



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za naravoslovje in
matematiko*

OPREDELITEV NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA



Uredil: dr. Vladimir Grubelnik

Maribor, 2010



Naslov: OPREDELITEV NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

Avtorji: dr. Milan Ambrožič¹, dr. Barbara Bajd⁵, mag. Tomaž Bratina⁴, Matej Cvetko⁸, dr. Branka Čagran⁴, dr. Iztok Devetak⁵, Eva Ferk¹, dr. Vesna Ferk Savec⁷, dr. Ivan Gerlič¹, dr. Saša A. Glažar⁵, dr. Nika Golob⁴, Marko Gosak¹, dr. Vladimir Grubelnik², dr. Vlasta Hus⁴, dr. Marjan Krašna³, dr. Dušan Krnel⁵, dr. Alenka Lipovec⁴, dr. Marko Marhl⁴, Maja Milfelner¹, dr. Igor Pesek¹, mag. Darija Petek⁴, mag. Robert Repnik¹, dr. Darinka Sikošek¹, dr. Jelka Strgar⁶, dr. Andrej Šorgo¹, dr. Andreja Špernjak¹, dr. Iztok Tomažič⁶

¹ Univerza v Mariboru Fakulteta za naravoslovje in matematiko

² Univerza v Mariboru Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

³ Univerza v Mariboru Filozofska fakulteta

⁴ Univerza v Mariboru Pedagoška fakulteta

⁵ Univerza v Ljubljani Pedagoška fakulteta

⁶ Univerza v Ljubljani Biotehniška fakulteta

⁷ Univerza v Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta

⁸ RRA Mura

Strokovni recenzenti:

dr. Nataša Bukovec
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za kemijo in
kemijsko tehnologijo

dr. Majda Pšunder
Univerza v Mariboru
Filozofska fakulteta

dr. Dragan Soleša
Alfa Univerzitet
Novi Beograd

Lektor: dr. Jože Gasperič

Urednik: dr. Vladimir Grubelnik

Uredniški odbor: dr. Milan Ambrožič, Eva Ferk, dr. Ivan Gerlič, dr. Nika Golob,
dr. Vladimir Grubelnik, dr. Marjan Krašna, dr. Igor Pesek,
mag. Robert Repnik, dr. Andrej Šorgo, dr. Andreja Špernjak, Kornelia Žarič

Izdala in založila: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Maribor, 2010

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Univerzitetna knjižnica Maribor

37.091.3:5

Opredelitev naravoslovnih kompetenc :
znanstvena monografija / uredil Vladimir Grubelnik. - Maribor :
Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 2010

ISBN 978-961-6657-15-0

1. Grubelnik, Vladimir

COBISS.SI-ID 65488897

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Projekt oziroma operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada in Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje od 2007 do 2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja ter prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne izraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosijo avtorji.

Predgovor

Vsebina prispevkov v monografiji obravnava problematiko izobraževanja naravoslovnih vsebin na vsej izobraževalni vertikali od predšolske vzgoje, osnovnošolskega izobraževanja do konca srednješolskega izobraževanja z vidika razvoja naravoslovnih kompetenc. Namen raziskav, zajetih v monografiji, je dvigniti naravoslovno pismenost, ki po priporočilih Evropskega parlamenta pomeni eno od ključnih kompetenc. Prispevki se med seboj razlikujejo po obsegu, metodologiji in poglobljenosti obravnavane problematike. Opredeljujejo naravoslovne kompetence, analizirajo stanje naravoslovne pismenosti ter postavljajo didaktične modele, osnovane na preverjanjih didaktičnih gradiv v šolski praksi.

Vsebinsko je monografija razdeljena na pet delov. V uvodnem delu se poleg uvodne predstavitve projekta prispevki nanašajo na opredelitev naravoslovnih kompetenc v naravoslovju, na metodološke kompetence učiteljev ter naravoslovne postopke kot nujni in temeljni del naravoslovnih kompetenc. V nadaljevanju so predstavljeni prispevki s področij biologije, fizike in kemije. Monografijo zaključuje skupno področje, ki poleg obravnave naravoslovnih vsebin do konca drugega triletja osnovne šole zajema tudi ostala podporna področja naravoslovja: tehniko, matematiko, računalništvo in druga.

Urednik: dr. Vladimir Grubelnik

Zahvala

Za podporo se zahvaljujemo Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, v sklopu katere je preko projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc, ki ga financirajo Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije in Evropski socialni skladi, nastala ta monografija.



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje in matematiko



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

KAZALO

SKUPNE ZNAČILNOSTI

PREDSTAVITEV PROJEKTA	8
<i>Robert Repnik, Ivan Gerlič, Vladimir Grubelnik, Eva Ferk</i>	
OPREDELITEV IN PRVI POGOJI RAZVOJA OSNOVNIH KOMPETENC V NARAVOSLOVJU, ZNANOSTI IN TEHNOLOGIJI ZA VSEŽIVLJENJSKO UČENJE	18
<i>Andrej Šorgo</i>	
METODOLOŠKE KOMPETENCE UČITELJEV V NARAVOSLOVJU	28
<i>Tomaž Bratina, Branka Čagran</i>	
NARAVOSLOVNI POSTOPKI	36
<i>Dušan Krnel</i>	

BIOLOGIJA

STALIŠČA KOT ENA OD TREH DIMENZIJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC – PRIMERI IZ BIOLOGIJE	50
<i>Iztok Tomažič</i>	
RAZVOJ DIGITALNE KOMPETENCE PRI POUKU BIOLOGIJE KOT ENE OD OSMIH KLJUČNIH NARAVOSLOVNIH KOMPETENC	60
<i>Andreja Špernjak, Andrej Šorgo</i>	
POUČEVANJE EVOLUCIJE ČLOVEKA V SLOVENSKIH ŠOLAH	67
<i>Barbara Bajd</i>	
ANALIZA STANJA NARAVOSLOVNE PISMENOSTI NA PODROČJU BIOLOGIJE	78
<i>Jelka Strgar</i>	

FIZIKA

SPECIFIČNE KOMPETENCE PRI FIZIKI	88
<i>Milan Ambrožič, Robert Repnik</i>	
PREPLETENOST DIGITALNE PISMENOSTI Z RAZVIJANJEM DRUGIH KOMPETENC PRI POUKU FIZIKE	97
<i>Robert Repnik, Marko Gosak, Milan Ambrožič</i>	
PRILJUBLJENOST FIZIKE V OSNOVNI IN SREDNJI ŠOLI	109
<i>Matej Cvetko, Ivan Gerlič, Maja Milfelner, Robert Repnik, Milan Ambrožič</i>	

KEMIJA

IZKUSTVENO UČENJE ZA DOSEGANJE NARAVOSLOVNIH KOMPETENC..	124
<i>Nika Golob</i>	

NARAVOSLOVNE KOMPETENCE KOT KURIKULAREN PARAMETER KEMIJSKEGA IZOBRAŽEVANJA	132
<i>Darinka Sikošek</i>	

NARAVOSLOVNE KOMPETENCE IN NARAVOSLOVNA PISMENOST UČENCEV V MEDNARODNIH RAZISKAVAH PISA IN TIMSS.....	144
<i>Saša A. Glažar, Iztok Devetak</i>	

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC NA PODLAGI PROJEKTNEGA UČNEGA DELA	155
<i>Vesna Ferk Savec</i>	

SKUPNO PODROČJE

RAZVIJANJE SPECIFIČNIH NARAVOSLOVNIH KOMPETENC NA PODLAGI MATEMATIKE.....	166
<i>Alenka Lipovec, Igor Pesek</i>	

DIGITALNE KOMPETENCE V IZOBRAŽEVANJU	175
<i>Marjan Krašna, Igor Pesek, Ivan Gerlič</i>	

RAZVIJANJE GENERIČNIH KOMPETENC V OKVIRU MODELIRANJA DINAMIČNIH SISTEMOV NA PODROČJU NARAVOSLOVJA V OSNOVNI ŠOLI.....	184
<i>Vladimir Grubelnik, Marko Marhl</i>	

S KONSTRUKTIVISTIČNIM NAČINOM PRI POUKU SPOZNAVANJA OKOLJA DO URESNIČEVANJA KOMPETENC UČENCEV	193
<i>Vlasta Hus, Vladimir Grubelnik</i>	

POMEN RAZISKOVANJA KOT SISTEMA UČENJA PRI RAZVOJU NARAVOSLOVNIH SPOSOBNOSTI IN SPRETNOSTI V ZGODNJEM OTROŠTVU.....	202
<i>Darija Petek, Vladimir Grubelnik</i>	



1. DEL

Projekt

Razvoj naravoslovnih kompetenc

SKUPNE ZNAČILNOSTI

PREDSTAVITEV PROJEKTA

Robert Repnik¹, Ivan Gerlič¹, Vladimir Grubelnik^{2,1}, Eva Ferk¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija, robert.repnik@uni-mb.si, ivan.gerlic@uni-mb.si, eva.ferk@uni-mb.si

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija, vlado.grubelnik@uni-mb.si

Povzetek

Projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc, ki ga delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada, je na razpis Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije uspešno prijavila Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pri njem sodeluje več kot 150 slovenskih naravoslovcev in sodelavcev s podpornih področij (matematike, tehnike in računalništva), od katerih je polovica učiteljev praktikov iz osnovnih in srednjih šol. Strokovnjaki prihajajo z Univerze v Mariboru, Univerze v Ljubljani, Univerze na Primorskem, Zavoda RS za šolstvo in drugih institucij. Namen projekta je izboljšati kakovost in učinkovitost sistema izobraževanja ter usposabljanja pri poučevanju naravoslovnih vsebin na vsej izobraževalni vertikali do konca srednješolskega izobraževanja. Za dvig naravoslovne pismenosti, ki pomeni po priporočilih Evropskega parlamenta eno od ključnih kompetenc, želimo pripraviti strokovne podlage ter sodobna didaktična gradiva in jih preizkusiti v šolski praksi.

Izvedena je bila presečna analiza mnogih domačih in mednarodnih raziskav o naravoslovnih znanjih, spretnostih in kompetencah ter o odnosu učencev in dijakov do naravoslovnih predmetov. V sodelovanju s strokovnjaki in učitelji smo izoblikovali nabor skupnih naravoslovnih kompetenc ter posameznih predmetno specifičnih naravoslovnih kompetenc za osnovna tri naravoslovna področja. Predstavljen bo projekt in njegov pričakovani vpliv na področje izobraževanja na področju naravoslovnih ved, podrobneje pa bo prikazano dosedanje delo in osvetljeni bodo rezultati, ki jih pričakujemo v prihodnjih obdobjih projekta.

Ključne besede: kompetence, naravoslovje, naravoslovna pismenost, izobraževanje, biologija, kemija, fizika

Abstract

The project Development of science competences, which is partly funded by the European Union through the European Social Fund, was obtained by Faculty of Natural Sciences and Mathematics University of Maribor on call from Ministry of Education and Sport of the Republic of Slovenia. The project involves over 150 Slovenian nature science experts and experts from supporting branches (mathematics, computer science and technics. Half of the team are teachers from primary and secondary schools. The experts come from the University of Maribor, University of Ljubljana, University of Primorska, The National Education Institute and other institutions. The project aims to improve the quality and effectiveness of education and training in the teaching of natural science throughout the education vertical (from kindergartens to secondary schools). To raise the scientific literacy, which represents one of the key competences from the Recommendations of the European Parliament and

of the Council on key competences for lifelong learning from December 2006, we want to prepare expertise and modern teaching materials and test them in school practice.

The project aims to develop new paradigm that will contribute to improving the quality and effectiveness of education. We want to develop and test expertise in schools to increase scientific literacy, especially in areas with a significant impact on the future of society. One of the important objectives of the project is to develop strategies, methods and techniques that will ensure successful translation of scientific knowledge into school knowledge.

In its structure the national project is divided into three stages. The first stage is the preparation of preliminary studies to develop new teaching strategies in science teaching – preparation of learning materials/models in the context of new scientific disciplines. The second stage is development and validation of teaching materials in school practice. Towards the end of the project the most important task will be the promotion of scientific disciplines in schools and in the broad? social environment. For all the three stages of the project the key results and achievements are thoroughly reported.

In the first three periods of the project (each period lasts three months), we carried out cross-sectional analysis of many national and international researches on the science of knowledge, skills and competences, and students' attitudes towards science subjects. In collaboration with experts and teachers we designed the collection of common natural competences and individual subject-specific science competences for three basic scientific areas (biology, chemistry and physics).

According to European Commission the improvement of teaching (natural) science subjects (biology, physics and chemistry) is extremely important. To Slovenian science-education project Development of science competences provides a unique opportunity to make a significant step forward. The fact that project involves educational specialists from three Slovenian universities and teachers from primary and secondary schools, it means that everything we decide for, can be introduced consistently throughout the school vertically different levels of education.

Keywords: competences, science, science literacy, education, biology, chemistry, physics

1 Uvod

Za naravoslovje je značilna prepletenost ved, ki opisujejo in pojasnjujejo osnovne gradnike in naravne pojave okrog nas. Če na naravo, ki nas obdaja, gledamo na različnih velikostnih skalah, se ne moremo izogniti skupnemu in specifičnim pogledom značilnih naravoslovnih ved: biologije, fizike in kemije, ki jih podpirajo sorodne vede, kot so matematika, tehnika, računalništvo, ekologija, astronomija, ... Kakor v naravi raste drevo, naša predstavljena slika projekta (Slika 1) simbolno prikazuje, kako rastejo znanje, spretnosti, odnosi do naravoslovja, in predvsem morajo rasti naravoslovne kompetence. Le z usvojenimi naravoslovnimi kompetencami bodo naši otroci, tako učenci kot dijaki, dobro usposobljeni s prenosljivimi znanji, ki jih pri današnjem tempu življenja resnično potrebujejo. Zato je na naslovni spletni predstavitveni strani projekta poetično zapisano: *Naj drevo naravoslovja pod varnim obokom mavrice naravoslovnih ved čim uspešneje raste in naj nam vrne v prihodnosti čim več zdravih mladik in sadežev* (Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2008).

Z vsemi spremembami, ki se v svetu dogajajo, je začelo dozorevati spoznanje, da absolventi fakultet niso ustrezno pripravljeni za vstop na trg dela, še manj pa na izzive, s katerimi se bodo srečali. V iskanju rešitev se je še posebej na področju poklicnega in višjega ter visokega šolstva pozornost usmerila na področje kompetenc. Ugotovitve niso enoznačne in mnogi avtorji opozarjajo na pasti pri nekritičnem uvajanju kompetenc v šolsko prakso (Martinšek, Golob, Repnik, Šorgo, 2009).



Slika 1: Predstavitvena slika projekta (Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2008)

2 Osnovne informacije

V javnem razpisu Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008–2011 je opredeljeno, da projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada, izvaja pa se v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013 (Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008–2011, 2008).

Evropski parlament je v dokumentu »Priporočilo o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje« opredelil osem ključnih kompetenc, med katerimi je tudi naravoslovna pismenost (Priporočila Evropskega parlamenta in Sveta o ključnih sposobnostih za vseživljenjsko učenje, 2006). Pri posameznem predmetu ali sklopu predmetov kompetenc ni mogoče uresničevati, jih učiti ali pa takoj neposredno razvijati, temveč jih lahko postopno gradi posameznik med učenjem. Zato lahko le v sklopu posameznih predmetov pripravimo strategije poučevanja in dejavnosti, ki v večji ali manjši meri podpirajo razvoj posamezne kompetence (Martinšek, Golob, Repnik, Šorgo, 2009).

Namen projekta je torej razviti mehanizme, ki bodo prispevali k izboljšanju kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja. Želimo razviti in preizkusiti strokovne podlage na šolah za dvig naravoslovne pismenosti, predvsem na področjih, ki bodo pomembno vplivala na družbeno prihodnost. Enega izmed ciljev projekta so razvite strategije, metode in tehnike, ki bodo zagotovile uspešno prevajanje znanstvenega znanja v šolsko znanje (Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008–2011, 2008; Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2008).

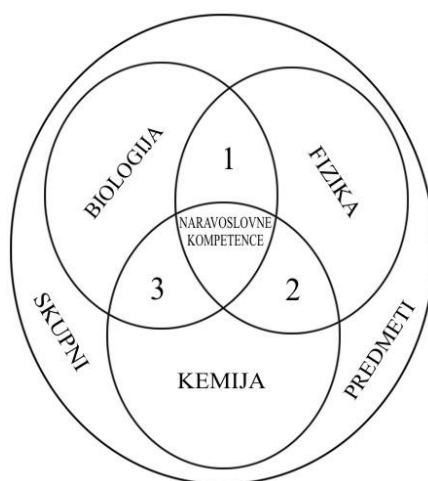
3 Struktura projekta

Nacionalni projekt je v svoji strukturi osnovi razdeljen na tri vsebinske sklope (Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali, 2009):

- Priprava strokovnih podlag za razvoj novih didaktičnih strategij pri poučevanju naravoslovja – priprava didaktičnih gradiv/modelov v kontekstu novih znanstvenih spoznanj naravoslovnih strok (biologije, fizike, kemije), t. i. skupnih

predmetnih področij (predšolskega in zgodnje šolskega (razredna stopnja) obdobja, šole s prilagojenim programom ter predmetnike drugih, nenaravoslovnih predmetov, kot so npr. matematika, tehnika, računalništvo in informatika itd.) in sodobnih didaktičnih strategij. Strokovne podlage pomenijo analizo naravoslovne pismenosti oziroma preučevanje nabora naravoslovnih kompetenc v šolski vertikali od prve triade devetletke do konca srednje šole – gimnazije (pa tudi dalje). Za razvojno-raziskovalno delo je med drugim zanimiva teza, da določenih naravoslovnih kompetenc (veščin) učenci ne pridobijo v prvi in drugi triadi devetletke, kar se nato izraža v tretji triadi in v srednji šoli. Zato bo pomemben cilj projekta tudi preverjanje, do kolikšne mere usvojijo naravoslovne kompetence otroci tik pred vstopom v šolo, otroci, ki so v oddelkih za otroke s posebnimi potrebami, nato osnovnošolski otroci in seveda srednješolci. Ena od pomembnih strokovnih podlag za doseganje nadaljnjih ciljev projekta bo tudi izbor aktualnih in za učence ali dijake zanimivih novih znanstvenih spoznanj. *Priprava didaktičnih gradiv/ modelov* pomeni upoštevanje določenih vidikov, npr. starosti učencev/dijakov in njihovih že pridobljenih kompetenc pri določenem naravoslovnem predmetu ter njihove sposobnosti pridobivanja novih veščin-kompetenc. Pri tem bodo uporabljene naslednje sodobne didaktične strategije: aktivne oblike poučevanja in učenja, vključitev eksperimenta v izkustveno učenje, primeri projektnega dela (npr. miniprojekti, ki motivirajo vse učence/dijake), povezovanje vsebin učnega načrta z zunanjim svetom (iskanje različnih kontekstov za razlago teoretičnih vsebin), preprosti poizkusi, teme, primerne za vso populacijo in ne le za motivirane učence/dijake, ki se rešujejo s problemskim načinom itd.

- Razvoj in preverjanje didaktičnih strategij pri poučevanju naravoslovja. Učitelji praktiki samostojno oziroma ob pomoči univerzitetnih učiteljev preverjajo in sproti evalvirajo rezultate posameznih modelov oziroma didaktičnih strategij v šolah. Učitelji naj bi se dodatno usposabljali za svoje delo v razredu na delavnicah, na zaključni delavnici pa bi predstavili rezultate svojega dela širšemu krogu učiteljev. Za izvedbo preverjanja didaktičnih gradiv oz. modelov, ki morajo biti in bodo eksperimentalno in izkustveno naravnani, so bili in še bodo razviti in izdelani tudi določeni učni pripomočki itd. Pomembna aktivnost drugega vsebinskega sklopa je tudi izdelava publikacij v tiskani in elektronski obliki ter izobraževanje sodelujočih strokovnjakov z aktivno udeležbo na mednarodnih kongresih s področja naravoslovnih didaktik (tudi primarna in sekundarna desiminacija projekta).
- V tretjem vsebinskem sklopu je cilj projekta promocija naravoslovnih strok v šolskem in širšem družbenem prostoru v tradicionalni in e-obliki. Tako bodo npr. za ustanovo »Hiša eksperimentov«, ki je zunanji partner projekta, razvite strokovne podlage za postavitev eksperimentov iz kemije, biologije in fizike. Pomemben element tega sklopa bo tudi t. i. »Festival naravoslovja« z izborom motivacijskih eksperimentov na šolah v različnih krajih Slovenije. Projekt bo končan s konferenco, na kateri bodo javna predstavitev projekta s prikazom rezultatov, predavanja domačih in tujih strokovnjakov, predstavitev novih didaktičnih strategij in modelov, izdan bo zbornik konference itd.; namen konference in zbornika bo med drugim tudi prispevek k večjemu razumevanju družbe o pomenu vnašanja novih znanstvenih spoznanj in sodobnih didaktičnih strategij v slovenski šolski sistem, pa tudi dvig naravoslovne pismenosti celotne družbe.



Slika 2: Strukturni model projekta "Razvoj naravoslovnih kompetenc"

Opisani vsebinski sklopi že sami po sebi nakazujejo strukturo projekta, ki jo lahko podamo tudi v grafični obliki. Slika 2 prikazuje strukturni model projekta, ki nakazuje pomembne presečne elemente (1, 2, 3) osnovnih naravoslovnih znanstvenih disciplin (biologija, fizika, kemija) in edukativnih predmetno-kurikularnih elementov ter vzročno-posledično pomembnih t. i. skupnih predmetov (npr. matematika, tehnika, računalništvo ...).

4 Sodelujoči strokovnjaki

Projekt združuje več kot 150 pomembnih znanstvenikov, strokovnjakov in učiteljev praktikov v celotni vertikali (pa tudi horizontali) slovenskega izobraževalnega sistema, in sicer tri univerze, dokaj plastno enakomerno porazdeljene srednje in osnovne šole, vrtce in določene ustanove izobraževalnega podsistema (Gerlič, 2009; Gerlič, 2010; Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2008).

Sodelujoči pri projektu so povezani s poučevanjem biologije, fizike in kemije. Delo poteka v dveh dimenzijah: po predmetnih področjih (biologija, kemija, fizika in skupni predmeti) ter po izobraževalni stopnji (vrtci, osnovna šola in osnovna šola s prilagojenim programom ter srednja šola).

	BI	KE	FI	SK
SŠ	●	●	●	●
OŠ	●	●	●	●
OŠPP	●	●	●	●
VPO	●	●	●	●

Slika 3: Struktura načina prijema (Gerlič, 2009)

Štirje stebri po vertikali in štirje po horizontali so prikazani na sliki (Slika 3), ki prikazuje, da je večji poudarek pri projektu predvsem na treh glavnih področjih, na biologiji, kemiji in fiziki, manj na skupnih predmetih, ki so bolj podporni naravoslovnim, prav tako pa je večji poudarek na osnovnih (OŠ) in srednjih šolah (SŠ), manjši na vrtcih (VPO = vzgoja predšolskih otrok) in osnovnih šolah s prilagojenim programom (OŠPP).

Slovenskemu šolskemu naravoslovju se s projektom ponuja edinstvena priložnost, da naredi pomemben korak naprej. Zagotovilo za to je dejstvo, da pri tem projektu sodelujejo vzgojitelji in učitelji praktiki skupaj s tremi univerzami in z več drugimi pomembnimi institucijami, ki so v Sloveniji povezane z naravoslovnim izobraževanjem in izobraževanjem učiteljev, kar hkrati tudi pomeni, da lahko vse, za kar se bomo odločili, uvedemo med seboj usklajeni po vsej šolski vertikali.

5 Aktivnosti pri projektu

Projekt je razdeljen na krajša trimesečja, ki pomenijo posamezne aktivnosti. Prvo obdobje je bilo namenjeno predvsem pregledu naravoslovne pismenosti v šolski vertikali za posamezno naravoslovno področje in skupna (podporna) predmetna področja. Poleg uvodnega srečanja vseh sodelujočih pri projektu je bil izveden še niz delovnih sestankov na vseh strokovnih področjih, kjer so posamezne projektne skupine določile razdelitev dela in kratkoročne usmeritve, nato pa še centralno nalogo tega obdobja – iskanje, zbiranje in interno objavljane relevantnih dokumentov zaradi njihove analize. Na internem delu spletne strani, ki je na voljo le sodelujočim pri projektu, smo objavili vse dokumente, ki smo jih poznali in ocenili, da bi bila njihova analiza koristna za ugotavljanje sedanjega stanja naravoslovne pismenosti pri nas. Zbrali in analizirali smo več kot 140 objavljenih dokumentov (Dokumentacija projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2008), med njimi je bilo mnogo uporabljenih za analize, navzkrižne analize in mnenja za posamezna projektna področja. Poleg te dokumentacije so raziskovalci v svojih analizah, ki smo jih zbrali v skupnem poročilu, imenovanem *S1.01 Analiza stanja naravoslovne pismenosti* (Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali, 2009), uporabili še mnogo dodatnih dokumentov, drugih raziskav, izsledke diplomskih nalog in diplomskih seminarskih nalog ter predvsem svoje dragocene izkušnje. Pomemben prispevek in ugotovitve izvedene analize (predvsem TIMSS, PISA, SITES, PIRLS, ...) so:

- Mednarodne raziskave kažejo kakovost znanja, ki ga naša šola daje, hkrati pa lahko razberemo tudi, kakšno je znanje, ki bi ga morala dajati.
- Kar bi morala šola naučiti, je, kako se učinkovito učiti. To vsekakor lahko dosežemo z novimi, aktivnejšimi metodami pouka, ki pri učencih vključujejo miselni in čustveni vidik. Naš cilj je doseči kakovostno znanje, katerega pomembna vidika sta trajnost in predvsem uporabnost.
- Težava ni toliko v učnih načrtih, na katerih temelji pouk, temveč v tem, kako se tisto, kar je v njih zapisano, udejanja. Učni načrti predvsem obravnavajo vsebine, precej manj pa potek pouka.
- Pri naravoslovju se je pokazala predvsem potreba po spremenjenem načinu poučevanja – v nižjih stopnjah izobraževanja naj bi bil pouk bolj orientiran v prijetno pridobivanje in korigiranje izkušenj (predvsem z eksperimentalnim delom), manj v »trdo« znanje.

- Analizirani učni načrti v povezavi z izsledki raziskave PISA 2006 potrjujejo, da problemsko orientiran pouk namesto golega reševanja problemov razvija več različnih naravoslovnih kompetenc.
- Rezultati TIMSS 2003 kažejo, da se pri učenju naravoslovja v nižjih razredih osnovne šole praktične aktivnosti učencev premalo povezujejo z drugimi vidiki: premalo je vključevanja realnih zgledov in navezovanja snovi na praktične izkušnje učencev. Naši učenci so predvsem dobri pri nalogah, ki preverjajo poznanje dejstev in pojmov, slabši pa pri uporabi teoretičnega znanja za reševanju enostavnih problemov. Pri raziskavi PISA 2003 se kaže nizka sposobnost sklepanja na osnovi opažanj in rezultatov pouka pri slovenskih srednješolcih, prav tako pa je opazno pomanjkljivo znanje učencev o načrtovanju in izvajanju znanstvenoraziskovalnega dela.
- Analiza učnih načrtov kaže, da omogočajo razvijanje naravoslovnih kompetenc, v prihodnje pa je treba več dela nameniti razvijanju didaktičnih načinov, ki bodo pomagali tako učitelju kot učencu in bodo omogočali zapisano v učnih načrtih tudi konkretizirati.

Analiza je bila sistematično, dosledno in strokovno izvedena, kar kažejo predvsem prispevki strokovnjakov in učiteljev, prav tako tudi poročila koordinatorjev posameznih področij. Osvetlili smo še vrsto vprašanj in problemov, ki smo jih ob izvedeni analizi naravoslovne pismenosti le zaznali ali bežno opredelili.

V drugi fazi je sledila opredelitev naravoslovnih kompetenc za posamezne starostne skupine učencev/dijakov, ki so skupne vsem naravoslovnim strokam ali pa interdisciplinarno povezujejo naravoslovne stroke med seboj. Rezultat te faze je bil za projekt še posebej velikega pomena, saj smo zasnovali kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam, ki zagotavljajo izhodišča nove didaktike naravoslovja. Rezultati dajejo v osnovi že dobre temelje za aktivnosti naslednjih sklopov, predvsem opredelitev specifičnih kompetenc za posamezno stroko. Večina raziskovalcev vseh štirih področij je ugotovila, da je eden izmed pomembnejših problemov, s katerimi se danes srečujejo učitelji naravoslovja v osnovnih in srednjih šolah, pomanjkanje motivacije za učenje naravoslovnih predmetov. Eden od vzrokov za takšno stanje je prav gotovo dejstvo, da je program naravoslovja premalo povezan z učenčevimi življenjskimi izkušnjami in da v izvedbeni obliki premalo vključuje uporabne vidike, kar seveda ni le naša ugotovitev, temveč večine evropskih in svetovnih raziskovalcev. To je tudi eden od glavnih vzrokov, da se zdi učencem učenje naravoslovja zelo težko, saj niso sposobni prepoznati povezav med abstraktnimi naravoslovnimi pojmi, njihovimi izkušnjami in predvsem aplikacijami v ožjih vsakdanjih življenjskih situacijah ter širših tehnično-tehnoloških aplikacijah. Seveda si tako učitelji naravoslovja kot raziskovalci in tudi šolske oblasti želijo oblikovati takšne učne programe, ki bi motivirali mlade za študij naravoslovnih predmetov, pri tem pa so bolj ali manj uspešni. Premalo se zavedamo, da ne gre le za programe, ki bi vzbujali trenutno navdušenje za naravoslovne predmete, temveč za stalno vzdrževanje in še posebej razvoj motivov za pridobivanje naravoslovnega znanja ter za njegovo uporabo v življenju – tj. razvoj naravoslovnih kompetenc. Opravljene analize raznih tujih in nacionalnih preverjanj znanja iz naravoslovnih predmetov kažejo, da učenci ne razumejo osnovnih konceptov, zato se je najprej treba vprašati, kako jim je bil predstavljen koncept, ki ga ne razumejo. Analize razkrivajo tudi, da tako aktivna vključenost učencev v pouk kot tudi vključenost z vsakdanjim življenjem povezanih vsebin daje boljše rezultate. Prav tako se kaže, da se poučevanje naravoslovnih

predmetov (v didaktičnem smislu) v naši šoli izvaja dokaj tradicionalno, inovativni načini poučevanja pa so bolj redkost, redka je tudi uporaba računalnika oziroma informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT). Zaskrbljujoče pa je predvsem dejstvo, da se smer razvoja priljubljenosti naravoslovnih predmetov bistveno ne spreminja – ostaja bolj ali manj na nivoju manj priljubljenih. So za to krivi prenatrpani učni programi, didaktično togi učitelji, pomanjkanje opreme, premajhna skrb za naravoslovnega učitelja od šolskih oblasti in predvsem države, smo naravoslovnim kompetencam v preteklosti posvečali premalo pozornosti? Kot zelo dobro ugotavlja ena od raziskovalk projekta, je razvijanje kompetenc zelo zahtevna in odgovorna naloga, ki terja postopnost in sistematičnost ob uveljavljanju nove izobraževalne paradigme (Vrtačnik, 2010). Zato razvoj kompetenc ni mogoč brez novih izobraževalnih strategij, zlasti tistih, ki so prilagojene naravoslovju. Če bomo nadedli »le novo obleko na staro telo«, ne bomo dosegli veliko. Uspeh je odvisen od kvalitete gradiv, ki nastajajo v nadaljevanju projekta in so prilagojena različnim starostnim skupinam učencev/dijakov, in od usposobljenosti učiteljev za uporabo novih učnih strategij (Opredelitev naravoslovnih kompetenc, 2009).

Tretja faza prvega vsebinskega sklopa kot logično nadaljevanje pretekle aktivnosti oziroma njeno nadgradnjo je bila zadnja pred pripravo novih didaktičnih gradiv, ki so bila osnovana na rezultatih izvedenih analiz prvih treh obdobj. Opredelili smo specifične naravoslovne kompetence za posamezne predmete in starostne skupine učencev/dijakov. Poudarimo lahko predvsem pomembnost sodobnosti vsebin in interdisciplinarnost. Sodobne vsebine namreč bolj motivirajo učence, prav tako si ne moremo zamisliti pomembnega sodobnega raziskovalnega področja, kjer interdisciplinarnost ne bi prišla v poštev. V šoli se vedno poudarja po eni strani specifičnost vsakega naravoslovnega predmeta, po drugi pa interdisciplinarnost. Poudarili smo tudi vlogo in pomen informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT; sem spada tudi uporaba računalnika) pri izbiri metod dela. Pomembni vidiki kompetenc so pridobljene spretnosti, stališča in vrednote (splošni etični vidik, ozaveščen odnos do okolja), pomen eksperimentalnega dela, izkustveno in sodelovalno učenje, konceptualni način poučevanja in učenju naravoslovja, ... (Kompetence, specifične za posamezno stroko, 2009; Pregled in izbor novih znanj, ki jih je smiselno vključiti v šolo, 2009)

Sledil je za naravoslovje (s pogleda raziskovalcev in učiteljev praktikov) najzanimivejši del – drugi vsebinski sklop projekta, ki obsega pripravo in verifikacijo didaktičnih gradiv/modelov za posamezna področja za preverjanje v šolski praksi.



Slika 4: Učila in učni pripomočki

6 Rezultati projekta

Med pomembnejšimi rezultati projekta vsekakor velja najprej omeniti strokovna gradiva o izhodiščih nove didaktike naravoslovja, ki jih uporabljamo pri pripravi in evalvaciji novih gradiv s konkretno naravoslovno ali tehnično vsebino.

Vzporedno s pripravami novih didaktičnih gradiv/modelov in z evalviranjem le-teh v šolski praksi potekajo tudi izobraževanje – delavnice in posveti za učitelje prakse, pomembnejši dosežek pa pomenijo tudi nova učila in učni pripomočki, ki jih razvijamo v okviru projekta.

7 Sklep

Pridobljena evropska sredstva kažejo na to, da je razvoj poučevanja naravoslovnih predmetov biologije, fizike in kemije izrednega pomena, enako pa velja tudi za študijske programe, ki izobražujejo učitelje naravoslovno-tehničnih predmetov. Zaradi neustreznega financiranja navedenih študijskih programov je tovrstno izobraževanje zapostavljeno. Na eni strani Evropa poudarja pomen izobraževanja dobrih učiteljev na področju naravoslovnih predmetov, po drugi pa domače univerze ugotavljajo, da se študijski programi finančno ne izidejo (Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2008).

Prav namen projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc je pomoč pri razvijanju didaktičnih strategij in načinov na tistih področjih naravoslovnega vedenja, ki bodo pomembno vplivala na družbo prihodnosti. Z na novo razvitimi strategijami in metodami želimo zagotoviti uspešen prenos znanstvenega znanja v šolo in hkrati želimo mladim približati naravoslovje.

8 Viri

Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali. (2009). Poročilo S1.01 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://kompetence.uni-mb.si/>.

Dokumentacija projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc (2008). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://distance.pfmb.uni-mb.si/course/category.php?id=12>.

- Gerlič, I. (2009). *Prikaz ciljev in dosedanje realizacije ter nadaljnje usmeritve*. 1. posvet projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 1. 7. 2010, s http://kompetence.uni-mb.si/1_posvet/.
- Gerlič, I. (2010). *Prikaz ciljev in dosedanje realizacije ter nadaljnje usmeritve*. 2. posvet projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 1. 7. 2010, s http://kompetence.uni-mb.si/2_posvet.
- Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011 (20. 6. 2008). Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije. Pridobljeno 29. 6. 2010, s <http://www.mss.gov.si/nc/si/splosno/cns/novica/article/12058/5792/>.
- Kompetence, specifične za posamezno stroko*. (2009). Poročila S1.03, S1.04, S1.05 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://kompetence.uni-mb.si/>.
- Martinšek, M., Golob, N., Repnik, R. in Šorgo, A. (2009). *Izhodišča za operacionalizacijo naravoslovnih kompetenc*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru.
- Opredelitev naravoslovnih kompetenc*. (2009). Poročilo S1.02 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://kompetence.uni-mb.si/>.
- Pregled in izbor novih znanj, ki jih je smiselno vključiti v šolo*. (2009). Poročilo S1.06 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://kompetence.uni-mb.si/>.
- Priporočila Evropskega parlamenta in Sveta o ključnih sposobnostih za vseživljenjsko učenje* (18. 12. 2006). Uradni list Evropske unije. Pridobljeno 29. 6. 2010, s <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:PDF>.
- Razvoj naravoslovnih kompetenc* (2008). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://kompetence.uni-mb.si/>.
- Vrtačnik, M. (2009). *Komentar k prispevku »Operacionalizacija naravoslovnih kompetenc«*. V *Opredelitev naravoslovnih kompetenc*. Poročilo S1.02 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010, s <http://kompetence.uni-mb.si/>.

OPREDELITEV IN PRVI POGOJI RAZVOJA OSNOVNIH KOMPETENC V NARAVOSLOVJU, ZNANOSTI¹ IN TEHNOLOGIJI ZA VSEŽIVLJENJSKO UČENJE

Andrej Šorgo¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo, Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija, andrej.sorgo@uni-mb.si

Povzetek

Medtem ko ni več potrebno utemeljevati pomena, ki ga ima poučevanje naravoslovja na razvoj družbe ter aktivno vključevanje posameznika vanjo, pa moramo ugotoviti, da prevladujoče strategije in metode šolskega dela ne omogočajo pridobivanja ključnih kompetenc, usmerjenih v prihodnost. Naravoslovni predmeti lahko prispevajo predvsem k razvoju znanj in spretnosti, ki bodo vsakemu posamezniku omogočala kritično presojo ter na njeni osnovi izpeljani zmožnosti za demokratično odločanje, toleranco, sodelovanje in strpnost ter osebno rast na osnovi inovativnosti in kreativnosti. Zato se moramo zavesti, da le z zamenjavo in posodobitvami vsebin predmetov tega ni mogoče doseči. Potrebna je vpeljava ustreznih strategij, zasnovanih na razvoju ključnih kompetenc za vseživljenjsko učenje.

Ključne besede: ključne kompetence, generične kompetence, predmetno specifične kompetence, matematična kompetenca in osnovne kompetence v naravoslovju

Abstract

It is no longer necessary to justify the importance of educational science in the development of society and the active involvement of individuals within it. We have found that the dominant educational paradigm does not allow the acquisition of key competencies oriented to the future though. Science courses in particular, may contribute to the development of skills that will allow everyone to critically assess and derive the basis of its capacity for democratic decision-making, tolerance, respect and tolerance and personal growth based on innovation and creativity. In order to achieve this, it should be noted that only the replacement and updating of content of school courses can not assure this goal. The introduction of appropriate strategies based on the development of key competences for lifelong learning is required.

Keywords: key competences, generic competences, subject specific competences, mathematical competence and basic competences in nature science

¹ V osnovnem besedilu EU se pojavljata izmenoma besedi science v pomenu naravoslovje/naravosloven in scientific v pomenu znanstven, kar se je v slovenskem prevodu zbrisalo, zato v tem prispevku sledimo izvirnemu tekstu in uporabljamo besedi v odvisnosti od konteksta.

1 Uvod

V zadnjih desetletjih je dozorelo spoznanje, da znanja ni mogoče pridobiti in uskladiščiti enkrat za vselej, temveč da ga je treba ves čas dograjevati in zamenjevati v procesu, ki ga ustrezno označuje izraz vseživljenjsko učenje. Formalno izobraževanje, ki naj bi mlademu človeku omogočilo enakopravno vključevanje v globalizirano družbo, mu zagotovilo konkurenčen vstop na trg dela ter ga opremilo s spretnostmi, potrebnimi za vseživljenjsko učenje v informatizirani družbi (Resnick, 2002; Hepp in sod. 2004), je razpeto med mnoga pričakovanja, na katera ni vedno enoznačnega odgovora (Kirschner, Sweller in Klark, 2006; Dean in Kuhn, 2006). Gotovo pa je, da prevladujoče strategije in metode šolskega dela, z učiteljem kot posrednikom in razlagalcem znanja, sicer omogočajo pridobivanje vedenja o predmetih poučevanja ter procesih in odnosih med njimi, niso pa odgovor na izziv, kako poučevati ljudi, da bi delovali na ustrezen način v situacijah, ki so bile neznane v času njihovega izobraževanja (Dean in Kuhn, 2006; Illeris, 2008). Če sprejmemo predpostavko, da danes izobraževanje, tako po izboru vsebin kot po znanjih, ne daje času ustrezne izobrazbe, potem se je treba odlepiti od prevladujočih metod in vzorcev šolskega dela (Domin, 1999; Michael, 2006; Abrahams in Millar, 2008; DiCarlo, 2009; Kuhn, 2009). Prav tako je nujno potrebno spremeniti pogled, da je šola predvsem pripravljavnica na nekaj, kar se dogaja zunaj nje. V šoli preživet čas je v tako spremenjenem pogledu le ena od začetnih stopenj v vseživljenjskem izobraževanju (Roth in Lee, 2004). Še dodaten izziv daje izobraževanju predmetno organizirana šola, saj ta le v zelo omejenem obsegu omogoča prenos znanja in povezave med predmeti ter znanjem in vedenjem, ki nista del šolskega kurikula (Cohen, 2004; Šorgo in Šteblaj, 2007; Šorgo, 2010).

2 Zakaj poučevati naravoslovje

Še preden se na področju poučevanja naravoslovja lotimo sprememb, si moramo odgovoriti na nekaj temeljnih vprašanj. Izhajajoč iz dejstva, da je količina vsebin, ki jih lahko v svoj program vključi formalno izobraževanje, omejena, se nujno zastavi vprašanje: Zakaj naj bi v šolah sploh poučevali naravoslovje? Millar (1996) je sestavil listo argumentov za to:

- **Ekonomski argument:** korist družbe je odvisna od stalnega dotoka naravoslovno-tehničnega kadra;
- **Argument koristnosti:** razumevanje naravoslovnih znanj omogoča posamezniku izbor boljših odločitev o npr. prehrani, zdravju, varnosti, potrošniških dobrinah, itd.;
- **Argument demokratičnosti:** posameznik se lahko vključuje v debate s tehnično-naravoslovnih in družbeno-naravoslovnih tem, kot so energetska politika, genetske modifikacije, okoljski problemi, umestitev objektov v okolje ipd.;
- **Socialni argument:** družba lahko le pridobi z medsebojnim razumevanjem "naravoslovnega" in "humanističnega" pogleda na svet;
- **Kulturni argument:** naravoslovna znanja so del kulturne dediščine človeštva in ljudje naj bi to dediščino poznali in razumeli.

Če nujnosti in potrebnosti naravoslovnega izobraževanja v razmerju do drugih disciplin ni več potrebno vsakokrat posebej utemeljevati, pa se je zgodovinsko gledano spreminjal pogled na cilje in vsebine šolskega dela na tem področju (Kamens in

Benavot, 1991). Fensham (2010) tako obravnava razvoj kurikuluma preduniverzitetnega naravoslovja kot stalno tekmo med različnimi konkurenčnimi pogledi na njegovo vsebino, cilje in metode. V zgodnji fazi (19. st. in prva polovica 20. st.) je bilo podajanje naravoslovja predvsem deskriptivno in namenjeno majhnemu številu tistih, ki ga bodo potrebovali za uspešno dokončanje naravoslovnih študijskih smeri na univerzah. Temeljno vprašanje je zato bilo: »Katera so temeljna naravoslovna znanja, ki naj jih kurikulum, namenjen pripravi na nadaljnje stopnje študija, vsebuje?«. Nekako v 60. letih 20. stoletja, obdobje, ki ga v angloameriški literaturi imenujejo poststutnikovska era, se je zastavilo vprašanje: »Kako uskladiti poučevanje na nižjih stopnjah šolanja z dogajanjem na univerzah ter v šolsko delo vključiti ne le nove vsebine, temveč tudi naravo naravoslovnega znanja (npr. načrtovanje in izvedbo eksperimenta, tvorjenje hipotez ipd.)?«. Šolanje je bilo kljub posodobitvam še vedno predvsem v vlogi priprave na študij. Odmev na takratna dogajanja v svetu (Atkin in Black, 2007) je bil npr. na področju biologije v Sloveniji prevod knjige »Razvoj življenja od molekule do človeka«, ki je bistveno zaznamovala razvoj kurikula biologije v naslednjih letih. Na tem mestu bi bilo ustrezno opozoriti na poizkus usmerjenega izobraževanja, ki je kot doktrina obvladovalo osemdeseta leta prejšnjega stoletja. Cilj kurikulumov pa je bilo hkrati izobraževanje za potrebe dela in nadaljnega študija. Kljub kasnejšim kritikam usmerjenega izobraževanja, katerega uvajanje se sklada s tem obdobjem, moramo ugotoviti, da je to obdobje pozitivno vplivalo na poučevanje naravoslovnih predmetov. Dediščina tega obdobja, ki se je ohranila na mnogih šolah do danes, so laboratoriji za biologijo, fiziko in kemijo, nekatere vaje pa se še danes izvajajo v nespremenjeni obliki.

Z večanjem števila učencev v srednjem izobraževanju in njegovim podaljševanjem se je začelo zastavljati vprašanje: »Kako naj poučevanje naravoslovja hkrati zadosti potrebam manjšine, ki bo nadaljevala študij na naravoslovno-tehniških smereh in hkrati ustreza večini, da bo znala ustrezno reagirati v okolju v vse bolj tehnizirani in informacijsko družbi?«, saj je bil kurikulum prezahteven za vse. Tej težnji ustreza v Sloveniji šolska reforma v 90. letih prejšnjega stoletja, kjer je bil en od ciljev reforme za 30 % zmanjšati obseg učne snovi.

Najnovejša težnja v svetu je vključevanje družbeno-znanstvenih (socioscientific issues) tem v pouk naravoslovja kot odgovor na vprašanje, kako pripraviti mladega človeka, da se bo znal odločati v družbeno-znanstvenih primerih (npr. genska tehnologija, klimatske spremembe ipd.), ki so znanja naravoslovja, na odločitve pa vpliva morala, ekonomija ter družbeni in etični odnosi (Sadler, 2004).

3 Kompetence v izobraževanju

Ob spoznanju, da šolski sistem ne more zagotoviti vseh znanj in spretnosti, ki jih vsi ljudje potrebujejo za osebno izpolnitev in razvoj, dejavno državljanstvo, socialno vključenost in zaposlitev, se je pozornost mnogih, ki delujejo na področju izobraževanja, usmerila na kompetence (Pušnik, 2005; Ermenc, 2006; Ivšek, 2006; Kotnik, 2006; Svetlik, 2006; Illeris, 2008). Kompetenc ni lahko definirati in soobstoja velikega števila različnih naborov in taksonomij (Key competencies – some international comparisons, 2003). Svetlik (2006) je napravil sintezo in na osnovi devetih naborov ključnih kompetence le-te združil v sklope. Ti sklopi so:

1. socialne kompetence v smislu sposobnosti vzpostavljanja dobrih odnosov z drugimi, sodelovanje oziroma delo v timih, skupnosti in podobno;

2. obvladovanje maternega jezika, branje v smislu hitrega pridobivanja pisnih informacij, pisno in ustno sporočanje, komuniciranje idej in informacij;
3. sposobnost divergentnega mišljenja, kritičnega presojanja, ustvarjalnosti in reševanja problemov;
4. obvladovanje novih tehnologij, zlasti informacijsko-komunikacijskih;
5. medkulturna kompetentnost v smislu poznanja splošne in različnih kultur ter obvladovanje vsaj enega tujega jezika;
6. obvladovanje strategij samostojnega učenja in načrtovanja življenjske poti oziroma osebnega razvoja;
7. obvladovanje števil, matematike, analitičnega mišljenja;
8. podjetniška kompetentnost v smislu sposobnosti organiziranja, načrtovanja, vodenja, odločanja ipd.

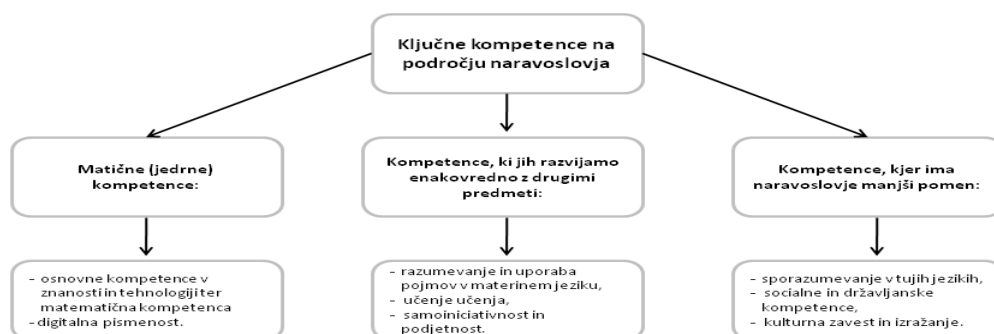
Pri projektu Razvoj naravoslovnih kompetenc smo za vodilni nabor privzeli ključne kompetence, kot so opredeljene v referenčnem okviru Evropskega parlamenta (Uradni list Evropske unije L 394/13) kot kombinacija znanja, spretnosti in odnosov, ustrezajočih okoliščinam.

Referenčni okvir določa osem ključnih kompetenc:

1. sporazumevanje v maternem jeziku;
2. sporazumevanje v tujih jezikih;
3. matematična kompetenca ter osnovne kompetence v naravoslovju (znanosti) in tehnologiji;
4. digitalna pismenost;
5. učenje učenja;
6. socialne in državljanske kompetence;
7. samoiniciativnost in podjetnost ter
8. kulturna zavest in izražanje.

Naveden seznam kompetenc ne more biti končni cilj formalnega izobraževanja, temveč le njegov minimum, ki naj bi v družbi znanja vsakemu posamezniku *omogočil osebno izpolnitev, dejavno državljanstvo, socialno kohezijo in zaposljivost*.

Čeprav se ključne kompetence štejejo za enako pomembne, saj vsaka prispeva k uspešnemu življenju v družbi znanja, pa jih pri vseh šolskih predmetih in predmetnih področjih ne moremo razvijati v enaki meri. Na področju naravoslovja bi lahko okvir osmih kompetence razdelili v: a) jedrne (matične) kompetence, kjer ima posamezen predmet ali predmetno področje bistven vpliv na njihov razvoj; b) na kompetence, kjer je vpliv enakopraven in c) na tiste, kjer je vpliv majhen (Špernjak in Šorgo, 2009) (slika 1).



Slika 1: Vpliv poučevanja naravoslovnih predmetov na razvoj kompetenc

Med jedrnimi kompetencami sta za naravoslovne predmete nedvomno matični matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter digitalna pismenost. Predmet tega zapisa so predvsem osnovne kompetence v naravoslovju in tehnologiji. Opis in razlago te kompetence povzemamo v celoti (Uradni list Evropske unije L 394/13).

Kompetenca na področju znanosti se nanaša na sposobnost in pripravljenost na uporabo znanja in metodologije za razlago naravnega sveta z namenom ugotovitve vprašanj in sklepanja na podlagi dokazov. Kompetenca v tehnologiji pomeni uporabo omenjenega znanja in metodologije kot odziv na znane človeške želje ali potrebe. Kompetenca na področju znanosti in tehnologije vključuje razumevanje sprememb, nastalih zaradi človeške dejavnosti, in odgovornost posameznega državljana.

Za znanost in tehnologijo so bistveni znanje, osnovna načela naravnega sveta, temeljni znanstveni koncepti, načela in metode, tehnologija, tehnološki proizvodi in postopki ter razumevanje vpliva znanosti in tehnologije na naravni svet. To znanje bi moralo posamezniku omogočiti boljše razumevanje prednosti, omejitve in tveganja znanstvenih teorij, aplikacij ter tehnologije v družbi nasploh (v odnosu do sprejemanja odločitev, vrednosti, moralnih vprašanj, kulture itd.).

Kompetence vključujejo sposobnost upravljanja s tehnološkim orodjem in stroji ter z znanstvenimi podatki za doseganje cilja ali sprejetje odločitve ali sklepa na podlagi dokazov. Posameznik mora biti sposoben ugotoviti bistvene lastnosti znanstvene raziskave in imeti sposobnost posredovanja sklepov in razlogov, ki so do tega privedli.

Kompetenca vključuje odnos kritičnega spoštovanja in radovednosti, zanimanje za etična vprašanja in spoštovanje varnosti in trajnosti – zlasti glede znanstvenega in tehnološkega napredka v odnosu do samega sebe, družine, skupnosti in globalnih vprašanj.

Poleg ključnih kompetenc, ki pa so preveč splošne, da bi jih bilo mogoče neposredno uporabiti za operacionalizacijo učnih strategij, metod, izbor vsebin in postopkov dela, ne smemo spregledati še generičnih in predmetno specifičnih kompetenc. Medtem ko so generične kompetence več ali manj predmetno neodvisne, pa so predmetno specifične kompetence vezane na posamezen predmet ali ožje predmetno področje. Tako je npr. ravnanje z nekaterimi merilnimi instrumenti predvsem domena fizike, kemijsko eksperimentiranje domena kemije ter delo z živimi organizmi domena biologije. Predmetno specifične kompetence ne bodo predmet tega zapisa.

Metode in strategije dela, ki omogočajo razvoj generičnih kompetenc, pomenijo jedro razvojnega dela pri projektu »Razvoj naravoslovnih kompetenc«. Na osnovi poročila

Meyerjevega odbora (1991) smo zasnovali naslednjo listo generičnih kompetenc, ki jih posameznik bolj kot s specifičnim učenjem določene snovi razvija z načinom dela. Kompetence, na katerih smo zasnovali delo pri projektu, so:

1. sposobnost zbiranja informacij;
2. sposobnost analize in organizacija informacij;
3. sposobnost interpretacije;
4. sposobnost sinteze sklepov;
5. sposobnost učenja in reševanja problemov;
6. prenos teorije v prakso;
7. uporaba matematičnih idej in tehnik;
8. prilagajanje novim situacijam;
9. skrb za kakovost;
10. sposobnost samostojnega in timskega dela;
11. organiziranje in načrtovanje dela;
12. verbalna in pisna komunikacija;
13. medosebna interakcija ter
14. varnost pri delu.

4 Izobraževanje učiteljev za razvijanje kompetenc

Poučevanje s ciljem razvijanja kompetenc zahteva učitelja, ki ne le poseduje kompetence, ki jih razvija pri učencih, temveč ima tudi ustrezna pedagoško-vsebinsko-tehnološka znanja (Mishra in Koehler, 2006). Izobraževanje učiteljev, bodisi v sistemu dodiplomskega študija bodisi v sistemu stalnega strokovnega izobraževanja, bi za polni razvoj matematične kompetence ter osnovne kompetence v naravoslovju (znanosti) in tehnologiji ter digitalne pismenosti pri učencih/dijakih kot jedrnih kompetenc naravoslovnih predmetov in matematike moralo zato vsebovati poleg neoporečnega poznanja znanstvenega področja vsaj naslednje sklope (Guzman in Nussbaum, 2009).

Instrumentalno tehnološki sklop: To je izobraževanje, namenjeno ne le seznanjanju, temveč tudi urjenju za učinkovito rabo opreme, postopkov in procedur. Medtem ko se načini rabe na osnovnem nivoju, ki jih je mogoče prenesti na delo v razredu, prebijajo v šolo brez večjih težav (Šorgo, Verčkovnik, Kocijančič, 2010; Špernjak in Šorgo, 2009b), pa morajo izobraževalci splošno-profesionalne rabe IKT (npr. Moodle, Hot potatoes, elektronska tabla, ipd.) zagotoviti ne le seznanjanje učiteljev s tehnologijami in programi, temveč jim dajati tudi podporo na delovnem mestu.

Pedagoško kurikularni: Poznanje vsebin, prisotnost tehnologije na šoli ali v razredu nima večjega smisla, če učitelj ne prepozna načinov, kako novosti vključiti v pouk. Predvsem jih mora znati uskladiti z zahtevami, ki jih predenj postavljajo učni načrti in zunanja preverjanja znanja.

Didaktično metodični: Kadar je en medij le zamenjal drugega, ali ena vsebina drugo, in to ni bistveno zamajalo ustaljenih didaktičnih načinov, so učitelji nove tehnologije, metode ali vsebine praviloma tudi sprejeli. Težave pa se pojavljajo skoraj povsod, kjer

bi lahko nova tehnologija ali vsebine (npr. družbeno znanstvene teme) zahtevale drugačne prijeme in metode dela.

Evalvacijsko proučevalni: Vsaka tehnologija, metoda ali strategija je uspešna zgolj v partikularnem kontekstu, v katerem nastopa. Zaradi tega morajo biti učitelji opremljeni z orodji, s katerimi bi objektivno ocenili lastno delo in učinek poučevanja. Ocena pridobljenih kompetenc pa ne more potekati le na nivoju pridobljenega znanja (za kar so učitelji praviloma dobro usposobljeni), temveč tudi na nivoju spretnosti in stališč ter vrednot, ki jih novost s seboj prinaša, kjer pa za takšno ocenjevanje manjka modelov in izkušenj.

Komunikacijsko povezovalni: Komunikacijsko povezovalni sklop lahko razdelimo v dva podsklopa. V prvem je nuja po povezovanju predmetov in predmetnih področij v šoli in le teh z dogajanjem v naravi in družbi, saj šola ne bi smela obstajati kot vzporednica družbenih dogajanj, temveč kot njihov sestavni del. Drugi podsklop je na nivoju novih tehnologij. Poleg interaktivnosti je prav komunikacijsko povezovalna vloga ena od najvišjih potencialnih dodanih vrednosti IKT. Z uporabo orodij IKT je mogoče izoblikovati delovne skupnosti vse od začasnih skupin v razredu do velikih mednarodnih spletnih omrežij.

Osebnostno vrednostni: Pomembna ovira ali spodbuda za vključevanje novih vsebin, tehnologij, pa tudi metod dela je osebno vrednostni sistem vsakega učitelja. Po sestavi je izredno kompleksen in se izraža kot odnos do tehnologij in učencev, pripravljenost vključevanja novosti v pouk, kreativnost, pripravljenost na tveganje ipd. Na sistem stališč in vrednot pa ne moremo vplivati le z dodajanjem novega znanja (Sadler in Zeidler, 2005; Šorgo in Ambrožič, 2009, 2010).

5 Sklep

V izobraževanju so vsebine nedvomno pomembne, vendar je šola že davno presegla meje, ko bi lahko vključevala nove vsebine, ne da bi hkrati opuščala stare. Razprave o tem, kaj vključiti in kaj izpustiti, pa imajo lahko le omejen in prestižni značaj, še posebej v času, ko so informacije dostopne tako rekoč v trenutku. Kompetenc, tako kot jih pojmuje Evropska unija, ni mogoče izoblikovati z vključevanjem novih vsebin, izvedenih na stare načine. Ob tem pa nabora kompetenc ne smemo jemati kot nekaj dokončnega ali predpisanega, lahko so le vodilo h ključnim znanjem prihodnosti. Te pa so kritična presoja ter na njeni osnovi izpeljana zmožnost za demokratično odločanje, toleranca, sodelovanje in strpnost ter osebna rast na osnovi inovativnosti in kreativnosti. V naboru strategij in metod imamo že sedaj na voljo mnogoštevilna orodja in orožja, ki omogočajo hkratno učenje za potrebe sedanjosti in prihodnosti, le uporabiti jih je treba. In če vemo, da na sprejemanje odločitev praviloma bolj kot znanja vplivajo prepričanja (Allum in sod., 2008), bo predvsem potrebno prepričati vse udeležence izobraževanja, da kakovostnih znanj ni mogoče pridobiti na lahek način.

6 Viri

- Abrahams, I., in Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Allum, N., Sturgis, P., Tabourazi, D., in Brunton-Smith, I. (2008). Science knowledge and attitudes across cultures: a meta-analysis. *Public Understanding of Science*, 17, 35–54.

- Atkin, J.M. in Black, P. (2007). 'History of Science Curriculum Reform in the United States and the United Kingdom'. *Handbook of Research on Science Education* (eds S.K. Abell & N.G. Lederman), pp.781–806. Mahwah, NJ: Erlbaum
- Dean, D., Jr., in Kuhn, D. (2006). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384–397.
- DiCarlo, S.,E. (2009). Too much content, not enough thinking, and too little FUN! *Advances in Physiology Education*, 33(4), 25–264.
- Domin, D.S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemistry Education*, 76(4), 543–547.
- Ermenc, K. (2006). Kompetenčni način h kurikularnemu načrtovanju: pojem, nekatere implikacije in dileme. *Vzgoja in izobraževanje*. 37(1), 21–26.
- Fensham, P. (2010) The Science Curriculum: A contest of values, purposes, interests and possibilities. Keynote lecture at the XIV. IOSTE Sxmposium. Bled, 13.–18. junij, 2010.
- Guzman, A., Nussbaum, M. (2009). Teaching competencies for technology integration in the classroom. *Journal of computer assisted learning*, 25(5), 453–469.
- Hepp, P. K., Hinostroza, E. S., Laval, E. M., Rehbein, L. F. (2004). Technology in Schools: Education, ICT and the Knowledge Society. World Bank. http://www1.worldbank.org/education/pdf/ICT_report_oct04a.pdf (3.11. 2005).
- Illeris, K. (2008). Competence Development - the key to modern education, or just another buzzword? *Asia Pacific Education Review*, 9(1), 1–4.
- Ivšek M. 2006. Kako razvijati kompetence pri učencih v osnovni in srednji šoli. *Vzgoja in izobraževanje* 37(1), 3.
- Kamens, D. H., and Benavot, A. (1991). Elite Knowledge for the Masses: The Origins and Spread of Mathematics and Science Education in National Curricula. *American Journal of Education*, 99(2), 137–180.
- Key competencies – some international comparisons. Policy and research. Bulletin No. 2. Scottish Qualifications Authority, 2003.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., and Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Kotnik, R. (2006). Predpostavke kompetenčnega načina. *Vzgoja in izobraževanje*, 37(1), 12–19.
- Kuhn, D. (2009). Do students need to be taught how to reason? *Educational Research Review*, 4(1), 1–6.
- L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije 30.12.2006, PRIPOROČILO EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA, z dne 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje, (2006/962/ES), dostopno na spletu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:PDF>
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30, 159–167.

- Millar, R. (1996) Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77(280), 7–18.
- Mishra, P., and Koehler, M., J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054.
- Poročilo Mayerjevega odbora (1991), Young people's participation in post-compulsory education and training: report of the Australian Education Council Review Committee. (1991) Australian Education Council Review Committee; National Board of Employment, Education and Training (NBEET), dostopno na spletu: http://www.dest.gov.au/sectors/training_skills/publications_resources/profiles/nbeet/post_compulsory_education_training.htm
- Pušnik, M. (2005) Od znanja h kompetencam. v: Ur. Zupan, A. Od opazovanja do znanja, od znanja h kompetencam. Zbornik prispevkov. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Zbirka: Modeli poučevanja in učenja.
- Resnick, M. (2002). Rethinking Learning in the Digital Age. V: G. Kirkman (editor). The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World. Oxford: Oxford University Press, str. 33–37
<http://llk.media.mit.edu/papers/mres-wef.pdf> (17. 1. 2010)
- Roth, W. M., Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263–291.
- Sadler, T. D. (2004) Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal Reasoning in the Context of Socioscientific Decision Making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138).
- Svetlik I. (2006). O kompetencah. *Vzgoja in izobraževanje*, 37(1), 4–12.
- Šorgo, A. (2010) Connecting Biology and Mathematics: First prepare the teachers. *CBE-Life sciences education*, 9(3), 196–200.
- Šorgo, A., in Šteblaj, M. (2007). Curricula and their impact on interdisciplinary integration of natural science subjects in high school. *Didactica Slovenica - Pedagoška obzorja*, 22(1–2), 113–127.
- Šorgo, A., Verčkovnik, T., Kocijančič, S. (2010) Information and communication technologies (ICT) in biology teaching in Slovenian secondary schools. *Eurasia*, 6, (1), 37–46. http://www.ejmste.com/v6n1/EURASIA_v6n1_Sorgo.pdf.
- Šorgo, A., Ambrožič-Dolinšek, J. (2009) The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12(3), 1–13. <http://dx.doi.org/10.2225/vol12-issue4-fulltext-1>, doi: 10.2225/vol12-issue4-fulltext-1.
- Šorgo, A., Ambrožič-Dolinšek, J. (2010) Knowledge of, attitudes toward, and acceptance of genetically modified organisms among prospective teachers of biology, home economics, and grade school in Slovenia. *Biochemistry and molecular biology education*. [Print ed.], 2010, 38 (3), 141–150. <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20377>, doi: 10.1002/bmb.20377.

- Špernjak, A., Šorgo, A. (2009) Predlog za razvoj osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter digitalne pismenosti pri pouku naravoslovnih predmetov v osnovni šoli s pomočjo računalniško podprtega laboratorijskega dela. *Didakta*, 18/19 (127), 20–25.
- Špernjak, A., Šorgo, A. (2009) Perspectives on the introduction of computer-supported real laboratory exercises into biology teaching in secondary schools : teachers as part of the problem. V: LAMANAUSKAS, Vincentas (ur.). Challenges of science, mathematics and technology teacher education in Slovenia, (Problems of education in the 21st century, vol. 14). Siauliai: Scientific Methodological Center Scientia Educologica, 2009, str. 135–143

METODOLOŠKE KOMPETENCE UČITELJEV V NARAVOSLOVJU

Tomaž Bratina¹, Branka Čagran²

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta Pedagoška fakulteta Maribor, Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija, tomaz.bratina@uni-mb-si

²Univerza v Mariboru, Fakulteta Pedagoška fakulteta Maribor, Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija, branka.cagran@uni-mb-si

Povzetek

Cilj projekta razvoja naravoslovnih kompetenc je doseganje višje stopnje kompetenc učencev na tem področju. Nosilec procesa razvoja kompetenc so nedvomno učna gradiva in učitelji naravoslovja. Prav vloga učitelja, ki ob izbiri in uporabi učnih gradiv, pripravljenih v okviru projekta, lahko doseže zastavljene cilje, je potrebna še posebne pozornosti, predvsem z vidika vključevanja v vse faze priprave in uporabe učnih gradiv. Postopek nastajanja učnega gradiva do njegove uvedbe v učni proces obsega številne faze, ki med drugim zajemajo tudi evalvacijo. Evalvacija je niz metodoloških postopkov sprotnega in finalnega preverjanja zastavljenih ciljev. Ker je učitelj v celotnem razvoju učnih gradiv ključni dejavnik, je treba razmisliti o naboru pedagoško-metodoloških kompetenc učiteljev, vključenih v projekt razvoja naravoslovnih kompetenc, in tudi sicer v naravoslovju.

Ključne besede: kompetence, pedagoška metodologija, statistika, naravoslovje, evalvacija

Abstract

The aim of the research project Development of science competences in natural sciences is to achieve the student's higher level of competences. The main role in the process of development is dedicated to the natural sciences teachers and the corresponding learning materials. Especially the role of the teacher himself has to be considered carefully. The teacher's enrollment in each phase of the process of preparation of learning materials is very important. The process of preparation of learning materials runs through many phases until their implementation into learning process. In each phase of the preparation the evaluation is necessary. Evaluation represents the series of methodological procedures from the permanent verification of each phase to the final examination of achieved goals. Due to the teacher's crucial role in the process of evaluation the required methodological competences are to be considered.

Keywords: competences, pedagogical methodology, statistics, natural sciences, evaluation

1 Uvod

Bistvena vloga pri načrtovanju razvoja naravoslovnih kompetenc neizpodbitno pripada učitelju. Pod pojmom kompetence v prvi vrsti mislimo na razvoj generičnih in predmetno specifičnih kompetenc. Zato je ena izmed odločilnih zahtev, ki jih predvideva projekt, prav vključitev čim širše populacije učiteljev s posameznega področja.

Učitelj je tisti, ki s poznanjem področja, didaktičnih metod in navsezadnje učencev usmerja in vpliva na pripravo učnih gradiv in jih implementira v učni proces. Obenem lahko pravočasno opozori na morebitne ovire, kar olajša in skrajša čas od ideje do implementacije. Prav tako je učitelj tista oseba, ki lahko smiselno oceni predvidene cilje in kompetence ter možnost razvoja. Učitelj bo prvi, ki bo neposredno in aktivno spremljal učinke učnih gradiv in sproti predlagal ali vnašal popravke, čemur pravimo evalvacija. Evalvacija je sistematično zbiranje podatkov o nekem pojavu s ciljem oblikovanja zanesljive presoje o njegovi ustreznosti in slednjič tudi izboljšanju. (Alkin, 1990; Sagadin, 1991; Marentič Požarnik, 1999)

Evalvacija je v prvem koraku racionalna, kjer učitelj na osnovi izkušenj preverja, predlaga in ocenjuje rešitve ter predvidi možnosti realizacije. Šele kasneje evalvacija postane empirična (praktično vrednotenje). Učitelj med evalvacijo ne sme biti osamljen, kar pomeni, da naj mu bo omogočena podpora metodologa ali se mu omogoči ustrezno usposabljanje.

Ker zaradi narave učnega procesa ni mogoče pričakovati stalne prisotnosti metodologa, je primernejše razmišljati o naboru metodoloških kompetenc učitelja. Povedano drugače, katera znanja in spretnosti učitelj potrebuje, da bo lahko aktivno sodeloval pri pripravi in evalvaciji učinkovitosti učnih gradiv. Prav tako bo ob ustrezno izbranem naboru učitelj v vsakem trenutku lahko tudi samostojno pripravljaval učinkovita učna gradiva in njihovo učinkovitost tudi preverjal.

2 Učitelj naravoslovja med pripravo in evalvacijo učnih gradiv

Osnova uspešne evalvacije so učiteljeve pedagoške in predmetno strokovne kompetence. Na tej osnovi bo lahko učitelj v sodelovanju s skupino strokovnjakov ali tudi samostojno za prihodnje učno gradivo ugotovil, katere generične in predmetno specifične kompetence razvijajo učenci s tem gradivom. Za evalvacijo didaktičnega gradiva potrebuje učitelj razen tega še metodološke kompetence. Poznati mora vsebinske in metodološke značilnosti evalvacije in strukturo evalvacijskega poročila (Čagran, 2010). Pri evalvaciji učnih gradiv gre za empirični postopek, ki ga lahko izvajamo v različnih fazah nastajanja učnega gradiva. Izvajamo jo lahko sproti (formativna) ali ob koncu (sklepna oz. sumativna) evalvacija (Sagadin, 1999). Pri pripravi učnih gradiv v okviru razvoja naravoslovnih kompetence je gotovo najprimernejša sprotna evalvacija.

2.1 Vsebinske značilnosti evalvacije

Z vidika prepoznavanja in določanja učinkovitosti je učitelja treba seznaniti s vsebinskimi značilnostmi evalvacije, ki obsegajo namen, raziskovalna vprašanja in raziskovalne hipoteze (Čagran, 2010).

2.1.1 Namen

Namen evalvacije je opredeljen v obliki širših raziskovalnih vprašanj ali delnih problemov oziroma vidikov. Gre za operativno določitev vidikov ali značilnosti učnega gradiva, ki jih želimo preveriti. V primeru evalviranja gradiva z vidika naravoslovnih kompetenc učenca primerjamo npr.:

- nivo doseženega znanja
- razvoj sposobnosti
- pridobljene spretnosti

- motivacijo učenca

2.1.2 Raziskovalna vprašanja

Raziskovalna vprašanja so neposredno zapisani problemi. Gre za operacionalizacijo namena. Razlikujemo deskriptivna vprašanja, ki opisujejo stanje, in eksplikativna, ki ugotavljajo obstoj odvisnih zvez in razlik. Učitelj bo s pravilno zastavljenimi raziskovalnimi vprašanji natančno spoznal vplive učnega gradiva, ki jih ugotavlja.

2.1.3 Raziskovalne hipoteze

Razlikujemo eksplicitno in implicitno zastavljene hipoteze. O eksplicitnih hipotezah govorimo, kadar predpostavljamo obstoj pojava, zveze ali razlike. O implicitnih hipotezah govorimo takrat, kadar domneve izražamo v obliki raziskovalnih vprašanj o odvisnih zvezah in razlikah. Učitelj bo učinkovitost učnih gradiv večinoma preverjal s postavljanjem implicitno izraženih hipotez, predvsem zaradi metodološko zahtevnejših postopkov pri potrjevanju predpostavk v okviru eksplicitnih hipotez.

2.2 Metodološke značilnosti evalvacije

Izbira načina izvedbe evalvacije je bistvena za uspešnost ugotavljanja učinkovitosti učnih gradiv. Na voljo so različne raziskovalne metode in postopki zbiranja ter obdelave podatkov. Ključno pri tem je, da učitelj le-te izbira v skladu z njihovimi pogoji in predpostavkami.

2.2.1 Raziskovalna metoda

Učitelja je treba seznaniti z vrstami raziskovalnih metod, predvsem z vidika organiziranja in izvedbe, načina dela ter pričakovanih izidov. Pozornost moramo nameniti izbiri raziskovalne metode, vendar je v tem delu zelo priporočljivo sodelovanje z metodologom. Pogosto se v praksi izberejo metode, ki ne ustrezajo namenu. V praksi razlikujemo deskriptivno, kavzalno-neeksperimentalno in eksperimentalno metodo. Za preverjanje stanja pred pripravo gradiva in postavljanje ciljev bo najpogosteje uporabna deskriptivna metoda, za preverjanje učinkovitosti učnih gradiv pa kavzalno-neeksperimentalna, še zlasti pa eksperimentalna. Zadnja velja za najbolj zahtevno raziskovalno metodo. Zagotoviti je namreč treba notranjo veljavnost eksperimenta. Ker razmer zanj neposredno v praksi navadno ni mogoče vzpostaviti, moramo poseči po višjih statističnih metodah obdelave zbranih podatkov.

2.2.2 Raziskovalni vzorec

Vzorec je izbran del celote (populacije), ki celoto opisuje ali predstavlja. Glede na število enot v vzorcu, ločimo majhne in velike vzorce. V pedagoški praksi je enota vzorca oseba. Glede na odnose med enotami v vzorcu razlikujemo odvisne in neodvisne vzorce. Vzorce razlikujemo tudi glede na način pridobivanja enot, in sicer na neslučajnostne in slučajnostne vzorce. Učitelj naravoslovja bo evalvacijo učnih gradiv in učinkovitost večinoma preverjal na neslučajnostnih namenskih in priložnostnih vzorcih.

2.2.3 Postopki zbiranja podatkov

Za kakovostno evalvacijo je poznanje načina zbiranja podatkov ključnega pomena. Glede na vrsto učnega gradiva, fazo, v kateri izvršujemo evalvacijo, in namen evalvacije mora učitelj spoznati raziskovalni instrumentarij. S tem izrazom mislimo na različne tehnike oziroma postopke zbiranja podatkov in pripadajoče instrumente. Postopke izberemo glede na vidike, s katerih evalviramo učno gradivo. Izmed različnih postopkov zbiranja podatkov se bo učitelj naravoslovja pri svojem delu najpogosteje srečal s preizkusi (testi) znanja, manj pogosto pa z ocenjevalnimi lestvicami in anketo.

Preizkušanje znanja je zelo občutljiv proces, ki pa je pri evalvaciji učnih gradiv eden bistvenih pokazateljev učinkovitosti. Pri tem se mora učitelj zavedati, da pod pojmom znanje ni mišljeno zgolj faktografsko znanje. Gre za konglomerat med seboj povezanih dejavnikov, kot so razumevanje, sposobnosti in spretnosti. Z eno besedo lahko temu rečemo kompetence, v primeru evalvacije učnih gradiv pa mislimo predvsem na predmetno specifične kompetence.

Zaradi zagotavljanja zanesljivosti zbranih podatkov in objektivnosti evalvacije, mora učitelj poznati tudi pomen postopka sondaže. Z njim učitelj preveri, ali so postavljena ocenjevalna merila ustrezna ter preveri primernost izbranih instrumentov in izidov.

Ne glede na izbran postopek zbiranja podatkov je treba opredeliti:

- organizacijo zbiranja podatkov, kjer opišemo kdaj, kje in kako bo potekala uporaba instrumentov;
- vsebinsko metodološke značilnosti uporabljenih instrumentov, ki so:
 - vsebinsko formalne značilnosti (vrste vprašanj, nalog, razporeditev);
 - merske karakteristike (veljavnost, zanesljivost, objektivnost, občutljivost).

2.2.4 Postopki obdelave podatkov

Z izbranimi postopki je treba pridobljene podatke obdelati. Postopki obdelave so bili deloma že določeni ob izbiri postopka zbiranja podatkov. Obdelava podatkov je mogoča na različne načine, od ročnega preštevanja in preurejanja do bolj zanesljivih statističnih računalniških metod. Uporabljamo metode deskriptivne in inferenčne statistike, ki jih izbiramo glede na vrsto podatkov, ki so lahko številski in neštevilski.

Deskriptivna statistika obsega statistične metode, ki so osnova za vse nadaljnje postopke evalvacije. Vključuje metodo frekvenčne distribucije, izračun srednjih vrednosti, mere variacije in distribucije ter korelacije. Z uporabo nabora metod deskriptivne statistike učitelj uspe hitro ugotoviti bodisi morebitna odmihi od pričakovanj ali pa potrditi ustreznost instrumentov. Metode deskriptivne statistike so učitelju predvsem v pomoč pri pripravi evalvacije oziroma pri postopku sondaže ter tudi kasneje pri obdelavi finalnih izidov.

Inferenčna statistika obsega statistične metode, ki se razlikujejo glede na vrsto podatkov, ki so lahko številski in neštevilski. Nabor metod inferenčne statistike je sicer širok, vendar z vidika evalvacije in naravoslovnih kompetenc najpogosteje srečamo neparametrični preizkus o verjetnosti povezanosti, hikvadrat preizkus in parametrične preizkuse. Izmed parametričnih preizkusov, vezanih na predpostavke, bomo najpogosteje uporabljali t-preizkus, analizo variance in analizo kovariance. Tako parametrični kot neparametrični preizkusi so predvideni v fazi finalne evalvacije in ugotavljanja učinkovitosti učnih gradiv.

