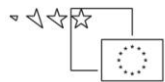




MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

Univerza v Mariboru  
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

**PROJEKT:**  
**Razvoj naravoslovnih kompetenc**  
**(št. 3311-08-986011)**

**S1.06**  
**PREGLED IN IZBOR ZNANSTVENIH**  
**TEM IN SODOBNIH SPECIALNO**  
**DIDAKTIČNIH STRATEGIJ/MODELOV**  
**(01.04.2009 – 30.06.2009)**



## Urednik

dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Nikolaja Golob, mag. Robert Repnik, dr. Andrej Šorgo

## Uredniški odbor

dr. Milan Ambrožič, dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Barbara Bajd, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringer, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, Eva Ferk, dr. Vesna Ferk Savec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Nataša Gros, mag. Vladimir Grubelnik, dr. Vlasta Hus, dr. Marjan Krašna, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, Igor Pesek, dr. Gorazd Planinšič, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, Luka Vidic, dr. Janez Vogrinc, mag. Drago Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Blaž Zmazek, Kornelia Žarič, dr. Janez Žerovnik

## A. OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

### A.1. Naslov projekta:

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC (št. 3311-08-986011)

### A.2. Tip projekta:

Strateški razvojno - raziskovalni projekt

### A.3. Naročnik:

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

### A.4. Nosilec projekta:

#### A.4.1. Odgovorni nosilec in vodja projekta:

Nosilec: prof. dr. Ivan Rozman, rektor UM

Vodja: prof. dr. Ivan Gerlič, FNM



#### **A.4.2. Pogodbena stranka za izvedbo projekta:**

Univerza v Mariboru

Slomškov trg 15, 2000 Maribor

s članico

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Koroška cesta 160, 2000 Maribor

#### **A.5. Projektna skupina:**

##### **A.5.1. Vodstvo projekta:**

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta), dr. Nataša Bukovec (koordinatorica zunanjih sodelavcev)

##### **A.5.2. Programski svet projekta:**

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta), Eva Ferk (administracija)

##### **A.5.3. Programsko vodstvo projekta:**

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), dr. Jelka Strgar (sokoordinatorica področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Gorazd Planinšič (sokoordinator področja fizike), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Nataša Bukovec (sokoordinatorica področja kemije, koordinatorica zunanjih sodelavcev), dr. Margareta Vrtačnik (sokoordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), Milena Pačnik (koordinatorica področja osnovnih šol s prilagojenim programom), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora



projekta)

#### **A.5.2. Strokovni sodelavci:**

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Barbara Bajd, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringer, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, dr. Vesna Ferik Savec, Matjaž Fistravec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Nataša Gros, mag. Vladimir Grubelnik, dr. Vlasta Hus, Miha Kos, dr. Marjan Krašna, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, Igor Pesek, dr. Gorazd Planinšič, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, Luka Vidic, dr. Janez Vogrinc, mag. Drago Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Blaž Zmazek, dr. Janez Žerovnik

#### **A.5.2. Učitelji:**

##### **A.5.2.1. Srednje šole:**

Jelka Avguštin, Dragomir Benko, Daniel Bernad, Jožica Brecl, Darko Briški, Sanja Cvar, Irena Česnik-Vončina, Matej Forjan, Zdravka Hajdinjak, Felicita Hromc, Katja Holnthaner Zorec, Jasmina Jančič, Zdenka Keuc, Saša Kocijančič, Andrej Marhl, Marjanca Poljanšek, Hedvika Popič, Peter Sekolonik, Karmen Slak, Milenko Stiplovšek, Katja Stopar, Karmen Vidmar, Marko Žigart

##### **A.5.2.1. Osnovne šole in vrtci**

Romana Bezjak, Martina Črešnik, Jasna Romana Čuješ, Robert Dimec, Mojca Dobnik Repnik, Neda Golmajer, Lidija Grubelnik, Senka Jauk, Marjeta Križaj, Samo Lipovnik, Jakica Mravljak, Jasna Novak, Damjan Osrajnik, Milena Pačnik, Davorka Pregl, Tanja Štefl, Mladen Tancer, Diana Tavčar Ročenovič, Alenka Vilar, Samo Zanjekovič, Jasna Žic

### **A.6. Raziskovalno polje**

#### **A.6.1. Predmetna področja:**

1. Biologija



2. Fizika
3. Kemija
4. Skupni predmeti – Matematika, Tehnika, Računalništvo, Razredni pouk, Osnovna šola s prilagojenim programom

**A.6.2. Stopnja:**

Vrtci, osnovne šole (razredna in predmetna stopnja), osnovne šole s prilagojenim programom in srednje šole.



