot:

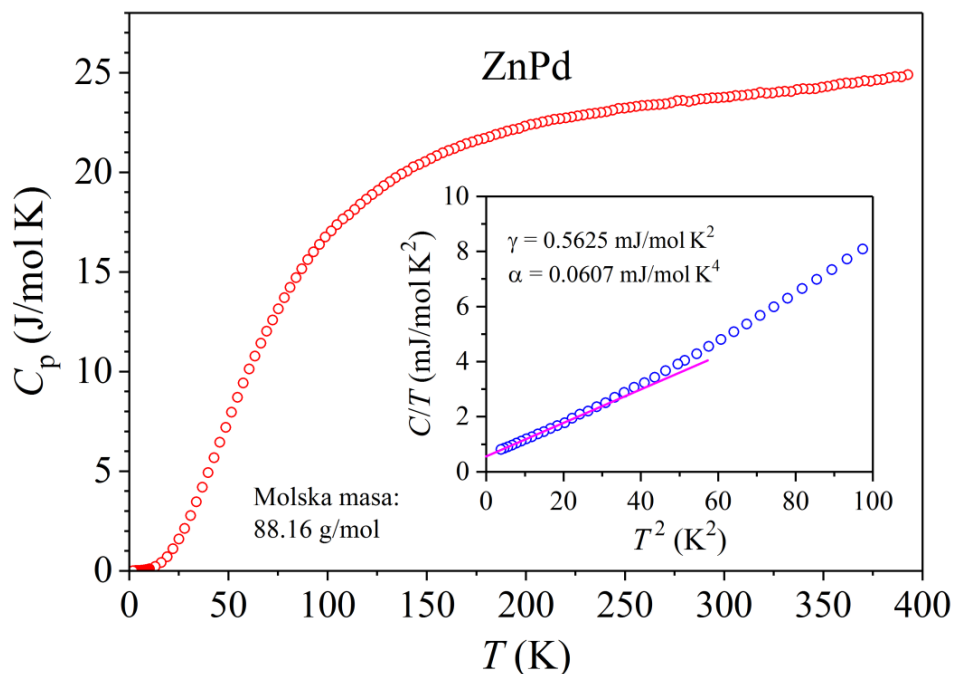
$$C(T) = \gamma T + \alpha T^3. \quad (6)$$

Pri sobni temperaturi ($T = 300K$) je elektronski prispevek (γ) manjši od mrežnega prispevka (α) k skupni specifični toploti. Mrežna specifična toplota z nižanjem temperature pada proporcionalno s T^3 , medtem ko elektronska specifična toplota z nižanjem temperature pada proporcionalno s T . Pod določeno temperaturo, ki je pri kovinah po navadi okoli 10 K, elektronska specifična toplota postane večja od mrežne in ju lahko med seboj ločimo. To naredimo na sledeči način. Enačbo (6) delimo s T in dobimo:

$$\frac{C}{T} = \gamma + \alpha T^2. \quad (7)$$

Vrednosti C/T v odvisnosti od T^2 narišemo na graf, kjer je koeficient α naklon premice, dobljene iz podatkov pod 10 K. Koeficient γ pa predstavlja presečišče premice s C/T osjo.

Na sliki 4 je prikazana molarna specifična toplota C_p (pri stalnem tlaku) vzorca $Zn_{44,13}Pd_{55,87}$ z molsko maso $M_{ZnPd} = 88,16 \text{ g/mol}$ v odvisnosti od temperature, merjeno v območju med 2 in 390 K. V spodnjem desnem kotu slike 4 je vstavljen graf, ki predstavlja C/T v odvisnosti od T^2 .