Pri pedagoškem raziskovanju se za obdelavo pridobljenih podatkov uporablja program SPSS. S SPSS je mogoče v kratkem času izpeljati tudi zapletene obdelave in hitro priti do izidov. Vendar je za uspešno obdelavo potrebno podatke primerno pripraviti. Učitelj naravoslovja mora v zvezi z obdelavo podatkov s SPSS poznati program in naslednje vsebine in postopke:

- **Vnos in opis podatkov**
Podatke, pridobljene z izbranimi instrumenti, je treba, kadar gre za neštevilske vrednosti, ustrezno kodirati oziroma jim dodeliti pomen. Pri številskih podatkih vnašamo samo vrednosti. Vnos se opravi v zavihku »data view« programa SPSS. Opis podatkov, kamor spada imenovanje spremenljivk in opisovanje pomena vrednosti neštevilskih podatkov. Opis se opravlja v zavihku »variable view« programa SPSS
- **Transformacija podatkov**
Po obdelavi podatkov se pogosto izkaže, da je treba določene vrednosti preoblikovati (transformirati) v obliko, ki je primernejša za nadaljnjo obdelavo. Najpogosteje gre za združevanje podatkov v skupine, preoblikovanje na podlagi določenih meril ali za različne matematične operacije s podatki.
- **Izvedba obdelave z izbrano statistično metodo**
Po vnosu in opisu podatkov in na podlagi v načrtovanju določene metode obdelave podatkov v programu SPSS izvedemo obdelavo. Za učinkovito evalvacijo in ugotavljanje učinkovitosti učnih gradiv, učitelj pozna in po potrebi s programom SPSS izvaja naslednje obdelave podatkov (Čagran, 2004):

Deskriptivna statistika

- Frekvenčna distribucija (Frequencies)
- Deskriptivna statistika (Descriptives) z merami srednjih vrednosti in distribucije
- Korelacija:
 - bivariantna (Correlate - Bivariate)
 - parcialna (Correlate – Partial)
 - regresija (Regression – Linear)

Inferenčna statistika

- Hikvadratni preizkus (Crosstabs + Chi Square)
- t-preizkus (Compare means – Independent samples T-test)
- Analiza variance (Compare means – Oneway ANOVA)
- Analiza kovariance (General Linear Model – Univariate)

Merske karakteristike

- Zanesljivost (Scale – Reliability Analysis)

3 Metodološke kompetence učitelja v naravoslovju

Vloga učitelja v naravoslovju je pri razvoju naravoslovnih kompetenc večplastna. Nastopa lahko kot izvajalec učnega procesa ob uporabi učnih gradiv, kot evalvator učnih gradiv ali kot izdelovalec učnih gradiv. Prav tako učitelja naravoslovja pogosto srečamo v vseh omenjenih vlogah hkrati. Da bi lahko učitelj uspešno nastopal v eni ali vseh vlogah, je dobro razviti učiteljeve metodološke kompetence. Pod pojmom metodološke kompetence razumemo nabor znanj in spretnosti s področja pedagoškega raziskovanja, ki jih naj učitelj naravoslovja pozna.

V metodološke kompetence je smiselno uvrstiti naslednji nabor znanj s področja vsebine evalvacije, metodologije in obdelave podatkov.

3.1 Vsebina evalvacije

Učitelj naravoslovja zna opredeliti namen evalvacije in ga razdeliti na delne probleme. Glede na delne probleme zna učitelj naravoslovja postaviti raziskovalna vprašanja o opisu stanja (deskriptivna raziskovalna vprašanja). Na njihovi osnovi izpelje še vprašanja o odvisnih zvezah ali razlikah (eksplikativna raziskovalna vprašanja). Učitelj naravoslovja razume tudi razliko med eksplicitno in implicitno izraženimi hipotezami.

3.2 Metodologija

Učitelj naravoslovja zna izbrati ustrezno raziskovalno metodo. Glede na specifiko poučevanja naravoslovja bomo učitelja seznanili z deskriptivno raziskovalno metodo in eksperimentalno metodo.

Učitelj naravoslovja spozna tudi teorijo vzorcev s poudarkom na razlikah med vrstami vzorcev.

Pomemben del zajema poznanje postopkov zbiranja podatkov. Gre za obširno poglavje ki vključuje postopke, organizacijo, pripravo in izvedbo zbiranja podatkov.

Učitelj naravoslovja pozna:

- Postopke (tehnike) zbiranja podatkov, npr.:
 - preizkušanje znanja
 - ocenjevanje
 - anketiranje (klasično ali elektronsko)
- Instrumente
 - preizkusi znanja
 - ocenjevalne lestvice
 - anketni vprašalniki
- Vsebinsko metodološke značilnosti instrumentov
 - vrste vprašanj in nalog
 - razporeditev, obširnost
 - merske karakteristike (veljavnost, zanesljivost, objektivnost, občutljivost)

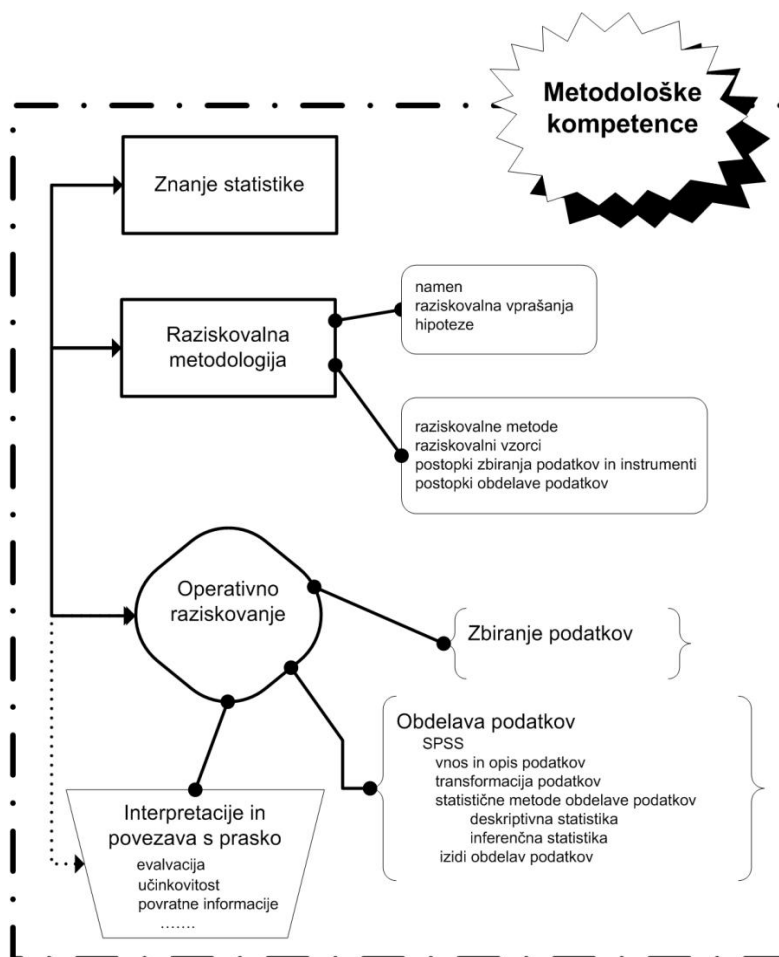
3.3 Razumevanje in interpretacija izidov obdelave

Izidi obdelav podatkov v programu SPSS so navadno zelo obširni. Na podlagi teoretičnega znanja iz statistike in z razlago ob izbranih primerih pridemo do razumevanja izidov obdelave podatkov s programom SPSS. Zato lahko iz izpisov razberemo, izpišemo in interpretiramo le tiste vrednosti, ki so ključnega pomena in omogočajo potrjevanje ali zavračanje hipotez.

Učitelj naravoslovja bo za potrebe evalvacije in spremljanja napredka učencev razumel izide obdelav in iz ključnih vrednosti ugotavljal značilnosti in pojave. Na osnovi poznanja predmetnega področja bo izide interpretiral in jih komentiral, neposredno prenašal ali prirejal z obstoječo prakso.

3.4 Struktura metodoloških kompetenc

Metodološke kompetence lahko strnemo v spodnjo shemo (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**), ki grafično ponazori pojem metodoloških kompetenc. Iz sheme razberemo strukturo metodoloških kompetenc in nujno povezanost med sklopi. Ob izostanku katerega koli sklopa nastane primanjkljaj, ki znižuje kakovost evalvacije.



Slika 1: Struktura metodoloških kompetenc

4 Sklep

V metodološke kompetence učitelja naravoslovja spadajo temeljna znanja iz statistike, poznanje faz raziskovalnega dela, poznanje tehnik zbiranja podatkov vključno s

pripravo, z značilnostmi in uporabo merskih instrumentov ter obdelave podatkov. V okvir obdelave podatkov spada poznanje dela s programom SPSS, kar vključuje pripravo podatkov, obdelavo in razumevanje izpisov. Z vsemi omenjenimi elementi bo učitelj izide na osnovi poznanja predmetnega področja posredno ali neposredno prenašal in povezoval s prakso. Metodološko kompetenten učitelj naravoslovja bo uspešno sodeloval pri pripravi učnih gradiv in evalvaciji, prav tako pa bo sposoben to izvajati samostojno in strokovno neoporečno. Priporočljivo je, da je učitelj naravoslovja pri evalvaciji čim redkeje prepuščen samemu sebi, ampak čim pogosteje sodeluje z metodologom.

Ugotovitve in izsledki metodološko kompetentnega učitelja naravoslovja bodo strokovno podprte povratne informacije, katerih posledica bodo učinkovita učna gradiva, ki bodo v učni praksi v celoti služila svojemu namenu, razvoju naravoslovnih kompetenc učencev.

5 Viri

- Alkin, M. (1990). Evaluation theory development II. V M. McLaughlin, & D. Phillips (Ur.), *Evaluation at quarter century. 89th yearbook of the NSSE* (str. 89–112). Chicago: University of Chicago Press.
- Čagran, B. (10. 5 2010). *Gradivo za metodološko delavnico dne 10. 5. 2010*. Pridobljeno 3. 6. 2010 iz <http://distance.pfmb.uni-mb.si/file.php/94/GradivoMetodoloskaDelavnica.pdf>
- Čagran, B. (2004). *Univariatna in multivariatna analiza podatkov: zbirka primerov uporabe statističnih metod s SPSS*. Maribor: Pedagoška fakulteta.
- Marentič Požarnik, B. (1999). Evalvacija - kakšna, za koga, čemu? *Sodobna pedagogika*, (50) 4, 20–36.
- Sagadin, J. (1999). Programska evalvacija. *Sodobna pedagogika*, (50)2, 196–211.
- Sagadin, J. (1991). *Razprave iz pedagoške metodologije*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta.

NARAVOSLOVNI POSTOPKI

Dušan Krnel¹

¹Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Kardeljeva ploščad 16, Ljubljana, Slovenija, www.pef.uni-lj.

Povzetek

V prispevku so predstavljeni naravoslovni postopki kot nujni in temeljni del naravoslovnih kompetenc. Naravoslovni postopki so opredeljeni kot tista znanja, spretnosti in veščine, ki so značilna za raziskovanje in znanstvene metode dela. Predstavljajo miselne in manipulativne dejavnosti, s katerimi učenci poleg vsebin odkrivajo tudi »naravo« naravoslovja ali zakonitosti znanstvenega dela. Naravoslovni postopki so podani v razvojnem zaporedju, od tistih preprostih, ki jih razvijamo na predšolski stopnji, do postopkov ob koncu osnovne šole. Na predšolski stopnji so naravoslovni postopki temeljni spoznavni postopki, kot so opazovanje, razvrščanje in urejanje. Na opazovanje se navezuje veščina postavljanja vprašanj, ki je podrobneje opisana, in preprosto eksperimentiranje kot operacijsko določanje lastnosti. Na razredni stopnji se sistematično poglobljajo temeljni spoznavni postopki, kot so razvrščanje, prirejanje in urejanje, ki so v tesni povezavi z opazovanjem. Poleg opazovanja kot naravoslovnega postopka, ki se na razredni stopnji razvije v sistematično opazovanje, se razvija še eksperimentiranje v smeri razumevanja »poštenega« (nepriistranskega, objektivnega) poizkusa, ravnanje s podatki in veščina spraševanja. Ob koncu drugega triletja so tako učenci že pripravljeni na raziskovanje, ki poveže do tedaj razvite postopke v skupno dejavnost. Ob raziskovanju se razvijajo še postopki napovedovanja, oblikovanja hipotez in predstavitev ter povezovanje podatkov, kar vodi v posploševanje in iskanje zakonitosti. Predmetna stopnja osnovne šole je v prispevku opisana kot obdobje, kjer naj naravoslovni postopki postanejo predvsem miselno zahtevnejši, s tem bo pouk naravoslovja pospeševal tudi miselni razvoj.

Ključne besede: naravoslovje v šoli, naravoslovna pismenost, naravoslovni postopki, spretnosti, znanje, razvojne stopnje.

Abstract

This paper describes scientific skills as a crucial part of scientific competences. Scientific skills are defined as the knowledge and the set of skills that are characteristic of scientific investigation and scientific methods of discovery. As a group, scientific skills represent those hands and minds activities necessary in the exploration of the nature of science and the nature of scientific methods. Scientific skills are described as a developing process which begins in preschool education and can be fully developed after secondary school. In the first period scientific skills are in fact fundamental cognitive skills such as observation, classification and seriation. Developments of observation and description skills are closely connected with the skills of posing questions to teachers and answering teachers' questions. In this part of the paper certain types of students' questions e.g. affective questions, questions about specific information, complex questions, "philosophical" questions and others are described and classified; also types of teachers' questions and students' responses. The author emphasises the role of open questions at this educational stage/level. Experimental skills are described as those that lead to the discovery of the properties of objects and

substances. In primary school basic scientific skills are developed to become both deeper and wider. The concept of fair testing is considered in different contexts and the concept of variables is introduced; skills of data handling are also challenged.

Upper level of primary school is the time of inquiry-based teaching. In this part of the paper the author describes the steps or working questions that facilitate this demanding method of teaching. Proposed working questions include: what do we already know, what will our research question be, what is our hypothesis, how will we find out if this is true, how will we work, what are our results and conclusions, and how we will communicate our findings to others? At lower secondary level, when students are in the transition phase from the operational level to the abstract level the emphases of science teaching should be on thinking development. That is why new, more demanding concepts like sampling, ratio, probability, correlations, complex variables, equilibrium, formal models and others are introduced.

Key words: school science, scientific literacy, scientific skills, knowledge, developmental levels.

1 Uvod

Posebnost učenja naravoslovja je poleg širjenja in poglobljanja znanj v ožjem pomenu tudi razvijanje procesnih znanj ali naravoslovnih postopkov. V anglosaksonski literaturi so označena kot *skills*, v slovenskem prevodu tudi kot naravoslovne sposobnosti in spretnosti ali naravoslovne veščine. To so dejavnosti, ki so značilne za odkrivanje in raziskovanje oziroma za znanstvene metode dela. Če po vsebini sprašujemo z vprašalnico *kaj*, po postopkih sprašujemo z vprašalnico *kako*. Kako smo to naredili? Kako smo to odkrili? Kako to vemo? Naravoslovni postopki združujejo miselne in manipulativne dejavnosti in pomenijo kompleksno pojmovanje aktivnega učenja. So tudi temeljni kamen zgodnjega naravoslovja, tako za razumevanje pojavov in procesov v naravoslovju kot za razvijanje celotne znanstvene pismenosti.

Naravoslovni postopki se zaradi miselnih aktivnosti, ki jih zahtevajo, razvijajo in uvajajo skladno z miselnim razvojem. Tako so v predšolskem obdobju naravoslovni postopki enaki splošnim spoznavnim postopkom, kot sta na primer razvrščanje in urejanje. V obdobju konkretnih miselnih operacij se pojavijo specifični postopki, kot je na primer določanje spremenljivk, ki se v obdobju formalnega mišljenja razraste v sposobnost ravnanja z več spremenljivkami in v uporabo abstraktnih modelov ter globlje razumevanje delovanja znanosti v današnji družbi. Razvoj naravoslovnih postopkov je značilni spiralni model razvoja, pri čemer se isti postopek ali operacija razvija v vse bolj kompleksne dejavnosti. Tako se razvrščanje v predšolskem obdobju, ki temelji na iskanju razlik po eni spremenljivki, razvije v razvrščanje po več spremenljivkah, kar je na primer osnova za razumevanje bioloških ključev. Izvajanje preprostih poizkusov se postopno razvije v kompleksno dejavnost raziskovanja. Za nižjo stopnjo je na primer značilni postopek opazovanje in opisovanje, na najvišji stopnji, na primer v gimnaziji, pa naj bi bili dijaki sposobni evalvirati celoten raziskovalni projekt v smislu znanstvene veljavnosti in zanesljivosti.

2 Postopki v predšolskem obdobju

Med temeljne spoznavne postopke spadajo razvrščanje, urejanje, prirejanje, razporejanje v prostoru in času in uporaba sistemov znamenj.

Naravoslovje v predšolskem obdobju naj bi temeljilo predvsem na učenju razlikovanja, na iskanju razlik med snovmi, bitji in pojavi. Razlikovanje temelji na zaznavah oziroma na opazovanju. **Opazovanje** pa že lahko uvrščamo med naravoslovne postopke. Pri tem naj se uporabljajo vsa čutila, zaznave naj bodo vidne, slušne in tipne, zaznavajo naj vonj in okus.

Iz razlikovanja, ki je tudi razvojno primarnejše kot iskanje podobnosti, se postopno razvije razvrščanje, ki nasprotno temelji na iskanju podobnosti. **Razvrščanje** kot splošni spoznavni postopek vodi k oblikovanju pojmov in je prav zato tako pomembna spretnost. Razvrščanje je definirano kot določiti, izločiti lastnost – spremenljivko, ki je značilna za del objektov, pojavov ... in jo nato posplošiti in izpostaviti kot celotne lastnosti množice objektov, pojavov ..., ki to lastnost premorejo (Langford, 1987).

Urejanje vpelje semikvantitativne odnose. Spremenljivka ni le prisotna ali odsotna, temveč dobi vrednost, lahko je večja ali manjša. Razlikovanje med razvrščanjem in urejanjem je že miselno zahtevnejše, saj je povezano z razlikovanjem med vrstami spremenljivk. Zato na primer predmetov ne moremo urediti po barvi, lahko po njih uredimo po intenziteti barve. **Prerejanje** je povezovanje ali iskanje odnosov med dvema objektoma. Prerejanje se razvije v razvrščanje v preproste preglednice, kar je začetek veščin **ravnanja s podatki**.

Ekspérimentiranje kot naravoslovni postopek je v predšolskem obdobju omejeno na operacijsko določanje lastnosti in na simulacijo pojavov ali tehnoloških postopkov.

Operacijsko določanje lastnosti pomeni, da lastnost odkrijemo tako, da s snovjo ali objektom ... nekaj naredimo. Če želimo odkriti, kako se vedejo snovi v vodi, ali plavajo, se potopijo ali raztopijo, jih damo v vodo in opazujemo. Če želimo ugotoviti, kam gre voda po dežju, naredimo **simulacijo**: opazujemo pronicanje vode skozi prst v prozorni posodi. Poenostavljeno lahko izvedemo nekatere tehnološke postopke: izdelavo papirja, izdelavo opeke, izdelavo smetane, soka iz sadja in podobno.

Pri »ekspérimentiranju« spoznavajo različne pripomočke: posode, preprosta orodja in merilne naprave. Upravljanje z njimi prav tako spada med naravoslovne spretnosti (uporaba kapalke, spretnost prelivanja, presipanja, precejanja, sejanja in podobno). Za učenje in utrjevanje postopkov in seveda tudi drugih vsebin, ki se jih pri naravoslovnih dejavnostih naučijo, je priporočljivo prevajanje ene izkušnje v drugo ali ene vrste predstavitev v drugo (v angleščini representational redescription) (Karmiloff-Smith, 1995). Ko otroci nekaj opazujejo, naj to opišejo ali narišejo; ko nekaj naredijo, naj o tem pripovedujejo ali naj to narišejo; ali pa naj svojo zamisel najprej narišejo in povedo in šele nato izvedejo dejavnost. Pri tem gre za ozaveščanje dejavnosti, razvoj metakognicije in s tem nastajanje novega znanja.

Temeljni spoznavni postopki se do določene stopnje razvijajo spontano, njihov nadaljnji razvoj pa je v veliki meri odvisen od dialoga med odraslim in otrokom. V tem dialogu se pomembno izpostavlja veščina spraševanja. Veščina, ki naj bi jo obvladali odrasli in razvijali otroci.

Veščine spraševanja

Zakaj spodbujati vprašanja otrok?

- Tako odrasli kot otroci sprašujemo takrat, ko nečesa ne vemo ali ne razumemo. To omogoča drugim, da nam priskočijo na pomoč.

- Otroška vprašanja nakazujejo meje razumljivosti in s tem nakazujejo vzgojitelju smer prihodnjih aktivnosti.
- Vprašanja odkrivajo naivne in napačne pojme in tako pomagajo vzgojitelju pri konstrukciji popolnejšega razumevanja.
- Pri naravoslovnih dejavnostih otroci odkrijejo, da na nekatera vprašanja lahko sami odgovorijo s preprostim opazovanjem ali poizkusom, kar poveča zadovoljstvo in motivacijo za učenje.

Zlasti slednje – zmožnost razlikovanja med vprašanji, na katere znanost lahko odgovori, in tistimi, na katere nima odgovorov, je pomembno kasneje pri razumevanju delovanja znanosti v sodobni družbi.

Vprašanja otrok o naravi in naravoslovju lahko razvrstimo v nekaj skupin.

- Pogosta so vprašanja, ki izražajo čudenje in zanimanje. »Poglej kakšne barve je.« »Kako je velik?« S tovrstnimi vprašanji otroci navadno ne sprašujejo po podatku, izražajo le svoje presenečenje, navdušenje in zanimanje. Zato tudi ne pričakujejo odgovora. Dovolj je, da z njimi delimo navdušenje in zanimanje in jih z dodatnimi vprašanji usmerjamo pri opazovanju. Ob tovrstnih vprašanjih mora učitelj ali vzgojitelj znati presoditi, ali jih res zanima barva in velikost ali le izražajo svoje navdušenje.
- Vprašanja po podatkih so neposredna vprašanja po imenih, krajih, vrstah, dejstvih, definicijah in potrebujejo odgovor. Kako se imenuje ta rastlina? Kje ste našli ta kamen? Odgovori na ta vprašanja širijo vedenje in postopno pripomorejo tudi k razumevanju.
- Kompleksna vprašanja so za vzgojitelje in učitelje najzahtevnejša, ker potrebujejo naravoslovno razlago. Zakaj se sladkor v vodi raztopi? Tudi če učitelj ali vzgojitelj razlago pozna, je navadno prezahtevna za otroke. V tem primeru je najboljša vprašanja odložiti za kasneje. Včasih pa se taka kompleksna vprašanja da preoblikovati v raziskovalna vprašanja. Koliko sladkorja se raztopi v kozarcu vode? Ali se v enakem času raztopi sladkor v kockah kot sladkor v prahu?
- Filozofska vprašanja se navadno začnejo z vprašalnico *zakaj*. Zakaj sem jaz deček, ona pa deklica? Zakaj ptiči valijo jajca? Zakaj so na Zemlji gore? Navadno sprašujejo po nekem končnem vzroku in je nanje z znanstvenega vidika težko odgovoriti. V najboljšem primeru postanejo kompleksna vprašanja prezahtevna za otroško razumevanje. Nekatera (Zakaj ptiči valijo jajca?) lahko preoblikujemo v raziskovalna vprašanja. Ali so vsa jajca enaka? Kdaj različni ptiči valijo? Ali med živalmi valijo samo ptiči? In podobno.
- Raziskovalna vprašanja so tista, na katera lahko odgovorimo s preprosto raziskavo. Katera je najtrša kamnina? Kateri kamen bo v vodi najpočasneje potonil? S katerim kamnom lahko rišem po kamniti plošči? Navadno otroci v predšolskem obdobju še ne zmorejo iz raziskovalnih vprašanj razviti raziskave. Ustrezno vodenje in razvijanje raziskave pa omogoča prepoznanje razlik med spremenljivkami in vsaj na intuitivni ravni zaznavanje poštenega ali nepristranskega poizkusa.

Na mnoga otroška vprašanja je težko odgovoriti, zlasti na vprašanja, zakaj so stvari takšne, kot so. Včasih odgovora ne poznamo, ker pač vsega ne moremo vedeti, ali pa bi morali poseči na področja, ki so daleč stran od otroških izkušenj in razumevanja.

Naravoslovje v predšolskem obdobju naj bi bilo predvsem postavljanje novih in novih vprašanj, na katera naj bi otroci poskušali odgovoriti. Odrasli naj bi zapletena vprašanja poenostavili in jih razčlenili v več preprostejših vprašanj. Tako bi otroci lažje našli odgovore, ki bi jim bili razumljivi in bi jih lahko vgradili v svoj pojmovni svet. Pri tem je pravilnost odgovora manj pomembna od poizkusov povezovanja, posploševanja in sklepanja, pri čemer lahko otroci uporabijo svojo kreativnost in domišljijo. Delitev vprašanj na produktivna in neproduktivna se je uveljavila v slovenski strokovni literaturi. **Neproduktivna vprašanja** so tista, ki zahtevajo le enobesedni odgovor in zapomnitev. Na ta vprašanja lahko odgovorimo kar z *da* ali *ne* ali v splošnem z eno samo besedo. Ker se omejujejo na en sam odgovor in predvsem sprašujejo po podatkih, se imenujejo tudi »zaprta« vprašanja.

V zgodnjem naravoslovju imajo večjo težo vprašanja, pri katerih morajo otroci nekaj narediti, da dobijo odgovor. Dejanja so lahko zelo preprosta, kot na primer ozreti se v nebo. S tem je omogočeno, da vsi otroci, ne le verbalno sposobnejši, pridejo do odgovorov. Tovrstna vprašanja so akcijska (zahtevajo neko dejanje, akcijo) oziroma **produktivna vprašanja** (dajajo neki rezultat, produkt). Delimo jih na šest podskupin, ki si sledijo po zahtevnosti (Krnjel, 2001).

Vprašanja za usmerjanje zaznav

Pri teh vprašanjih gre za opozarjanje na drobne posebnosti in zanimivosti, ki so pogosto ključne za razumevanje nekega pojava ali lastnosti teles in snovi. Najpreprostejša vprašanja te vrste so: ste videli, ste opazili, ste začutili? Vprašanja usmerjajo na natančnost zaznavanja in uporabo različnih čutil za zbiranje podatkov.

Neki predmet ali organizem je lahko sestavljen iz posameznih delov in vsak od njih se razlikuje po določeni lastnosti. Zato vprašanja usmerjamo na dele in na celoto.

Pri opazovanju organizmov je pomembno razširiti vprašanja na njihov življenjski prostor.

Je temno? Je suho, vlažno? Katere barve je največ?

Pri pojavih pozornost usmerjajmo na spremembe.

Kaj se je zgodilo? Kaj počne? Kaj dela?

Vprašanja za primerjanje

Vprašanja spodbujajo iskanje podobnosti in razlik in vodijo k razvrščanju in urejanju zbranih podatkov. Pri primerjanju dveh predmetov, rastlin, ... lahko sprašujemo po kakovostnih razlikah. Kako se razlikujeta po barvi (obliki, vonju, otipu, po uporabi ...)? Sprašujemo lahko tudi po semikvantitativnih razlikah. Kaj je večje (daljše, težje, trdnjše ...)?

Sprašujemo lahko po podobnostih. Po čem sta si podobna? Po čem ali v čem sta si enaka? Kaj imata skupnega? Primerjanje več objektov vključuje postopke razvrščanja ali urejanja. Po čem so si semena v zbirki enaka? Po čem se razlikujejo? Kdo je največji (najmanjši)? Kaj je bolj hrapavo (gladko)? Katera žival ima največ (najmanj) nog?

Vprašanja za primerjanje pogosto implicirajo vprašanja za štetje in merjenje. Najprej moramo prešteti in izmeriti, da lahko primerjamo.

Vprašanja za spodbujanje štetja in merjenja

Cilji teh vprašanj je zbiranje kvantitativnih podatkov in uporaba različnih merilnih naprav. Štejemo lahko telesa. Koliko kapljic je v kozarcu? Koliko nog ima pajek? Štejemo pa lahko tudi pojave. Koliko mavric je na nebu? Kolikokrat je danes snežilo?

Snovi ne moremo šteti, zato jo najprej razmejimo. Napolnimo jo v posode in dobimo telesa: vrč vode, kozarec marmelade, žlico sladkorja. Telesa štejemo. Koliko vrčev vode? Koliko kozarcev marmelade? Koliko žlic sladkorja? Merimo lahko prostornino snovi. Koliko kozarcev vode je v vrču? Koliko žlic marmelade je v kozarcu? Z nestandardnimi enotami merimo lahko tudi druge količine. Koliko korakov meri naša igralnica? Koliko palic meri naš atrij?

Akcijska vprašanja

Z akcijskimi vprašanji spodbujamo eksperimentiranje (operacijsko določanje lastnosti) in ugotavljanje posledic dejanj. Nekatera vprašanja za primerjanje so že akcijska, saj morajo otroci najprej nekaj prešteti ali izmeriti, da lahko nanje odgovorijo. Akcijska vprašanja sprašujejo po rezultatu poizkusa in se navadno začnejo s »Kaj bi se zgodilo, če ...«. Nekaj je treba narediti, da lahko nanje odgovorimo. Veliko vrednost ima samostojno izpeljan poizkus. Otrok pri tem povezuje svoje ravnanje z izidom poizkusa, zato lahko svoje akcije usmerja in prilagaja do želenega izida. Lahko pa tudi primerja svojo napoved z izidom poizkusa. Kaj se zgodi s semeni, če jih posadiš v vlažno prst? Kaj se zgodi, če sonce posveti na ogledalo? Kaj se zgodi, če kepo snega postaviš na toplo? Kaj se zgodi, če zmešaš vodo in moko? Kaj se zgodi, če kaneš črnilo v vodo?

Raziskovalna vprašanja

Raziskovalna vprašanja vodijo k reševanju problemov, v iskanje vzrokov za vnaprej opredeljene posledice. Rezultat je znan, treba je najti pot – način, da bi do njega prišli.

Vprašanja ne sprašujejo le po rezultatu ali po izidu, ampak tudi po poti oziroma načinu, kako priti do rezultata. Sprašujemo, kaj narediti in kako, da bi prišli do nekega že napovedanega izida. To pa pomeni načrtovanje poizkusa, oblikovanje napovedi ali hipotez in izvedbo poizkusa. Otroci na tej stopnji navadno potrebujejo pomoč, in sicer v obliki namiga (Kaj, če bi naredili tako ...), predloga za pripomoček (Uporabili bomo ta zaboj ...), kaj naj uporabijo ali s čim lahko razpolagajo (na voljo so lepilni trak, škarje ...).

Iskanje odgovorov z raziskovanjem vključuje prepoznanje in kontrolo spremenljivk, ki se najprej pojavi spontano in nezavedno. Večkratna uporaba raziskovalnih vprašanj vodi k zavestnemu ravnanju s spremenljivkami in je eden zahtevnejših ciljev začetnega naravoslovja.

Kako bi ugotovil, koliko časa se suši luža na dvorišču? Kako bi ugotovil, katera posoda je najprimernejša za prelivanje? Kako bi ugotovil, s čim se hrani polž?

Vprašanja o razumevanju

Cilj teh vprašanj je spodbujanje sklepanja, pojasnjevanja, razlaganja in oblikovanja domnev. Sodobne teorije učenja poudarjajo individualni vidik razumevanja, zato naj bi vzgojitelji spraševali »Zakaj tako misliš?« ali »Kaj ti misliš, kako se to zgodi?« ipd. S tem se poskušamo izogniti temu, da bi otroci zaradi strahu pred »napačnimi« odgovori raje molčali. Poskušamo privzgajati mišljenje, da so vsi odgovori in razlage enako

veljavni, dokler jih ne preizkusimo in preverimo, seveda, če je to mogoče. Alternativni odgovori, ki so plod lastnega razmišljanja na temelju izkušenj, imajo večjo vrednost kot »pravilni« – naučeni odgovori. Natančno izpeljano in zavestno spreminjanje naivnih razlag vodi do oblikovanja ustrežnejših naravoslovnih pojmov. Vprašanja o razumevanju spodbujajo razmišljanje po opazovanju ali opravljenem poizkusu, pri čemer morajo imeti otroci dovolj časa za »premišljevanje«, da opazovani pojav sprejmejo in si oblikujejo razlago. Tovrstna vprašanja odkrivajo bogastvo in značilnosti otroških zamisli, ki jih vzgojiteljica lahko izkoristi za izhodišče pri načrtovanju novih dejavnosti.

Vprašanja morajo izhajati iz okolja otroka, upoštevati morajo razvojno stopnjo in otroške izkušnje. Kompleksna vprašanja razčlenimo na več preprostejših vprašanj oziroma podvprašanj, ki so konkretnjša in bližja otroškim izkušnjam. Kam gre voda iz mokrega perila? Zakaj se orosi ogledalo v kopalnici? Od kod voda na zunanji strani kozarca s hladno pijačo?

3 Postopki na razredni stopnji O. Š.

Na razredni stopnji se sistematično poglobljajo temeljni spoznavni postopki, kot so razvrščanje, prirejanje in urejanje, ti so v tesni povezavi z opazovanjem. Poleg opazovanja kot naravoslovnega postopka, ki se na razredni stopnji razvije v sistematično opazovanje, se razvija še eksperimentiranje v smeri razumevanja »poštenega« (nepriistranskega, objektivnega) poizkusa, razvija se ravnanje s podatki in utrjuje se veščina postavljanja vprašanj. Ob koncu drugega triletja so tako učenci že pripravljeni na raziskovanje, ki poveže do tedaj razvite postopke v skupno dejavnost. Ob raziskovanju se razvijajo še postopki napovedovanja, oblikovanja hipotez in predstavitev in povezovanje podatkov, kar vodi v posploševanje in iskanje zakonitosti.

Opazovanje

Za opazovanje v naravoslovju je značilno, da je načrtna in usmerjena dejavnost. Cilj opazovanja je zbiranje podatkov. Opazovanje se razvija glede na število ter vrsto spremenljivk, ki jih opazujemo. To določa natančnost in sistematičnost opazovanja, ta se z leti in z večjim obsegom znanja veča. Mlajši otroci navadno opazujejo neki objekt kot celoto. Zato je treba otroke pri opazovanju usmerjati. Lahko jih usmerimo iz opazovanja celote na posamezne dele ali pa nasprotno, iz posameznega dela na celoto in na skupne lastnosti. Opazovanje, ki se v prvem razredu prevaja v opisovanje, se razvije v primerjanje oziroma določanje razlik in podobnosti, kar vodi k razvrščanju in urejanju tudi po manj opaznih, bolj skritih lastnostih. Iz opazovanja in opisovanja teles preidemo v opazovanje pojavov. Oblikuje se pojem **spremenljivka**, opazujemo tisto lastnost, ki se spreminja. Pri tem navajamo otroke na sistematična, dolgotrajnejša opazovanja; na primer opazovanje pojava vsak dan ob isti uri. Tako opazovanje lahko preide v merjenje, na primer debeline snežne odeje. Opazovanje in povezovanje več spremenljivk vodi k ugotavljanju odnosov med spremenljivkami in ugotavljanju zakonitosti ali postavljanju teorij. Preproste odnose izražamo z besedno zvezo: čim bolj (več) ... tem več (manj) ... Ugotavljanje zakonitosti ni pomembno le zaradi razumevanja pojava, temveč tudi zaradi napovedovanja. Preprosto povezovanje oblakov in dežja je osnova za kasnejše razumevanja vremenskih napovedi. Pri nekaterih opazovanjih si lahko pomagamo z različnimi pripomočki. V prvem triletju lahko uporabljamo ročno lupo, stereo lupo, mikroskop, daljnogled, teleskop in druge pripomočke.

Eksperimentiranje

Dejavnosti, ki jih opredeljujemo kot poizkus ali eksperiment so med seboj po namenu in rezultatu lahko zelo različne. Zlasti razlikujemo med različnimi »poizkusi« in raziskovanjem. Zato vsaka praktična dejavnost še ni raziskovanje. Poizkus ali eksperiment kot operacijsko določanje lastnosti se uporablja v vsem obdobju razrednega pouka. To je na primer določanje lastnosti snovi (gostote) s spuščanjem predmetov v vodo ali določanje topnosti z raztapljanjem snovi v vodi, poizkusi z zrakom, poizkusi s sončno svetlobo in drugi. S temi »poizkusi« dobimo odgovore na vprašanje »Kaj se zgodi, če ...?« Drugačne vrste je poizkus, ki ga sprožimo zato, da neki pojav lahko natančneje opazujemo v kontroliranih okoliščinah in na temelju opazovanj sklepamo na neko zakonitost. Tudi ti poizkusi se uporabljajo v vsem triletju. Poizkus lahko uporabimo tudi za preverjanje hipotez ali napovedi. Izid pojava najprej napovemo in trditev preverimo s poizkusom. Namen tovrstnih poizkusov je motivirati učence k razmišljanju in ne le k opazovanju. S poizkusom lahko tudi simuliramo neki tehnološki postopek, na primer mešanje ali ločevanje zmesi. Demonstracijske poizkuse pogosto uporabljamo za usvajanje ali utrjevanje pojmov, lahko jih izvajajo učitelji ali učenci. Kaj je raztapljanje, najpreprosteje ponazorimo s poizkusom raztapljanja.

Cilj eksperimentalnega dela je lahko:

- operacijsko določanje lastnosti
- kontrolirano opazovanje
- preverjanje napovedi
- preverjanje hipotez
- prikaz (simulacija) tehnološkega postopka
- usvajanje pojmov (demonstracijski poizkus)
- določanje spremenljivk
- pošteno opravljen poizkus

Pojem poštenega poizkusa se lahko uvaža in utrjuje v večini naštetih primerih. Pri poštenem, objektivnem ali nepristranskem poizkusu najprej določimo spremenljivke in postavimo hipotezo. Pri poizkusu spreminjamo le to, kar trdi hipoteza. Na primer: trdimo, da se zvok po različnih snoveh različno hitro širi. Zato pri poštenem poizkusu spreminjamo snovi, zvok pa je enak. Če bi spreminjali še zvok, ne bi vedeli, ali je rezultat odvisen od različnega zvoka ali od različnih snovi.

Ravnanje s podatki

Znanje in spretnosti obdelave podatkov naj bi se razvijale postopno in skladno z drugimi procesnimi znanji ali naravoslovnimi postopki, kot je na primer opazovanje.

Za obdelavo podatkov potrebujemo najprej podatke. Te zberemo z opazovanjem nekega pojava, ki ga nato opišemo ali predstavimo v obliki besedila, lahko pa ga prikažemo v obliki stripa. Z njim povečamo preglednost pojava tako, da časovni potek predstavimo kot zaporedje slikic. Ko strip beremo, sledimo nekemu dogajanju v času.

Pri naravoslovju je opazovanje pojavov v naravi in njihovo opisovanje le eden od načinov zbiranja podatkov. Pogosto pojave sami sprožimo, naredimo poizkus in tako pridobimo podatke. Pojave spoznavamo po spremembah, nekaj se zgodi in spremeni,

pojavi se nekaj novega, in to opazimo, izmerimo, opišemo. Pri tem se lahko usmerimo na opazovanje le ene lastnosti pojava, na primer na barvo. Barva postane s tem spremenljivka, rdeče, črno, zeleno pa podatek. Zlasti dogajanja v živi naravi so pogosto taka, da jih lahko le opisujemo, na primer vedenje živali.

Nekatere druge spremembe pa lahko štejemo ali merimo. Tako dobimo kopico pomešanih podatkov, ki pa nam o pojavu še nič ne povedo. Zato je namen obdelave podatkov ta, da neki pojav opišemo pregledno in celovito. Urejeni podatki omogočajo primerjanje. Urejeni in obdelani podatki strnjeni v prikaz v obliki diagrama pa omogočajo ugotavljanje zakonitosti. Pri delu s podatki učenci spoznavajo, da tudi spremenljivke lahko razvrščamo v različne skupine. Najprej glede na pojav (odvisna in neodvisna spremenljivka), nato pa še po vrsti podatkov (opisne, ordinalne, kvantitativne, ...).

Že v predšolskem obdobju začno otroci spoznavati **tabelo** ali **preglednico**. V njej lahko združimo in primerjamo raznovrstne podatke, na primer hrano in njeno pripravo. Vrsto hrane in opis priprave uvrščamo med opisne ali kvalitativne spremenljivke (lestvice, podatke). Povedo nam le, v katero kategorijo neki podatek spada, ali v primeru hrane, ali jo jemo kuhano ali surovo. Za branje tabele bi bilo popolnoma vseeno, če bi bil vrstni red drugačen. Pač pa je v tabeli pomembno, kaj opredeljuje stolpec in kaj vrstica. Tako ima vsako okence v tabeli dve lastnosti ali združuje dva podatka.

Opis vremena (*jasno, delno oblačno, oblačno, dežuje, sneži*) uvrščamo med opisne ali kvalitativne podatke (lestvice, spremenljivke). Dnevi v tednu pa so vrstni ali ordinalni podatki (lestvice, spremenljivke). Zapisani so v nekem redu, v našem primeru od ponedeljka do nedelje, tako kot si sledijo dnevi v tednu ali tako kot teče čas. Te podatke lahko primerjamo po velikosti. Tako je petek bolj oddaljen od ponedeljka kot torek. Ordinarne lestvice so tudi šolske ocene ali pa letnice rojstva. V tabelo lahko zapisujemo tudi podatke, ki jih lahko štejemo – številske ali kvantitativne (lestvice, spremenljivke). Številske podatke izražajo velikost ali vrednost spremenljivke.

Če želimo podatke urediti v stolpce, morajo ti biti taki, da jih lahko štejemo (številske ali kvantitativne). Iz primerjave višin stolpcev lahko ugotovimo, česa je več ali manj, ne da bi šteli. Če pa nas zanima tudi številčna vrednost, položimo ob stolpce številski trak, na njem odčitamo vrednost spremenljivke, ki jo predstavlja določeni stolpec. Tako dobimo stolpčni diagram.

Če imamo opisne spremenljivke, na primer vrsto živali, ki predstavlja en stolpec, ni pomembno v katerem vrstnem redu si stolpci sledijo. Lahko začnemo z veverico ali pa z mravljo. Pri stolpčnih diagramih vrednosti posamezne spremenljivke med seboj lahko le primerjamo. Seveda pa lahko le s kvantitativnimi spremenljivkami prav tako narišemo stolpčni prikaz. Pri merjenju števila zasukov in poti, ki jo naredi igrača, je število zasukov in pot kvantitativna spremenljivka. Vsak stolpec ima na vodoravni osi točno določeno mesto, saj ta prikazuje število zasukov, ki narašča od leve proti desni. Tako dobimo iz vrste stolpcev nekakšno stopnišče. Iz takega stolpčnega diagrama pa lahko sklepamo na odnos med dvema spremenljivkama. Ker smo igračo morali najprej naviti, (*nekaj smo naredili, nekaj vložili v pojav*) je to neodvisna spremenljivka. Nato smo igračo spustili in izmerili pot (*nekaj smo dobili iz pojava*), zato je pot v tem primeru odvisna spremenljivka. Po tem, ali se stopnišče od leve proti desni vzpenja ali spušča, lahko sklepamo tudi, kakšna je ta odvisnost. V primeru, ko se stopnišče dviguje, je odvisnost istosmerna. Čim več zasukov pomeni tem daljšo pot. Pri kakšni drugi igrači je stopnišče lahko tudi bolj položno ali bolj strmo. Pri strmih stopnišču že majhna razlika v številu zasukov povzroči veliko razliko v prehojeni poti igračke. Od tovrstnih

stolpčnih diagramov (obe spremenljivki sta števni), lahko preprosto preidemo na linijski diagram ali graf. Stolpce spremenimo v črte, višino stolpcev označimo s piko. Sedaj pike pomeni stopnišče. Ko pike povežem s črto, dobimo graf. Pri grafu sklepamo na odnos med spremenljivkama podobno kot pri stopniščih. Čim bolj strm je graf, tem večjo razliko odvisne spremenljivke povzroči majhna razlika neodvisne spremenljivke. Pri položnem grafu pa velika razlika neodvisne spremenljivke povzroči majhno razliko odvisne spremenljivke.

Tipični grafi prikazujejo odvisnost določene količine glede na čas. Čas opredeljujemo tudi kot zvezno spremenljivko. Za tovrstne spremenljivke (podatke, lestvice) velja, da se spreminjajo zvezno. Čeprav merimo neko spremembo le vsako uro, predpostavljamo, da se sprememba dogaja zvezno, da jo lahko določimo tudi vsako minuto ali vsako sekundo. Matematično povedano: podatki zavzamejo na nekem omejenem intervalu neskončno mnogo različnih vrednosti.

Nasprotno od zveznih spremenljivk pa so diskretne spremenljivke tiste, ki zavzamejo le določeno vrednost. Lahko so opisne ali pa različne lestvice tudi številčne, kot so na primer šolske ocene. Tako v spričevalu ni napisana ocena 3,75 ampak le 3 ali 4.

Posebna oblika predstavitev podatkov je kolačnik (tortni diagram, strukturni krog). Uporabljamo ga takrat, ko skušamo predstaviti razmerje med številskimi podatki, ki tvorijo neko celoto. Iz kolačnika o sestavi zraka lahko preberemo, da je v zraku (celota: zrak kot zmes plinov) največ dušika, nato kisika in še najmanj vseh drugih plinov. Približno lahko ocenimo tudi kolikokrat manj je kisika.

Raziskovanje

Raziskovanje združuje različne naravoslovne postopke. Pri raziskovanju opazujemo, merimo, primerjamo, razvrščamo, eksperimentiramo, zbiramo in urejamo podatke, napovedujemo, oblikujemo hipoteze in raziskovalna vprašanja, podajamo in interpretiramo rezultate, posplošujemo in še kaj. Čeprav raziskovanje vključuje tudi eksperiment, je to le ena od stopenj v poteku raziskave. Navadno pri raziskavi naredimo več poizkusov, ki pa so si pogosto precej podobni. Če nas zanima, ali je neka snov topna v vodi, naredimo poizkus in žličko snovi stresemo v vodo. Pri raziskovanju pa nas zanima še kaj več, na primer koliko snovi se raztopi v 100 g vode, ali pa kako se topnost spreminja s temperaturo. Zato je raziskovanje še bolj kot eksperimentiranje usmerjeno na preiščeno ravnanje s spremenljivkami. Raziskovanje vključuje tudi premislek o raziskovalnem vprašanju ali hipotezi, ki jo želimo preveriti. To naredimo s poizkusom ali serijo poizkusov. Da je poizkus pošten, kar pomeni, da lahko hipotezo ohranimo ali zavržemo z veliko verjetnostjo, moramo biti pozorni na spremenljivke. Raziskovalna vprašanja morajo biti preverljiva, sicer nanje ne najdemo odgovora. Pogosto je prav to in pa načrtovanje poštenega poizkusa najtežji korak v raziskavi. Raziskovanje že v svojem pomenu vključuje načrtnost in preiščenost, zato raziskovati pomeni preiščevati, opazovati, eksperimentirati, meriti in znova preiščevati. Da raziskovanje olajšamo pa vseeno obdržimo lastnosti pravega znanstvenega raziskovanja, lahko ves proces razdelimo na več stopenj:

1. Kaj o tem (snovi, pojavu, bitju) kar raziskujemo, že vemo?
2. Kaj nas zanima? (Iz teh vprašanj izberemo in oblikujemo raziskovalno vprašanje)
3. Izdelava načrta raziskave. Kaj, kako bomo naredili?
4. Izvedba: opazovanje, eksperimentiranje, merjenje

5. Obdelava podatkov: interpretacija rezultatov, sklepanje na zakonitosti, posploševanje

6. Sporočanje: izdelava plakata, poročila, razstave ...

Dejavnosti ali naravoslovne postopke pri raziskovanju lahko razvrstimo v dve skupini: dejavnosti vezane na pridobivanje in ravnanje s podatki in dejavnosti za razvijanje in preizkušanje zamisli (Harlen, Allende, 2005).

<i>Pridobivanje in obdelava podatkov</i>	<i>Razvijanje in preizkušanje zamisli</i>
• opazovanje (zbiraje podatkov) • obdelava podatkov (tabele, grafi) • predstavitev podatkov (iskanje vzorcev, zakonitosti, sklepanje, napovedovanje ...) • sporočanje (interpretacija podatkov)	• postavljanje raziskovalnih vprašanj • postavljanje hipotez • načrtovanje poštenih poizkusov (spremenljivke in konstante) • razlaga rezultatov (posploševanje)

Tudi raziskovanje podobno kot vprašanja lahko razdelimo na zaprto in odprto in seveda vse vmesne stopnje. Pri zaprtem raziskovanju je določeno in definirano raziskovalno vprašanje, načrt dela oziroma zaporedje dejavnosti, pripomočki, način sporočanja in tako dalje. Pri odprtem raziskovanju v najširšem smislu pa je določen ali izbran le pojav, predmet, bitje ali snov, ki jo učenci raziskujejo, vse drugo pa je prepuščeno njim samim. Izbira med odprtim in zaprtim raziskovanjem je odvisna od starosti oziroma zmožnosti otrok, pa tudi od namena ali cilja raziskovanja. Za spoznanje določene zakonitosti je zato lahko primernejša zaprta raziskava, za razvijanje naravoslovnih postopkov pa čim bolj odprta.

4 Postopki na predmetni stopnji O. Š.

Prehod iz razredne na predmetno stopnjo je po starosti učencev skladen s preходом iz konkretnega na formalno raven mišljenja. Zato naj naravoslovni postopki in dejavnosti postanejo predvsem miselno zahtevnejši, s tem bo pouk naravoslovja pospeševal miselni razvoj. Prav naravoslovje je tisto področje (poleg matematike), kjer je mogoče miselne dejavnosti (stopnjo miselnega razvoja) dovolj nazorno primerjati z razumevanjem pojmov in procesov.

V tabeli je podan primer miselnih operacij in razlag na predoperacijski, na konkretni ravni in na formalni ravni mišljenja o procesu dihanja (Labinowich, 1989).

<i>Predoperacijska stopnja</i>	<i>Konkretna operacija</i>	<i>Formalne operacije</i>
	Dve spremenljivki, reverzibilnost, preprosta raziskovalna vprašanja: Kaj bi se zgodilo, če bi uvajali v apnico izdihani zrak in kaj bi se zgodilo, če bi v posodo z apnico uvajali zrak, ki ga vdihujemo?	Tri spremenljivke, formalni miselni modeli "model delcev", oblikovanje hipotez (teorij), načrtovanje poizkusov za preverjanje.
<i>Opazovanje brez povezav:</i> Ko pihamo v apnico, ta postane motna.	<i>Preproste povezave:</i> Izdihani zrak vsebuje več ogljikovega dioksida kot	<i>Abstraktne povezave:</i> V celicah glukoza reagira s kisikom, pri tem se sprošča

	vdihani.	energija. Ogljikov dioksid je produkt te reakcije.
--	----------	--

V tem obdobju se razvrščanje in urejanje razvija v dejavnosti z **več spremenljivkami**. Ugotavljajo se odnosi – relacije med spremenljivkami ter vrste spremenljivk: **odvisna, neodvisna spremenljivka in konstanta**. Poleg preprostih **relacij** obe spremenljivki naraščata ali obe padata, ali ena narašča druga pada, se uvaja pojem **korelacije**, interakcije ali součinkovanja spremenljivk. Večji poudarek je na **sestavljenih spremenljivkah** (gostota, hitrost, tlak ...). Utrjuje se pojem poštenega poizkusa. Vzporedno z razvojem postopkov je na tej stopnji potrebno uvesti nekaj ključnih pojmov, ki omogočajo razumevanje zahtevnejših naravoslovnih vsebin in omogočajo učenje z raziskovanjem (Addey, 2001).

To so na primer:

- **Razmerje in merilo:** Koncepta, pomembna pri razumevanju odnosov med mikro in makro ravni, ter med deli in celoto, ki pa sta slabo vpeljana v obstoječi kurikulum.
- **Sorazmerje:** Pogosto napačno uporabljen pojem za označevanje odnosa med dvema spremenljivkama, ki se sicer spreminjata v isti smeri (obe naraščata ali obe padata), vendar ne v sorazmerju.
- **Ravnovesje:** Koncept, ki je pogosto dojet le na intuitivni ravni brez zavestne uporabe operacij kompenzacije: če se ena spremenljivka poveča, se mora druga spremenljivka zmanjšati.
- **Kombinacije:** Razvijanje razumevanja součinkovanja spremenljivk ali korelacij, ki so v naravi pogostejše od čistih odnosov med spremenljivkami.
- **Verjetnost:** Spoznanje obseg veljavnosti znanstvenih trditev, posploševanj in ocen.
- **Formalni modeli:** Vpeljava modela o delčni naravi snovi (snov zgrajena iz delcev), ki omogoča razlago mnogih fizikalnih in kemijskih sprememb.

Na tej stopnji naj bi se v sklopu obdelave podatkov postopki razširili na načine zajemanja podatkov, na vzorčenje in preprosto statistiko in na določanje ranga ter mediane. Cilj teh dejavnosti vodi k spoznavanju obravnavanja pojavov v naravi in družbi, kjer je osebkov, ki tvorijo množico (populacijo), ki jo raziskujemo preveč, da bi lahko vsakega raziskali, tako da bi ga izmerili, opazovali in podobno. Zato raziskovanje izvedemo na vzorcu – manjši množici živali, rastlin ali ljudi. Vzorec mora imeti take lastnosti, da dovolj dobro predstavlja celotno množico. Pri tem uporabljamo predpostavko, čim večji je vzorec, tem bolje predstavlja celotno množico oziroma tem bolj je reprezentativen. Ker pa je enostavnejše in bolj ekonomično delati z manjšim vzorcem, nas zanima, kako velik naj bo vzorec, ki bo zadovoljivo predstavljal celotno populacijo. Vzorec naj bi predstavljal vse kombinacije spremenljivk, ki so v celotni množici, zato lahko že iz vzorca sklepamo na zvezo med vzrokom in posledico ali na povezavo (korelacijo) med spremenljivkami. Nasprotno od spremenljivk, ki jih lahko merimo in izrazimo s številom, imamo v biologiji pogosto opraviti z opisnimi spremenljivkami. Teh pa je lahko toliko, da jih na primer le pri enem primerku ne moremo opaziti. Pri večjem številu zrn lahko z večjo gotovostjo trdimo, da smo opisali vse spremenljivke, še vedno pa govorimo le o dovolj veliki verjetnosti, da so spremenljivke v celotni populaciji v enaki zvezi kot v preizkovanem vzorcu. Da je

primerjava množice spremenljivk sploh mogoča, moramo določiti njihove srednje vrednosti. Ena od srednjih vrednosti, ki jo lahko dovolj preprosto določimo, je **mediana**. To je vrednost spremenljivke, ki je na sredini urejene vrste podatkov. Precej pa nam o srednji vrednosti pove tudi rang, to je razpon, v katerem se gibljejo vrednosti spremenljivke. Iz podatkov, ki so napisani v obliki grafov ali tabel, lahko učenci kmalu dojamejo pomen takega urejenega zbiranja.

5 Viri

- Addey, P. Thinking Science: materials for CASE Cognitive Acceleration in Science Teaching, 2001, London: Mcmillan.
- Bajd, B., Ferbat, J., Krnel, D., Pečar, M. Okolje in jaz: spoznanje okolja za 1. razred devetletne osnovne šole, Priročnik za učitelje. 1. izd., 1999, Ljubljana: Modrijan.
- Harlen, W., Allende, J.E., Report of the working group on international collaboration in the evaluation of inquiry based science education programs, 2005, Santiago Chile: Fundacion para Estudios Biomedicos Avanzados de la Facultad de medicina.
- Harlen, W., Teaching, learning and assessing science 5-12, 2007, London: Sage Publications.
- Karmiloff-Smith, A., Beyond modularity, 1995, London: A Bradford Book.
- Krnel, D. (2001) Temelji naravoslovja (filozofija in zgodovina naravoslovja) kot del naravoslovnega kurikulumu. *Sodob. pedagog.*, 52(1), 164–185.
- Krnel, D. Narava. V: Marjanović Umek, L.(ur.), Kfrolič, R., Marjanović Umek, L., Videmšek, M., Kovač, M., Kranjc, S., Saksida, I., Denac, O., Vrlič, T., Krnel, D., Japelj Pavšič, B., Otrok v vrtcu: Priročnik h kurikulumu za vrtce. 1. natis., 2001, Maribor: Obzorja, cop., str. 157–175.
- Krnel, D., Pojmi in postopki pri naravoslovju in tehniki, 2004, Ljubljana: Modrijan.
- Krnel, D., Pojmi in postopki pri spoznavanju okolja, 2004, Ljubljana: Modrijan.
- Labinowich, E., Izvirni Piaget, 1989, Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Langford, P., 1987, Concept development in the primary school. London: Croom Helm.



2. DEL

Projekt

Razvoj naravoslovnih kompetenc

BIOLOGIJA

STALIŠČA KOT ENA OD TREH DIMENZIJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC – PRIMERI IZ BIOLOGIJE

Iztok Tomažič¹

¹Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1001 Ljubljana, iztok.tomazic@gmail.com

Povzetek

V letu 2006 je Evropski parlament objavil okvir osmih ključnih kompetenc vseživljenjskega učenja. Vsaka kompetenca vključuje pripadajoča znanja, spretnosti in stališča (odnose). V slovenskih šolah je pouk biologije usmerjen predvsem na razvijanje znanj, manj pozornosti se namenja razvijanju spretnosti, najmanj pa oblikovanju stališč posameznika. Stališča posameznika imajo pri pouku biologije pomembno vlogo, saj naj bi ta vodila, zahtevala, oblikovala ali predvidela dejansko vedenje posameznika. Zato je pri učencih treba preveriti stališča tako do trenutnih bioloških tem kot tudi kontroverznih družbeno-znanstvenih tem. Tako dobimo vpogled, kako jih učenci dojemajo. Po vpogledu v otrokovo dožemanje tem sledi razvoj ali ponovno vpeljevanje metodologij, na osnovi katerih lahko pričakujemo največje učinke v razvoju vseh treh dimenzij kompetenc. V zadnjih desetletjih se vse več raziskav usmerja v raziskovanje oblikovanja stališč učencev in širše javnosti ter vpliva stališč na okoljska vedenja. V prispevku je predstavljena osnovna metodologija, s katero se najpogosteje preverja stališča do različnih bioloških tem.

Ključne besede: kompetence, stališča, trikomponentni model stališč

Abstract

In the year 2006, the European Parliament published a framework of eight key competences for lifelong learning, each as “a combination of knowledge, skills and attitudes appropriate to the context”. Biology teaching in our schools is oriented primarily towards knowledge. Less time is devoted to developing skills. Even more, education mostly neglects attitudes as a constituent part of competences. Therefore, in the case of biology, it is necessary to first assess children’s attitudes towards general biology topics and also many times to controversial socio-scientific issues, and also to gain insight on how children perceive them. This should be later followed by developing or reintroducing methodologies from which we can expect the greatest effect on the development of all dimensions of the competences. There is a lot of research that has been lately focusing on school children and general public attitude development and its effect on pro-environmental behavior. In this paper I am presenting a basic methodology for assessment of attitudes on different biology topics.

Keywords: competences, attitudes, three-component attitude model

1 Uvod

V prispevku je predstavljen pregled dela literature, ki se navezuje na stališča, na njihovo oblikovanje, predvsem v povezavi z biološkim izobraževanjem. Na oblikovanje stališč do narave in organizmov vplivajo različni dejavniki, kot so na primer starost, spol, osebni dogodki, etnična pripadnost in aktivnosti v naravi. Eden od najpomembnejših dejavnikov pa je izobraževanje (Kellert, 1996). Pouk mora temeljiti na strategijah, s katerimi je mogoče doseči najboljše učinke pri pridobivanju znanja in oblikovanju stališč učencev, saj je le tako mogoče usposobili okoljsko odgovorne državljane (v Bogner, 1999).

Kompetence in vseživljenjsko učenje

V letu 2006 je Evropski parlament objavil okvir osmih ključnih kompetenc vseživljenjskega učenja (2006/962/ES). Vsaka od osmih ključnih kompetenc je zgrajena iz pripadajočih znanj, spretnosti in stališč (odnosov). Ena izmed teh kompetenc je tudi »matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji«. Njena opredelitev je naslednja:

Omenjena kompetenca »se nanaša na sposobnost in pripravljenost uporabe znanja in metodologije za razlago naravnega sveta z namenom ugotovitve vprašanj in sklepanja na osnovi dokazov. Kompetenca v tehnologiji pomeni uporabo omenjenega znanja in metodologije kot odziva na znane človeške želje ali potrebe. Kompetenca na področju znanosti in tehnologije vključuje razumevanje sprememb, nastalih zaradi posameznega državljana«. Kot bistveno za znanje, stališča in spretnosti so za to kompetenco opredeljena: znanje so osnovna načela naravnega sveta, temeljni znanstveni koncepti, načela in metode, tehnologija, tehnološki proizvodi in postopki ter razumevanje vpliva znanosti in tehnologije na naravni svet. Kompetence vključujejo sposobnost upravljanja s tehnološkim orodjem in stroji ter z znanstvenimi podatki za doseganje cilja ali sprejetje odločitve ali sklepa na osnovi dokazov. Posameznik mora biti sposoben ugotoviti bistvene lastnosti znanstvene raziskave in imeti sposobnost posredovanja sklepov in razlogov, ki so do tega privedli. Kompetenca vključuje odnos kritičnega spoštovanja in radovednosti, zanimanje za etična vprašanja in spoštovanje varnosti in trajnosti – zlasti glede znanstvenega in tehnološkega napredka v odnosu do samega sebe, družine, skupnosti in globalnih vprašanj.

Pouk biologije in razvoj kompetenc

Iz zgoraj omenjenega kompetenčnega okvirja je razvidno, da se mora posameznik razvijati po vseh treh komponentah posamezne kompetence. Torkar (2007) pa ugotavlja, da se pri pouku biologije v naših šolah v največji meri preverja oziroma od učitelja zahteva učinke, ki so večinoma povezani z znanjem. Manj pozornosti se namenja preverjanju spretnosti, najmanj pa stališčem, za katera je znano, da so mnogokrat ključen vir odločanja in delovanja posameznika (Šorgo in Ambrožič-Dolinšek, 2009; Fazio in Zanna, 1981).

Če je pouk zasnovan le v obliki klasičnega poučevanja v smislu "kreda in tabla", je težko pričakovati, da bodo učenci razvili tudi spretnosti, ki so vezane na primer na eksperimentalno in laboratorijsko delo, delo v projektnih skupinah, terensko delo ter delo z informacijsko in komunikacijsko tehnologijo. Zgoraj omenjeno se izraža tudi pri zasnovah in izvedbah pouka biologije (Strgar in Vrščaj, 2009).

Stališča in pomen neposredne izkušnje pri oblikovanju stališč

Stališča pomenijo občutja, osnovana na prepričanjih, ki določajo naše odzive na objekte, ljudi ali dogodke. Če verjamemo, da je nekdo hudoben, lahko do njega občutimo odpor in smo do njega tudi neprijazni. Stališča tako vodijo naša dejanja. Lahko pa je tudi nasprotno, da dejanja vplivajo na stališča (Myers, 2007).

Stališča imajo na področju družboslovnih in vedenjskih ved pomembno vlogo tako v raziskovalnem smislu kot tudi pri razvoju teorij (Ajzen, 2001). Kraus (1995) trdi, da je stališče kot koncept še posebej pomembno, saj meni, da stališče nekako vodi, vpliva, zahteva, oblikuje ali predvidi dejansko vedenje posameznika. V bazi podatkov, ki jo navaja Kraus, je bilo od leta 1974 do 1995 objavljenih več kot 34 000 raziskav na temo stališč. Zgoraj omenjena avtorja na osnovi pregledane literature natančno opišeta naravo, vlogo in pomen raziskav ter izsledkov na temo stališč za družboslovne vede. Fazio in Zanna (1981) trdita, da ima oseba po neposredni izkušnji na voljo več informacij kot tista, ki ni imela neposredne izkušnje. Imeti več informacij pa pomeni lažje vrednotenje objekta na bolj jasen, zanesljiv in smotrni način. Tako stališče naj bi v večji meri vplivalo na prihodnje vedenje.

Trikomponentni model stališč predvideva, da je stališče zgrajeno iz prepričanj, občutkov in vedenj (Bizer, 2004). Prepričanja (kognitivna komponenta) omogočajo miselno povezovanje med objektom stališča in njegovimi lastnostmi. Prepričanja so po naravi lahko ocenjevalna. Občutki (afektivna komponenta) so izkušnje ugodnega ali neugodnega, ki jih izzove objekt stališča. Vedenja pa so značilna dejanja, ki vključujejo približevanje ali umik od objekta stališča. Model predvideva, da imajo ljudje pozitivno stališče tedaj, ko so njihova občutja, prepričanja in vedenja objektu stališča naklonjena in nasprotno. Skupno vrednotenje se razlikuje od posamezne komponente, tj. od prepričanja, občutja in vedenja, ki vplivajo na skupno vrednotenje. Stališče torej ni nujno zgolj seštevek vseh treh komponent. Stališče do objekta oseba shrani v spomin. Objekt stališča pa lahko izzove le posamezne komponente stališča in tudi te so lahko subjektivno shranjene v spominu (Olson in Maio, 2003).

Ugotovljeno je bilo (Wilson in sod., 2000), da ko se stališče do določenega objekta spremeni, spremenjeno ne nadomesti prvotnega (implicitno stališče) stališča, temveč ga le zamenja (eksplicitno stališče). Opisana razlaga se je oblikovala v model dvojnih stališč, v katerem avtorji zagovarjajo, da so dvojna stališča različna vrednotenja istega objekta. Stališče, ki ga oseba izraža, je odvisno od kognitivne zmožnosti posameznika priklicati kasnejše stališče. Četudi se kasnejše stališče spremeni, lahko ostane prvo nespremenjeno (Wilson in sod., 2000). Nekateri menijo, da lahko neskladnosti, ki se pojavijo med vedenjem in stališčem, pripišemo tudi dvojnemu stališču (v Ajzen, 2001).

Pri meritvah stališč (v obliki samoporočilnih lestvic) je težava v tem, da oseba oceni eksplicitno stališče in ne implicitnega (prvotnega). Prvega lahko prikliče iz spomina, drugo pa je nezavedno. Raziskovalci stališč zato poleg lestvic stališč uporabljajo še dodatne metodologije za proučevanje le-teh; opazovanje verbalne in neverbalne komunikacije pri osebah ali z uporabo analize reakcijskih časov pri pripisovanju pozitivnih in negativnih lastnosti objektu odnosa.

Olson in Maio (2003) sta izrazila potrebo po razvoju teorije, ki bi opisala, kdaj oz. v katerih primerih naj bi ena komponenta stališča imela večji vpliv od druge. Treba pa je upoštevati, da imata afekt in kognicija različne zahteve pri procesiranju, kjer naj bi bile afektivne asociacije hitreje dostopne in naj bi se lažje procesirale kot kognitivne.

Raziskovanje stališč v biološkem izobraževanju

Izsledke in metodologijo raziskav stališč na družboslovnem področju se vse večkrat uporablja tudi za načrtovanje raziskav, ki so vezane na naravoslovno področje, predvsem na okoljevarstveno in naravovarstveno. Raziskovanje stališč postaja vse bolj pomembno tudi pri raziskovanju učinkov različnih načinov poučevanja. V zadnjih letih raste pomen raziskav družbeno-znanstvenih tem in stališč učencev do le-teh, saj se ugotavlja, da samo poznanje problematike ne privede nujno tudi do ustreznega delovanja posameznika (Šorgo in Ambrožič-Dolinšek, 2009). Tovrstne raziskave so usmerjene v raziskovanje stališč glede biotehnologije in gensko spremenjenih organizmov (Prokop in sod., 2007; Erdoğan in sod., 2009; Šorgo in Ambrožič-Dolinšek, 2009; Klop in sod., 2010), narave in okolja (Leming in sod., 1995; Bogner in Wiseman, 2006; Yilmaz in sod., 2004) in varovanja zdravja posameznika (Livingston in sod., 2007). Usmerjene so v preučevanje stališč do različnih organizmov (Kellert, 1985; Yore in Boyer, 1997; Prokop in Tunnicliffe, 2010; Tomažič, 2008), karizmatičnih živali (Barney in sod., 2005; Lukas in Ross, 2006), živali, ki se ljudem gnusijo (Prokop in Tunnicliffe, 2008), živali, ki se jih ljudje bojijo (Thompson in Mintzes, 2002; Prokop in sod., 2009a; Prokop in sod., 2009b), makroparazitov (Prokop in sod., 2010), rastlin (Fančovičová in Prokop, v tisku). Preučuje pa se tudi stališča učencev do predmeta biologije (Prokop, Prokop in Tunnicliffe, 2007).

Vse zgoraj omenjene raziskave so analizirale predvsem stanje. Tovrstna metodologija pa omogoča tudi raziskovanje učinkov pedagoškega dela. Omogoča ugotavljanje, kako učinkovito različne metode in oblike pedagoškega dela spreminjajo stališča, znanje in delovanje (vedenje) učencev (Bogner, 1998; Johnson in Manoli, 2008).

Namen te študije je bil pregledati literaturo, ki se navezuje na raziskovanje stališč v povezavi z različnimi področji biološkega izobraževanja ter izbrati metodologijo, ki bi bila primerna za evalvacijo didaktičnih gradiv, razvitih v sklopu projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. V rezultatih je podan primer uporabljene metodologije.

2 Metoda

V prispevku so predstavljene raziskave, ki so kot osnovno orodje uporabile Likertovo lestvico ali lestvico stališč. Teme so vsebinsko vezane na določeno tematiko s področja naravoslovnega izobraževanja (tabela 1). Metodologija, uporabljena v prispevkih, se je izkazala kot primerna predvsem zaradi hitre pridobitve podatkov in s statistično zanesljivimi in primerljivimi rezultati podobnih raziskav. Članki, ki so kot osnovo za proučevanje stališč uporabili omenjeno metodologijo, sem v večji meri izbral v dveh informacijskih virih, EBSCOhost in Web of Science®.

Metodologija raziskovanja stališč je največkratnaslednja: Raziskovalec najprej oblikuje Likertovo lestvico (Likert, 1932). Pri tem upošteva, da so enote znotraj Likertove lestvice vsebinsko vezane na izbrana področja določene problematike. Vsebinsko veljavnost posameznih enot nato preverijo področni strokovnjaki. Raziskovalec najprej v obliki pilotne raziskave preveri statistično veljavnost in zanesljivost lestvice. Najpogosteje se uporabi vzorec, ki mora biti glede na število enot vprašalnika primerno visok. Sledi analiza osnovnih komponent (principal components analysis - PCA), v večini primerov s pravokotno 'rotacijo faktorske matrike 'Varimax', ki razporedi enote v več manjših kategorij. Cronbachova alfa se največkrat uporablja kot enota zanesljivosti posamezne kategorije. Višina alfe naj bi bila vsaj 0,7 (Leech in sod., 2005), da lahko zanesljivo trdimo, da enote, opisane v posamezni kategoriji, spadajo v to kategorijo. Nekateri avtorji so upoštevali tudi Cronbachove alfe, ki so manjše od 0,7 (Erdogan in

sod., 2009; Prokop in sod., 2009a). Na osnovi kategorizacije se pridobi statistično in vsebinsko veljavne kategorije trditev. Končni vprašalnik se nato lahko uporabi na večjem vzorcu. V statistični obdelavi se zopet izvede faktorsko analizo in podrobneje analizira povezave med kategorijami ter vpliv različnih neodvisnih spremenljivk, kot so na primer spol, starost, izobrazba, socialno ekonomski status, in drugih na ocenjevanje posamezne kategorije.

3 Rezultati z diskusijo

Rezultati analize prispevkov, ki se ukvarjajo z raziskovanjem stališč na različnih področjih biološkega izobraževanja in varstvene biologije, so podani v tabeli 1. Raziskave stališč so usmerjene na različna, skoraj vsa področja biološkega izobraževanja. Ugotavlja se stališča pri različnih starostnih skupinah učencev, pri učiteljih na različnih nivojih poučevanja ter v sklopu formalnih (v razredu) in neformalnih (živalski vrtovi) oblik izobraževanja. Poleg stališč se mnogokrat obravnavata tudi znanje in pripravljenost za delovanje.

Tabela 1: Seznam prispevkov v katerih so preučevali stališča

N	TEMA	Znanje / odnos / prepričanje	Namen raziskave	Starostna skupina (razred)	Avtor-ji
1	živali splošno	stališča	ugotoviti odnos študentov do živali	študenti	Bart, 1972
2	živali splošno	stališča	ugotoviti odnos študentov do živali	študenti	Collins, 1976
3	živali splošno	znanje in stališča	ugotoviti znanje in odnos otrok do živali	OŠ, SŠ, odrasli nad 18 let	Kellert, 1985
4	kače	znanje in stališča	vpliv 'količine' neposredne izkušnje in informacij na znanje in odnos	5.–8. razred	Morgan, 1992
5	organizmi splošno	znanje in stališča	ugotoviti odnos do organizmov glede na predhodne izkušnje in znanje	študenti	Yore in Boyer, 1997
6	živali splošno	stališča	ugotoviti odnos otrok do organizmov	9–15 let	Bjerke, Odegardstuen in Kaltenborn, 1998
7	črni hudournik	stališča in vedenje	ugotoviti spremembe v odnosu, znanju in vedenju do živali in okolja	10–16 let	Bogner, 1999
8	morski psi	znanje in stališča	ugotoviti znanje in odnos do morskih psov	OŠ, SŠ, študenti	Thompson in Mintzes, 2002
9	delfini	znanje in stališča	ugotoviti znanje in odnos do delfinov	OŠ, SŠ, študenti psihologije in morske biologije	Barney, Mintzes in Yen, 2005
10	gorile in šimpanzi	znanje in stališča	ugotoviti znanje in odnos obiskovalcev živalskega vrta, do šimpanzov in goril vplivi učiteljevih vrednot na njegovo	18 in več let	Lukas in Ross, 2005
11	narava	vrednote	vzgojno izobraževalno delovanje na področju varstva narave	učitelji	Torkar, 2006
12	kače	znanje in stališča	ugotoviti stališča in znanje do kač	študenti	Prokop, Özel in Uşak, 2009a
13	zanimanje za določeno vsebino	zanimanje in znanje	ugotoviti vpliv predhodnega in situacijskega zanimanja na znanje	OŠ	Randler in Bogner, 2007
14	Zanimanje za biologijo	stališča do biologije	ugotoviti stališča učencev do biologije	OŠ	Prokop, Prokop in Tunncliffe, 2007
15	Zdravje (sončenje)	vedenje	ugotoviti vedenja mladih glede varovanja pred sončnimi žarki	mladostniki (12– 17 let)	Livingston, White, Hayman in

Tabela 2: Razporeditev trditev v posamezen faktor

TRDITEV	FAKTOR		
	1	2	3
ZNANSTVEN			
Rad bi spoznaval različne vrste krastač.	0,804		
Rad bi izvedel več o življenjskih okoljih krastač.	0,791		
Rad berem različne stvari o krastačah.	0,761		
Rad bi izvedel, kako se krastače prehranjujejo, kako vohajo in slišijo.	0,725		
Rad bi izvedel, kako so se krastače razvile.	0,649		
Krastače bi z veseljem preučeval v naravi.	0,642		
Ko strokovnjaki govorijo o krastačah, se dolgočasim.	0,573		
Avtomobili vsako leto pvozijo preveč krastač.	0,495		
Krastače bi lahko opazoval dolgo časa.	0,443		
NEGATIVISTIČEN			
Ko se sprehajam po gozdu, nimam posebne želje videti kakšne krastače.		0,721	
Raje bi si ogledal model krastače kot živo krastačo.		0,711	
Krastače so nagražne (nagnusne).		0,699	
Raje bi si ogledal oddajo o krastačah, kot pa jih opazoval v naravi.		0,649	
V rokah bi rad držal krastačo.		0,602	
Krastač se bojim.		0,521	
Kako krastačo bi rad imel tudi doma.		0,511	
Menim, da so krastače grde.		0,493	
MORALISTIČEN (EKOLOŠKI)			
Tropskega deževnega gozda ni treba zavarovati, saj se bodo krastače, ki tam živijo, preselile drugam. – Ekološko			0,677
Krastače bi bilo najbolje kar pobiti. – Negativistično			0,622
Tudi krastače morajo imeti pravice. – Moralistično			0,606
Krastač ne bi rad lovil. – Moralistično			0,555
Lovljenje krastač za zabavo je kruto. – Moralistično			0,545
Zadrževanje krastač v ujetništvu je kruto. – Moralistično			0,543
Krastače so v naravi zelo pomembne. – Ekološko			0,526
Krastače so koristne, ker lovijo komarje in drugi mrčes. – Ekološko			0,510

Primer uporabljene Likertove lestvice

V prvi raziskavi, v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc, sem preveril odnos učencev do krastač (TAQ, toad attitude questionnaire). Večina enot za Likertovo lestvico je bila pridobljena iz že obstoječih raziskav, ki so preverjale odnos do drugih organizmov (Barney in sod., 2005; Lukas in Ross, 2005; Thompson in Mintzes, 2002).

V pilotni raziskavi je sodelovalo 195 učencev od šestega do devetega razreda iz treh osnovnih šol. Izvirni vprašalnik je vseboval 35 enot. Po končani analizi sem obdržal 25 enot, ki so se na podlagi faktorjske analize (z Varimaxovo rotacijo) smiselno razporedile v treh kategorijah (faktorjev). Prvi trije faktorji so skupaj opisali 47,8 % variance, prvi faktor pa 28,8 % skupne variance. Cronbachova alfa za vseh 25 enot je bila 0,88, za prvi faktor 0,88, za drugega 0,80 in za tretjega 0,74, kar nakazuje na ustrezno zanesljivost kategorij (tabela 2). Omenjeni vprašalnik sem zato lahko kasneje uporabil za evalvacijo učinka izkustvenega pouka na znanje in odnos učencev do dvoživk.

4 Sklep

Prispevek je del analize, ki je bila izvedena na začetku projekta, kjer smo analizirali stanje biološkega izobraževanja. Pregled in analiza literature sta nam rabila za načrtovanje aktivnosti in izdelavo učnih gradiv v okviru omenjenega projekta.

Tema tega prispevka je usmerjena predvsem v vpeljevanje metodologije preverjanja učinkovitosti različnih načinov poučevanja, kjer se pri učencih in učiteljih preverja kognitiven, afektiven in konativen učinek (za širšo diskusijo in utemeljitev glej Thompson in Mintzes, 2002; Bogner in Wiseman, 2006).

S tovrstnimi evalvacijami lahko poleg znanja preverjamo tudi stališča in spretnosti posameznika z namenom razvoja ali ponovnega vpeljevanja metodologij poučevanja, na podlagi katerih je pričakovati največje učinke. Le tako celostno začnemo oblikovati državljanke, ki delujejo odgovorno do sebe, družbe in okolja.

5 Viri

- Ajzen, I. (2001). Nature and operation of attitudes. *Annual Review of Psychology*, 52, 27–58.
- Barney, E. C., Mintzes, J. J., & Yen, C.-F. (2005). Assessing Knowledge, Attitudes, and Behavior toward Charismatic Megafauna: The Case of Dolphins. *Journal of Environmental Education*, 36(2), 41–55.
- Bart, W. (1972). Hierarchy among attitudes toward animals. *Journal of environmental education*, 3 (4), 4–6.
- Bizer, G. Y. (2004). Attitudes. *Encyclopedia of Applied Psychology*. Spielberger C. D. in sod. (ur.). San Diego (CA), Academic Press/Elsevier: 245–249.
- Bjerke, T., Odegardstuen, T. S., Kaltenborn, B. P. (1998). Attitudes toward animals among Norwegian children and adolescents: Species preferences. *Anthrozoos*, 11(4), 227–235.
- Bogner F. X. 1998. The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *Journal of Environmental Education*, 29 (4), 17–29.