## Kazalo

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Uvodnik vodje projekta.....                                                                                   | 8   |
| Med zaželenim in zapisanim: avtonomija učitelja v učnih načrtih biologije, fizike in kemije v gimnaziji ..... | 11  |
| BIOLOGIJA .....                                                                                               | 32  |
| Uvodnik.....                                                                                                  | 33  |
| Računalnik pri pouku biologije in razvoj specifičnih kompetenc .....                                          | 37  |
| Učenci in njihovo spoznavanje živali ter njihov odnos do živali v sklopu formalnih oblik učenja .....         | 46  |
| Pomen vključevanja živih organizmov pri pouku .....                                                           | 57  |
| Sposobnost opazovanja kot ključna spretnost za razvoj ostalih kompetenc                                       | 60  |
| Temeljne ugotovitve s stališča obravnave kompetenc in naravoslovne pismenosti .....                           | 75  |
| Poučevanje evolucije človeka v naših šolah .....                                                              | 82  |
| FIZIKA .....                                                                                                  | 90  |
| Uvodnik.....                                                                                                  | 91  |
| Modeliranje dinamike naravnih sistemov v smislu systemskega mišljenja .....                                   | 95  |
| Priložnosti za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike .....                        | 108 |
| Konkretni predlogi sodobnih vsebin pri fiziki za osnovne in srednje šole .....                                | 139 |
| Potrebne dejavnosti za implementacijo uspešne učne enote, ki razvija naravoslovne kompetence .....            | 158 |
| Predlogi novih vsebin pri fiziki in zgled ustreznih gradiv .....                                              | 166 |
| Metode za razvijanje naravoslovnih kompetenc .....                                                            | 183 |
| Nove vsebine pri fiziki, gradiva .....                                                                        | 194 |



|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Predlog nove učne vsebine: Učenje desetprstnega tipkanja .....                                | 203 |
| KEMIJA.....                                                                                   | 214 |
| Uvodnik.....                                                                                  | 215 |
| Nove kemijske vsebine.....                                                                    | 218 |
| Novi koncepti in vsebine pri poučevanju kemije .....                                          | 239 |
| Predlog novih učnih gradiv, ki so v skladu s prenovljenim programom kemije za gimnazije ..... | 252 |
| Sodobno pojmovanje učinkovitih pristopov poučevanja in učenja kemije .....                    | 257 |
| Izkustveno učenje .....                                                                       | 268 |
| Sodelovalno učenje .....                                                                      | 278 |
| Literatura .....                                                                              | 327 |



## Uvodnik vodje projekta

*prof. dr. Ivan Gerlič*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

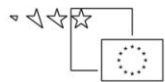
Delo v 3. obdobju je bila nadgradnja in logično nadaljevanje aktivnosti opredelitev naravoslovnih kompetenc za posamezne starostne skupine učencev/dijakov, ki so skupne vsem naravoslovnim strokam in opredelitev kompetenc, ki interdisciplinarno povezujejo naravoslovne stroke med seboj. Poudarek je bil na:

- kompetencah specifičnih za posamezno stroko (biologija, fizika, kemija, skupni del) v šolski vertikali in težave, ki so po mednarodnih evalvacijah evidentirane v našem šolskem prostoru (TIMSS, PISA 2006) ter predlogi za odpravo teh pomanjkljivosti (rezultat: Kompetence specifične za posamezna področja vsebine v šolski vertikali);
- pregledu in izboru novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij) na področju kemije, biologije in fizike, ki jih je smiselno oziroma potrebno vključiti v šolo (rezultat: pregled in izbor znanstvenih tem in sodobnih specialno- didaktičnih strategij/modelov za področja - kemija, biologija, fizika, skupni del), s ciljem pripraviti dejavnosti in ustrezna gradiva, ki bi jih lahko učitelji praktiki vpeljali in testirali v jesenskem obdobju;
- priprava didaktičnih gradiv/modelov za posamezna področja za preverjanje v šolski praksi za prvo in drugo četrletje leta 2010 (rezultat: Didaktična gradiva/modeli)

Glede na poročila vseh treh naravoslovnih področij, biologije, fizike in kemije, lahko omenim nekaj skupnih točk, ki se tičejo predlogov novih vsebin ali metod in sicer:



- Pomembna je sodobnost vsebin in interdisciplinarnost. Več avtorjev poudarja, da sodobne vsebine bolje motivirajo učence, razen tega pa mora iti izobraževalni sistem v korak s sodobnim znanstveno-tehnološkim razvojem, če naj bodo učenci – morebitni bodoči inženirji in raziskovalci poklicno uspešni. Čeprav ima vsaka naravoslovna veda specifična znanja, si skoraj ne moremo zamisliti pomembnega sodobnega raziskovalnega področja, kjer interdisciplinarnost ne bi prišla v poštev (npr., pri raziskavah in aplikaciji tekočih kristalov tesno sodelujejo fizika, kemija, elektrotehnika in informatika, pri morebitnem razvoju računalnikov na bio-molekularni osnovi je pričakovati tesno sodelovanje biologije, fizike, računalništva in informatike, itd). Zato naj se v šoli vedno poudarja po eni strani specifičnost vsakega naravoslovnega predmeta, po drugi pa interdisciplinarnost, tudi pri izbiri novih vsebin.
- Zelo se poudarja vloga in pomen IKT (informacijsko komunikacijske tehnologije) pri izbiri metod dela. Omenim naj samo eno zanimivo uporabo računalnikov: pri vseh treh osnovnih naravoslovnih vedah se da npr. uporabiti kvalitativno modeliranje dinamičnih sistemov, npr. v obliki vzročno-posledičnih diagramov.
- Poleg spoznavnega vidika so zelo pomembne tudi pridobljene spretnosti, morda še bolj pa stališča in vrednote. Sem gotovo spadata splošni etični vidik in osveščen odnos do okolja. Posebno za krepitev okoljske osveščenosti najdemo mnogo primerov pri vseh treh vedah.
- Pomen eksperimentalnega dela učencev je poudarjen na vseh treh področjih. Izkušnje in raziskave kažejo, da s poskusi (posebno individualnim) učenci na vseh stopnjah OŠ in tudi v srednjih šolah bolje usvojijo višje spoznavne stopnje znanja snovi. Poleg eksperimentiranja v šoli se seveda zelo priporočajo dejavnosti izven učilnice: strokovne ekskurzije, naravoslovni dnevi. itd.