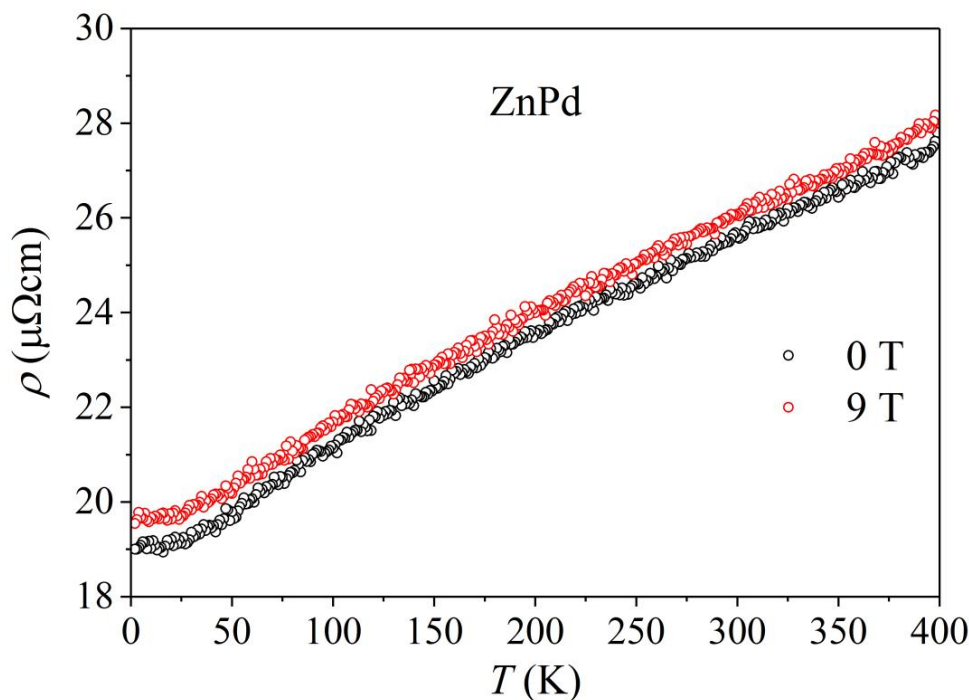


Slika 4: Specifična toplota C_p v odvisnosti od T v celem merilnem območju. Vstavek prikazuje nizkotemperaturno specifično toploto, deljeno s temperaturo v odvisnosti od kvadrata temperature. Na grafu sta eksperimentalno določena koeficienta γ in α [5].

Z analizo smo dobili vrednost koeficienta elektronske specifične toplote $\gamma = 0,5625 \text{ mJ/mol K}^2$ in vrednost koeficienta mrežne specifične toplote $\alpha = 0,0607 \text{ mJ/mol K}^4$. Po vstavku eksperimentalno dobljenih podatkov sledi, da je Debyeveva temperatura za vzorec ZnPd $\theta_D = 317,5 \text{ K}$. Če podatke primerjamo z referenčnimi vrednostmi za elemente $\theta_D^{Zn} = 329 \text{ K}$ in $\theta_D^{Pd} = 271 \text{ K}$, vidimo, da je Debyeveva temperatura spojine ZnPd precej visoka in je bližje cinkovi. S pomočjo enačbe 2 in eksperimentalno pridobljenega koeficienta elektronske specifične toplote lahko določimo gostoto energijskih stanj pri Fermijevi energiji, ki znesse $g(\epsilon_F) = 0,244 \text{ stanj/eV} \cdot \text{atom}$ [5, 6, 7, 8].

3.2 Električna upornost

Na sliki 5 lahko vidimo spremembo električne upornosti ρ v odvisnosti od temperature na območju od 1,9 do 400 K. Merili smo pri magnetnem polju 0 in 9 T. Električna upornost je dejansko neodvisna od magnetnega polja. Razlika upornosti med 0 in 9 T na sliki 5 je posledica vpliva magnetnega polja na merilno celico [5].



Slika 5: Električna upornost vzorca ZnPd v odvisnosti od temperature v magnetnem polju 0 T (črni krogci) in 9 T (rdeči krogci) [5].

Stran od meje z nizko temperaturo od 25 K navzgor upornost narašča linearno s temperaturo. Pozitivni temperaturni koeficient upornosti kaže na prevladujočo vlogo elektron-fonon neelastičnega sipanja v temperaturni odvisnosti električne upornosti. Nasičenost električne upornosti do konstantne meje pri $T \rightarrow 0$ je posledica napak v strukturi, ki se kažejo kot defekti v kristalni mreži. Na tabeli 1 so prikazane električne upornosti vzorca pri določenem magnetnem polju in temperaturi. Izmerjene upornosti ustrezajo upornosti kovin [5, 9 in 10].

<i>mag. polje</i>	ρ_{2K}^{ZnPd}	ρ_{293K}^{ZnPd}
0 T	19,0 $\mu\Omega cm$	25,4 $\mu\Omega cm$
9 T	19,8 $\mu\Omega cm$	25,8 $\mu\Omega cm$

Tabela 1: Električne upornosti vzorca ZnPd pri določenem magnetnem polju in temperaturi.