- Bogner, F. X. (1999). Empirical evaluation of an educational conservation programme introduced in Swiss secondary schools. *International Journal of Science Education*, 21 (11), 1169–1185.
- Bogner, F.X., & Wiseman, M. (2006). Adolescents' attitudes towards nature and environment: quantifying the 2-MEV. *Environmentalist*, 26(4), 247–254.
- Collins, M. A. J. (1976). Questionnaires and changing students-attitudes to animals. *Journal of Environmental Education*, 8(2), 37–40.
- Erdoğan, M., Özel, M., Uşak, M., Prokop, P. (2009). Development and validation of an instrument to measure university students' biotechnology attitude. *Journal of Science Education & Technology*, 18(3), 255–264.
- Fančovičová, J., Prokop, P. (2010). Development and initial psychometric assessment of the Plant Attitude Questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, in press
- Fazio, R.H., Zanna, M.P. (1981). *Direct experience and attitude-behavior consistency. Advances in experimental social psychology*. Berkowitz L. (ur.). San Diego: CA, Academic Press: 161–202.
- Johnson, B., & Manoli, C. (2008). Using Bogner and Wiseman's Model of Ecological Values to measure the impact of an earth education programme on children's environmental perceptions. *Environmental Education Research*, 14(2), 115–127.
- Kellert, S. R. (1985). Attitudes toward animals: age-related development among children. *Journal of Environmental Education*, 16(3), 29–39.
- Klop, T. , Severiens, S. E. , Knippels, M-C. P. J. , van Mil, M. H. W., & Ten Dam, G. T. M. (2010). Effects of a Science Education Module on Attitudes towards Modern Biotechnology of Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1127–1150.
- Kraus, S. J. (1995). Attitudes and the prediction of behavior – a metaanalysis of the empirical literature. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21(1), 58–75.
- L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije. PRIPOROČILO EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA, z dne 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje, (2006/962/ES), [30.12.2006: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:PDF>].
- Leech, N. L., Barrett, K. C., Morgan, G. A. (2005). *SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation*. 2. ed. Mahwah: NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Leeming F. C., Dwyer W. O., Bracken, B. A. (1995). Children's Environmental Attitude and Knowledge Scale: Construction and Validation. *Journal of Environmental Education*, 26(3), 22–31.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Livingston, P. M., White, V., Hayman, J. & Dobbinson, S. (2007). Australian adolescents' sun protection behavior: Who are we kidding? *Preventive Medicine*, 44(6), 508–512.
- Lukas, K. E., & Ross, S. R. (2005). Zoo Visitor Knowledge and Attitudes toward Gorillas and Chimpanzees. *Journal of Environmental Education*, 36(4), 33–48.

- Martín-López, B., Montes, C., & Benayas, J. (2007). The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 139, 67–82.
- Morgan, J. M. (1992). A theoretical basis for evaluating wildlife-related education-programs. *American Biology Teacher*, 54(3), 153–157.
- Myers D. G. (2007). *Psychology*. New York, Worth Publishers: 928 str.
- Olson J. M., Maio G. R. (2003). Attitudes and Social Behavior. *Handbook of Psychology*, Vol.5. Weiner I. B. (ur.). New Jersey, John Wiley & Sons: 299–325.
- Prokop, P., Prokop, M., Tunnicliffe, S.D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42 (1): 36–39.
- Prokop, P., Lešková, A., Kubiátko, M., Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895–907.
- Prokop, P., Tunnicliffe, S. D. (2008). 'Disgusting animals': Primary school children's attitudes and myths of bats and spiders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4 (2), 87–97.
- Prokop, P., Özel, M., Uşak, M. (2009a). Cross-cultural comparison of student attitudes toward snakes. *Society and Animals*, 17(3), 224–240.
- Prokop, P., Fančovičová, J., Kubiátko, M. (2009b). Vampires are still alive: Slovakian students' attitudes toward bats. *Anthrozoös*, 22(1), 19–30.
- Prokop, P., Tunnicliffe, S.D. (2010). Effects of keeping pets on children's attitudes toward popular and unpopular animals. *Anthrozoös*, 23(1), 21–35.
- Prokop, P., Uşak, M., Fančovičová, J. (2010). Health and the avoidance of macroparasites: A preliminary cross-cultural study. *Journal of Ethology*, 28(2), 345–351.
- Randler, C., & Bogner, F. (2007). Pupils' Interest Before, During, and After a Curriculum Dealing With Ecological Topics and its Relationship With Achievement. *Educational Research & Evaluation*, 13(5), 463–478.
- Strgar, J., Vrščaj D. (2008). Matura. V A. Šorgo (ur.), *Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali biologija*. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 68–81.
- Šorgo, A., Ambrožič-Dolinšek, J. (2009). The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers. *Electron. J. Biotechnol.*, 12(3), 1–13.
- Thompson, T. L., & Mintzes, J. J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: on knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*, 24(6), 645–660.
- Tomažič, I. (2008). The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. *Acta Biologica Slovenica*, 51(1), 39–49.
- Tomažič, I. (2010). Primary school children's direct experience of and attitude toward toads. V: LAZAR, Borut (ur.). XIV. IOSTE Symposium, June 13.–18. 2010, Bled, Slovenia. Socio-cultural and human values in science and technology education : conference program, 52.

- Torkar, G., Praprotnik, L., Bajd, B. (2007). Odnos študentov, bodočih učiteljev, do živali. *Pedagoška obzorja*, 22(1-2), 136–149.
- Torkar G. (2006). Vplivi učiteljevih vrednot na njegovo vzgojno izobraževalno delovanje na področju varstva narave: doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 182 str.
- Wilson T. D., Lindsey S., Schooler T. Y. (2000). A model of dual attitudes. *Psychological Review*, 107(1), 101–126.
- Yilmaz, Ozgul , Boone, William J. and Andersen, Hans O. (2004). Views of elementary and middle school Turkish students toward environmental issues. *International Journal of Science Education*, 26(12), 1527–1546.
- Yore, L. B., & Boyer, S. (1997). College students' attitudes towards living organisms: The influence of experience & knowledge. *American Biology Teacher*, 59(9), 558–563.

RAZVOJ DIGITALNE KOMPETENCE PRI POUKU BIOLOGIJE KOT ENE OD OSMIH KLJUČNIH NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

Andreja Špernjak¹, Andrej Šorgo¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija (FNM UM), andreja.spernjak@uni-mb-si in andrej.sorgo@uni-mb.si

Povzetek

Na področju naravoslovja je digitalna kompetenca ena od osmih ključnih kompetenc, ki jo pri pouku biologije, fizike in kemije lahko prav tako uspešno razvijamo kot pri računalništvu ali matematiki. Žal je razvoj in vsebina digitalne kompetence velikokrat napačno razumljena, saj mnogi menijo, da so učenci digitalno kompetentni, če računalnik uporabljajo kot administrativni pripomoček ali kot le pripomoček za brskanje po internetu. Z raziskavo smo ugotovili, da osnovnošolski učitelji biologije in naravoslovja pri laboratorijskem delu ne uporabljajo računalniško podprtega laboratorija in le redko računalniške simulacije, posledično ne razvijajo digitalne kompetence, čeprav je po mnenju učencev računalniško podprt laboratorij, kot eden izmed načinov laboratorijskega dela najbolj priljubljen. Na drugo mesto so učenci od šestega do devetega razreda osnovne šole uvrstili klasično izvedbo laboratorijske vaje in na tretje mesto računalniško simulacijo, ki je ne dojemajo kot laboratorijsko vajo, saj le klikajo na gumb miške, kar jih dolgočasi, saj sami ne naredijo nič konkretnega.

Ključne besede: biologija, digitalna kompetenca, laboratorijsko delo, računalniško podprt laboratorij, simulacije

Abstract

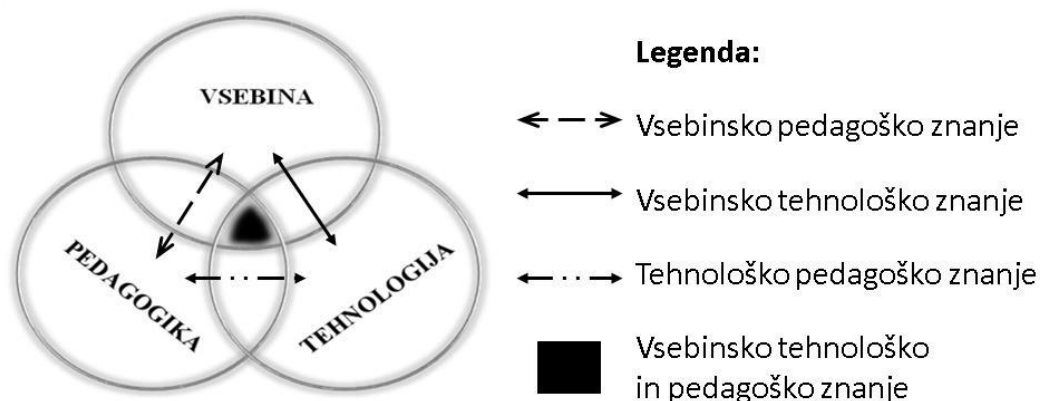
In the field of science the digital competence is one of the eight key competences that can be successfully developed during the lessons of biology, physics and chemistry as well as in the frame of computer science or mathematics. Unfortunately, the development of digital competences is misunderstood because of believing that students are digitally competent, if they use the computer as an administrative tool or merely as a tool for browsing the Internet. Teachers rather than pupils should be digitally competitive, because they know how to combine learning content, pedagogical and technological knowledge that should be understandable to the pupils and appropriately presented. By using the questionnaire on 106 Slovenian biology and science teachers in lower primary schools, we found that they are not trained to indicate the manner of modern teaching by incorporating information communication technology (ICT). From the results we can conclude that the laboratory work enables the use of relevant and potential computer applications, which also include a computer-supported laboratory and computer simulations. Consequently, pupils do not develop a series of key competences including digital competence, basic technology in science and technology, and mathematics learning competence as well as learning competence. The teachers prepare for work and use the ICT in the classroom as an administration tool for writing action plans, learning devices, control functions, and notices. Younger teachers up to forty years of age often use Internet to find information and increasingly use the electronic whiteboard more often than teachers of forty years or more. But younger and older teachers are not familiar with computer-supported laboratory and simulations,

although we discovered that computer-supported laboratory, according to pupils, is the most popular method of laboratory work. Pupils ranked the classic method of laboratory work in second place and computer simulation in third place. The popularity of laboratory work was confirmed by carrying out three different laboratory experiments (Activity of yeast, Breathing in gas exchanging and Heart rate) in a sample of 553 lower secondary school pupils aged 11 to 15 years. For each laboratory exercise we prepared all three methods of laboratory work performed by the pupils.

Keywords: Biology, computer-supported laboratory, digital competence, laboratory work, simulations

1 Uvod

Poučevanje je kompleksen proces, ki je z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) postal še bolj zapleten. Pred dvajsetimi leti so učitelji pri poučevanju potrebovali znanje izbranih znanstvenih disciplin, ki so jih lahko s pedagoškim znanjem prenesli na učence. Danes bi tako znanje učiteljev opredelili kot pomanjkljivo, saj je v vsebinsko in pedagoško znanje potrebno vključiti tudi znanje ustrezne uporabe IKT (slika 1), ki je popolnoma drugačno od znanja računalniškega strokovnjaka. Računalniški strokovnjak mora razumeti računalniški jezik in ga napisati tako, da je razumljiv računalniku in uporabnikom, medtem ko učitelji takega znanja ne potrebujejo (Mishra in Koehler, 2006). Učitelji morajo znati uporabljati IKT, kar pomeni, da morajo biti na svojem področju za to delo digitalno kompetentni. Svojo digitalno kompetentnost lahko uporabljajo za učinkovitejše, nazornejše in lažje poučevanje, pri čemer morajo vedeti, katera IKT je za podajanje določene vsebine pri določeni starostni stopnji otrok najbolj primerna.



Slika 1: Povezave med pedagoško-tehnološko-vsebinskim znanjem (Mishra in Koehler, 2006).

Uporabo IKT v šoli ne smemo prenesti le na učitelje računalništva, saj sta že Katz in Krueger (1988) pred več kot dvajsetimi leti ugotovila, da je tehnologija postala del našega vsakdana. V sodobni šoli je dober učitelj tisti, ki zna povezati vsebinsko, pedagoško in tehnološko znanje ter vse troje smiselno združiti in učencem predstaviti na njim razumljiv način. V Sloveniji imamo malo osnovnošolskih učiteljev biologije, ki imajo tako širino znanja in so na svojem področju digitalno kompetentni (Špernjak, 2010).

IKT je pri naravoslovnih predmetih namenjena za aktivno rabo, predvsem pri urah laboratorijskega dela, kjer lahko sodobno tehnologijo učinkovito uporabljajo pri

računalniško podprtem laboratoriju (RPL) (Šorgo, 2007) in tako pri učencih razvijajo digitalno kompetenco, ki je ena od osmih ključnih kompetenc na področju naravoslovja.

Vpliv računalniško podprtega laboratorijskega dela na razvoj kompetenc

V zadnjih petih letih se RPL v gimnazijskih programih pri pouku naravoslovnih predmetov vse bolj uveljavlja. RPL je sistem, v katerem računalnik, opremljen z merilno opremo, pridobi vlogo merilnega instrumenta (Kocijančič in O'Sullivan, 2004). Računalnik, opremljen z vmesnikom za merjenje in krmiljenje (slika 2), omogoča nove in drugačne razsežnosti izobraževanja tudi pri pouku biologije (Šorgo, 2005; Šorgo in sod., 2008).



Slika 2: Model računalniško podprtega laboratorija (Puhek in Šorgo, 2009)

Z uporabo RPL pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli bi učenci dobili občutek pravega znanstvenega raziskovalnega dela, ker bi šolski laboratorij lahko spremenili v manjši znanstveni laboratorij, saj so pri laboratorijskem delu vključene komponente praktičnega znanja, ob tem pa učenci razvijajo sposobnosti prepoznavanja naravoslovno-znanstvenih vprašanj, sposobnosti razlage znanstvenih pojavov, ročne spretnosti in sposobnosti uporabe naravoslovno-znanstvenih podatkov.

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kako pogosto učitelji biologije in naravoslovja v osnovni šoli uporabljajo različne IKT-aplikacije. Od dvajsetih izbranih IKT-aplikacij smo se osredinili na uporabo RPL in simulacij, saj smo z drugo raziskavo ugotovili, da je učencem od 6. do 9. razreda osnovne šole najbolj priljubljen RPL. Na drugo mesto so uvrstili klasičen način laboratorijskega dela, na tretje mesto pa simulacijo.

2 Metode dela

Vprašalnik za učitelje

Anonimen vprašalnik je izpolnilo 106 učiteljev, ki poučujejo biologijo in/ali naravoslovje v osnovni šoli, saj smo želeli ugotoviti, kako pogosto uporabljajo IKT-aplikacije pri pouku ali pri pripravi nanj. Učitelji so se pri ponujenih aplikacijah odločali na petstopenjski lestvici Likertovega tipa.

Zanesljivost vprašalnika smo preverili s Cronbachovim Alfa, ki je bil 0,84. Analize rezultatov smo opravili s statističnim preizkusom SPSS 17.0, kjer smo uporabili opisno statistiko in Hi-kvadratni preizkus (χ^2).

Priljubljenost načina laboratorijskega dela

Pri preučevanju priljubljenosti načinov laboratorijskega dela, smo izbrali tri laboratorijske vaje, ki jih (lahko) izvajajo v osnovnih šolah. Prva vaja je bila Aktivnost kvasovk, druga Pljučno dihanje in tretja Srčni utrip (Špernjak in Šorgo, 2009). Vsako vajo so učenci izvedli z vsemi tremi načini laboratorijskega dela (klasično, RPL in simulacija). Delo z RPL smo izvedli z vmesniki in merilniki proizvajalca Vernier (<http://www.vernier.com>), avtor programov simulacij je Miro Puhek, prof. bio. in rač., sodelavec na oddelku za biologijo (FNM UM).

Mnenja učencev o najbolj priljubljenem načinu izvedbe laboratorijskega dela smo pridobili z anketnim vprašalnikom. Študijo smo opravili na 553 učencih od 6. do 9. razreda osnovne šole. Vsak učenec je izvedel vsako od treh izbranih vaj, a vsako vajo z enim od načinom laboratorijskega dela (Špernjak, 2010).

3 Rezultati

Pogostost uporabe IKT-aplikacij

V tabeli 1 so predstavljene frekvenice uporabe IKT-aplikacij, pri katerih so se učitelji odločali na petstopenjski Likartovi lestvici. Predstavljeni so tudi srednji vrednosti frekvenice uporabe [ar] posamezne aplikacije in njihovi standardni odkloni [sd]. Iz rezultatov lahko sklepamo, da večina učiteljev uporablja IKT kot administrativno orodje, saj so najpogostejše uporabljajo urejevalnike besedil, iščejo informacije na internetu in uporabljajo elektronsko pošto. Najmanj uporabljajo RPL in tudi ne sodelujejo v mednarodnih e-projektih (tabela 1).

Tabela 1: Pogostost uporabe IKT-aplikacij v službene namene (frekvenice uporabe IKT-aplikacij: 0 – brez odgovora, 1 – nikoli, 2 – nekajkrat letno, 3 – 1-krat do 2-krat mesečno, 4 – 1-krat do 2-krat tedensko, 5 – več kot 2-krat tedensko)

		Frekvenice uporabe							
Št.	IKT aplikacije	0	1	2	3	4	5	ar	sd
1	Delo z urejevalniki besedil (npr. Word)	0	7	23	16	9	51	3,70	1,42
2	Iskanje informacij na internetu	0	1	14	29	18	44	3,85	1,14
3	Elektronska pošta	1	21	10	13	19	42	3,45	1,60
4	Elektronska tabla	2	84	7	5	1	6	1,39	1,07
5	Sodelovanje v novičarskih skupinah in/ali spletnih forumih	4	40	44	10	7	1	1,80	0,97
6	Ogled kupljenih ali drugače pridobljenih tujih filmov, foto. materiala ter poslušanja glasbe	1	17	34	30	17	7	2,62	1,16
7	Obdelava in predstavitev lastnega filma, ind.	3	42	27	18	11	5	2,07	1,24
8	Statistični programi (SPSS, Statistica, ind.)	4	78	19	4	1	0	1,25	0,63
9	Multimedijsko gradivo	3	13	29	37	14	10	2,72	1,21
10	Izdelava in vzdrževanje baz podatkov in delo s preglednicami (Excel, Access, ind.)	2	38	33	24	4	5	2,05	1,12
11	Izdelava in vzdrževanje spletne strani (FrontPage, FTP, ind.)	1	75	20	6	4	0	1,41	0,78
12	Predstavitve (PowerPoint, ind.)	1	6	20	33	26	20	3,29	1,20
13	Sodelovanje pri mednarodnih e-projektih (Net Days, ind.)	1	89	11	3	2	0	1,21	0,60
14	Računalniške simulacije in navidezen	1	57	26	15	6	1	1,73	0,98

laboratorij									
15	Programiranje (Basic, Pascal, C, ind.)	5	96	4	1	0	0	1,01	0,35
16	Delo s programi za risanje in grafično oblikovanje (CorrelDraw, ind.)	3	67	26	9	1	0	1,42	0,73
17	Igre	4	51	39	9	2	1	1,59	0,85
18	Specialni programi, namenjeni poučevanju (Celica, Svetloba in kemijska sprememba, ind.)	2	27	38	27	9	3	2,22	1,07
19	Računalniško podprt laboratorij (uporaba vmesnika)	5	96	4	1	0	0	1,01	0,35
20	Uporaba spletne učilnice (Moodle)	2	49	33	14	6	2	1,80	1,02

Rezultate o pogostosti uporabe IKT-aplikacij smo razdelili v dve starostni kategoriji: učitelji mlajši od štirideset let, ki jih je bilo 42 (39,6 %) in starejši od enainštirideset let, ki jih je bilo 64 (60,4 %). Mlajši učitelji pogosteje iščejo informacije na internetu kot starejši ($\chi^2_{(106)} = 7,67$ ($p < 0,01$)) učitelji, pogosteje uporabljajo elektronsko tablo ($\chi^2_{(106)} = 6,71$ ($p = 0,01$)), uporabljajo (Power Point) predstavitve ($\chi^2_{(106)} = 5,86$ ($p < 0,02$)) ter računalniške simulacije in navidezen laboratorij ($\chi^2_{(106)} = 3,96$ ($p < 0,05$)). Med frekventnostjo uporabe drugih IKT-aplikacijah glede na starostno stopnjo učiteljev ni statistično značilnih razlik.

Rezultate v tabeli 1 smo razdelili tudi glede na pridobljen naziv. Brez naziva je bilo 19 (17,9 %) učiteljev, 31 (29,2 %) učiteljev z nazivom mentor, 49 (46,3 %) učiteljev z nazivom svetovalec in 7 (6,6 %) učiteljev z nazivom svetnik (učitelj brez naziva, mentor, svetovalec in svetnik). Učiteljev naziv ne vpliva na uporabo IKT-aplikacij, saj učitelji z različnimi nazivi uporabljajo IKT-aplikacije prav tako pogosto kot tisti brez naziva.

Priljubljenost načina laboratorijskega dela

Mnenje o najbolj priljubljenem načinu laboratorijskega dela je podalo 96 (17,4 %) učencev 6. razreda, 176 (31,8 %) učencev 7. razreda, 148 (26,7 %) učencev 8. razreda in 133 (24,1 %) učencev 9. razreda. Iz tabele 2 lahko sklepamo, da je najbolj priljubljen način laboratorijskega dela RPL. Sledi mu klasična izvedba laboratorijskega dela. Najmanj priljubljene so računalniške simulacije. Med mnenji učencev glede na starost ni statistično značilnih razlik v izboru najbolj priljubljenega načina laboratorijskega dela ($\chi^2_{(6)} = 4,42$; $\alpha = 0,62$ in $F_{(3,549)} = 0,79$ ($p = 0,50$)).

Tabela 2: Opre delitev najbolj priljubljenega načina laboratorijskega dela učencev glede na razred (N = število učencev)

razred Način dela		Klasični	RPL	simulacija
šesti	N	40	41	15
sedmi	N	61	84	31
osmi	N	52	62	34
deveti	N	48	55	30
skupaj	N	201	242	110
	N/%	36,3	43,8	19,9

4 Sklep

Učitelji biologije in naravoslovja v slovenskih osnovnih šolah v povprečju niso kompetentni za izvedbo in podajanje učne snovi prek vsebinsko pedagoškega in tehnološkega znanja, ki sta ga opisala Mishra in Koehler (2006), saj pri svojem delu ne uporabljajo mnogih IKT-aplikacij, s katerimi bi osnovnošolci lahko razvijali več ključnih kompetenc (Špernjak, 2010). Ena od zelo uporabnih, motivacijskih in priljubljenih (tabela 2) IKT-aplikacij v naravoslovju je RPL, z uporabo katerega bi učenci lahko poleg kompetenc izvajali in razvijali še naslednje spretnosti: samostojno sestavljanje preprostega načrta laboratorijskega poizkusa za raziskovanje naravoslovnega problema, izvajanje več praktičnih poizkusov, samostojna priprava poizkusov, izvedba problemsko zastavljenih laboratorijskih vaj, izvedba raziskave, s katero bi preverili svoje zamisli, učitelj s primeri uporabe sodobne tehnologije pokaže, kako je naravoslovje pomembno za družbo in njen razvoj, razumejo pomen naravoslovnega znanja v vsakdanjem življenju posameznika in uporabijo naravoslovno znanje pri različnih življenjskih pojavih (Špernjak, 2010). Učencem je RPL najbolj zanimiv in motivacijski način laboratorijskega dela, saj sta vanj vključena klasična izvedba dela in računalnik. Računalniška simulacija je učencem v večini dolgočasna (tabela 2), saj klikanje na miško za njih ne pomeni laboratorijskega dela.

Želeno je, da učitelji pri poučevanju naravoslovnih predmetov začnejo bolj pogosto uporabljati različne IKT-aplikacije. Ugotovili smo, da večina učiteljev uporablja IKT le kot administrativno orodje (tabela 1) za delo z urejevalniki besedil, iskanje informacij na internetu in za uporabo elektronske pošte. Uporaba drugih IKT-aplikacij jim lahko olajšajo poučevanje, posebej pri razlagah zapletenih naravnih pojavov, čas poučevanja lahko učinkoviteje uporabijo, vsekakor pa učencev ne morejo pripravljati na sodoben način življenja z zastarelimi metodami in oblikami dela. Dobrega učitelja računalnik ne bo nikoli nadomestil, ampak mu bo le v pomoč pri delu.

5 Viri

- Hofstein, A. in Lunetta, V., N. (2004) The laboratory in Science Education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, str. 28–54.
- Katz, D. H., Krueger, L.F. (1988) Computing inequality: Have computers changed the labor market? *Quarterly Journal of Economics*, vol. 113, no. 4, str. 1169–1213.
- Kocijančič, S. O'Sullivan, C. (2004) Are dead chickens ohmic? *Phys. Education*. 39, No. 1/2004, str. 69–73.

- Mishra, P., Koehler, M. J. (2006) Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Recor*, 108 (6), str. 1017–1054.
- Puhek, M. in Šorgo, A. (2009) Interaktivne računalniške simulacije bioloških laboratorijskih vaj = Interactive computer simulations of biological laboratory exercises. V: Orel, M. (ur.), Vreča, M. (ur.), Lenarčič, A. (ur.), Kosta, M. (ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15.–18. april 2009. *Zbornik*. Ljubljana: Arnes, str. 568.
- Šorgo, A. (2005) Računalniško podprt laboratorij pri pouku biologije v programu gimnazije. Modeli poučevanja in učenja. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana, str. 10.
- Šorgo, A., Hajdinjak Z., Briški D. (2008) The journey of a sandwich: computer-based laboratory experiments about human digestive system in high school biology teaching *Advan. Physiol. Education*. 32, str. 92–99.
- Šorgo, A. (2007) Vpliv računalniško podprtega laboratorija na kakovost pouka biologije in razvoj kompetenc pri dijakih. Doktorsko delo. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo.
- Špernjak, A. (2010) Učinkovitost različnih metod laboratorijskega dela pri pouku biologije. Doktorsko delo. Univerza v Mariboru. Fakulteta za naravoslovje in matematiko. Oddelek za biologijo.
- Špernjak, A. in Šorgo, A. (2009) Predlog za razvoj osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter digitalne pismenosti pri pouku naravoslovnih predmetov v osnovni šoli s pomočjo računalniško podprtega laboratorijskega dela. *Didakta*, 18/19 (127), str. 20–25.

POUČEVANJE EVOLUCIJE ČLOVEKA V SLOVENSКИH ŠOLAH

Barbara Bajd¹

¹Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Kardeljeva pl. 16, 1000 Ljubljana, Slovenija, barbara.bajd@guest.arnes.si

Povzetek

Poznanje biološke evolucije je pomembno za razumevanje živega sveta. Evolucija nam lahko razloži, zakaj so organizmi raznoliki, kako se lahko prilagajajo okolju in do katere mere, kaj so vzroki izumiranja itd. Pomembno je, da poznamo tudi svojo preteklost (kdo smo in od kod prihajamo), spremembe, ki so se dogajale v dolgih geoloških obdobjih in kaj so bili vzroki, da smo dosegli stopnjo, kot jo poznamo danes. V naših šolah bi moral biti večji poudarek na vsebinah, ki obravnavajo evolucijo in evolucijo človeka. V osemletni osnovni šoli so učenci v osmem razredu celo leto obravnavali razvojni nauk, kjer so se seznanili z zemeljsko zgodovino in organizmi, ki so včasih naseljevali Zemljo, in o vzrokih ter posledicah evolucije. Z novim devetletnim programom pa so cilji in vsebine s področja evolucije skrčene na nekaj šolskih ur. Tako se v osnovni šoli učenci premalo seznani z osnovnim konceptom evolucije organizmov. V srednji šoli obravnavajo evolucijo samo programi s 175 (in 210) urami biologije. Vsebine s področja evolucije človeka bi lahko poučevali interdisciplinarno. Tak način poučevanja je za učence zanimivejši in učinkovitejši. Poučevanje evolucije človeka lahko povežemo ne samo s predmetom biologija, ampak tudi s sociologijo, okoljsko vzgojo, geografijo, geologijo, umetnostjo, državljansko vzgojo in tudi z jezikom.

Ključne besede: evolucija, evolucija človeka, poučevanje evolucije človeka, interdisciplinarno povezovanje učnih vsebin

Abstract

Knowing evolution is of greatest importance for understanding the living world. Evolution can explain the diversity of organisms, how and to which extent the organisms can adapt to the environment, what are the reasons for their extinction etc. It is very important that we know our past (who we are and where we are coming from), changes in long geological periods and the reasons for reaching the today's level of development. We should also pay more attention to the importance of evolution topics and human evolution in our schools. In the previous curriculum of the eight-year schools the evolution was the topic of the whole year teaching. The pupils learned about the history of the Earth and organisms which lived on the Earth and the reasons and consequences of the evolution. With the new nine-year program the topics of evolution are shortened to only a few hours. So the pupils do not get enough information about basic concepts of evolution of organisms. In upper secondary schools the topics of evolution are only in the program with 175 (and 210) hours of biology. The topics of human evolution can be taught in an interdisciplinary way. Teaching in this way can be more interesting and more effective. Teaching human evolution can be related not only to biology, but also to sociology, environmental education, geography, art, civic education as well as with languages.

Key words: evolution, human evolution, teaching human evolution, interdisciplinary teaching

1 Uvod

Charles Darwin je v svoji knjigi *O izvoru vrst*, ki je izšla leta 1859, predstavil prepričljivo teorijo, ki jo je podkrepil s številnimi dokazi, da sta se tako živa kot neživa narava v zemeljski preteklosti spreminjali. Trdil je, da je glavni vzrok za nastanek novih vrst naravna selekcija in da so različne vrste nastale iz skupnih prednikov, kar pričajo številni fosili, ki jih je našel na poti okrog sveta. Njegova teorija o nastanku vrst z naravno selekcijo je korenito spremenila pogled na svet in dotedanje razumevanje nastanka in razvoja živih organizmov (Darwin, 1954).

Slovenci smo dobili prvi prevod te knjige s polnim naslovom »O nastanku vrst z naravnim izborom ali ohranjanje boljših pasem v boju za obstanek« leta 1954, torej 96 let kasneje. V slovenskih šolah se je poučevala po drugi svetovni vojni evolucija in evolucija človeka. V knjigi »O izvoru vrst« je Darwin svoje dokaze, s katerimi je podprl svojo teorijo, omejil le na rastline in nekatere živali, ni pa obravnaval človeka. V knjigi je samo enkrat omenil človeka in v zaključku napisal: »*Luč bo posijala na razvoj človeka in njegovo zgodovino*«. O človeku in njegovem sorodstvu je pisal šele 12 let kasneje v knjigi »Izvor človeka«.

Razumeti moramo, da se je Darwin zavedal, da bo s svojo knjigo povzročil veliko vroče krvi, zlasti v cerkvenih krogih in ni želel svoje teorije razširiti še na evolucijo človeka, čeprav je bilo v tistem času poznanih nekaj fosilov, ki so pričali o tem, da smo tudi mi imeli svoje prednike. Pred izidom knjige »O izvoru vrst« je bilo poznanih nekaj fosilov človečnjakov, predvsem v dolini Neandertal (1856) in v Gibraltarju (1848), vendar je trajalo nekaj časa, da so jih strokovnjaki preučili in jim dali ime neandertalec. V knjigi *Izvor človeka*, ki je izšla leta 1871, Darwin ni omenjal teh najdb, čeprav je zanje vedel (Darwin, 1951).

V prejšnjem stoletju in še zlasti v zadnjih dveh desetletjih pa se nove najdbe kar vrstijo in dopolnjujejo našo zgodovino. Tako lahko trdimo, da postaja paleoantropologija vedno bolj zanimiva, dinamična in aktualna, ker nam odkriva nove poglede na našo zgodovino. Prav zaradi novih odkritij in celovitejših dokazov o evoluciji človeka, ne bi smeli v naših šolah te vsebine krčiti, ampak bi jih morali še razširiti. Poznanje in razumevanje evolucije je ključnega pomena za biologijo. Tako je Dobzhansky leta 1973 objavil znamenit stavek: »Nič ni v biologiji smiselnega, če ni obravnavano v luči evolucije« (Dobzhansky, 1973). Evolucijska teorija lahko razloži raznolikost organizmov, odnose med različnimi organizmi, spremembe v populacijah in zakaj so nekatere vrste izumrle, druge pa preživele. Z evolucijo lahko razložimo homologne in analogne organe. Z razumevanjem evolucije se je močno razvilo naravoslovje, ki je omogočilo strokovnjakom, da so prišli do pomembnih odkritij v medicini, agronomiji in na drugih področjih, ki so omogočila izboljšati kvaliteto življenja in reševanje življenj. Tako v deželah, kjer niso poučevali evolucije, spoznavajo, kako pomembno je to področje, in ga vključujejo v obvezne učne programe (Sanders, 2009).

2 Metode in postopki

V kratki anketi smo želeli ugotoviti, kaj študenti vedo o evoluciji človeka, ki so jo obravnavali v srednji šoli. Prosili smo jih, da izpolnijo anketo, ki je vsebovala 15 vprašanj zaprtega tipa. Z analizo odgovorov smo želeli potrditi hipotezo, da se dijaki v srednji šoli premalo naučijo o evoluciji človeka oziroma nimajo pravih predstav o naši daljni preteklosti. V anketi je sodelovalo 58 študentov, prihodnjih učiteljev naravoslovja in biologije. Kot rezultate bom predstavila le najbolj zanimive odgovore.

3 Rezultati

Večina vprašanih (89 %) je odgovorila, da so imeli v srednji šoli tri leta biologije in bi tako po učnem načrtu morali obravnavati evolucijo človeka. Vendar pa je samo 77 % vprašanih potrdilo, da so v srednji šoli obravnavali te vsebine. Torej 12 % vprašanih ni obravnavalo evolucije človeka. Verjetno je vzrok v tem, da so te vsebine obravnavane na koncu šolskega leta in verjetno je učitelju zmanjkalo časa, da bi predelal tudi te vsebine. Vsi vprašani študenti se zavedajo, da so se živali in rastline na Zemlji spreminjale in da niso take kot v daljni preteklosti. Kljub temu pa je 10 % vprašanih odgovorilo, da so živeli človečnjaki istočasno kot dinosavri. Pet odstotkov študentov meni, da danes evolucija ne deluje na žive organizme, in 8 %, da so se na Zemlji pojavile žuželke ali ptiči kasneje kot človek. Študenti tudi nimajo točnih predstav, kje so živeli prvi človečnjaki. Čeprav pogosto rečemo, da je Afrika zibelka človeštva, je samo 63 % odgovorilo pravilno in obkrožilo Afriko. Kar 20 % študentov je menilo, da so živeli prvi človečnjaki v Avstraliji, 12 % je napisalo jugozahodno Azijo, 5 % pa ni vedelo odgovora. Analiza odgovorov je tudi pokazala, da študenti nimajo dobrih časovnih predstav. Na vprašanje, kdaj so se pojavili prvi človečnjaki, smo dobili zelo različne odgovore. Tretjina vprašanih meni, da so se prvi človečnjaki pojavili pred 3 milijoni let, ravno toliko jih meni, da so se pojavili pred 0,5 milijona let, 20 % meni, da je to bilo pred 7 milijoni let, 9 % pa ni vedelo odgovora ali pa so odgovorili 10 milijonov let. Na vprašanje, kdaj so se pojavili prvi človečnjaki v Evropi, smo dobili samo četrtno pravih odgovorov. Anketa je tudi pokazala, da študenti nimajo točnih predstav, kje so živeli prvi človečnjaki. Samo četrtnina je odgovorila, da so prvi človečnjaki živeli občasno na drevesu, tri četrtnine vprašanih pa je menilo, da so živeli v jamah. Rezultati zopet kažejo na to, da študenti nimajo pravih predstav o prvih človečnjakih, ampak imajo predstavo o neandertalcih, ki pa niso prvi človečnjaki in so živeli mnogo kasneje (v času med 130 000 in 27 000 let). Čeprav je 77 % študentov v anketi odgovorilo, da so v srednji šoli obravnavali evolucijo človeka, jih je na vprašanje, kje so dobili informacije o evoluciji človeka, samo 44 % odgovorilo, da v šoli. Petina študentov je dobila informacijo v knjigah in petina prek TV. Tudi predhodne analize so dale podobne rezultate (Bajd 2004, Bajd in sod. 2009).

Iz rezultatov lahko sklenemo, da študenti naravoslovja in biologije nimajo dobrih predstav in znanja o evoluciji človeka. Vzrokov je lahko več, kot na primer:

- premalo ur v učnem načrtu za obravnavanje te teme (Učni načrt za osnovne šole, biologija za 9. razred 2003, in učni načrt za splošne gimnazije 2008);
- učitelji ne dajejo velikega poudarka tej temi, kar je verjetno posledica tega, da se vprašanja iz evolucije človeka zelo redko pojavijo med maturitetnimi vprašanji (Šorgo, 2009);
- nove najdbe se kar vrstijo, učitelji pa nimajo možnosti, da bi prišli do novih informacij prek seminarjev ali delovnega gradiva, ki bi bilo pripravljeno za učitelje;
- premalo izobraževalnih oddaj na domači televiziji.

V Predmetnem izpitnem katalogu za maturo, ki je bil sprejet leta 2008 za predmet Evolucija (25 ur), ki ga je pripravila Republiška predmetna komisija za biologijo in ekologijo, so navedeni cilji, ki naj jih dijak doseže pri določeni izpitni vsebini. Za evolucijo, ki se navezuje tudi na evolucijo človeka, so navedeni naslednji cilji, ki jih mora učenec doseči, in sicer, da:

- razumejo, pomen fosilov kot dokazov za evolucijski razvoj živih sistemov (organizmov, ekosistemov) skozi dolga časovna obdobja;
- razumejo, da so se vsi danes živeči organizmi razvili iz skupnega prednika in da imajo zato enako dolgo evolucijsko zgodovino;
- spoznajo mejnike v evoluciji človeške vrste (*Australopithecus afarensis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*, razširjanje iz Afrike);
- razumejo, da je človek del živalskega kraljestva, z živalmi ima skupno evolucijsko zgodovino, veliko podobnosti v temeljnih procesih in organskih sistemih, vendar se od drugih živali razlikuje predvsem v razvoju možganov;
- vedo, da je evolucija človeka droben del skupne evolucijske zgodovine življenja na Zemlji, podvržena enakim zakonitostim in vzorcem; na osnovi sodobnih odkritij razumejo evolucijo človeka v smislu skupnega prednika, divergence različnih vrst hominidov in izumrtja vseh, razen ene vrste izmed teh vrst;
- razumejo pomen razvoja večjih možganov za evolucijsko uspešnost človeka;
- razumejo pomen kulture evolucije za razvoj človeka in vlogo človeka kot usmerjevalca umetne selekcije (gojene rastline, domače živali);
- spoznajo možne vplive sodobnega načina življenja na biotsko evolucijo človeka (npr. biomedicinski pripomočki, kontrola in zdravljenje bolezni, kontracepcija, razmnoževanje z biomedicinsko pomočjo, genska manipulacija, zmanjšanje izolacije populacij zaradi procesov globalizacije, tehnološko zviševanje nosilnosti okolja, pomen kulturnih vplivov pri izbiri partnerja).

V Predmetnem izpitnem katalogu za osnovno šolo iz leta 2003, so zapisani s področja evolucijskega razvoja človeka naslednji cilji, in sicer, da učenci:

- znajo pojasniti, zakaj uvrščamo človeka med sesalce;
- spoznajo evolucijski razvoj človeka;
- razložijo, zakaj uvrščamo človeka med sesalce in primate, opišejo evolucijski razvoj človeka.

Kot vidimo, izpitni katalog od dijaka ne zahteva veliko znanja s področja evolucije človeka, kar je razumljivo pri tako majhnem obsegu ur. Ne poglobljajo se v značilnosti človečnjakov in cilji ne zahtevajo, da bi učenci vedeli, da so pred *Homom sapiensom* živeli tudi drugačni ljudje oziroma človečnjaki. Prav tako ne zahtevajo, da bi učenci vedeli, kakšne oblike hominidov so živele pred 4 milijoni let in kasneje, kako so se razvijale, v čem so se razlikovale, kakšne so bile njihove specifične telesne značilnosti, kot so prilagoditev na okolje, kakšen je bil njihov način življenja in da je v določenem obdobju živelo istočasno več različnih vrst hominidov. Razumljivo je, da v tako malo urah, kot jih je namenjenih temu poglavju, ne morejo vsega tega predelati, zato bi morali razmišljati o načinu, kako obogatiti njihovo znanje.

Lep dokaz, da se evolucija človeka v naših osnovnih šolah premalo obravnava, je ena od mednarodnih študij TIMSS (zbiranje podatkov je potekalo maja in junija 1995), v kateri so izvedli raziskavo v več kot štiridesetih državah široko po svetu. Devet- in trinajstletni otroci iz različnih dežel so odgovarjali na enaka vprašanja pod čim bolj enakimi pogoji, tako da so lahko rezultate primerjali. Eno od vprašanj je vsebovalo snov iz evolucije razvoja živali. To vprašanje so v Sloveniji postavili 371 učencem sedmega razreda in 344 učencem osmega razreda. Pokazalo se je, da je 41,5 % učencev sedmega razreda in

52,8 % učencev osmega razreda pravilno odgovorilo, da se je v evoluciji življenja na Zemlji med vsemi živalmi človek razvil najkasneje. Švedski učenci so dosegli najboljši rezultat (89,4 %). Mednarodno povprečje pravih odgovorov je bilo 60,3 %. Tako se je Slovenija pri tem vprašanju uvrstila pod povprečje. Nad 80 % so dosegle poleg Švedske še naslednje države: Danska, Nova Zelandija, Avstralija, Francija, ZDA, Avstrija, Norveška, Anglija, Tajsko in Islandija. Med sedmošolci je več kot polovica učencev odgovorila, da so se najkasneje razvile žuželke. Slabše od slovenskih učencev so se uvrstili učenci iz Cipra, Grčije, Irana, Južnoafriške republike, Kolumbije, Latvije in Slovaške (Šetinc, 1998). Iz rezultatov lahko sklepamo, da naši učenci premalo poznajo evolucijo živih bitij in prav tako razvoj človeka. Ob tem rezultatu bi se morali zamisliti in posvetiti v šoli več ur evoluciji organizmov in tudi evoluciji človeka.

Poglavje iz evolucije človeka je zelo primerno za medpredmetno poučevanje, kar bi prav gotovo naredilo učne ure zanimivejše in učinkovitejše in tako bi dijaki dobili boljše znanje o tej tematiki. Poučevanje evolucije človeka lahko povežemo, ne samo s predmetom biologija, ampak tudi s sociologijo, okoljsko vzgojo, geografijo, geologijo, umetnostjo, državljansko vzgojo in tudi z jezikom.

Tako bom navedla za vsako področje primer, katere vsebine bi lahko poučevali pri posameznem predmetu in kaj bi morali poudariti, da bi dijaki bolje razumeli kompleksnost problematike.

Biologija

Anatomske značilnosti

Najpomembnejša preadaptacija, ki je omogočila, da so hominidi pozneje začeli živeti na tleh, je bila pokončna telesna drža; ta se je sprva razvila kot prilagoditev za obešanje in hranjenje pod vejami. Pokončna telesna drža je morala biti razvita vsaj do te stopnje, kot je zdaj pri šimpanzu, verjetno pa celo bolj, toda zgodnji hominidi niso hodili po prstnih členkih. Hoja po členkih je prilagoditev na gibanje na tleh in je alternativa bipedalizma, ne pa predhodnik. Čeprav veliko fosilnih ostankov hominidov kaže prilagoditve na plezanje in obešanje, s tem da so imeli velike, močne mišice sprednjih okončin, pa ni pri nobenem fosilu zgodnjih hominidov nikakršnih znakov prilagoditev za hojo po prstnih členkih. To kaže, da je bil skupni prednik afriških človeku podobnih opic in hominidov prilagojen na plezanje po drevesih. Po vejah je hodil po vseh štirih, na tleh pa pokončno po dveh nogah (bipedalno) in se ni opiral na členke prstov na roki, kot to poznamo pri šimpanzih. Hoja po členkih je lokomotorna prilagoditev, ki se je razvila, potem ko so se že ločili hominidi in afriške človeku podobne opice (Lovejoy in sod., 2009a, 2009b, 2009 c, 2009 d, White in sod., 2009, Bajd, 2010).

Osnovni hominidi so razvili tudi značilno prilagoditev za predelavo hrane – krožno žvečenje. To je pospešilo zmanjševanje podočnikov, ker bi bili veliki, čez zobe v spodnji čeljusti segajoči podočniki v napoto med lateralnim gibanjem čeljusti. Natančna funkcionalna osnova ni jasna, vendar je verjetno povezana z najučinkovitejšo predelavo trše, žilave vegetacije; tako je olajšala prehajanje od sadja k širšemu spektru vegetacije, hrane, ki je na drevesih in tleh.

Sociologija

Dumbar meni (2004), da je *H. habilis* lahko govoril in da so jezik, orodje in evolucija možganov medsebojno povezani in se med seboj podpirajo. Verjetno je bilo orodje

bistveno za preživetje rodu *Homo*. Izdelavo orodja pa olajšata socializacija in jezik. Ti razvoji pospešijo povečanje možganov in njihovo kompleksnost, kar povratno ponovno okrepi razvoj jezika, prenos sociokulture in nadaljnjo evolucijo možganov. Pojav acheuleanske industrije okrog 1,5 milijona let s svojo bolj kompleksno konceptualno bazo lahko izraža vrsto kognitivne evolucije, ki bi jo lahko kot bolj kompleksen prostorski vzorec artefaktov in transport surovin na večji razdalji primerjali s šimpanzi (Jurmain in sod., 2000).

Kateri dejavniki so lahko povečali trajnejša socialna druženja in tesnejše vezi? Pri *H. erectusu* se je obdobje rasti in dozorevanja raztegnilo čez daljše obdobje, kot je bilo to pri *A. afarensisu* in *H. habilisu*, in mladiči so potrebovali povečano skrb in zaščito. Strokovnjaki menijo, da so imeli mladiči, za katere je skrbela samica, ki ni bila več v svojem plodnem obdobju, več možnosti, da preživijo, saj je tako njihova samica (mama) lahko nabirala hrano in s tem imela dovolj hrane zase in tako tudi mleka za mladiče. Starejše in mlajše zrele samice verjetno tvorijo vezi, če so to matere in hčerke, in skrbijo za mladiče. To je »hipoteza stare mame« in bi lahko bila izvor kompleksnih sistemov sorodstvenih in družinskih vezi, ki smo jim danes priča.

Zaradi izboljšanega orodja in povečanih arheoloških zapisov iz tega obdobja so menili, da je bil razvoj tehnologije glavno gonilo za povečanje možganov in inteligence v evoluciji človeka. Z enako gotovostjo lahko trdimo, da sta glavni gonili za večanje možganov večja kompleksnost družbenih odnosov in izboljšane komunikacije skupaj z izboljšanim orodjem in tako bolj učinkovitim nabiranjem hrane, ki sta dodatna stranska učinka večje inteligence. Prepoznanje in utrjevanje tesnih sorodstvenih vezi je bilo omejeno na bolj učinkovite socialne mreže, ki jih je jezik še bolj utrdil in povečal socialne povezave. Mnogi menijo, da se je jezik razvil kot sredstvo za razširjanje in utrjevanje socialnih mrež. S tega stališča je jezik manj pomembno sredstvo za prenašanje informacije kot pa za utrjevanje socialnih odnosov in tako so vsakodnevne opazke, ki jih imenujemo vsakdanji pogovor, zelo pomembne. Različne študije nakazujejo, da ljudje porabijo večino časa v različnih komunikacijskih povezavah, vključno pri »pomembnih« poslovnih ali profesionalnih srečanjih, za vsakdanji pogovor. Psiholog in antropolog Robin Dunbar (2004) trdi, da jezik, predvsem njegova komponenta »vsakdanjega pogovora«, pomeni način razširjanja in vzdrževanja naših socialnih povezav in utrdi učinkovitost v socialnih kontekstih. Pri drugih primatih je poznano nemo negovanje, kar utrdi socialne vezi, vendar je za to potrebno veliko časa in se lahko odvija samo pri enem paru istočasno, tako da je omejen razpon socialnih vezi. Jezik pa omogoča, da se odnosi razširjajo in vzdržujejo med več osebki, in »socialno lepilo« drži skupaj človeške komunikacije. Mnoge človeške skupine vsebujejo 40–50 osebkov – če se število poveča, pa se značilno razcepijo na manjše skupine. Ta številka je verjetno številka maksimalne velikosti mnogih skupin lovcev in nabiralcev tako recentnih skupin, o katerih so poročali raziskovalci in antropologi, kot tudi prehistoričnih skupin, kar pričajo velikosti arheoloških najdišč.

Ti razvoji v socialnih povezavah in komunikacijah – in tako njihova medsebojna povezanost – so bili glavni dejavniki, ki so omogočili razširjanje ljudi iz afriške domovine. Danes vemo, da je bil zgodnji *Homo* v Gruziji in jugovzhodni Aziji pred 1,6 milijona leti, vendar pa je naselil višje širine – Evropo in severno Azijo – po enem milijonu let. Zunaj tropov je bilo v zimskem času hrane malo, zato verjetno ni presenetljivo, da mnogi zgodnji fosili vrste *Homo*, vključno z najstarejšimi evropskimi primerki – otroške kosti iz Atapuerce, severna Španija, stari okrog 0,8 milijona let, kažejo raze na kosteh, kar priča, da so meso strgali s kosti in so bili kanibali (Stringer in Andrews, 2005). Najnovejše odkritje spodnje čeljustnice, prav tako iz Atapuerce, pa

datira 1,1–1,2 milijona let. Na kosteh sesalcev, ki so ležale v isti plasti, so lepo vidne sledi orodij.

Okoljska vzgoja

Socialne in ekološke prednosti, ki so se pojavile med poznimi arhaičnimi (to je morfološko nemodernimi) populacijami in so se nadaljevale pri precej kasnejših človeških skupinah, ki imajo prepoznavno moderno morfologijo, so se kazale v tem, da so skupnosti vedno bolj nadzorovale svoje okolje in tako tudi dostop do virov hrane. Rezultat tega je bila povečana rast populacije in verjetno razširitev modernega človeka iz Afrike. Nekatere migracije, to so zgodnje migracije na Bližnjem vzhodu, ki jih predstavljajo fosili iz Skhul in Qafzeh, so bile prehodne in kratkotrajne, toda moderni ljudje so bili permanentno prisotni v jugovzhodni Aziji in Avstraliji pred 50 000–60 000 leti in v Evropi od 40 000 let naprej (Stringer in Andrews, 2005).

Od takrat moderni človek še naprej povečuje število in obseg razvojnih tehnologij in strategij, ki mu omogočajo, da izkorišča še bolj zahtevna nova področja (habitate), kot so, na primer, puščava, arktična področja ali velike višine. Istočasno so ekonomski in tehnološki razvoji omogočili, da je večje število osebkov lahko živelo v »tradicionalnih« okoljih na tropskih in zmernih področjih. Tako so v zadnjih 200 000 letih po eni strani ljudje potiskali meje navzven in povečevali obseg okolij, v katerih so živeli, po drugi strani pa so povečali prisotnost v predelih, v katerih so živeli najdalj časa. Res, postali smo tako uspešni – vsaj v kratkem obdobju –, da sedaj število ljudi ogroža naše preživetje in vse druge vrste, ker uničujemo okolje. Videli bomo, ali je naša superiorna kognitivna sposobnost, na katero smo tako ponosni, dovolj fleksibilna, da bomo imeli dovolj časa, da bomo prilagodili naše vedenje trajnostni strategiji. Tukaj se kaže vsa ironija, da atributi, ki jih gledamo kot naše edinstvene in posebne kvalitete človeka, vsebujejo semena naše lastne pogube, če ne bomo bolj pozorni na naše vplive na okolje. Če ne bomo, bomo izumrli tako kot neandertalci – in to zaradi veliko slabšega vzroka, kot so oni, ker bomo prekosili sami sebe (Jurmain in sod., 2000).

Likovna umetnost

Najzgodnejši moderni človek se je pojavil v Afriki pred 195 000 leti. V Evropo je prišel pred približno 40 000 leti. S seboj je prinesel novo orodje, bolj natančno izdelano kameno orodje, vključno s strgali in ostrimi šili, črn in rdeč pigment. Orodje je delal tudi iz kosti, rogovja in slonovine. Mnoge od teh so gravirane in izrezljane. Moderni človek je očitno rad okraševal. Imamo veliko primerov upodablajoče umetnosti s človeškimi in živalskimi figurami, koraldami in obeski (včasih po sto ali celo tisoč), ki so jih imeli na oblekah, čudovite slikarije na stenah jam in v skalnih previsih v Franciji in Španiji. Barvo so delali z okro, ogljem in rastlinskimi barvili, pomešanimi z živalsko maščobo. Verjetno so jo nanašali s prsti ali palico ali »gobo«, ki so jo naredili iz mahu. Upodabljali so večinoma živali mamute, dlakave nosoroge, jelene, konje in bizone. Ti so bili pomemben vir hrane. Mnogi arheologi menijo, da so slikarije uporabljali v čarovniških ritualih, da bi lovcem pomagali ujeti plen (Bahn, 1997, Jelinek, 1990, Jurmain in sod., 2000, Valoch, 2009).

Državlјanska vzgoja

Mnoge zanima, kakšne barve kože so imeli naši predniki. Ali je bila svetla, kot jo imajo današnji Evropejci, ali je bila temno pigmentirana, kot jo poznamo pri črnih?

Med primati imamo ljudje najmanj poraščeno kožo, ki je različnih barv. Geografi in antropologi že dolgo vedo, da razporeditev barve kože med prvotnimi populacijami ni naključna: temnejše pigmentirani ljudje živijo bližje ekvatorja, svetlejši pigmentirani bližje poloma. Že leta je prevladovala teorija, da temna koža ščiti pred kožnim rakom. Zadnja epidemiološka in fiziološka odkritja kažejo na to, da je raznolikost barve človeške kože evolucijsko odvisna in je posledica naravne selekcije, ki regulira vpliv sončnega ultravijoličnega (UV) sevanja na ključne hranilne snovi, ki so potrebne za uspešno razmnoževanje (Jablonski in Chaplin, 2002).

Ljudje smo se odcepili od človeku podobnih opic kot samostojna linija najmanj pred 7 – 8 milijoni let, ko so se naši najbližji sorodniki oddelili od naših najbližjih sorodnikov, prednikov šimpanzov. Verjetno je najprej prišlo do izgube dlake in nato se je spremenila barva kože. Ostaja vprašanje, kdaj smo izgubili dlako?

Verjetno je bilo to pred približno 2 milijoni let. *Homo ergaster (erectus)* je imel verjetno več žlez znojnic na površini telesa in manj dlakavo telo kot njegovi predniki. Ko so se zgodnji predstavniki rodu *Homo* znebili večine dlake, so se morali soočiti z novim izzivom, kako zaščititi kožo pred škodljivim vplivom sončne svetlobe, predvsem UV-žarkov.

Znanstveniki so sprva menili, da je temna pigmentacija nastala zato, da ščiti kožo pred UV-sevanjem, ki povzroča kožnega raka.

Nova teorija pa meni, da se je temna koža razvila primarno zato, da bi zaščitila razgradnjo folne kisline (folata), ki je pomembna za plodnost in razvoj ploda.

Koža, ki je preveč temna, blokira sončno svetlobo, ki jo telo potrebuje za tvorbo vitamina D, ki je potreben za kosti matere in ploda. Zato so se ljudje razvili s tako barvo kože, ki je dovolj svetla, da naredi dovolj vitamina D, in vendar dovolj temna, da jih ščiti pred shranjevanjem folne kisline (Jablonski in Chaplin, 2002).

Zgodnji predstavnik *Homo sapiens* ali moderni človek, se je razvil v Afriki pred 195000 leti in je imel temno pigmentirano kožo, kar je bila prilagoditev na UV-sevanje in vročino, ki je v bližini ekvatorja (Stringer in Andrews, 2005). Ko so moderni ljudje začeli odhajati iz tropov, so prišli v okolja, v katerih je bilo med letom znatno manj UV-žarkov. Pod temi pogoji se je njihova visoka koncentracija naravne zaščite verjetno pokazala škodljiva. Rešitev v evolucijskem času je bila ta, da so tisti, ki so migrirali proti severnim višinam, izgubili kožno pigmentacijo.

Včasih so znanstveniki uporabljali barvo kože za določanje človeških ras, kar pa danes ne velja več. Naše sedanje znanje o evoluciji človeške kože kaže na to, da lahko razlike v barvi kože, kot tudi večino naših fizičnih lastnosti, razložimo kot prilagoditev na okolje z naravno selekcijo. Ne smemo pozabiti, da imamo vsi ljudje skupnega prednika, ki se je razvil v Afriki (Jurmain in sod., 2000).

Geografija

Primarna spodbuda, da so se človečnjaki umaknili z dreves na tla, so bile verjetno klimatske spremembe v miocenu (25–6 milijonov let). V tem obdobju je bilo sprva toplo in vlažno, tako da so se gozdovi in gozdnata pokrajina širili v večini Evrope, Azije in Afrike. V poznejšem miocenu (po 14 milijonih let) se je podnebje ohladilo in postalo bolj sezonsko, zaradi česar se je namesto poprejšnjih ekstenzivnih gozdov in gozdnate pokrajine razširila travnata pokrajina in savana. To se je nadaljevalo med pliocenom (6–

2 milijona let), gozdovi so še naprej izginjali in širila se je travnata pokrajina (Jurmain in sod., 2000).

Nastanek velikega tektonskega jarka (Rift Valley) v vzhodni Afriki (pred 25 milijoni let) je te podnebne spremembe še poudaril, s tem ko je deževna meja nastala vzdolž vzhodne strani kontinenta ter je omejila gozd zahodno od udora in odprto savano v udoru ter na njegovi vzhodni strani. Zaradi periodičnih vulkanskih izbruhov so nastajali veliki oblaki pepela, ki so mašili reke in potoke, zemeljski premiki pa so spremenili odtoke, kar je vplivalo na lokalno favno in floro. Vse to je še bolj vplivalo na zmanjševanje gozdov in gozdnate pokrajine, ki so jih nadomestile raztresene goščave ter mozaična in odprta savanska življenjska okolja.

Spremenjene razmere so močno vplivale na opice starega sveta. Ohranjeni so njihovi fosili izpred 20 milijonov let. Sprva so bile vrstno revno zastopane in tako verjetno ne zelo uspešna skupina – vsekakor veliko manj kot človeku podobne opice, ki so bile ekstenzivno radialno razširjene. Kakor koli že, po 12 milijonih let so se opice številčno močno razširile, človeku podobne opice so začele izginjati in so tudi skoraj izginile. Uspešnost opic je nadalje pritiskala na izginevanje skupnosti človeku podobnih opic. Opice so se lahko prehranjevale ne le z listi in travo – česar je mnogo več kot plodov in s čimer se človeku podobne opice ne hranijo, ampak tudi z nezrelimi plodovi in so tako direktno ogrožale osnovno prehrabno nišo človeku podobnih opic.

Vsi ti dejavniki so močno selekcijsko pritiskali na skupnosti človeku podobnih opic, ker se večina ni mogla ustrezno odzivati nanje. Le redke so ostale v gostih gozdovih in gozdnatih pokrajinah in preživele, kot sta na primer šimpanz in gorila. Druge, v vzhodni Afriki, so razvile značilne lokomotorne in zobne značilnosti, ki so jim omogočile, da so se prilagodile na spremenjene razmere. Tako lahko sklepamo, da so hominidi nastali tako, da so se prilagodili na bolj suha in bolj sezonska okolja kot tipične človeku podobne opice z mešanimi habitatami fragmentiranega gozda, ki so jih ločili bolj odprti predeli, kot so to savane (Jurmain in sod., 2000).

4 Sklep

Kot vidimo lahko vsebine, ki obravnavajo evolucijo človeka, povežemo z mnogimi predmeti. Tak način poučevanja je zanimivejši in bolj učinkovit. Učenci bolje razumejo dogajanje na Zemlji, če ga obravnavajo z različnih zornih kotov. Prav gotovo pa bi se s takim načinom poučevanja učenci bolje zavedali problema hitre rasti človeške populacije, problema prehranjevanja človeštva, onesnaževanja narave, izumiranja vrst in izginjanja določenih ekosistemov. Tako bi bili učenci bolj osveščeni in bi znali bolj kritično presojati, kaj se dogaja okrog njih.

5 Viri

Bahn, P. in J. Vertut (1997) *Journey Through the Ice Age*, Weidenfeld & Nicolson, London

Bajd, B. (2004) Poučevanje evolucije pri pouku biologije : vloga in pomen za splošno izobrazbo V: SLIVAR, Branko (ur.), TURK ŠKRABA, Mira (ur.), MEDVEŠ, Zdenko, RUTAR ILC, Zora. *Zbornik prispevkov mednarodnega posveta o splošni izobrazbi, Portorož, 16.–17. april 2004*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, str. 144–151.

Bajd, B., MATYÁŠEK, J. (2009) Comparison of Slovene and Czech student's ideas about human evolution. V: ŘEHULKA, Evžen. *Topical issues in health*

- education, (School and health 21, 2009). Brno: MSD: Masarykova univerzita, str. 265–273.
- Bajd, B. (2010) *Ardipithecus ramidus*, Proteus 72/6
- Darwin, C. (1951) Izvor človeka, Slovenski knjižni zavod v Ljubljani, Ljubljana
- Darwin, C. (1954) O nastanku vrst z naravnim izborom ali ohranjanje boljših pasem v boju za obstanek, Državna založba, Ljubljana
- Dobzhansky, T. (1973) Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. The American Biology Teacher, 35(3), 125–129
- Dunbar R. I. M. (2004) Grooming, Gossip and the Evolution of Language, Faber
- Jablonski, N. G. in Chaplin, G. (2002): Skin, Scientific American, October 2002, str. 50–57
- Roach, M. (2008): *Skoraj kot ljudje*, National Geographic, Slovenija, 128- 149, April 2008, št. 4
- Jelinek, J. (1990) Art in the Mirror of Ages, The beginnings of Artistic Activities, Anthropos; Moravian Museum, Brno
- Jurmain, R., H. Nelson, L. Kilgore, W. Trevathan (2000) Introduction to Physical Anthropology, Wadsworth, Thomson Learning, Australia
- Lovejoy C. Owen., Bruce Latimer, Gen Suwa, Berhane Asfaw, Tim D. White (2009a): Combining Prehension and Propulsion: The Foot of *Ardipithecus ramidus*, Science, Vol 236, p. 72
- Lovejoy C. Owen, Gen Suwa, Linda Spurlock, Berhane Asfaw, Tim D. White (2009b): The Pelvis and Femur of *Ardipithecus ramidus*, The Emergence of Upright Walking, Science, Vol 236, p. 71
- Lovejoy C. Owen (2009c): Reexamining Human Origins in Light of *Ardipithecus ramidus*, Science, Vol 236, p. 74
- Lovejoy C. Owen, Scott W. Simpson, Tim D. White, Berhane Asfaw, Gen Suwa (2009d): Careful Climbing in the Miocene: The Forelimbs of *Ardipithecus ramidus* and Humans are Primitive, Science, Vol 236, p. 70
- Radovčić, J. (1988) Dragutin Gorjanović- Kramberger i krapinski pračovjek, Hrvatski prirodoslovni muzej, Šolska knjiga, Zagreb
- Sanders, M. and N. Ngxola (2009) Identifying teachers' concerns about teaching evolutions, Educational Research, 43 (3), 121–128
- Stringer, C. in P. Andrews (2005) The Complete Word of Human Evolution, Thames & Hudson, United Kingdom
- Šetinc, M. in drugi (1998): Izbrane testne naloge iz naravoslovja, Založništvo Jutro, Ljubljana.
- Šorgo A. (2009) Mar koga moti --- : evolucija na maturi. *Šol. razgl.*, 3. apr. 2009, letn. 60, št. 7, str. 6.
- Valoch, K. in M. Lazičkova Galetova (2009) The oldest art of Central Europe, The Moravian Museum, Brno

White, T. D., Berhane Asfaw, Jonas Beyene, Yohannes Haile-Selassie, C. Owen Lovejoy, Gen Suwa (2009): *Ardipithecus ramidus* and the paleobiology of Early Hominids, Science, Vol 236, p. 64

Roach, M. (2008): *Skoraj kot ljudje*, National Geographic, Slovenija, 128- 149, April 2008, št. 4

http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Biologija_obvezni.pdf

http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_BIOLOGIJA_gimn.pdf

ANALIZA STANJA NARAVOSLOVNE PISMENOSTI NA PODROČJU BIOLOGIJE

Jelka Strgar¹

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, SI-1001 Ljubljana, Slovenija, jelka.strgar@bf.uni-lj.si

Povzetek

Splošno sprejeto stališče je, da morajo dijaki ob koncu srednje šole sedaj bolj kot nekoč dobro razumeti osnove naravoslovja in tehnologije, da bodo lahko polno sodelovali na delovnem mestu in se znali odločati o vsakodnevni zadevi od zdravja in virov energije do podnebja. V naši analizi rezultatov domačih in mednarodnih raziskav, ki so preverjale znanje učencev in njihova stališča do pouka, smo med drugim ugotovili, da v Sloveniji učenci pri pouku biologije razvijajo predvsem poznanje bioloških vsebin, pomanjkljivo pa je razvijanje drugih kompetenc (npr. sposobnost prepoznavanja vprašanj, znanstvenega razlaganja pojavov in sposobnost uporabe podatkov, sposobnost sporazumevanja v maternem jeziku). Med predlogi, kako odpraviti šibke točke, ki smo jih našli v našem biološkem izobraževanju, smo navedli ustrezno izobraževanje prihodnjih učiteljev in učiteljev praktikov, razvijanje veselja do biologije pri učencih, cilj izobraževanja naj bo kakovost znanja, opustitev vsebinsko prenatrpanih učnih načrtov, povezovanje vsebine znotraj biologije, medpredmetno in z vsakdanjim življenjem, povečanje deleža aktivnih metod pri pouku, priprava gradiva za učitelje ter namenjanje več pozornosti izražanju učencev tudi pri pouku biologije.

Ključne besede: ključne kompetence, učenci, biologija, šola

Abstract

It is a generally accepted view that students finishing high school today should have a better understanding of basic science and technology than they used to; an understanding that will enable them to fully participate in the workplace and make decisions on everyday matters, ranging from health and energy sources to climate change. The results of domestic and international research investigating students' knowledge and their attitude towards school show among other things, that students learning biology in Slovenia acquire substantial knowledge of the biological content, but the development of other skills (eg. ability to identify issues, ability to explain scientific phenomena and the ability to use data, the ability to communicate in the native language) is poor. Among the proposals aimed to overcome the weak points of our biological education we suggested adequate education for prospective teachers and teacher practitioners, inspiring interest for biology in students, the fact that the aim of education should be the quality of knowledge, abandonment of overburdened curricula, interdisciplinary integration of content within the biology that should also be linked with everyday life, increasing the proportion of active methods in the classroom, preparing materials for teachers, paying more attention to the expression of the students in biology classes as well.

Keywords: key competences, pupils, biology, school

1 Uvod

Šola naj bi dajala kakovostno splošno izobrazbo, kar s stališča kompetenc pomeni znanje, veščine in naravnost, ki jih potrebuje vsakdo in koristijo vsej družbi. Preneseno na pouk biologije to pomeni zagotoviti temeljne, za vsakdanje življenje potrebne spretnosti, poznanje in razumevanje narave, razumevanje narave znanosti in znanstveno pismenost ter obenem oblikovati pozitiven odnos do narave, okolja in znanosti ter prispevati k osebnostnemu razvoju posameznika. Taka izobrazba je hkrati tudi trdna podlaga za tisto manjšino učencev, ki se bodo odločili za študij biologije.

Na to, ali bodo učenci usvojili potrebne kompetence, vpliva kakovost učenja, poučevanja, preverjanja in ocenjevanja znanja. Znanja je danes toliko, da se vsega, kar potrebujemo za življenje, ni mogoče naučiti v šoli; vseživljenjsko učenje je postalo nuja. Tisto, kar bi šola morala naučiti, je, kako se učinkovito učiti. To lahko dosežemo z novimi, aktivnejšimi metodami pouka, ki pri učencih vključujejo miselni in čustveni vidik. Preseči moramo način poučevanja, ki pomeni posredovanje že izdelanega znanja, in vpeljati pouk, pri katerem učenci večji del spoznavnega procesa opravijo sami. Na pamet naučeno, nerazumljeno znanje, se ne poveže v shemo znanja posameznika in ostane zato reproduktivno, neuporabno oziroma znanje nižjih ravni. Naš cilj je doseči kakovostno znanje, katerega pomembna vidika sta njegova trajnost in uporabnost.

Slovenski šolski sistem doživlja spremembe in se poskuša prilagajati novim zahtevam, vprašanje pa je, ali omogoča učencem razviti ustrezne kompetence. V naši analizi smo zato poskušali z veljavnimi kazalniki ugotoviti, katere so na področju biologije močne strani našega šolstva in katere so njegove pomanjkljivosti. Vprašanje, ki smo si ga zastavili, se je glasilo: Ali slovenska šola v zadovoljivi meri razvija kompetence, potrebne v 21. stoletju? Izhajali smo iz predpostavke, da nam mednarodne raziskave kažejo zeleno smer, v katero gre izobraževanje v svetu, in ta smer poudarja predvsem kompetence (kognitivne, funkcionalne in osebnostne ali socialne), kot jih navaja Medveš (2006), ki naj bi jih učenci usvojili, da bi znali svoje znanje uporabljati in se z njegovo pomočjo tudi kritično odločati.

2 Metode in postopki

S Sloveniji je bilo v zadnjem obdobju opravljenih več raziskav s področja biološkega izobraževanja, precej zanimivih ugotovitev je bilo zbranih tudi v okviru diplomskih in magistrskih del ter doktorskih disertacij. Pomembne podatke o naravoslovnem znanju naših učencev sta posredovali mednarodni raziskavi TIMSS, pri kateri Slovenija sodeluje od začetka, torej od leta 1995, in PISA, ki smo se ji pridružili leta 2006. V naši študiji smo analizirali te pisne vire, in sicer smo zajeli ugotovitve raziskav TIMSS in PISA, 3 diplomskih del, 1 magistrskega dela, 1 doktorskega dela ter 5 drugih raziskav na šolah; skupaj smo analizirali 15 del, ki so se ukvarjala z dosežki slovenskih učencev pri pouku biologije na različnih stopnjah izobraževanja (tab. 1).

Tabela 1: Seznam v prispevku analiziranih diplomskih, magistrskih in doktorskih del

Vrsta dela	Avtor	Leto	Naslov dela
Dipl. delo	Ančimer, K.	2007	TIMSS 2003 – Analiza vzorčnih vprašanj s področja biologije
Dipl. delo	Močnik, M.	2008	Analiza dosežkov nacionalnega preverjanja znanja iz biologije leta 2006
Dipl. delo	Moštrokol, A.	2007	Vsebinska analiza nacionalnega preizkusa znanja iz biologije 2006
Mag. delo	Tomažič-Majstor, T.	2008	Znanje biologije gimnazijcev po zaključenem obveznem programu
Dokt. dis.	Skribe-Dimec, D.	2000	Primerjava uspešnosti pouka biologije v osnovnih šolah v Sloveniji in v svetu (1991–1999)

3 Rezultati

Pri pregledu gradiva smo se osredinili na tri kategorije: dosežki naših učencev s stališča kognitivnih in funkcionalnih kompetenc na področju biologije, sporazumevanje v maternem jeziku in stališča učencev do biologije.

Dosežki naših učencev s stališča kognitivnih in funkcionalnih kompetenc na področju biologije

Rezultati analiz raziskav TIMSS so pokazali, da imajo naši osnovnošolci dobro samopodobo glede svojega znanja, žal pa ne znajo toliko, kot mislijo. Kritične biološke vsebine se od raziskave do raziskave nekoliko razlikujejo. Sicer pa je njihovo znanje predvsem faktografsko, obvladajo torej odgovore na vprašanja nižjih taksonomskih ravni, višje ravni znanja pa dosegajo manj pogosto kot njihovi vrstniki po svetu. Učenci imajo velike težave pri raziskovalnem delu, večina tudi ne zna zapisati razlage pojavov in uporabiti diagramov pri poročanju o naravoslovnih izsledkih (Skribe - Dimec, 2000, Japelj Pavešić, 2005, Ančimer, 2007). Da je to tako, so delno krivi tudi operativni učni cilji v naših učnih načrtih, ki zajemajo predvsem prvo in drugo raven po Bloomovi taksonomiji kognitivnih stopenj.

V zadnji raziskavi TIMSS (2007) so slovenskih učenci v obeh starostnih kategorijah (četrtšolci in osmošolci) dosegli nadpovprečne naravoslovne dosežke in precej napredovali, vendar velja omeniti, da so dosežki na vsebinskem področju žive narave, torej biologije, nekoliko slabši od tistih pri področjih nežive narave in ved o Zemlji. Med tremi kognitivnimi področji, ki jih ta raziskava preverja, so pokazali dobre dosežke na najnižjem nivoju (poznanje dejstev) in na najvišjem (sklepanje in utemeljevanje), medtem ko ostaja uporaba znanja še naprej šibka točka v njihovem znanju (Svetlik in dr.), (2008).

V zadnji raziskavi PISA leta 2006 (Štraus, Repež in Štigl, 2007) so bili naši učenci pri znanju o naravoslovju kar 9 točk pod mednarodnim povprečjem, medtem ko so pri znanju naravoslovja izkazali dobro znanje na področju sistemi Zemlje in vesolja (15 točk nad povprečjem) ter področju fizikalni sistemi (12 točk nad povprečjem), pri področju živi sistemi, ki obsegajo biologijo, pa so bili za 2 točki slabši od mednarodnega povprečja (tab. 2). V najnovejših raziskavah TIMSS in PISA so bili torej slovenski učenci med vsemi naravoslovnimi področji najslabši na biološkem. Temeljne ugotovitve so, da dosežki učencev v Sloveniji sicer pri nobeni od preverjanj bioloških vsebin niso bili šibki. Dejavnika, s katerima je mogoče pojasniti slabše dosežke pri posameznih nalogah, sta tip naloge (učenci vseh starosti v povprečju bolje rešujejo

naloge izbirnega tipa) in predvsem kognitivna zahtevnost naloge (učenci vseh starosti v povprečju bolje rešujejo naloge nižjih kognitivnih ravni) (Ančimer, 2007, Strgar, 2008, Tomažič - Majstor, 2008). Sklenemo lahko, da je v slovenskem šolskem sistemu pri biologiji poudarek na razvijanju poznavanja bioloških vsebin, pomanjkljivo pa je razvijanje drugih kompetenc, kot so sposobnost prepoznavanja vprašanj, sposobnost znanstvenega razlaganja pojavov in sposobnost uporabe podatkov. Podobne izkušnje in opažanja navaja tudi Brecl (2008), in sicer, da dijaki nimajo težav pri pridobivanju znanja, težave imajo v kompetenci, ki se nanaša na sposobnost in pripravljenost za uporabo znanja in metodologij za razlago naravnega sveta.

Tabela 2: Primerjava skupnega dosežka slovenskih učencev pri naravoslovju z dosežki pri posameznih naravoslovnih kompetencah in na posameznih naravoslovnih področjih (povzeto po Straus, Repež, Štigl, 2007, str. 51)

Razlika med dosežkom na skupni lestvici in dosežkom na posamezni lestvici							
Kompetence				Vsebinska področja			
Splošni dosežek	Prepoznanje vprašanj	Razlaganje pojavov	Uporaba podatkov	Znanje o naravoslovju	Zemlja in vesolje	Živi sistemi	Fizikalni sistemi
519	-2	4	-3	-9	15	-2	12

Nacionalni preizkusi znanja so pokazali na področju biologije nekaj pozitivnih ugotovitev s stališča kognitivnih in funkcionalnih kompetenc. Tako smo ugotovili, da učenci znajo odčitati podatke s preprostih diagramov, glede bioloških vsebin pa, da poznajo preproste, osnovne biološke pojme in to znanje znajo tudi uporabiti. Negativne ugotovitve so bile, da učenci slabše poznajo življenjske procese (npr. celično dihanje), ne razumejo osnov znanstvenega raziskovanja (ne znajo načrtovati poizkusa), znanja pa pogosto ne znajo uporabiti v konkretni situaciji (Državni izpitni center, 2006, 2009, Moštrokol, 2007).

Izsledki nekaterih drugih raziskav, ki so zajele manjše vzorce učencev, so pokazali, da z biološkim znanjem gimnazijcev ne moremo biti zadovoljni. V eni raziskavi je 83 % dijakov po končanem obveznem programu glede na cilje pouka biologije doseglo manj kot polovico mogočih točk. V povprečju so zbrali samo 35,1 % točk. Slab učni rezultat je bilo na osnovi analiz anketnih vprašalnikov mogoče pripisati organizaciji pouka biologije v slovenskih gimnazijah, ki poteka predvsem kot prenašanje znanja. Poleg tega je večina učnih vsebin zahtevnih in preobsežnih, ponavljanju in utrjevanju ter individualizaciji in diferenciaciji ni namenjena ustrezna pozornost. Zanimarja se vloga diagnostičnega in formativnega preverjanja znanja, pokazalo pa se je tudi, da se dijaki večinoma učijo biologijo kampanjsko in učenj jemljejo površinsko (Tomažič - Majstor, 2008). Druga raziskava pri gimnazijski populaciji je pokazala, da so dijaki prinesli iz osnovne šole šibko znanje o človeku. Zaskrbljujoča je bila ugotovitev, da bodo učenci, ki tega znanja ne bodo usvojili v nadaljnjem šolanju (npr. v gimnaziji), morali s takšnim znanjem o samih sebi tudi živeti. Iz odgovorov gimnazijcev sta avtorja (Šorgo in Hajdinjak, 2006) sklepala, da večina pouka v osnovni šoli poteka zelo teoretično in učencem ne ponuja pravega izziva ali praktičnih znanj. Posledica neustreznih metod dela pri pouku biologije je med drugim tudi nizka trajnost znanja.

Sporazumevanje v maternem jeziku

Sporazumevanje v maternem jeziku je ena izmed ključnih kompetenc. Pri nacionalnih preverjanjih znanja iz biologije se je pokazalo, da učenci ob koncu osnovnošolskega izobraževanja svoje odgovore na odprta vprašanja zapisujejo premalo jasno in domišljeno ter redko v celih povedih, pogoste pa so tudi slovnične in pravopisne napake. Sklepali smo, da osnovne bralno-pisalne sposobnosti učencev, torej znanje, zajeto v minimalnih standardih učnih načrtov, po končani osnovni šoli niso zadovoljive (Državni izpitni center, 2006, 2009, Moštrokol, 2007). Tudi za gimnazijce velja splošna ugotovitev, da se izjemno slabo izražajo v maternem jeziku (Tomažič - Majstor, 2008).

Stališča učencev do biologije

Delež četrtošolcev, ki jih naravoslovje veseli, se je od leta 1995 do 2007 zmanjšal za 8 % in je 69–odstoten. Obenem se je v tem času povečal delež četrtošolcev, ki nimajo veselja do naravoslovja, za 10 % in je 17–odstoten (Svetlik in dr., 2008).

Delež osmošolcev, ki jih biologija veseli, se je od leta 1995 do 2007 zmanjšal za 15 % in je sedaj ena tretjina učencev. Obenem se je v istem času povečal delež osmošolcev, ki nimajo veselja z biologijo, za 20 % in je 34 % učencev. Slovenskim osmošolcem se zdi znanje biologije za njihovo nadaljnje šolanje in zaposlitev manj pomembno, kot se zdi osmošolcem velike večine drugih držav (Svetlik in dr., 2008).

Pri devetošolcih se je pokazalo, da se 55 % biologijo rado uči in da se 35 % ne želi večjega števila ur biologije. Večina devetošolcev (81 %) meni, da jim bo znanje biologije pomagalo v življenju. Zanimivo pa je, da jih 75 % meni, da jim znanje biologije ne pomaga pri drugih predmetih (Močnik, 2008).