- Med iskanjem sodobnih specialno- didaktičnih strategij/modelov kaže še posebej poudariti analize izkustvenega učenja, sodelovalnega učenja in konceptualnega pristopa v poučevanju in učenju naravoslovja.
- Primerna popestritev pouka z novimi, sodobnimi učnimi vsebinami, na pravi način, pomaga pri vzgoji učencev v razmišljujoče, intelektualno široke in odgovorne odrasle ljudi, vse to pa spada med vidike splošnih in predmetno specifičnih kompetenc. Temu področju je posvečeno kar nekaj zanimivih razprav in modelskih pristopov.

V naslednjem obdobju nas čaka za naravoslovce (raziskovalce in praktike) najzanimivejši del, to je priprava in verifikacija didaktičnih gradiv/modelov za posamezna področja za preverjanje v šolski praksi, potrebno pa bo še kaj postoriti pri zaokrožitvi kompetenc specifičnih za posamezno stroko v šolski vertikali in sodobnih specialno- didaktičnih strategij/modelov za uspešnejše vzgojno - izobraževalno delo naravoslovja.



## Med zaželenim in zapisanim: avtonomija učitelja v učnih načrtih biologije, fizike in kemije v gimnaziji

Šorgo Andrej<sup>1</sup>, Repnik Robert<sup>1,2</sup>, Golob Nika<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Fakulteta za naravoslovje in matematiko UM

<sup>2</sup>Pedagoška fakulteta UM

Dr. Andrej Šorgo (1957), docent za Didaktiko biologije na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

Naslov: Ptujška c. 91, 2327 Rače

E-mail: [andrej.sorgo@uni-mb.si](mailto:andrej.sorgo@uni-mb.si)

Mag. Robert Repnik (1975), asistent za fiziko na Fakulteti za naravoslovje in matematiko in Pedagoški fakulteti Univerze v Mariboru, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

Naslov: Gozdna ul. 2, 2366 Muta, Mobilni telefon: (+386) 041 792 567

E-Mail: [robert.repnik@uni-mb.si](mailto:robert.repnik@uni-mb.si)

Dr. Nika Golob (1971), asistentka za kemijsko izobraževanje na Pedagoški fakulteti in Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru.

Naslov: Sp. Polskava 289, 2331 Pragersko, SLO; Telefon: (+386) 02 2293 749

E-mail: [nika.golob@uni-mb.si](mailto:nika.golob@uni-mb.si)

### POVZETEK

Večanje stopnje učiteljeve avtonomije je bilo eno od osnovnih izhodišč na katerih naj bi bila izvedena prenova učnih načrtov v gimnaziji leta 2007. Izvedena je bila primerjava starih in prenovljenih učnih načrtov biologije, fizike



in kemije. Ugotovljeno je bilo, da se učni načrti treh naravoslovnih predmetov razlikujejo med seboj v stopnji avtonomije, ki jo omogočajo učitelju. Največji del prenovljenih učnih načrtov je na vsebinskem nivoju za učitelja obvezen (v primeru biologije, kar ves UN). »Krepka« avtonomija je omogočena le učitelju fizike, ki si lahko v deležu ur samostojno oblikuje del kurikula, saj ima za ta namen na voljo nerazporejene ure pouka. Učitelja kemije in biologije te možnosti nimata, ne v starih, ne v prenovljenih učnih načrtih. Zaznati pa je tendenco k oženju avtonomije, saj je delež nerazporejenih ur v prenovljenem učnem načrtu za fiziko upadel skoraj za eno tretjino. Učitelji vseh treh predmetov lahko udeležijo v večji meri le tako imenovano »šibko« avtonomijo, ki pa jo v praksi v veliki meri omejujejo didaktična priporočila in obveze po vključevanju različnih oblik dela v pouk. Avtorji predlagajo, da se v učni načrti poveča stopnja učiteljeve avtonomije, tako da bi vsak učni načrt vseboval delež nerazporejenih ur znotraj katerih učitelj sam kreira pouk. Preostali del naj povzame rešitev v delitvi na jedrne in izbirne vsebine, morda v deležu 2:1. S tem bi podali učiteljem možnost, da dajo pouku individualno noto in se izrazijo na področjih, ki so jim bližje, kar bi na teh področjih pomenilo tudi kakovostnejši pouk.