4 MAGNETNE LASTNOSTI VZORCA ZnPd

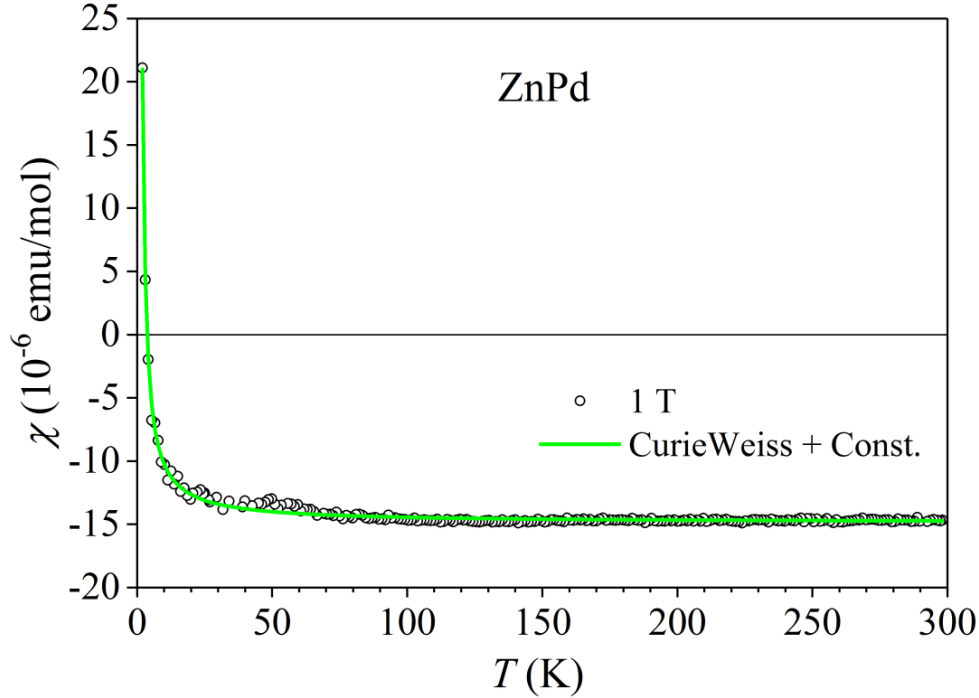
4.1 Susceptibilnost

Pri magnetni karakterizaciji vzorcev običajno najprej izmerimo temperaturno odvisnost magnetne susceptibilnosti. Meritev poteka v konstantnem magnetnem polju. Magnetna susceptibilnost $\chi = M/H$ vzorca ZnPd je bila določena v temperaturnem območju od 1,9 do 300 K v zunanjem magnetnem polju 1 T. Temperaturno odvisnost susceptibilnosti smo prilagajali z enačbo [10]:

$$\chi = \frac{C}{T - \theta} + \chi_0 \quad (8)$$

in dobili Curiejevo konstanto $C = 4,9 \cdot 10^{-7} \text{ emuK/g}$, Curie-Weissovo temperaturo $\theta = 0,8 \text{ K}$ in konstantni prispevek $\chi_0 = -1,7 \cdot 10^{-7} \text{ emu/g}$. Konstantni prispevek χ_0 je posledica Larmorjevega diamagnetizma zapolnjenih elektronskih orbital atomov.

Z nižanjem temperature susceptibilnost raste zaradi prisotnih majhnih paramagnetnih primesi v vzorcu (ima Curiejev rep, morda zaradi paramagnetnih nečistoč pri sintezi ZnPd). Vzorec je paramagneten pri nizkih temperaturah, nad 50 K pa prevlada diamagnetni prispevek (negativna susceptibilnost). To se tudi lepo vidi na sliki 6 [5].



Slika 6: Temperaturna odvisnost magnetne susceptibilnosti $\chi = M/H$ vzorca ZnPd (črni krogi) med 1,9 in 300 K v magnetnem polju 1 T. Eksperimentalne podatke smo prilagajali z enačbo $\chi = \frac{C}{T-\theta} + \chi_0$ (zelena krivulja) [5].

4.2 Magnetizacija

Druga standardna meritev pri magnetni karakterizaciji je meritev magnetizacije v odvisnosti od zunanjega magnetnega polja $M(H)$. Meritev izvajamo pri konstantni temperaturi, magnetno polje pa spreminjamo po zaporedju $0 \rightarrow H_{max} \rightarrow 0 \rightarrow -H_{max} \rightarrow 0 \rightarrow H_{max} \rightarrow 0$. Tako pomerimo deviško krivuljo in celotno histerezno zanko v primeru, da obstaja [10]. Območje magnetnega polja je od -5 T do 5 T.