Do podobnih ugotovitev so prišli pri raziskavi pri populaciji gimnazijcev (Tomažič - Majstor, 2008), pri katerih se je biologija kot najbolj priljubljen naravoslovni predmet med devetimi učnimi predmeti, ki so jih imeli dijaki v vseh prvih treh letnikih gimnazije, uvrstila na četrto mesto. Večina dijakov je menila, da je znanje, ki so ga pridobili pri pouku biologije, pomembno za vsakdanje življenje. To pa predvsem zato, ker so spoznali zgradbo in delovanje lastnega organizma ter drugih živih bitij, pridobili znanje iz ekologije ter zato, ker pridobljeno znanje prispeva k splošni razgledanosti in je uporabno v vsakdanjem življenju. Četrtna dijakov, ki je navedla, da znanje, pridobljeno pri pouku biologije, ni pomembno za vsakdanje življenje, pa je svoje mnenje utemeljila predvsem s tem, da je uporabne snovi premalo in da zaradi preveč podrobno obravnavane ter preveč obsežne učne snovi niso sposobni ločevati bistvenega od nebistvenega.

4 Sklep

V zadnjih letih se na področju izobraževanja poudarja predvsem pomen ključnih kompetenc, ki naj bi učence usposobile za življenje v sodobnem, hitro spreminjajočem se svetu. Stanje, ki ga je pokazala naša analiza, žal kaže na to, da naši učenci pri pouku biologije razvijajo predvsem poznanje bioloških vsebin, pomanjkljivo pa je razvijanje drugih kompetenc (npr. sposobnost prepoznavanja vprašanj, sposobnost znanstvenega razlaganja pojavov in sposobnost uporabe podatkov, sposobnost sporazumevanja v maternem jeziku). V nadaljevanju navajamo predloge, kako odpraviti šibke točke, ki smo jih našli v našem biološkem izobraževanju.

1. Ustrezno izobraževati študente –prihodnje učitelje bioloških vsebin na strokovnobiološkem in pedagoškem področju.

2. Vključiti učitelje prakse v ustrezno vseživljenjsko izobraževanje. S tem bi jih na strokovnobiološkem in pedagoškem področju uvajali v novosti in spodbujali k aktivnim metodam dela pri pouku biologije, kjer je učitelj organizator in vodja dela in ne več posredovalec znanja (Šorgo, 2008, Špernjak, 2008).
3. Razvijati veselje do naravoslovnih predmetov bi moral biti pomemben cilj poučevanja naravoslovja. To ima namreč neposredni vpliv na dosežke učencev, tako so slovenski učenci, ki jih naravoslovje veseli, pri raziskavi TIMSS dosegli višje dosežke od tistih, ki jih naravoslovje ne veseli (Svetlik in dr., 2008).
4. Postaviti za cilj izobraževanja kakovost znanja in ne predvsem njegovo količino. S tem razumemo pridobivanje ustreznih védenj, spretnosti, veščin in stališč, ki naj bi posamezniku omogočale kakovostnejše in polnejše življenje (Šorgo, 2008).
5. Opustiti vsebinsko prenatrpane učne načrte, na šolski ravni pa omogočiti večjo fleksibilnost pri organizaciji pouka. Nameniti dovolj časa metodam dela, kot so utrjevanje, raziskovanje, pogovarjanje (Golmajer, 2008, Šorgo, 2008).
6. Povezovati vsebino znotraj biologije, učence torej naučiti posploševanja in povezovanja, da bo znanje z ravni reprodukcije prešlo na raven razumevanja in integracije. (Skribe - Dimec, 2000, Šorgo in Hajdinjak, 2006).
7. Povezovati biološko vsebino z vsakdanjim življenjem.
8. Povezovati biološko vsebino z drugimi naravoslovnimi, družboslovnimi in humanističnimi predmeti.
9. Povečati delež pravega raziskovalnega dela, saj naj bi naravoslovno pismeni učenci znali sami načrtovati preproste raziskave, ugotavljati namen poizkusov in raziskav, nadzorovati spremenljivke, zapisovati in brati grafične zapise, razlikovati med domnevami in objektivnimi dejstvi, sklepati na osnovi danih podatkov in vrednotiti raziskovalno delo (Šorgo, 2008).
10. Pripraviti gradiva, ki bi učiteljem pomagala in jih spodbujala k aktivnim metodam pri pouku (Tomažič, 2008).
11. Nameniti več pozornosti izražanju učencev tudi pri pouku biologije, saj morajo tako kot pri slovenščini tudi pri biologiji pokazati sposobnost izražanja.

5 Viri

- Ančimer, K. (2007). *TIMSS 2003 – Analiza vzorčnih vprašanj s področja biologije* (Dipl. delo). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. [COBISS.SI-ID 7001417].
- Brecl, J. (2008). Mnenje o sedanjem stanju naravoslovnih kompetenc v gimnaziji. V A. Šorgo (ur.), *Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali biologija*. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Državni izpitni center. (2006). *Nacionalno preverjanje znanja: Letno poročilo o izvedbi nacionalnega preverjanja znanja v šolskem letu 2005/2006*. Ljubljana. [http://www.ric.si/mma_bin.php/\\$fileI/2006121512431727/\\$fileN/LPNPZ06Osnotek8.pdf](http://www.ric.si/mma_bin.php/$fileI/2006121512431727/$fileN/LPNPZ06Osnotek8.pdf), (17. 8. 2010).
- Državni izpitni center. (2009). *Nacionalno preverjanje znanja: Letno poročilo o izvedbi nacionalnega preverjanja znanja v šolskem letu 2008/2009*. Ljubljana.

- [http://www.ric.si/mma_bin.php/\\$fileI/2009121612174940/\\$fileN/Letno%20poročilo%202009%20Tisk.pdf](http://www.ric.si/mma_bin.php/$fileI/2009121612174940/$fileN/Letno%20poročilo%202009%20Tisk.pdf), (17. 8. 2010).
- Golmajer, N. (2008). Kakšno sporočilo nam prinašajo NPZ? V A. Šorgo (ur.), *Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali biologija*. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Japelj Pavešić, B. in dr. (2005). *Slovenija v raziskavi TIMSS 2003*. Ljubljana, Pedagoški inštitut.
- Medveš, Z. (2006). Informativni in formativni nivo v kurikularnem načrtovanju. *Vzgoja in izobraževanje*, 37(1), 19–21.
- Močnik, M. (2008). *Analiza dosežkov nacionalnega preverjanja znanja iz biologije leta 2006* (Dipl. delo). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_mocnik_marta.pdf (17. 8. 2010)
- Moštrokol, A. (2007). *Vsebinska analiza nacionalnega preizkusa znanja iz biologije 2006* (Dipl. delo). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. [COBISS.SI-ID 7092553]
- M. Štraus, M. Repež, S. Štigl. (2007). *Nacionalno poročilo PISA 2006: naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev*. Ljubljana, Pedagoški inštitut. http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/PISA/PISA2009/PISA2006NacionalnoPorocilo.pdf (17. 8. 2010)
- Skribe-Dimec, D. (2000). *Primerjava uspešnosti pouka biologije v osnovnih šolah v Sloveniji in v svetu (1991–1999)* (Doktorska disertacija). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo.
- Strgar, J. (2008, maj). *Analiza znanja slovenskih učencev na vsebinskem področju Živi sistemi v raziskavi PISA 2006*. Prispevek, predstavljen na posvetu PISA 2006: Kako so slovenski učenci pripravljeni na izzive prihodnosti?, Ljubljana, Pedagoški inštitut.
- Svetlik, K. in dr. (2008). *Naravoslovni dosežki Slovenije v raziskavi TIMSS 2007*. Ljubljana, Pedagoški inštitut. (<http://www.pei.si/Sifranti/InternationalProject.aspx?id=1>), (17. 8. 2010).
- Šorgo, A. (ur.) (2008). *Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali – biologija*. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Šorgo, A, Hajdinjak, Z. (2006). Specialna anatomija gimnazijca ali kaj je v meni. *Vzgoja in izobraževanje*, 37(5), 43–51.
- Špernjak, A. (2008). Analiza mature iz biologije. V A. Šorgo (ur.), *Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali biologija*. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Tomažič, I. (2008). The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. *Acta Biologica Slovenica*, 51(1), 39–49. [COBISS.SI-ID 25443545].
- Tomažič-Majstor, T. (2008). *Znanje biologije gimnazijcev po zaključenem obveznem programu* (Mag.del). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,

Oddelek za biologijo. http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/md_tomazic_majstor_tatjana.pdf, (17. 8. 2010).



3. DEL

Projekt

Razvoj naravoslovnih kompetenc

FIZIKA

SPECIFIČNE KOMPETENCE PRI FIZIKI

Milan Ambrožič,^{1,2} Robert Repnik¹

¹Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Koroška 160, Maribor,
milan.ambrozic@uni-mb.si, robert.repnik@uni-mb.si

²Mednarodna podiplomska šola Jožef Stefan, Jamova 39, Ljubljana

Povzetek

Specifične kompetence pri fiziki lahko obravnavamo v dveh smereh: kot uporabo in razvoj generičnih kompetenc na za fiziko specifičen način ter kot zbirko specifičnih kompetenc, ki so še posebej značilne in pomembne pri fiziki. V bistvu pa so fizikalne specifične kompetence tesno prepletene tako z generičnimi kot s še splošnejšimi ključnimi kompetencami, opredeljenimi v referenčnem okviru EU-zakonodaje – Key Competences for Lifelong Learning (Education, Training, Youth). Izrazito fizikalne specifične kompetence je težko opredeliti, saj so naravoslovne vede med seboj tesno povezane, zato praktično ne najdemo kompetence, ki bi bila uporabna samo pri fiziki in ne pri kemiji ali biologiji. Vseeno pa obstajajo določene kompetence, npr. računanje s fizikalnimi enotami, ki naj bi jih razvijali predvsem pri fiziki, čeprav so koristne tudi za druge naravoslovne vede. Nekateri mednarodni standardi določajo kompetence pri fiziki na višjem, profesionalnem nivoju, zato niso primerne kot neposredno merilo v osnovni in srednji šoli, vendar pa dajejo splošne smernice za opredelitev specifičnih kompetenc. V tem delu navajamo različne poglede na specifične kompetence pri fiziki, ki jih je podalo več avtorjev, sodelujočih pri projektu.

Ključne besede: naravoslovne kompetence, generične kompetence, predmetno specifične kompetence

Abstract

Specific competences in physics may be treated in two directions: either as an application and development of GC (generic competences) in a typically physical way or as a collection of specific competences which are characteristic and particularly important for physics. In any case, specific physical competences are tightly connected with the generic as well as even more general key competences from the EU Legislation – Key Competences for Lifelong Learning (Education, Training, Youth). As the application of the first view we give an example of the first two GC: the ability of collecting information and the ability of analyzing literature and information organization. When searching information on Internet for the preparation of physics seminar work, particularly in regard to the magnitude of various physical quantities, attention must be paid both to metric number and unit, and also to written equations. Magnitude spans of physical quantities are often far beyond human's everyday imagination. A good example are large distances in universe: the distances between nearest stars are of the order of 10^{16} m. The opposite limit is the subatomic distances, extending down to the Planck scale of 10^{-35} m in the fundamentals of quantum theory. Similar findings hold for masses of physical objects, time scales, etc. Therefore, it is advisable for students to check information in various sources. The second direction of systematization of specific competences requires much effort since the meaning of the defined competences should be neither too broad nor too narrow. It is difficult to define essentially physical specific competences, because natural sciences are tightly

connected and it is thus practically impossible to find any competences used only in physics but not in chemistry or biology. Nevertheless, there are certain competences, such as algebra with physical units, which should be developed mostly within physics, although they are useful for other natural sciences, too. Some international standards define physical competences at higher – professional level, so that they are not appropriate as a direct criterion in primary and secondary school, but contribute general guidelines for determination of specific competences. In this article we represent a few possible points of view about specific competences in physics applicable in our project.

Keywords: natural science competences, generic competences, subject - specific competences

1 Uvod

Med poglavitnimi cilji projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc (Nacionalni projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2009) je tudi razvijanje predmetno specifičnih kompetence za vse tri osnovne naravoslovne predmete: fiziko, kemijo in biologijo. Ker uporabljajo vse tri vede podobne raziskovalne metode, npr. opazovanje, postavljanje hipotez in njihovo preverjanje, eksperimentiranje, matematično modeliranje in podobno, je pravzaprav precej težko postaviti meje med izrazito specifičnimi kompetencami za posamezna področja. V pomoč so nam lahko neke splošnejše kompetence, opredeljene v raznih mednarodnih sporazumih, ki jih lahko na svojstven način razvijamo pri pouku naravoslovja in posebej fizike. Tako si lahko omislamo specifične kompetence pri fiziki kot fizikalno obarvane splošnejše kompetence, npr. ključne (Key Competences for Lifelong Learning, 2006) ali pa generične kompetence, našteje v nadaljevanju (Australian Education Council, 1991). Druga možnost pa je neodvisna opredelitev fizikalnih kompetenc, kjer pa moramo v ta pojem zajeti vse vidike, tudi spretnosti, odnose in vrednote, ki bi morale spremljati specifično znanje. Morda zelo uporabno vodilo za to, da je neki skupek znanj ali spretnost zares kompetenca (del kompetence), je učinkovita prenosljivost na druga znanstvena področja ali veje iste vede. Zaradi skoraj samodejne prepletenosti takšnih specifičnih kompetenc z drugimi naravoslovnimi vedami, tehniko in interdisciplinarnimi panogami se lahko odločimo, da je neka kompetenca bolj fizikalna zato, ker se razvija predvsem pri fiziki in je zanj najpomembnejša, čeprav se učinkovito uporablja tudi na drugih področjih. Mednarodno priznane kompetence pri fiziki morebiti niso vedno najboljše vodilo, kot bomo videli. Največja težava pri definiranju specifičnih kompetenc je, da so za praktične namene opredelitve bodisi preozke (zato je prenosljivost znanja zanemarljiva) ali preširoke (zato izgine prevladujoč značaj ene same vede v njih).

Najprej si bomo ogledali, kako lahko splošnejše kompetence oziroma njihov del gojimo pri fiziki, potem pa bomo podali nekaj predlogov opredelitve bolj specifičnih kompetenc.

2 Generične kompetence, fizikalno

Bolj kot na ključne kompetence, opredeljene v evropski zakonodaji – Education, Training, Youth (Key competences for Lifelong Learning, 2006) in ki naj bi se pravzaprav razvijali pri vseh šolskih predmetih in ne le pri naravoslovju, smo se pri projektu osredinili na določene generične kompetence (GK), ki so tesneje povezane z naravoslovjem. Slednje smo povzeli po spisku Mayerjeve komisije iz Avstralije (Australian Education Council, 1991). Izbrali smo jih 14: sposobnost zbiranja

informacij, sposobnost analize literature in organizacija informacij, ... , varnost (Opredelitev naravoslovnih kompetenc, 2009).

Generične kompetence so sicer enako pomembne pri vseh naravoslovnih vedah, vendar jih lahko pri pouku za vsako vedo krepimo na svojstven način. Za zgled vzemimo poizkuse, seminarske naloge in podobno, ki so enako pomembni za fiziko, kemijo in biologijo, vendar pa imajo pri fiziki nekaj posebnosti.

GK 1 in 2: Sposobnost zbiranja informacij, sposobnost analize literature in organizacija informacij

Brskanje po različnih virih zahteva določeno sistematiko in spretnost (Strnad, 1993). Pri iskanju informacij na spletnih straneh za fizikalne seminarske naloge ali kot dodatni učni vir, posebno kar se tiče velikosti raznih fizikalnih veličin, je treba biti pozoren tako na mersko število kot na mersko enoto, pa tudi na zapis raznih enačb. Velikostni razponi raznih fizikalnih veličin so velikokrat povsem zunaj človeške vsakodnevne predstave. Zgled za to so razsežnosti v vesolju: najprej oddaljenost Zemlje in Plutona od Sonca, oddaljenost najbližjih zvezd, velikost Galaksije, oddaljenost sosednjih galaksij itd. Ali pa v nasprotni smeri: velikost celice, virusa, vodikovega atoma, atomskega jedra, vse do Planckove razdalje 10^{-35} m. Podobno velja za mase objektov, časovne skale raznih dogajanj itd. Zato je priporočljivo preveriti informacije v več virih. Zbiranje fizikalnega gradiva je tudi odlična vaja v organizaciji informacij, npr. zapis veličin v najprimernejših fizikalnih enotah. Zelo primerna je velikostna primerjava veličin v pomanjšani ali povečani skali, da postane nazornejša, posebno v OŠ, ko npr. učenec predstavi sošolcem neko temo. Na spletnih straneh je tudi veliko enačb za najrazličnejše fizikalne pojave, vendar se pojavljajo tudi napake, na primer napačna potenca neke veličine, posebno če je v fizikalnem izrazu veliko faktorjev. Vendar bi lahko dijaki, ki bi morali biti v tem dovolj izurjeni, z dimenzijsko analizo takoj preverili, ali se fizikalne enote ujemajo, in če se ne, zasumili napako. Kot znanja in spretnosti pri teh dveh kompetencah v tem kontekstu lahko smatramo poznanje desetiških potenc, fizikalnih enot in predpon k enotam ter spretno računanje z njimi kot odnos ter doslednost, začinjeno s previdnostjo in določeno mero dvoma o najdenih podatkih, posebno če se zdi nenavadni.

GK 3 in 4: Sposobnost interpretacije in sinteze sklepov

Včasih nam šele kvantitativna obravnava naravnih pojavov, ki je posebej značilna za fiziko, da vpogled v podrobne zakonitosti, ki se skrivajo za nekim pojavom. Tako se tudi poveča moč interpretacije, posebno napovedna zmožnost. Za zgled vzemimo naslednjo mikroskopsko sliko Ohmovega zakona, ki se sicer ne obravnava podrobno v srednji šoli, bi pa dijaki razlago in sklepe zlahka dojemali. Gre za sliko nemškega fizika Drudeja pri njegovem klasičnem modelu prevajanja na prelomu 19. in 20. stoletja. Električno polje elektrone enakomerno pospešuje; zakaj torej tok ne narašča s časom enakomerno pospešeno? Učitelj naj spodbudi dijake, da sami pridejo do tega vprašanja. Potem skupaj poiščejo razlago: sipanje elektronov na atomih v kovini predvsem zaradi nečistoč in zaradi termičnih nihanj. Morda učitelj omeni Drudejevo razlago in opozori na njene pomanjkljivosti. Ob tem lahko dijaki ob učiteljevi pomoči razmislijo tudi o superprevodnikih in drugih prevodnikih ter naredijo sintezo: kaj imajo skupnega in kaj je različno pri navadnih prevodnikih, izolatorjih, morda tudi polprevodnikih in superprevodnikih. V zvezi z Bloomovo taksonomijo (Bloom, 1970) se da v takšni debati priti vse do stopnje vrednotenja: koristnost, slabost ohmske upornosti itd.

GK 5: Sposobnost učenja in reševanja problemov

Zaradi svoje narave je fizika morda idealen predmet za urjenje sposobnosti reševanja problemov, ker izhaja neposredno iz naravnih in življenjskih problemov. Po izkušnjah obeh avtorjev z dijaki in študenti različnih fakultet je za dijake in študente pri fizikalnih problemsko zasnovanih računskih nalogah daleč najtežje povezati fizikalno vsebino z matematično nastavitvijo problema; matematični del gre potem veliko lažje. In ravno ta del (prehod iz fizike na matematiko, to je matematično modeliranje naravnih pojavov, podobno pa velja tudi za druge načine dela, npr. pri prehodu iz opazovanja poizkusov na kvalitativno fizikalno razlago itd.) bi morali osnovnošolski učenci, dijaki in študentje sprejeti kot izziv in dobrodošlo možgansko urjenje, ne pa kot grožnjo. Vse skupaj je seveda odvisno tudi od učitelja. Dobrodošla utegne biti uporaba grafično orientiranih didaktičnih programov za predstavitev dinamičnih modelov že v osnovni šoli; takšni programi so npr. Berkeley Madonna, Dynasys in Stella. Ti omogočajo učencem spajanje grafičnih znakov za razne fizikalne parametre (konstante), spremenljivke in njihove pretoke (časovne odvode) v sestavljen matematičen model, ki ga potem numerično simulira računalnik. Po vnosu matematičnih relacij med spremenljivkami in njihovih začetnih vrednosti program reši nalogo in grafično ponazori časovni potek spremenljivk modela. Poleg raznih spretnosti, potrebnih za to kompetenco, npr. uspešno kombiniranje analitičnega in sintetičnega načina razmišljanja, je seveda pomemben tudi odnos do te dejavnosti, tega pa določajo značajske lastnosti učencev, kot je vztrajnost.

GK 6: Prenos teorije v prakso

Vse tri šolske naravoslovne vede imajo svoja področja za prenos teorije v prakso. Pri tem se vsaka sreča s svojimi specifičnostmi in težavami. Pri fiziki je ta prenos nekje hitrejši, lažji, bolj neposreden, npr. na področju mehanike (uporaba vzvodov pri orodjih, statika v gradbeništvu, načela vzgona in plavanja pri izdelavi ladij, jaht in čolnov, tlak v pnevmatskih orodjih itd.), nekje pa kompleksnejši (uporaba teorije gibanja naelektrenih delcev v elektromagnetnem polju pri izdelavi elektronskega mikroskopa itd.). Tehnološki napredek je prinesel na vseh treh naravoslovnih področjih izredno pomembne dosežke v povezavi z drugimi panogami, npr. s fiziko so povezani: izvrstni orbitalni teleskopi, telekomunikacijski sateliti, novi načini zapisovanja informacij v elektroniki in računalništvu, keramični materiali z izvrstnimi mehanskimi lastnostmi, nanotehnologija itd. Zato je priporočljivo, da ob učiteljevi spodbudi učenci in dijaki s samostojnim in skupinskim delom, pa tudi frontalno, npr. z miselnimi nevihtami ustvarjajo lastne zamisli o prenosu teoretičnih fizikalnih modelov v prakso. Omenimo lahko naslednja znanja in spretnosti: tehnična žilica, inovativnost, iznajdljivost, kot pogled ali odnos na fiziko pa življenjskost, to je, fizika ni abstraktna mistika, ločena od vsakodnevnega življenja.

GK 7: Uporaba matematičnih idej in tehnik

Čeprav se matematika s svojimi tehnikami in prijemi prepleta z mnogimi drugimi človeškimi dejavnostmi veliko bolj, kot so ljudje navadno pripravljeni priznati, je nujnost njene povezave s fiziko med najbolj očitnimi. Fizika se nikakor ne sme spustiti na čisto izkustveno raven, tudi v višjih razredih osnovne šole ne. Vsaj majhen del vsake ure fizike (saj je včasih dovolj le nekaj minut) bi morali učitelji posvetiti urjenju ene od številnih matematičnih tehnik, za kar je prav v vsakem poglavju (temi) fizike priložnost: pisanje tabel, risanje grafov, reševanje preprostih enačb, pretvarjanje enot, približne ocene, uporaba ulomkov in odstotkov, v nekaterih primerih celi sklepni račun,

geometrijski problemi itd. Izgovor, da učenci ne marajo računanja in matematičnega razmišljanja, se zdi avtorjema majav. Zakaj pa potem toliko ur matematike v šoli?

GK 8: Prilagajanje novim razmeram

Zgled prilagajanja novim razmeram v fiziki je vnašanje sodobnih spoznanj in izumov, povezanih s fiziko, v osnovno in srednjo šolo, npr. v okviru nerazporejenih ur: nove možnosti za izrabo energijskih virov kot del trajnostnega razvoja, pomembni dosežki v kvantni fiziki, ki obetajo razvoj kvantnih računalnikov, nova spoznanja v kozmologiji itd. Tu nikakor ne bi smelo ostati le pri teoretičnem delu, temveč naj bi učitelj spodbujal učence k raziskovalnim nalogam, npr. naloga opremiti prost kotiček v šoli z varčno razsvetljavo, praktična raziskovalna naloga v zvezi z mopedi na električni pogon v sodelovanju z ustreznimi podjetji v Sloveniji itd. Pomembna je tudi krepitev ekološke zavesti (vrednostna stopnja znanja po Bloomovi lestvici), tako da se uporaba sodobne tehnologije povezuje tudi s pozitivnimi in morebitnimi negativnimi učinki na okolje in na zdravje ljudi. Še pomembnejši je kritičen odnos (v smislu pozitivne ali negativne kritike) do etičnega vidika uporabe novih tehnologij: npr., ali je razvoj mini-nadzornih sistemov, kot je krmiljenje žuželk med letom z električnimi impulzi smiseln in etičen (zloraba živih bitij, uporaba v vohunske namene, zloraba za kontrolo ljudi v zasebnem življenju itd.), da sploh ne govorimo o razvoju vse uspešnejšega orožja. Prihodnji znanstvenik ne sme biti absolutno poslušni robot, dovzeten le za sebične osebne interese. Vsekakor pa mora pri tem ostati objektiven. Na primer, ne gre brezkompromisno zavračati genski inženiring, obenem pa ne upoštevati njegovih potencialnih koristi, ali nasprotno.

GK 9: Skrb za kakovost

Fizikalni poizkusi na vseh nivojih so zelo primerni za razvoj te kompetence. Skrb za kakovost izvedbe poizkusa je pomembna v vseh fazah: pazljivo branje in upoštevanje navodil, postavitve in izvedba poizkusa tako, da se čim bolj zmanjšajo merske napake (dobri električni in toplotni stiki, majhna ohmska upornost žic, zmanjšanje paralakse pri odčitavanju analognih skal instrumentov na minimum, čiste leče pri optičnih poizkusih itd.), natančnost pri zapiskih in izračunih, skrben premislek o sintezi sklepov (povezava z GK 4) ter nazadnje lepo izdelano poročilo.

GK 10–13: Sposobnost samostojnega in timskega dela, organiziranje in načrtovanje dela, verbalna in pisna komunikacija, medosebna interakcija

Te štiri generične kompetence se posebno pri skupinskih poizkusih prepletajo med seboj, zato jih je smiselno obravnavati skupaj. Vzemimo zgled, kako si lahko razdelijo vloge trije učenci v skupini pri poizkusu v zvezi z Ohmovim zakonom. Prvi meri, odčitava električno napetost z voltmetra in jakost električnega toka z ampermetra in narekuje merske rezultate. Drugi zapisuje rezultate v tabelo, zapisuje pa tudi druge informacije, npr. učiteljeva navodila. Tretji dodatno kontrolira številke na voltmetru in ampermetru (zato, da je manjša možnost napake), skrbi za komunikacijo z učiteljem in drugimi skupinami (če morda kaj pri poizkusu ni jasno) ter poskrbi za manjkajoče pripomočke. Če je skupina stalna, je priporočljivo, da se med šolskim letom vloge menjajo od poizkusa do poizkusa. Med spretnosti lahko prištevamo jedrnat sporazumevanje, prilagajanje različnim vlogam in iznajdljivost (če gre kaj pri poizkusu narobe); pri odnosih pa zaupanje do drugih, samozaupanje in samozavest, odgovornost, medsebojno spoštovanje itd.

GK 14: Varnost

V zvezi z varnostjo in razvijanjem previdnega ravnanja pri fizikalnih poizkusih velja posebej omeniti pazljivost pri poizkusih z visoko temperaturo (vrela voda ali še višje temperature, npr. pri poizkusih s segrevanjem kovin) in z radioaktivnimi izviri (če morda dijaki v četrtem letniku gimnazije pri moderni fiziki naredijo poizkus merjenja radioaktivnosti urana).

3 Za fiziko specifične kompetence iz evropskega projekta Tuning

»Tuning project« (Tuning educational structures in Europe) z začetkom leta 2000 je del prizadevanj za uvedbo novosti pri bolonjskem načinu študija, financira pa ga Evropska komisija (Tuning Educational Structures in Europe, 2003, Jones, 2003). Izkušnje so namreč pokazale mnoge pomanjkljivosti naravoslovcev po končanem študiju, med drugim tudi slabo pismenost in neizkušenost pri predstavitvi rezultatov dela. Projekt se ukvarja z splošnejšimi (generičnimi) kompetencami, ki precej spominjajo na avstralski spisek (Australian Education Council, 1991), pri njem pa je sodelovalo 16 evropskih držav. Poleg generičnih najdemo v njem tudi sezname specifičnih kompetenc, med drugim za fiziko, ki so navedene v tabeli 1, vendar za strokovnjaka iz fizike.

Tabela 1. Specifične kompetence iz evropskega »Tuning projekta«. Opisi so ponekod skrajšani na bistveno sporočilo. V oklepaju pri vsaki takšni kompetenci so navedene generične kompetence (Australian Education Council, 1991), na katere se navezujejo.

- | | |
|----|---|
| 1 | Dodatne kvalifikacije za kariero, poleg fizikalnih (v smislu interdisciplinarnosti) (GK 8) |
| 2 | Razumevanje narave in izvedbe fizikalnih raziskav, pa tudi uporabe teh raziskav na drugih področjih, kot je inženirstvo; zmožnost postaviti eksperimentalne in teoretične procedure za: (i) reševanje trenutnih problemov v akademskem in industrijskem raziskovanju; (ii) izboljšanje obstoječih rezultatov (GK 6) |
| 3 | Sposobnost delati v interdisciplinarni ekipi in predstaviti svoje delo ali preštudirani pregled literature tako strokovnjakom kot laikom (GK 10-13) |
| 4 | Sposobnost opravljanja naslednjih dejavnosti: profesionalne dejavnosti v okviru uporabnih tehnologij v industriji in laboratoriju, in sicer v zvezi s splošno fiziko, še posebej pa pri zaščiti pred radioaktivnostjo, v telekomunikacijah, pri daljinskem zaznavanju, satelitskem nadzoru, kontroli kvalitete itd. (GK 6) |
| 5 | Sposobnost opravljanja naslednjih dejavnosti: promoviranje in razvoj znanstveno-tehnološke inovacije; planiranje in upravljanje tehnologij v zvezi s fiziko na področjih, kot so industrija, okolje, zdravje, kulturna dediščina itd. (GK 12, 13) |
| 6 | Zmožnost primerjave novih eksperimentalnih podatkov z obstoječimi modeli, da se lahko preveri njihova veljavnost in preloži spremembe za izboljšanje ujemanja med modeli in poizkusi (GK 7, 8) |
| 7 | Zmožnost razvoja osebnega čuta odgovornosti in gradnje poklicne prožnosti (GK 8, 9) |
| 8 | Zmožnost vstopa na nova strokovna področja s samostojnim študijem (GK 5, 8) |
| 9 | Zmožnost jasno izračunati rede velikosti, razviti občutek in vpogled v situacije, ki so fizikalno različne, a kažejo analogijo, to je, zmožnost uporabe znanih rešitev pri novih problemih (GK 3, 4, 7) |
| 10 | Zmožnost identifikacije bistva naravnega pojava in postavitve delovnega modela: diplomiranec naj bi znal uporabiti določene približke, da se fizikalni problem |

- poenostavi do rešljive naloge **(GK 5)**
- 11 Zmožnost samostojnih izračunov in razvoja ustreznih računalniških programov **(GK 7)**
- 12 Zmožnost iskanja in uporabe fizikalne in druge strokovne literature in drugih virov informacij; zahteva po znanju tehnične angleščine (GK 1, 2)
- 13 Razumevanje družbenih problemov v zvezi s poklicem in poznanje etične plati raziskave in fizikalnega poklica, posebej kar se tiče javnega zdravja in zaščite okolja **(GK 9, 14)**
- 14 Delovanje z visoko stopnjo samostojnosti, sprejemanje odgovornosti pri projektnem delu **(GK 10, 11)**
- 15 Pripravljenost za morebitno poučevanje fizike v srednji šoli (GK 8)
- 16 Pripravljenost na sprejemanje informacij o novih metodah dela in učenja teh metod **(GK 1, 2, 5)**
- 17 Poglobljeno znanje osnov moderne fizike, npr. kvantne mehanike
- 18 Dobro znanje in spremljanje stroke vsaj na enem fizikalnem področju **(GK 9)**
- 19 Dobro razumevanje večine fizikalnih teorij z vpogledom v njihovo logično-matematično strukturo, njihove eksperimentalne podpore in pojavov, ki se dajo opisati z njimi (GK 7)
- 20 Poznanje načina *dela genija*, med drugim raznovrstnost fizikalnih odkritij; s tem se fizik zaveda najvišjih standardov v fiziki in znanosti **(GK 9)**
- 21 Poznanje najpomembnejših fizikalnih področij, tudi tistih, za katere se šele pričakuje pomembne vplive na fiziko v prihodnosti (GK 8)
- 22 Poznanje najpomembnejših eksperimentalnih metod; zmožnost samostojnega eksperimentiranja, vključno z opisom, analizo in kritičnim ovrednotenjem rezultatov **(GK 10)**
- 23 Znanje tujih jezikov, še posebno strokovnega izrazja
- 24 Razumevanje in uporaba splošnih matematičnih in numeričnih metod **(GK 7)**

Zgornji spisek se zdi za naš namen premalo praktičen: točk je preveč, nekatere so preveč specifične (npr. četrta), tako da težko govorimo o pravi kompetenci kot prenosljivosti znanja, še več pa jih je presplošnih. Na primer, če bi pod točko 2 zamenjali besedo *fizikalnih* z *bioloških* ali *kemijskih*, bi druga kompetenca, kot je sicer zapisana, popolnoma enako dobro veljala za biologijo in kemijo. A tudi če je spisek preobsežen ter namenjen fizikom – strokovnjakom, nam vseeno daje neko splošno informacijo o fizikalnih kompetencah, saj se lepo vidi, katere sposobnosti (vsaj nekaj od njih) naj bi se razvijale pri učencih v zvezi s poukom fizike.

4 Nekaj zamisli in predlogov avtorjev za nabor specifičnih fizikalnih kompetenc, ki naj bi jih razvijali pri rednem izobraževanju

Za izrazito fizikalne kompetence bi lahko izbrali naslednje:

1. Delo z enotami
2. Natančno kvantitativno eksperimentiranje
3. Občutek za velikostne razpone veličin
4. Matematično modeliranje naravnih zakonov
5. Zavest o logiki narave in njenih ohranitvenih zakonov

Vodilo za ta izbor so bile naslednje zahteve:

- kompetenca je pomembna pri vseh naravoslovnih znanostih, a je pri fiziki največ priložnosti za njeno razvijanje oz. daje fizika pri tej kompetenci osnovo;
- znanje (spretnost) je prenosljivo;
- velik pomen ima tudi ena ali več značajskih potez, pa tudi razni odnosi in pogledi na svet.

Za zgled analizirajmo prvo kompetenco – delo z enotami. Pri opredelitvi osnovnih enot, ki jih uporablja vse naravoslovje, so imeli poleg matematikov veliko vlogo predvsem fiziki (NIST, 2010). Razen tega je poučevanje fizike zastavljeno dovolj na široko, da poseže v večino njenih vej in imajo učenci opraviti z vsemi osnovnimi veličinami in enotami. To je tisto, kar daje tej predloženi kompetenci večji fizikalni pečat kot drugih znanosti. Hkrati je to znanje prenosljivo, kar smo povedali že s tem, da se osnovne enote kot tudi spretnost računanja z njimi uporablja v vsej naravoslovni znanosti. Pa tudi, če bi si katera stroka, denimo biologija, za svoje potrebe kakor koli zamislila neko novo enoto, morajo zanjo veljati splošna pravila za delo z enotami. O pomenu značajskih potez tudi ni dvoma: ko dober fizik računa s fizikalnimi veličinami, nikoli ne pozabi na preverjanje enot; tu pridejo v ospredje natančnost, skrbnost in praktičnost.

Izjemno pomembna za razvoj naravoslovnih znanosti nasploh in tehnike je kompetenca matematičnega modeliranja naravnih zakonov, ki med drugim vključuje tudi zmožnost analogij in prenosa matematičnih modelov z enega področja na drugega. To daje človeštvu tudi globok občutek o vsesplošni povezanosti narave. V zvezi s tem omenimo fizlete – fizikalne aplete (Gerlič, 2000, Christian, Belloni, 2004), ki jih najdemo na spletnih straneh: uporabnikom (učencem) razvijajo občutek za matematične modele, delno pa tudi digitalno pismenost, ki je ena od ključnih kompetenc iz evropske zakonodaje (Key Competences for Lifelong Learning, 2006).

5 Sklep

Podanih je bilo nekaj predlogov, kako prikazati naravoslovne kompetence na fizikalen način. Videti je, da je bolj praktično vzeti primeren nabor splošnejših (generičnih) kompetenc in jih obravnavati (trenirati) na fizikalen način kot pa odkrivati izključno fizikalne kompetence. Med avtorji, ki sodelujejo pri projektu, je bilo še veliko drugih predlogov (Gerlič, Repnik, Hus in drugi, 2009), omenimo npr. povezavo aktivnosti pri fiziki z dublinskimi kazalci, ki pa so bili pripravljeni za študente in ne za nižje stopnje izobraževanja (Deskriptorji Dublin, 2010). Vsekakor pa specifičnih kompetenc ne moremo kar zamenjati z učnimi cilji, ki so predpisani v učnih načrtih za fiziko.

6 Viri

- Australian Education Council (1991) Young people's participation in post-compulsory education and training, Report of the Australian Education Council Review Committee. Pridobljeno 15. 3. 2009 s
http://www.dest.gov.au/sectors/training_skills/.
- Bloom, B. S. (1970) Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva. Beograd.
- Christian, W., Belloni, M. (2004) Physlets - Interactive Illustrations, Explorations, and Problems for Introductory Physics. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

- Deskriptorji Dublin. Pridobljeno 15. 6. 2010 s
http://translate.google.si/translate?hl=sl&langpair=en%7Csl&u=http://www.tcd.ie/vp-ca/bd/pdf/dublin_descriptors.pdf
- Gerlič, I. (2000) Sodobna informacijska tehnologija v izobraževanju. DZS, Ljubljana.
- Gerlič, I., Repnik, R., Hus, V., Rajšp, M., Fošnarič, S., Grubelnik, V., Marhl, M., Bratina, Planinšič, G., T., Ambrožič, M., Martinšek, M., Nemec, A., Krašna, M., Bradač, Z. (ur.), Ferk, E. (ur.), Hus, V. (ur.), Vaupotič, N. (ur.) (2009) Kompetence specifične za fizikalne vsebine po šolski vertikali : S1.04 : projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc : (01. 4. 2009–30. 6. 2009). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Jones, G. (2003) The Tuning Project on Competences in Physics – a European Perspective, IOP Conference, Berlin Communiqué. Pridobljeno 15. 6. 2009 s
<http://www.google.si/search?hl=sl&q=tuning+AND+physics+&meta>
- Key Competences for Lifelong Learning (2006). Pridobljeno 15. 3. 2009 s
http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11_090_en.htm
- Nacionalni projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, Št. 3311-08-286011 (2009). Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru; podpora Ministrstva za šolstvo in šport in Evropskega socialnega sklada. Pridobljeno 15. 6. 2010 s <http://kompetence.uni-mb.si/default.htm>.
- NIST, International System of Units (SI). Pridobljeno 15. 6. 2010 s
<http://physics.nist.gov/cuu/Units/>
- Opredelitev naravoslovnih kompetenc. (2009). Poročilo S1.02 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010 s <http://kompetence.uni-mb.si/>.
- Strnad, J. (1993), Atlas klasične in moderne fizike (prevod in priredba priročnika Hansa Breuerja), DZS, Ljubljana.
- Tuning Educational Structures in Europe (2003). Pridobljeno 15. 6. 2009 s
<http://tuning.unideusto.org/tuningeu/>

PREPLETENOST DIGITALNE PISMENOSTI Z RAZVIJANJEM DRUGIH KOMPETENC PRI POUKU FIZIKE

Robert Repnik^{1,2}, Marko Gosak¹, Milan Ambrožič^{1,3}

¹Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Koroška cesta 160, SI-2000 Maribor, robert.repnik@uni-mb.si, marko.gosak@uni-mb.si, milan.ambrozic@uni-mb.si

²Pedagoška fakulteta Maribor, Univerza v Mariboru, Koroška cesta 160, SI-2000 Maribor

³Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Jamova 39, SI-1000 Ljubljana

Povzetek

Zadnje čase smo priča vse večji težnji po prilagoditvi učnega postopka tehnološkemu, znanstvenemu in družbenemu napredku, kar med drugim vključuje tudi digitalno opismenjevanje učencev. Na seznamu osmih ključnih kompetenc, določenih v referenčnem okviru EU, je navedena tudi kompetenca digitalne pismenosti. Med šolskimi predmeti, kjer lahko v izobraževanje učinkovito vključimo informacijsko-komunikacijsko tehnologijo (IKT), je zagotovo fizika. To nas je spodbudilo, da smo v okviru projekta izdelali različna učna gradiva s področja fizike, katerih realizacija naj bi pri učencih krepila digitalno pismenost. Ob usvajanju novih fizikalnih vsebin se bodo učenci in dijaki učili tudi veščin IKT, kot so: uporaba računalnika pri eksperimentih in meritvah, digitalna fotografija, uporaba grafičnih orodij in urejevalnikov besedil ter razpredelnic, brskanje po spletu, delo z elektronskimi učnimi gradivi, numerično modeliranje itd. Vendar digitalna pismenost ni sama sebi namen, temveč so gradiva zasnovana tako, da se ob njenem izboljševanju razvijajo tudi druge ključne in generične kompetence, ki so skupne vsem naravoslovnim predmetom, pa tudi za fiziko značilne specifične kompetence.

Ključne besede: poučevanje fizike, naravoslovne kompetence, ključne kompetence, digitalna pismenost, generične kompetence

Abstract

In the last decade the aspiration for flexible and better educated digitally competent citizens is increasingly gaining attention. It is therefore not a surprise that the digital competence has been acknowledged within the wide frame of eight key competences – Key Competences for Lifelong Learning from the EU Legislation (Education, Training, Youth). In particular, there are numerous possibilities within physics lessons, how the students can acquire the digital competence. In this view we have prepared physical educational materials, which enable the students to train this competence in different ways: the use of a computer in experiments and measurements, digital photography, graphic tools, spreadsheet applications, word processors, web-browsing, e-learning materials, numerical modelling etc. Furthermore, along with the improved level of their ICT (information and communication technology) knowledge, the students also develop generic competences, which are common to all natural science subjects and to supporting subjects. Our first proposed series of materials is devoted to testing the combination of traditional frontal teacher's work with the students' use of ICT (particularly internet) in order to introduce contemporary and important physics topics into physics education: nuclear energy, photovoltaic cells, optical fibres, etc. Another material is about a physical experiment in which the refraction index of water is being measured. In contrast to the traditional methods, all the measurements and subsequent

analyses are based on ICT. Using a proper photography technique, the students take pictures of the experimental setup, which are then analyzed via an image editing software, results are graphically represented by means of a spreadsheet application and the final report is written in a word processor program. The basic ideas of numerical simulations are introduced to students in materials about the percolation theory. Together with the experimental setup, we developed two computer programs enabling the students to systematically study the phenomenon and graphically represent the results. Materials for the realization of group experimental work on the subject of electric circuits were also prepared and students prepare then Powerpoint presentations of their findings. We supply our materials with instructions about a proper creation of slides as well as about a suitable realization of the oral presentation. Dynamical models of various natural phenomena can be viewed at a relatively low educational level by using professional numerical computer programmes, such as Berkeley Madonna, etc. These graphic-oriented programmes enable pupils to gain insight into construction of minimal mathematical models of physical systems. The material about accelerated motion of the ball down the slope includes using the ultrasonic distance detector connected to the USB computer input. The software package Logger Pro (Vernier) is used to manipulate the information from the detector and to draw the corresponding $s(t)$ and $v(t)$ diagrams. Another material connected to ICT suggests experimental work with the electric circuits of batteries (or other DC electric sources) and switches which mimic the basic logical operations, such as AND, OR, NOT and XOR.

Key words: physics teaching, natural science competences, key competences, digital competence, generic competences.

1 Uvod

Za kompetence in njihovo klasifikacijo obstajajo različne opredelitve in pogledi. Za zgled vzemimo Coolahanovo definicijo s simpozija Evropskega sveta leta 1996: kompetence so splošne osebne zmožnosti delovanja, osnovane na znanju, izkušnjah, moralnih načelih in nagnjenjih, ki jih je oseba razvila med izobraževanjem (Eurydice, 2006). Nasprotno je Weinert na istem srečanju kompetence opredelil kot bistveno specializiran skupek zmožnosti, izkušenj in spretnosti, potrebnih za doseganje ožje usmerjenih ciljev. V evropski zakonodaji – Education, Training, Youth: Key competences for Lifelong Learning, je opredeljenih osem ključnih kompetenc (Key Competences for Lifelong Learning, 2006):

1. Sporazumevanje v maternem jeziku
2. Sporazumevanje v tujih jezikih
3. Matematična kompetenca in osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji
4. Digitalna kompetenca (pismenost)
5. Učenje učenja
6. Socialne in državljanske kompetence
7. Samoiniciativnost in podjetnost
8. Kulturna zavest in izražanje

Na znanost in posebej naravoslovje se ne nanaša le tretja kompetenca v spisku, temveč so z naravoslovjem prepletene tudi druge. Osredinimo se na pomen digitalne

kompetence pri učenju naravoslovnih predmetov, predvsem na njeno povezanostjo z generičnimi in za fiziko značilnimi specifičnimi kompetencami. Ta kompetenca vključuje razen uporabe računalnika še druge pripomočke informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT). V evropski zakonodaji je opredeljena takole: "Digitalna kompetenca vsebuje samostojno in kritično uporabo tehnologije informacijske družbe in s tem osnovne spretnosti v rabi informacijsko-komunikacijske tehnologije."

Bolj kot na zgoraj naštetih ključne kompetence, ki naj bi se pravzaprav razvijali pri vseh šolskih predmetih in ne le pri naravoslovju, smo se pri projektu (Nacionalni projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, 2009) osredinili na predmetno specifične in na določene generične kompetence, ki so tesneje povezane z naravoslovjem. Zadnje smo povzeli po spisku Mayerjeve komisije iz Avstralije (Australian Education Council, 1991). Izbrali smo jih 14, v slovenskem prevodu pa se glasijo (Opredelitev naravoslovnih kompetenc, 2009):

1. Sposobnost zbiranja informacij
2. Sposobnost analize literature in organizacija informacij
3. Sposobnost interpretacije
4. Sposobnost sinteze sklepov
5. Sposobnost učenja in reševanja problemov
6. Prenos teorije v prakso
7. Uporaba matematičnih idej in tehnik
8. Prilagajanje novim razmeram
9. Skrb za kakovost
10. Sposobnost samostojnega in skupinskega dela
11. Organiziranje in načrtovanje dela
12. Verbalna in pisna komunikacija
13. Medosebna interakcija
14. Varno delo

Razvijanje digitalne pismenosti je v projektu že zato, ker so poleg treh osnovnih naravoslovnih predmetov (ali ustreznih naravoslovnih vsebin na nižji stopnji), fizike, kemije in biologije v njem zastopani tudi podporni predmeti, med njimi računalništvo. Ker pa se zavedamo vse večje teže te kompetence v življenju, znanosti in tehniki, smo jo spodbujali v veliko fizikalnih in drugih gradivih v projektu. Vendar pa naš namen ni bilo razvijanje digitalne pismenosti same po sebi, temveč smo si hoteli z njo bolj pomagati pri razvijanju neposrednih naravoslovnih kompetenc, ki so osnovni cilj projekta. V nadaljevanju pišemo o fizikalnih gradivih, kjer pride digitalna kompetenca do izraza na različne načine: e-učna gradiva, uporaba računalnika pri poizkusih in merjenjih, numerično modeliranje, grafična orodja itd. Digitalna kompetenca se od primera do primera prepleta z eno ali več generičnimi kompetencami z zgornjega spiska, tako da gre vedno za hkratno razvijanje digitalne in generičnih kompetenc (Martens, Busana, 2008), v tem delu pa analiziramo to prepletenost pri posameznih gradivih.

2 Zgledi fizikalnih gradiv z razvijanjem digitalne pismenosti

Ob naslovih doslej napisanih gradiv, ki so povezana z digitalno kompetenco, navajamo tudi imena njihovih avtorjev. Nekatera od teh gradiv lahko bralec najde v projektnih poročilih za fizikalna didaktična gradiva, npr. za gradiva F1–F3 v letih 2009 in 2010 (Gerlič, Repnik in drugi, 2009, 2010).

2.1 Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli (Repnik, Gerlič)

Avtorja sta pripravila serijo gradiv z različnimi sodobnimi in tehnično pomembnimi fizikalnimi vsebinami, primernimi za 8. in 9. razred osnovne šole. Z njimi sta želela preizkusiti, kako se obnesejo tri tradicionalne učne metode pri vnašanju teh vsebin v pouk: 1) frontalno delo, 2) individualno delo učencev z učnimi listi, 3) frontalno delo z dodatno uporabo IKT. Teme doslej napisanih in delno v šoli preizkušenih gradiv so jedrska elektrarna Krško in radioaktivni odpadki, svetlobne celice, optični vodniki, zaznavanje barv, vremenska napoved, gorivne celice, tekoči kristali, razvoj vesolja in planeti zunaj našega Sončevega sistema. V obeh razredih je dovolj vsebinsko nerazporejenih ur fizike, da bi bila mogoča predstavitev aktualnih tem učencem, tudi če te teme niso v rednem učnem načrtu. Razen težavnega postopka pri izbiri primerne teme prihaja do še večjih izzivov pri uporabi ustreznih didaktičnih oblik in metod dela za izvedbo tovrstne ure. Za razvoj naravoslovnih kompetenc pa so takšne ure izrednega pomena, saj je lahko učiteljevo delo bolj usmerjeno v cilj razvijanja prenosljivih naravoslovnih kompetenc pri učencih (in dijakih) in ne le zgolj v usvajanje znanja, kar se praviloma dogaja pri pouku v slovenski osnovni šoli. Če izvzamemo IKT, se je doslej pri doseganju višjih taksonomskih nivojev znanja vsaj pri sodobnih vsebinah izkazala frontalna metoda za najuspešnejšo (Bloom, 1970, Gerlič, Udir, 2006). Dodatna uporaba IKT je bila v teh gradivih največkrat načrtovana kot iskanje določenih podatkov in znanj na spletnih straneh – gre za uporabo pasivnih in aktivnih e-gradiv (Wan, Wang, Haggerty, 2008, Cartelli, 2009, Verhaaren, De Meulemeester, 2009, Dlouha, Dlouhy, 2009). Zgled ustrezne naloge za učenca je prikazan na sliki 1.

VLOGA JEDRSKE ELEKTRARNE KRŠKO PRI PRIDOBIVANJU ELEKTRIČNE ENERGIJE V SLOVENIJI

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Vrste elektrarn.

OPOMNIK V Sloveniji in v svetu proizvajamo električno energijo v različnih vrstah elektrarn. Prepoznamo jih že po izgledu.	NALOGE Na spletu poišči vrsto elektrarne, ki je prikazana na posamezni sliki. V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave: ▪ www.hse.si/skupina_hse ▪ www.gen-energija.si/strani.php?page_id=148 ▪ www.aure.gov.si/eknijznica/IL_5-04.PDF Pod sliko vpiši vrsto elektrarne.
---	--






Slika 1: Naloga iskanja informacij na spletu glede vrste elektrarn

Avtorja sta pred začetkom preverjanja gradiv postavila več domnev, ki naj bi jih raziskava potrdila ali ovrgla; med njimi omenjamo tukaj tri:

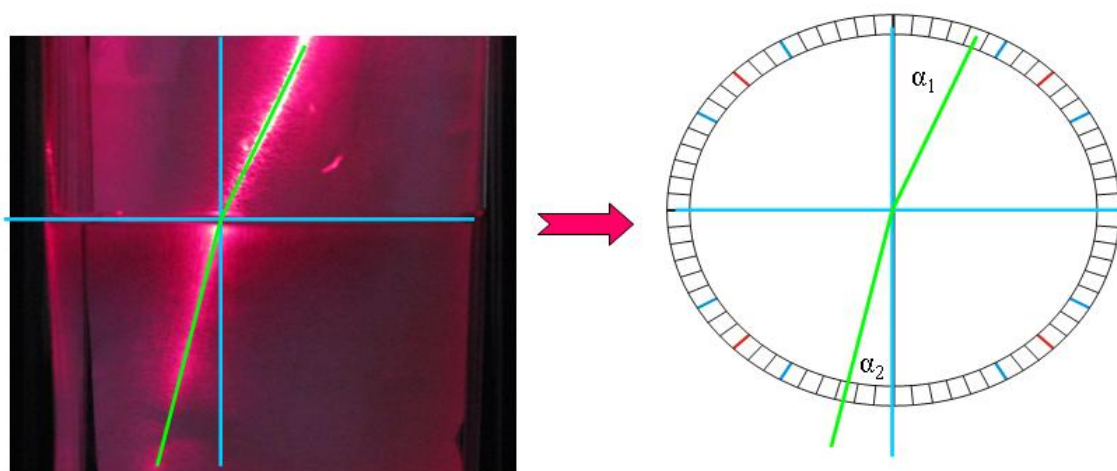
- Uspešnost izbranega didaktičnega načina je neodvisna od vsebinske izbire obravnavane učne teme.
- Od vseh treh preučevanih načinov dela je napredek pri doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj največji v primeru tradicionalnega pouka z vključevanjem IKT.
- Napredek pri doseganju nižjih taksonomskih nivojev znanj je največji v primeru tradicionalnega frontalnega pouka.

Nekatera od teh gradiv so učitelji že sistematično preverjali; najbolj prikladno je bilo to narediti v treh vzporednih oddelkih istega razreda na isti šoli, posebno če je učitelj sam poučeval v vseh treh. Vsi predpreizkusi in kasnejši preizkusi so bili sestavljeni iz 7 vprašanj s po 4 izbirnimi odgovori. Prvo vprašanje sprašuje o učenčevem odnosu do konkretne ure fizike oziroma do fizike v splošnem, druga vprašanja pa si sledijo po naraščajoči težavnosti po Bloomovi taksonomski lestvici. Preizkusa nista identična, vseeno pa sprašujeta po podobnih stvareh, tako da naj bi kasnejši preizkus pokazal napredek pri razumevanju snovi. Zbrani vzorec podatkov je še premajhen za zanesljive sklepe, a kaže, da je pri vnašanju aktualnih vsebin vsaj v določenih primerih zares najprimernejša kombinacija frontalnega dela z IKT. Generične kompetence, s katerimi se v teh gradivih prepleta digitalna kompetenca, so prav gotovo prva, druga in deseta na zgornjem seznamu. Sam sklop gradiv pa neodvisno od uporabe IKT, že po vsebini, spodbuja tudi druge kompetence, npr. prenos teorije v prakso in prilagajanje novim razmeram.

2.2 Lom svetlobe (Repnik, Bratina, Krašna)

Avtorji so izdelali gradivo, ki je namenjeno obravnavi lomnega zakona v srednji šoli. Nekonvencionalna izvedba, ki so jo avtorji predložili za sicer preprost poizkus, zagotovi, da učenci razvijajo različne kompetence, s poudarkom na digitalni pismenosti. Pri opisanem poizkusu učenci na list papirja, prilepljenega na tablo, pred katero je postavljena prozorna posoda z vodo, narišejo pravokotni črti, pri čemer se vodoravna sklada z nivojem vode v posodi. Nato z laserjem posvetijo v posodo, tako da svetloba vstopi na presečišču obeh pravokotnic. Z uporabo ustrezne tehnike učenci poizkus fotografirajo, in sicer za različne vpadne kote. Posnetke nato prenesejo na računalnik, jih vnesejo v program za obdelavo slik, kjer vrednosti kotov vpadnih in lomljenih žarkov tudi izmerijo (sl. 2). Dobljene podatke nato vnesejo v program za obdelavo razpredelnic, kar jim omogoči grafičen prikaz rezultatov in izračun lomnega količnika vode. Nazadnje učenci z urejevalnikom besedil napišejo še poročilo.

To gradivo je primer metode, pri kateri učenci poleg digitalne kompetence, ki jo razvijajo ob upravljanju z digitalnim fotoaparatom in delu z različnimi računalniškimi programi, krepijo tudi razvoj kompetenc iz seznama generičnih in predmetno-specifičnih kompetenc. Ker je sam potek eksperimenta zastavljen večplastno, učenci razvijajo sposobnost samostojnega in timskega dela, ob tem pa napredujejo v spretnostih organiziranja in načrtovanja dela. Z izračunom lomnega količnika vode s programom za tabelarično obdelavo podatkov učenci skupaj z digitalno pismenostjo krepijo tudi uporabo matematičnih idej in tehnik. Sama organizacija poizkusa in medsebojna komunikacija, ki je pri tem potrebna, zapisovanje rezultatov ter končno poročanje pa prispevajo k napredku pri verbalni in pisni komunikaciji.



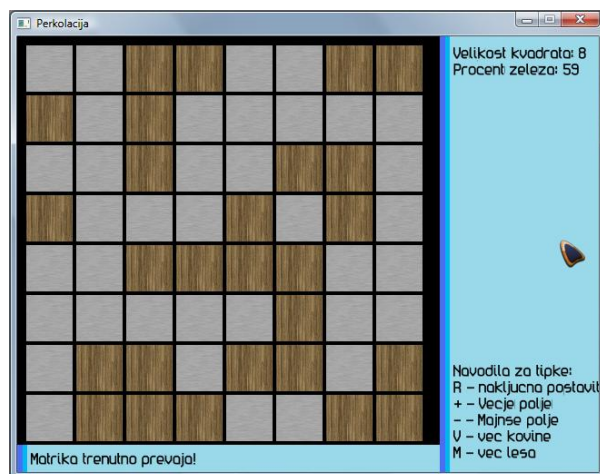
Slika 2: Fotografija eksperimenta in grafična obdelava slike, ki omogoča merjenje vpadnih in lomnih kotov

2.3 Električna prevodnost in perkolacijska teorija (Ambrožič, Bradač, Nemec)

Pojem *perkolacija* se pojavlja v zvezi s številnimi pojavi, kot so širjenje požarov, pronicanje snovi skozi porozen material, feromagnetizem, komuniciranje v nezanesljivi mreži, razširjanje epidemij itd. (Stauffer, Aharony, 1994). Eden izmed najbolj nazornih načinov, s katerim lahko predstavimo teorijo perkolacije, je študiranje električne prevodnosti sistema, ki je sestavljen iz prevodnih in neprevodnih elementov. Kadar je delež prevodnih elementov manjši od kritične vrednosti p_c , je sistem neprevoden, za večje vrednosti pa naenkrat postane prevoden. Točka p_c pomeni prag perkolacije. Njegova prekoračitev spremeni makroskopsko vedenje sistema in povzroči fazni prehod drugega reda.

Da bi učencem predstavili osnove perkolacije, so si avtorji zamislili eksperiment, pri katerem učenci med prevodni plošči naključno polagajo prevodne in neprevodne elemente. Ker je izčrpno preučevanje perkolacije na takšen način lahko zelo zamudno in nenatančno, sta bila izdelana tudi dva računalniška programa, ki lahko dopolnita ali celo zamenjata izvajanje eksperimenta. Prvi program je grafičen in uporabniku zelo prijazen (slika 3), saj omogoča spreminjanje deleža prevodnih elementov in velikosti sistema ter pri tem za vsako konfiguracijo ugotovi, ali je sistem prevoden. Drugi program deluje pod okriljem DOS-a in omogoča kvantitativno obravnavo problema, saj dovoljuje izračune z večjimi mrežami ter računa statistiko prevajanja sistema v odvisnosti od deleža prevodnih elementov. S tem je učencem omogočeno, da natančno preučijo perkolacijski prag in opazujejo vedenje sistema v njegovi bližini.

Opisana metoda zelo nazorno prikaže način, kako teorijo perkolacije in kritičnih pojavov prikazati v srednjih in morda celo v osnovnih šolah. Obravnavana tematika je slikovit primer interdisciplinarnosti, saj učenci ne pridobivajo le fizikalnega znanja, pač pa napredujejo tudi v znanju matematike in računalništva, s čimer razvijajo kompetenco digitalne pismenosti, in sicer v tesni povezavi s sedmo generično kompetenco iz zgornjega seznama. Tako vsebina kot strategija dela, ki sta predvideni za obravnavo teme, pa spodbujata tudi razvoj drugih generičnih kompetenc, kot so sposobnost interpretacije in sinteze sklepov, medosebna interakcija ter sposobnost samostojnega in skupinskega dela.



Slika 3: Posnetek iz uporabniku prijaznega programa, s katerim učencem prikažemo osnove perkolacijske teorije

2.4 Vezave električnih elementov (Pavlin, Gosak)

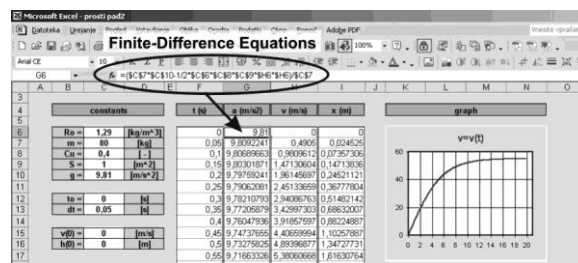
Avtorja sta izdelala gradivo, ki v prvi fazi predvideva eksperimentalno delo po skupinah, pri katerem učenci utrjujejo in poglobljajo znanja s področja vezav električnih elementov. Ob tem se pri učencih krepi sposobnost timskega dela, organiziranje in načrtovanje dela ter vzpostavljanje medosebnih interakcij, seveda pa tudi verbalna komunikacija. Toda poglaviten pomen gradiva je v drugi fazi, kjer učenci izdelajo prosojnice v »power pointu«. Z njimi predstavijo svoje rezultate in ugotovitve. Da bi bile njihove prosojnice dobro in pravilno oblikovane, predstavitev pa čim bolj kvalitetne, je v gradivo vključena vzorčna predstavitev, skupaj z navodili za izdelavo prosojnic in izvedbo učinkovitih predstavitev. Ker je v gradivu predvideno, da bi za vsako skupino pripravili in izvedli predstavitev vsi učenci v skupini, pridejo spet do izraza generične kompetence, ki so že bile zajete pri skupinskem eksperimentalnem delu. Sama priprava elektronskih prosojnic in predavanje z njimi zelo spodbuja kompetence digitalno pismenost, verbalno in pisno komunikacijo ter skrb za kakovost.

2.5 Dinamični modeli (Grubelnik)

Kvantitativno razumevanje naravnih pojavov zahteva opis z matematičnimi modeli (Hannon, Ruth, 2001, Stöckler, 1995). To velja tudi za dinamične sisteme, kjer z matematičnimi modeli napovemo njihov časovni razvoj. Vprašanje je, kako predstaviti zahtevno znanstveno matematično modeliranje (reševanje diferencialnih enačb!) v šoli, posebno v nižjih razredih, ne da bi se s preveč poenostavljenimi sistemi oddaljili od realne slike problema. Tu opišemo možnost študiranja dinamičnih sistemov v OŠ z grafično orientiranimi programi, kot so Berkeley Madonna, Dynasys in Stella. Ti omogočajo učencem spajanje grafičnih znakov za razne fizikalne parametre (konstante), spremenljivke in njihove pretoke (časovne odvode) v sestavljen matematičen model, ki ga potem numerično simulira računalnik. Avtor je v svojem gradivu prikazal prosto padanje teles z upoštevanjem kvadratnega zakona zračnega upora. Po vnosu matematičnih relacij med spremenljivkami in njihovih začetnih vrednosti program reši nalogo in grafično ponazori časovni potek spremenljivk modela.

Avtor pa je šel še dlje in na višjem nivoju (primerno za najbolj nadarjene dijake višjih letnikov) razvil gradivo, kjer dijak po učiteljevih napotkih pripravi v excelu numerično proceduro za reševanje diferencialne enačbe za prosti pad z zračnim uporom (čeprav je

sicer naloga rešljiva analitično). Metoda je najpreprostejša različica diferenčnih metod in je še dovolj preprosta in nazorna, da bi jo dijaki že lahko dojeli. Nazadnje v excelu narišejo tudi graf časovne odvisnosti hitrosti, $v(t)$, (sl. 4). Vsekakor je tu digitalna kompetenca najtesneje povezana z generično kompetenco *uporaba matematičnih idej in tehnik*, zelo pomembni pa sta tudi peta in osma.



Slika 4: Prikaz excelove strani z numeričnim reševanjem diferencialne enačbe 2. reda za prosti pad z zračnim uporom. Na grafu se lepo vidi, da se hitrost asimptotično približuje mejni vrednosti.

2.6 Merjenje in prikaz merskih rezultatov s tabelo in diagramom (Cvahte)

To gradivo je namenjeno 9. razredu OŠ in spada v razdelek o enakomerno pospešenem gibanju, saj gre za kotaljenje okroglih teles po klancu navzdol. Za izvedbo sta potrebni dve šolski uri fizike. Prvo uro spuščajo učenci pri skupinskem poizkusu (dva ali trije učenci v skupini) jekleno kroglico po nagnjeni šolski klopi in merijo časovno odvisnost njene poti, $s(t)$. Za to uporabijo merilni trak in štoparico na mobilnih telefonih. Na milimetrski papir narišejo graf $s(t)$, ki ni linearen. Naslednjo uro izvede učitelj demonstracijski poizkus s kotalečo žogo po nagnjenem žlebu (sl. 5). Za merjenje razdalje si pomaga z ultrazvočnim senzorjem, priključenim na USB- vhod računalnika. Za obdelavo merskih rezultatov in risanje diagramov $s(t)$ in $v(t)$ uporabi programski paket Logger Pro podjetja Vernier. Potem lahko učenci primerjajo računalniški graf $s(t)$ s svojimi, ročno narisanimi grafi.



Slika 5: Poizkus z ultrazvočno detekcijo gibanja žoge po strmini

Digitalna kompetenca pri tem poizkusu podpira specifični kompetenci branja tabel in interpretacije grafov, v splošne pa generično kompetenco *uporaba matematičnih idej in tehnik*. Gradivo pa razvija tudi tretjo, deveto in deseto generično kompetenco. V njem je predvideno tudi, da na začetku učitelj razloži, kako je Galileo opravljal podobne poizkuse s klancem in kakšne težave je imel, ker še ni bilo dovolj natančnih ur. S tem pridobi gradivo še nekaj interdisciplinarnosti (zgodovina znanosti), omemba Galilea pa se lahko naveže tudi na

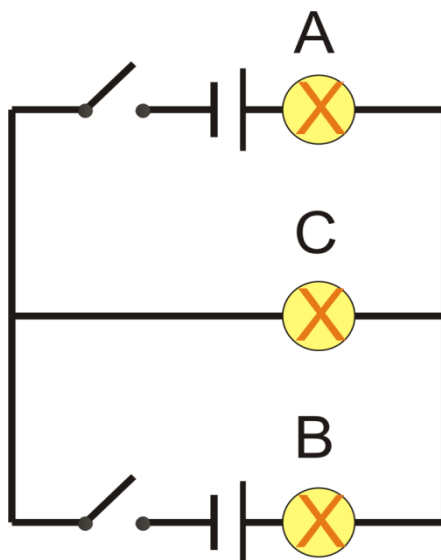
Mednarodno leto astronomije 2009. Tu omenimo še, da smo za to obletnico (400. obletnica pomembnih Galilejevih odkritij) napisali spletni učbenik o njegovem življenju in delu, v zvezi z njim pa je bilo napisano tudi gradivo (avtor Milan Ambrožič, ki je bilo usmerjeno v razvijanje digitalne pismenosti osnovnošolcev in dijakov (Ambrožič, Repnik, Opaka, 2009; R. Repnik, M. Ambrožič, V. Grubelnik, 2009).

2.7 Ponazoritev osnovnih logičnih operacij s preprostimi električnimi vezavami (Cvetko)

Avtor je skušal v srednješolskem gradivu z električnimi vezavami, predvsem s kombinacijami stikal, ponazoriti logične operacije AND, OR, XOR in NOT. Pri tem sklenjeno stikalo oziroma svetla žarnica pomenita DA (logična 1 ali TRUE), nesklenjeno stikalo oziroma žarnica, ki ne sveti, pa NE (logična 0 ali FALSE). Ob tem so podane tudi tabele. Izziv je npr. izključitveni ali (XOR), ki ga podajata spodnja tabela in električna vezava z dvema baterijama. Dijaki naj bi poizkuse s predloženimi vezavami v šoli tudi opravili po skupinah, naslednje šolsko uro pa poročali s »power pointom«.

Tabela 1: Tablica za operacijo XOR; rezultat je DA, ko sta si vhoda različna, torej eden je DA, drugi pa NE.

A	B	C = A XOR B
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0



Slika 6: Ponazoritev operacije XOR z vezjem. Upora žarnic A in B sta enaka, tako da če sta vklopljeni obe stikali (žarnici A in B obe svetita), sta si toka, ki ga bateriji skušata poslati skozi žarnico C, nasprotno enaka, zato ta žarnica ne sveti. Torej $1 \text{ XOR } 1 = 0$; druge kombinacije v tabeli 1 so trivialne za razumevanje.

Pri tem gradivu gre za povezavo med fiziko, logiko in osnovami računalništva in informatike. Digitalna kompetenca, ki je spet močno prepletena z matematično, se razvija ob dodatnih vprašanjih za domačo nalogo. Sicer pa gre tudi za druge generične kompetence, ki se splošno razvijajo pri skupinskem eksperimentalnem delu v šoli, posebno od devete do štirinajste.

3 Sklep

V opisanih gradivih naj bi učenci in dijaki, pa tudi učitelji, uporabljali naslednje računalniške programe in orodja: Excel, Powerpoint, urejevalnike besedil (npr. MS Word), spletne strani, programe za branje dokumentov (npr. Adobe Reader), programe za risanje in obdelavo slik (npr. Paint Shop Pro), nekatere izvršilne numerične programe (komercialni in naši lastni programi) itd. IKT-kompetence v šoli lahko uvrstimo v tri stopnje: osnove, teorija in praksa ter uporaba. Seveda si najbolj želimo tretje stopnje znanja IKT. Mislimo, da uporaba omenjenih gradiv v šolah zares vsaj delno krepi razvijanje tudi tretje stopnje digitalne pismenosti (IKT-kompetence) v prepletu z drugimi kompetencami. To naj bi bil korak naprej k cilju *Digitalna pismenost za vse* (Juceviciene, Brazdeikis, 2006, Dagiene, Zajancauskiene, Zilinskiene, 2008, Gansmo, 2009).

4 Viri

- Ambrožič, M., Repnik, R., Opaka, N. (2009) *Galileo in mednarodno leto astronomije*. Pridobljeno 15. 6. 2009 s <http://fizika.dssl.si/Galileo/>.
- Australian Education Council: Young people's participation in post-compulsory education and training, Report of the Australian Education Council Review Committee (1991). Pridobljeno 15. 3. 2009 s http://www.dest.gov.au/sectors/training_skills/.
- Bloom, B. S. (1970) Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva, Beograd.
- Cartelli, A. (2009) Frameworks for Digital Literacy and Digital Competence Assessment, 8th European Conference on e-Learning, Oct. 29–30, 2009, Univ Bari, Bari, Italy. *Proceedings of the 8th European Conference on E-learning*, str. 116–123.
- Dagiene, V., Zajancauskiene, L., Zilinskiene, I. (2008) Distance learning course for training teachers' ICT competence. *3rd International Conference on Informatics in Secondary Schools, Evolution and Perspectives* (ISSEP 2008), JUL. 1–4, 2008 Torun, POLAND, INFORMATICS EDUCATION - SUPPORTING COMPUTATIONAL THINKING Book Series: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE **5090**, str. 282–292.
- Dlouha, J., Dlouhy, J. (2009) Use of Wiki Tools for Raising the Communicative Aspect of Learning, 8th European Conference on e-Learning, Oct. 29–30, 2009 Univ Bari, Bari, Italy. *Proceedings of the 8th European Conference on E-learning*, str. 165–173.
- Eurydice, Network on education systems and policies in Europe (2006). Pridobljeno 15. 3. 2009 s http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/index_en.php.
- Gansmo, H. J. (2009) Fun for all = digital competence for all?. *Learning Media and Technology* **34**, No. 4, str. 351–355.

- Gerlič, I., Udir, V. (2006) *Problemski pouk fizike v osnovni šoli*. ZRSŠ.
- Gerlič, I., Repnik, R., Ambrožič, M., Bradač, Z., Nemec, A., Bratina, T., Krašna, M., Planinšič, G. (2009) *Didaktična gradiva/modeli : (fizikalne vsebine) : F1 : projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc : (1. 7. 2009–31. 8. 2009)*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Gerlič, I., Repnik, R., Ambrožič, M., Bradač, Z., Nemec, A., Planinšič, G., Faletič, S., Gostinčar-Blagotinšek, A., Pavlin, J. (2009) *Didaktična gradiva za poučevanje v naravoslovju, Fizika : F2 : projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc : (1. 9. 2009–31. 12. 2009)*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Gerlič, I., Repnik, R., Ambrožič, M., Bradač, Z., Gosak, M., Nemec, A., Cvetko, M., Faletič, S. (2010). *Didaktična gradiva/modeli : (fizikalne vsebine) : F3 : projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc : (1. 1. 2010–31. 3. 2010)*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Hannon, B., Ruth, M. (2001) *Dynamic Modeling*, Springer, New York.
- Juceviciene, P., Brazdeikis, V. (2006) Educator's ICT competence: Searching for the evaluation strategy. *2nd International Conference on Informatics in Secondary Schools, Evolution and Perspectives (ISSEP 2006)*, Nov. 7–11, 2006 Vilnius, LITHUANIA, Information Technologies at School, str. 40–52.
- Key Competences for Lifelong Learning (2006). Pridobljeno 15. 3. 2009 s http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11_090_en.htm.
- Martens, T., Busana, G. (2008) New developments in computer based assessment: Implications for competence assessment. *International Journal of Psychology* **43**, št. 3–4, str. 729–729.
- Nacionalni projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, Št. 3311-08-286011 (2009). Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru; podpora Ministrstva za šolstvo in šport in Evropskega socialnega sklada. Pridobljeno 15. 6. 2010 s <http://kompetence.uni-mb.si/default.htm>.
- Opredelitev naravoslovnih kompetenc*. (2009). Poročilo S1.02 projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Pridobljeno 2. 7. 2010 s <http://kompetence.uni-mb.si/>.
- Repnik, R., Ambrožič, M., Grubelnik, V. (2009) Galileo on our web textbook on behalf of International Year of Astronomy. *20th International Conference CECIIS 2009, September 23–25 2009, Varaždin, Croatia: proceeding, Faculty of Organization and Informatics Varaždin*, Varaždin, str. 29–33.
- Stauffer, D., Aharony, A. (1994) *Introduction to percolation theory*. Taylor & Francis Ltd., London.
- Stöckler, M. (1995) Modell, Idealisierung und Realität, *Praxis der Naturwissenschaften Physik* **1/44**: 16–21.
- Verhaaren, H., De Meulemeester, A. (2009) What is Important? Digital Literacy or Literacy in a Digital Environment?, 8th European Conference on e-Learning, Oct. 29–30, 2009 Univ Bari, Bari, Italy. *Proceedings of the 8th European Conference on E-learning*, str. 672–678.

Wan, Z. Y., Wang, Y.L., Haggerty, N. (2008) Why people benefit from e-learning differently: The effects of psychological processes on e-learning outcomes. *Information & Management* **45**, št. 8, str. 513–521.

PRILJUBLJENOST FIZIKE V OSNOVNI IN SREDNJI ŠOLI

Matej Cvetko^{1,2}, Ivan Gerlič², Maja Milfelner², Robert Repnik², Milan Ambrožič^{2,3}

¹Regional Development Agency Mura Ltd, Lendavska 5a, 9000 Murska Sobota, Slovenia

²Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Koroška 160, Maribor,
matej.cvetko@uni-mb.si, ivan.gerlic@uni-mb.si, maja.martinsek@uni-mb.si,
robert.repnik@uni-mb.si, milan.ambrozic@uni-mb.si

³Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Jamova 39, Ljubljana

Povzetek

Delno v okviru projekta smo izvedli obširno anketno raziskavo o priljubljenosti fizike v osnovnih in srednjih šolah v šolskem letu 2007/2008, pa tudi v nekaj prejšnjih letih (pred začetkom projekta). Naš osnovni namen je bil ne le raziskati vzroke in stopnjo (ne)priljubljenosti pouka fizike, temveč tudi ugotoviti, katere učne metode in oblike uporabljajo učitelji fizike, saj morda prav v njih tičijo vzroki za morebitne težave. Anketni vprašalnik je bil razdeljen na dva dela. Prvega, z 10 vprašanji o splošnih podatkih o učitelju in šoli, je izpolnjeval učitelj fizike. Na drugi del, ki je obsegal 27 vprašanj o splošnih podatkih o učencih, o priljubljenost pouka fizike med učenci in dijaki ter o poteku pouka fizike in uporabi učnih tehnologij, pa so odgovarjali učenci in dijaki. Z vprašanji smo skušali poiskati korelacije med različnimi neodvisnimi in odvisnimi spremenljivkami, v ta namen pa smo uporabili program SPSS, ki vsebuje različna statistična orodja. Eno od ključnih vprašanj je bilo npr. izbrati 5 učenčevih najljubših predmetov med danimi šolskimi predmeti. Tako smo lahko primerjali priljubljenosti fizike z biologijo, kemijo in matematiko. Določene analize dajejo pravzaprav za fiziko kar dober rezultat: med vsemi učenci, ki so med 5 najljubšimi predmeti izbrali vsaj enega (lahko pa tudi več) od omenjenih štirih, jih je v letu 2007/2008 največ izbralo fiziko – nekaj več kot matematiko in precej več kot biologijo in kemijo. V splošnem pa, če pogledamo na priljubljenost z več vidikov, npr. tudi glede obiskovanja krožkov, se zdijo trije naravoslovni predmeti in matematika precej enakovredni. Statistična obdelava podatkov kaže tudi določene zanimive in pomembne težnje. Na primer, s starostjo učencev se povečuje delež tistih, za katere je snov pri pouku fizike hkrati zelo zanimiva, poučna in uporabna, na žalost pa raste tudi delež tistih, ki jim je sama snov zanimiva, vendar v njej ne vidijo vsakdanje uporabnosti. Kot je bilo pričakovati, je raziskava dokazala tudi velik vpliv učiteljeve osebnosti in njegovega dela na odnos učencev in dijakov do fizike.

Ključne besede: priljubljenost naravoslovnih šolskih predmetov, anketna raziskava, statistična analiza

Abstract

Partially in the frame of the project we performed an extensive survey about the popularity of physics in Slovene primary and secondary schools in school year 2007/2008, and also in a few previous years (before the beginning of the project). Our main purpose was not just investigation of the level of (non-)popularity of physics and causes for this, but also to find out which didactic methods are used by physics teachers since these could be the cause for difficulties. The questionnaire was divided into two parts. The first part with 10 questions in regard to general data about the teacher and school was filled by the teacher. The second part with 27 questions about students,

popularity of physics among students, physics lessons and the use of didactic technologies was answered by students themselves. By appropriate questions we tried to find some correlations between different independent and dependent variables with the help of the programme SPSS that contains various statistical tools. For instance, one of the key questions was to choose 5 students' most favourite subjects among all taught in school. In this way we were able to compare the popularity of physics with biology, chemistry and mathematics. Some aspects of the analysis give quite good results for physics: from all of the students that chose at least one (possibly more of them) of the mentioned 4 subjects among the 5 most favourite, most of them selected physics in 2007/2008 – slightly more than for mathematics and fairly more than for biology and chemistry. But biology was more frequently placed in the first place among all subjects. Generally, if we take more aspects, including interest activities etc., all the three natural sciences and mathematics seem to be approximately even. Statistical evaluation of data also indicates some interesting and important trends. For instance, increasing age of students is accompanied by increasing the portion of those who find the material in physics lessons very interesting, instructive and useful at the same time. But unfortunately, there is also an increase of the portion of those who think that physics topics are interesting but not applicable in everyday life. As expected, the investigation also proved the significant influence of teacher's personality and his/her work on the relation of students to physics.