## UVOD

Temeljno poslanstvo šole je (poleg vzgojnih in socialnih funkcij) transfer družbeno pomembnih znanj k porabnikom (učencem, dijakom, študentom) in ustvarjanje okolja v katerem tak transfer lahko poteče. Šolski prostor se zaradi razvoja znanosti in družbenih sprememb ne more uspravati in terja stalno spreminjanje in prilagajanje. Spremembe so neizbežne že zaradi same produkcije znanja in njegove narave. Količina informacij v vsaki stroki ne le da narašča, temveč nova spoznanja in interpretacije nadomeščajo stara vedenja, ki mnogokrat postanejo izven zgodovinske perspektive odvečna ali



celo ovirajo razvoj (Sternberg, 2001; Waters, 2006; Rebernik in Širec, 2007). Vzporedno temu pa se prav tako stalno spreminja še relativni pomen vsakega konkretnega vedenja ali spretnosti v odnosu do drugih znanj (Novak in Pavletič, 2008). Poleg vsebinskih razlogov, ki narekujejo spremembe, nikakor ne moremo spregledati družbene zahteve po dvigu kakovosti znanj, njihovi trajnosti, uporabnosti, povezanosti in poudarjanjem pomena vseživljenjskega izobraževanja (Bela knjiga o vzgoji in izobraževanju v Republiki Sloveniji, 1995; Zbornik kurikularna prenova, 1997; Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, 2006).

V zadnjih letih je bila skoraj konsenzualno sprejeta ugotovitev, da na področju izobraževanja ni moč vedeti, katera znanja bodo relevantna za vsakega posameznika v prihodnosti (Kuhn, 2007). Kot ena od možnih strategij je prehod s količinsko opredeljenega in z dejstvi obremenjenega znanja na pridobivanje procesnih znanj (Bajd in Artač, 2002). Temeljne okvire iskanj pa nato določajo bolj ali manj ohlapno opredeljene kompetence (Svetlik, 2006).

Vprašanje, kako v praksi doseči, da bi učenec v času svojega šolanja pridobil najpomembnejša sodobna znanja, trči na več omejitev in v družbi prisotnih napačnih predstav o znanju (Osborne, 2007). Na količinskem nivoju je formalno izobraževanje verjetno že doseglo svoje zgornje meje v kopičenju novih znanj iz vsake posamezne stroke. V kolikor bi posamezne stroke želele razširiti obseg znanj, bi bile načelona možne te rešitve: a) povečevanje dnevne obremenitve učencev s povečevanjem števila ur pouka; b) podaljševanjem šolskega leta; c) podaljševanje šolanja; d) prerazporejanje ur med predmeti (to je lahko stalno ali na račun povečevanja izbirnosti); e) dodatno obremenjevanje učencev z individualnim in samostojnim delom izven časa organiziranega pouka; f) uporaba didaktičnih strategij, s katerimi bi povečali učinkovitost pouka.



Morda z izjemo uporabe kakovostnejših strategij poučevanja, nobena od ponujenih možnosti ni idealna. Prve tri rešitve bi zahtevale zahtevne sistemske in zakonske spremembe na nivoju šolskega sistema, kar je v sedanjem času manj verjetna opcija. S stališča posamezne stroke se zdi še najbolj enostavna pot s prerazporejanjem ur med posameznimi predmeti, lahko tudi na račun izbirnosti. S prerazporejanjem ur med predmeti pa lahko razrešimo le problem nekaterih predmetov na račun drugih. Poenostavljeno rečeno, dijak bi znal morda nekaj več zgodovine, zato pa manj biologije (velja seveda tudi obratna relacija). V praksi se problem vključevanja novih vsebin še posebej intenzivno odrazi ob željah po vključevanju novih predmetov ali znanj v kurikulum, kadar ta niso področja katere od tradicionalnih strok (npr. okoljska vzgoja, medijska kultura, ipd.). Za vpeljavo povsem novih področij delno rešitev ponuja vpeljavo izbirnih predmetov, ki pa nato ne dosežejo vseh učencev. Kadar pa so vključene kot medpredmetne oz. kroskurikularne teme (npr. okoljska vzgoja in izobraževanje, zdravstvena vzgoja, ipd.) pa si le težko izborijo svoj delež potrebnega časa znotraj tradicionalnih predmetov (Hus in sod. 2008). Tudi nesorazmerno dodatno obremenjevanje dijakov bi prej ali slej trčilo na svoje naravne meje, še prej pa po vsej verjetnosti sprožilo upor javnosti.