Magnetizacijsko krivuljo, izmerjeno pri temperaturi 2 K za vzorec ZnPd, smo prilagajali z enačbo:

$$M = M_0 \cdot B_J(x) + k \cdot H, \quad (9)$$

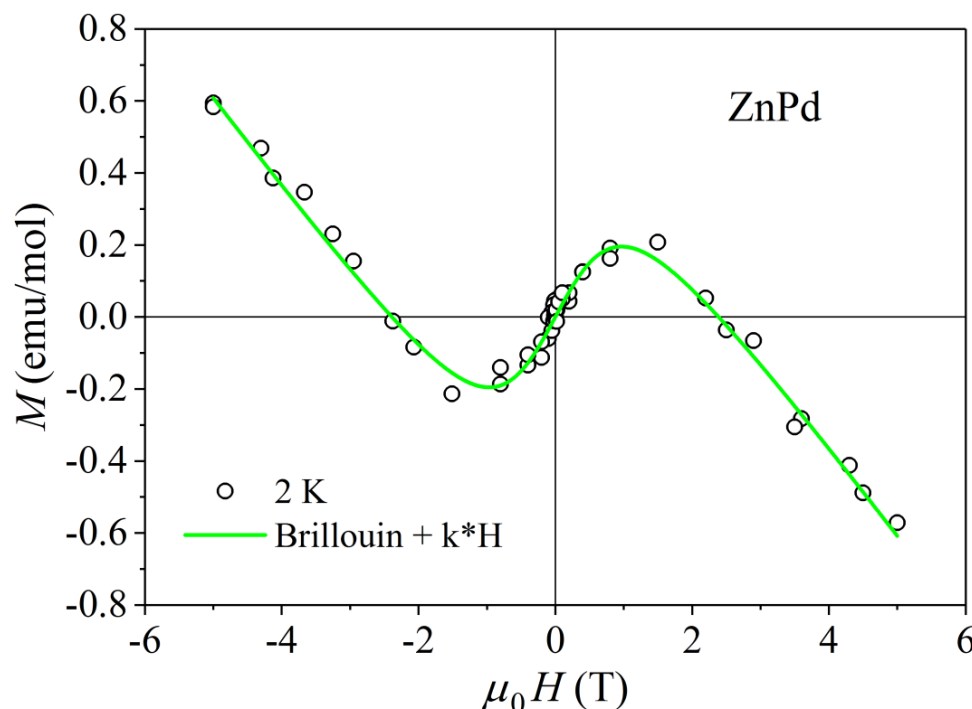
$B_J(x)$ je Brillouinova funkcija definirana kot:

$$B_J(x) = \frac{2J+1}{2J} \coth\left(\frac{2J+1}{2J}x\right) - \frac{1}{2J} \coth\left(\frac{x}{2J}\right). \quad (10)$$

Z x smo označili razmerje Zeemanove energije magnetnega momenta v zunanjem polju in termične energije $k_B T$:

$$x = \frac{g\mu_B JB}{k_B T}. \quad (11)$$

Dobili smo vrednosti $M_0 = 0,0074 \text{ emu/g}$, $J = 3,2$ in $k = -2,8 \cdot 10^{-7} \text{ emu/gOe}$, g faktor pa je bil fiksiran na vrednost $g = 2$.



Slika 7: Magnetizacijska krivulja $M(H)$ vzorca ZnPd (črni krogci) pri temperaturi 2 K. Eksperimentalne podatke smo prilagajali z enačbo $M = M_0 \cdot B_J + k \cdot H$ (zelena krivulja).

Kot je videti na sliki 7, magnetizacijska krivulja $M(H)$ kaže negativen naklon pri visokih magnetnih poljih in magnetno komponento oblike črk S pri nizkih poljih. Naklon pri visokih poljih je posledica diamagnetnega prispevka.

5 ZAKLJUČEK

Članek vsebuje karakterizacijo materiala ZnPd s SEM mikroskopijo in meritve njegovih fizikalnih lastnosti, ki so tesno povezane s katalitičnimi lastnostmi površine. Izmerili smo specifično toploto in električno upornost v odvisnosti od temperature. Uporabili smo aparaturu Quantum Design Physical Property Measurement System – PPMS 9 T, ki je opremljena z 90 kOe magnetom. Specifična toplota pri nizkih temperaturah $C(T)$ vzorca $\text{Zn}_{44,13}\text{Pd}_{55,87}$ z molsko maso $M_{\text{ZnPd}} = 88,16 \text{ g/mol}$ je primerna količina za določitev $g(\varepsilon_F)$ elektronske gostote stanj pri Fermijevi energiji, ki vpliva na absorpcijske lastnosti katalitičnega materiala. Ocenimo lahko tudi Debyevo temperaturo θ_D . Debyeova temperatura za vzorec ZnPd je $\theta_D = 317,5 \text{ K}$, gostota energijskih stanj pa znesi $g(\varepsilon_F) = 0,244 \text{ stanj/eV} \cdot \text{atom}$. Električno upornost smo merili pri magnetnem polju 0 in 9 T. Ugotovili smo, da v merjenem temperaturnem območju magnetno polje ne vpliva na spremembo upornosti.