Keywords: popularity of natural science school subjects, survey, statistical evaluation

1 Uvod

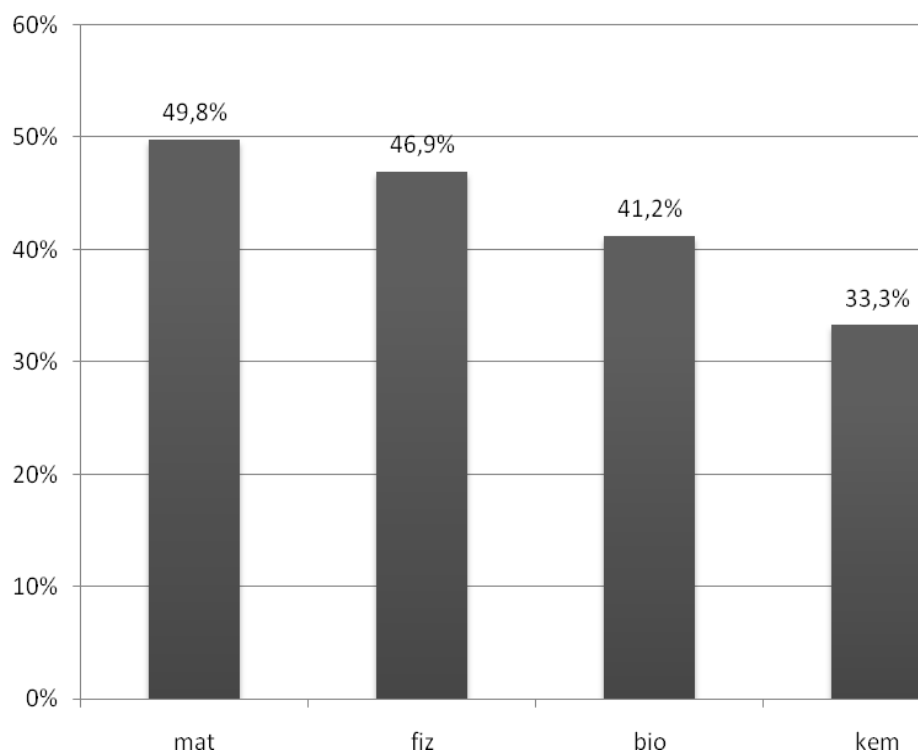
Izvedli smo večletno raziskavo o priljubljenosti fizike v osnovnih in srednjih šolah. Pri tem smo uporabili anketo iz dveh delov. Prvega, z 10 vprašanji o splošnih podatkih o učitelju in šoli, je izpolnjeval učitelj fizike. Na drugi del, ki je obsegal 27 vprašanj o splošnih podatkih o učencih, o priljubljenost pouka fizike med učenci in dijaki ter o poteku pouka fizike, tj., o učnih načinih in metodah (Gerlič, 1991, Gerlič, Udir, 2006) ter uporabi učnih tehnologij (Gerlič, 2000), pa so odgovarjali učenci in dijaki. Ankete so bile anonimne, učenci/dijaki so morali vnesti le stopnjo šolanja (razred ali letnik) in spol. Z vprašanji smo skušali poiskati korelacije med različnimi neodvisnimi in odvisnimi spremenljivkami, v ta namen pa smo uporabili program SPSS, ki vsebuje različna statistična orodja (Sagadin, 1982, Kožuh, 2003, Čagran, 2004, Bratina, Čagran, 2006, Bratina, 2006, Čagran, 2010). Izvedli smo predvsem frekvenčno analizo pogostosti posameznih odgovorov in χ^2 (hi kvadrat)-analizo, s katero smo ugotavljali statistično relevantnost ter povezanost posameznih spremenljivk. Čim večja je vrednost χ^2 pri dani velikosti vzorca, tem večja je statistična značilnost. Natančnejšo informacijo o povezanosti spremenljivk pa nam pove faktor signifikance p (Pearsonov koeficient), ker je normaliziran na vrednosti od -1 do 1 : podaja stopnjo linearne povezanosti spremenljivk. S tem faktorjem ugotovimo, ali sta dve spremenljivki med seboj resnično statistično povezani ali ne, z drugimi besedami, izpodbijamo ničelno hipotezo, po kateri sta spremenljivki povsem neodvisni med seboj. Če velja $p < 0,001$, ocenjujemo, da ena spremenljivka z gotovostjo vpliva na drugo. To pomeni, da je le v vsakem promilu primerov (tisočina anketirancev) povezanost med spremenljivkama naključna. Interval vrednosti $0,001 < p < 0,05$ po dogovoru pomeni tendenco, da sta spremenljivki povezani, $p > 0,05$ pa pomeni, da ena spremenljivka ne vpliva na drugo, s čimer lahko potrdimo ničelno hipotezo. S χ^2 -analizo smo iskali korelacije med ključnimi kazalci priljubljenosti fizike in stopnjo šolanja (osnovna ali srednja šola) ter leti anketiranja.

S to raziskavo smo želeli ugotoviti predvsem, kakšna je priljubljenost naravoslovnih predmetov med učenci, kaj vpliva na samo priljubljenost fizike ter kakšne učne metode in tehnologije se uporabljajo pri pouku učnega predmeta fizike. Ankete so se izvajale od leta 2002 do 2008, in sicer v pomladanskem času. Določena šola je bila lahko v nekem šolskem letu anketirana samo enkrat. Zastopanost posameznih šol se je z leti anketiranja spreminjala, tako da npr. določena šola ni bila nujno zastopana v vseh anketah. Največ vključenih šol je bilo iz severovzhodne Slovenije, ljubljanskega in gorenjskega območja. Skupno število anketirancev pa je bilo 2023, kar lep reprezentativni vzorec. Anketirancev je bilo v resnici še več, vendar pa smo izločili vprašalnike, ki so bili praktično neizpolnjeni. Odgovori na vsa vprašanja so bili v veliki večini veljavni (več kot 97 %). Tudi v šolskem letu 2009/2010 je potekala enaka raziskava, vendar podatkov še nismo v celoti statistično obdelali.

Prispevek je osredinjen na nekaj ključnih ugotovitev, ki so bile pridobljene z analizo odgovorov na sedem vprašanj.

2 Rezultati

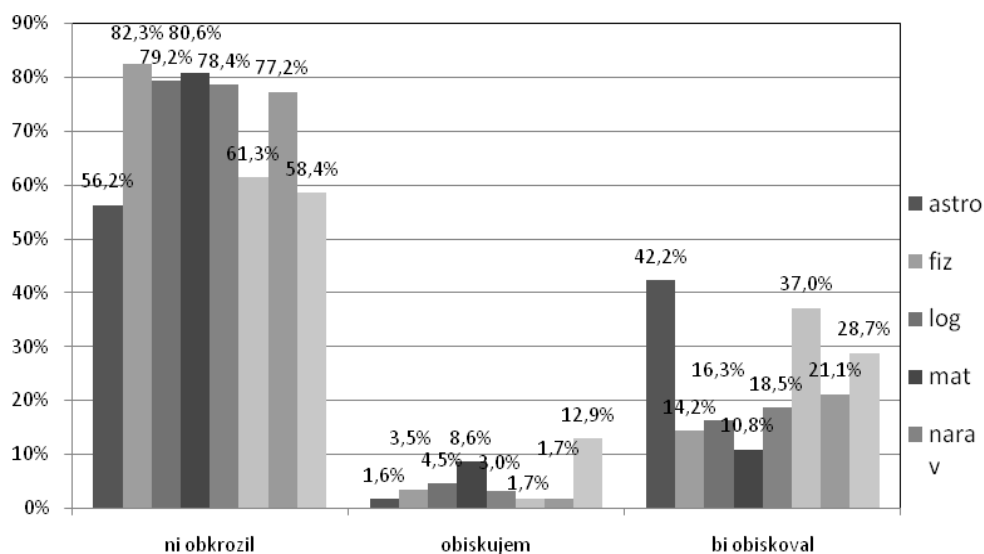
Pri enem od ključnih vprašanj so morali učenci iz nabora 12 predmetov izbrati 5 najljubših po vrsti, tako da lahko iz odgovorov primerjamo priljubljenost fizike, biologije, kemije, matematike in drugih (nenaravoslovnih) predmetov. Ker se v tem prispevku osredinjamo predvsem na naravoslovje, bomo upoštevali le tiste anketirance, ki so med svojih pet najljubših predmetov uvrstili vsaj en naravoslovni predmet ali podporni predmet matematiko. Iz spodnjega grafa je razvidno, da se je skoraj polovica anketirancev (od tistih, ki so izbrali vsaj en naravoslovni predmet ali matematiko) odločila (tudi) za matematiko, le malo manj pa za fiziko. Nekoliko manj priljubljeni sta kemija in biologija. Pri tem smo delež anketirancev šteli takole: če se je nekdo odločil za več omenjenih predmetov med prvimi petimi, npr. za matematiko in fiziko, smo ga upoštevali tako pri matematiki kot fiziki (zato je vsota vseh deležev na grafu več kot 100 %). Samo v šolskem letu 2007/2008 je največ učencev izbralo fiziko med 5 najbolj priljubljenimi predmeti – nekaj več kot matematiko in precej več kot biologijo in kemijo.



Graf 1: Frekvenčna porazdelitev matematike in naravoslovnih predmetov kot prvih pet predmetov iz nabora 12 predmetov; porazdelitev je normalizirana glede na učence/dijake, ki so izbrali vsaj enega od teh petih predmetov. Ta in vsi naslednji grafi se nanašajo na skupne rezultate vse let raziskave.

Nadalje nas je zanimalo, katere naravoslovno usmerjene krožke imajo učenci na razpolago in jih tudi obiskujejo oz. bi jih radi obiskovali, če bi potekali na njihovih šolah. Na žalost večina učencev teh krožkov sploh ni izbrala, vsaj ne opcije »obiskujem«. Iz tega lahko sklepamo na dvoje: nezainteresiranost učencev za obšolske dejavnosti nasploh (morda se raje doma zaposlijo z brskanjem po svetovnem spletu in igranjem računalniških igrice) ali pa je dovolj drugih krožkov, ki jih bolj zanimajo. Okrog desetine učencev obiskuje računalniški oz. matematični krožek, drugi krožki so zastopani z 2- do 5-odstotno udeležbo.

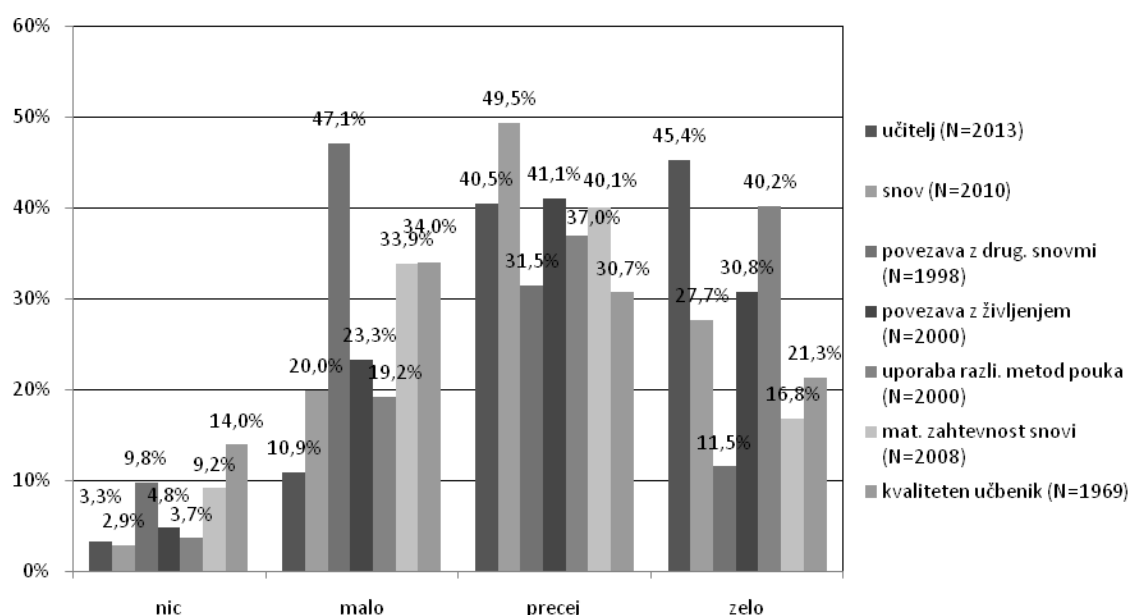
Veliko bolj razveseljivi in hkrati poučni podatki so o krožkih, ki bi jih učenci radi obiskovali, pa jih ne morejo, ker se ne izvajajo na njihovih šolah (opcija »bi obiskoval«). Med njimi najbolj izstopajo astronomski, fotografski in računalniški krožek. Nad temi izidi ankete bi se morali zamisliti tudi učitelji fizike (tehnike, matematike, računalništva, ...), če bi jih videli, saj kljub velikemu zanimanju učencev nekaterih krožkov na njihovih šolah niso uvedli; še najverjetneje pa učitelji za to zanimanje učencev sploh ne morejo vedeti, ker podobnih anket glede obiskovanja krožkov na šolah verjetno ne izvajajo.



Graf 2: Frekvenčna porazdelitev obiskovanja krožkov v obšolskih dejavnostih.

Zanimivo je videti, kakšen vpliv pripisujejo učenci posameznim faktorjem na priljubljenost fizike. Graf 3 prikazuje, kako naštetih faktorji v splošnem v precejšnji meri vplivajo na priljubljenost omenjenega predmeta, a nekateri veliko manj kot drugi. Vendar pa so o vseh teh faktorjih mnenja učencev zelo deljena – odgovori »malo«, »precej« in »zelo« so vsi dobro zastopani, edino s tem, da bi omenjeni faktorji nič ne vplivali na priljubljenost fizike, se učenci večinoma ne strinjajo. Na primer, kar slaba polovica anketirancev meni, da povezava učne snovi z drugimi predmeti, kot so matematika, kemija in tehnika, malo vpliva na priljubljenost fizike. Podobno gleda tretjina anketirancev na matematično zahtevnost učne snovi pri fiziki in na uporabo kvalitetnega, zanimivega učbenika ter delovnega zvezka. Precejšen vpliv na priljubljenost fizike ima po mnenju učencev izbira učne snovi: opciji »precej« in »zelo« je izbralo več kot tri četrtine anketirancev.

Posebej poudarimo nagnjenost anketirancev do izbire odgovora »zelo« pri različnih faktorjih. Kar 45 % anketirancev meni, da učitelj zelo vpliva na priljubljenost fizike. S 40 % sledi faktor uporabe različnih metod pouka, kot so eksperimentalno delo, problemsko zasnovan pouk itd. Tudi povezava učne snovi pri fiziki z vsakdanjim življenjem je zelo pomembna (31 % anketirancev). Samo dobra desetina učencev pa je mnenja, da na priljubljenost tega predmeta zelo vpliva povezava z drugimi predmeti. Morda bi se morali učenci/dijaki bolj zavedati interdisciplinarnosti fizike in učitelji bi morali to bolj poudarjati.



Graf 3: Frekvenčna porazdelitev vpliva različnih faktorjev na priljubljenost fizike

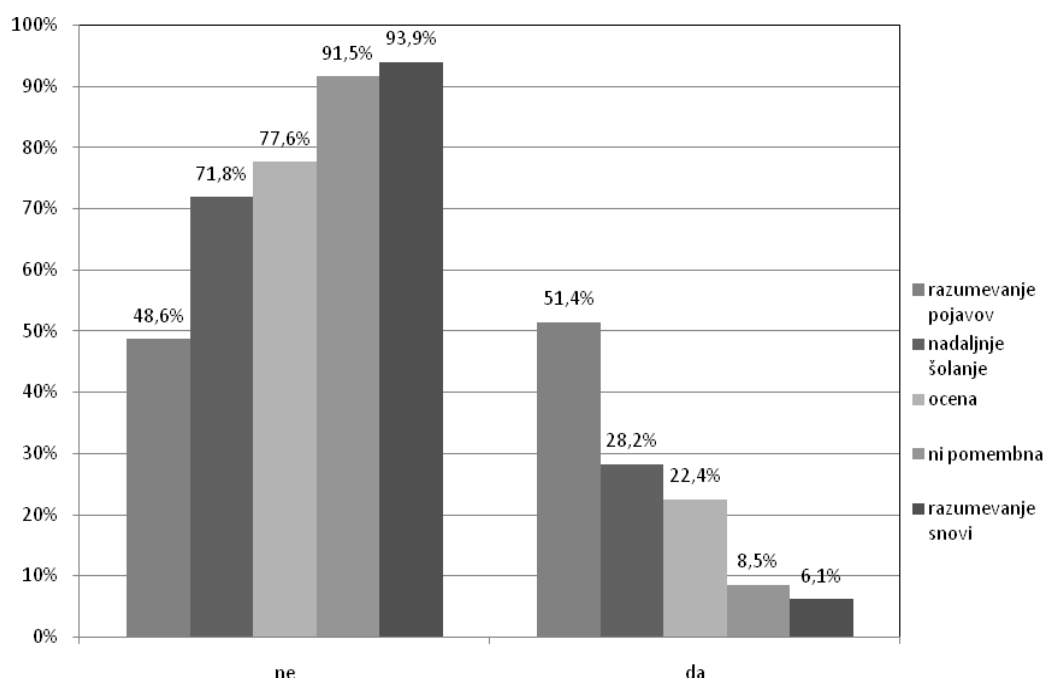
Pri podrobnejši analizi vpliva posameznih faktorjev na priljubljenost fizike s t. i. χ^2 -preizkusom bi se pri tem vprašanju nekako omejili le na naslednje faktorje: učitelj in njegova osebnost, povezava snovi z vsakdanjim življenjem ter uporaba različnih metod pouka. Naj omenimo, da so to faktorji, na katere lahko v precejšnji meri vpliva učitelj sam, npr., ali bo učno snov, ki jo posreduje učencem/dijakom, povezal s vsakdanjim življenjem, ali bo pri pouku uporabljal različne metode itd. Naše ugotovitve so naslednje:

S starostjo učencev (tu in nadalje v besedilu gre pri pojmu *starost učencev* samo za primerjavo dveh skupin oz. »izobraževalnih programov« – osnovnošolcev in srednješolcev) se poveča delež tistih, ki menijo, da učitelj in njegova osebnost zelo vplivata na priljubljenost predmeta, zmanjša pa se delež tistih, ki v učitelju vidijo majhen vpliv oz. ga sploh ne vidijo, medtem ko učitelj in njegova osebnost ter leto anketiranja nista statistično povezani.

Kot kaže, spremenljivki »vpliv povezave učne snovi z vsakdanjim življenjem na priljubljenost fizike« in »izobraževalni program šole« (osnovna ali srednja šola) nista povezani. Obstaja pa tendenca k povezavi prve spremenljivke z letom anketiranja: z leti naj bi naraščala pogostost mnenja, da povezava med učno snovjo pri fiziki in vsakdanjim življenjem zelo vpliva na priljubljenost predmeta.

Tudi pri povezavi uporabe različnih metod pri pouku fizike z izobraževalnim programom šole in letom anketiranja opazimo le tendenco. S starostjo učencev naraste delež tistih, ki menijo, da pestrost uporabljenih metod malo oz. precej vpliva na priljubljenost fizike. Opazimo tudi zmanjšanje deleža tistih, za katere je pestrost različnih metod pri pouku zelo pomemben dejavnik. Z leti anketiranja je vedno pogostejše mnenje, da pestrost poučevalnih metod zelo vpliva na priljubljenost fizike med učenci, hkrati pa vidimo upad tistih, ki menijo, da je ta vpliv precejšen (a ne zelo velik!) oz. majhen.

Nadalje nas zanima mnenje učencev o pomembnosti znanja fizike (graf 4). Seveda je smiselno, da pri tej analizi upoštevamo le tiste učence, ki so z »da« odgovorili na zastavljeno vprašanje. Kar polovica anketirancev je mnenja, da je znanje fizike pomembno predvsem za razumevanje pojavov v vsakdanjem življenju. Slaba tretjina pa meni, da je znanje iz tega naravoslovnega predmeta pomembno zgolj za nadaljnje šolanje. Še bolj zaskrbljujoče je dejstvo, da kar petina učencev razmišlja samo o oceni pri fiziki, torej fiziko vidi le kot oviro pri učnem uspehu. Desetina učencev ne vidi nikakršnega smisla v znanju fizikalnih vsebin. Le peščica učencev (6 %) gleda na predmete interdisciplinarno, se pravi, da snovi pri posameznih predmetih povezujejo med sabo. V splošnem pa smo lahko z rezultati tega vprašanja kar zadovoljni.



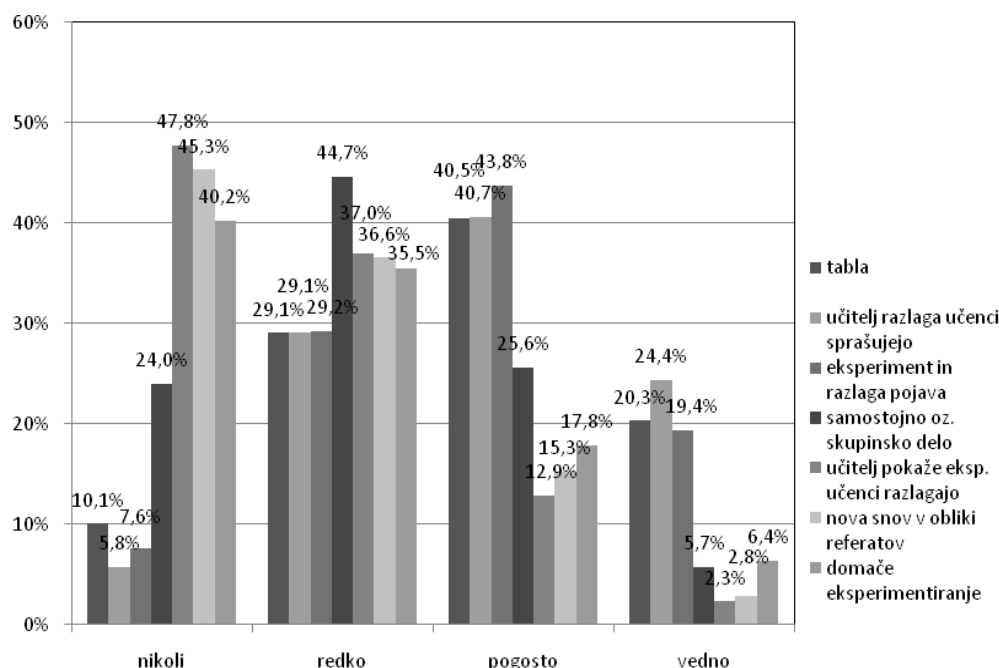
Graf 4: Frekvenčna porazdelitev mnenja o pomembnosti znanja fizike

Vemo, da je velikokrat priljubljenost posameznega predmeta odvisna od načinov, kako učitelj novo snov posreduje učencem. O tem bomo razpravljali v naslednjih odstavkih (graf 5).

Kar malo presenetljivo je dejstvo, da med 40 in 50 odstotki anketiranih učencev učne snovi prav nikoli ne usvoji z uporabo navodil za domače učenje in eksperimentiranje, v obliki referatov in seminarjev, ki jih pripravijo učenci ter predstavijo pred razredom ali pa na način, ko učitelj najprej pokaže eksperiment, učenci pa si nato prikazan pojav razložijo z uporabo učbenikov in druge literature.

Petinštirideset odstotkov anketirancev redko spoznava novo učno snov s samostojnim ali skupinskim eksperimentalnim delom. Velikokrat je vzrok za to predvsem pomanjkanje eksperimentalne opreme in slaba opremljenost učilnic. 44 % učencev učno snov pogosto sprejema tako, da učitelj najprej pokaže eksperiment, nato pa razloži pojav, po 40 % učencem pa je snov pogosto posredovana z razlago in njihovim sodelovanjem oz. na način, da učitelj pred tablo razlaga snov, učenci pa jo tiho

zapisujejo v zvezke. Zadnji način bi bilo vsekakor dobro uporabljati čim manj. Četrtna vseh anketirancev novo učno snov vedno sprejema na način, da učitelj razlaga, učenci pa se aktivno vključujejo v diskusijo. Petini pa je snov posredovana tako, da se najprej izvede demonstracijski eksperiment za razlago fizikalnega pojava oz. da učitelj pred tablo razlaga učno snov, učenci pa vse skupaj tiho zapisujejo. Drugi načini so zastopani z 2 do 6 odstotki.



Graf 5: Frekvenčna porazdelitev načina spoznavanja nove učne snovi

Spremenljivki »podajanje nove učne snovi z učiteljevo razlago pred tablo« (učenci pa samo zapisujejo v zvezke) in »izobraževalni program šole« sta izrazito povezani: $\chi^2(2000) = 21,53$, $p = 0,00$. S starostjo pade delež učencev, ki novo snov nikoli oz. redko spoznavajo na omenjeni način, drugi deleži s starostjo učencev narastejo, leto anketiranja pa nima statističnega vpliva na to. Opomba: število v oklepaju pri χ^2 tukaj in v nadaljnjem besedilu pomeni število veljavnih odgovorov.

Druga možnost, kjer učitelj razlaga novo učno snov, učenci pa o njej sprašujejo in sodelujejo v pogovoru, je statistično zelo povezan z izobraževalnim programom: $\chi^2(2011) = 141,68$, $p = 0,00$. S starostjo učencev pade delež tistih, ki novo snov vedno spoznavajo na omenjeni način, ostali deleži s starostjo učencev narastejo. Med prej omenjeno spremenljivko in letom anketiranja pa obstaja le tendenca k statistični povezavi. Z leti narašča delež tistih, ki na omenjeni način pogosto sprejemajo novo učno snov, hkrati pa pada delež tistih učiteljev, ki omenjeni postopek uporabljajo vedno.

Podajanje nove učne snovi z eksperimentom ter kasnejšo razlago pojava in starost učencev sta izrazito povezana: medtem ko v srednji šoli pade delež tistih, ki novo snov pogosto oz. vedno spoznavajo na omenjeni način, druga dva deleža (nikoli in redko) s starostjo učencev narasteta. Ta način je zelo povezan tudi z letom anketiranja: z leti narašča delež tistih, ki tako pogosto sprejemajo novo učno snov, vse manj pa je tistih, ki se z omenjeno metodo ne srečajo nikoli.

Spremenljivki »spoznanje nove učne snovi s samostojnim oz. skupinskim eksperimentiranjem« in »izobraževalni program« sta tudi statistično izrazito povezani. S starostjo pade delež učencev, ki novo snov pogosto oz. vedno spoznavajo na omenjeni način, druga deleža (nikoli in redko) pa narasteta. Za prvo spremenljivko in leto anketiranja pa se kaže le tendenca k povezavi: narašča delež tistih, ki na omenjeni način vedno oz. pogosto sprejemajo novo učno snov, padata pa deleža »redko« in »nikoli«.

Statistično gledano sta spremenljivki, ko učitelj poda novo učno snov s prikazom eksperimenta in samostojno razlago pojava z učbenikom ter izobraževalni program, močno povezani: $\chi^2(2010) = 101,76$, $p = 0,00$. Medtem ko se v srednji šoli poveča delež tistih, ki novo snov nikoli ne spoznavajo na omenjeni način, drugi deleži (redko, pogosto, vedno) pa se zmanjšajo. Prva spremenljivka in leto anketiranja nista zagotovo statistično povezani, obstaja pa tendenca: z leti naj bi naraščal delež tistih, ki na omenjeni način pogosto sprejemajo novo učno snov.

Spoznanje nove učne snovi v obliki referatov ter seminarskih nalog in izobraževalni program šole sta izrazito povezana: $\chi^2(2007) = 146,00$, $p = 0,00$. S starostjo učencev naraste delež tistih, ki novo snov nikoli ne spoznavajo na omenjeni način, drugi deleži pa padejo. Podobno velja za leto anketiranja: narašča delež tistih, ki tako pogosto sprejemajo novo učno snov, hkrati pa nekako pada delež tistih, ki se s tem načinom ne srečajo nikoli.

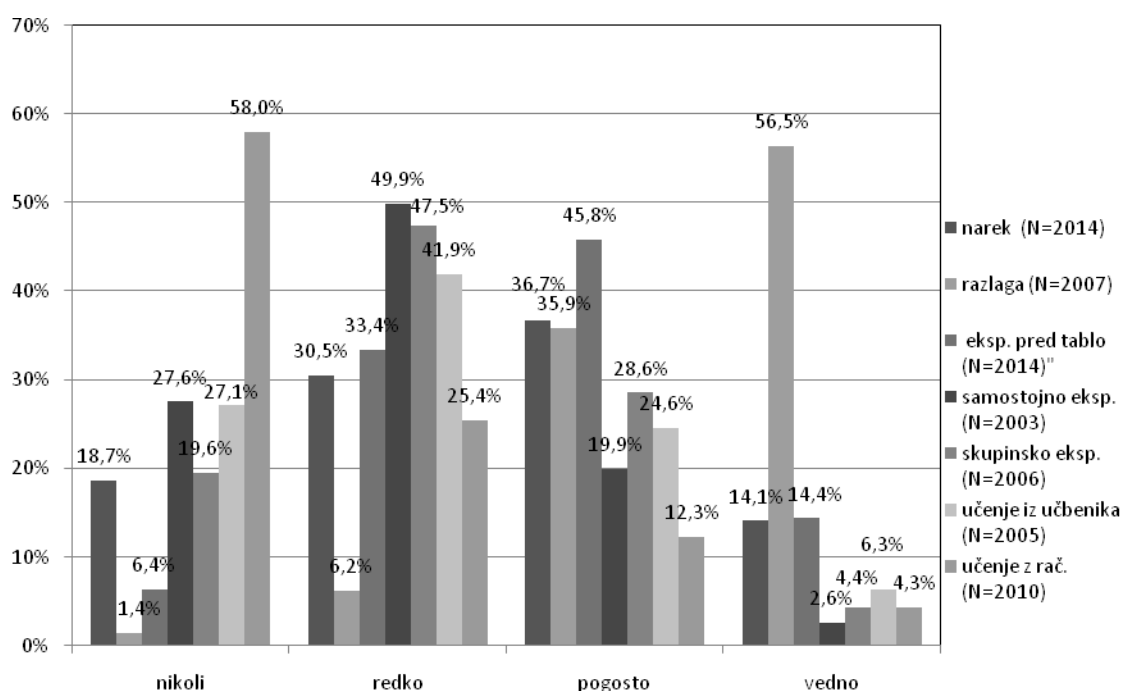
Zadnja spremenljivka je »spoznanje nove učne snovi z navodili za domače učenje in eksperimentiranje«, ki je zelo povezana z izobraževalnim programom. V srednji šoli je večji delež tistih, ki nove učne snovi nikoli ne spoznavajo na omenjeni način, drugi deleži pa s starostjo padejo. Pomembno je tudi leto anketiranja: z leti narašča delež tistih, ki na omenjeni način nikoli ne sprejemajo nove učne snovi, drugi deleži (redko, pogosto in vedno) pa nihajo.

Velikokrat sta priljubljenost in razumevanje učne snovi odvisna tudi od metode poučevanja. Poglejmo, kakšnega mnenja so bili anketirani učenci (graf 6). Nekoliko nas je presenetilo dejstvo, da še vedno več kot polovica (58 %) učiteljev pri pouku fizike sploh ne uporablja računalnika. Prav tako je pomenljivo, da učitelj v skoraj tretjinskih deležih sploh ne uporablja metod samostojnega eksperimentalnega dela (morda je težava v slabi opremljenosti učilnic) in tudi ne učenja iz učbenikov in drugih knjig. Nevarno je, da zaradi tega učenci ne bodo znali sami poiskati informacij oz. odgovorov na vprašanja z uporabo literature, to je, ne bodo imeli razvite kompetence iskanja informacij in njihove organizacije.

Okrog polovica učencev redko spoznava učno snov s samostojnim ali skupinskim eksperimentiranjem. Raziskava je pokazala tudi, da ima večina šol specializirano učilnico za pouk naravoslovnih predmetov, ki pa si jo delijo vsi naravoslovni predmeti. Zato je lahko ta učilnica takrat, ko naj bi v njej potekal pouk fizike, zasedena.

Skoraj pri polovici anketirancev učitelj pogosto uporablja učno metodo eksperimentiranja pred tablo za celotni razred, veliko učiteljev pa uporablja tudi narek in razlago.

Pri metodah, ki jih učitelji vedno uporabljajo, je poudarjena predvsem metoda razlage. To niti ni tako slabo, če pri razlagi res aktivno sodelujejo tudi učenci, kot nakazuje raziskava. Eksperimentalno skupinsko delo se pogosto ali vedno uporablja samo pri 33 % anketiranih, individualni poizkusi pa pri 23 %. To je premalo, saj takšno delo uspešno razvija več generičnih kompetenc, npr. skrb za kakovost, sposobnost skupinskega dela in podobno.



Graf 6: Frekvenčna porazdelitev uporabe različnih metod poučevanje pri pouku fizike

Pri podrobnejšem pregledu tega vprašanja se bomo omejili predvsem na eksperimentiranje, to se pravi na eksperimentiranje pred tablo, samostojno in pa skupinsko eksperimentiranje.

Spremenljivki »eksperimentiranje pred tablo«, ki je namenjeno celotnemu razredu, ter »izobraževalni program« sta statistično gledano zelo povezani: $\chi^2(2014) = 151,20$, $p = 0,00$. V srednji šoli je manjši delež anketirancev, katerih učitelji to metodo uporabljajo pogosto oz. vedno, druga dva deleža pa sta večja. Močna statistična povezava obstaja tudi med omenjeno metodo in letom anketiranja: deleži anketirancev precej nihajo.

Podrobno smo preučili tudi statistično povezanost med samostojnim eksperimentiranjem in izobraževalnim programom šole: $\chi^2(2003) = 56,16$, $p = 0,00$. S starostjo učencev zraste delež tistih, kjer učitelji samostojnega eksperimentiranja nikoli ne uporabljajo, drugi deleži pa padejo. Prav tako vidimo izrazito povezanost med prvo spremenljivko in letom anketiranja: $\chi^2(2000) = 54,16$, $p = 0,00$. Z leti narašča delež tistih, ki to metodo uporabljajo vedno oz. pogosto, deleža za »nikoli« in »redko« pa močno nihata.

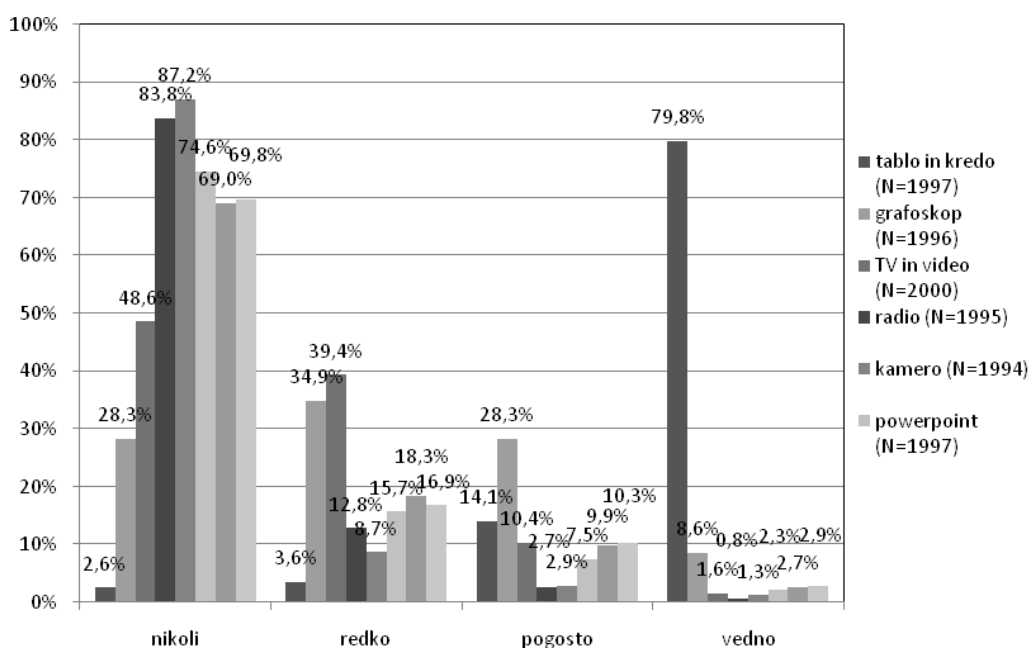
Pri skupinskem eksperimentiranju sta parametra za obe povezavi, s starostjo in letom anketiranja, po naključju enaka: $\chi^2(2006) = 42,44$, $p = 0,00$. S starostjo učencev zraste delež tistih, kjer učitelji skupinsko eksperimentiranje uporabljajo redko oz. nikoli, druga dva deleža pa padeta. Z leti narašča delež anketirancev, ki se s to metodo srečajo pogosto, drugi trije deleži pa nihajo.

Nazadnje navedimo še, kako pogosto posamezni učitelji uporabljajo navedeno učno tehnologijo pri samem pouku fizike (graf 7). Večina učiteljev nikoli ne uporablja te tehnologije. Res je nekaj te zastarele (TV in video, radio), še vedno pa nas preseneča, da se kamera, predstavitev v obliki elektronskih prosojnic, računalnik za prikaz simulacij

ter računalnik za iskanje informacij oz. podatkov več kot pri polovičnem deležu anketirancev pri fiziki nikoli ne uporablja. Grafoskop se še vedno precej uporablja, verjetno za prikazovanje stoječega in sestavljenega valovanja na vodni gladini in še marsikaj drugega. Kar pri 80 % anketirancev učitelji kljub vsej današnji tehnologiji še vedno uporabljajo tablo in kredo pri vsaki šolski uri. Vendar nam ta podatek sam po sebi ne pove veliko; bistvena razlika je v tem, ali se tabla uporablja izključno ali v kombinaciji z drugimi pripomočki.

Razlog, zakaj je uporaba računalnika pri pouku fizike tako majhna, je lahko tudi v tem, da imajo šole le eno računalniško učilnico, v kateri navadno poteka pouk računalništva, v drugih učilnicah pa računalnikov ni. Če je res tako, bi lahko težavo rešili preprosto s postavitvijo po enega računalnika s spletno povezavo in projektorjem v (skoraj) vsako učilnico. S tem bi lahko učitelji vsaj frontalno uporabljali računalnik in drugo digitalno tehnologijo, ki jo lahko priklopimo nanj.

Omenimo še, da je v letošnjem šolskem letu potekala enaka raziskava, kjer smo dodali možnost uporabe e-table. Izkazalo se je, da se ta pripomoček kar precej uporablja.



Graf 7: Frekvenčna porazdelitev mnenja, kako pogosto učitelj pri pouku fizike uporablja učno tehnologijo

Pri podrobni analizi tega vprašanja se bomo omejili predvsem na uporabo novejših tehnologij (kamere, elektronskih prosojnic, fizletov, interneta) pri pouku.

Spremenljivki »uporaba kamere« in »izobraževalni program« nista statistično izrazito povezani, obstaja le tendenca za to. V srednji šoli pade delež tistih, ki jim je učna snov redko podana z zgoraj omenjeno učno tehnologijo. Uporaba kamere pa je z letom raziskave izrazito povezana: $\chi^2(1991) = 51,91$, $p = 0,00$. Na primer, z leti se rahlo povečuje delež anketirancev z odgovorom, da je omenjena učna tehnologija redko uporabljena pri pouku fizike.

Pri uporabi elektronskih prosojnic in izobraževalnim programom šole obstaja le tendenca k statistični povezavi. S starostjo učencev raste delež tistih, ki jim učna snov ni bila nikoli podana z zgoraj omenjeno učno tehnologijo. Med omenjeno tehnologijo in letom raziskave spet obstaja močna statistična povezanost: $\chi^2(1994) = 120,16$, $p = 0,00$. Posamezni deleži z leti nihajo, leta 2004 kar v 85 % deležu ni bila omenjena učna tehnologija nikoli uporabljena pri pouku fizike.

Naslednja preučevana uporabljena učna tehnologija pri pouku fizike je bila uporaba fizletov. Med to tehnologijo in izobraževalnim programom šole ni nobene statistične povezave. Izrazita povezanost pa se pokaže z letom raziskave: $\chi^2(1992) = 166,26$, $p = 0,00$. Rahlo se povečuje delež anketirancev, pri katerih je omenjena učna tehnologija vedno uporabljena pri pouku fizike.

Nazadnje pogledjmo, kako je z uporabo interneta pri pouku fizike. Uporaba računalnika z internetom in izobraževalni program šole sta izrazito povezana: $\chi^2(1983) = 26,83$, $p = 0,00$. S starostjo učencev zraste delež tistih, ki jim učna snov ni nikoli podana z zgoraj omenjeno učno tehnologijo. Prav tako obstaja izrazita povezanost med uporabo omenjene tehnologije in letom anketiranja: $\chi^2(1980) = 197,24$, $p = 0,00$. Z leti se rahlo povečuje delež učencev, pri katerih je omenjena učna tehnologija vedno uporabljena pri pouku fizike. To je seveda v skladu s prejšnjo ugotovitvijo, da se v šolah vedno pogosteje uporabljajo fizleti.

3 Sklep

Med drugim smo primerjali priljubljenosti fizike v osnovni in srednji šoli z biologijo, kemijo in matematiko v zadnjih osmih letih. Nekatere analize dajejo za fiziko kar dober rezultat: med vsemi učenci, ki so med 5 najljubšimi predmeti iz nabora 12 predmetov izbrali vsaj enega (lahko pa tudi več) od omenjenih štirih, jih je v letu 2007/2008 največ izbralo fiziko – nekaj več kot matematiko in precej več kot biologijo in kemijo. V splošnem pa, če pogledamo priljubljenost z več vidikov, npr. tudi obiskovanje krožkov, se zdijo trije naravoslovni predmeti in matematika precej enakovredni. Analiza je pokazala tudi, da učenci/dijaki pripisujejo velik pomen vplivu učiteljeve osebnosti in njegovih učnih metod in načinov, kot tudi učne opreme na zanimanje za fiziko. Zaradi pomanjkanja prostora v knjigi smo v tem prispevku v glavnem navedli rezultate za osnovnošolce in srednješolce skupaj, čeprav smo jih obravnavali ločeno in so se v odgovorih na nekatera vprašanja pojavile statistično značilne razlike. Nakazali smo le nekaj najpomembnejših statistično značilnih razlik glede na izobraževalni nivo in leto anketiranja.

4 Viri

- Bratina, T., Čagran, B. (2006) *E-priročnik za delo s programom SPSS in statističnimi metodami za pedagoge*. Pedagoška fakulteta, Maribor. Optični disk (CD-ROM).
- Bratina, T. (2006) *Slovarček statističnih metod s primeri*. Pedagoška fakulteta, Maribor.
- Čagran, B. (10. 5. 2010). *Gradivo za metodološko delavnico dne 10. 5. 2010*. Prezeto 3. 6. 2010 iz Distance Learning - Naravoslovne kompetence: <http://distance.pfmb.uni-mb.si/file.php/94/GradivoMetodoloskaDelavnica.pdf>
- Čagran, B. (2004). *Univariatna in multivariatna analiza podatkov: zbirka primerov uporabe statističnih metod s SPSS*. Pedagoška fakulteta, Maribor.
- Gerlič, I. (1991) *Metodika pouka fizike v osnovni šoli*, Pedagoška fakulteta, Maribor.

- Gerlič, I., Udir, V. (2006) *Problemski pouk fizike v osnovni šoli*. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana.
- Gerlič, I. (2000) *Sodobna informacijska tehnologija v izobraževanju* – DZS, Ljubljana.
- Kožuh, B. (2003) *Statistične metode v pedagoškem raziskovanju*, FF-LJ, Ljubljana.
- Sagadin, J. (1982) *Osnovne statistične metode za pedagoge*, FF-LJ, Ljubljana.



4. DEL

Projekt

Razvoj naravoslovnih kompetenc

KEMIJA

IZKUSTVENO UČENJE ZA DOSEGANJE NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

Nika Golob¹

¹Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Fakulteta za naravoslovje in matematiko,
Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija,
nika.golob@uni-mb.si

Povzetek

Izkustveno učenje je predstavljeno kot priporočljiva didaktična strategija, ki ponuja uspešne možnosti razvoja naravoslovnih kompetenc na različnih stopnjah vzgojno-izobraževalne šolske vertikale. V mednarodnih študijah je ugotovljeno, da je za mnoge vsebine izkustvenega učenja naravno okolje tisti medij, prek katerega pride do višje stopnje realizacije zelenih ciljev. Pri tem naravno okolje razumemo kot tisto izvirno okolje, v katerem pojav poteka. Naravoslovje bi tudi po priporočilih, zapisanih v veljavnih učnih načrtih, moralo biti v večji meri izvajano v naravnem okolju. Pa to ne velja samo za začetna leta šolanja, toliko bolj je za razvoj naravoslovnih kompetenc pomembno zgraditi povezavo teorije in izkušenj realnega sveta v zaključnih letih šolanja. Za uspešno implementacijo strategije je prav tako pomembno izvesti vse faze izkustvenega učenja, da dosežemo transfer znanja in povezavo z vsakdanjim življenjem. Tako izvedeno učenje posredno omogoča tudi boljšo motivacijo. V sklepu so predstavljene specifične kemijske kompetence v povezavi s strategijo izkustvenega učenja.

Ključne besede: izkustveno učenje, razvijanje naravoslovnih kompetenc, specifične kemijske kompetence

Abstract

Experiential learning is presented as a recommended teaching strategy, which offers the possibility of developing effective science competences at different stages of educational vertical. The international studies have found that for many contents of experiential learning natural environment is a medium through which there is a higher level of realization (achievement) of the desired objectives. In this case natural environment is understood as original environment in which the phenomenon occurs. Natural science should also be, according to the recommendations written in the current curriculum, implemented to a greater extent in the natural environment. But that is true not only for the initial years of education. For the development of science competences it is more important to build a link between theory and real world experience in the final years of education. The successful implementation of the strategy is also important to perform all phases of experiential learning in order to achieve the transfer of knowledge and the connection to everyday life. Such learning indirectly provides a better motivation. In conclusion specific chemical competences in conjunction with the strategy of experiential learning are presented.

Keywords: experiential learning, development of science competencies, specific chemical competencies

1 Uvod

Pri pregledu sodobnih didaktičnih strategij, s katerimi dosežemo trajnejšo povezavo med izkušnjami realnega sveta in pridobljenim teoretičnim znanjem ter s tem povezanim razvojem naravoslovnih kompetenc, ne moremo mimo izkustvenega učenja.

O doživljajsko izkustvenem učenju je v zadnjih letih v krogih učiteljev in teh, ki se ukvarjajo z vzgojo in izobraževanjem, veliko govori. Pri tem želijo udejaniti idejo o učencu kot aktivnem soustvarjalcu lastnega znanja, o pouku kot živem dialogu, v katerem se bistri in pogloblja razumevanje vseh udeležencev, in o kakovostnem znanju kot rezultatu takšne interakcije. Ideja o aktivnem učencu in učenju ni nova, vendar jo je glede na danes še vedno prevladujoče načine in strategije dela v šolah, ki te ideje ne upoštevajo, težko uveljaviti v praksi, kot ugotavlja B. Marentič Požarnik (2005).

2 Teoretična izhodišča

Carver (1996) je definiral izkustveno učenje široko, in sicer kot proces učenja, ki »/.../ učenčevo izkušnjo zavestno uporablja« (Carver, 1996). Termini izkustveno učenje, učenje z izkušnjo in učenje s pomočjo izkušenj, doživljajsko učenje se, kot zapiše Itin (1999), v literaturi o izkustvenem učenju uporabljajo izmenjaje. Med njimi je več podobnosti kot razlik, zato bi jih lahko uporabljali kot sinonime.

Pri tem bi glede na opredelitve Hahna, kot jih predstavijo Torkar in sodelavci (2002), veljalo ločiti doživljajsko učenje, kot eno izmed oblik izkustvenega učenja, ki prav tako vključuje vse faze izkustvenega učenja. Doživljajsko ga imenujemo zato, ker ni bistvena samo izkušnja, ampak doživetje. Pri doživetju gre za » /.../ ozaveščanje, zavedanje in zaznavo tako telesnih kot duševnih stanj. Pri tem gre za psihične procese, ki so v glavnem emocionalne ali afektivne narave in so posebno neposredni in enkratni. Doživetje je neizbrisni spomin, ki služi kot vir moči za kasnejše življenje« (Hahn v Torkar et al., 2002). Pri doživetju so pomembna močna čustva, poglobljeno zavedanje in pomembne vsebine, ki neizbrisno oblikujejo življenje posameznika.

»Doživljanje je sestavljeno iz čustvenega in spoznavnega dela. Čustva povezujejo spoznavne vsebine, ki spadajo skupaj, v kontekstno odvisne čustvene, miselne in vedenjske programe. Osrednjo vlogo imajo tudi pri funkcijsko pravilnem skladiščenju in mobilizaciji spominskih vsebin. Čustveni faktorji doživljanja učinkujejo pri nadaljnjem razvoju spoznavnega funkcijskega sistema na višje abstraktne ravni.« (Torkar et al., 2002) Doživljajska pedagogika se uveljavlja npr. pri premagovanju strahov pred določenimi živalmi, je pogosta metoda pri delu skavtov in tabornikov v naravi, uporabljajo jo tudi pri prevzgojnih procesih. Podobno bi veljalo razmisliti o vključitvi omenjene strategije pri vpeljavi okoljskih vsebin in ciljev, ki so neposredno povezani z naravoslovjem in kot take morajo vplivati in oblikovati življenje posameznika in celotne družbe, tudi prek zavedanja katastrofalnih posledic človekovega nepremišljenega ravnanja.

Ob razmišljanju o izkustvenem učenju je Jarvis (Jarvis, 2003) razvil naslednjo definicijo: »Učenje je kombinacija procesov, kjer posamezniki konstruirajo in transformirajo izkušnje v znanje, spretnosti, stališča, vrednote, prepričanja, emocije in občutke, « in svojo definicijo še dopolnil: »Človekovo učenje se začne takrat, ko se posamezniki kot celostne osebe v celoti zavedajo situacije in osmislijo ali skušajo osmisлити to, kar zaznavajo in potem to reproducirajo ali preoblikujejo in integrirajo v rezultate v svoje življenjsko izkustvo (biografijo).« (Jarvis, 2003). S svojim

razmišljanjem je v izkustvenem učenju poudaril celostno osebnost s svojimi čutili in da rezultati učenja vstopajo tako v svet idej kot tudi v skrito znanje. (prav tam)

Namen prispevka je predstaviti izkustveno učenje v okvirih šolskega pouka, zato se v nadaljevanju omejujem le na uporabo termina izkustveno učenje in pri tem povzemam še Kolbovo definicijo izkustvenega učenja: »Izkustveno učenje je proces, pri katerem se ustvarja znanje s pretvorbo (transformacijo) posameznikove izkušnje.« (Kolb, 1984)

Pri tem Kolb (1984) poudari pomen vzajemnega vplivanja oz. transakcijo osebnega in družbenega znanja. Družbeno znanje razume kot množico nakopičenih objektivnih spoznanj, ki so nastale iz preteklih izkušenj človeštva, osebno znanje pa je množica nakopičenih življenjskih izkušenj posameznika. Za izkustveno učenje je pomembna aktivna vpletenost posameznika v izkušnjo in hkrati razmišljanje oz. refleksija o izkušnji (Kolb, 1984).

Kolb v svojem delu *Experiential Learning* (1984) izkustveno učenje predstavi kot cikel, v katerem se izkušnje uporabljajo kot osnova za refleksijo in opazovanje, konceptualizacijo, analizo in preizkušanje ter tudi aplikacijo idej. Vsak cikel daje vzvod naslednjemu ciklu. Kolbov vzvod je Dewey imenoval impulz za novo izkušnjo.

Značilnosti izkustvenega učenja po Kolbu so:

- učenje je razumljeno kot proces in ne kot rezultat;
- učenje je kontinuiran, ciklični proces, ki temelji na izkušnjah;
- proces učenja zahteva razreševanje konfliktov med dialektično nasprotujočimi načini spoznavanja;
- učenje je holističen način prilagajanja svetu;
- učenje vključuje transakcijo med osebo in okoljem;
- učenje je proces ustvarjanja znanja (Kolb, 1984).

Pri tem Kolb poudari, da je za izkustveno učenje osrednjega pomena predpostavka, da ideje otrok niso točno določeni, nespremenljivi elementi misli, ampak se le-te prek izkušenj oblikujejo. Učenje je proces, pri katerem se pojmi stalno spreminjajo z izkušnjo (Kolb, 1984).

Tudi Kolb v razlagi značilnosti izkustvenega učenja poudarja spoznanja kognitivistov in s tem pridobivanje izkušenj na podlagi že prejšnjih izkušenj ter tudi vlogo kognitivnega konflikta, kadar nove ideje niso konsistentne s starimi. Pri tem gre tudi za dve primarni dimenziji učnega procesa, pri katerem eno predstavlja konkretna izkušnja dogodkov, drugo pa abstraktno razmišljanje in konceptualizacija (Kolb, 1984).

Kolb zapiše, da so za uporabo izkustvenega učenja pomembne učenčeve sposobnosti, kot so konkretne izkustvene sposobnosti, sposobnosti reflektivnega opazovanja, abstraktne izkustvene sposobnosti in sposobnosti eksperimentiranja (Kolb, 1984). Sklepamo lahko, da pri mlajših učencih uporaba izkustvenega učenja lahko pripomore k razvoju teh sposobnosti.

V Kolbovih izhodiščih za izkustveno učenje je poudarjen pomen celostnega načina pri razumevanju sveta, saj poudarja pomen integriranega mišljenja, čustvovanja, zaznavanja in vedenja in ne izključuje nobene spoznavne funkcije. Ker je proces učenja razumljen kot celosten, so vključene vse življenjske situacije od zgodnjega učenja do

vseživljenjskega učenja, torej tudi šolska edukacija. Proces učenja se ne pojavlja zgolj v omejenih, določenih in vnaprej oblikovanih situacijah ter formalnih priložnostih, pač pa tudi v vsakodnevem življenju, tako da vključuje transakcijo med osebo (otrokom) in njegovim okoljem, kar sta, kot zapiše Kolb (1984), poudarjala že Vygotsky (1978) in Dewey (1955), ki je razumel znanje kot rezultat transakcije med družbenim in osebnim znanjem, ki se dogaja pri procesu učenja.

B. Marentič Požarnik (1998) z vidika znanja opredeljuje kot pomembno deklarativno znanje (vedeti, da – poznanje podatkov, pojmov, ...), proceduralno znanje (vedeti, kako nekaj narediti, poznanje metod, strategij pridobivanja znanja, ravnanja s podatki) in metakognitivno znanje (vedeti, kdaj kakšno znanje uporabiti, zavedati se njegovega nastajanja, spoznavnih procesov, vloge, ...). Izkustveno učenje ponuja možnost za integracijo navedenih znanj različnih kvalitativnih nivojev, saj upošteva celostni način učenja.

O izkustvenem učenju kot o celostnem procesu je razmišljal tudi Boud in je, kakor ga predstavi Martin (2001), predlagal naslednje osnove izkustvenega učenja:

- izkušnja je osnova in spodbuda za učenje;
- učenci aktivno ustvarjajo lastne izkušnje;
- učenje je holističen (celostni) proces;
- učenje je družbeno in kulturno odvisno;
- na učenje vpliva socialno-emocionalna zveza, v kateri se učenje dogaja (Boud v Martin, 2001).

Povezovanje teh elementov je kontinuiran proces transformacije, kar je opozoril že Kolb (Kolb, 1984), in vodi do ustvarjanja znanja na osnovi izkušenj, ki vključujejo medsebojni vpliv osebe in okolja. Izkustveno učenje mora povezovati opazovanje (percepcijo), spoznanje (kognicijo) in ravnanje v izkušnjo (Kolb, 1984) tudi s čustvi in domišljijo (Hopkins in Putnam v Martin, 2001).

Medsebojni vpliv izkušnje in okolja je v izkustvenem učenju simboliziran z dvojnim pomenom izkušnje: subjektivnim in objektivnim. Pri tem se subjektivni pomen izkušnje povezuje z notranjim stanjem osebe, kot je npr. sreča ali veselje. Objektivni pomen izkušnje pa se povezuje s stanjem osebe glede na okolje, kot je npr. dejstvo, da ima nekdo že 20 let delovnih izkušenj. Oba pomena izkušnje sta v stalnem medsebojnem vplivanju ali transakciji. Subjektivna izkušnja preoblikuje razmere v okolju, objektivna pa vpliva na doživljanje. Pomembno se je zavedati, da sta v enakopravnem odnosu (Kolb, 1984).

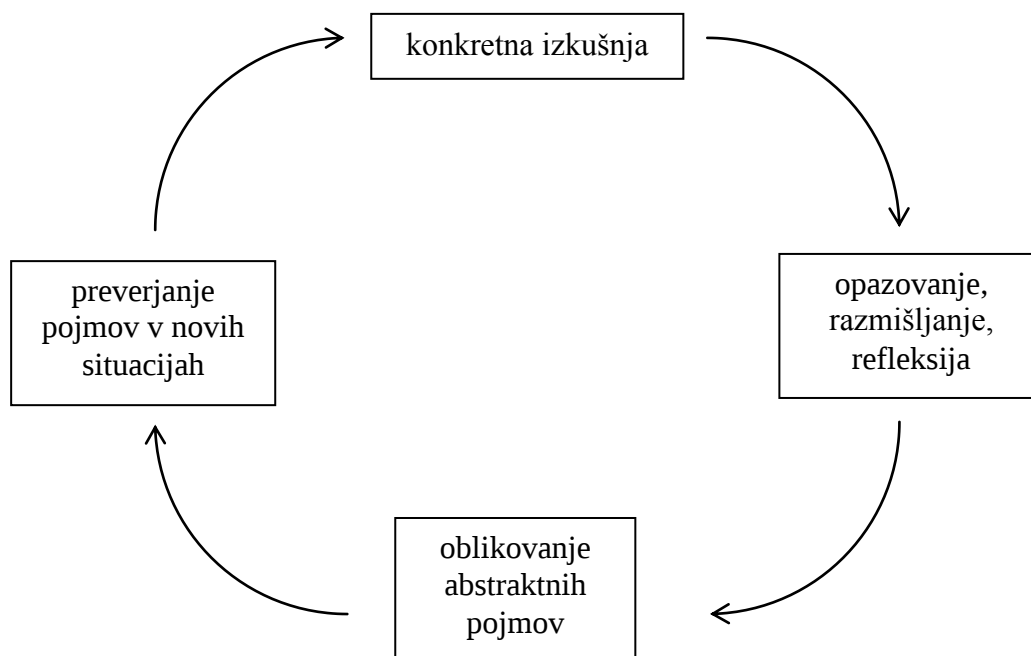
Izkustveno učenje bi lahko bilo vključeno v celotni izobraževalni vertikalni: od vrtca do univerzitetnih programov in izobraževanja odraslih (Carver, 1996). Ewert (1996, str. 29) je ugotovil, da je za mnoge vsebine izkustvenega učenja naravno okolje tisti medij, prek katerega pride do višje stopnje realizacije zelenih ciljev. Pri tem naravno okolje razumemo kot tisto izvorno okolje, v katerem pojav poteka. Naravoslovje bi tudi po priporočilih, zapisanih v veljavnih učnih načrtih, moralo biti v večji meri izvajano v naravnem okolju. Pa to ne velja samo za začetna leta šolanja, toliko bolj je za razvoj naravoslovnih kompetenc pomembno zgraditi povezavo teorije in izkušenj realnega

sveta v končnih letih šolanja. Tako Lewin (v Kolb 1984) potrebo po konkretni izkušnji utemeljuje kot preizkus veljavnosti pojmov, ki obstajajo.

Učenje naj bi po Lewinu, kot zapiše Kolb, temeljilo na štirih fazah, ki si sledijo v naslednjem zaporedju:

- konkretna izkušnja,
- zbiranje podatkov in opažanj o izkušnji,
- analiza podatkov, povezava v pojme, posplošitve,
- povratna informacija in preverjanje novih pojmov v novih situacijah (Kolb, 1984).

Lewinov model izkustvenega učenja tako predstavljajo štiri stopnje, ki se povezujejo v ciklični proces, kot prikazuje slika 1.



Slika 5: Krog izkustvenega učenja po Kurtu Lewinu

Vir: (Marentič Požarnik, 1992b; Kolb, 1984)

Povezavo med preverjanjem pojmov v novih situacijah in konkretno izkušnjo Kolb (1984, str. 21) razlaga s potrebo oz. željo po novi, drugačni izkušnji, ki vodi v nov krog izkustvenega učenja in bi ga lahko bolje ponazorili s spiralo. Ker je proces ciklični, ni nujno, da je konkretna izkušnja vedno začetna faza učenja, zato bi bilo smiselno otrokom ponuditi različna izhodišča pri pridobivanju izkušnje. Pomembno pa je, da so izvedene vse faze. Nereflektirani oz. neosmišljeni dogodki so, kot opozarja N. Mijoč (1992), izgubljeni kot potencialni vir za učenje. Zato ni dovolj samo spodbujati pridobivanje izkušenj, ampak jih je treba izkoristiti za nastanek novega znanja prav z uporabo vseh faz izkustvenega učenja.

Za doseg ciljev in želenih rezultatov pri uporabi izkustvenega učenja opredeli B. Marentič Požarnik (1992) praktične faze izkustvenega učenja, ki naj bi jih upoštevali pri

pripravi in načrtovanju ter izboru izkušnje za odrasle (npr. učitelje), lahko pa jih prilagodimo tudi za učence. Navedene faze vključujejo vse tiste, predstavljene v krogih izkustvenega učenja, in jih prirejene povzemamo po B. Maretič Požarnik (1992):

- Načrtovanje: ugotavljanje učnih potreb posameznikov, njihovih zmožnosti in pripravljenosti, opredelitev ciljev, načrtovanje izkušnje, priprava prostora, gradiva. Načrtovanje zahteva praviloma več priprav kot tradicionalne metode.
- Uvodna faza: pričakovanja udeležencev do načrtovane izkušnje, vzpostavitev pozitivnega skupinskega ozračja, določanje pravil dela, dajanje navodil za posamezne aktivnosti, odpravljanje negotovosti, usmerjanje pozornosti na proces in ne le na vsebino ali končni produkt.
- Faza aktivnosti: razporeditev v prostoru, razdelitev gradiva, navodila za prehajanje med podfazami, aktivnosti udeležencev – vodja pozorno spremlja celoten proces in se vključi le, če je nujno potrebno.
- Faza analize: urejanje, osmislitev izkušnje, njene vsebine (npr. izbrana metoda) in procesa (navadno z diskusijo), povratna informacija, posredovanje lastnih občutij drugim udeležencem (trditve, izražene v prvi osebi), reakcija na povratno informacijo.
- Faza povzetka, integracije in transfera: navezava izkušnje na kognitivno strukturo udeležencev (vključimo lahko kratko predavanje), pomoč pri osvetlitvi zveze med izkušnjo in cilji, aktivna vloga vodje, transfer med izkušnjo in življenjsko situacijo ali veljavno prakso, oblikovanje realističnih sklepov za nadaljnje delo.
- Faza evalvacije: lahko je sprotna ali končna. Občutja, napredek, spremembe stališč naj bodo javna ob udeležbi vseh, rezultati pomembni za vodjo in udeležence pri prihodnjih izkušnjah (Maretič Požarnik, 1992a).

3 Metodologija

Referenčni okvir EU (UL EU, 2006) določa osem ključnih kompetenc, ki pa so z vidika učitelja premalo konkretizirane. Zato smo se v okviru vrednotenja didaktične strategije izkustvenega učenja, ki bi lahko v večji meri kot do sedaj spodbujala razvoj naravoslovnih kompetenc, oprli na rezultate projekta Tuning Educational Structure in Europe, Competences (2009), katerih rezultat dela je 36 kompetenc, specifičnih za kemijske vsebine v šolski vertikali, kot so jih povzele Žarič, Sikošek in Golob (2009).

4 Sklep

Ugotavljamo, da je mogoče z uporabo strategije izkustvenega učenja dosegati z referenčnim okvirjem EU (UL EU, 2006) opredeljene kompetence vseživljenjskega učenja, kot so: 1) matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji; 2) digitalna pismenost; 3) sporazumevanje v maternem jeziku na področju naravoslovja; 4) učenje učenja; 5) sporazumevanje v tujih jezikih; 6) socialne in državljanske kompetence; 7) samoiniciativnost in podjetnost ter 8) kulturna zavest in izražanje.

Ustrezno zasnovana izvedba izkustvenega učenja omogoča pri učencih razvijanje velikega obsega specifičnih kemijskih kompetenc (Žarič, Sikošek, Golob 2009). Med njimi velja z vidika uporabe strategije poudariti predvsem:

- sposobnost uporabe kemijskega znanja in razumevanja pri reševanju (ne) znanih kvalitativnih in kvantitativnih problemov;
- sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij;
- sposobnost interpretacije podatkov, pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev v smislu njihove pomembnosti ter povezovanje le-teh s pripadajočimi teorijami;
- sposobnost prepoznati in analizirati nenavadne probleme in načrtovati strategije za njihovo rešitev;
- sposobnost načrtovanja, priprave in izvedbe uporabnih raziskav od faze prepoznavanja problemov z vrednotenjem rezultatov in ugotovitev, uporabljajoč primerne tehnike in postopke;
- obvladanje spremljanja kemijskih lastnosti, dogodkov in sprememb pri opazovanju in meritvah (monitoring) ter sistematičnem in zanesljivem zapisovanju informacij oz. rezultatov;
- sposobnost reševanja problemov v povezavi s kvalitativnimi in kvantitativnimi informacijami.

Upoštevanje načel in vseh faz strategije izkustvenega učenja ponuja pri pripravi izkustveno zasnovanega pouka uspešne možnosti za trajnejšo povezavo izkušenj realnega sveta z abstraktnim znanjem, kakor tudi osmišljanje in zavzemanje stališč ter ravnanj pri doseganju ciljev okoljske vzgoje kot pomembne interdisciplinarne naravoslovne teme, ki zavzema v kemijskem izobraževanju vedno pomembnejše mesto.

5 Viri

- Carver, R. (1996). Theory for practice: A framework for thinking about experiential education. *Journal of Experiential Education*, 19, 8–13.
- Dewey, J. (1955). *Experience and Education*. New York: The Macmillan Company.
- Itin, C. M. (1999). Reasserting the philosophy of experiential education as a vehicle for change in the 21st century. *Journal of Experiential Education*, 22, 91–98.
- Jarvis, P. (2003). Izkustveno učenje in pomen izkušnje. *Sodobna pedagogika*, 94–103.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning, Experience as The Source of Learning and Development*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Marentič Požarnik, B. (1992a). Izkustveno učenje – modna muha, skupek tehnik ali alternativni model pomembnega učenja? *Sodobna pedagogika*, 43, 1–16.
- Marentič Požarnik, B. (1992b). Sistemska povezanost med sestavinami načrtovanja, izvajanja in vrednotenja izkustvenega učenja. *Sodobna pedagogika*, 43, 101–118.
- Marentič Požarnik, B. (2005). Odmev iz brezna ideološkega govora. *Sodobna pedagogika*, 4, 226–227.

- Martin, A. J. (2001). Towards the Next Generation of Experiential Education Programmes: A Case Study of Outward Bound, doktorska disertacija. Massey University, Palmerston North, New Zealand. Ref Type: Unpublished Work
- Mijoč, N. (1992). Izkustveno učenje. *Sodobna pedagogika*, 182–186.
- Torkar, G., Verčkovnik, T., & Zalokar Divjak, Z. (2002). Metoda doživljajske predstavitve živali – spoznavni in čustveni vplivi na otroke različnih starosti. *Pedagoška obzorja*, 78–88.
- Tuning Educational Structure in Europe, Competences. (2009)
<<http://www.tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php?option=content&task=view&id=173&Itemid=209>>, [dostopno on-line 10. 12. 2009].
- Uradni list Evropske unije 30. 12. 2006, L 394/10, SL, PRIPOROČILO
EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA, z dne 18. decembra 2006, o
ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje, (2006/962/ES), dostopno na
spletu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:PDF>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society; The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Žarič, Sikošek in Golob (2009) Kompetence specifične za kemijske vsebine v šolski vertikali. V: N. Golob, D. Sikošek, K. Žarič, E. Ferk (Eds.) *Kompetence specifične za kemijske vsebine po šolski vertikali : S1.05 : projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc: (Poročilo 1. 4. 2009–30. 6. 2009)*. Maribor : Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 8–10.

NARAVOSLOVNE KOMPETENCE KOT KURIKULAREN PARAMETER KEMIJSKEGA IZOBRAŽEVANJA

Darinka Sikošek¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija, darinka.sikosek@uni-mb-si

Povzetek

Zadnja posodobitev (leta 2008) učnih načrtov in katalogov znanja programov kemijskega izobraževanja v sistemu slovenskega osnovnega in srednjega izobraževanja dosledno vključuje tudi potrebo po razvoju naravoslovnih kompetenc. V predloženih kompetenčnih sklopih predmetnih področij Naravoslovje in Kemija so opredeljene zlasti naravoslovno-matematične kompetence kompleksnega in kritičnega mišljenja, in sicer: (A) Uporaba, obdelava in evalvacija podatkov, pridobljenih iz različnih virov; (B) Uporaba osnovne terminologije s področja naravoslovnih znanosti; (C) Razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovalnega dela; (Č) Razvijanje odnosov, zmožnosti odločanja in kemijske varnosti. Procesno uvajanje novih kemijskih pojmov je podprto z eksperimentalno-raziskovalnim načinom, uporabo kemijskih modelov in IKT za razvijanje prostorske predstave kot elementa kemijske vizualne pismenosti. Učiteljevo delo na učenčevem/dijakovem kompetenčnem področju ni omejeno zgolj na usvajanje znanj, spretnosti in razvijanju odnosov v okviru zajetih vsebinskih sklopov (Pogled v svet snovi, Kemija in okolje, Kemija v prehrani), pač pa so posebej opredeljeni tudi pričakovani dosežki učencev in dijakov, kar pomeni vsebino preverjanja in ocenjevanja. Kako ob uporabi uveljavljene didaktične taksonomije po Bloomu (Kratwohl, 2001) in Marzanu (2000) kakovostno vrednotiti aktualne učenčeve/dijakove zmožnosti je prikazano na primeru gimnazijskega učenja kemije. Pri izvajanju vsebinskega gesla »Uvod v varno eksperimentalno delo« tega programa je mogoče pridobivati tudi sposobnost organizacije in vodenja eksperimentalnega dela, ki ni zgolj predmetno specifična, ampak tudi generična kompetenca.

Ključne besede: kemijsko oz. naravoslovno izobraževanje, naravoslovne kompetence, učni načrti in katalogi kemijskega znanja, specifične spoznavno-procesne kompetence

Abstract

The need for developing the science competences is also included in the last update (year 2008) of curricula and catalogues of knowledge of chemical education across all programmes of Slovene primary and secondary educational system. So, the curricular programme's framework for subjects Science and Chemistry defines especially four competence complexes including the science-mathematical competences of complex and critical thinking especially, namely: (A) Using, processing and evaluating the dates from various sources; (B) Using the basic natural-science terminology; (C) Developing experimental skills and researching methods; (D) Developing relations, ability of decision-making as well as chemical safety. Process introducing of new chemical concepts is supported by Experimental-Research Approach, using chemical models and ICT for the development of spatial images as an element of chemical visual literacy using of chemical models. Teacher's work on learners competitive field is not limited only with acquiring the knowledge, and skills as well as developing the relations in the

frame of given contents (Looking in the substanceworld, Chemistry and the environment, Chemistry in the nutrition) but their expected achievements are also extra defined as the contents of controlling and assessing. How to qualitatively evaluate the learners' competences using the valued didactic taxonomy by authors Bloom (Kratwohl, 2001) and Marzano (2000) is shown in this paper in grammar school chemistry learning. By performing the teaching&learning unit "Introduction to safe experimental work" it is possible to acquire also the ability of organization and experimental work making, what presents not only subject specific but also one generic competence.

Keywords: chemical and science education, science competences, curricula and catalogues of chemical knowledge, specific recognizable-process competences.

1 Uvod

Vodilo bolonjskih procesov »Gradimo Evropo znanja« prinaša s seboj zahtevo po prenovi izobraževalnih programov na celi vertikali izobraževalnega sistema.

Dogajanja v zvezi s prenovo izobraževalnih programov (po letu 2000) so v slovenski šolski prostor prinesla pojem »kompetenca«. Najsplošnejši pomen tega pojma se nanaša na »*sposobnost za izvedbo kakega dejanja ali opravljanje kompleksnejše naloge*« (Slovenski veliki leksikon, knjiga h–o, 2005, str. 307).

Glede pomenske opredelitve tega pojma na področju izobraževanja izhajajmo iz navedbe, omenjene v viru Key Comptencies (2002), kjer so kompetence opredeljene kot znanje, potrebno za obvladovanju instrumentov oz. orodij oz. postopkov, s katerimi lahko izbiramo, procesiramo in uporabljamo informacije. Tako pojmovane kompetence so torej proceduralno in strateško znanje. Romainville (1996) omenja, da se je beseda, ki je francoskega izvora, najprej uporabljala na področju poklicnega izobraževanja in je pomenila sposobnosti opravljanja določenega dela oz. naloge. Šele kasneje se je začela pojavljati tudi na področju splošnega izobraževanja, kjer označuje sposobnost uporabe določenih znanj. Na simpoziju Sveta Evrope leta 1996 je Coolahan (Key Competences, 2002, str. 13) predlagal, da bi s kompetencami označili »*splošne sposobnosti delovanja, ki temeljijo na znanju, izkušnjah, vrednotah in dispozicijah, ki jih je posameznik razvil ob vključevanju v izobraževalne prakse*«. Day (1999) pa definira kompetence kot »*sposobnosti za opravljanje nalog in vlog, ki so potrebne za doseganje pričakovanih standardov*«. Omenjeni avtor poudari dvoje pomembnih vidikov, in sicer predlagatelja standardov ter odvisnost doseganja standardov od aktualnih okoliščin. Na zadnji vidik opozarjajo tudi dokumenti OECD (DESECO, 2002), kjer je posebej poudarjeno, da so socialno-ekonomske in kulturne okoliščine tiste, ki določajo pomembnost posameznih kompetenc. Prav s kompetencami, s katerimi merimo učenčevo kakovost (1) prepoznavanja naravoslovno-znanstvenih vprašanj, (2) znanstvenega razlaganja pojavov, (3) uporabljanja naravoslovno-znanstvenih podatkov in preverjenih dejstev, pa je opredeljena pismenost tudi v raziskavi PISA 2006.

Literatura navaja široko členitev kompetenc, pri čemer je za potrebe pedagoške dejavnosti aktualna naslednja klasifikacija: ključne, generične, posebne (specifične) in predmetno specifične kompetence (Razdevšek Pučko in Rugelj, 2006). Referenčni okvir evropskega parlamenta določa naslednjih osem ključnih kompetenc (Priporočila evropskega parlamenta, 2006/962/ES): (1) komunikacija v maternem jeziku; (2) komunikacija v tujih jezikih; (3) matematična in osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji; (4) digitalna pismenost; (5) učenje učenja; (6) socialne in državljanske

kompetence; (7) samoiniciativnost in podjetnost ter (8) kulturna zavest in izražanje. Značilnost teh kompetenc sta prenosljivost in večnaménkost, zato so uporabne za doseganje različnih ciljev, povezanih z reševanjem različnih vrst problemov in izvajanjem različnih vrst nalog.

Generične kompetence (znane tudi kot predmetno neodvisne kompetence) so v poročilu t. i. Majerjevega odbora (1991) sklop naslednjih štirinajstih sposobnosti: (1) Zbiranje informacij, (2) Analize literature in organizacija informacij, (3) Interpretacija, (4) Sinteza sklepov, (5) Učenje in reševanje problemov, (6) Prenos teorije v prakso, (7) Uporaba matematičnih idej in tehnik, (8) Prilagajanje novim situacijam, (9) Skrb za kakovost, (10) Samostojno in timsko delo, (11) Organiziranje in načrtovanje dela, (12) Verbalna in pisna komunikacija, (13) Medosebna interakcija, (14) Zagotovitev varnosti.

Naravoslovne kompetence so opredeljene kot presek znanj, spretnosti in odnosov, aktualnih za matična naravoslovna predmetna področja (kemijo, biologijo in fiziko), pri čemer znanja oz. spretnosti pomenijo nujna znanja oz. spretnosti za razvoj posameznih generičnih kompetenc, medtem ko so odnosi (stališča) pojmovani kot odnosi do naravoslovja in naravoslovja kot znanosti. Za razvoj teh kompetenc so optimalne strategije tistih didaktičnih načinov, ki podpirajo več generičnih kompetenc (Špernjak in Šorgo, 2009).

Predmetno specifične kompetence so specifičnost določenega predmeta; tako si npr. pri kemiji učenci/dijaki pridobivajo in razvijajo vrsto sposobnosti/zmožnosti, še posebej: (1) demonstracijo znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij; (2) poznanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot; (3) interpretacijo, sintezo in ocenjevanje kemijskih informacij/podatkov; (4) zavedanje bistvenih vprašanj na področju kemijskih raziskav in razvoja; (5) obvladanje spretnosti varnega dela s snovmi in izvajanja laboratorijskih postopkov z zmožnostjo ocene dejavnikov tveganja pri uporabi le-teh; (6) povezovanje makroskopskih zaznav z razlago na mikroskopskem nivoju in z zapisi na simbolnem nivoju; (7) razumevanje okoljske problematike in ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje onesnaženja (Golob, Sikošek, Žarić, 2009)

Ključna značilnost tekoče prenove slovenskih izobraževalnih programov (od osnovne, srednje do visokošolske stopnje) je kurikularni parameter, opredeljen kot »udejanjanje kompetenc pri posameznem predmetu (npr. naravoslovju, kemiji)«. Poleg tega pa učni načrti oz. katalogi (predhodno omenjenih predmetnih znanj) navajajo tudi »vrednotenje dosežkov«, pri čemer »pričakovani dosežki« izhajajo iz opredeljenih ciljev, vsebin in kompetenc.

2 Razvijanje generičnih, naravoslovnih in predmetno specifičnih kompetenc v osnovno- in srednješolskih programih izbranih predmetnih področij

V didaktično analizo so bile zajete kompetence kot parameter učnih načrtov oz. katalogov znanja pri predmetih Naravoslovje in Kemija na osnovnošolski in srednješolski stopnji. V zapisanih besedilih posameznih didaktičnih parametrov omenjenih učnih načrtov oz. katalogov znanja je poleg predmetno specifičnih prepoznavna tudi zastopanost tako posameznih generičnih kakor tudi večine naravoslovnih kompetenc.

3 Analiza kompetenc udeležanih pri predmetu Naravoslovje

3.1 Predmet Naravoslovje osnovnega izobraževanja (OI)

(Učni načrt: Naravoslovje OŠ, predlog posodobljenega učnega načrta)

Naravoslovne kompetence osnovnošolskega predmeta Naravoslovje so formalno členjene v splošne in procesne. Analizni izsledki **usvajanih splošnih kompetenc** so prikazani v preglednici 1a, drugi pa v preglednici 1b. Glavnična elementa preglednice 1a sta opredeljena kot kompetenčni glagolniki in kompetenčni pojmi, pri čemer je mestoma posebej poudarjen prav kemijski vidik le-teh.