Druga pot h kakovostnejšemu in trajnejšemu znanju je uvajanje sprememb znotraj posameznega predmeta. Najpomembnejše poti na nivoju enega predmeta, ki jih ima na voljo stroka, so: a) sestava učnih načrtov; b) priprava kakovostnih virov znanja (učbeniki, delovna gradiva); c) razvoj predmetnih didaktik; d) izobraževanje učiteljev; e) oblikovanje standardov znanja in njihovo preverjanje (npr. matura). V povezavi z drugimi predmeti pa še vzpostavljanje medpredmetnih povezav ter povezovanje šolskega in izvenšolskega znanja v holistično celoto.



Prenova gimnazije v devetdesetih letih prejšnjega stoletja je, poleg prenove učnih načrtov (Ivanuš Grmek in sod., 2006) vključevala še prerazporeditev ur med predmeti, na osnovnošolskem nivoju pa je bil najbolj radikalen poseg podaljševanje šolanja z uvedbo devetletke. V kolikor želimo ohraniti splošno gimnazijo, kot izobraževalno ustanovo, ki omogoča dijakom kar najširše in predvsem multidisciplinarno znanje in z opravljeno maturo skoraj neomejen prehod na univerzitetni študij, potem so rešitve, ki bi v večji meri posegle v deleže ur posameznih predmetov praktično že izčrpane. Iskanje rešitev za dvig kakovosti splošne izobrazbe bi se zato morala usmeriti predvsem na posodabljanje vsebin znotraj predmetov in iskanje optimalnih didaktičnih strategij za njihov transfer.

Ključno vlogo pri vpeljevanju vseh sprememb pa bo, ne glede na želje uvajalcev sprememb, imel konkreten učitelj. V kolikor ne bo prepričan v ustreznost in koristnost neke spremembe jo bo v primerih, kjer mu ne grozijo neposredne sankcije, ignoriral. Iz mnogih študij (Marentič – Požarnik in sod, 2003; ) je znano, da na kakovost poteka pouka, kot neločljivo povezane zmesi poučevanja, učenja, vzgoje in socialnih odnosov, vpliva zadovoljstvo učitelja s svojim poklicem in njegova stališča. Le to pa je ključno povezano s stopnjo avtonomije, ki mu je na voljo (Peček, 1998; Marentič – Požarnik in sod, 2003; Pearson in Moomaw, 2005, Reeve, 2006). Pri tem pa moramo ločiti dve obliki avtonomije. Marentič - Požarnikova (2003, str. 6) piše:

*V skladu s »šibko« ali omejeno koncepcijo sestoji učiteljeva avtonomija iz svobode v uporabi priznanega profesionalnega znanja, ko uresničuje učne načrte, ki pa so bili zasnovani drugje. »Krepka« koncepcija pa gleda na učitelje kot na eksperte na svojem področju in jim s tem zaupa odločanje tako o vsebinah kot tudi o metodah in pogojih svojega dela ter o ukrepih*



šolske politike.... Če povzamemo prej omenjeno dikcijo naših dokumentov [Bela knjiga, 1995, str. 91-92; Izhodišča. 1995, str. 9; Kuščer, 1999, str.29] glede opredeljevanja učiteljeve avtonomije, se ta osredinja na t.i. »notranjo« avtonomijo učiteljevega dela v razredu - na možnost »operativnega« odločanja o izbiri in uporabi učnih metod in pristopov v okvirih (načel, ciljev, standardov), ki so postavljeni od zunaj; gre torej za »šibko« koncepcijo.

Medtem, ko je »šibka« avtonomija omejena z znanji in sposobnostmi učitelja, pa je »kreпка« podana z institucionalnimi okviri na različnih nivojih. Primerjava bi lahko bila z vrhunskim plesnim parom, ki ne more pokazati vsega kar zna in zmore v dvigalu, medtem ko slabemu paru tudi profesionalna obutev in prazna plesna dvorana ne omogočata drugega kot stopicanje na mestu.

V tem zapisu se bomo omejili le na obravnavo učnih načrtov, kot enega od neposrednih omejevalcev učiteljeve avtonomije. Učni načrti namreč ne vplivajo le na obseg in globino znanj, temveč tudi neposredno ali posredno na način podajanja teh znanj in metode dela pri pouku (Peček, 1998; Šorgo in Šteblaj, 2007), torej na eno redkih možnosti, kjer bi sicer še bilo kaj prostora za doseganje sodobnih ciljev pouka.

Zadnja posodobitev gimnazijskega programa (po kateri je začel teči pouk v šolskem letu 2008/09) je temeljila predvsem na posodobitvah učnih načrtov, čeprav so posamezne predmetne skupine v resnici izvedle prenovo (Kalin, 2008). Prerazporejanje ur med predmeti na račun povečevanja izbirnosti je namreč sprožilo burne reakcije v javnosti in je bilo ustavljeno (Vilhar, 2007).

V prenovo se je krenilo na osnovi ključnih prepoznanih problemov (Ivanuš-Grmek in sod. 2006), zapisanih v dokumentu Izhodišča prenove gimnazijskega programa (2007). Komisija za pripravo koncepta nadaljnjega razvoja



gimnazijskega programa in umeščenosti splošne izobrazbe v srednješolske programe, je v izhodišča posodabljanja učnih načrtov zapisala načela, po katerih naj bi se posodabljal kurikulum. Ta načela so:

- avtonomija učitelja in šole,
- učinkiljni in procesno-razvojni pristop,
- odprtost in izbirnost;
- kompetentnost,
- kakovost znanja (aktualnost, trajnost in uporabnost znanja),
- povezovanje predmetov in disciplin oziroma spodbujanje kurikularnih povezav,
- razvojno spremljanje učenčevih dosežkov.