Magnetizacijo in magnetno susceptibilnost smo merili na magnetometru MPMS (Magnetic Property Measurement System) XL-5 proizvajalca Quantum Design, opremljen s 50 kOe magnetom. Temperaturno odvisnost susceptibilnosti vzorca smo prilagajali s funkcijo, ki opisuje magnetno obnašanje in dobili Curie-Weissovo temperaturo $\theta = 0,8 \text{ K}$. Imamo paramagneten vzorec pri nizkih temperaturah, nad 50 K pa prevlada diamagnetni prispevek. $M(H)$ krivuljo vzorca ZnPd pri temperaturi 2 K smo prilagajali s paramagnetno enačbo stanja in dobili negativen naklon pri visokih poljih, kar je posledica diamagnetnega prispevka, pri nizkih poljih pa imamo magnetno komponento oblike črk S.

Rezultati izmerjene intermetalne spojine ZnPd služijo kot referenca za nadaljnje raziskave katalitičnih lastnosti.

SEM mikroskopija je bila izvedena na Kemijskem institutu v Ljubljani. Preostale meritve so bile opravljene na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani [5].

Literatura

- [1] O. Levenspiel (1999). Chemical Reaction Engineering, 3rd edition. Portland: Oregon State University, Department of Chemical Engineering.
- [2] K. Urban, JM. Dubois, E. Belin-Ferré (2011). Complex Metallic Alloys: Fundamentals and Applications, Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- [3] M. Friedrich, A. Ormeci, Y. Grin, M. Armbrüster (2010). PdZn or ZnPd: Charge Transfer and Pd-Pd Bonding as the Driving Force for the Tetragonal Distortion of the Cubic Crystal Structure, ZAAC: Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, Volume 636, Issue 9-10, Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- [4] E. Žunkovič (2011), Nova področja v analizi kemiji, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Seminar, Ljubljana.
- [5] A. Hölbl (2017). Fizikalne lastnosti intermetalne katalizatorske spojine ZnPd, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, magistrsko delo, Maribor.
- [6] M. McElfresh (1994). Fundamentals of Magnetism and Magnetic Measurements Featuring Quantum Design's Magnetic Property Measurement System, Quantum Design, Inc., San Diego.
- [7] M. Wencka, M. Hahne, A. Kocjan, S. Vrtnik, P. Koželj, D. Korže, Z. Jagličić, M. Sorić P. Popčević, J. Ivkov, A. Smontara, P. Gille, S. Jurga, P. Tomeš, S. Paschen, A. Ormeci, M. Armbrüster, Yu. Grin, J. Dolinšek (2014). Physical properties of the InPd intermetallic catalyst. Intermetallics. 55; 56-65.
- [8] A. Tari (2003). The Specific Heat of Matter at Low Temperatures, King Fahd University, Saudi Arabia (2003).
- [9] D. Kolar (2012). Študij visokotemperaturne oksidacije nerjavnega jekla EN X12CR13 z meritvijo električne upornosti, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, magistrsko delo, Maribor.
- [10] M. Jagodič (2010). Magnetne, električne in termične lastnosti kompleksnih kovinskih zlitin na osnovi aluminija in prehodnih elementov, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, doktorska disertacija, Maribor.

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.

ZA POMOČ SE ZAHVALJUJEMO:



Margento R&D je inovativen ponudnik mobilnih transakcij, kjer lahko vsak mobilni telefon pretvorijo v enostaven, priročen in varen plačilni ter transakcijski instrument. Tako, kot veliko drugih podjetij, so tudi oni žrtve zlorab, ki se dogajajo na dnevni ravni. Nekatere goljufije lahko prepozna in prepreči sistem, nekatere pa ostanejo neprepoznavne.

Če želiš postati del naše ekipe, kjer bomo razvijali sistem za odkrivanje goljufij s pomočjo pridobljenih transakcij, te vabimo, da se preizkusiš v reševanju akademije o odkrivanju goljufij med uporabniki subvencionirane študentske prehrane.

Za več informacij nam piši na akademija@margento.com.