Preglednica 1a: Splošne kompetence predmeta Naravoslovje OI

Kompetenčni glagolniki → Kompetenčni (kemijski) pojmi
→ poznanje, razumevanje, uporaba → temeljni naravoslovni (kemijski) koncepti <i>Kar lahko dosežemo z razlago naravnih pojavov in dogajanj v okolju;</i>
→ uporabljanje → osnovno strokovno (kemijsko) izrazoslovje; <i>Kar lahko dosežemo z opisovanjem pojavov, procesov in zakonitosti;</i>
→ razvijanje → eksperimentalne spretnosti in metode raziskovanja; <i>Kar lahko dosežemo s/z: ✓ navajanjem na izbiro in uporabo primerne in varne opreme ter obvladovanje veščin terenskega in laboratorijskega dela, ✓ usposabljanjem za varno ravnanje s snovmi, ✓ varnim eksperimentiranjem, ✓ upoštevanjem varnostnih predpisov, ✓ opredelitvijo dejavnikov poizkusov (eksperimentov); ✓ razlikovanjem med konstantami in spremenljivkami, ✓ oceno natančnosti in zanesljivosti pridobljenih rezultatov, ✓ interpretacijo eksperimentalnih podatkov, ✓ povezovanjem podatkov s teorijo in argumentiranim oblikovanjem sklepov;</i>
→ razvijanje → stališča in odnosi; <i>Kar lahko dosežemo s/z: ✓ razumevanjem vplivov naravoslovno-matematičnih znanosti in tehnologij (kemijskih) na razvoj družbe in na okolje, ✓ sposobnostjo za prepoznavanje in razumevanje okoljske problematike (kemijski vidik) ter odgovornim in aktivnem sodelovanjem pri razreševanju in trajnostnem sonaravnem razvoju, ✓ prepoznavanjem in preprečevanjem nevarnosti (kemijskih) v skrbi za lastno zdravje in zdravje drugih.</i>

Preglednica 1b prinaša zbir usvajanih procesnih kompetenc, zapisanih v obliki kompetenčnih glagolov in »kemijskih« pojmov (v poševnem tisku).

Preglednica 1b: Procesne kompetence predmeta Naravoslovje OI

USVAJANI Procesni kompetenčni glagoli/ pojmi
<u>Učenci:</u> (1) iščejo, obdelujejo, predstavljajo, vrednotijo/informacije iz različnih virov (uporaba IKT, delo s strokovnimi besedili...); (2) primerjajo/snovi, predmete; oblikujejo / merila za razvrščanje; (3) načrtujejo, izvajajo / preproste poizkuse; skrbijo / urejeno delovno okolje; upoštevajo / varnost pri delu; (4) spoznavajo / osnovne eksperimentalne tehnike, terenske metode dela; se uri / eksperimentalne veščine, ustrezna in varna uporaba pripomočkov; (5) opazujejo (natančno, sistematično) / npr. eksperimentalna dogajanja, zapisujejo / opažanja, meritve; (6) razlikujejo / konstante in spremenljivke; razumejo / potrebo po nadzoru eksperimentalnih pogojev, s hkratno spremembo samo enega pogoja; (7) predstavljajo / podatke (tabelarično, grafično), analizirajo / podatke; oblikujejo/sklepe; povezujejo / eksperimentalne rezultate (meritve, opažanja) in teoretičnega znanja; (8) ocenijo / smiselnost rezultatov; predlagajo / spremembe ali izboljšave poizkusa; (9) predstavljajo (v pisni in ustni obliki) / potek in rezultate poizkusov ali raziskave; (10) razvijajo / ✓ odgovornost za varovanje zdravja, ✓ sposobnost prepoznavanja nevarnosti ter ukrepanja ob nevarnih situacijah v delovnem okolju (npr. opekline) in naravi (npr. piki insektov, ugrizi pajkov in kač, zastrupitve z glivami in rastlinami);

Kakšen je **enoten minimalni standard usvojenih procesnih znanj in stališč ob koncu predmeta**, veljaven z vidika vsake posamezne stroke tega integriranega naravoslovnega predmeta, je razviden iz preglednice 2.

Preglednica 2 Minimalni standard usvojenih procesnih kompetenc predmeta Naravoslovje OI

Sposobnostni/ zmogljivostni glagoli/ pojmi USVOJENIH procesnih znanj & stališč
Učenci znajo:

- ✓ primerjati, razvrščati in uvrščati ↔ dana merila/ snovi, predmete in organizme; ✓ opredeliti merila za razvrščanje ali uvrščanje;
- ✓ izvesti ↔ po navodilih / poizkuse; ✓ sistematično opazovati, meriti, zapisati analizirati / podatke, ✓ postavljati, predstaviti (ustno in pisno) / sklepe;
- ✓ načrtovati / enostavno raziskavo; ✓ postaviti / hipotezo; ✓ izbrati / ustrezne pripomočke; ✓ določiti in nadzorovati / pogoje; izvesti / raziskavo; ✓ analizirati / rezultate; ✓ ovrednotiti / raziskavo;
- ✓ prepoznati in analizirati / možne razlage za določen pojav; ✓ predvideti / posledice ukrepov;
- ✓ poiskati, obdelati (ovrednotiti) / informacije po različnih virih; ✓ navajati / vire; ✓ uporabljati / sheme, tabele, grafe in simbolni jezik;
- ✓ skrbeti / za red in urejenost delovnega prostora, varnost sebe in drugih; ✓ sklepati na / nevarne lastnosti izdelkov ↔ simboli za nevarne snovi; ✓ ustrezno zaščititi se pri uporabi / izdelkov z nevarnimi lastnostmi;
- ✓ sodelovati, dogovarjati se, prizadevati si ↔ z drugimi / za skupne cilje; ✓ poslušati, sprejemati in spoštovati / ideje in mnenja drugih; ✓ sprejemati / kritike; ✓ odgovorno ravnati, kritično vrednotiti / ravnanja (lastna, drugih);
- ✓ izkazovati / odgovoren odnos do okolja; ✓ spoštovati / vse oblike življenja; delovati v prid / trajnostnega razvoja

3.2 Predmet Naravoslovje na stopnji srednjega poklicnega izobraževanja (SPI) (Katalog znanja: Naravoslovje SPI, 2007)

V preglednici 3 so prikazani kompetenčni sklopi, ki so zajeti v Katalogu znanja predmeta Naravoslovje na stopnji SPI.

Preglednica 3: Kompetenčni sklopi predmeta Naravoslovje SPI

Sposobnostni/ zmogljivostni glagoli/ pojmi USVAJANIH procesnih znanj & stališč
Kompetenčni sklop 1: Uporaba osnovne strokovne terminologije Dijaki znajo opisovati pojave, procese in zakonitosti ↔ uporaba osnovne strokovne terminologije;
Kompetenčni sklop 2: Iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov Dijaki znajo: ✓ presoditi ↔ potreba po informaciji; ✓ načrtno spoznavati ↔ načini iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov; ✓ načrtno opazovati, zapisovati, uporabiti ↔ opažanja/meritve kot vir podatkov; ✓ razvijati razumevanje in uporabo ↔ simbolni/grafični zapisi; ✓ uporabiti ↔ IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij;
Kompetenčni sklop 3: Razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja Dijaki znajo: ✓ izbrati, uporabiti, varno izvajati ↔ primerna in varna oprema, preprosti poizkusi; ✓ opredeliti ↔ dejavniki poizkusov (eksperimentov); ✓ razlikovati ↔ konstante in spremenljivke; ✓ analizirati ↔ rezultate; ✓ presoditi ↔ zanesljivost pridobljenih rezultatov; ✓ oblikovati ↔ sklepe; argumentirati ↔ sklepe pri predstavitvah;
Kompetenčni sklop 4: Socializacijsko-izobraževalne kompetence Dijaki so zmožni: ✓ zavedati se vpliva naravoslovno-matematičnih znanosti in tehnologije na življenje in okolje; ✓ razvijati in razširjati ↔ znanje o varnosti in ohranjanju zdravja pri delu v različnih okoljih ter odgovornosti pri delu s snovmi in aparaturami; ✓ prepoznati, kritično presoditi in preprečiti ↔ nevarnosti za zdravje; ✓ sodelovati (aktivno, odgovorno) ↔ razreševanje problemov, trajnostni sonaravni razvoj.

Iz preglednice 4 so razvidne predmetno specifične kompetence (zlasti temeljna znanja za razumevanje snovi, snovnih in energijskih sprememb ter naravnih pojavov), ki naj bi jih dijak(inja) usvojil(a) (pridobil(a)) pri izvajanju aktivnosti, načrtovanih v okviru t. i. »kemijskih« vsebinskih sklopov, in sicer: Pogled v svet snovi, Vodne raztopine, in Kemija v prehrani.

Preglednica 4: Predmetno specifične kompetence predmeta Naravoslovje SPI

Glagoli/ pojmi USVAJANIH vsebinskih znanj kemijskega področja
Vsebinski sklop 1: POGLED V SVET SNOVI Dijaki znajo: ✓ razvrstiti ↔ snovi v skupine ↔ izbrana merila ↔ Naravne/pridobljene snovi, Kovine/nekovine, Zmesi / čiste snovi, ..; ✓ sklepati na ↔ Položaj elementa v periodnem sistemu ↔ eksperimentalna opazovanja; ✓ povezovati ↔ obstojnost ↔ uporabnost ↔ reaktivnost ↔ Posamezne kovine; ✓ opredeliti ↔ Oglikove hidrate, Proteine kot naravne polimere; ✓ opisati ↔ Lastnosti, uporabo in vpliv na okolje izbranih sintezni polimerov (PE, PVC);
Vsebinski sklop 2: VODNE RAZTOPINE Dijaki znajo: ✓ opredeliti pojme ↔ Topilo, topilenec raztopina; ✓ določiti ↔ Sestav raztopine (masni delež); ✓ razlikovati ↔ Kisle in bazične raztopine; ✓ oceniti ↔ Jakost kislin in baz (pH-vrednost); ✓ navesti ↔ Primere uporabe kislin, baz in soli v vsakdanjem življenju;
Vsebinski sklop 3: KEMIJA V PREHRANI

Dijaki znajo:

✓ prepoznati, razbrati **←Vrsto→** formulo organske snovi (ogljikov hidrat, maščoba, beljakovina); Vsebnost posameznih hranil in aditivov (označbe na živilih); ✓ razložiti (razliko), pojasniti **←Pomen aditivov v živilih; Esencialne in neesencialne aminokisline; Klasifikacijsko shemo ogljikovih hidratov; ✓ opisati ←Posledice premajhnega vnosa beljakovin v organizem; ✓ navesti ←Vlogo in pomen glukoze, škroba in glikogena v organizmu; ✓ izbrati ←Maščobna živila glede vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin; ✓ oceniti ←Primernost živila za pogosto uporabo v prehrani / vpliv na zdravje, ekonomski vidik, uporabnost, obremenjevanje okolja.**

4 Analiza kompetenc, udejanjanj pri predmetu Kemija (Učni načrt: Kemija OŠ, predlog posodobljenega učnega načrta)

Analiza obsega kompetenčne sklope, značilne za OI (štiri) in srednje SSI + PTI (pet), pri čemer so poudarjeni le kompetenčni vidiki, specifični za predmet Kemija na izbrani programski stopnji. Drugo sestavino opravljene analize pa so znanja, spretnosti in stališča, in sicer usvajana s celo paleto učenčevih oz. dijakovih aktivnosti, kakor tudi pričakovani dosežki, udejanjanj pri pouku tega predmeta.

4.1 Predmet Kemija na stopnji osnovnega izobraževanja (OI)

V tem razdelku so predstavljene ugotovitve dveh kompetenčnih sklopov, in sicer:

- (A) Naravoslovne kompetence udejanjane pri predmetu Kemija OŠ (preglednica 5),
- (B) Usvojene kompetence predmeta Kemija ob koncu tretjega triletja (preglednica 6).

K točki (A): V posameznih sklopih ključnih procesnih kompetenc osmo- in devetošolci pridobivajo naravoslovne kompetence za potrebe **kemijske pismenosti** (preglednica 5).

Preglednica 5: Naravoslovne kompetence predmeta Kemija OŠ

Sposobnostni/ Zmogljivostni glagoli/ pojmi USVAJANIH Procesnih Znanj & Stališč
Kompetenčni sklop 1: Iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov Učenci znajo: ✓ presoditi potrebo po informaciji; ✓ načrtno spoznavati načine iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov; ✓ načrtno opazovati, zapisovati, uporabiti opažanja/meritve kot vir podatkov; ✓ razvijati razumevanje in uporabo simbolnih/grafičnih zapisov ✓ uporabiti IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij;
Kompetenčni sklop 2: Uporaba osnovne strokovne terminologije Učenci znajo opisovati → pojave, procese in zakonitosti
Kompetenčni sklop 3: Razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja Učenci znajo: ✓ izbrati, uporabiti primerno in varno opremo; ✓ opredeliti dejavnike poizkusov (eksperimentov); ✓ razlikovati konstante in spremenljivke; ✓ uporabiti kontrolne (referenčne) poizkuse; ✓ presoditi zanesljivost pridobljenih rezultatov; ✓ argumentirati sklepe pri predstavitvah;
Kompetenčni sklop 4: Razvijanje odnosov, odločanja in kemijske varnosti Učenci so zmožni: ✓ zavedati se vpliva naravoslovno-matematičnih znanosti in tehnologije na življenje in okolje; prepoznati, oceniti in preprečiti tveganje in nevarnosti za zdravje; ✓ sodelovati (aktivno, odgovorno) pri razreševanju problemov trajnostnega sonaravnega razvoja;

K točki (B) Osnovnošolčeve pridobljene kompetence ob koncu OŠ kemijskega izobraževanja zadevajo tako aktualna procesna kakor tudi predmetno specifična (vsebinska) znanja. Aktualna **procesna** znanja, ki so predstavljena v preglednici 6, obsegajo izbrane zmožnosti usvajanih naravoslovno-matematičnih procesnih znanj in spretnosti, operativno opredeljenih v preglednici 5, kakor tudi razvito zmožnost prostorske predstavljalnosti, ki je bila usvajana ob uporabi vizualizacijskih elementov in sodobne IKT.

Preglednica 6: Procesne kompetence predmeta Kemija OŠ predmeta

Glagoli/ pojmi USVOJENIH procesnih znanj predmeta Kemija
Učenci: ✓ znajo argumentirano predstaviti → potek, opažanja/rezultati/ugotovitve → samostojno eksperimentalno delo/

demonstracijski eksperiment; ✓ **obvladajo** → osnovne eksperimentalne tehnike (segrevanje, merjenje prostornine (merilni valj), tehtanje z digitalno tehtnico); ✓ znajo **uporabljati** → zbirke modelov za sestavljanje enostavnih molekul; → osnovno kemijsko strokovno terminologijo; ✓ opisovanje pojavov, procesov, zakonitosti; ✓ **razumejo** → preproste submikroskopske prikaze; ✓ **različne** vire IKT za (1) pridobivanje/prikazovanje → podatki → poljudno-strokovna literatura, medmrežje, zbirke podatkov), (2) predstavljanje → lastni izdelki (seminarske naloge, plakati, preprosti poizkusi, projektno delo itd.); ✓ znajo **ravnati** (varno, odgovorno) → snovi → zdravje, okolje (kemijska varnost);

Pridobljena predmetno specifična (kemijska) znanja pa so predstavljena v preglednici 7. Aktualni glagolski obliki pomenita besedi »znajo/poznajo« v povezavi z izbranimi didaktičnimi nedoločniki in osnovnimi pojmi, ki zadevajo učenje kemije kot vede o spremembah in lastnostih raznoterih naravnih in sintezno pridobljenih snovi, zajetih v okviru desetih vsebinskih sklopov preglednice 3.

Preglednica 7: Predmetno specifične kompetence predmeta Kemija OŠ

Glagoli/ pojmi USVOJENIH vsebinskih znanj predmeta Kemija
Vsebinski sklop 1: KEMIJA JE SVET SNOVI Učenci znajo/poznajo: ✓ opredeliti → <i>Kemija kot veda</i> (snovi/lastnosti, spremembe); ✓ razlikovati → <i>Agregatna stanja</i> → razporeditev, gibanje gradnikov; → <i>Elementi/Spojine, Atomi/Molekule</i>; ✓ poznajo → <i>Simboli/Formule za elemente/spojine</i>; Vsebinski sklop 2: ATOM IN PERIODNI SISTEM ELEMENTOV Učenci znajo/poznajo: ✓ <i>Simbole elementov</i> → glavne skupine prvih treh period PSE, izbrani elementi prehoda; ✓ uvrstiti <i>element</i> v Vsebinski sklop 3: POVEZOVANJE DELCEV (gradnikov) Učenci znajo: ✓ razlikovati → <i>Ionska/kovalentna vez, Ionska spojina/kristal, molekula</i>; → <i>Enojna, dvojna, trojna vez</i>; → <i>Polarna/Nepolarna kovalentna vez</i>; ✓ povezati → <i>Lastnosti in zgradba snovi</i>; Vsebinski sklop 4: KEMIJSKE REAKCIJE Učenci znajo: ✓ opredeliti → <i>Kemijska reakcija je snovna in energijska sprememba</i>; → <i>Zakon o ohranitvi mase</i>; ✓ prepoznati → <i>Reaktante in produkte v izbranih primerih kemijskih reakcij (eksperimenti, zapis kemijske enačbe)</i>; ✓ razlikovati → <i>Eksotermne in endotermne reakcije</i>; ✓ zapisati, prebrati, urejati → <i>Kemijske enačbe za nastanek spojin (preproste)</i>; Vsebinski sklop 5: ELEMENTI V PERIODNEM SISTEMU Učenci znajo: ✓ opredeliti → <i>Naravni viri nekaterih elementov in spojin</i>; ✓ uporabljati → <i>Podatki o relativnih atomskih masah elementov za izračun relativnih molekulskih mas spojin</i>; ✓ izračunati → <i>Masni delež elementov v spojinah</i>; ✓ sklepati, umestiti, uvrstiti → <i>Položaj elementa v PSE in zgradba atoma, lastnosti</i>; <i>Kovine, nekovine</i>; Vsebinski sklop 6: KISLINE, BAZE in SOLI Učenci znajo/poznajo: ✓ opredeliti → <i>Snovi s kislimi in bazičnimi lastnostmi iz svojega okolja (pomen in uporaba)</i>; ✓ razlikovati → <i>Kisle, bazične in nevtralne raztopine</i>; → <i>Opredelitev kislin in baz (vsebnost oksonijevih in hidroksidnih ionov)</i>; → <i>Pojmi: raztopina, topilo, topljenec, topnost</i>; ✓ uporabiti → <i>pH-lestvico kot merilo za oceno kislosti oz. bazičnosti vodnih raztopin</i>; ✓ opredeliti → <i>Reakcije nevtralizacije</i>; ✓ poimenovati, zapisati → <i>Formule nekaterih osnovnih kislin, baz in soli</i>; ✓ izračunati → <i>Masni delež topljenca v raztopini oz. odstotno koncentracijo</i>; Vsebinski sklop 7: DRUŽINA OGLJIKOVODIKOV S POLIMERI Učenci znajo/poznajo: ✓ opredeliti → <i>Ogljikovodiki (viri, zgradba, poimenovanje, delitev)</i>; → <i>lastnosti (topnost, gostota, vrelišče, reaktivnost) osnovnih ogljikovodikov (z vidika zgradbe)</i>; → <i>posledice nepopolnega gorenja</i>; ✓ sestavljati → <i>modeli osnovnih ogljikovodikov</i>; → <i>škodljivi vplivi uporabe ogljikovodikov (derivatov) na okolje</i>; → <i>ukrepi za preprečevanje škodljivih vplivov ogljikovodikov/derivatov</i>; ✓ zapisati → <i>strukturne (racionalne) formule (prvih 10 ogljikovodikov)</i>; ✓ razlikovati → <i>popolno in nepopolno gorenje</i>; → <i>reakcije substitucije in adicije</i>; → <i>pojmi: monomer, polimer in polimerizacija</i>; ✓ našeti → <i>primeri polimerov (derivatov ogljikovodikov)/uporaba</i>; Vsebinski sklop 8: KISIKOVA DRUŽINA ORGANSKIH SPOJIN Učenci znajo: ✓ razlikovati → <i>alkoholi, karboksilne kisline, estri /funkcionalne skupine, lastnosti</i>; ✓ prepoznati → <i>funkcionalne skupine/skupino osnovnih kisikovih spojin</i>; našeti → <i>uporaba (vsakdanje življenje, industrija)</i>; ✓ opredeliti → <i>pomen glavnih predstavnikov ogljikovih hidratov (življenje, gospodarstvo)</i>; Vsebinski sklop 9: DUŠIKOVA DRUŽINA ORGANSKIH SPOJIN Učenci znajo: ✓ prepoznati → <i>aminokisline (dve funkcionalni skupini)</i>; → <i>beljakovine (naravni polimeri, peptidna vez aminokislin)</i>; ✓ navesti → <i>lastnosti beljakovin (pomen v organizmih)</i>; Vsebinski sklop 10: MNOŽINA SNOVI Učenci znajo: ✓ opredeliti → <i>pojma: množina snovi, mol</i>; ✓ izračunati → <i>maso iz množine snovi in nasprotno</i>;

4.2 Predmet Kemija na stopnji srednjega strokovnega in poklicno-tehniškega izobraževanja (SSI + PTI)

(Katalogi znanja: Kemija (68, 105, 170) ur, 2007)

Ta razdelek povzema analize ugotovitve glede udejanjanja naravoslovnih kompetenc pri predmetu Kemija, kakor so prepoznavne v Katalogih znanja SSI + PTI, upoštevajoč naslednje kategorije: (A) Specifične kompetence za potrebe kemijske pismenosti; (B) Pričakovane dosežke (spoznavne kompetence) opredeljene v aktualnem geselnem sklopu »Kemija v prehrani«.

K točki (A) V posameznih sklopih ključnih procesnih kompetenc dijaki lahko pridobivajo zlasti primere **specifičnih kompetenc** za potrebe **kemijske pismenosti**, kakor so opredeljene v preglednici 8.

Preglednica 8: Aktualne (spoznavno)-procesne kompetence predmeta Kemija SSI+PTI

Kompetenčni sklop 1: Sistematično zbiranje, analiziranje in vrednotenje informacij:	
Dijaki se usposablajo za:✓ načrtno spoznanje načinov iskanja in vrednotenja kemijskih informacij iz različnih virov;	
Kompetenčni sklop 2: Obvladovanje metodologije raziskovalnega dela:	
Dijaki se usposablajo za:✓ oblikovanje eksperimentalno preverljivih lastnih zamisli in hipotez;✓ načrtovanje → izvajanje → oblikovanje ugotovitev ED;✓ opredeljevanje eksperimentalnih dejavnikov;✓ izbiranje eksperimentalne in varnostne opreme;✓ urjenje v izbranih eksperimentalnih spretnostih;✓ zapisovanje opažanj in meritev;✓ sklepanje o statističnih parametrih zanesljivosti sklepov;✓ predstavljanje kvali- in kvantitativnih podatkov v ustrezni obliki ;✓ izpeljevanje logičnih sklepov;✓ podajanje ocene zanesljivosti hipoteznih sklepov;✓ pripravljanje in predstavljanje poročil ² ;	
Kompetenčni sklop 3: Sposobnost naravoslovnega komuniciranja:	
Dijaki se usposablajo za:✓ uporabljanje simbolnih, grafičnih zapisov in matematičnih enačb pri razlagi eksperimentalnih postopkov in sklepov oz. kemijskih informacij;	
Kompetenčni sklop 4: Zavedanje pomena kemije za ekonomsko rast in trajnostni razvoj:	
Dijaki se usposablajo za:✓ povezovanje kemijskega znanja in razumevanja z dogajanjem v naravi in z življenjem;✓ spoznanje vloge in pomena kemije za zagotavljanje boljše kakovosti življenja;✓ preučevanje soodvisnosti socialnih, ekonomskih in okoljskih dejavnikov pri odločitvah in prioritetah, vezanih na zadovoljevanje potreb po dobrinah in energiji; ³ ;	
Kompetenčni sklop 5: Skrb za zdravje in varnost:	
Dijaki se usposablajo za:✓ zmožnost uporabe informacijskih virov za oceno nevarnosti in ravnanje pri delu z različnimi, tudi neznanimi snovmi tako v šolskem laboratoriju kakor tudi v svojem ožjem in širšem okolju (zlasti doma);	

K točki (B): Ilustracijski primer ek pričakovanih dosežkov oz. minimalni standard dijakovega znanja, opredeljenega v okviru izbranega geselnega sklopa »Kemija v prehrani« kot enem od štirih sklopov predmeta Kemija v programih SSI + PTI je prikazan v preglednici 9.

Preglednica 9: Minimalni standard procesnih kompetenc geselnega sklopa »Kemija v prehrani«

Kompetenčni glagoli: dijak ZNA ...	Kompetenčna vsebinska gesla/(kemijski) pojmi ➡ KEMIJA (68, 105, 170) ur
opredeliti	Hranilo (68&105);Spojina (npr. alkohol) iz zapisa formule (105&170);
našteti	Hranilne snovi (68&105);Dejavniki pokvarljivosti maščob (105,170);✓Predstavniki globularnih in fibrilarnih beljakovin (170);
poimenovati	Predstavniki (enostavni) alkanov, alkoholov, aldehydov, ketonov, karboksilnih kislin in estrov (105&170);
razbrati, razložiti	Vsebnost posameznih hranil in aditivov (označbe na živilih);
➡68&105,170	➡✓Splošna formula aminokislin;✓Razlika med esencialnimi in neesencialnimi aminokislinami; ✓Povezanost zaporedja aminokislin v beljakovinski molekuli z raznolikostjo beljakovin; ✓Vloga in pomen glukoze, škroba in glikogena v organizmu; ✓Razlika med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami;✓Vpliv nasičenih in nenasičenih maščobnih kislin na organizem; ✓Kaj so aditivi in zakaj se dodajajo živilom;
➡105,170	➡✓Ukrepi za zmanjšanje posledic vpliva dejavnikov pokvarljivosti maščob;✓Načini povezovanja ogljikovih atomov v ogljikovodikih;✓Klasifikacija ogljikovih hidratov;✓Kemijska zgradba mil; ✓

² Osenčeni del kompetenčnega besedila je naveden zgolj v katalogih z urnim obsegom 105, 170;

³ Osenčeno kompetenčno besedilo je navedeno zgolj v katalogih z urnim obsegom 105, 170;

◆170	Delovanje, uporaba mila/detergenta;
opisati	◆✓Vpliv strukturne izomerije na lastnosti; ✓Zgradba (razlika): aldoze in ketoze; pentoze in heksoze; ✓Nastanek disaharidov in polisaharidov ; ✓Delovanje encimov;
razlikovati	✓Posledice premajhnega vnosa beljakovin v organizem (68&105&170); ✓Uporaba izbranih predstavnikov ogljikovih hidratov na izbranem biotehniškem področju (105&170);
uvrstiti	✓Maščobe in maščobne kisline (68&105&170); ✓Cis-trans izomeri (170);
zavedati se	Klasifikacijska shema (osnovna) ogljikovih hidratov (primeri) (68&105);
zapisati	Posledice onesnaževanja vod s pralnimi sredstvi (105);
opraviti	✓Oksidacija primarnih in sekundarnih alkoholov (enačba) ; ✓ Splošna formula AK (170); ✓Klasifikacija beljakovin (globularne, fibrilarne) (170);

4.3 Prikaz analiznih ugotovitev kompetenc, udejanjenih pri predmetu Kemija v gimnazijskem programu

(Učni načrti: Kemija, gimnazija: splošna, klasična, strokovna, 2008)

Med komponentami posodobljenih učnih načrtov programa Gimnazija kaže zlasti poudariti *kompetence*. Skupen didaktični parameter gimnazijskih učnih načrtov predmeta Kemija, tako osnovnega kakor tudi izbirnega programa, predstavljajo cilji in vsebine. Začetno vsebinsko geslo osnovnega programa teh učnih načrtov je opredeljeno kot »Uvod v varno eksperimentalno delo«. V okviru tega gesla je opredeljen niz kompetenčnih ciljev, ki jih lahko razvrstimo na posamezne kakovostne stopnje taksonomskih lestvic, uveljavljenih na naravoslovnem področju. Tako preglednica 10 prinaša paletu pričakovanih dijakovih dosežkov (členjenih v procesna in vsebinska znanja) kot novo opredeljenega kurikularnega parametra tudi predmeta Kemija osnovnega programa (splošna znanja).

Preglednica 10: Kakovostna klasifikacija kompetenc predmeta Kemija v gimnaziji

Dijaki se usposablajo za ... Elementi kompetenc Taksonomska stopnja po Bloomu (B) / Marzanu (M)		
(Kratwohl, 2001; Marzano 2000)		
Procesne kompetence (opredeljene)		
obvladanje	eksperimentalnih tehnik (izbranih);	preciziranje (B)
predstavitev (argumentirana)	samostojnega eksperimentalnega dela / demonstracijskih eksperimentov (potek, opažanja, rezultati)/lastnih izdelkov (seminarskih, projektnih);	analiza, sinteza, evalvacija, artikulacija, naturalizacija (B); eksperimentalno raziskovanje in preizkušanje, predstavljanje idej, razvijanje kritičnega mišljenja (M);
uporabo // razumevanje	zbirke kemijskih modelov/različnih podatkovnih virov // osnovne kemijske terminologije, sub-mikroskopskih prikazov;	razumevanje, preciziranje (B); delo z viri (M);
posedovanje ravnanje,	odnosa, uporabe snovi (zavzeto, odgovorno, utemeljeno) /zdravje, okolje;	evalvacija, odzivanje, ponotranjenje vrednot (B); analiza perspektiv (M);
Vsebinske kompetence, uresničljive pri vsebinskem sklopu »Uvod v varno eksperimentalno delo«		
razlikovanje	eksperimentalnih vidikov (pogoji/okolščine, spremenljivke/konstante);	razumevanje, analiza (B)
poznanje, uporaba	osnovnih laboratorijskih pripomočkov glede tehnike dela;	preciziranje (B)
iskanje, razlaganje	podatkov (lastnosti snovi);	razumevanje (B) ; argumentiranje (M)
pojasnjevanje	toksikoloških pojmov;	razumevanje (B; utemeljevanje (M)
načrtovanje	eksperimentov, laboratorijskih tehnik;	reševanje problemov, artikulacija (B);

5 Metodologija dela

Pri pripravi tega prispevka, so bile uporabljene metoda analize in induktivno-deduktivnega sklepanja (sinteze) ter metoda deskripcije. Za potrebe analize so bili preučeni učni načrti in katalogi aktualnih predmetnih znanj, ki so kot primarni viri osnovni dokument pedagoškega dela. Hkrati pa je bila uporabljena tudi druga aktualna literatura. Relevantne ugotovitve opravljenih posamičnih analiz, kakor tudi primerjalne

didaktične analize, so v nadaljevanju strukturirane in dopolnjene s komentarji, pri čemer je bila uporabljena metoda strukturiranja podatkov v sistem.

6 Sklep

Iz preglednice **1b** je razvidno, da pri predmetu Naravoslovje procesni glagoli obsegajo celovito paleto skupnih naravoslovnih kompetenc, ki jih učenci kot šesto- in sedmošolci usvajajo pri izvajanju raznolikih dejavnosti, načrtovanih v okviru vsebinskih sklopov tega predmeta. Pridobivanje naravoslovnih kompetenc s poudarjeno specifikko izbrane naravoslovne sestavine tega integriranega predmeta je poudarjeno razvidno iz preglednice **4**.

Pri učiteljevem poučevanju in osnovnošolčevem učenju predmeta **Kemija** je potrebno, poleg kompetenčnih sklopov v preglednici **5**, kot kompetenčno specifikko poudariti še razvijanje sposobnosti prostorske predstave kemijske vizualne pismenosti ob uporabi vizualizacijskih elementov (kemijskih modelov in IKT). Obvladanost te predmetno specifične kompetence pa prikazuje preglednica **6**, medtem ko je iz preglednice **7** razvidna široka paleta učenčevih predmetno specifičnih (kemijskih) kompetenc.

Iz medsebojne primerjave ugotovitev kompetenčne analize učenja **kemije** srednješolcev v programih SSI + PTI (preglednica **8**) in osnovnošolcev (preglednica **5**) je razvidna prepričljiva nadgradnja opredeljenih generičnih kompetenc. Izhajajoč iz primerjalne analize kompetenčnih vsebinskih znanj v treh različnih urnih obsegih tega predmeta (preglednica **9**) je nesporno poudarjena prisotnost načela primernosti, ki ga lahko učitelj upošteva glede poklicnih potreb danega izobraževalnega programa.

Pridobivanje in razvijanje kemijske kompetence: »usposobljenost za varno ravnanje s snovmi in varno eksperimentiranje ter sposobnost ocene nevarnosti dela« kot sestavini Varnega eksperimentiranja se uresničuje med izvajanjem Uvoda v varno eksperimentalno delo osnovnega programa gimnazijske kemije (preglednica **10**). Organizacija in vodenje eksperimentalnega dela je hkratio predmetno specifično, kakor tudi generično kompetenčno, saj se le-ta udejanja na vseh ključnih naravoslovnih področjih.

Iz pričakovanih dosežkov raznolikih kemijskih programov osnovno- in srednješolskega izobraževanja je prepričljivo razvidna potreba po usvojitvi naravoslovnih kompetenc kot najboljših popotnic za aktivno in odgovorno življenje ter delovanje vsakega posameznika v sodobni družbi.

7 Viri

Day, C. (1999) *Developing Teachers: The Challenges of Lifelong Learning*. London: Palmer Press.

DESECO (2002) Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations. *OECD, DEELSA/ED/CERI/CD*, 14.

Key Competencies (2002) Survey 5. Brussels: Eurydice, European Unit, 13.

Kratwohl, David R. (Eds.) (2001) *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*. Longman, New York (etc.).

Marzano, R. J. (2000) *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Pisa 2006, (2006) Izhodišča merjenja naravoslovne pismenosti v raziskavi PISA 2006. http://www2.arnes.si/~uljpeins/czue/PISA2006_071008.pdf (pridobljeno 20. 10. 2008).
- Poročilo Mayerjevega odbora (1991) Young people's participation in post-compulsory education and training: report of the Australian Education Council Review Committee. Australian Education Council Review Committee; National Board of Education and Training (NBEET)
- http://www.dest.gov.au/sectors/training_skills/publications_resources/profiles/nbeet/post_compulsory_education_training.htm; (pridobljeno, 13. 10. 2009).
- Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, z dne 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje, (2006/962/ES) L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije. 12. 2006.
- <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:PDF>; (pridobljeno, 2. 10. 2009).
- Razdevšek Pučko, C. in Rugelj, J. (2006) Kompetence v izobraževanju učiteljev. *Vzgoja in izobraževanje*, 37, 34–41.
- Romaninville (1996) V: *Key Competencies 2002*, Survey 5. Brussels: Eurydice, European Unit, 13.
- Slovenski veliki leksikon (2005) Knjiga h–o, Mladinska knjiga, Ljubljana, 307.
- Špernjak, A. in Šorgo, A. (2009) Predlog za razvoj osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter digitalne pismenosti pri pouku naravoslovnih predmetov v osnovni šoli s pomočjo računalniško podprtega laboratorijskega dela. *Didakta*, 18/19 (127), 20–25.
- Učni načrti in Katalogi znanja za predmeta naravoslovje in Kemija na stopnji OI in SI:
- Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A., Požek Novak, T., Keuc, Z., Popič, H., Vrtačnik, M. (2007) Učni načrt, *Kemija*, Gimnazija, Splošna gimnazija, Ljubljana: MŠZŠ, Strokovni svet RS (14. 2. 2008).
- Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A., Požek Novak, T., Keuc, Z., Popič, H., Vrtačnik, M. (2008) Učni načrt, *Kemija*, Gimnazija, Klasična, strokovne gimnazije, Ljubljana: MŠZŠ, Strokovni svet RS (28. 2. 2008).
- Bačnik, A., Bukovec, N., Vrtačnik, M., Poberžnik, A., Križaj, M., Stefanovič, V., Sotlar, K., Dražumerič, S., Preskar, S. Učni načrt: *Kemija* OŠ (predlog posodobljenega u. n).
- Poberžnik, A., Skvarč, M., Verovnik, I., Vičar, M. (2001) Katalog znanja: Naravoslovje 132 ur, Srednje poklicno izobraževanje (SPI), Ljubljana: MŠZŠ, Strokovni svet RS (15. 2. 2007).
- Poberžnik, A., Malek, N., Bačnik, A., Dražumerič, S., Turk, M., Skvarč, M., Vrtačnik, M.
- (2007) Katalog znanja, *Kemija* 105 ur, Srednje strokovno in srednje poklicno-tehniško izobraževanje (SSI + PTI), Ljubljana: MŠZŠ, CPI, Strokovni svet RS (13. 12. 2007).

- Poberžnik, A., Malek, N., Bačnik, A., Turk, M., Kožlakar, R., Vrtačnik, M., Skvarč, M. (2007) Katalog znanja, *Kemija* 170 ur, Srednje strokovno in srednje poklicno-tehniško izobraževanje (SSI+PTI), Ljubljana: MŠZŠ, CPI, Strokovni svet RS (15. 2. 2007).
- Poberžnik, A., Turk, M., Malek, N., Kožlakar, R., Bačnik, A., Skvarč, M., Vrtačnik, M., Preskar, S., Pufič, T. (2007) Katalog znanja, *Kemija* 68 ur, Srednje strokovno in srednje poklicno-tehniško izobraževanje (SSI + PTI), Ljubljana: MŠZŠ, CPI, Strokovni svet RS (15. 2. 2007).
- Skvarč, M., Glažar Saša A., Marhl M., Skribe Dimec D., Zupan, A., Cvahte, M., Gričnik, K., Volčini, D., Sabolič, G., Šorgo, A. (2008) Učni načrt: *Naravoslovje* OŠ (predlog posodobljenega u. n).
- Žarič, K., Sikošek, D. in Golob, N. (2009) Kompetence, specifične za kemijske vsebine v šolski vertikali. V: Golob, N., Sikošek, D., Žarič, K., Ferk, E. (Eds). Kompetence, specifične za kemijske vsebine po šolski vertikali: S1.05: projekt *Razvoj naravoslovnih kompetenc*: (1. 4. 2009–30. 6. 2009). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 8–10.

NARAVOSLOVNE KOMPETENCE IN NARAVOSLOVNA PISMENOST UČENCEV V MEDNARODNIH RAZISKAVAH PISA IN TIMSS

Saša A. Glažar¹, Iztok Devetak¹

¹Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Kardeljeva pl. 16, 1000 Ljubljana
iztok.devetak@pef.uni-lj.si

Povzetek

Rezultati analize podatkov, pridobljenih v raziskavah PISA 2006 in TIMSS 2007, kažejo nizko raven kompetenc, ki izražajo naravoslovno pismenost: (1) prepoznanje naravoslovno-znanstvenih vprašanj, (2) znanstveno razlaganje pojavov ter (3) uporaba naravoslovno-znanstvenih podatkov in preverjanje dejstev. Naravoslovna pismenost, kot jo definira PISA, se nanaša na posameznikovo naravoslovno znanje in uporabo tega znanja v specifičnih življenjskih situacijah. Podani so primeri doseganja kemijskih kompetenc na treh nalogah, izbranih iz preizkusa PISA, ki obsegajo kemijske pojme, potrebne za razumevanje okoljskih problemov. Iz preizkusa TIMSS-a 2007 je izbranih 41 nalog s kemijskimi pojmi, ki zajemajo specifične kemijske kompetence. Podani so rezultati analize nalog glede na doseganje specifičnih kemijskih kompetenc s predlogi smernic za učenje in poučevanje kemije z namenom doseganja višje ravni naravoslovne pismenosti.

Ključne besede: naravoslovne kompetence, naravoslovna pismenost, TIMSS, PISA

Abstract

The comparative analysis of the results obtained in the international studies PISA 2006 and TIMSS 2007 shows a low level of competences regarding scientific literacy. In this paper, the analysis of three selected items from PISA and 41 items from TIMSS were analyzed according to the specific chemistry competences. According to the competences described in the ESS project, it is possible to deduce that test items from chemistry topics in the PISA study involve mainly four competences: (1) ability to demonstrate knowledge and comprehension of the key chemical facts, concepts, principles and theories; (2) awareness of main issues in the area of chemical research and development; (3) ability to apply chemistry knowledge in solving qualitative and quantitative problems; and (4) ability to recognise and analyse extraordinary problems and planning strategies for solving problems. Students have most difficulties in achieving competences referring to research work. Therefore, it is possible to conclude that students on the average demonstrate poor ability in planning and implementing research work, and hence in defining dependent and independent variables and the ability to observe variable changes. On the other hand, students are better in achieving competences which refer to demonstration of knowledge and comprehension of the main chemical phenomena. From the analysis of the competences in chemistry from the TIMSS study we can see that the following competences have been tested: (1) understanding crucial chemical facts, concepts, principles and theories; (2) knowing chemical terminology, nomenclature, and units; (3) competences referring to understanding atoms, molecules and macromolecules; (4) ability to interpret data

obtained from laboratory research and measurements; (5) ability to apply chemistry knowledge in solving qualitative and quantitative problems; (6) mastering numerical and computational skills including error analysis; (7) ability to evaluate, interpret and synthesize chemistry information and data; and (8) knowing the main types of chemical reactions and their properties. Similarly to the results from the PISA study, students in TIMSS were performing better when solving tasks which demanded demonstration of the knowledge of facts, concepts and theories or nomenclature, or understanding the structure of atoms and molecules. They were less successful in interpreting the data obtained from laboratory observations and measurements and applying chemistry knowledge in solving qualitative and quantitative problems. In tasks related to various types of chemical reactions students' results varied. From this analysis we can conclude that chemistry teaching in elementary and secondary schools needs to be changed and reshaped, meaning that it would be necessary to place teaching into a broader context of the development of scientific literacy, which would then lead to better understanding of particular concepts, identifying scientific issues, scientific explanation of the phenomena in natural sciences, and application of scientific data and verification of the facts. This means that students should assume an active role in the process of learning which should include not only instruction-based experimental work, but also planning experiments and evaluation of the results with suggestions for possible applications. This type of experimental work can be introduced into guided type of active learning of chemistry, which would also allow developing the capacity for learning to learn. An important segment of teaching is knowledge testing as well. By employing modern teaching methods, as for example the use of personal response system, teachers could simultaneously adapt the educational process according to their students' response. Scientific literacy can only be developed by designing such teaching approaches where students would be able to develop other competences, not only those related exclusively to demonstration of knowledge.

Keywords: science competences, scientific literacy, TIMSS, PISA.

1 Uvod

V sklopu ESS-projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc so bile oblikovanje specifične kompetence, ki naj bi jih imeli razvite učenci, dijaki in študenti, da bi kazali zadovoljivo znanje kemijskih pojmov na vseh kognitivnih kategorijah. Oblikovanih je bilo 27 specifičnih kompetenc kemijsko pismenega posameznika (Žarič, Sikošek & Golob, 2009). Osnova za oblikovanje teh kompetenc so bile naravoslovne kompetence, razvite v okviru posodobitve pedagoških študijskih programov na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani (Glažar et al., 2006). Kompetence niso le na osnovni ravni razumevanja pojmov, ampak je za njihovo doseganje še potrebno poglobljeno specifično znanje. Primerjava razvitih kompetenc v okviru projekta in kompetenc, ki se preverjajo v mednarodnih raziskavah TIMSS in PISA, kaže vrsto podobnosti. Te sorodne kompetence so bile upoštevane pri analizi izbranih nalog v obeh mednarodnih raziskavah o naravoslovnem znanju slovenskih učencev.

Naravoslovne kompetence v raziskavah PISA in TIMSS

PISA (*International Programme for Students Assessment*) je mednarodno standardizirana raziskava, kjer se primerja dosežke učencev starih 15 let (v tej starosti učenci končajo obvezno izobraževanje v večini držav) v bralni, matematični in naravoslovni pismenosti. Izvaja se vsake tri leta in je bila prvič izvedena leta 1997 v sklopu OECD držav (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), ki so zavezane, da sodelujejo v raziskavi.

PISA obsega podatke o znanju učencev, njihovih spretnostih in odnosu do naravoslovja, matematike in branja, ki se izraža v spremembah in razvoju šolskega sistema v posamezni državi. Podatki obsegajo širše znanje učencev od tistega, ki ga preverja navadna šolska praksa in se izraža v uporabi znanja v življenjskih situacijah.

V PISA avtorji želijo preverjati po njihovem mnenju širše naravoslovno znanje, kot ga preverja šola. S tem izhajajo iz predpostavke, da je naravoslovno znanje boljše opisati širše kot naravoslovna pismenost. Tako je v ospredju pomen obvladovanja procesov in razumevanje pojmov ter sposobnosti delovanja v konceptualno širših okvirjih v naravoslovju. Naloge se ne omejujejo na šolsko situacijo, ampak vključujejo osebne situacije učencev (povezane z njim osebno, njegovo družino in vrstniki), družbene in globalne situacije pa tudi zgodovinske situacije, v katerih se zrcalijo smernice napredka naravoslovja. Smernice PISA so namreč izogibanje specifičnim situacijam, ki so značilne za šolsko okolje določene države, ampak poskušajo avtorji nalog umestiti njihovo vsebino v širši kontekst (Štraus et al., 2007).

V raziskavi PISA je definirana naravoslovna pismenost, ki se nanaša na posameznikovo naravoslovno znanje in uporabo tega znanja v specifičnih življenjskih situacijah. Opredeljuje tudi poznanje pridobivanja novega naravoslovnega znanja na razumevanje značilnosti naravoslovja, zavedanje o tem, kako naravoslovje in tehnologija oblikujejo na vseh ravneh delovanja človekovo okolje ter pripravljenost posameznika na sodelovanje pri reševanju problemov, povezanih z naravoslovjem. Tako se naravoslovna pismenost nanaša na znanje naravoslovja (pojmov biologije, kemije, fizike, geologije in na naravoslovnih znanostih temelječe tehnologije) in znanje o naravoslovju (poznanje metod znanstvenega raziskovanja in zgodovine razvoja naravoslovja). Na osnovi definicije naravoslovne pismenosti so oblikovali več naravoslovnih kompetenc, ki zajemajo: (1) prepoznanje naravoslovno-znanstvenih vprašanj, (2) znanstveno razlaganje pojavov ter (3) uporabo naravoslovno-znanstvenih podatkov in preverjenih dejstev.

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) je podobno kot PISA mednarodna raziskava o naravoslovnem in matematičnem znanju učencev. Namen raziskave TIMSS je na mednarodni ravni omogočiti državam, da z enakimi preizkusi znanja v enakih razmerah ugotovijo raven znanja učencev iz vsebin, ki se jih imajo priložnost naučiti v šoli. V sodelujočih državah istočasno zajamejo tudi podatke o stališčih učencev, učiteljev in ravnateljev šol do poučevanja in znanja ter druge dejavnike, ki vplivajo na pridobivanje znanja. Raziskava poteka od leta 1995 vsako četrto leto. Leta 2007 je bila izvedena četrta raziskava TIMSS v dveh starostnih skupinah učencev, mlajši učenci (v času preverjanja znanja je bilo v razredu največ učencev starih v povprečju 9 let) ustrezajo učencem v 4. razredu osnovne šole, starejši (v času preverjanja znanja je bilo v razredu največ učencev starih v povprečju 13 let) pa ustrezajo učencem 8. razreda (Svetlik et al., 2008).

2 Metode in postopki

Raziskava PISA 2006

Leta 2006 je v PISI sodelovalo 56 držav. V vsaki državi je bilo testiranih od 4 500 do 10 000 učencev iz najmanj 150 šol. Zbiranje podatkov je potekalo s preizkusom znanja, ki je obsegal 13 delovnih zvezkov, kamor so učenci vpisovali svoje odgovore na izbirna in odprta vprašanja. Zvezek z naravoslovnimi vsebinami vključuje fizikalne, kemijske, biološke pojme, povezane z realnimi situacijami. Učenci odgovarjajo na različna vprašanja, ki izhajajo iz predstavljenega problema. Učenci so reševali zvezek z naravoslovnimi nalogami 120 minut.

Naloge so razvrščene na lestvici dosežkov, zasnovani v okviru projekta PISA od ena (najosnovnejša raven) do šest. Ravni na lestvici dosežkov učencev: (1) zelo omejeno naravoslovno znanje, ki ga uporabljajo le redko (to raven doseže 97,2 % slovenskih učencev / povprečje OECD 94,8 %); (2) zadovoljivo naravoslovno znanje, s katerim lahko razložijo naravoslovne pojave v kontekstu in izpeljejo sklepe iz preprostih raziskav (to raven doseže 86,1 % slovenskih učencev / povprečje OECD 80,8 %); (3) sposobnost prepoznati jasna naravoslovna vprašanja in naravoslovne pojme ter jih neposredno uporabljajo (to raven doseže 63,0 % slovenskih učencev / povprečje OECD 56,7 %); (4) sposobnost učinkovito reagirati v naravoslovnih situacijah in pri vprašanjih, ki vključujejo pojave, pri katerih morajo sklepati o vlogi naravoslovnih znanosti in tehnologije in pri tem razlage povezati z življenjskimi situacijami (to raven doseže 35,4 % slovenskih učencev / povprečje OECD 29,3 %); (5) sposobnost prepoznavati naravoslovno-znanstvene komponente v življenjskih situacijah in primerjati ter vrednotiti naravoslovno-znanstvene dokaze, na katerih temeljijo odzivi na različne življenjske situacije, razvita sposobnost raziskovanja (to raven doseže 12,9 % slovenskih učencev / povprečje OECD 9,0 %); ter (6) sposobnost uporabe naravoslovnega znanja v različnih življenjskih situacijah in povezovanja različnih virov informacij ter razlag za utemeljevanje svojih odločitev (to raven doseže 2,2 % slovenskih učencev / povprečje OECD 1,3 %) (Štraus et al., 2007).

Iz nabora naravoslovnih nalog PISA 2006 so bile za analizo izbrane tri naloge, ki zajemajo kemijske pojme, povezane z okoljskimi vsebinami. Prva naloga obravnava učinek tople grede, druga zaščito pred sončnimi žarki in tretja kisel dež.

Raziskava TIMSS 2007

V prispevku so zajeti le podatki o naravoslovnem znanju starejših učencev. V raziskavo TIMSS 2007 je bilo vključenih v Sloveniji v starejši skupini 150 šol in 5025 učencev. Preizkusi znanja so bili oblikovani po matrični metodi, to pomeni, da je bil velik nabor nalog (185 nalog) razdeljen v več zvezkov. Posamezni učenec pa je reševal le en zvezek. Vsak zvezek je vseboval naravoslovne in matematične naloge. Z uporabo posebnih izračunov je bil določen uspeh učencev pri naravoslovju, čeprav učenci niso reševali vseh 185 nalog. Ta metoda omogoča, da je izmerjeno znanje manj odvisno od posamezne naloge in bolj od naravoslovne vsebine, ki jo naloga preverja (Svetlik et al., 2008).

Enainštirideset analiziranih nalog iz raziskave TIMSS 2007 so bile glede na uspeh reševanja slovenskih učencev grupirane v štiri skupine: uspeh 100–80 %, uspeh 80–60 %, uspeh 60–40 % in uspeh od 30–10 %. Glede na oblikovane kemijske kompetence v okviru ESS-projekta so bile naloge klasificirane v sklope, ki preverjajo določeno

kompetenco. Analizirane naloge, uporabljene v raziskavi TIMSS 2007 in PISA 2006, bodo klasificirane glede na kompetence oblikovane v ESS-projektu Razvoj naravoslovnih kompetenc.

3 Rezultati

Prvi del rezultatov podaja analizo nalog mednarodne raziskave PISA 2006, drugi pa naloge TIMSS 2007.

Rezultati analize nalog PISA 2006

1. naloga preizkusa PISA 2006; Učinek tople grede

Naloga obravnava povečan učinek tople grede. V besedilu naloge so podana dejstva o naravnem pojavu učinka in povečanem učinku tople grede, ki je posledica povečane koncentracije ogljikovega dioksida v atmosferi. Naloga nato opiše aktivnost dijaka Andreja, ki je v knjižnici našel dva grafa, ki ponazarjata količino izpustov ogljikovega dioksida od leta 1860 pa do danes, ter spreminjanje temperature atmosfere v istem časovnem obdobju. Andrej je na osnovi obeh grafov sklepal, da je naraščanje temperature posledica povečanih izpustov ogljikovega dioksida v atmosfero. Na osnovi podatkov v nalogi so morali petnajstletniki odgovoriti na tri vprašanja. Pri prvem vprašanju so morali pojasniti, kaj v obeh grafih potrjuje Andrejevo sklepanje, pri drugem, zakaj se dijakinja Jana ne strinja z Andrejevim sklepanjem, pri tretjem vprašanju pa so morali petnajstletniki navesti en dejavnik, ki tudi vpliva na povečan učinek tople grede.

Naloga je odprtega tipa in obravnava globalen okoljski problem.

Celotna naloga preverja kompetenco *spodobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij* ter kompetenco *spodobnost zavedati se bistvenih vprašanj na področju kemijskih raziskav in razvoja*.

Učenci so na prvo vprašanje slabo odgovarjali, uspešnih je bilo le 35,5 % učencev, kar je za 18,4 % slabši rezultat od povprečja učencev v vseh deželah OECD. Naloga je na mednarodni lestvici na četrtni stopnji dosežkov.

Še slabše so slovenski petnajstletniki odgovarjali na drugo vprašanje, saj jih je pravilno odgovorilo le 20,0 %, kar je za 14,5 % manj od povprečje OECD. Naloga je na peti stopnji dosežkov.

Najslabše pa so učenci odgovarjali na tretje vprašanje, kjer so morali navesti še kakšen vzrok, ki vpliva na povečan učinek tople grede. Uspešnih je bilo le 19,7 % testirancev. V povprečju je le 1,2 % testirancev iz držav OECD uspešnejših od naših petnajstletnikov. Naloga spada na šesto stopnjo dosežkov.

Pri vrednotenju rezultatov te naloge je treba upoštevati, da se slovenski učenci s problemom povečanega učinka tople grede srečajo le informativno v sedmem razredu osnove šole v starosti 12 let. Za reševanje prvih dveh vprašanj te naloge: poglobljeno poznanje učinka tople grede ni potrebno, saj temelji reševanje na sposobnosti analize in primerjave grafov podanih v besedilu naloge. Slabi rezultati so tako posledica slabega branja, nepoglobljenega razumevanja in s tem nezadostne sposobnosti interpretacije ter primerjave grafov. Pri tretjem vprašanju je treba upoštevati pozabljanje pojmov,

povezanih s pojavom tople grede. Čeprav o vsebinah, povezanih z učinkom tople grede, pogosto pišejo različni informacijski viri, to bistveno ne vpliva na poznanje te tematike pri učencih.

2. naloga preizkusa PISA 2006; Zaščita pred soncem

Besedilo naloge opisuje zasnovo poizkusa, s katerim sta Mojca in Dejan poskušala ugotoviti, katere snovi najboljše ščitijo kožo pred soncem. Mojca in Dejan sta izbrala štiri različna zaščitna sredstva z različnim zaščitnim faktorjem ter mineralno olje, ki prepušča skoraj vso sončno svetlobo, ter cinkov oksid, ki jo prepušča malo. Naloga natančno opiše potek poizkusa in slikovno ponazori izvedbo poizkusa. Naloga se nanaša na zdravje posameznika in preverja sposobnost prepoznavanja vprašanj in uporabe podatkov ter preverjanje dejstev.

Učenci so morali rešiti štiri vprašanja, od katerih so bila tri izbirnega tipa in eno odprtega tipa z utemeljitvijo odgovora. Pri prvem vprašanju so morali med ponujenimi štirimi odgovori izbrati tistega, ki najboljše opiše pomen uporabe mineralnega olja in cinkovega oksida pri poizkusu, drugo se nanaša na pravilno definirana vprašanja pri poizkusu, tretje vprašanje pa na razlago namena stiskanja kapljic med dve prozorni foliji. Četrto vprašanje je bilo izbirnega tipa, saj so morali učenci iz štirih slik rezultatov poizkusa ugotoviti, katera med njimi je najustreznejša, in svojo izbiro utemeljiti.

Celotna naloga preverja kompetenco *sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij*, kompetenco *sposobnost zavedati se bistvenih vprašanj na področju kemijskih raziskav in razvoja*, kompetenco *sposobnost uporabe kemijskega znanja in razumevanja pri reševanju (ne)znanih kvalitativnih in kvantitativnih problemov*; ter kompetenco *sposobnost prepoznati in analizirati nenavadne probleme in načrtovati strategije za njihovo rešitev*.

Kar 46,5 % slovenskih testiranih učencev je pravilno odgovorilo na prvo vprašanje, ki je preverjalo kompetenco prepoznavanja vprašanj in kako začeti raziskovalno delo. Na mednarodni lestvici je bilo to vprašanje na četrti stopnji dosežkov. V primerjavi z povprečnim uspehom učencev v državah OECD so bili slovenski osnovnošolci za 6 % uspešnejši.

Pri drugem vprašanju so morali učenci izbrati za opisan poizkus ustrezno raziskovalno vprašanje. Pravilen odgovor je zbralo 55,7 % učencev, kar je 2,6 % manj od povprečnega uspeha drugih učencev iz držav OECD. Naloga je uvrščena na tretjo stopnjo dosežkov. Delež pravilnih odgovorov kaže, da polovica slovenskih testiranih učencev zna iz vprašanja sklepati na pomen izvajanja opisanega poizkusa. Rezultati kažejo, da raziskovalni način v naših šolah ni pogosto vključen v pouk.

Iskanje pomena stiskanja kapljic med dve foliji in s tem sklepanje na prepuščanje svetlobe skozi preučevano zaščitno snov, je slovenskim petnajstletnikom povzročalo več težav. V povprečju je bil uspeh naših učencev 31,1-odstoten, kar je za 11,9 % slabši od uspeha vrstnikov v državi OECD (43,0 % pravilnih odgovorov). Iz teh rezultatov je mogoče sklepati, da učenci slabo poznajo raziskovalni način pri izvedbi poizkusov in s tem tudi prepoznanje spremenljivk in razlikovanje odvisnih od neodvisnih spremenljivk ter njihova kontrolo.

Pri zadnjem vprašanju so imeli slovenski testiranci največ težav. Le 17,0 % petnajstletnikov je pravilno izbralo ustrezno shemo rezultata poizkusa in utemeljilo svojo

izbor. To je za 10,1 % slabši uspeh od povprečja v državah OECD. Naloga na mednarodni ravni spada na četrto stopnjo dosežkov.

Rezultati reševanja te naloge kažejo, da slovenski učenci v manjši meri dosegajo kompetenco *spodobnost prepoznati in analizirati nenavadne probleme in načrtovati strategije za njihovo rešitev*. Pri dani nalogi se ta kompetenca izraža predvsem pri načrtovanju poizkusov z definiranjem spremenljivk in vrednotenju ter interpretaciji podatkov, pridobljenih na osnovi poizkusov.

3. naloga preizkusa PISA 2006; Kisli dež

V nalogi so na primeru poškodb kipov iz marmorja na atenski Akropoli, starih več kot 2500 let, prikazane posledice delovanja deževnice, ki je nekoliko kisl raztopina. Učenci so v nalogi dobili informacijo, da je marmor iz kalcijevega karbonata. Pri reševanju naloge so morali biti sposobni ocenjevanja, interpretacije in sinteze podatkov. Vsebina naloge obravnava okoljski problem, ki je tudi pogosto obravnavan v medijih. Po uvodnem besedilu in fotografiji kipov so morali učenci odgovoriti na dve vprašanji odprtega tipa in eno vprašanje izbirnega tipa. Poleg vprašanj o poznanju pojmov, povezanih s kislim dežjem, pa je naloga obsegala tudi trditve, s katerimi se učenci bolj ali manj strinjajo in s tem izrazijo svoje zanimanje za naravoslovne probleme.

Prvo vprašanje odprtega tipa je preverjalo kompetenco znanstvenega razlaganja pojavov. Na mednarodni težavnostni lestvici je naloga dosegala tretjo raven. Slovenski učenci so bili enako uspešni kot petnajstletniki v državah OECD.

Celotna naloga preverja kompetenco *spodobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij* in kompetenco *spodobnost zavedati se bistvenih vprašanj na področju kemijskih raziskav in razvoja*.

Slovenski učenci so dosegli povprečno 57,6 % pravih odgovorov, povprečje v OECD je bilo 57,7 %. Vprašanje je od učencev zahtevalo poznanje virov, pri katerih nastanejo plini, ki povzročajo kisli dež. Odgovori slovenski petnajstletnikov so pogosto nepopolni, saj nenatančno ali preohlapno navajajo vire plinov, ki povzročajo kisli dež. Te ugotovitve kažejo, da moramo v šoli več pozornosti nameniti ustnemu in pisnemu izražanju učencev.

Drugo izbirno vprašanje z enim odgovorom je zahtevalo od učencev poznanje sprememb pri reakciji med kislino in marmorjem. Učenci so morali ugotoviti, da se masa koščka marmorja zmanjša, če je čez noč potopljen v kislino. 57,6 % slovenskih učencev je izbrala pravih odgovor saj so poznali to kemijsko reakcijo, kar je v povprečju enak rezultat kot učenci v OECD državah (57,7 %).

Tretje vprašanje je bila odprtega tipa, v katerem so morali učenci primerjati poizkusa z marmorjem v destilirani vodi in marmorja v kislini. Naloga sodi na najvišjo, šesto raven na mednarodni lestvici zahtevnosti, če se upošteva le pravih odgovor, če pa se upošteva tudi delni odgovor je naloga na tretji ravni zahtevnosti. Slovenski petnajstletniki so bili pri reševanju te naloge v povprečju za kar 20 % slabši od povprečja testirancev v OECD državah (35,6 % pravih odgovorov). Naloga kaže na slabo razumevanje pojava, ki naj bi ga poizkus prikazoval ter šibko razvito sposobnost načrtovanja in izvajanja raziskovalnega dela in s tem na definiranje in spremljanje spremenljivk.

Rezultati analize nalog TIMSS 2007

Kompetenca razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij se v analiziranih nalogah povezuje s kompetenco poznanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot in kompetenco poznanje atomov, molekul in makromolekul. V to skupino je uvrščenih 17 nalog. V skupini nalog, pri katerih so bili učenci uspešni od 100 % do 80 %, je 24 % (štiri) nalog. Sklepamo lahko, da učenci poznajo formule enostavnih spojin (primer ogljikov dioksid), nekatere lastnosti snovi (elektroprevodnost, toplotno prevodnost) in proces gorenja. Naloge so na kognitivni stopnji znanja in razumevanja. V skupini nalog, pri katerih so bili učenci uspešni od 80 % do 60 %, je pet nalog (29 % vseh nalog, ki preverjajo zgornje kompetence). Učenci so iz domačih imen snovi sposobni sklepati na njihove lastnosti. Učenci so sposobni prepoznati in analizirati shemo, ki predstavlja zgradbo atoma. Prepoznajo merilo, na osnovi katerega so snovi razdeljene v dve skupini. Poznajo zrak kot zmes plinov. Dve nalogi v tej skupini sta na kognitivni stopnji znanja (zgradba atoma, sestava zraka), druge naloge pa so na stopnji razumevanja in uporabe znanja. V skupini nalog, pri katerih so bili učenci uspešni od 60 % do 40 %, je pet nalog (29 %). Učenci imajo več težav pri razlikovanju delcev snovi in delcev v atomu. Enako velja tudi za razumevanje enostavnih kemijskih formul in sposobnosti iz njih razbrati število atomov posameznih elementov v formuli spojine (50 %). Učenci prepoznajo definicijo za spojino (44 %) in poznajo vrste delcev topljenca v vodni raztopini sladkorja (46 %). Vse analizirane naloge so na stopnji znanja in razumevanja kemijskih vsebin. V skupini nalog, pri katerih so bili učenci uspešni od 40 % do 20 %, so tri naloge, kar je 18 % vseh nalog v skupini zgoraj omenjenih kompetenc. Najmanj so bili učenci uspešni pri opredeljevanju, ali je snov element, spojina ali zmes (24 %). Na osnovi lastnosti snovi v zmesi je bilo le 23 % učencev sposobnih načrtovati shemo ločevanja zmesi na snovi v njej. Ne glede na slabši uspeh pri teh nalogah pa po zahtevnosti naloge ne presegajo kognitivne stopnje razumevanja in uporabe znanja.

Kompetenca *sposobnost interpretacije podatkov, pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev*, je bila zajeta v sedmih nalogah. Učenci nalog, ki preverjajo to kompetenco v povprečju niso reševali uspešnejše od 80 %. Uspeh od 80 % do 60 % je bil ugotovljen pri nalogah, ki obravnavajo enostavne ugotovitve pri poizkusih. Učenci imajo več težav pri razlikovanju fizikalnih in kemijskih sprememb na osnovi rezultatov poizkusov. Pri teh nalogah je bil uspeh nižji od 50 %. Podobno velja tudi za navajanje značilnih sprememb, na osnovi katerih prepoznamo kemijske spremembe; rezultat 31 % pravih odgovorov.

Kompetenca sposobnost uporabe kemijskega znanja pri reševanju kvalitativnih in kvantitativnih problemov ter kompetenca obvladovanje numeričnih in računskih spretnosti, vključujoč analizo napak sta bili zajeti v skupno desetih nalog. Uspeh pri reševanju nalog, ki zahtevajo branje tabel, se giblje okoli 70 %. Manj uspešni so učenci pri branju grafov, kjer je uspešnost okoli 50 %. Uspešnost učencev pri uporabi zakona o ohranitvi mase pri predvidevanju mase produktov je pri enostavnejši nalogi 48 %, pri zahtevnejši pa 39 %. Manj uspešni (36 %) so učenci tudi pri uporabi eksperimentalnih podatkov za izračun mase snovi. Pri nalogi, kjer so morali učenci razbrati del podatkov iz skic eksperimentov, so imeli dodatne težave. Pri manj zahtevni nalogi je bilo uspešnih 49 % učencev, pri nalogi z zahtevnejšim besedilom pa le 6,8 %. Rezultati kažejo, da imajo učenci težave tudi z načrtovanjem eksperimentov.

Kompetenco *sposobnosti ocenjevanja, interpretacije in sinteze kemijskih informacij in podatkov* sta preverjali nalogi, pri katerih so morali učenci ustrezno uporabiti izraze opažanje, napoved, sklep, teorija in domneva (uspeh 82 %). Več težav pa so imeli

učenci pri vrednotenju uspešnosti metod določanja gostote po različnih metodah (33,8 %).

Kompetenco *poznanje poglavitnih tipov kemijskih reakcij in njihovih značilnosti* so vključevale dve nalogi za rjavenje, ena naloga za nevtralizacijo in dve nalogi za energijske spremembe pri kemijskih reakcijah. Učenci poznajo pogoje, pri katerih poteka rjavenje (84,2 %), manj pa plin, ki sodeluje pri rjavenju (50,3 %). Pomen indikatorja pri reakciji nevtralizacije pozna 66,3 % učencev. Dve nalogi sta obravnavali energijske spremembe pri kemijskih reakcijah. Učenci so bili uspešnejši pri poznanju reakcij, pri katerih se energija veže (42,9 %), in manj pri reakcijah, pri katerih se energija sprošča (36,2 %).

4 Sklepi

Iz analize nalog dveh mednarodnih raziskav, ki so bile opravljene v Sloveniji PISA 2006 in TIMSS 2007 in zajemajo kemijske vsebine, je mogoče ugotoviti, da naloge v raziskavi PISA zajemajo preverjanje splošnejših kompetenc, ki se nanašajo na naravoslovno pismenost, naloge v raziskavi TIMSS pa obsegajo večji delež nalog, ki preverjajo tudi nižje kognitivne ravni po Bloomu (Svetlik et al., 2008). Bistvena razlika med nalogami obeh preizkusov znanja je v tem, da naloge v raziskavi PISA zajemajo neko problemsko vprašanje, povezano z življenjem in z okoljskimi problemi. Na osnovi analize tega problema morajo učenci odgovoriti na več vprašanj, ki niso povezana le s poznanjem kemijskih pojmov, ampak tudi preverjajo druge ravni naravoslovne pismenosti (interdisciplinarno vedenje o naravoslovju) ter z vprašanji, ki niso povezana z znanjem, pridobijo od učencev njihov odnos do problema, ki ga naloga poudarja. Naloge v raziskavi TIMSS so izbirnega tipa, nekatere med njimi se sicer tudi navezujejo na življenjske situacije, vendar navadno niso kompleksnejše zgrajene.

Glede na kompetence oblikovanje v ESS-projektu je mogoče povzeti, da naloge s področja kemijskih vsebin v raziskavi PISA zajemajo predvsem štiri kompetence: (1) *spodobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij*; (2) *spodobnost zavedati se bistvenih vprašanj na področju kemijskih raziskav in razvoja*; (3) *spodobnost uporabe kemijskega znanja in razumevanja pri reševanju (ne)znanih kvalitativnih in kvantitativnih problemov* ter (4) *spodobnost prepoznati in analizirati nenavadne probleme in načrtovati strategije za njihovo rešitev*. Največ težav imajo učenci z doseganjem kompetenc, ki se nanašajo na raziskovalno delo. Skleniti je torej mogoče, da kažejo v povprečju učenci šibko razvito spodobnost načrtovanja in izvajanja raziskovalnega dela in s tem tudi definiranje odvisnih in neodvisnih spremenljivk in spremljanje spremenljivk. Manj težav imajo učenci pri doseganju kompetence, ki se nanaša na prikaz učenčevega znanja in razumevanja bistvenih kemijskih pojmov.

Iz analize zastopanosti kemijskih kompetenc v nalogah raziskave TIMSS pa je mogoče povzeti, da se v nalogah preverjajo kompetence: (1) *razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij*; (2) *poznanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot* in kompetenco *poznanje atomov, molekul in makromolekul*; (3) *spodobnost interpretacije podatkov, pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev*; (4) *spodobnost uporabe kemijskega znanja pri reševanju kvalitativnih in kvantitativnih problemov*; (5) *obvladovanje numeričnih in računskih spretnosti, vključujoč analizo napak*; (6) *spodobnosti ocenjevanja, interpretacije in sinteze kemijskih informacij in podatkov* ter (7) *poznanje poglavitnih tipov kemijskih reakcij in njihovih značilnosti*. Podobno kot pri raziskavi PISA so bili tudi pri nalogah iz TIMSS-a

učenci uspešnejši, kadar so morali pri reševanju nalog pokazati poznanje dejstev, pojmov in teorij ali poznanje kemijske nomenklature oz. poznanje zgradbe atomov in molekul. Manj uspešni so bili učenci pri interpretaciji podatkov, pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev ter uporabi kemijskega znanja pri reševanju kvalitativnih in kvantitativnih problemov. Različen uspeh pa so dosegli učenci pri reševanju nalog, povezanih z različnimi tipi kemijskih reakcij.

Skleniti je mogoče, da bi bilo potrebno spremeniti oz. preoblikovati pouk kemije v osnovni in srednji šoli. Postaviti bi ga bilo treba v širši okvir razvoja naravoslovne pismenosti, ki naj se izraža v boljšem razumevanju določenih pojmov, v prepoznavanju naravoslovno-znanstvenih vprašanj, znanstvenega razlaganja pojavov ter uporabo naravoslovno-znanstvenih podatkov in preverjanje dejstev. Pri tem bi morali biti učenci aktivni pri svojem delu, ki bi vključevalo ne le eksperimentalno delo po navodilih, temveč tudi načrtovanje poizkusov in vrednotenje dobljenih rezultatov ter prikaz njihove uporabe (Wissiak Grm in Glažar, 2002). Tovrsten način izvajanja eksperimentalnega dela pa se lahko vključuje tudi v vodeno aktivno učenje kemije (Hanson, 2007), razvija tudi sposobnost učenja. Pomemben del pouka je tudi preverjanje znanja. S sodobnimi metodami, kot je npr. uporaba osebnega odzivnega sistema (MacArthur in Jones, 2008), lahko učitelj sproti prilagaja izobraževalni proces glede na pridobljene odzive učencev. Z zasnovo pouka, kjer bi učenci razvijali tudi druge kompetence, ne le tiste, ki so tesno povezane z demonstracijo znanja, bomo omogočili razvoj naravoslovno pismenega posameznika.

5 Viri

- Glažar, S. A., Devetak, I., Gaberščik, A., Golli, B., Koch, V., Vrtačnik, M., Sajovic, I. in Šket, B. (2006). Kompetence učiteljev za poučevanje naravoslovnih predmetov. V: S. Tancig (ur.), T. Devjak, T. (ur.). *Prispevki k posodobitvi pedagoških študijskih programov*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, str. 45–59.
- Hanson, D. M. (2007). *Foundation of Chemistry, Applying POGIL Principles*, Lisle: Pacific Crest, v-vi.
- MacArthur, J. R. in Jones, L., L. (2008). A review of literature reports of clickers applicable to college chemistry classrooms. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 187–195
- Svetlik, K., Japelj Pavešić, B., Kozina, A., Rožman, M. in Šteblaj, M. (2008). *Naravoslovni dosežki Slovenije v Raziskavi TIMSS 2007*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
- Štraus, M., Repež, M. in Štigl, S. (2007). *Naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev, Nacionalno poročilo*. Pedagoški inštitut, Ljubljana.
- Wissiak Grm, K. S. in Glažar, S. A. (2002). Pomen eksperimentalnega dela pri učenju in poučevanju kemije v osnovni šoli. *Sodobna pedagogika*, 53(2), 96–106.
- Žarič, K., Sikošek, D. in Golob, N. (2009) Kompetence specifične za kemijske vsebine v šolski vertikali. V: N. Golob (ur.), D. Sikošek (ur.), K. Žarič (ur.), E. Ferk (ur.). *Kompetence specifične za kemijske vsebine po šolski vertikali: S1.05: projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc: (1. 4. 2009–30. 6. 2009)*. Maribor : Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 8–10.

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC NA PODLAGI PROJEKTNEGA UČNEGA DELA

Vesna Ferk Savec¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Vegova 4, 1000 Ljubljana, Slovenija, vesna.ferk@ntf.uni-lj.si

Povzetek

Učitelji naravoslovja v osnovnih in srednjih šolah opažajo pri učencih pomanjkanje motivacije za učenje naravoslovnih predmetov. Raziskave tega področja kažejo, da je mogoče interes učencev za naravoslovje izboljšati ob izboljšanju razumevanja učencev o povezanosti vsebin naravoslovnih predmetov z izkušnjami učencev iz življenja, z večjim poudarku na uporabnih vidikih pridobljenega znanja ter ob uporabi aktivnih načinov učenja. V prispevku je z vidika razvoja ključnih naravoslovnih kompetenc predstavljeno projektno učno delo, kot eden izmed aktivnih načinov učenja.

Ključne besede: razvijanje naravoslovnih kompetenc, aktivni načini učenja, projektno učno delo

Abstract

Science teachers in primary and secondary schools report about the lack of students' interest for learning science-orientated subjects. However, research in this area revealed that students' interest for science can improve by facilitating students' understanding of the relations between the contents learned with students' everyday life situations. Learning approach derived from this assumption is called context-based learning. Additionally, studies indicate that students' learning outcomes can improve, when they are actively involved in the learning process, which is known as students-orientated or students-centered learning. As an example of the approach that incorporates both of those ideas, in this article project-based learning is presented. It is considered primarily from the perspective of its' potential for the development of science competences.

Keywords: development of science competences, methods of active learning, project-based learning

1 Uvod

Raziskovalci z različnih naravoslovnih področij menijo, da je eden izmed pomembnejših problemov, s katerimi se danes srečujejo učitelji naravoslovja v osnovnih in srednjih šolah, pomanjkanje motivacije za učenje naravoslovnih predmetov (Gerlič, 2009). Gerlič (2009) meni, da je eden od vzrokov za takšno stanje premajhna povezanost naravoslovnih predmetov z izkušnjami učencev iz življenja in premajhen obseg uporabnih vidikov pridobljenega znanja, kar je v skladu z ugotovitvami raziskovalcev v tujini. Raziskovalci spodročja kemijskega izobraževanja na primer navajajo, da mnogi učenci doživljajo vsebine učnega načrta za kemijo kot abstraktne, težke in nepovezane z vsakodnevnim življenjem, zato se jim učenje kemije pogosto ne zdi niti zanimivo niti potrebno (De Vos, Bulte, & Pilot, 2002; Osborne & Collins, 2001; Johnstone, 1991, 2000; Sozbilir, 2004; Streveler et al., 2003). V smislu zapisanega si številni učitelji in raziskovalci s področja naravoslovnega izobraževanja prizadevamo

najti rešitve, ki bi vodile k izboljšanju pouka naravoslovnih predmetov in višjemu interesu učencev zanje.

2 Teoretična izhodišča

V želji po izboljšanju pouka naravoslovja se je v Veliki Britaniji projekt »Salters« začel leta 1983, ko se je skupina učiteljev srečala v Yorku in razpravljala o načinih, na osnovi katerih bi postala kemija bolj zanimiva za učence in dijake (Bennett and Lubben, 2006). Watters (2004) navaja, da se je projekt izkazal za zelo uspešnega, saj se je pokazalo, da je kemijo na A-nivoju izbralo večje število dijakov. Podoben način so začeli uvajati tudi v Nemčiji (Parchmann et al., 2006) in na Nizozemskem (Driessen & Meinema, 2003). Projekt "Chemie im Kontext" (ChiK) je sledil idejam in izkušnjam Saltersovega projekta in se je v Nemčiji začel v letu 1997 (Pilling et al., 2001). Namen tega projekta je bil izboljšanje srednješolskega poučevanja in učenja na eni strani ter podpora sodelovanju med učitelji, kot tudi med učitelji in mentorji na univerzah na drugi strani. Na Nizozemskem projekt PLON predstavlja način z uporabo konteksta, v katerem so pojmi povezani z življenjem na področju poučevanja fizike (Bennett & Holman, 2002; Eijkelhof & Kortland, 1988). Projekt Chemistry in Practice, na kratko ChiP, pa se osredinja na pomembno povezavo med učenjem kemije ter vsakodnevnim življenjem ter družbenimi vprašanji – vprašanji v družbi (Bulte et al., 2006, Pilot and Bulte, 2006). Primera tega načina sta v Združenih državah Amerike ChemCom: Chemistry in the Community, srednješolski učbenik, ki je bil razvit ob podpori American Chemical Society (ACS) in National Science Foundation (NSF), ter Chemistry in Context (CiC), ki je bil namenjen študentom na dodiplomskih programih kolidžev in univerz (starost študentov 18–20 let) na različnih področjih študijev. Namen skupine šestih univerzitetnih profesorjev, avtorjev CiC, je bil izboljšanje kemijske pismenosti Američanov (Schwartz, 2006).