Temeljno raziskovalno vprašanje, ki smo si ga zastavili, je bilo, kako bi lahko učni načrti treh naravoslovnih predmetov vzpodbujali ali omejevali učiteljevo avtonomijo, kot ključno komponento kakovostnega dela v gimnaziji.

## METODA DELA

Primerjali smo gimnazijske učne načrte biologije, kemije in fizike, po katerih poteka pouk od leta 1999 dalje in se iztečejo leta 2012, s posodobljenimi učnimi načrti iz leta 2007. Po njih je stekel pouk v prvih letnikih gimnazijskih programov šolskem letu 2008/09. V analizah smo se omejili le na program splošne gimnazije in to v obveznem delu. Primerjave olajšuje dejstvo, da v številu in razporeditvi ur med biologijo, fiziko in kemijo (v nadaljevanju BI, FI, KE) v predmetniku splošne gimnazije ni bistvenih razlik. Vsi trije predmeti imajo opredeljen osnovni obvezni fond 210 ur (2 uri tedensko v prvih treh letih šolanja). Tega je mogoče dopolniti s 35 urnimi neobveznimi izbirnimi moduli, ter 105 urami v maturitetnem programu. Drugi tipi gimnazij (npr. klasična), ki pa niso predmet obravnave tega zapisa, tega fonda v obveznem delu ne



dosegajo, omogočajo pa dijaku, da jih nadomesti in s tem doseže fond ur zahtevan za pristop k maturi. Priprave na maturo in neobvezne izbirne module, smo izpustili iz primerjav, saj maturitetni katalogi, ki bi temeljili na prenovljenih učnih načrtih, v času pisanja prispevka še niso bili pripravljeni in brez njih bi bile primerjave nepopolne. Analiza je metodološko sledila primerjavi o vplivu učnih načrtov iz biologije, kemije in fizike na medpredmetno povezovanje (Šorgo in Šteblaj, 2007), le da smo tokrat vključili še primerjavo med starimi in posodobljenimi učnimi načrti.

Pri kritičnem branju kot metodi analize učnih načrtov je mogoče slediti dvema principoma, ki se lahko kasneje uporabita tudi pri razumevanju zapisanega in operacionalizaciji UN v razredu. Po prvem principu je mogoče razumeti, da je dovoljeno vse, kar ni prepovedano, po drugem pa da je prepovedano vse, kar ni dovoljeno. Mi bomo krmarili med obema principoma in poskušali povzeti »duha« zapisanega v učnih načrtih.

## REZULTATI S KOMENTARJEM

Medtem, ko v uvrstitvi v predmetnik splošne gimnazije in časovnem obsegu med biologijo, fiziko in kemijo (BIFIKE) v obveznem programu splošne gimnazije ni razlik (210 ur v treh letih) pa so številne razlike prisotne tako v primerjavah med predmeti, kot v primerjavah med starimi učnimi načrti (SUN) in prenovljenimi učnimi načrti (PUN). Razlike lahko prepoznamo na nivoju vsebin, kjer bi bila učiteljeva avtonomija načeloma mogoča na treh nivojih: a) vključevanje novih vsebin in ciljev; d) izpuščanje vsebin in ciljev, b) doseganje predpisanih ciljev, ne bi pa bile predpisane vsebine. Drug vidik avtonomije pa je na metodično didaktičnem področju.



Najpomembnejše razlike, ki bi lahko vplivale na udejanjanje avtonomije učitelja obravnavamo po točkah:

### **Število nerazporejenih ur v UN, kjer bi učitelj samostojno kreiral vsebine**

V starih in prenovljenih UN biologije in kemije nerazporejene ure, ki bi jih učitelj zapolnil z lastnimi vsebinami, niso predvidene. Je pa to omogočeno učitelju fizike tako v SUN kot v PUN., kjer je zapisano:

*SUN (FI): izbirni del (70 ur) zajema vsebine, ki niso obsežene v jedru in jih učitelji vključujejo po svoji presoji, lahko pa izberejo tudi nove vsebine v povezavi z usmeritvijo šole in zanje sami izdelajo podrobnejši učni načrt;*

*PUN (FI): 15 ur v letniku je namenjenih obravnavi vsebin po izboru učitelja. Sem spadajo: posebna znanja, izbirne vsebine, izbirne vsebine po učiteljevem izboru, projektno delo, izdelava in predstavitev seminarskih nalog. (kot sestavni del zgoraj naštetih ).*

Iz zapisanega lahko sklepamo, da se krepka avtonomija učitelja in šole, da povsem samostojno kreira del predmeta, med predmeti razlikuje. Nerazporejene ure ima na voljo le učitelj fizike, zaznan pa je trend upada te avtonomije med SUN (FI) in PUN (FI). Tako je število nerazporejenih ur, ki bi jih lahko učitelj pri pouku vsebinsko izvedel po lastni presoji upadlo s 70 na 45.