Opisani način z uporabo konteksta, v katerem so pojmi povezani z življenjem, je velikokrat nadgrajen z aktivnimi načini pridobivanja znanja, kot so projektno učno delo, problemsko učenje, na aktivnostih osnovano učenje ter učenju z raziskovalnim načinom (Abd-El-Khalick et al., 2004), katerih namen je naravoslovne pojme čim bolj osmisliti in jih povezati z izkušnjami dijakov. Učni načrti, nastali na taki osnovi, imajo za cilj globlje razumevanje manjšega števila ključnih pojmov oz. idej namesto konvencionalnega širšega izbora vsebin iz bolj znanstvenega vidika (Pilot and Bulte, 2006). V smislu zapisanega Vrtačnik (2009a) navaja, da razvoj naravoslovnih kompetenc zahteva uveljavitev nove izobraževalne paradigme, ki temelji na prehodu od poučevanja k učenju in s tem prenaša procese pri pouku na učečega. V takšnem učnem procesu učitelj ni več le posredovalec znanja, ampak postane soustvarjalec znanja učečih in s tem prevzema tudi soodgovornost za kvaliteto znanja. Na učence osredinjen pouk tako temelji na aktivnostih učečih, ki jih omogoča vrsta novih didaktičnih načinov oz. strategij.

V tem prispevku je obravnavan način *projektnega učnega dela*, za katerega je njegov začetnik W. Kilpatrick (1918) zapisal, da je njegov osnovni vzvod interes učečega, da neko vsebino sam preuči, ovrednoti, spozna ali izdela izdelek v povezavi z motivirajočo situacijo iz življenja. Sodobni avtorji navajajo različne definicije, npr., da je projektno učno delo učna metoda, pri kateri učenci z lastnimi aktivnostmi osvajajo nove pojme izbranega vsebinskega področja ob uporabi elementov raziskovalnega načina, pri tem pa so osredinjeni na cilj izdelati projektno nalogo ali razviti izdelek (Blumenfeld et al., 1991). Sodelavci Buck Institute of Education (2007, 2009), kjer se že od leta 1987 ukvarjajo s preučevanjem različnih vidikov projektnega učnega dela, povzemajo, da je

projektno učno delo sistematičen način učenja, ki učence aktivno vključuje v pridobivanje temeljnih znanj in za življenje koristnih spretnosti ob uporabi raziskovalnega načina, ki ga učenci soustvarjajo okoli kompleksnih, avtentičnih vprašanj ali premišljeno zasnovanih izdelkov in nalog. Thomas (2000) pa je projektno učno delo na kratko ubesedil kot model organiziranja učenja v sklop izvajanja projekta.

Primerjalna analiza opredelitev značilnosti, ki so jih za projektno učno delo razdelali različni avtorji, je pokazala, da je ključnih naslednjih osem značilnosti (Ferk Savec, 2010): tematika povezana z življenjem; interdisciplinarni način; aktivnosti so načrtovane in ciljno usmerjene, njihovi nosilci so dijaki; upoštevanje interesov, učnih stilov in sposobnosti dijakov; razvijanje medosebnih odnosov ter sposobnosti komuniciranja in sodelovanja; težišče na učnem procesu; odprtost učnega procesa in pri ocenjevanju je vrednotena izpeljava projektnega učnega dela in projektni izdelek. Iz zapisanega lahko povzamemo, da projektno učno delo v učni proces prinaša tako aktivno delo učencev kakor tudi pridobivanje uporabnih znanj v povezavi z izkušnjami učencev iz življenja, zato ima dober potencial, da pripomore k premostitvi v začetku prispevka opredeljenih, zaznanih problemov iz šolske prakse.

V literaturi najdemo več različnih opredelitev stopenj učnega procesa pri projektne učnem delu. Na področju kemijske didaktike uveljavljena avtorja Barke in Harsch (2001) v monografiji *Kemijska didaktika danes: učni procesi v teoriji in praksi* povzemata delitev projektnega učnega dela na sedem stopenj, ki jo je uvedel Frey leta 1982. Navedena delitev je najpogosteje privzeta tudi v slovenskem prostoru (Novak, 1990; Gradišnik, 2002; Berlec, 2004; Ferk Savec, 2010).

Pri tej delitvi je temeljnih pet stopenj projektnega učnega dela, ki si sledijo po določenem zaporedju, dodatni dve stopnji pa sta vmesni in dopolnilni ter se izvajata samo po potrebi. Glavne stopnje učnega procesa pri projektne učnem delu so naslednje: (1) iniciativa, (2) skiciranje projekta, (3) načrtovanje izvedbe projekta, (4) izvedba projekta in (5) sklepna faza. Dodatni podstopnji pa sta: (1) usmerjevanje (metainterakcija) in (2) usklajevanje (fixpunkt).

Vsaka od stopenj učnega procesa pri projektne učnem delu ima svoj namen in zanjo veljajo specifične značilnosti (Ferk Savec, 2010):

Namen *iniciative* je zbiranje predlogov in pobud učencev o zanje zanimivih tematikah projektnega učnega dela. Želena je, da pride iniciativa od učencev, saj bodo v nadaljevanju projektnega dela v tem primeru bolj zavzeti in zainteresirani, mogoče pa je tudi, da prispeva izhodiščno idejo učitelj in jo skupaj z učenci obdela v smereh, ki so za učence najbolj zanimive.

V stopnji *skiciranja projekta* (imenujemo jo tudi izdelava osnutka projekta) učenci podrobneje razpravljajo o izbranih tematskih področjih. Diskusijo je treba usmerjati tako, da bo pripeljala do sklepov na področjih: (1) Definiranje izhodišča projektnega učnega dela in (2) Izvedljivost projekta.

Načrtovanje izvedbe projekta je stopnja, v kateri učenci v projektne skupinah oblikujejo svoj izvedbeni načrt dela. V tej stopnji jih učitelji usmerjajo, da podrobno razmislijo in opredelijo naloge, ki so ključne za uspešno izvedbo projekta in skladne s predvidenimi časovnimi možnostmi. Na osnovi opredeljenih nalog nato učenci razdelijo delo med člane projektne skupine v skladu s prioriteta posameznikov in smiselno glede na logično zaporedje poteka projekta.

Časovno je *izvedba projekta* glavnina projektnega učnega dela. V tej stopnji učitelj spremlja in usmerja učence pri izvajanju aktivnosti v skladu z načrtom, ki so ga

pripravili v prejšnji stopnji. Učitelj učence spodbuja, da se vsak potruži in izvede svojo nalogo čim bolje. Izhodiščni del izvedbe projekta je navadno natančen pregled razpoložljive literature, saj je dobro poznanje teoretičnih spoznanj nujna osnova za praktično delo projekta. Ob izvedbi eksperimentalnega dela projektne učnega dela učitelj učence spodbudi k vodenju laboratorijskih dnevnikov, v katere sproti zapisujejo vse potrebne informacije o izvedenem eksperimentalnem delu.

V *sklepni fazi* se projekt izteče. Navadno je na koncu projekta priprava poročila o projektne učnem delu. Tega pa učenci poleg pisnega izdelka navadno predstavijo tudi ustno. Glede na dogovorjen način ustne predstavitve lahko učenci za njeno vizualno podporo izdelajo poster ali pa pripravijo računalniško podprto predstavitev, npr. v „power pointu“.

Izvajanje projektne učnega dela lahko učitelji po potrebi dopolnijo z dvema podstopnjama. Pomen in smisel *usmerjevalne podstopnje* je v razrešitvi problemov, ki nastopijo med izvedbo projekta. *Usklajevalna podstopnja* ima povezovalno funkcijo. Do nje pride zaradi potrebe po medsebojnem obveščanju o poteku projekta, zaradi dogovorov o nadaljevanju projekta itd. Smisel te podstopnje je ohranjanje tekočega delovanja projekta.

3 Metodologija

Pri opredelitvi naravoslovnih kompetenc lahko, izhajajoč iz projekta Tuning Educational Structure in Europe, Competences (2009), privzamemo, da so kompetence kombinacija znanj, razumevanj, spretnosti in sposobnosti.

Tuning opredeljuje tri ključne sklope kompetenc: (1) *inštrumentalne kompetence* (kognitivne sposobnosti, metodološke sposobnosti, tehnološke in lingvistične sposobnosti; (2) *medosebnostne kompetence* (socialna interakcija in sodelovanje, etičnost (izrednega pomena za naravoslovje) in (3) *sistemske kompetence*, kamor uvrščamo sposobnost vseživljenjskega učenja, kreativnost, samoiniciativnost, skrb za kvaliteto itd. Vrtačnik (2009b) meni, da je bistvena značilnost Tuning-klasifikacije kompetenc sistematičnost in preglednost, ki omogoča konkretizacijo na področje naravoslovja ob predpostavki, da smo dobro razčlenili značilnosti naravoslovja. V nadaljevanju Vrtačnik (2009a) ugotavlja, da se pri opredeljevanju naravoslovnih kompetence kot ključna kompetenca naravoslovja ponuja postopno uvajanje učencev in dijakov v znanstveno metodo preučevanja realnega sveta. Pri tem znanstveno metodo avtorica opredeli kot logični in racionalni niz korakov, s katerimi znanstvenik prihaja do spoznanj o delovanju sveta. Iz tega izpelje, da se zato sama po sebi ponuja možnost podrobnejše razčlenitve naravoslovnih kompetenc na: (1) opazovanje/raziskovanje, (2) oblikovanje hipotez, napovedi, (3) preverjanje napovedi z eksperimentiranjem, (4) končevanje in (5) poročanje.

Žarič, Sikošek in Golob (2009) so na osnovi Tuninga opredelile 36 kompetenc, specifičnih za kemijske vsebine v šolski vertikali, le-te zaradi omejitev dolžine prispevka na tem mestu niso eksplisitno izpisane.

4 Rezultati z diskusijo

V skladu z navedenimi opredelitvami kompetenc so v nadaljevanju prispevka obdelane možnosti razvoja kompetenc učencev s projektne delom prek specifičnih stopenj projektne učnega dela (Tabela 1).

Iz tabele 1 lahko razberemo, da je mogoče ob uporabi projektnega učenega dela razvijati vse naravoslovne kompetence, ki jih je kot ključne opredelila Vrtačnik (2009a). Prav tako ustrezno zasnovana izvedba projektnega učenega dela omogoča pri učencih razvijanje številnih kompetenc iz vrste specifičnih kemijskih kompetenc, ki so jih opredelile Žarič, Sikošek, Golob (2009).

5 Sklep s priporočili za šolsko prakso

Ta prispevek nakazuje, da je ob uporabi projektnega učnega dela mogoče pri učencih razvijati vrsto naravoslovnih in specifičnih kemijskih kompetenc. Da bo razvoj naravoslovnih kompetenc ob uporabi projektnega učnega dela čim bolj učinkovit, predlagamo naslednja didaktična priporočila za izvedbo projektnega učnega dela:

1. Pri projektnem učnem delu učenci usvajajo novo znanje in spretnosti prek lastnih aktivnosti, pri čemer imajo priložnost za intenzivno razvijanje ustvarjalnega in inovativnega potenciala, kar je neprecenljivega pomena. Vloga učitelja je predvsem v usmerjanju učnega procesa k zastavljenim ciljem in spremljanju dogajanja v posameznih projektnih skupinah. Pomembno je, da se učitelji preudarno vključujejo v proces pridobivanja znanja učencev ter jim (do prave mere!) dopustijo tudi morebitne napake, iz katerih bodo lahko prišli do novih spoznanj in se učili reševanja problemov.
2. Projektno učno delo je najbolj primerno za vsebine, pri katerih lahko učenci že usvojene temeljne pojme optimalno nadgradijo in uporabijo v povezavi z življenjskimi situacijami.
3. Glede na namen projektnega učnega dela ločimo štiri osnovne tipe projektnega dela: projekte konstruktivnega tipa, projekte usvajanja in vrednotenja, problemske projekte in projekte tipa učenja. Vsem so skupne že opisane značilnosti in stopnje izvajanja, zaradi strnjenosti tega prispevka je mogoče pridobiti dodatne informacije o podrobnostih in primerih posameznih tipov v dodatnih literaturnih virih, npr. Ferk Savec (2010).
4. Z vidika trajanja izvedbe projektnega dela je projektno učno delo lahko zelo raznoliko. Projektnemu učenju je lahko v šolskem letu namenjen poseben teden, t. i. *projektni teden*, ali pa se *projektno orientiran pouk* izpelje v daljšem časovnem obdobju, usklajeno s potekom običajnega pouka. V okviru zadnje omenjenega delimo projekte na majhne, srednje velike in velike projekte. *Majhni projekti* trajajo od dve do šest ur. Značilno je, da se največkrat izvajajo v obliki blokovnih ur (po dve ali tri ure skupaj). *Srednje veliki projekti* lahko trajajo od dveh dni do enega tedna. Primernejši so za starejše učence ali za odrasle. Trajanje *velikih projektov* je lahko od enega tedna pa tudi do enega leta. Pri takih projektih sodeluje velikokrat več skupin učencev ali celo več šol.
5. Zaradi potrebe po, glede na naravo projektnega učnega dela, prilagojenem načinu ocenjevanja je treba, da z njim že pred začetkom vpeljave tega načina v pouk podrobno seznanimo učence in ga z njimi uskladimo tako, da ga dojemajo kot pravičnega.

Tabela 1: Naravoslovne kompetence, ki jih lahko učenci razvijajo v posameznih stopnjah projektnega učnega dela

Stopnje projektnega učnega dela	Iniciativa	Skiciranje projekta	Načrtovanje izvedbe projekta	Izvedba projekta	Sklepna faza	Usmerjevalna in usklajevalna podstopnja
Naravoslovne kompetence (Vrtačnik, 2009a)	Opazovanje	Oblikovanje hipotez Oblikovanje napovedi	Načrtovanje preverjanja napovedi z eksperimentiranjem	Preverjanje napovedi z eksperimentiranjem Opazovanje	Končevanje Poročanje	Preverjanje napovedi z eksperimentiranjem
Kompetence, specifične za kemijske vsebine (Žarič, Sikošek, Golob, 2009)	Sposobnost prepoznati in analizirati (nenavadne) probleme in načrtovati strategije za njihovo rešitev			Raziskovanje Obvladanje informacijskih spretnosti, vključujoč pridobivanje spletno dosegljivih informacij iz primarnih in sekundarnih informacijskih virov Sposobnost uporabe kemijskega znanja in razumevnja pri reševanju znanih in neznanih kvalitativnih in/ali kvantitativnih problemov, Sposobnosti varnega dela s kemikalijami, upoštevanje njihove fizikalne in kemijske lastnosti ter z njimi povezane nevarnosti	Sposobnost interpretacije podatkov, pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev v smislu njihove pomembnosti ter povezovanje le-teh s pripadajočimi teorijami Obvladanje informacijsko – tehničnih spretnosti, kot npr. oblikovanje besedila, delo z razpredelnici, vnašanje in shranjevanje podatkov Sposobnost predstavitve znanstvene vsebine in argumentov v pisni in ustni obliki	
	Sposobnost načrtovanja, priprave in izvedbe uporabnih raziskav od faze prepoznavanja problema do skozi vrednotenje rezultatov in ugotovitev, uporabljajoč primerne tehnike in postopke					
	Udeležanje medosebno in skupinsko, navezujoč se na sposobnost interakcije z drugimi osebami in pri delu v skupini					
	Usvajanje teoretičnih osnov kemijskih vsebin, ki so tematika izbranega projektnega dela					

6 Viri

- Abd El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., Tuan, H. (2004) Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397–419.
- Barke H. D., Harsch G. (2001) *Kemijska didaktika danes: učni procesi v teoriji in praksi (naslov izvirnika Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis)*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Berlec, P. (2004) *Izolacija učinkovin iz šentjanževke (Hypericum perforatum L.): Diplomsko delo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Bennett, J., Holman, J. (2002) *Context-based approaches to the teaching of chemistry: What are they and what are their effects?*. V: J.K. Gilbert (Ed.) *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 165–184.
- Bennett, J., Lubben, F. (2006) Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science Education* 28, 999–1015.
- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., Palincsar, A. (1991) Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3&4), 369–398.
- Buck Institute of Education (2007) *Project Based Learning Handbook*. <http://www.bie.org/index.php/site/PBL/pbl_handbook/> [dostopno on-line 26. julij 2009].
- Buck Institute of Education (2009) *Homepage*. <<http://www.bie.org/>> [dostopno on-line 26. julij 2009].
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., De Jong, O., Pilot, A. (2006) A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28, 1063–1086.
- De Vos, W., Bulte, A. M. W., Pilot, A. (2002) Chemistry curricula for general education: Analysis and elements of a design. V: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.) *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 101–124.
- Driessen, H. P. W., Meinema, H. A. (2003). *Chemie tussen Context en concept [Chemistry between context and concept]*. Enschede, The Netherlands: SLO.
- Eijkelhof, H. M. C., Kortland, K. (1988) Broadening the aims of physics education. V: P. J. Fensham (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. London, UK: Falmer Press.
- Ferk Savec, V. (2010) *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin: recenziran učbenik*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Gerlič, I. (2009) *Uvod*. V: S. Fošnarič, I. Gerlič, N. Golob, R. Repnik, A. Šorgo (Eds.) *Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam* : (1. 1. 2009–31. 3. 2009) : projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc : (št. 3311-08-986011). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 8–9.

- Gradišnik, M. (2002) *Projektno učno delo pri pouku fizike v osnovni šoli: diplomsko delo*. Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta Maribor.
- Johnstone, A. H. (1991) Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83.
- Johnstone, A. H. (2000) Teaching of chemistry. Logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 9–17.
- Kilpatrick, W. H. (1918) *The project method*. V: *Teachers college record* (New York), vol. XIX, no. 4, September 1918, 319–35.
- Novak, H. (1990) *Projektno učno delo*. Ljubljana: DZS.
- Osborne, J., Collins, J. (2001) Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23, 441–467.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralle, B., the ChiK Project Group (2006) "Chemie im Kontext" – symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28, 1041–1062.
- Pilling, G., Holman, J., Waddington, D. (2001) The Salters' experience. *Education in Chemistry*, 38, 131–133.
- Pilot, A., Bulte, A.M.W. (2006a) The use of "Contexts" as a challenge for the chemistry curriculum: its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, 28, 1087–1112.
- Schwartz, A. T. (2006) Contextualised chemistry education: the American experience. *International Journal of Science Education*, 28, 977–998.
- Sozbilir, M. (2004) What makes physical chemistry difficult? Perceptions of Turkish chemistry undergraduates and lecturers. *Journal of chemical education*, 81, 573–578.
- Thomas, J. W. (2000) *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation PBL. <http://www.bie.org/index.php/site/resource/item27/> [On-line 26. 6. 2009].
- Tuning Educational Structure in Europe, Competences.
<<http://www.tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php?option=content&task=view&id=173&Itemid=209>>, [dostopno on-line 10. 5. 2010].
- Vrtačnik, M. (2009a) *Komentar k prispevku »Operacionalizacija naravoslovnih kompetenc«*. V: S. Fošnarič, I. Gerlič, N. Golob, R. Repnik, A. Šorgo (Eds.) *Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam : poročilo projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc* (št. 3311-08-986011) od 1. 1. 2009 do 31. 3. 2009. Maribor : Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 240–245.
- Vrtačnik M. (2009b) *Kompetence in nova izobraževalna paradigma* . V: S. Fošnarič, I. Gerlič, N. Golob, R. Repnik, A. Šorgo (Eds.) *Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam : poročilo projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc* (št. 3311-08-986011) od 1. 1. 2009 do 31. 3. 2009. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 247–250.

- Watters, J. J. (2004) Engaging with chemistry through context. In Proceedings of the Royal Australian Chemical Institute, Tertiary-Secondary Interface Conference, Brisbane, August 2004.
- Žarič, Sikošek in Golob (2009) *Kompetence specifične za kemijske vsebine v šolski vertikali*. V: N. Golob, D. Sikošek, K. Žarič, E. Ferk (Eds.) Kompetence specifične za kemijske vsebine po šolski vertikali : poročilo projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc (št. 3311-08-986011) od 1. 4. 2009 do 30. 6. 2009. Maribor : Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 8–10.



5. DEL

Projekt

Razvoj naravoslovnih kompetenc

SKUPNO PODROČJE

RAZVIJANJE SPECIFIČNIH NARAVOSLOVNIH KOMPETENC NA PODLAGI MATEMATIKE

Alenka Lipovec¹, Igor Pesek²

¹ Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta,
Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija,
alenka.lipovec@uni-mb-si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko,
Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija,
igor.pesek@uni-mb-si

Povzetek

Matematične in specifične naravoslovne kompetence so zaradi temeljne narave matematike kot znanosti tesno povezane. Dodatno z razvijanjem matematičnega razmišljanja razvijamo tudi večino generičnih kompetenc. Teoretični okvir prispevka je komunikacijsko socialno konstruktivistična teorija razvoja matematičnih pojmov po Sfardovi in teorija realistične matematike, razvita na Freudenthalovem inštitutu. Opisali bomo aktivnosti, ki so bile prvotno razvite za delo z matematično obetavnimi učenci v obliki interesne dejavnosti na področju izboljševanje koeficienta ustvarjalnosti. Naše predhodne raziskave so pokazale, da je vpliv na matematično znanje in odnos šibko pozitiven, pri čemer se v polletnem obdobju bistveno dvigne koeficient ustvarjalnosti. Gradiva, razvita v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc prilagodijo te aktivnosti za delo s celotnim razredom v klasični šolski situaciji. Prilagoditve vključujejo mlajšim učencem prilagojeno štiristopenjsko strategijo reševanja problemov in nekatera novejša spoznanja, povezana s kontekstualizacijskimi dilemami v zgodnjem izobraževanju. Aktivnosti lahko razdelimo v štiri, deloma prekrivajoče se sklope: naloge rekreativne matematike, aktivnosti, ki vključujejo delo s strukturiranimi fizičnimi in virtualnimi manipulatorji, strateške igre in aplikativne naloge s področja teorije grafov. Evalvacija nakazuje pozitivne učinke na področju klasično matematičnih znanj, prepričanj učencev in staršev o matematiki in njihovih odnosov do matematike ter dvig komunikacijskih sposobnosti učencev. Dodatno se je izkazalo, da aktivnosti omogočajo transfer v predmetno specifičnih znanjih.

Ključne besede: naravoslovne kompetence, matematika, primarna stopnja izobraževanja

Abstract

Mathematical and specific science competences are tightly connected because of the fundamental nature of mathematics in the science. Simultaneously with the development of mathematical thinking we also develop most of the generic competences. Theoretical frame of this paper is the commognitive social constructivist theory by Sfard and theory of realistic mathematics developed at the Freudenthal Institute. We describe activities, which were first developed for the promising learners in the form of additional classes in the domain of improving the creativity coefficient. Earlier studies show that the impact on mathematical knowledge is weakly positive, whereas during the half year activities the creativity coefficient raises significantly. Learning materials developed in the project Development of science competences adapt these activities for work in the classroom in the classical school situation. Adaptations include for the young learners

adjusted four level strategy of the problem solving and some new cognitions related to the contextual dilemmas in early education. We can divide activities into four partly covered components: exercises of recreational mathematics, activities that include work with structural physical and virtual manipulators, strategic games and applicative exercises from the graph theory. Evaluation shows positive impact in the area of classical mathematical knowledge, relations and beliefs of the learners and their parents about and toward mathematics and also the rise of learners' communication abilities. Additionally it has been shown that described activities enable transfer within subject specific knowledge.

Keywords: science competencies, mathematics, primary school education

1 Uvod

Matematika velja za temelj naravoslovnih znanosti. Na tem področju razvijamo načine mišljenja, ki imajo visoko transferno vrednost. V okviru tega prispevka bomo poučevanje in učenje matematike postavili v okvir socialno konstruktivističnih teorij učenja, natančneje v komugnicijski okvir razvoja pojmov po Sfardovi, ki poudarja prepletenost kognicije in komunikacije (Sfard, 2007). Ker razvijamo naravoslovne kompetence, ki so tesno povezane z vsakdanjimi izkušnjami, bomo upoštevali tudi izsledke metod realističnega poučevanja matematike, razvite v Freudenthalovem inštitutu (Treffers, 1991), ki med drugim poudarja vlogo modelov v premiku od situacijske aktivnosti do abstraktnega matematičnega mišljenja in s tem posega tudi v Sloveniji na močno raziskano področje uporabnosti kontekstualizacije pri učenju matematike (npr. Gravemeijer in Doorman, 1999, Bezgovšek, 2009). Kot najpomembnejši dejavnik se je znova izkazal učitelj oz. njegove odločitve v šolskih situacijah.

Učiteljeve kompetence bomo razumeli kot njegove sposobnosti, znanja, spretnosti, veščine in kvalifikacije, potrebne za realizacijo ciljev predmeta, ki ga poučuje. Shulman je definiriral PCK kot "... znanje poučevanja. Gre za zmes vsebinskega znanja in znanja didaktike, ki omogoči učitelju razumevanje, kako poučevati dan sklop, problem ali izziv. Učitelju omogoči strukturiranje, izbiro primerne reprezentacije in prilagoditev pouka raznolikim interesom in sposobnostim učencev. PCK je kategorija, s katero lahko določimo razliko v razumevanju poučevanja med specialnimi didaktiki, npr. didaktiki matematike ali didaktiki fizike, kemije, biologije, ... in pogledi splošnih pedagogov oz. didaktikov " (Shulman, 1987, str. 4). CPK je široko sprejet in močno raziskovan model tudi pri matematičnem izobraževanju.

Učencem je treba v socialno konstruktivističnih okvirjih omogočiti organiziranje in utrjevanje matematičnega razmišljanja s komunikacijo; koherentno in jasno sporočanje matematičnega razmišljanja sošolcem, učiteljem in drugim; analiziranje in evalvacijo lastnega in tujega matematičnega razmišljanja in strategij ter uporabo matematičnega jezika za natančno izražanje matematičnih idej. Med zgodnjim izobraževanjem naj bi imeli učenci dnevno možnost govoriti in pisati o matematiki. Učence naj se spodbuja k izražanju in zapisovanju svojih matematičnih domnev, vprašanj in rešitev. Če bo razprava postala sestavni del ur pouka matematike, se bodo učenci vanjo vključevali, čeprav bodo njihove ideje drugačne od idej sošolcev. Razen poizkusov razumevanja lastnega razmišljanja, učenci poskušajo razumeti tudi razmišljanje drugih ter v nekaterih primerih to razmišljanje povezujejo s svojim lastnim. Uporaba modelov in slik je nadaljnja priložnost za razgovor. S konkretno referenco pred seboj učenci razvijajo razmišljanje, ki je globlje in ga je lažje deliti.

Aktivnosti lahko razdelimo glede na uporabljen metodologijo v dva sklopa. Prvi sklop sestavljajo 4 gradiva, ki procesno razvijajo naravoslovne kompetence na podlagi matematičnih problemov. Prvi dve gradivi Volk, koza, zelje in Požeruh razvijata sposobnost reševanja problemov s strateškimi načini razmišljanja kot reverzibilnega razmišljanja ali razmišljanja s kontrapozicije. Prvo gradivo je klasičen problem brodnika, drugo gradivo pa v kontekstu igre gradi strateško razmišljanje. Drugi dve gradivi – Iskanje zaklada in Četverčki sta usmerjeni v razvoj prostorskih sposobnosti. Prednost gradiva Iskanje zaklada je v delu zunaj učilnice, gradiva Četverčki pa v kombinaciji strategije iskanja vseh rešitev in prostorske rotacije. Gradivo Četverčki dodatno omogoča analizo lastne rešitve in v delu sestavljanja kocke ponuja možnost kognitivnega konflikta. Prvi sklop je evalviran s klasičnimi metodami kvantitativne metodologije. V drugem sklopu je gradivo Blatno mesto, ki spada na matematično področje teorije grafov, specialno didaktično pa v sklop procesnih znanj, natančneje med problemska znanja. Aktivnost je povzeta po Fellows (1993) in je pri starejših učencih že dala pozitivne rezultate. V problemu iščemo minimalno vpeto drevo povezanega obteženega grafa. S situacijo Blatnega mesta, kjer optimizacijsko asfaltiramo poti po danem zemljevidu, se učenci soočajo z novim načinom reševanja nalog, ki vsebuje najprej naključno, nato pa sistematično poskušanje.

Primarna specifična naravoslovna kompetenca, ki jo razvijajo gradiva, je učenje reševanja problemov, sekundarna pa medsebojna interakcija. Gradiva sledijo štiristopenjskemu reševanju problemov: predstavitev problema, iskanje rešitve v skupini, diskusija in oblikovanje rešitve, zapisovanje poteka razmišljanja. Dodatno gradivo nadgrajuje in nadaljuje transfer z uporabo naučenega znanja v novih situacijah (npr. internetna omrežja).

2 Problem

Aktivnosti, ki jih razvijamo v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc in jih bomo v nadaljevanju na kratko opisali, so bile pilotno preizkane pri mlajših matematično obetavnih učencih. Izkazal se je pozitiven vpliv na matematično znanje (Lipovec in Kosi Ulbl, 2008), odnos (Lipovec in Pangrčič, 2008) in koeficient ustvarjalnosti (Lipovec in Bezgovšek, 2006). Testirana populacija sposobnejših učencev se razlikuje od tiste, ki jo obravnava projekt, ki zajame celoten spekter sposobnosti. Zato so bila gradiva prilagojena za mlajše učence. Bangert - Drowns, Hurley in Wilkinson (2004), ugotavljajo, da je npr. izrazno pisanje pri matematiki nekoliko težavnejše kot izvedbeno. Zato je bil pripravljen strukturirano voden material za aktivnost Blatno mesto, kjer je bila izrazito poudarjena vloga situacijskega učenja in uporaba manipulatorjev. Kljub temu ostaja vprašanje vpliva pri drugačni populaciji. Opisane aktivnosti so bile do sedaj preizkušene izključno s koncepti didaktike matematike, vpliv na specifično naravoslovno kompetence pa ni bil evalviran.

3 Namen

Namen prispevka je preveriti, ali aktivnosti vplivajo tudi na razvoj specifičnih naravoslovnih kompetenc, in sicer pri celotni populaciji mlajših učencev osnovne šole.

4 Metode in postopki

Pri raziskovalnem delu smo uporabili deskriptivno in kavzalno-eksperimentalno metodo pedagoškega raziskovanja. Za prvi sklop so bile uporabljene metode inferenčne kvantitativne statistike, za drugi pa kvalitativna naracijska metodologija oz.

raziskovanje pripovedi oz. zgodb (Polkinghorne, 1995). Imena učencev so zaradi varovanja identitete spremenjena.

5 Vzorec

Uporabili smo priložnostni vzorec iz hipotetične populacije učencev 3. oz. 4. razredov, ki so ga sestavljali učenci treh mariborskih šol in njihovi starši. Vzorec je sestavljalo 15 učencev 3. razreda in 27 učencev 4. razreda, skupaj je torej v raziskavi sodelovalo 42 učencev. V okviru projekta spodbujamo tudi sodelovanje staršev, zato je bilo v raziskavo vključenih tudi 42 staršev. Zaradi longitudinalne narave raziskave aktivnosti prvega sklopa se je vzorec v tem sklopu zmanjšal na 36 učencev in 17 staršev.

6 Pridobivanje podatkov

Instrument za prvi sklop je bil sestavljen iz analize treh vidikov: vpliv na odnos in prepričanja učencev in njihovih staršev, splošna ustvarjalnost učencev in tradicionalno znanje matematike učencev. Izvedena sta bila inicialni in finalni preizkus na vseh treh področjih v razmiku 6 tednov. Ker je bilo časovno obdobje kratko, nismo pričakovali bistvenih premikov. Za raziskavo je bil oblikovan inštrument za merjenje vpliva na odnos in prepričanje, ki je bil deloma povzet po vprašalnikih TIMSS 1999, TIMSS 2003 in vprašalniku o anksioznosti, ki sta ga oblikovala Chiu in Henry (1990). V vprašalnik so bila dodana še vprašanja o objektivnih dejstvih, kot so spol, starost, razred in ocena pri matematiki. Vprašalnik je bil nato modificiran v tri pojavne oblike: za učence, za starše in za učitelje. Instrument za merjenje tradicionalnega matematičnega znanja sta bila dva zvezka z 12 nalogami.

Instrument za drugi sklop je sestavljen iz dveh delov: prvi preverja predvsem pridobljene optimizacijske strategije znanje, drugi pa sposobnost transfera in metakognicijo. V prvem delu od učencev pričakujemo, da poiščejo optimalno rešitev v kontekstu polaganja internetne povezave. V drugem pa zastavimo naslednja vprašanja: Zapiši svoja razmišljanja ob reševanju naloge, ki z internetom poveže tebe in tvoje prijatelje. Kako si nalogo reševal? Ali si sodeloval s sošolci? Kako si se ob tem počutil? Kakšne podobne naloge bi si še lahko zastavili?

7 Obdelava podatkov

Inicialni in finalni preizkus za prvi sklop sta bila izvedena v razmiku 2 mesecev. Podatki za prvi sklop so bili obdelani s statističnim programom SPSS 15.0. Koeficient kreativnosti je bil izračunan z metodo, ki so jo predlagali Snyder, Mitchell, Bossomaier in Pallier (2004). Najprej so bile ustvarjene Roschianove kategorije, nato je bil koeficient ustvarjalnosti za posamično besedo izračunan tako, da se je vsaka kategorija štela le enkrat. Uporabljen je bil približek formule $\log_2((1+u_1)(1+u_2)\dots(1+u_n))$ pri čemer u_i pomeni število asociacij v posamičnih kategorijah. Podatki drugega sklopa so bili obdelani na osnovi Brunerjeve delitve (Bruner, 1986) na paradigmatičen način z analizo naracije, pri čemer prehajamo od zgodb k splošnim značilnostim in na narativen način, pri čemer prehajamo od elementov, povzetih iz podatkov k zgodbam.

8 Rezultati in interpretacija

Razvidno je, da je prišlo do dviga klasičnega matematičnega znanja, vendar razlike glede na Studentov t-test odvisnih vzorcev niso statistično značilne. Pri odnosu staršev navajamo le

kategorije, kjer je pri uporabi Wilcoxonovega preizkusa predznačenih rangov prišlo do značilnih razlik na nivoju usmeritve.

Tabela 1: Rezultati evalvacije 1. sklopa

znanje (%)		odnos (nivo strinjanja 1–4)						ustvarjalnost (%)	
N = 36		N = 17						N = 17	
		Matematika je eden od najpomembnejših predmetov v šoli.		Matematiko se učimo predvsem zato, da bi otroci znali računati.		Matematika nam pomaga bolje razumeti svet okrog nas.			
Inicialni	finalni	inicialni	finalni	inicialni	finalni	inicialni	finalni	inicialni	finalni
0,44 ± 0,23	0,50 ± 0,17	3,44	0,69	3,13	2,88	3,19	3,50	35,2 ± 9,0	55,1 ± 16,5
$t = 1,401, P = 0,174$		$Z = -1,633, P = 0,10$		$Z = -1,667, P = 0,096$		$Z = -1,890, P = 0,059$		$t = -6,046, P = 0,000$	

Z rezultati smo lahko zadovoljni, saj glede na kratek čas izvajanja aktivnosti nismo pričakovali večjih sprememb v odnosu. Natančnejši pregled razkrije, da so se starši zavedali estetske privlačnosti matematike (*moj otrok uživa, ko rešuje zapletene matematične naloge*; dvig ranga za 9 %), a tudi njene težavnosti (*matematika je „šibka točka“ mojega otroka*; a dvig ranga za 10 %). Uspešnost so začeli pogojevati tudi z vlaganjem truda (*pri matematiki je treba rešiti čim več nalog, matematika otroke uči vztrajnosti in doslednosti*; dviga za 9 % in 10 %). Kaže, da sodelovanje z otrokom pri reševanju tovrstnih nalog starše »vzgaja« v bolj objektivno ocenjevanje lastnih otrok in njihovih sposobnosti.

Razveseljiva je tudi ugotovitev, da je že sam prvi sklop aktivnosti statistično značilno vplival na koeficient ustvarjalnosti. Prav vsi učenci so napredovali. Vzrok lahko pripišemo divergentno zastavljenim aktivnostim, vsaj del vzroka za napredek pa gre gotovo pripisati tudi navajenosti na preizkusno situacijo. Učenci so namreč preizkus prostih asociacij v finalni verziji reševali drugač in bili zato s situacijo bolje seznanjeni kot prvič.

Aktivnost Blatno mesto je bila preizkušana na 23 učencih. Na prvem srečanju je bil povprečni odmik od optimizacijske rešitve 23-odstoten. Na drugem srečanju je ob podobnem, a vendarle drugačnem problemu (internetna omrežja) postala očitna želja po optimizaciji rešitve. V tabelo so učenci zapisovali vedno optimalnejše rešitve, v povprečju so rešitve optimizirali s 13-odstotnim odmikom. Nesistematičnega poizkušanja je bilo malo, prevladovalo je sistematično iskanje z zapisovanjem na ikoničnem nivoju, ponekod že tudi na simbolnem nivoju. Očitno je postalo, da so si vedno bolj pomagali z računanjem in razmišljanjem. Optimalno rešitev so poskušali najti s tem, da so izločali najdražje povezave. Večkrat so naleteli na težavo nepovezanosti v navidezno optimalni rešitvi (rešitev je sicer nižja od optimalne, a neregularna, ker vsi objekti niso bili povezani). Pri tretjem srečanju so učenci reševali nalogo, ki so jo zastavili sami. Zaradi neprimerljivosti tako nastalih nalog, podajanje ugotovitev o optimalnosti ni mogoča. Kljub temu dodajmo, da je 11 učencev od 15 našlo optimalno rešitev.

V drugem sklopu smo evalvirali predvsem komunikacijski vidik z narativno analizo. Ena izmed prvih ugotovitev kaže na to, da otroški zapisi izražajo visoko stopnjo koncentracije pri reševanju naloge (npr. Aleš: "*Razmišljal sem samo o tem.*") Aktivnost je očitno problemska, tj. pot do rešitve ni znana vnaprej, kar je zaznati tudi iz njihovih zapisov (Ana: "*Na začetku se mi je zdela zelo težka, potem pa je bila kar lahka.*") Vsi učenci so poudarili pomembnost sproščenega, odprtega ozračja, kjer učenci lahko

izražajo svoja mnenja (npr. Ana se je počutila "... malo negotovo ...", Saška "... malo zmedeno ...« in Katja priznava svojo željo po "skrivanju v skupini"). Varno okolje je omogočilo učencem, da so poudarili svoje ideje in jih prediskutirali z drugimi v različnih oblikah sodelovalnega učenja (npr. Vesna: "*Šlo mi je dobro, ker sem razumela nalogo in šlo mi je dobro, ker sem sodelovala s sošolci.*"). Učenci jasno izražajo občutek zadovoljstva ob lastnem uspehu (npr. Primož: "*Počutil sem se, da sem naredil za sebe nekaj dobrega*" ali Janja: "*Počutila sem se, kot da sem se že dosti stvari naučila*"). Očitno je tudi, da je prihajalo do pozitivnega transferja znanja (npr. Primož: "*Sprva nisem vedel čisto nič. Potem sem se spomnil na Blatno mesto.*"), kar lahko štejemo kot argument za trditev, da so učenci zares pridobili problemsko znanje. Vsaj nekateri zapisi jasno nakazujejo, da so razvijali naravoslovno matematično kompetenco, tj. reševanje problemov v življenjskih situacijah (npr. Vlasta: "*Nalogo sem reševala tako, da sem si pomagala z računi.*") Učenci izrazito kažejo željo po še bolj samostojnem, še manj vodenem učenju (npr. Ana: "*Lahko bi sestavili še takšne naloge, da bi vse rešili sami in brez tega, da bi vadili z Blatnim mestom in polaganjem kablov za internet.*"), kar je v skladu s socialno-konstruktivistično paradigmo pridobivanja znanja.

Zadnje vprašanje tretjega srečanja se je nanašalo na razvoj pojma, in sicer na fazo posploševanja. Učenci vprašanja niso natančno razumeli, nekateri so navajali aktivnosti v povezavi z izdelavo delovnih listov. Samo nekaj učencev je navedlo pričakovane posplošitve v druge aplikacije (npr. vodovodne cevi, poti reševalnih vozil, telefonski kabel). Taki učenci so bili štirje. Transfer na matematične kontekste (npr. Primož: "*Lahko bi postavljali ceste do gasilskih postaj, dali bi več dražjih cen in bi bilo veliko težje.*") so zapisali trije učenci. Nekateri učenci so predlagali in reševali tudi svoje grafe. Vsi grafi so bili enostavni (brez večkratnih povezav). Čeprav je bilo pričakovati, da bodo grafi preprostejši, to ni bilo tako. Od 6 zapisov grafov sta samo 2 bistveno preprostejša od prej podanih.

Ugotavljamo, da se je z zapisi jasno pokazalo, da je pisni komunikacijski zapis izvrstno diagnostično in analitično sredstvo, kar je v skladu z drugimi raziskavami s tega področja (pregledno v Baker in Czarnocha, 2002).

9 Sklep

Predlagane aktivnosti so v principu namenjene razvijanju matematične kompetence učencev kot podlage naravoslovni kompetenci v kontekstualizirani situaciji. Če naravoslovno kompetenco razumemo kot preplet znanja o naravoslovnih pojavih, procesih in situacijah, potem najlažje uvrstimo naša prizadevanja med didaktične načine pri razvijanju sposobnosti izvajanja naravoslovnih procesov. V predstavljeni aktivnosti so učenci opisovali, razlagali, napovedovali in na koncu interpretirali problem, kar so osnovni naravoslovni procesi. V primerjavi s klasičnim šolskim načinom je aktivnost vključevala probleme, postavljene v splošnoizobraževalni in poklicni kontekst ter prepoznanje ključnega mesta znanja, metod, odnosov in vrednot, ki določajo naravoslovne znanosti. Tako zastavljena aktivnost po definiciji PISE (OECD, 2006) razvija naravoslovno pismenost in torej tudi specifične naravoslovne kompetence. V prispevku smo s kvantitativno in kvalitativno empirično analizo ugotovili, da aktivnosti pozitivno vplivajo na splošno ustvarjalnost in da je transfer znanja na druga področja visok, kar pomeni, da gre zares za reševanje problemov, ki je element matematične kompetence kot ene od osmih ključnih kompetenc.

Druga kompetenca, ki smo jo poskušali razvijati, je komunikacija. Razredna razprava je bila zaradi narave zastavljene aktivnosti na visokem nivoju, vsi člani skupine so posebej

na prvem srečanju, kjer je potekalo delo v skupinah, razpravljali o optimalni rešitvi. Narativni zapisi učencev kažejo, da so kljub prvim poizkusom zapisovanja svojih razmišljanj bili sposobni relativno jasno izraziti svoje misli. Z zapisom so jih eksternalizirali in s tem raziskali lasten proces razumevanja ter razvijali boljše razumevanje obeh vidikov: pisnega sporočanja in matematike.

Kot dodano vrednost omenimo razvijanje kompetence učiteljev v poučevanju matematike kot temelja naravoslovnih znanosti. Učitelji, ki so evalvirali gradivo, niso bili samo pasivni prejemniki aktivnosti, ampak so najprej z usposabljanjem in nato z vodenim pridobivanjem podatkov postajali učitelji raziskovalci, ki reflektirajo in ponovno evalvirajo svoje specifično didaktično znanje, kakor smo prevedli PCK. Učiteljice, ki so evalvirale predstavljeno gradivo, so izražale pozitivne poglede na njim do sedaj »novih, inovativnih« načinov razvijanja matematičnega razumevanja.

Menimo torej, da lahko trdimo, da so aktivnosti ustrezno izbrane in da je njihov vpliv na specifične naravoslovne kompetence učencev in učiteljev pozitiven.

10 Viri

- Baker, W. Czarnocha, B. (2002) Written meta-cognition and procedural knowledge, Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics, University of Crete, Hersonissos Crete, Greece.
- Bangert-Drowns, R. L., Hurley, M. M. in Wilkinson, B. (2004) The Effects of School-Based Writing-to-Learn Interventions on Academic Achievement: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 74(1), 29–58.
- Bezgovšek, H. (2009) Kontekstualizacija pri pouku matematike v nižjih razredih osnovne šole. Magistrsko delo. Maribor: Pedagoška fakulteta.
- Bruner, J. (1986) *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chiu, L. H. in Henry, L. L. (1990) Development and validation of the mathematics anxiety scale for children. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 23(3), 121–127.
- Fellows, M. R. (1993) Computer science and mathematics in the elementary schools, v N. D. Fisher, H. B. Keynes & P. D. Wagreich (Ur.) *Mathematicians and Education Reform 1990–1991*. Amer. Math. Society.
- Gravemier, K. in Doorman, M., (1999) Context Problems in Realistic Mathematics Education: A Calculus Course as an Example. *Educational Studies in Mathematics*, 39(1–3), 111–129.
- Lipovec, A. in Bezgovšek, H. (2006) The didactic pentagon: students-teachers-parents-preservice teachers-teacher educators. Department of mathematics report series, 14, 85–88.
- Lipovec, A. in Kosi Ulbl, I. (2008). Interesna dejavnost s področja matematike v različnih šolskih okoljih. *Revija za elementarno izobraževanje*, 1(3/4), 79–86.
- Lipovec A., in Pangrčič, P. (2008) Elementary preservice teachers' change. *Acta didactica napocensia*, 1(2), 31–36.
- OECD. (2006) *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*.

- Polkinghorne, D. E. (1995) Narrative configuration in qualitative analysis. *International Journal of qualitative studies in Education*, 8(1), 12–28.
- Sfard, A. (2007). When the rules of discourse change, but nobody tells you - making sense of mathematics learning from commognitive standpoint. *Journal of Learning Sciences*, 16(4), 567–615.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* 57, 1–22.
- Treffers, A. (1991). Didactical background of mathematics program for primary school education. V: Streefland, L (ed.), *Realistic mathematics education in Primary school*. Utrecht: Freudenthal institute.

DIGITALNE KOMPETENCE V IZOBRAŽEVANJU

Marjan Krašna¹, Igor Pesek², Ivan Gerlič²

¹ Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta,
Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija,
marjan.krasna@uni-mb-si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko,
Koroška c. 160, 2000 Maribor, Slovenija,
igor.pesek@uni-mb-si, ivan.gerlic@uni-mb.si

Povzetek

Digitalne kompetence uvrščamo med generične, ki jih morajo obvladati vsi sodelujoči pri izobraževalnem procesu. V splošnem pa lahko rečemo, da jih morajo obvladati vsi, ki hočejo aktivno bivati v današnji družbi. Veliko je bilo poizkusov standardizacije digitalnih kompetenc, predvsem v smeri certificiranja takšnega znanja. Zelo znan primer je mednarodni program standardizacije računalniške pismenosti – ECDL (European Computer Driver License). Vsebinsko digitalne kompetence najdemo tudi v učnih načrtih računalništva v osnovni šoli in učnih načrtih informatike v srednji šoli. Kljub temu pa sodelujoči pri izobraževanju ugotavljamo, da osnovni cilji niso dovolj. Posebej še to velja za učitelje, ki morajo obvladati tudi multimedijske kompetence za njihovo uspešnejšo uporabo pri pouku. Raziskava, ki je bila izvedena, temelji na spremenjeni paradigmi priprave učnih gradiv, kjer se ne osredinimo primarno na vsebino, ampak na kompetence, ki jih želimo razvijati in je vsebina v takem primeru samo v podporni vlogi. Prikažemo praktičen razvoj eksperimenta za fizikalni zakon loma svetlobe, ki ga naprej razvijemo na klasičen način in ga kasneje dopolnimo z digitalnimi pripomočki. Predstavimo tudi tabelo multimedijskih digitalnih kompetenc, ki so v tesni povezavi z naravoslovnimi kompetencami in se pri projektnem delu skladajo z različnimi drugimi kompetencami in disciplinami.

Ključne besede: digitalne kompetence, ECDL, multimedijske digitalne kompetence

Abstract

Digital competences are classified under the generic competences, which have to master all involved in educational process. In general we can also say that all people that want to live actively in current society need to master them. There were many attempts to standardize digital competences especially in the direction of certification of such knowledge. Well known case is international program for computer literacy ECDL (European Computer Driver License). We can find digital competences noted in the current curriculum of the computer science in primary education and in the curriculum of the informatics in secondary education. Still the participants in the educational process feel that primary goals are not enough. This is especially true for teachers, which also have to master multimedia competences for their successful usage in the classroom. The research we conducted is based on changed paradigm on the making of learning materials. Here we do not focus on contents but on competences and content is only helping to further develop them. We present the development of experiment of physics Shell law, which is first presented in the classical way and later supplemented with digital accessories. We also present the table of multimedia digital competences

which are tightly connected with science competences and coincide in the project work with other competences.

Keywords: digital competences, ECDL, multimedia digital competences

1 Uvod

Izraz kompetence se pogosto uporablja pri sodobnem učenju (EU, 2005). V pedagoškem okolju pa ima ta izraz več pomenov. V grobem lahko kompetence v izobraževanju delimo na šolske kompetence, učiteljske in vodstvene kompetence ter učenčeve (dijakove) kompetence. Obstajajo pa tudi kompetence, ki niso odvisne od terminoloških razlik in so rezultat osebnostnega razvoja. Mednje prištevamo kognitivne, emocionalne in psihomotorične sposobnosti.

S stališča učitelja bi lahko definirali teoretični konstrukt z imenom kompetence glede na hipotetične psihološke procese, ki vsebujejo kognitivne, emocionalne, motivacijske, socialne in vedenjske komponente, ki jih učitelj pridobi do določene količine z učnim procesom. Posplošeno bi lahko rekli, da kompetence vključujejo zapleten sistem, ki je kombinacija znanj in sposobnosti ter strategij in rutin, potrebnih za uporabo znanj in sposobnosti kot dopolnitev nekaterih emocij in pogledov ter učinkovitega samonadzora takšnih kompetenc (Pušnik, 2005). Raziskava TESE-II (Gonzales in Wagenaar, 2005) je definirala kompetence kot kombinacijo znanj, razumevanj, spretnosti, zmožnosti in vrednosti. Prav tako pa lahko kompetence označimo kot kombinacijo: znanj, zmožnosti presoje, komunikacijskih spretnosti in spretnosti za nadaljnje učenje. Učenic (dijaki) postopoma pridobivajo kompetence pri različnih predmetih, ki sestavljajo učni načrt. Od njih se pričakuje, da bodo osvojili širok spekter generičnih in predmetno specifičnih kompetenc, ki bodo zagotavljale njihovo uspešno delo na pedagoškem področju. Pedagoško kompetenten učitelj mora združiti svoje profesionalno pedagoško znanje, sposobnosti in zmožnosti. Prav tako pa mora imeti osebne lastnosti: empatijo, kreativnost, sodelovanje, etiko in druge, da lahko postane vzornik učencem (Ljubetič, 2007). Pri znanju mora težiti k temu, da ne bo le predajal predvidenih znanj, ampak da bo aktivni ustvarjalec takšnih znanj. Učitelji so postavljeni pred nove naloge, ki od njih zahtevajo dodatno izobraževanje in usposabljanje ter razvoj reflektivnega načina učenja (Oonk, 2004). V dokumentih Evropske unije je velik poudarek na vseživljenjskem učenju, ki je ena izmed evropskih razvojnih prioritet (European Commission, 2002). Tako pričakujemo, da bodo učitelji imeli interdisciplinarno akademsko izobrazbo in potrebne kvalifikacije, da se bodo kreativno vključili v zapletene probleme izobraževanja in šolskih procesov (Duh, Herzog, Batič, 2009).

Ne glede na razlike v interpretacijah zahtevanih kompetenc lahko povzamemo nekatere lastnosti generičnih in predmetno specifičnih kompetenc, ki so neodvisne od večletne učiteljeve prakse ali stopnje izobrazbe. Nekatere izmed predmetno specifičnih kompetenc so: poznanje učnega načrta, dobro ekspertno znanje predmetnega področja, učenje, poznanje vsebine učenja, znanje predmetnega področja in poznanje vsebine predmeta ter metodologije.

V dokumentaciji Evropske skupnosti so kompetence opisane kot kombinacija znanja, spretnosti in povezav med sorodnimi situacijami. Tako so kompetence razdeljene v osem okvirnih področij (European union, 2006):

- komunikacija v maternem jeziku,
- komunikacija v tujem jeziku,

- matematične kompetence in osnovne kompetence znanosti ter tehnologije,
- digitalne kompetence,
- učenje učenja,
- socialne in družbene kompetence,
- občutek za iniciativo in podjetnost,
- kulturno zavedanje in izražanje.

2 Digitalne kompetence

Od vseh naštetih kompetenc se dve odlikujeta pri naravoslovnih znanostih. To sta matematične kompetence in osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter digitalne kompetence.

Digitalne kompetence so splošno uporabne in niso omejene le na naravoslovne znanosti, saj jih s pridom uporabljamo tudi v družboslovnih vedah. Digitalne kompetence bi lahko na splošno definirali kot: zanesljiva in kritična uporaba IKT za zaposlitev, učenje, osebno rast in sodelovanje v družbi.

Fundacija ECDL je ugotovila, da je razvoj IKT prehiter, da bi lahko ostali pri istih vsebinah, zato so v učni načrt št. 4 (Syllabus version 4) dodali tudi osnovno znanje multimedije. Drži, da v zadnjem učnem načrtu ne gredo v poglobljeno znanje multimedije in se omejijo samo na manipulacijo z domačo IKT-opremo, ki jo ljudje v vedno večji meri imajo (digitalni fotoaparati, kamere, dlančniki, prenosni telefoni, ...). Menimo, da za učitelja to ni dovolj, saj mora multimedijske kompetence razvijati poglobljeno. Dobro mora poznati vsaj obdelavo video posnetkov, zvoka in slike, ker lahko vse te spretnosti s pridom uporabi pri poučevanju naravoslovnih znanosti.

3 Uporaba računalnika pri izobraževanju

Sodobna TLS (Teaching Learning Study)-paradigma temelji na konstruktivističnem načinu. Študent je sposoben sestaviti svoje novo znanje le, če ima predhodno znanje in razumevanje na dovolj visokem nivoju, zato TLS-procesi ne bi smeli biti načrtovani samo za eno opravilo. Eden od ciljev TLS-paradigme je tudi, da spodbudi inovativno mišljenje vseh sodelujočih pri procesih izobraževanja. Hkrati vemo, da se z razvojem IKT hitro spreminja in zahteva vedno več znanja in učenja. Zato menimo, da je treba prenehati učiti podrobnosti, temveč moramo začeti učiti principe. Če bodo učeči znali in razumeli principe, jim ne bo težko osvojiti podrobnosti različne IKT-opreme – programske in aparature.

Čeprav vemo, da je končni cilj primarnega in sekundarnega izobraževanja uspešen in kompetenten študent, moramo najprej izobraziti kompetentne učitelje. Učitelji morajo poznati vsebino, pedagoško metodološke načine in poučevanje. Zato je najboljši model za njihovo izobraževanje pedagoško vsebinsko znanje (Shulman, 1986) in moderna različica le-tega, tehnološko pedagoško vsebinsko znanje (Mishra Koehler, 2006).

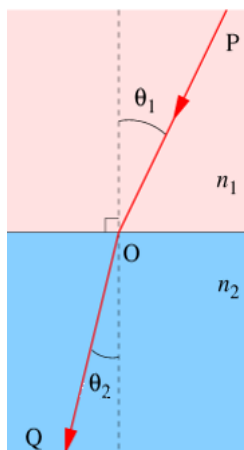
4 Razvoj eksperimenta z uporabo digitalnih kompetenc

V bližnji preteklosti so se učna gradiva povečini načrtovala in razvijala le z eno glavno mislijo, in sicer učinkovito prenesti zahtevano znanje iz učnih gradiv do študenta in hkrati zadostiti dodatnim zahtevam: dolgo zadrževanje znanja in prenos spretnosti.

Zato smo naredili praktičen projekt – pripravo študijskih gradiv za vsebino, ki jo vsi poznajo, vendar na drugačen način. Izbrali smo učno gradivo za fiziko z osrednjo temo lom svetlobe, z namenom, da pri tem gradivu najdemo zahtevane kompetence, ki so potrebne za izpeljavo meritev v šoli. Poudarek je bil na razvoju digitalnih kompetenc v podporo naravoslovju.

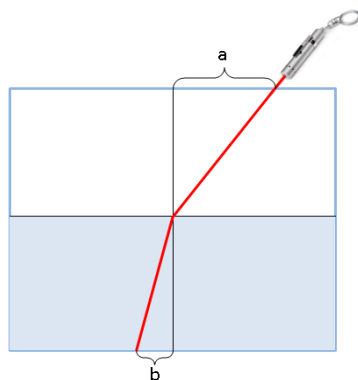
Lomni zakon se poučuje na vseh ravneh izobraževanja in ga najdemo v večini fizikalnih knjig, priročnikov in tudi na različnih spletnih straneh. Za razlago potrebujemo le skico in formule. Izkaže se, da vsebina le ni tako lahko razumljiva in da marsikateri učeči ta zakon preprosto prevzame in ga ne zanima več ozadje. Naš namen pri pripravi gradiva je bil drugačen. Želeli smo, da se do zakona dokopljejo študenti sami, ne da bi prej poznali skico in formule. Takšen način bi pozitivno vplival na zadrževanje znanja in zagotovil prenosljive spretnosti tudi za druge poizkuse.

Fenomen, ki ga pokažemo na sliki 1 je treba prenesti v realen eksperiment. Prikazana shema je poenostavljena za uporabo na srednjih poklicnih šolah, kljub temu pa je še zmeraj dovolj natančna, saj je izpuščena le hitrost svetlobe v prosojnem materialu (v našem primeru v vodi).



Slika 6: Skica, ki ponazarja zakon loma

Zanimivo je, da tega eksperimenta dolgo časa ni bilo tako zelo preprosto izvesti, kot je to mogoče danes. Potrebujemo le posodo (oglati), vodo in laserski kazalnik. Študenti naj bi preizkusili različne meritve, skladne s shemo na sliki 2.



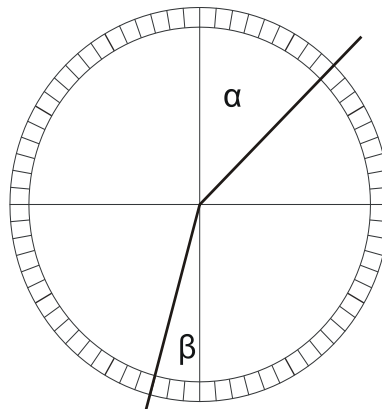
Slika 7: Shema eksperimenta

Izkazalo se je, da to le ni tako preprosto, kot smo na začetku predvidevali. Teoretično bi vse morale delovati, vendar ni, saj je nemogoče dobiti točne meritve na način, kot je prikazan na sliki 2. Če pogledamo sliko 3, ki smo jo dobili po večkratnih poizkusih, ugotovimo, da je zelo težko izmeriti a in b v sami posodi. Kljub neuspelemu eksperimentu smo se odločili, da ga bomo uporabili in tudi študentom dali možnost, da spoznajo, da nekatere stvari, ki so teoretično trivialne, v praksi niso tako enostavne.



Slika 8: Primer posnetka eksperimenta

Po razmisleku smo se odločili, da bomo s prikazanim eksperimentom poizkušali razvijati digitalne kompetence. Eksperiment smo nadgradili in vključili fotoaparata in računalnik za eksperimentalne meritve. Eksperiment sedaj poteka tako, kot je prikazano na sliki 2, s tem da sedaj ne poskušamo ročno izmeriti razdalj ali kotov, temveč eksperiment slikamo in sliko prenesemo na računalnik. Za natančnejše rezultate uporabimo grafični program za vektorsko obdelavo slik (npr. Inkscape), za manj natančne rezultate pa uporabimo program za izdelavo elektronskih prosojnic (Microsoft PowerPoint ali OpenOffice Impress). V izbrani program nato včitamo sliko in z orodji za risanje narišemo na sliko horizontalno in vertikalno črto, ki se ujemata s sliko lista papirja. Nato narišemo še črto vpadnega in lomljenega kota. Na sliko eksperimenta včitamo še kotomer (vektorska slika, ki smo jo pripravili), s katerim, potem ko smo uskladili center slike, odčitamo kote (slika 4) in jih vpisujemo v program za delo s tabelami (Excel ali Calc). Zo zadnje je potrebno, da z več zaporednimi meritvami izničimo napako meritve.



Slika 9: Kotomer z vrisanima črtama loma svetlobe

Kompetence, ki jih spoznamo pri izvedbi tega eksperimenta, so naslednje:

- Matematika – ne vsebuje le matematičnih spretnosti, ampak tudi spretnosti uporabe programov za delo s tabelarnimi podatki (manipulacija s podatki in izračunavanje). Prav tako študenti ugotovijo, da je potrebno več različnih meritev, da lahko izničijo merilne napake.
- Prenos teorije v prakso – vedo, da lahko podobni način uporabijo pri vseh prozornih materialih.
- Govorno in pisno komuniciranje – takšen eksperiment je nemogoče izvesti samostojno, zato je treba uskladiti delo več študentov, prav tako pa je treba narediti pisno poročilo o meritvah.
- Samostojno in timsko delo – študenti se morajo organizirati in si določiti delovne naloge za izvedbo tega eksperimenta.
- Organiziranje in načrtovanje – skupina mora biti seznanjena z vsemi postopki, da bo uspešno zagovarjala rezultate. Sem spadajo načrtovanje eksperimenta, izvedba eksperimenta – organiziranje in na koncu predstavitev rezultatov – načrtovanje predstavitev.

Spretnosti, ki jih ta eksperiment zahteva, so naslednje:

- zbiranje podatkov
- matematične tehnike
- prenos teorije v prakso
- organizacija in planiranje
- digitalna obdelava slike

Ugotovili smo, da največ težav povzroča spretnost digitalnega zajema slike. Čeprav je to za nekatere povsem trivialen proces, se izkaže nasprotno. Že samo slikanje povzroči kar nekaj težav: kako sploh slikati (napredne nastavitve fotoaparata); iz katere pozicije slikati, da ne bo napake kotov in bodo zato vse meritve napačne, in kdaj uporabiti bliskavico in ozadje.

5 Multimedijske digitalne kompetence

Naravoslovne kompetence so z digitalnimi tesno povezane in se pri problemskem načinu in projektnem delu skladajo z različnimi drugimi kompetencami in disciplinami. Odločili smo se, da jih bomo združili v pregledni tabeli, v kateri bodo vključena znanja, spretnosti in povezave. Pri povezavah se bomo omejili le na povezave znotraj digitalnih kompetenc.

	Znanje	Spretnosti	Povezave
Oblikovanje besedil	Vsaka projektna dokumentacija je tekstovni dokument, ki vključuje slike, tabele in grafe. Študenti se morajo naučiti dokumentirati svoje delo. Posebno pozornost je treba posvetiti citiranjem del in ne podpirati lenobe "copy/paste" generacije.	• Urejanje besedila • Tabele • Delo z grafiko • Enačbe • Pogled • Slogi • Kazala • Konverzije (DOC, RTF, PDF, ...)	• Obdelava tabelarnih podatkov • Obdelava slik • Predstavitve • Splet in komuniciranje
Obdelava tabelarnih podatkov	Eksperimenti so merljivi in iz podatkov se izračunajo novi rezultati. Analiza podatkov in rezultatov pa prinese novo znanje. Obdelava podatkov je zelo pomembna pri izobraževanju in le kompleksnost analize se z učenim nivojem zvišuje. Osnovne statistične načine lahko osvojijo učenci že v osnovni šoli.	• Urejanje (vnos, brisanje, iskanje, menjava, ...) • Funkcije (matematične, besedilo, statistika, ...) • Vrtilne tabele	• Oblikovanje besedil • Obdelava slik • Predstavitve
Obdelava slik	Tehnološki napredek je omogočil skoraj vsakemu, da ima napravo za zajemanje slike. Od GSM-telefonov do digitalnih fotoaparatorov je cel spekter naprav v različnih cenovnih razredih. Spretnosti za zajemanje slike, prenos slike in procesiranje pa niso enake. Zanimarja se spretnost zajemanja slike, ker zna vsak pritisniti za sprožilec. Razlika med dobro in slabo fotografijo pa je velika. Prav tako je pomembno, da že ob zajemanju slike vemo, v katero kompozicijo bo postavljena (bo na njej kaj napisano ali bo na spletni strani, v predstavitvi ...)	• Risanje, slikanje, rezanje in lepljenje • Pretvorbe med tipi slik in slikovnimi datotekami • Barvno kodiranje in transformacije. • Fotografiranje • Skeniranje • OCR (optično prepoznanje znakov)	• Oblikovanje besedil • Obdelava tabelarnih podatkov • Predstavitve • Splet in komuniciranje
Obdelava zvoka in videa	V nekaterih primerih je treba zajeti video, bodisi za arhiv ali pa za dokumentacijo postopkov ter promocijskih video posnetkov. Študenti morajo vedeti, kateri so slabi in kateri dobri posnetki (kaj je dobra in kaj slaba kompozicija, tresenje slike, sprehod, zumiranje). Prav tako je pomembno, da vedo, kaj naj pričakujejo pri digitalni obdelavi video posnetkov.	• Snemanje videa in zvoka • Obdelava videa in zvoka • Formati in kodeki	• Oblikovanje besedil • Obdelava slik • Predstavitve • Splet in komuniciranje
Predstavitve	Predstavitve so nujno potrebne. Potrebne so od promocijskih aktivnosti do aktivnosti za prikaz rezultatov projektov. Pri predstavitev je treba pravilno uravnotežiti besedilo, slike, grafe, tabele in video posnetke. Ta del zahteva celostno preostalo znanje. Študenti se morajo naučiti, da je slaba reklama njihova zadnja reklama.	• Postavitve • Barvne transformacije • Predstavitvena tehnika • Pretvorbe med tipi in datoteke • Aktivni elementi	• Oblikovanje besedil • Obdelava tabelarnih podatkov • Obdelava slik • Obdelava videa in zvoka • Splet in komuniciranje

Splet in komuniciranje	Spretnost komuniciranja je nujna. Študenti danes poznajo tehniko komuniciranja, ne zavedajo pa se pomembnosti formalnih metod komuniciranja. Naučiti se morajo varnosti, uporabe digitalnih certifikatov in zaščite.	• Različni tipi komuniciranja • Nastavitve komunikacijskih orodij • Tipi in struktura • Elektronski certifikati, spoofing, phishing, zaščita • Pošiljanje datotek prek različnih komunikacijskih kanalov • Iskanje po javnih in plačljivih spletnih bazah podatkov	• Oblikovanje besedil • Obdelava slik • Predstavitve • Obdelava videa in zvoka • Splet in komuniciranje
------------------------	--	---	---

6 Sklep

V prispevku smo poudarili problematiko vključitve digitalnih kompetenc v učne procese. Z lomnim zakona iz fizike smo prikazali, kako na enostaven način dopolniti klasičen eksperiment z digitalnim pripomočkom. Seveda pa opisani način lahko uporabimo tudi pri drugih pojavih, omenimo zakon odboja, kjer je merjenje in opazovanje pojava oteženo. Z informacijsko-komunikacijsko tehnologijo postanejo takšne meritve nazorne in lažje predstavljive. Hkrati se namen učne enote prestavi iz obvladovanja snovi v obvladovanje digitalnih kompetenc, ki jih učeči lahko uporabi tudi v drugih situacijah.

7 Viri

- Ala-Mutka, K., Punie, Y., & Redecker, C. (2008). JRC Technical Notes. Prevezeto 28. april 2010 iz EiD (Electronic Identification): <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC48708.TN.pdf>
- Anderson, C. W. (2007). Perspective on Science learning, *Handbook of research on science Teaching*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Bratina, T., & Krašna, M. (2010). Multimedia skills and basic competences in science and technology, INTE2010.
- Duh, M., Herzog, J., & Batič, J. (2009). Expectations in prospective training of classroom teachers in light of art education. *The teaching based on the Bologna Process*. Subotica: College of Nursery School Teachers.
- Europa parlament. (2005). Ključne sposobnosti za vseživljenjsko učenje. Prevezeto 28. april 2010 iz European parliament: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P6-TA-2006-0365+0+DOC+PDF+V0//SL>
- European Commission. (2002). European Report on Quality Indicators of Lifelong Learning. Brussels: European Commission.
- European Union. (30. december 2006). Key competences for lifelong learning. Prevezeto 28. April 2010 iz Europa Official Journal: http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11090_en.htm
- Gonzales, J., & Wagenaar, R. (2005). Universities' contribution to Bologna process. Project Socrates.

- Krašna, M., & Bratina, T. (2010). New Paradigm in Preparing E-Learning Materials. MIPRO. Opatija, Croatia: MIPRO.
- Ljubetić, M., Arbunović, A., & Kovačević, S. (2007). Osobine učitelja - studentsko iskustvo. Osmi dani Mate Demarina. Pula: Sveučilište Juraja Dobrile Pula.
- Mayer, R. E., & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?, *Journal of educational psychology*, 93 (2), 390–397.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (June 2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), str. 1017–1054.
- Oonk, G. H. (2004). European integration as a source of innovation in education. Alkmaar.
- Pušnik, M. (2005). Od znanja h kompetencam. *Modeli poučevanja in učenja*. Ljubljana: ZRSŠ.
- Shulman, L. (1986). Pedagogical Content Knowledge. Prevezeto 28. April 2010 iz TPCK - Technological Pedagogical Content Knowledge:
[http://www.tpack.org/tpck/index.php?title=Pedagogical_Content_Knowledge_\(PCK\)](http://www.tpack.org/tpck/index.php?title=Pedagogical_Content_Knowledge_(PCK))

RAZVIJANJE GENERIČNIH KOMPETENC V OKVIRU MODELIRANJA DINAMIČNIH SISTEMOV NA PODROČJU NARAVOSLOVJA V OSNOVNI ŠOLI

Vladimir Grubelnik^{1,3}, Marko Marhl^{2,3}

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,
Smetanova ul. 17, 2000 Maribor, vlado.grubelnik@uni-mb.si

²Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Koroška cesta 160, 2000 Maribor,
marko.marhl@uni-mb.si

³Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko,
Koroška cesta 160, 2000 Maribor

Povzetek

V prispevku želimo predstaviti možnosti razvoja generičnih kompetenc pri obravnavi dinamičnih sistemov v smislu matematičnega modeliranja oziroma tako imenovanega sistemskega mišljenja. Modeliranje je namreč skupaj z eksperimentalnim delom dober zgled sistemskega načina razmišljanja na različnih področjih, tako naravoslovnih kot družboslovnih. Poenoten način obravnave dinamičnih sistemov na različnih področjih pa v ospredje postavlja pomen generičnih kompetenc. Ker se z obravnavo dinamičnih sistemov srečujemo na različnih področjih, kakor tudi na različnih stopnjah izobraževanja, se v prispevku omejimo na primere s področja naravoslovja, ki so primerni za obravnavo v osnovni šoli. Na konkretnih primerih obravnave dinamičnih sistemov pokažemo možnosti razvoja nekaterih generičnih kompetenc. Pri tem se izkaže, da so v ospredju kompetence, ki se navadno navezujejo na eksperimentalno delo. Tako lahko poudarimo sposobnost zbiranja informacij, organiziranje in načrtovanje dela, sposobnost učenja in reševanja problemov, sposobnost sinteze sklepov ter prenos teorije v prakso. V okviru matematičnega modeliranja pa lahko postavimo v ospredje tudi razvoj uporabe matematičnih idej in tehnik ter v zadnjem času vse pogostejše omenjeno digitalno kompetenco.

Ključne besede: generične kompetence, dinamični sistemi, matematično modeliranje, sistemsko mišljenje, naravoslovje

Abstract

Beside knowledge the competences are becoming increasingly important in the contemporary education. The competences should be developed through activities, which are particularly important for natural sciences where pupils do a lot of experiments. We talk about the so-called "natural competences", which enable extracting key information and use it for further analysis and evaluations on the basis of our previous knowledge and experiences as well as additionally obtained information from other resources. In this contribution we present how generic competences can be developed by using methods of mathematical modelling, studying dynamical systems, and stimulating system thinking. Mathematical modelling of systems in nature together with the experimental work is a good example of developing system thinking in different fields. This general view of dynamical systems in several fields gives us the possibility of developing generic competences in almost all subjects and at all levels of education. Here we limit our discussion only to subject Science in primary school. We present some examples of how this can be done; however, for the very detailed presentations we

make references to other papers. The main purpose of this discussion here is to point out how these examples can contribute to the development of some generic competences. For better understanding of dynamical systems, and in particular the relations between variables and their fluxes, we suggest to start with water fluxes. This can be easily transferred and applied to other systems. For example, water fluxes can be applied to water cycling in nature, for models describing population dynamics, for modelling electric currents, energy flows, and describing dynamics of objects exposed to external forces. With graphically oriented computer programs, which enable applying mathematical modelling also at lower levels of education in school, we show possibilities for developing natural competences, in particular competences related to experimental work and mathematical modelling. By this approach we show that different competences can be successfully developed, like ability to extract key information, analysing and organising data, ability to learn, solving problems, and making conclusions. This is, however, the main point of developing process knowledge which gains its popularity very much in recent years. Natural processes and systems are rather complex and contribute to developing other general competences as well, which can be successfully used in different fields, like for example: planning and organising work, team work and cooperation. This helps pupils to understand problems and phenomena in natural and social systems and contributes to develop natural competences. With mathematical modelling, however, we also develop mathematical skills and techniques which contribute to the so-called digital competences.

Keywords: generic competence, dynamical system, mathematical model, system thinking, natural science.

1 Uvod

V izobraževanju se poleg znanja vse pogostejše poudarjajo tudi kompetence, ki jih mora učenec osvojiti s posameznimi aktivnostmi. Še posebej velja to poudariti za področje naravoslovja, kjer govorimo o tako imenovanih naravoslovnih kompetencah. V nadaljevanju se bomo posvetili predvsem razvoju naravoslovnih kompetenc v okviru obravnave dinamičnih sistemov. Osredinili se bomo na opis dinamičnih sistemov z ustreznim matematičnim modelom, kar je ključnega pomena za razumevanje naravnih procesov. Matematični opis namreč omogoča izračun posameznih količin, ki določajo stanje sistema. Pri tem navadno govorimo o tako imenovanem matematičnem modeliranju (Schecker, 1998b), ki se je izkazalo kot izredno uspešna znanstvenoraziskovalna metoda in je v večini primerov skupaj z eksperimentalnim delom podlaga fizikalnim teorijam. Pri tem se pojavlja vprašanje, kako matematično modeliranje, kot uspešno znanstveno raziskovalno metodo, prenesti na področje izobraževanja. Preučevanje relacij med količinami, ki določajo stanje sistema, navadno zahteva od nas reševanje sistema diferencialnih enačb. Reševanje diferencialnih enačb v smislu simulacije modela pa je na področju izobraževanja tudi ena izmed ključnih težav.

Z vse pogostejšo uporabo računalnikov pri izobraževanju, se je omenjen problem v zadnjem času nekoliko omilil (Schecker 1998a, Wells 1995). Uporaba računalnika pri izobraževanju namreč omogoča, da se matematično modeliranje uspešno uveljavlja tudi na tem področju. Velik preskok pri tem so naredili tako imenovani grafično orientirani računalniški programi, kot so Berkeley Madonna (Macea in Oster, 2010), Daynasys (Hupfeld, 2010) in Stella (Isee systems, inc., 2010). Omenjeni programi omogočajo, da s povezovanjem grafičnih elementov za parametre, spremenljivke in tokove spremenljivk na enostaven in pregleden način sestavimo matematični model, katerega simulacijo prevzame računalnik.

Z uporabo grafično orientiranih računalniških programov v tem prispevku pokažemo na možnost obravnave dinamičnih sistemov v osnovni šoli ter pri tem preučimo možnosti razvoja naravoslovnih kompetenc. Predstavimo nekaj konkretnih primerov obravnave dinamičnih sistemov v šoli, pri čemer se osredinimo na razvoj generičnih kompetenc, kjer še posebej poudarimo kompetence, vezane na eksperimentalno delo ter uporabo matematičnih idej in tehnik, vse od kvantitativnega preračunavanja do tako imenovanega systemskega mišljenja, ki se poudarja predvsem na nižji stopnji izobraževanja (Ossimitz 2000a, 2000b).

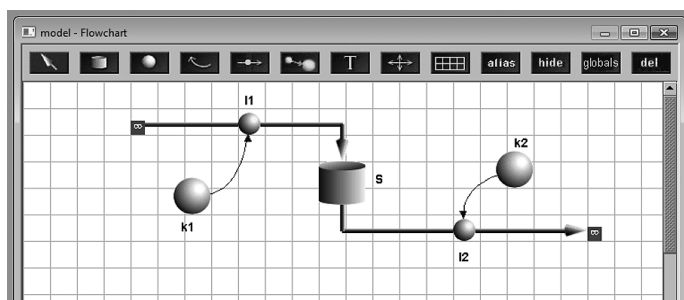
2 Modeliranje dinamičnih sistemov pri izobraževanju

Obravnava realnih dinamičnih sistemov pri izobraževanju omogoča prenos vsakdanjega življenja v pouk, kar zmanjšuje razkorak med teorijo in realnim eksperimentom, ki je pri izobraževanju zaradi kompleksnosti naravnih sistemov vse prevečkrat prisoten (Schecker 1996, Schecker 1998a, Leisen 1999, Stöckler, 1995). Zaradi kompleksnosti naravnih sistemov in želje po analitični rešitvi prevečkrat obravnavamo poenostavljene sisteme, katerih rešitve se učenci učijo na pamet. Velikokrat rezultati matematičnih modelov se tudi ne skladajo z realnimi eksperimenti, kar vpliva na slabo razumevanje sistemov. To velja še posebej pri obravnavi dinamičnih sistemov, kjer preučevanje relacij med količinami, ki določajo stanje sistema, navadno zahteva od nas reševanje sistema diferencialnih enačb. Ravno reševanje diferencialnih enačb v smislu simulacije modela pa je tudi ena ključnih težav pri obravnavi dinamičnih sistemov v osnovni in srednji šoli.

V nadaljevanju bomo predstavili, kako lahko to težavo uspešno premagamo z grafično orientiranimi računalniškimi programi (Berkeley Madonna), ki s povezovanjem grafičnih elementov omogočajo pregledno obravnavo kompleksnejših sistemov, hkrati pa prevzamejo vlogo simulacije modelov v smislu numeričnih preračunov.

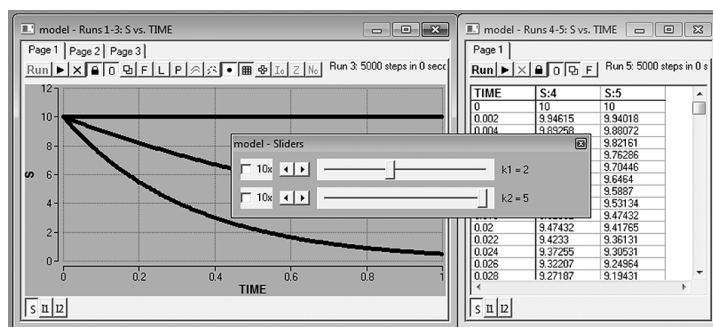
2.1 Grafično orientirani računalniški programi

Preučevanje naravnih dinamičnih sistemov je kompleksno in navadno zahteva hkratno obravnavo več časovno spreminjajočih se količin. Pri tem so nam lahko v veliko pomoč grafično orientirani programi, kot so Madonna, Stella, Daynasys in Powersim. Ti programi s svojo grafično podlago omogočajo, da lahko s posebnimi grafičnimi objekti (slika 1) neposredno izdelamo matematični model obravnavanega sistema. Pri tem je še posebej poudarjen pretok količin, kjer spreminjajoče se količine ponazorimo z rezervoarji, dotoke oziroma odtoke pa reguliramo z ustreznimi ventili.



Slika 1: Grafična podlaga računalniškega programa Berkeley Madonna za gradnjo matematičnih modelov. Posoda ponazarja spreminjajočo se količino S , ki se spreminja pod vplivom tokov I_1 in I_2 , ki sta ponazorjena z ventili. Na tokove lahko vplivamo s posameznimi konstantami (k_1 in k_2) oziroma s spreminjajočimi se količinami (S).