### **Vključevanje vsebin in ciljev**

Najbolj utesnjen je učitelj biologije. Medtem, ko so bili že v SUN biologije vsi navedeni cilji obvezni, z izjemo sklopa organizacijski tipi živih bitij, kje je bilo zapisano:



*SUN (BI): Vsi cilji so obvezni, le v sklopu Organizacijski tipi živih bitij lahko po lastni presoji učitelj uresniči 75 do 80% vseh ciljev.*

V PUN (BI) je izpuščena tudi ta možnost. Prav tako so obvezni vsi cilji obveznega dela UN za fiziko.

SUN biologije vključevanja novih ciljev ni predvideval, je pa omogočal njihovo obravnavo na različnih nivojih, kar je bilo zapisano:

*SUN (BI): Učitelj se lahko po lastni presoji odloča tudi o tem, katere cilje bo poglobil in katere bo uresničeval zgolj informativno. Vendar je učitelj dolžan realizirati zastavljene cilje v 210 urah.*

V PUN biologije in fizike je sedaj zapisana identična formulacija:

*PUN (BI, FI) V obsegu do 20 % pouka biologije učiteljica/učitelj glede na aktualne teme in probleme v ožjem in širšem okolju strokovno avtonomno določi, katere cilje bo bolj poglobljeno obravnaval/-a in vključil/-a ustrezna dodatna znanja (posebna znanja), pri čemer je dolžan/-na uresničiti cilje obveznega programa v 210 urah.*

S stališča učitelja fizike je to izrazita regresija, saj mu je bilo s SUN omogočeno:

*SUN (FI): Izbirni del (70 ur) zajema vsebine, ki niso obsežene v jedru in jih učitelji vključujejo po svoji presoji, lahko pa izberejo tudi nove vsebine v povezavi z usmeritvijo šole in zanje sami izdelajo podrobnejši učni načrt,*



Najbolj kompleksno imajo obravnavo izbirnih vsebin opredeljeno kemiki. V obeh primerih pa velja, da se učitelj svobodno giblje v polju naprej predvidenega. Kar mu v resnici bolj, kakor vključevanje novih vsebin in ciljev, omogoča izpuščanje za dijake nezanimivih ali nepomebnih vsebin.

V SUN kemije je bilo zapisano:

*SUN (KE): Kemijske vsebine so zasnovane na dveh nivojih: (1) kot jedrne vsebine... in (2) kot izbirne vsebine, ki naj pripomorejo k večji avtonomnosti šole, učitelja in dijaka v procesu šolanja. Jedrne vsebine obsegajo od 60 do 80 odstotkov učnih ur, vsak učitelj (oziroma šola) pa naj bi praviloma iz ponujenega programa izbral še od 20 do 40 odstotkov izbirnih vsebin... Za izbirno vsebino se lahko odločijo učitelji kemije na šol... Druga možnost je, da se za izbirno vsebino oz. njene dele odloči učitelj sam, glede na svojo strokovno usposobljenost in opremljenost šole za izvajanje programa izbirne vsebine... Tretja možnost je, da se za izbirne vsebine oz. dele izbirnih vsebin odločijo dijaki sami in jih pod vodstvom učitelja obdelajo samostojno kot seminarsko nalogo. Najboljše naloge dijaki predstavijo svojim sošolcem.*

PUN kemije povzema stanje:

*PUN (KE): Cilji (vsebinski, procesni in odnosni) in vsebine so v učnem načrtu za kemijo urejeni po vsebinskih sklopih. V učnem načrtu so znanja razdeljena na splošna znanja (in posebna znanja... Splošna znanja so opredeljena kot znanja, potrebna za splošno izobrazbo, in so namenjena vsem dijakom/dijakinjam, zato jih mora učitelj/učiteljica obvezno obravnavati... Posebna znanja opredeljujejo dodatna ali poglobljena znanja, ki jih učitelj/učiteljica obravnava glede na zmožnosti in interese dijakov/dijakinj. Procesni in odnosni cilji, ki so opisani pri posameznih vsebinskih sklopih UN nakazujejo tudi prednostne učne metode oziroma dejavnosti za uresničevanje učnih ciljev posameznega sklopa.*



Iz zapisanega lahko ugotovimo, da je v vseh treh predmetih na nivoju izbora ciljev in vsebin v UN večji del obvezen za vse dijake. V izbirnem delu je nato v najboljšem položaju učitelj fizike (Repnik, 2009), sledi učitelj kemije, najmanj avtonomije pa je omogočene učitelju biologije.