Poleg gradnje matematičnih modelov nam omenjeni programi v smislu numerične simulacije omogočajo tudi prikaz časovno spreminjajočih se količin (slika 2). Tako se izognemo analitičnemu reševanju diferencialnih enačb oziroma programiranju numeričnih metod (Bohte, 1987). S tem je omogočen prenos modeliranja tudi na nižje stopnje izobraževanja, kjer dajemo predvsem pomen tako imenovanemu sistemskemu mišljenju (Ossimitz 2000a, 2000b), ne pa reševanju enačb, ki se jih učenci navadno učijo na pamet.



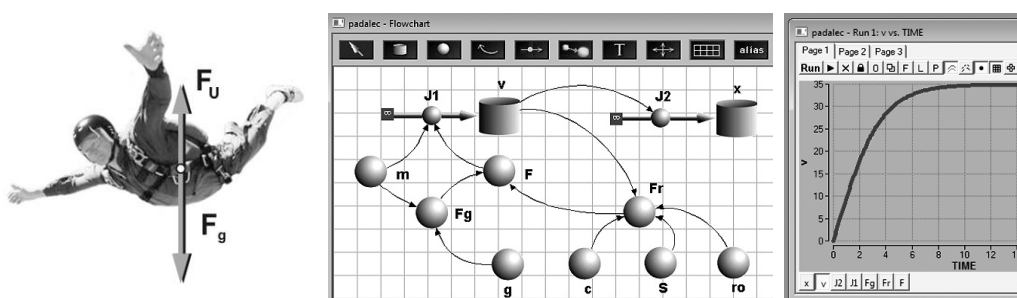
Slika 2: Grafični in tabelarni prikaz numeričnega preračuna časovno spreminjajoče se količine s , prikazane na sliki 1. S spreminjanjem konstant k_1 in k_2 dobimo različne časovne odvisnosti količine s .

2.2. Primeri uporabe matematičnega modeliranja pri izobraževanju

V nadaljevanju želimo predstaviti nekaj primerov obravnave dinamičnih sistemov pri izobraževanju. Naš namen ni podrobneje obravnavati posamezne primere, ampak želimo le nakazati nekaj primerov obravnave dinamičnih sistemov, ki smo jih podrobneje opisali v drugih prispevkih. Naš namen tukaj je poudariti njihovo vlogo pri razvoju nekaterih naravoslovnih kompetenc, ki jih bomo podrobneje predstavili v naslednjem poglavju.

Za lažje razumevanje dinamičnih sistemov oziroma odnosov med spremenljivkami in njihovimi tokovi, predlagamo, da učenci najprej obravnavajo nekaj enostavnih primerov pretakanja tekočin. Velikost spremenljivke (s , glej sliko 1) v tem primeru predstavlja količina vode v posodi, njeno spreminjanje pa določa tok vode v posodo oz. iz nje..

Na podoben način bi lahko obravnavali tudi druge časovno spreminjajoče se količine, kot je na primer gibanje teles pod vplivom zunanjih sil, kjer si hitrost teles lahko predstavljamo kot tok lege, njihov pospešek pa kot tok hitrosti. Kot primer gradnje takšnega matematičnega modela vzemimo padanje padalca ob upoštevanju zračnega upora (slika 3, Grubelnik in Repnik 2010, Marhl in Grubelnik 2001, Grubelnik idr. 2003b).



Slika 3: Padanje teles pod vplivom zunanjih sil. a) Padanje padalca pod vplivom teže F_g in sile upora F_U . b) Matematični model prostega pada padalca z računalniškim programom Berkely Madonna. c) Numerični preračun spreminjanja hitrosti padalca.

Omenjena tematika se pri pouku fizike pojavlja že v osnovnih šolah, in sicer navadno brez upoštevanja zračnega upora (F_U , slika 3a), ki se zanemari zaradi kompleksne analitične rešitve. To lahko učence zavede in jih privede do nesmiselnih sklepov kot je na primer naraščanje hitrosti proti neskončnosti.

Z uporabo grafično orientiranih računalniških programov, kot je Berkely Madonna, ter pri poznanju zvez med količinami (slika 3b), lahko v osnovni šoli obravnavamo tudi takšne kompleksnejše sisteme. Ob vnosu matematičnih relacij ter določitvi začetnih vrednosti spreminjajočih se količin nam računalniški program simulira ter prikaže časovni potek količin, ki določajo stanje sistema (slika 3c). S tem se izognemo kompleksnemu reševanju enačb, ki presega osnovnošolski nivo znanja.

Na predstavljenem primeru (slika 3) lahko vidimo možnosti obravnave kompleksnejših sistemov v osnovni šoli. S tem si učenec približa primere iz narave in jih tudi bolje razume. Pri tem je pomembna predvsem postopna gradnja matematičnega modela, ki temelji na minimalnem modelu (Grubelnik in Repnik 2010), kateremu učenec po potrebi dodaja posamezne člene v smislu ujemanja rezultatov simulacije z eksperimentom.

Pretakanje tekočin v smislu obravnave dinamičnih sistemov bi lahko aplicirali še na številne druge primere, kot je praznjenje in polnjenje kondenzatorja, razpad radioaktivnih elementov, prevajanje toplote in drugo. Nekateri načini, kot je »Karlsruhe« fizika (Herrmann, 1989), gredo celo tako daleč, da poskušajo s snovem podobnimi količinami in njihovimi tokovi uvesti enaka pravila in strukture za različna področja fizike, kot je mehanika, elektrika, toplota, optika, akustika itd.

Omenimo še nekaj primerov, pri katerih zaradi kompleksnosti sistema velja poudariti kvalitativni modelni način, ki je temeljnega pomena za razvijanje systemskega mišljenja in omogoča obravnavo nekaterih ključnih primerov naravnih sistemov že v osnovni šoli. Kot primer takšne obravnave velja poudariti kroženje vode v naravi, ki daje odlične možnosti postopne gradnje modela prek cikličnih faz, v katerih učenec dopolnjuje model (Grubelnik idr., 2003a). Podobno velja tudi za razne populacijske modele, ki dajejo dobro možnost preučevanja odzivov sistema pod vplivom zunanjih dejavnikov (Grubelnik idr., 2004, 2006).

3 Razvoj naravoslovnih kompetenc

V nadaljevanju želimo na podlagi matematičnega modeliranja pokazati možnosti razvoja nekaterih naravoslovnih kompetenc. Pri tem se moramo zavedati, da se v smislu verodostojnosti modela matematično modeliranje tesno navezuje na eksperimentalno delo. Učenec je postavljen v vlogo raziskovalca, ki raziskuje ter išče odgovore na kompleksna problemska vprašanja (Cencič in Cencič, 2002). Učenje tako postane aktiven proces, kjer so v ospredje postavljene kompetence, kot so sposobnost analize, sinteze, interpretacije, sposobnost učenja ter reševanje problemov. S tem posegamo na področje razvoja tako imenovanih generičnih kompetenc, pomen katerih se izraža pri obravnavi problemskih situacij na različnih področjih, ki so odvisna od kompleksnosti sistemov. V nadaljevanju želimo posebej poudariti generične kompetence, vezane tako na eksperimentalno delo kot na matematično modeliranje dinamičnih sistemov.

3.1 Sposobnost zbiranja informacij

Kot prvo omenimo sposobnost zbiranja informacij, ki je ključnega pomena pri obravnavi naravnih sistemov. To velja še posebej pri eksperimentalnem delu, kjer moramo z eksperimenti zbrati zadostno število ustreznih informacij, da lahko na podlagi teh konstruiramo ustrezen matematični model. Na razredni stopnji izobraževanja, kjer se poudarja tako imenovano sistemsko mišljenje, je pomembno pridobivanje informacij predvsem na podlagi izkušenj problemskih situacij vsakdanjega življenja.

Pri delu z grafično orientiranimi računalniškimi programi vlogo eksperimenta prevzame matematični model, ki z grafičnim oziroma tabelaričnim prikazom rezultatov omogoča zbiranje informacij oziroma podatkov numerične simulacije. Učenec lahko s spreminjanjem vhodnih parametrov (konstanti k_1 in k_2 , slika 2) zbira informacije o odzivu sistema ter s tem preučuje posamezne zveze med količinami tako v kvalitativnem kot kvantitativnem smislu. Pri tem igra pomembno vlogo učenčeva sposobnost branja podatkov iz tabel ter odčitavanje podatkov iz grafov, kar je lahko na nižji stopnji izobraževanja, v smislu razumevanja zvez med količinama, dokaj težavno.

3.2 Sposobnost organizacije, analize in interpretacije informacij

Na podlagi zbranih informacij sledi organizacija, analiza in interpretacija informacij. Pri tem nam daje matematično modeliranje dobre možnosti razvoja posameznih sposobnosti, predvsem v smislu primerjave eksperimentalnih in numeričnih rezultatov. Grafično orientirani računalniškimi programi lahko nazorno prikažejo sam potek reševanja zapletenih enačb, kar omogoča analizo rezultatov v smeri interpretacije končnih dognanj. Na podlagi analize rezultatov obravnavanega sistema lahko učenec v smislu približevanja eksperimentalnim rezultatom sam dodaja in odvzema posamezne člene sistema oziroma zunanje vplive na sistem ter na podlagi odzivov interpretira vedenje oziroma delovanje sistema v smislu verodostojnosti modela. Pri tem velja omeniti, da je pri gradnji modela težnja po vključevanju minimalnega števila posameznih komponent v model, pri čemer simulacija modela še daje zadovoljive rezultate v primerjavi z eksperimentom. Kot primer omenimo minimalni model za II. Newtonov zakon, ki ga lahko glede na različne vplive zunanjih sil ustrezno nadgradimo (Grubelnik in Repnik 2010).

V okviru organizacije in interpretacije informacij na podlagi numerične simulacije velja na tem mestu ponovno omeniti prikaz rezultatov v obliki tabel in grafov (slika 2). Računalniški programi namreč omogočajo številne možnosti pri predstavitvi rezultatov tako v obliki tabel kot časovnih in faznih diagramov. Posebej velja tukaj omeniti interpretacijo časovno odvisnih količin, ki zahteva določeno stopnjo znanja glede poznanja zvez med spreminjajočimi se količinami in njenimi tokovi, ki določajo stopnjo spremembe.

3.3 Sposobnost sinteze sklepov ter sposobnost učenja in reševanja problemov

Matematično modeliranje daje odlične možnosti za preučevanje zvez med količinami znotraj sistema, kar vodi do sinteze sklepov glede odnosov med njimi. Učenec lahko s spreminjanjem vhodnih parametrov zbira informacije o odzivu sistema ter s tem preučuje posamezne matematične zveze med količinami tako v kvalitativnem kot kvantitativnem smislu.

Na podlagi sklepov glede odnosov med količinami lahko pridobljeno znanje uporabi tudi na novih, neznanih primerih, kjer nastopajo enake zveze med količinami. Seveda pa

pri preučevanju relacij med količinami, ki določajo stanje sistema, ne smemo pozabiti na sposobnost uporabe matematičnih idej in tehnik kot ene izmed pomembnih generičnih kompetenc pri konstruiranju matematičnih modelov naravnih sistemov.

Sposobnost sinteze sklepov, v smislu verodostojnosti matematičnega modela, se kaže tudi v primerjavi rezultatov numerične simulacije z eksperimentalnimi rezultati. Gradnja matematičnega modela, ki zadovoljivo opiše realen eksperiment, od učenca zahteva razgradnjo sistema na ključne sestavne dele ter iskanje ključnih vplivov na sistem. S tem si učenec pridobiva sposobnost učenja kot pomembno kompetenco pri obravnavi novih problemov. V smislu reševanja problemov pa ne smemo pozabiti tudi na prenos teorije v prakso, kjer so nam ravno simulacije lahko velikokrat v pomoč pri nadaljnjih tehničnih odločitvah.

3.4 Organiziranje in načrtovanje dela

Ob izvajanju tako eksperimenta kot simulacije ima učenec priložnost, da načrtuje vrstni red dejavnosti, kar mu omogoča tako organiziranje kot načrtovanje dela. Pri matematičnem modeliranju je organiziranje in načrtovanje dela navadno zasnovano v obliki cikličnih faz, ki jih ponavljamo v težnji po ujemanju rezultatov modela in eksperimenta. V posameznem ciklu zgradimo oziroma modificiramo matematični model, izvedemo numerično simulacijo ter rezultate primerjamo z eksperimentom. Seveda pa matematični model nastopa včasih tudi kot osnova za eksperimentalno delo.

Obravnava kompleksnejših sistemov omogoča tudi delo v skupinah in sodelovanje med njimi. Kot primer omenimo padanje teles z upoštevanjem sile upora, kjer lahko v smislu organizacije dela poskrbimo, da učenci po skupinah ugotavljajo posamezne odnose med količinami, kot je vpliv površine, vpliv oblike in vpliv hitrosti na silo upora (Leisen in Neffgen, 1999). Nato pridobljene ugotovitve v smislu verbalne in pisne komunikacije ter medsebojne interakcije združimo v ustrezno matematično zvezo, ki opisuje odnose med posameznimi količinami.

4 Sklep

V prispevku smo prikazali možnosti razvoja naravoslovnih kompetenc v okviru obravnave dinamičnih sistemov. Poudarili smo uporabo grafično orientiranih računalniških programov, ki omogočajo prenos matematičnega modeliranja na nižjo stopnjo izobraževanja. Pokazali smo, da takšen način dela omogoča razvoj naravoslovnih kompetenc, pri čemer so v ospredju generične kompetence vezane tako na eksperimentalno delo kot matematično modeliranje dinamičnih sistemov. V smislu uporabe računalniških programov velja omeniti še tako imenovano digitalno kompetenco, ki se v okviru izobraževanja vse pogosteje omenja in jo v tem prispevku nismo posebej poudarili.

Ker se na področju naravoslovja srečujemo s teoretičnim opisom naravnih pojavov, podkrepjenim z eksperimentalnim delom, se velja tukaj osrediniti predvsem na kompetence, kot so sposobnost zbiranja informacij, sposobnost analize in organizacije informacij, sposobnost učenja in reševanja problemov ter sposobnost sinteze sklepov, kar je tudi glavno vodilo procesnega načina poučevanja, katerega pomen je vse bolj poudarjen. V smislu preučevanju relacij med količinami je poudarjena tudi sposobnost uporabe matematičnih idej in tehnik kot ene izmed pomembnih generičnih kompetenc pri konstruiranju matematičnih modelov naravnih sistemov. Zaradi kompleksne obravnave naravnih procesov, katerih posamezni segmenti segajo na različna področja,

velja omeniti še nekatere druge generične kompetence, kot so organiziranje in načrtovanje dela, sposobnost timskega dela ter medsebojna interakcija.

S takšnim načinom dela lahko torej pripomoremo k učenčevemu razumevanju številnih problemov in pojavov tako naravoslovja kot tudi družboslovja, hkrati pa razvijamo kompetence kot kombinacijo znanj, razumevanj, spretnosti, zmožnosti in vrednosti.

5 Viri

- Bohte, Z. (1987). *Numerične metode*, DMFA Slovenije, Ljubljana.
- Cencič, M., Cencič, M. (2002) *Priročnik za spoznavno usmerjen pouk*. Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Leisen, J. (1999) Modellbildungssysteme, Didaktische und methodische Aspekte, *Praxis der Naturwissenschaften Physik* 3/48: 1–3.
- Leisen, J. in Neffgen, M. (1999) Modellbildungspraktikum: Fall von Körpern in Luft, *Praxis der Naturwissenschaften Physik* 3/48: 7–14.
- Ossimitz, G. (2000a). *Entwicklung systemischen Denkens, Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen*, University of Klagenfurt, Klagenfurt.
- Ossimitz, G. (2000b). Teaching System Dynamics and Systems Thinking in Austria and Germany. A paper presented at the System Dynamics 2000 conference in Bergen, Norway in August 2000.
- Grubelnik, V., Fošnarič, S. and Marhl, M. (2003a). Concepts of system thinking and modelling, V: Plenković, Juraj (ur.), The 10th International Scientific Conference, *Društvo i tehnologija 2003*, Rijeka, 36–40.
- Grubelnik, V., Fošnarič, S. and Marhl, M. (2003b). Modeliranje kot usmerjena didaktična dejavnost pri pouku, *Pedagoška obzorja*, 18 (1), 35–45.
- Grubelnik, V., Fošnarič, S. and Marhl, M. (2004) System thinking and modelling in the concept of constructivism, *Informatologia*, 37 (3), 259–263.
- Grubelnik, V., Fošnarič, S. and Marhl, M. (2006). Razvijanje systemskega mišljenja, *Pedagoška obzorja*, 20 (3–4), 51–57.
- Grubelnik, V. and Repnik, R. (2010) Graphic Oriented Computer Programmes Aided Introduction of Mathematical Modelling in Primary School, 33rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics – MIPRO 2010, Opatija, 24–28. maj 2010.
- Herrmann, F. (1989) *Der Karlsruher Physikkurs 123*, metodično gradivo za učitelje, Karlsruhe.
- Hupfeld, W. (2010) *Dynasys*, ver. 2.0, Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme. Pridobljeno 22. 6. 2010 iz <http://www.hupfeld-software.de>.
- Isee systems, inc. (2010) *Stella*, ver. 9.1.4, *Systems thinking for education and research*. Pridobljeno 22. 6. 2010 iz <http://www.hps-inc.com/>.
- Macea, R. in Oster, G. (2010) *Berkely Madonna*, ver. 8.3.18, University of California at Berkeley. Pridobljeno 22. 6. 2010 iz <http://www.berkeleymadonna.com/>.
- Stöckler, M. (1995) Modell, Idealisierung und Realität, *Praxis der Naturwissenschaften Physik* 1/44: 16–21.

- Schecker, H. P. (1996) System dynamics in physics education, *Creative Learning Exchange, Newsletter*, Spring 1996, 1-8.
- Schecker, H. P. (1998a) Entwicklung physikalischer Kompetenz bei unterrichtlicher Nutzung von Modellbildungssoftware, *Zur Didaktik der Physik und Chemie-Probleme und Perspektiven*, Alsbach, 289–291.
- Schecker, H. P. (1998b) *Physik-Modellieren, Grafikorientierte Modellbildungssysteme im Physikunterricht*, Ernst Klett Verlag, Stuttgart.
- Wells, M., Hestenes, D. in Swackhamer, G. (1995) A modeling method, for high school physics instruction, *Am. J. Phys.* 63 (7): 606–619.

S KONSTRUKTIVISTIČNIM NAČINOM PRI POUKU SPOZNAVANJA OKOLJA DO URESNIČEVANJA KOMPETENC UČENCEV

Vlasta Hus^{1,*}, Vladimir Grubelnik^{2,3}

¹Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,
Smetanova ul. 17, 2000 Maribor

³Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko,
Koroška cesta 160, 2000 Maribor

*vlasta.hus@uni-mb.si

Povzetek

S prispevkom želimo pokazati, kako lahko s konstruktivističnim načinom poučevanja pri pouku spoznavanja okolja razvijamo pomembne generične in specifične kompetence učencev, ki se navezujejo na praktično delo. V ta namen najprej na kratko predstavimo teoretična izhodišča konstruktivizma in analizo predvidenih kompetenc učencev, zapisanih v nacionalnem učnem načrtu za predmet spoznavanje okolja. V nadaljevanju pri posameznih primerih, kjer učenje obravnavamo kot aktiven proces analiziranja, povezovanja, organiziranja in interpretiranja, pokažemo možnosti razvoja nekaterih generičnih kompetenc. Osredinimo se na sposobnost zbiranja podatkov, sposobnost analize in organizacije podatkov ter sposobnost učenja in reševanja problemov, kar je tudi glavno vodilo procesnega načina poučevanja. Ta namreč izhaja iz predpostavke o konstruktivistični naravi znanj in učenja, kjer posameznik znanje konstruira sam z lastno aktivnostjo.

Ključne besede: konstruktivizem, spoznavanje okolja, generične kompetence

Abstract

The paper presents the constructivist teaching method in environmental education and how it develops relevant generic competences of young learners. In the first part we introduce some theoretical issues of constructivism and the analysis of learners' competences, recorded in the national curriculum for the course Environmental education, in the third grade (8 years of age). The research shows that in most of the offered activities in the curriculum there are possibilities of realisation of more generic competences. The most common are: verbal and written communication (in all thematic units), data gathering ability, the ability to synthesize conclusions. We also demonstrate a potential for development of certain generic competences in some individual cases, where learning is seen as an active process of analysis, integration, organisation and interpretation. We focus on the data gathering ability, the ability of analysis and organisation of data and the ability to learn and solve problems, which is also the main guidance of process approach teaching. This derives from the assumption about the constructivist nature of knowledge and learning, where an individual knowledge constructs with his/her own activity.

Keywords: constructivism, environmental studies, generic competences

1 Uvod

Znano je, da je v Republiki Sloveniji premik v konstruktivistično zasnovano poučevanje povzročil Tempusov projekt »Razvoj začetnega naravoslovja« v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja. S tem projektom se je želelo preseči pogled na učenje kot dodajanje novega na staro in pouk kot prevladujoče posredovanje učne snovi, kar je imelo za posledico predvsem reproduktivno znanje učencev. Na to je opozorila tudi IAEP-študija iz leta 1991 (Piciga in Japelj, 1993). Konstruktivisti namreč menijo, da znanja v gotovi obliki ne moreš drugemu »dati«, niti od nekoga »sprejeti«, ampak ga mora vsakdo z lastno miselno aktivnostjo zgraditi; je torej subjektivni konstrukt vsakega posameznika. Zelo pomembna pri tem procesu so že veljavna, čeprav napačna in nepopolna pojmovanja, ki jih o svetu in pojavih imamo. Konstruktivisti torej utemeljujejo, da znanje gradimo (konstruiramo) sami z lastno aktivnostjo v procesu osmišljanja svojih izkušenj (Marentič Požarnik, 2003).

S takšnim načinom poučevanja, kjer učenje obravnavamo kot aktiven proces analiziranja, povezovanja, organiziranja in interpretiranja, so v ospredje postavljene tudi kompetence, kot so sposobnost analize, sinteze, interpretacije, sposobnost učenja ter reševanje problemov. S tem posegamo na področje razvoja tako imenovanih generičnih kompetenc, pomen katerih se izraža pri obravnavi problemskih situacij na različnih področjih naravoslovja kot tudi družboslovja.

S prispevkom želimo pokazati, kako lahko s konstruktivističnim načinom poučevanja pri pouku spoznavanja okolja razvijamo generične kompetence, ki so ključne v okviru procesnega načina poučevanja. V prispevku kot prvo predstavimo konstruktivizem in pouk spoznavanja okolja. Nato analiziramo učni načrt za spoznavanje okolja z vidika možnosti uresničevanja generičnih kompetenc ter nadalje na konkretnih primerih konstruktivističnega poučevanja in učenja nakažemo možnosti razvoja generičnih kompetenc, pomembnih pri učenčevem pridobivanju znanja z lastno aktivnostjo.

2 Konstruktivizem in pouk spoznavanja okolja

Didaktični konstruktivizem je nujen način pri oblikovanju učenčevega znanja z razumevanjem. Od učencev zahteva miselno dejavnost, razumevanje in osmišljanje učne snovi, od učitelja pa uporabo raznolikih učnih metod in oblik, ki (pod določenimi pogoji) zagotavljajo pot bolj obstojnega in smiselnega znanja z razumevanjem, ob tem pa naj bi terjal individualno odgovornost učencev in učiteljev za učne rezultate (Plut Pregelj, 2008).

Iz konstruktivizma ni mogoče neposredno izpeljati konkretnih učnih metod, prednost pa imajo tiste, s katerimi lahko učenci doživijo svojo izkušnjo sveta in konstruirajo svojo podobo resničnosti s svojo dejavnostjo in odgovornostjo. Vloga učitelja je, da jim ponudi vaje, naloge, pobude za dialog, primerno strukturirano gradivo (Reich, 2002, povz. po Marentič Požarnik, 2008).

Bistveno spremembo, ki jo je prinesel konstruktivizem v pouk, je ta, da se pozornost preusmeri s tega, kar dela učitelj in kaj (navzven vidnega) delajo učenci, na to, kaj učenci razmišljajo, kako (pre)oblikujejo veljavne, tudi napačne ideje in pojmovanja (»misconceptions«), kako smiselno povezujejo spoznanja v mreže ter kako jih pri tem voditi.

Konstruktivizem pripisuje učitelju odločilno vlogo pri uresničevanju samoaktivnega učenja. Učitelj mora ustvariti ugodne pogoje za procese učenja, spodbudno okolje in

spodbudno socialno ozračje, da bi lahko sprožil procese dejavnega, samostojnega pridobivanja spoznanj. Da bi učitelj lahko izvajal take procese, mora imeti posebne kvalitete in strategije delovanja: fleksibilnost, odprtost, strpnost, sposobnost vzbuditi zanimanje in navdušenje, izvirnost, pripravljenost upoštevati drugačna stališča in mnenja. (Špoljar, 2003, str. 66)

Von Glasersfeld (1995; povz. po Jeriček, 2003, str. 109) v zvezi z učiteljevo vlogo pri konstruktivističnim poučevanjem poudarja naslednje:

- učitelj se mora ukvarjati z dogajanjem v glavah učencev;
- učitelj mora poslušati učenca, potem pa, na podlagi njegovih besed in dejanj, ugotoviti, kakšen je njegov model konceptualne strukture;
- učiteljeva naloga je pomagati učencem spremeniti njihove konceptualne strukture;
- učitelj se mora zavedati, da besede in dejanja učencev v kontekstu reševanja problemov kažejo, kaj je za učenca v danem trenutku pomembno in smiselno, četudi morda ni smiselno za učitelja;
- učitelj mora primere črpati s področij učenčevih izkušenj, saj le taki primeri vodijo k spremembam mišljenja;
- ko učitelj predstavlja določen koncept ali teorijo, je pomembno, da je ne predstavi kot privilegirano resnico, ampak da pri tem učence uči videti, zakaj je ta koncept ali teorija sprejeta kot znanstveno viabilna v določenem zgodovinskem konceptu.

Na osnovi izhodišč konstruktivistične in humanistične teorije učenja in poučevanja je zgrajen tudi učni načrt za spoznavanje okolja. Temeljna splošna cilja predmeta sta razumevanje okolja in razvijanje spoznavnega področja, kar v ožjem smislu pomeni spoznavanje dejstev, oblikovanje pojmov, v širšem pa razvijanje sposobnosti (spretnosti) in postopkov: primerjanja, razvrščanja, urejanja, merjenja, zapisovanja podatkov, napovedovanja in sklepanja, eksperimentiranja in sporočanja. Ob tem naj bi učenci razvijali tudi odnos do dejstev, odprtost za sprejemanje tujih zamisli in občutljivost za dogajanje v naravnem in družbenem okolju (Krncl, idr., 2003).

Učni načrt v ospredje postavlja aktivno vlogo učencev. Učenci naj bi okolje spoznavali z lastnimi dejanji (prelivanje, mešanje tekočin, pripravljane hrane, risanje sence na dvorišču ...). Prek dejavnosti naj bi si razvijali določene postopke: najprej opazovanje, določanje lastnosti s poizkusi, razvrščanje, urejanje ter sporočanje, kasneje napovedovanje in merjenje. Ti postopki omogočajo preskok iz rok – dejanj v glavo – mišljenje. (Krncl, 1996)

Dejavnosti učencev so v učnem načrtu za predmet spoznavanje okolja zapisane kot predlog. Predvidene so raznolike dejavnosti učencev. Z analizo le-teh (Hus, 2004) smo ugotovili, da prevladujejo praktične dejavnosti učencev, nekoliko manj je izraznih, še manj senzornih in miselnih, kar je v skladu z razvojno stopnjo otrok. Kajti že Piaget je poudarjal, da mišljenje otrok na tej stopnji razvijamo tako, da pri pouku organiziramo čim več takih situacij, kjer učenci veliko operirajo s konkretnimi predmeti, sledijo praktičnim operacijam in jih ponotranjijo. (Labinowicz, 1989)

V didaktičnih priporočilih (Krncl, idr., 2003) za izvajanje učnega načrta SPO je posebej opredeljena tudi vloga učitelja. Učitelj bi naj pouk gradil na osebnem doživljanju otrok, upošteval zamisli in izkušnje učencev pri načrtovanju pouka, zamisli učencev razvijal v smeri znanstvenih pojmov, učence ozaveščal, kako so se nekaj naučili, dejavnosti učencev prilagajal njihovim sposobnostim, uporabljal raznolike oblike in metode dela,

usmerjal učence v raziskovanje, jim zagotavljal različne vire spoznavanja (s poudarkom na spoznavanju okolja v neposredni stvarnosti), pri spremljanju in ocenjevanju pa naj bi bil učitelj pozoren tako na pojme in dejstva, predvsem pa na razvoj določenih spretnosti in sposobnosti, pa tudi na stališča učencev.

Pouk SPO naj bi se začel z otrokovimi predstavami in v otrokovem okolju. Nadaljevati ali spreminjati bi moral znanje, ki so ga učenci prinesli s seboj v šolo. Za tak proces pa se mora učitelj najprej dokopati do otroških predstav o določenem pojavu ali temi, ki jo skuša učiti. Nato mora uporabiti različne strategije, ki bodo privedle od učenčevih predstav do idej, ki bodo bližje znanstvenim. Izbira strategije je odvisna od starosti otrok in otroških zamisli. Pogosta strategija je kognitivni konflikt. Učenci izvedejo poizkus, ki ima drugačen rezultat od njihovih zamisli. S tem pridejo do konflikta med rezultatom poizkusa in njihovo pojmovno strukturo. To navadno povzroči reorganizacijo stare pojmovne strukture. Včasih pa za spreminjanje veljavnega pojmovanja en poizkus ni dovolj, zato je treba pripraviti vrsto poizkusov za omajanje starega pojmovanja, ki je pogosto zelo stabilno. (Krncl, 1997/1998)

3 Analiza učnega načrta za spoznavanje okolja z vidika možnosti uresničevanja generičnih kompetenc pri učencih

V nadaljevanju se bomo osredinili na pouk spoznavanja okolja v tretjem razredu osnovne šole ter z analizo predlaganih dejavnosti učencev preučili možnosti uresničevanja generičnih kompetenc, tj. kompetenc, ki sta jih evropski parlament in komisija priporočila državam članicam in bi jih naj razvijale kot del svojih strategij za vseživljensko učenje. Vse so enako pomembne, saj vsaka uspešno prispeva k uspešnemu življenju v družbi znanja. Številne kompetence se prekrivajo in povezujejo (Uradni list Evropske unije, 2006).

Z različnimi dejavnostmi učencev, ki so navedene v nacionalnem učnem načrtu, naj bi se uresničevali zastavljeni učni cilji, ki so večinoma zapisani procesno, navedeni linearno in grupirani po vsebinah. Kot je zapisano v navodilih za uresničevanja učnega načrta, lahko dejavnosti dosegajo več ciljev, tudi cilje različnih vsebin. Prav tako lahko en cilj uresničujemo prek različnih dejavnosti (Krncl idr., 2003). Posebej je poudarjeno, da so primeri dejavnosti le predlogi učitelju in da si za uresničevanje ciljev lahko izbere tudi druge dejavnosti.

Pregled možnosti razvoja generičnih kompetenc na podlagi analiziranih dejavnosti učencev po posameznih tematskih sklopih, smo prikazali v tabeli 1. Dejavnosti učencev, ki so predlagane v nacionalnem učnem načrtu po posameznih tematskih sklopih, smo analizirali z vidika možnosti uresničevanja naslednjih generičnih kompetenc (GK):

1. Sposobnost zbiranja informacij
2. Sposobnost analize literature in organizacija informacij
3. Sposobnost interpretacije
4. Sposobnost sinteze sklepov
5. Sposobnost učenja in reševanja problemov
6. Prenos teorije v prakso
7. Uporaba matematičnih idej in tehnik
8. Prilagajanje novim situacijam

9. Skrb za kakovost
10. Sposobnost samostojnega in timskega dela
11. Organiziranje in načrtovanje dela
12. Verbalna in pisna komunikacija
13. Medosebna interakcija

Tabela 1: Pregled generičnih kompetenc analiziranih dejavnosti po posameznih tematskih sklopih.
 * - število predlaganih dejavnosti v nacionalnem učnem načrtu za 3. razred.

		GENERIČNE KOMPETENCE												
TEMATSKI SKLOPI	Št.dej.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
KDO SMO IN KAJ DELAMO	15	6	1	1	10	2	4	4	0	0	0	2	11	6
JAZ IN TI, VI IN MI	5	1	0	1	2	0	2	0	1	0	1	1	4	3
KJE ŽIVIMO	9	5	1	1	8	0	1	1	0	0	4	1	5	3
PRAZNUJEMO	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
BILO JE NEKOČ	13	6	4	3	2	2	3	0	3	3	6	3	8	5
POGLEDAM NAKROG	22	13	4	9	13	0	5	1	1	2	6	2	9	4
JAZ IN NARAVA	26	12	6	8	9	3	7	2	2	2	7	6	13	6
JAZ IN ZDRAVJE	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
KAJ ZMOREM NAREDITI	36	17	0	12	7	10	6	5	10	3	11	11	11	6
SKUPAJ	130	62	17	37	53	17	28	13	17	10	35	26	64	35

Iz tabele 1 je razvidno, da se pri večini predlaganih dejavnosti v 3. razredu pri predmetu spoznavanja okolja pojavlja možnost uresničevanja več generičnih kompetenc. Med njimi je najbolj zastopana 12. GK (verbalna in pisna komunikacija), ki jo lahko najdemo pri vseh tematskih sklopih. Pogosto je zastopana tudi 1. GK (sposobnost zbiranja informacij). Ta je ključnega pomena pri učenčevem samostojnem pridobivanju spoznanj, ki se še posebej poudarja v okviru konstruktivističnega načina poučevanja. V ospredju je tudi sposobnost sinteze sklepov (4. GK), ki se prav tako poudarja pri konstruktivističnem načinu poučevanja. Še posebej pomembno vlogo ima v okviru kognitivnega konflikta, ki vzbuja pri učencih konflikt med rezultatom poizkusa in njihovo pojmovno strukturo. Najslabše možnosti pa imamo za razvoj 9. GK (skrb za kakovost) in 7. GK (uporaba matematičnih idej in tehnik). To je tudi mogoče pričakovati, saj skrb za kakovost pri dejavnostih ni posebej poudarjena, ampak jo moramo v okviru potreb privzgojiti sami s posameznimi aktivnostmi. Podobno velja tudi za uporabo matematičnih idej in tehnik, ki na tej stopnji pri predmetu spoznavanja okolja ni postavljena v ospredje. V smislu možnosti razvoja generičnih kompetenc, lahko na podlagi analize posameznih dejavnosti opazimo tudi razlike med predlaganimi dejavnostmi, ki so opredeljene širše (npr. ogled, poizkus ..., kjer je mogočih več uresničitvev kompetenc) nasprotno od dejavnosti, ki so ožje opredeljene (npr. opis, primerjava), kjer je mogoče razvijati le eno kompetenco.

4 Razvijanje generičnih kompetenc pri učencih s konstruktivističnim poučevanjem pri pouku spoznavanja okolja

Kot je bilo omenjeno že v 2. poglavju, učni načrt za spoznavanja okolja temelji na izhodiščih konstruktivistične in humanistične teorije poučevanja, kjer je v ospredje postavljena aktivna vloga učencev. Poudarja se razumevanje okolja in razvijanje spoznavnega področja prek učenčevih lastnih dejanj, ki poleg znanja omogočajo razvoj kompetenc, med katerimi velja v okviru procesnega učenja poudariti sposobnost zbiranja informacij, analize, sinteze, interpretacije, sposobnost učenja ter reševanje

problemov. S tem posegamo na že omenjeno področje generičnih kompetenc, katerih razvoj je mogoč na različnih področjih naravoslovja kot tudi družboslovja.

V poglavju 3 smo pokazali, da večina dejavnosti, ki so navedene v nacionalnem učnem načrtu za spoznavanje okolja v 3. razredu, omogočajo razvoj večine generičnih kompetenc (tabela 1). V nadaljevanju pa se bomo na podlagi primerov osredinili na možnosti razvoja posameznih generičnih kompetenc, ki se še posebej poudarjajo pri konstruktivističnem oziroma procesnem načinu poučevanja.

4.1 Sposobnost zbiranja informacij (GK1)

V okviru konstruktivističnega načina pri pouku, kjer učenje obravnavamo kot aktiven proces, je sposobnost zbiranja informacij ena izmed ključnih kompetenc učencev. Saj nam ravno zadostno število pravilno pridobljenih informacij omogoča, da na podlagi njih zgradimo ustrezno znanje. To je še posebej učinkovito pri tako imenovanem izkustvenem učenju, kjer pridobivamo informacije na podlagi izkušenj problemskih situacij vsakdanjega življenja. Učni načrt spoznavanja okolja v 3. razredu nam v okviru izkušenj iz vsakdanjega življenja prek predlaganih dejavnosti daje dobre možnosti razvoja te kompetence. Tematski sklop Pogledam naokrog ponuja številne aktivnosti, ki so vezane na sposobnost zbiranja informacij iz vsakdanjega življenja (tabela 1), kot je opazovanje različnih prometnih sredstev in objektov v smislu poznanja njihove vloge v prometu in vplivu na okolje. Ogled življenja na kmetiji, vasi in mestu v okviru poznanja življenja v različnih oblikah naselij, spoznavanje različne hrane, opazovanje različnih pokrajin in še bi lahko naštevali. Tematski sklop Jaz in narava prav tako ponuja številne dejavnosti (tabela 1), ki se navezujejo na opazovanje in zbiranje podatkov o gibanju, prehranjevanju in bivanju živih bitij v različnih življenjskih okoljih.

Pomen sposobnosti zbiranja informacij velja poudariti tudi pri eksperimentalnem delu, kjer moramo z eksperimenti zbrati zadostno število informacij, da lahko na podlagi teh konstruiramo matematični model, ki v kvalitativnem oziroma kvantitativnem smislu opisuje odnose med količinami, ki določajo stanje obravnavanega sistema. Dejavnosti v okviru eksperimentalnega dela dajejo tudi dobre možnosti zasnove pouka, kjer je v ospredje postavljena aktivna vloga učencev, ki prek lastnih dejanj pridejo do novih spoznanj, kar je tudi glavno vodilo konstruktivističnega načina poučevanja.

V učnem načrtu Spoznavanje okolja lahko najdemo poudarek na eksperimentalnem delu pri tematskem sklopu Kaj zmorem narediti, kjer lahko v okviru predlaganih dejavnosti najdemo največ možnosti razvoja sposobnosti zbiranja informacij (tabela 1). Učenci na podlagi opazovanja poizkusov spoznavajo spreminjanje snovi v zraku, sončni svetlobi in vodi, spoznavajo spreminjanje lastnosti snovi pri segrevanju, spoznavajo zunanje vplive na smer in hitrost gibanja, opazujejo gibanje teles v vodi in zraku, opazujejo nebesna telesa ter spoznavajo vremenske pojave.

4.2 Sposobnost organizacije, analize in interpretacije informacij ter sposobnost sinteze sklepov (GK2, GK3 in GK4)

V smislu procesnega načina, kjer učenje obravnavamo kot aktiven proces, pri katerem je v ospredje postavljena aktivna vloga učencev, je poleg zbiranja informacij pomembna tudi sposobnost organizacije, analize in interpretacije informacij, ki vodi do sinteze sklepov oziroma novih spoznanj. Tudi pri tem velja poudariti izkušnje problemskih situacij vsakdanjega življenja. Te lahko v smislu analize informacij privedejo do kognitivnega konflikta, ki vzbuja pri učencih konflikt med rezultatom poizkusa in

njihovo pojmovno strukturo. Izbira strategije kognitivnega konflikta pri pouku v smislu konstruktivističnega poučevanja omogoča gradnjo trdnjega in dolgotrajnejšega znanja, saj na podlagi rezultatov poizkusov navadno povzroči reorganizacijo stare pojmovne strukture, ki je lahko zelo trdna. S tem je omogočena pot, po kateri lahko učenec na podlagi lastnih dejanj krepí sposobnost sinteze sklepov, ki ga vodi do novih znanj.

Pri organizaciji, analizi in interpretaciji informacij ter sintezi sklepov je v učnem načrtu spoznavanja okolja v primerjavi z zbiranjem informacij mogoče najti manj dejavnosti (tabela 1). To je bilo mogoče tudi pričakovati, saj so dejavnosti, vezane na te kompetence, zahtevnejše.

Pri razvijanju sposobnosti sinteze sklepov (GK4) ima pomembno vlogo eksperimentalno delo, saj si navadno ravno na podlagi rezultatov poizkusov konstruiramo nove pojmovne strukture oziroma odnose med količinami, ki določajo stanje obravnavanega sistema. Seveda imajo pri tem pomembno vlogo izkušnje iz vsakdanjega življenja, ki prispevajo predvsem k dolgotrajnejšemu in trdnjemu znanju. Tako imamo za razvoj te kompetence (GK4) največ možnosti v okviru tematskega sklopa Kdo smo in kaj delamo ter Pogledam naokrog, ki ponujata številne dejavnosti, vezane na vsakdanje življenje (tabela 1). Tematski sklop Kaj zmorem narediti pa ponuja veliko aktivnosti v smislu samostojnega eksperimentalnega dela, ki smo jih omenili že v okviru sposobnosti zbiranja informacij (poglavje 4.1). Omenjeni tematski sklopi torej ponujajo številne dejavnosti, ki omogočajo gradnjo lastnega znanja, kar je tudi glavno vodilo konstruktivističnega načina poučevanja.

4.3 Sposobnost učenja in reševanja problemov ter prilagajanje novim situacijam (GK5 in GK8)

Pri učenčevem samostojnem pridobivanju informacij kot glavnem vodilu konstruktivističnega načina poučevanja ima zelo pomembno vlogo tudi učenčeva sposobnost učenja in reševanja problemov ter prilagajanje novim situacijam. To namreč učencu omogoča sistematičen način preučevanja, ki postaja vse bolj podoben znanstvenemu načinu preučevanja problemov. Učenec zna posamezne tehnike preučevanja prenesti na druge probleme ter se prilagoditi novim situacijam. Kot primer omenimo obravnavo dinamičnih sistemov, kjer preučujemo posamezne zunanje vplive na časovni razvoj sistema. Pridobljeno znanje namreč lahko prenesemo na različna področja. Na podoben način kot preučujemo vplive na padanje teles v vodi in zraku, lahko preučujemo vplive na populacijo določene živalske vrste, vplive na količino padavin na določenem območju, vplive na količino prometa in še bi lahko naštevali. Seveda pa pri preučevanju kvalitativnih in kvantitativnih relacij med količinami, ki določajo stanje obravnavanega sistema, ne smemo pozabiti na sposobnost uporabe matematičnih idej in tehnik (GK 7), kot ene izmed pomembnih generičnih kompetenc pri konstruiranju matematičnih modelov naravnih sistemov.

4.4 Sposobnost timskega dela ter sposobnost komuniciranja (GK 10 in GK 12)

V okviru učenčeve samostojne obravnave kompleksnejših sistemov lahko v smislu generičnih kompetenc poudarimo tudi sposobnost timskega dela (GK10) ter sposobnost medsebojnega komuniciranja (GK12 in GK13). Kompleksnejše sisteme je namreč treba razgraditi na posamezne dele oziroma podsisteme, ki jih lahko preučujemo po skupinah, nato pa posamezne ugotovitve z ustreznimi relacijami združimo v model, ki opisuje stanje celotnega sistema. Pri tem se poudarja sodelovalno učenje, kjer ima vsak v

skupini svojo nalogo, ki prispeva k skupnemu cilju skupine. Pomembna je tudi učenčeva sposobnost organiziranja in načrtovanja dela (GK 11), ki pride do izraza pri učenčevi gradnji znanja prek lastnih aktivnosti v smislu konstruktivističnega načina poučevanja.

Učni načrt spoznavanja okolja ponuja veliko primerov takšne obravnave. Pri preučevanju vplivov na hitrost padanja teles v različnih snoveh lahko posamezne skupine preučujejo vpliv oblike, površine, višine padanja ter vpliv okoliške snovi. Pri obravnavi življenjskih okolij (npr. travnika) učenci na osnovi vprašanj (pisnih ali ustnih) skupno iščejo odgovore o travniških rastlinah, živalih ... Pri obravnavi solidarnosti med ljudmi lahko skupine z igro vlog odigrajo različne situacije. Pri obravnavi prometa v domačem kraju skupine učencev načrtujejo raziskavo. O varovanju okolja na vasi lahko skupine učencev z anket ali intervjujem zbirajo mnenja vaščanov o različnih temah, povezanih z okoljem (npr. ločeno zbiranje odpadkov, divja odlagališča odpadkov itn.)

5 Sklep

V prispevku smo pokazali, kako lahko s konstruktivističnim načinom poučevanja pri pouku spoznavanja okolja razvijamo generične kompetence, ki so ključne v okviru procesnega načina poučevanja. Poudarek pri tem dajemo sposobnosti zbiranja informacij, sposobnosti analize in organizacije informacij ter sposobnosti interpretacije in sinteze sklepov. Poudarjamo učenčevo samostojno pridobivanje spoznanj, kjer je v ospredje postavljena tudi sposobnost učenja in reševanja problemov, prilagajanje novim situacijam ter sposobnost prenosa teorije v prakso. V okviru obravnave kompleksnejših sistemov smo poudarili tudi sposobnost timskega dela ter sposobnost komuniciranja.

V okviru analize učnega načrta za spoznavanje okolja v tretjem razredu osnovne šole se je izkazalo, da učni načrt ponuja številne dejavnosti za razvoj omenjenih kompetenc. V ospredju so predvsem dejavnosti, vezane na sposobnosti zbiranja informacij, komunikacijo in sintezo sklepov. Vse te dejavnosti dajejo dobre možnosti zasnove pouka, pri katerem je v ospredje postavljena aktivna vloga učencev, kjer učenci prek lastnih dejanj pridejo do novih spoznanj, kar je tudi glavno vodilo konstruktivističnega načina poučevanja. Tako lahko sklenemo, da so pri pouku spoznavanja okolja na način, ki temelji na konstruktivističnih predpostavkah, dane dobre možnosti za uresničevanje kompetenc učencev, zlasti tistih, ki so ključne za gradnjo znanja z učenčevo lastno aktivnostjo.

6 Viri

- Hus, V. (2004) Aktivnosti učencev pri pouku spoznavanja okolja in spoznavanje narave in družbe v prvem razredu osnovne šole. *Pedagoška obzorja*, 19 (1), 17–27.
- Jeriček, H. (2003) Posledice konstruktivizma pri delu z ljudmi. V: B. Marentič Požarnik (Ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, 97–111.
- Ključne kompetence (Uradni list Evropske unije), 2006.
- Krnel, D. (1996). *Nastajanje nove podobe predmeta Spoznavanje okolja v prvem triletnju osnovne šole*. Ljubljana: PRKK za Spoznavanje okolja.
- Krnel, D. (1997/1998) Zgodnje učenje naravoslovja. *Naravoslovna solnica*, 2 (1–2), 13–18.

- Krnel, D. idr. (2003) *Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Spoznavanje okolja*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo znanost in šport: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Marentič Požarnik, B. (2003) *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS.
- Marentič Požarnik, B. (2008) Konstruktivizem na poti od teorije spoznavanja do vplivanja na pedagoško razmišljanje, raziskovanje in učno prakso. *Sodobna pedagogika*, 59(125), 28–51.
- Piciga, D. in Japelj, B. (1993) Rezultati mednarodnih primerjalnih študij naravoslovja za osnovno šolo: Slovenski učenci v IAEP študiji. *Educa*, 136–174.
- Plut Pregelj, L. (2008) Ali so konstruktivistične teorije učenja in znanja lahko osnova za sodoben pouk? *Sodobna pedagogika*, 59 (125), 14–27.
- Špoljar, K. (2003) Pedagoški konstruktivizem v teoriji in vzgojno-izobraževalni praksi. V: B. Marentič Požarnik (Ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, 63–68.

POMEN RAZISKOVANJA KOT SISTEMA UČENJA PRI RAZVOJU NARAVOSLOVNIH SPOSOBNOSTI IN SPRETNOSTI V ZGODNJEM OTROŠTVU

Darija Petek^{1,*}, Vladimir Grubelnik^{2,3}

¹Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova ul. 17, 2000 Maribor

³Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

*darja.petek@uni-mb.si

Povzetek

V prispevku predstavimo možnosti in potrebe po razvijanju določenih sposobnosti in spretnosti, ki so se izkazale kot posebej pomembne na področju naravoslovnih znanosti v zgodnjem otroštvu. V ospredje postavljamo pomen raziskovanja kot sistema učenja pri spoznavanju naravnega okolja v zgodnjem otroštvu. Poudarjene so dejavnosti, pri katerih se informacije sprejemajo, analizirajo in vrednotijo prek otrokovih lastnih izkušenj, kar vodi do razvoja naravoslovnih kompetenc, pomembnih pri obravnavi naravnih pojavov. Med temi kompetencami – sposobnostmi in spretnostmi poudarimo predvsem tiste, ki jih razvijamo z raziskovalnim načinom organiziranja in didaktičnega oblikovanja dejavnosti. Za otroke je namreč pomembno, da se na konkretnih primerih že zelo zgodaj uvajajo v raziskovalno delo, kjer se učijo predvidevati oziroma postavljati hipoteze, samostojno opazovati, pridobivati informacije, analizirati podatke ter jih ustrezno interpretirati. V prispevku so predstavljeni tudi konkretni primeri vsebin, ki se navezuje na spoznanje fizikalnih in kemijskih lastnosti različnih snovi. Gradivo nakazuje odlične možnosti izkustvenega učenja, prek katerega učenci z lastnimi izkušnjami razvijajo kompetence, pomembne v okviru raziskovalnega dela v zgodnjem otroštvu.

Ključne besede: naravoslovne kompetence, raziskovalno učenje, lastnosti snovi, zgodnje otroštvo

Abstract

In the paper we present the possibilities and needs to develop certain abilities and skills that proved as especially important in the area of natural sciences in early childhood. At the forefront of our paper is the importance of research as a system of learning in developing awareness about natural environment in early childhood. The emphasis is on activities which require acquiring, analyzing and evaluating information through experience of a child, which leads to the development of science competences that are important in dealing with natural phenomena. Among those competences, i.e. abilities and skills, we expose especially those, which are developed with the research approach of organization and didactic form of activities. It is important that children are introduced into research work on concrete examples at an early age and learn to anticipate or hypothesize, observe independently, acquire information, analyze data and suitably interpret them. In the paper we also present concrete examples of topics connected with learning about physical and chemical properties of different substances.

The material provides excellent possibilities of empirical learning through which learners develop competences that are important for research work in early childhood.

Keywords: naturalistic competences, research learning, material's properties, early childhood.

1 Uvod

Želja in potreba po raziskovanju se rodi s človekom. Novorojenček začne s prvim lastnim vdihom in začudenim pogledom spoznavati in odkrivati svet, v katerega se je rodil. V najzgodnejšem otroštvu spoznava okolje s čutili: predmetov in snovi se dotika, jih okuša, si jih ogleduje, posluša in prepozna različne zvoke. Ob tem otrok nezavedno, vendar v skladu s svojim kognitivnim razvojem, konstruira pojme in razvija teorije. Ideje, pridobljene z naključnim opazovanjem in notranjo vodeno potrebo po raziskovanju, so temelj neznanstvenega dojemanja sveta. Tako nastajajo naivne, prvotne zamisli otroka, ki so velikokrat oddaljene od znanstvenih pojmovanj, dognanj.

V obdobju zgodnjega otroštva so prav naravoslovne teme najprimernejše za vodeno raziskovanje, saj so predmeti in pojavi konkretni, hkrati pa omogočajo širok razpon nadgradnje na abstraktni ravni. Naravoslovne teme imajo v otroštvu dve pomembni vlogi. Kot prvo izhajajo neposredno iz otrokovega okolja (naravnega in družbenega), ki ga lahko otrok raziskuje sam, brez tuje pomoči in zato vedno pristno, notranje motivirano, brez prisile in neobremenjen s predsodki. Omogočajo pa tudi preskoke od konkretnega na abstrakten način dojemanja, kar je pomembno za celosten razvoj otrokove osebnosti (Novak idr., 2003).

V prispevku želimo podrobneje opredeliti pomen raziskovanja kot sistema učenja pri spoznavanju naravnega okolja v zgodnjem otroštvu, pri čemer poudarjamo tudi vlogo vzgojitelja. Osredinimo se na pomen posameznih znanstvenih tehnik in postopkov (Cencič 2002), ki v okviru raziskovalnega dela vodijo do končnih spoznanj, hkrati pa omogočajo razvoj naravoslovnih spretnosti in sposobnosti, ki so ključnega pomena pri reševanju novih problemov. Podrobneje opredelimo potek eksperimentalnega dela, kjer poudarimo pomen opredelitve problema, izvajanje eksperimentalnega dela, še posebej pa načrtno oziroma sistematično opazovanje in zbiranje informacij, analizo rezultatov in sintezo sklepov ter poročanje rezultatov. Na konkretnem primeru preučevanja lastnosti snovi želimo preučiti, kako načrtno opazovanje v okviru raziskovalnega dela vpliva na dojanje oziroma poročanje o lastnostih otrokom znanih snovi, hkrati pa omogoča razvoj sposobnosti in spretnosti, ki so potrebne pri preučevanju otrokom neznanih snovi.

2 Raziskovalno delo v zgodnjem otroštvu

Z zgodnjim uvajanjem v naravoslovje omogočamo otroku prvi stik z znanostjo in njenimi metodami dela, kjer je na prvem mestu vodeno raziskovanje. Začetno naravoslovje v vrtcu torej pomeni otroku prvo vodeno spoznavanje naravnega okolja – sveta narave, katerega del je. Navadno to poteka z igro, ki pomeni otroku neprisiljeno in notranje motivirano dejavnost ter je temelj za razvijanje lastne kreativnosti. Ob tem začne sistematično spoznavati in usvajati pojme, razumevati nekatere naravne pojave in procese, seznanjati se z naravoslovnimi postopki, predvsem pa razvijati vrsto sposobnosti in spretnosti.

V nadaljevanju bomo nekoliko podrobneje predstavili pomen raziskovalnega dela v zgodnjem otroštvu, ki temelji predvsem na otrokovih izkušnjah vsakdanjega življenja

oziroma stika z naravo. Poudarili bomo vlogo vzgojitelja pri raziskovalnem delu otrok ter podrobneje opredelili posamezne stopnje raziskovalnega dela.

2.1 Pomen raziskovalnega dela v zgodnjem otroštvu

Otrok ob vodenem raziskovanju svoje zamisli primerja z novimi, drugačnimi izkušnjami in dejstvi o naravnih pojavih, o predmetih, snoveh. Pri tem raziskovanje v predšolskem obdobju (kar velja tudi za prva šolska leta) ne more in ne sme 'iti mimo' poznavanja intuitivnih pojmov, otrokovih naivnih predstav in razlag pojavov in procesov, ki potekajo in so sestavni del naravnega okolja. Morebitna nasprotja (z intuitivnimi idejami), ki ob tem nastajajo, povzročijo v otroku zmedo, nezadovoljstvo in v otroku nastane težnja po razrešitvi nasprotij, konflikta. Po Piagetu (Labinowicz, 1989) imenujemo to stanje kognitivni konflikt, ki ga pogojujeta in razrešujeta asimilacija in akomodacija. Nova spoznanja, pridobljena s procesom raziskovanja, omogočajo otroku, da konflikt razreši v smeri novega, znanstveno ustreznega razumevanja pojava. Vendar je za rešitev potreben določen čas in postopnost pripravljenega raziskovanja. Posebej je pomembno, da je raziskovanje in reševanje zastavljenega problema primerno otrokovi starosti oz. njegovi kognitivni razvojni stopnji. Če je raziskovalni problem preabstrakten in oddaljen od vsakdanjega življenja otroka, je velika verjetnost, da bo otrok nova znanja sicer sprejel, ne bo jih pa razumel in ohranil bo svojo intuitivno razlago. Woolfolkova (2002) označuje poučevanje naravoslovja s spremembami pojmovanj kot ključ do razumevanja naravoslovnih pojmov vsebin tako za malčke kot za šolske otroke. Pri tem gre namreč za to, da otrok neposredno preverja svoje lastne zamisli in teorije ter se sooča z njihovimi pomanjkljivostmi. Da lahko pride do sprememb, mora otrok skozi 6 faz: začetno nezadovoljstvo nad lastno idejo in prepričanjem, poizkus pojasnjevanja neskladja med lastno teorijo in dokazom, s katerim je soočen, poizkus prilagajanja meritev ali opazovanja osebni tj. lastni teoriji, dvom, oklevanje in končno sprememba pojmovanja.

Raziskovalni način igra pri uvajanju zgodnjega naravoslovja veliko vlogo. Otrok je postavljen v vlogo raziskovalca, ki v didaktični situaciji raziskuje ter išče odgovore na kompleksna problemska vprašanja, ki so sestavni del njegovega življenja (Cencič in Cencič, 2002). Tak raziskovalni način uresničuje pomembne vzgojno-izobraževalne cilje, razvija intelektualne sposobnosti, znanstveno mišljenje in spodbuja iznajdljivost v problemskih situacijah. Učence motivira za učenje, saj je raziskovanje povezano z realnim okoljem (narava) in izkušnjami otrok. Spodbuja kritičnost, navaja na objektivnost ter oblikuje relativen odnos do resnice (Cencič in Cencič, 2002). Raziskovanje pomeni vsebinsko in didaktično integracijo vseh področij, ki jih predvideva kurikulum. Področje narave v kurikulumu za vrtce je opredeljeno kot posebno področje s posebnim poudarkom na aktivnem in dejavnem vključevanju otroka v okolje, v katerem živi, z nalogo ustvarjanja zdravega in varnega življenjskega okolja in navad, katere bo doživljal in soustvarjal tudi otrok sam (Katalinič, 2008). Za otroka je torej pomemben neposreden stik z naravo, pri čemer zaznava naravo z vsemi čutili, kajti, kakor pravi D. Skribe Dimec: "Otroci morajo priti v neposreden osebni stik z lepoto in raznolikostjo narave," jo doživljati na vznemirljiv in nenavaden način, saj bodo le tako lahko, "postali bolj občutljivi in odgovorni do okolja."

2.2 Vloga vzgojitelja pri raziskovalnem delu otrok

Vloga vzgojitelja pri zgodnjem uvajanju otrok v raziskovalno delo je predvsem v smislu vodenja otrok skozi posamezne stopnje raziskovalnega dela. Pri tem je pomembno, da

po začetnih vnaprej pripravljenih raziskavah otroku dopustimo lastno raziskovanje, ki temelji na otrokovi kreativnosti. Vzgojiteljeva vloga pri tem je spodbujati in usmerjati h kritičnemu vrednotenju otrokovih lastnih ugotovitev in spoznanj (Novak idr., 2003). S tem otroku pomagamo premostiti prehod od laičnega na razumsko dožemanje sveta, pri čemer je na podlagi soočenja z naivnimi spoznanji zmožen sprejeti nova znanja. Pri tem mora vzgojitelj dobro poznati znanje otrok, da lahko na obstoječem znanju organizira aktivnosti, ki otroka pripeljejo do novega znanja. Tako je danes pred vzgojitelja v okviru zgodnjega uvajanja otrok v naravoslovje postavljenih kar nekaj nalog, med katerimi velja omeniti naslednje:

- poznati mora otroške zamisli in razumevanje, povezano z obravnavano temo;
- občutljiv mora biti za napredovanja otroka pri učenju;
- znati mora zastavljati produktivna in odprta vprašanja, ki bodo otroku omogočila razvoj po lastni poti;
- poznati mora vzorce razvoja določenega naravoslovnega pojma;
- poznati mora naravoslovne vsebine, da lahko suvereno presoja in reagira na različne zamisli;
- sposoben mora biti organizirati širše delovno okolje, v katerem bo naštetu lahko uresničljivo.

Med navedenimi nalogami velja posebej poudariti pravilno zastavljanje vprašanj, s katerimi otroke usmerjamo in vodimo skozi proces raziskovanja tako, da bodo otroci do odgovorov lahko prišli z lastno aktivnostjo. Vprašanja naj bodo zanimiva in prilagojena izkušnjam, sposobnostim in razvojnim zmožnostim otrok. Pri tem daje naravoslovje večjo težo produktivnim oziroma odprtim vprašanjem, ki ne sprašujejo po znanju temveč po mišljenju (Krnel, 2001). Z njimi vzgojitelj ugotavlja zmožnost natančnega opazovanja otrok, njihov način razmišljanja, samostojnost ter kreativnost. Dobro poznanje otrok in njihovega izhodiščnega znanja pa je tudi pomembno merilo za izbiro in oblikovanje raziskovalnega problema (Cencič in Cencič, 2002).

Vloga vzgojitelja ob otrokovem raziskovanju in spoznavanju naravnega okolja je podrobneje opredeljena tudi v Kurikulu. Vzgojitelj spodbuja otroka, da opisuje lastnosti predmetov in živih bitij. Preusmerja pozornost otroka na izrazite značilnosti snovi in predmetov v okolju. Pri urejanju, razvrščanju in primerjanju spodbuja otroka, da uporabi svoja merila in izbiro komentira. Otroka navaja, da lahko s poizkusom ugotavlja lastnosti snovi itd. (Kurikulum za vrtce, 1999, str. 62).

2.3 Potek raziskovalnega dela

V zgodnjem otroštvu je pomembno, da raziskovalno delo poteka tako, da otroci naravoslovne vsebine spoznavajo ob dejavnostih, ki omogočajo sprejemanje novih informacij prek lastnih izkušenj. Pri tem učitelj nastopa kot mentor, ki na poznanju obstoječega znanja otrok organizira aktivnosti raziskovalnega procesa, ki vodijo do novega znanja.

Potek raziskovalnega dela navadno poteka v več stopnjah, ki so glede na posamezne avtorje nekoliko različno formulirane, čeprav s procesom raziskovanja vodijo do istega cilja. Tako lahko pri procesu raziskovanja pri različnih avtorjih (Krnel, 2007; Skribe Dimec 2007, Cencič in Cencič, 2002) najdemo faze, kot so: opredelitev problema,

postavljanje hipotez, načrtovanje eksperimentalnega dela, načrtno opazovanje in zbiranje informacij, analiza rezultatov in sinteza sklepov ter poročanje rezultatov.

Po Krnelu (2007) je za šolsko in (z nekaj poenostavitvami) tudi za predšolsko obdobje primerna raziskovalna metoda, ki jo izpeljemo v šestih stopnjah:

- *Kaj o pojavu, objektu ali snovi, ki jo želimo raziskati, že vemo:* gre za pogovor in izmenjavo mnenj v skupini, ki temelji na upoštevanju že obstoječega znanja otroka in širjenju znanja med vrstniki.
- *Kaj bomo raziskovali:* zastavimo raziskovalno vprašanje, ki pa naj bo tako preprosto, da bomo nanj na koncu raziskave lahko tudi preprosto odgovorili.
- *Načrt raziskave:* načrt se izdelava v skupini glede na zastavljeno raziskovalno vprašanje in vsebuje opis poizkusa ali opazovanja, kako, kje, s čim bo izveden, kaj se bo opazovalo, merilo. Izbere se tudi način oz. možnost zapisovanja rezultatov, opažanja in meritev.
- *Poizkusi, opazovanja, meritve:* izvedba po pregledanem načrtu dela.
- *Kaj smo ugotovili:* oblikovanje odgovora na raziskovalno vprašanje z interpretacijo oz. razlago dobljenih rezultatov.
- *Sporočanje:* poteka lahko s plakatom ali drugačnim pisnim poročilom. Le-to naj bo sestavljeno v treh točkah: navedba raziskovalnega vprašanja, opis izvajanja poizkusov, meritev in opažanj ter odgovor na raziskovalno vprašanje oz. ugotovitve. Sledi tudi končni povzetek izhodiščnega in novo pridobljenega znanja, ki ga opravi učitelj/vzgojitelj.

Skribe Dimec (2007) predlaga za raziskovalno delo otrok model, ki vključuje štiri korake:

- *Prvo srečanje:* otroci spoznavajo določen predmet, organizem in pojav, za kar jim moramo zagotoviti prostor in čas. Namen je, da vzbudimo radovednost – motivacija.
- *Preiskava:* določen pojav ali predmet postane tema pogovora, opazovanja, igranja, poslušanja, raziskovanja – otroci začnejo sami postavljati vprašanja in z njimi usmerjajo nadaljnje opazovanje in raziskovanje.
- *Načrtovanje in izpeljava poizkusa:* odgovore na vprašanja in opazovanja iz prvih dveh stopenj otroci združijo v domneve (hipoteze), ki jih je možno sistematično preverjati.
- *Obdelava podatkov in poročanje:* o svojih odkritjih otroci ustno in/ali pisno poročajo; svoje delo lahko predstavijo na plakatu ali razstavi.

Podobno uporabo raziskovalne metode opredeljujeta tudi Cencič in Cencič (2002), in sicer po naslednjih stopnjah:

- stopnja: prikaz problemske situacije (začutenje problemske situacije in opredelitev problema; ugotavljanje izhodiščnega znanja in določanje ciljev raziskave).
- stopnja: oblikovanje hipotez (izdelava didaktičnega in raziskovalnega načrta, vrednotenje njune ustreznosti; razprava in diskusija o osebnih stališčih).

- stopnja: raziskovanje – preverjanje hipotez in iskanje odgovorov
- stopnja: rešitev problema in priprava poročila, vrednotenje postopka in rezultatov

Glede na posamezne korake raziskovalnega dela, ki jih predlagajo različni avtorji, lahko v splošnem sklenemo, da so otroci na začetku raziskovalnega procesa postavljeni pred dejstva, ki so navadno v nasprotju z njihovim znanjem in pomenijo izhodišče za oblikovanje problema. Sledi razčlenitev problema v smislu odkrivanja bistvenih značilnosti problema kot celote in njegovih členov ter oblikovanje jasnih vprašanj, na katere želimo v raziskavi odgovoriti. Pri tem je pomembna naloga oblikovanje domnevnih trditev oziroma hipotez ter izdelava idejnega načrta. Naslednji korak je zbiranje, urejanje in razvrščanje podatkov, kar omogoča preverjanje hipotez ter vodi do razlage rezultatov. Na podlagi rezultatov se nato oblikujejo odgovori, strnjeni v sklepe, ki prinašajo nova spoznanja.

3 Razvoj naravoslovnih sposobnosti in spretnosti pri preučevanja lastnosti snovi

V nadaljevanju želimo nakazati možnosti razvoja naravoslovnih sposobnosti in spretnosti v zgodnjem otroštvu na primeru preučevanja lastnosti snovi. Dejavnosti v okviru preučevanja lastnosti snovi so v samem Kurikulumu že opredeljene oziroma so nakazane potrebe in možnosti za njihovo vključitev v delo z otroki. Da otrok spozna, kako se snovi in telesa spreminjajo, jih izpostavi mešanju, segrevanju, ohlajanju, rezanju, raztezanju, raztapljanju, upogibanju, osvetljevanju ipd. (Kurikulum za vrtce, 1999, str. 55, 56). Pri tem je pomembno, da otrok v vrtcu in zunaj njega aktivno raziskuje pojave. To raziskovanje je lahko zabavno, hkrati pa odpira vrata do vedno novih zanimivih problemov.

Dejavnosti, ki so zasnovane na raziskovalnem načinu ob uporabi metode reševanje problema, dajejo možnosti razvoja vrste kompetenc oziroma sposobnosti in spretnosti. V ospredje lahko postavimo razvoj sposobnosti učenja in reševanja problemov, metem ko med samim izvajanjem dejavnosti razvijamo sposobnosti opazovanja, zbiranja informacij, sposobnost analize in organizacije informacij, sposobnost interpretacije, opisovanja ter samostojnega in timskega dela in medosebne interakcije.

Možnosti razvoja naravoslovnih sposobnosti in spretnosti, na primeru preučevanja lastnosti snovi, bomo v nadaljevanju predstavili po posameznih fazah: opredelitev problema, izvajanje eksperimentalnega dela, načrtno opazovanje in zbiranje informacij, analiza rezultatov in sinteza sklepov ter poročanje rezultatov.

3.1 Opre delitev problema

Kot prva faza raziskovanja je pomembna natančna opredelitev problema. Za otroka je pomembno občutenje problema oziroma nasprotja med njegovim znanjem in objektivno stvarnostjo, kar pri otroku spodbuja radovednost ter s tem notranjo motiviranost. Pri tem ima pomembno vlogo tudi vzgojitelj, ki mora dobro poznati otrokove izkušnje in obstoječe znanje, na podlagi katerega razvija pri učencih čustveno napetost.

V okviru preučevanja lastnosti snovi se pojavi problem spremembe snovi ob mešanju segrevanju, ohlajanju, rezanju, raztapljanju, upogibanju, osvetljevanju ipd. (Kurikulum za vrtce, 1999, str. 55, 56). Opre delitev problema je v teh primerih navadno zastavljena v obliki vprašanja. Učenec se vpraša: Kaj se bo zgodilo z vodo, če jo segrejemo oziroma hladimo? Kaj se bo zgodilo s sladkorjem, soljo ali moko, če jih zmešamo v vodo? Kaj

se bo zgodilo z gumijasto, leseno in kovinsko palico, če jih upognemo? Preučevanje lastnosti snovi nam ponuja številna takšna vprašanja, ki pri otroku spodbujajo radovednost, hkrati pa omogočajo razvoj sposobnosti opredelitve problema ter predvidevanja rezultatov. Ker navadno preučujemo snovi, ki so otroku znane iz vsakdanjega življenja, spodbudijo takšna vprašanja v smislu opredelitve problema tudi notranjo motiviranost, kar je temelj za razvijanje otrokove lastne kreativnosti.

3.2 Načrtovanje eksperimentalnega dela

Fazi občutenja in opredelitve problema, za katero je značilno čustveno sprejemanje, sledi racionalna faza v smislu načrtovanja eksperimentalnega dela. Izdelavi idejnega načrta sledi izdelava operativnega načrta, ki obsega celoten obseg raziskovanja, od izbire vzorca, raziskovalnih metod, potrebna sredstva in pripomočke za raziskovanje, način obdelave podatkov ter predstavitev rezultatov.

Pri preučevanju lastnosti snovi sledimo operativnemu cilju, ki od otrok zahteva, da znajo spoznavati in prepoznavati posamezne snovi po določenih lastnostih, kot so na primer barva, vonj, trdota in oblika. Pri tem je pomembno skrbno načrtovanje eksperimentalnega dela, ki je v tem primeru primerno v obliki raziskovalnih kotičkov, kjer imajo otroci na mizicah na razpolago posodice z različnimi snovmi iz domačega okolja. Snovi v kotičku naj bodo pripravljene tako, da se jih otrok lahko dotakne, si jih dobro ogleda, morda tudi presipa v različne posode ali pa celo pomeša med seboj. Natančno moramo predvideti posamezne potrebščine za izvedbo eksperimenta, kot so različne snovi, posode, žličke, pladnji itd., ter poskrbeti za natančna navodila izvedbe poizkusa, tako v smislu usmerjanja v učenčevo samostojno raziskovanje kot tudi njegovo varnost.

3.3 Načrtno opazovanje in zbiranje informacij

Načrtno opazovanje in zbiranje informacij po predlaganem načrtu dela (eksperimentiranje, intervju, anketa, analiza dokumentov) je ključno v procesu raziskovanja, saj nas le pravilno zbrane informacije vodijo do pravilne rešitve problema oziroma objektivne stvarnosti. Pri raziskovalnem delu v zgodnjem otroštvu je v tej fazi ključno, da otroka usmerjamo v iskanje ključnih informacij, ki pripeljejo do pravilne rešitve problema. Neusmerjeno raziskovanje namreč lahko otroka hitro privede do napačnih ugotovitev, saj v tej fazi navadno zaide v konflikt z obstoječim znanjem, ki ga lahko reši le z novim znanstveno ustreznim razumevanjem problema.

V okviru preučevanja lastnosti snovi je pomembno, da pri urejanju, razvrščanju in primerjanju spodbujamo otroka, da uporabi svoja merila in izbire komentira. Pri preoblikovanju snovi otrokovo pozornost usmerimo na lastnosti snovi, ki se pri tem spremenijo, in lastnosti snovi, ki se pri tem ohranijo. S tem si otrok razvija sposobnost načrtnega opazovanja iz zbiranja informacij v smislu razvrščanja lastno izbranih meril.

Pri obravnavi kompleksnejših problemov lahko pri opazovanju in zbiranju informacij v smislu generičnih kompetenc omenimo tudi sposobnost timskega dela. Kompleksnejše probleme je namreč treba razgraditi na posamezne dele, ki jih lahko preučujemo po skupinah, nato pa posamezne ugotovitve z ustreznimi relacijami združimo v celoto. Tako lahko pri preučevanju lastnosti snovi ena izmed skupin preučuje barvo snovi, druga vonj, naslednja topnost itd. Nato pa ugotovitve združimo v kompleksnejšo razumevanje lastnosti posameznih snovi.

3.4 Analiza rezultatov in sinteza sklepov

Fazi opazovanja in zbiranja informacij sledi analiza rezultatov in sinteza sklepov. Gre za oblikovanje odgovora na raziskovalno vprašanje z interpretacijo oziroma razlago dobljenih rezultatov.

Tako lahko pri preučevanju snovi na podlagi eksperimentalnih rezultatov sklenemo, da se nekatere snovi v vodi topijo (sladkor, sol). Določene snovi se po preoblikovanju vrnejo v prvotno stanje (guma), druge pa ne (plastelin). Voda se pri segrevanju spremni v paro, pri ohlajanju pa v led. Takšnih ugotovitev je še veliko in so pomembne za razvijanje sposobnosti sinteze sklepov na podlagi analize zbranih rezultatov v smislu rešitve zastavljenega problema, hkrati pa omogočajo oblikovanje otrokovih predstav o lastnostih različnih snovi. Za razvoj sposobnosti analize dobljenih informacij in razlage novo usvojenih pojmov in relacij med snovmi in procesi je zelo pomemben način, kako poteka otrokovo zapisovanje eksperimentalnega dela in opazovanja. Otrokova risba, npr. začetnega in končnega stanja, opazovanja s prostim očesom ali pod lupo/mikroskopom, je eden izmed osnovnih načinov zapisovanja v predšolskem obdobju. Individualno, v dvoje ali v skupini lahko nastaja plakat, ki pomeni odgovor na vprašanja: ali snov poznaš in od kod jo poznaš, zakaj, kje in kako se uporablja, kaj lahko počneš z njo doma itn. Več plakatov o spoznavanju ene same ali večjega števila snovi lahko pred poročanjem, med njim ali po njem povežemo med seboj in otroke spodbudimo k temu, da iščejo med njimi povezave glede lastnosti, izvora, nahajališča ali uporabe v vsakdanjem življenju.

3.5 Poročanje rezultatov

Poročanje rezultatov v zgodnjem otroštvu poteka v glavnem na podlagi verbalne komunikacije oziroma slikovnega gradiva in lastnih izdelanih zapisov (risbe, plakati, beležni listi, opazovalni listi, itn.). Preučevanje o lastnostih snovi ponuja v smislu raznolikosti posameznih snovi številne možnosti za poročanje rezultatov. V sklopu raziskave pri projektu Razvoj naravoslovnih kompetenc, ki jo v tem prispevku nismo posebej omenjali, se je pri preučevanju lastnosti snovi izkazalo, da je sposobnost poročanja rezultatov v povezavi z aktivnim eksperimentalnim delom, saj so bili otroci, ki so aktivno vključeni v eksperimentalno delo, precej uspešnejši od tistih, ki so pasivno spoznavali lastnosti posameznih snovi.

4 Sklep

V prispevku smo predstavili pomen raziskovanja kot sistema učenja pri spoznavanju naravnega okolja v zgodnjem otroštvu ter podrobneje opredelili potek eksperimentalnega dela po posameznih stopnjah. Na konkretnem primeru preučevanja lastnosti snovi smo pokazali možnosti razvoja sposobnosti in spretnosti, ki so vezane na kompetence, kot so sposobnost zbiranja informacij, sposobnost analize in organizacija informacij, sposobnost sinteze sklepov, sposobnost učenja in reševanja problemov, sposobnost organiziranja in načrtovanja dela ter sposobnost komuniciranja.

Na temo preučevanja lastnosti snovi je bilo izdelano tudi konkretno gradivo, ki ga v prispevku nismo posebej omenili. V raziskavo so bili vključeni otroci iz vrtca (4–6 let) in prvega razreda osnovne šole (7 let). Ta je pokazala, da gradivo, zasnovano na eksperimentalnem delu preučevanja lastnosti snovi omogoča razvoj različnih sposobnosti in spretnosti. Rezultati so pokazali, da samostojno raziskovanje otroka, sprotno reševanje problema in povezava ter usklajevanje z rešitvami prijateljev v

skupini vplivajo na razvoj sposobnosti in spretnosti, kot so sposobnosti opazovanja, sposobnosti zbiranja, analize in organizacije informacij, sposobnosti interpretacije, verbalne in pisne komunikacije, sposobnosti samostojnega in timskega dela ter medosebne interakcije. Izkazalo se je tudi, da lahko s tako zastavljenimi, raziskovalno in problemsko naravnanimi nalogami oz. dejavnostmi pri otrocih v predšolskem obdobju zanesljivo razvijemo sposobnost učenja in zmožnost reševanja problema na naravoslovnem področju. To je odlično izhodišče za nadaljevanje raziskovalnega dela v zgodnje šolskem obdobju in kasneje na področju posameznih naravoslovnih ved v osnovni in srednji šoli.

5 Viri

- Cencič, M., Cencič, M. (2002) Priročnik za spoznavno usmerjen pouk. Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Krnj, D. (1993) Zgodnje učenje naravoslovja. DZS, Ljubljana.
- Krnj, D. (1997, 1998) Zgodnje učenje naravoslovja. *Naravoslovna solnica*, 2 (1/2), 13–18.
- Krnj, D. (2001) Narava. V: Marjanovič Umek, L. Otrok v vrtcu – priročnik h Kurikulu za vrtce. Maribor: Založba obzorja.
- Krnj, D. (2007) Pouk z raziskovanjem. *Naravoslovna solnica*. 11 (1/3), 8–11.
- Kurikulum za vrtce. Predšolska vzgoja v vrtcih. (1999). Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
- Labinowicz, E. (1989) Izvirni Piaget: mišljenje-učenje-poučevanje. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Lapajne, S., Marega, M., Milekšič, V., Skoberne, P., Zupan, M. (1997), Za okolje, ZRSŠ, Ljubljana, 127–175.
- Majcen, A. (2007) Izkustveno učenje predšolskega otroka ob naravoslovnih poizkusih. Diplomsko delo. Maribor, Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru.
- Marentič – Požarnik, B.(1994) Učenje, poučevanje in vloga učitelja v ekološki vzgoji. Zbornik Človek in njegovo okolje. ZRSŠ, Ljubljana, 167–187.
- Novak, T., Ambrožič-Dolinšek, J., Bradač, Z., Cajnkar-Kac, M., Majer, J., Mencinger-Vračko, B., Petek, D., Pirš, P. idr. (2003) Začetno naravoslovje z metodiko. Maribor: Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru.
- Petek, D. (2005) Didaktični načini pri uvajanju začetnega naravoslovja: neobjavljeno magistrsko delo. Ljubljana.
- Skribe - Dimec, D. (2007) Naravoslovne škatle. Modrijan, Ljubljana.
- Woolfolk, A. (2002) Pedagoška psihologija, Educy, Ljubljana.