### 3. 3 Zaporedje vsebin in ciljev

Določanje zaporedja lahko prepoznamo kot element, ki podpira »šibko« avtonomijo, saj omogoča učitelju povezovanje vsebin okoli dejavnosti in vnašanje avtonomnih metodičnih rešitev. Razlike med predmeti so prisotne tudi v tem segmentu. SUN načrt za kemijo je sledil notranji logiki predmeta, kot so si ga zamislili snovalci. Učitelju je nudil le omejene možnosti, da bi kreiral lastno zaporedje obravnave ciljev. V nasprotju s kemijo pa sta SUN za biologijo ter fiziko dajala učitelju možnost, da sam kreira zaporedje vsebin in ciljev in jih prenaša celo med letniki, kar je bilo tudi eksplicitno zapisano:

*SUN (BI) Učni načrt ni opredeljen po letnikih, temveč kot celota. Učitelj lahko določi zaporedje učne snovi po lastni presoji s svojo časovno razporeditvijo. Prav tako ni nujno, da učitelj realizira zastavljene cilje v tistem vsebinskem sklopu, kot so zapisani, pač pa jih lahko realizira poljubno, če to njegovemu konceptu bolj ustreza.*

*SUN(FI): Vrstni red podajanja snovi in razvrstitev tem znotraj poglavij s tem učnim načrtom nista predpisana. Učno snov učitelji sami razporedijo v okviru ur, ki so na voljo.*

V PUN je odločitev o svobodni določitvi zaporedja eksplicitno zapisano le v UN za fiziko in kemijo:



*PUN (FI): O izvedbi pouka, metodah in oblikah ter o vrstnem redu obravnave vsebin strokovno avtonomno odločajo učiteljice in učitelji. Prav tako strokovno samostojno v letni pripravi predvidijo porazdelitev 15 ur, ki jih po svojem izboru namenijo obravnavi posebnih znanj, izbirnih vsebin, projektnemu delu, izdelavi in predstavitvam seminarskih nalog itd.*

*PUN (KE) Vrstni red obravnave ciljev oziroma vsebinskih sklopov je avtonomna odločitev učitelja/učiteljice.*

V PUN biologije pa ta vidik avtonomije učitelja v primerjavi s SUN izpuščen in ni več eksplicitno zapisan. Je pa mogoče sklepati, da avtorji UN pričakujejo, da bo pouk potekal celostno in v skladu s ponujenimi povezavami med koncepti in ponujeno mrežo konceptov, ki pa jih ne oblikuje učitelj, temveč so zanj obvezni. Učitelj ima pri oblikovanju pouka dominantno vlogo, kjer pa naj bo:

*PUN (BI): Učiteljici/učitelju naj bo glavno vodilo pri pouku mreža povezav med biološkimi koncepti, ki je prikazana na strani 3.*

Zapisano v veliki meri avtonomijo zelo omeji.

### **3. 4 Izbor metod in oblik dela**

Pri vseh treh predmetih ima učitelj na deklarativni ravni največ avtonomije prav v izboru metod in oblik dela. Učitelju je načeloma omogočena popolna avtonomija v izboru metod in oblik dela, v praksi pa je nato omejena z zapisi v UN.

To lahko prikažemo na primeru zapisov. V PUN za biologijo tako piše:



*PUN (BI): Učiteljica/učitelj v pripravi na pouk strokovno avtonomno načrtuje obseg časa za doseganje posameznih ciljev glede na predznanje in zmožnosti dijakinj/dijakov ter izbere načine poučevanja, preverjanja in ocenjevanja izkazanega znanja.*

Podoben zapis je v PUN fizike

*PUN (FI): O izvedbi pouka, metodah in oblikah ter o vrstnem redu obravnave vsebin strokovno avtonomno odločajo učiteljice in učitelji.*

V PUN kemije je zapisano:

*PUN (KE): Učitelj je pri realizaciji vsebinskih sklopov povsem avtonomen (v didaktičnem smislu). Eksperimentalno delo je temeljna učna metoda pouka kemije.*

V praksi pa učitelj polne avtonomije nima, saj ga omejujejo številne omejitve zapisane v UN. Te so sicer »mehkega« značaja in vsebovane predvsem v didaktičnih priporočilih, zahtevami po obveznem vključevanju laboratorijskega in terenskega dela v pouk in zahtevami preverjanja in ocenjevanja.

Značilna navedki, v PUN biologije so:

*PUN (BI): Za dobro razumevanje nekaterih bioloških konceptov in ciljev je najbolje, da o njih dijakinje in dijaki slišijo od učiteljice/učitelja v frontalni obliki obravnavanja snovi, o drugih pa lahko pridobijo znanje z lastnim raziskovalnim delom in drugimi aktivnostmi...Učinkovito poučevanje biologije temelji na ustreznem ravnovesju med neposrednim podajanjem snovi in samostojnim raziskovanjem oz. učenjem... Laboratorijska in terenska dela se izvajajo kot*



blok ure. V programu splošne gimnazije z 210 urami biologije se izvaja 13 laboratorijskih del v obsegu **26 ur** pouka in 4 terenska dela v obsegu **10 ur** pouka (skupaj 36 ur pouka).

V PUN fizike je tako zapisano:

*PUN (FI): Obvezni del programa vključuje 210 (od tega 70 ur v prvem, 70 ur v drugem in 70 ur v tretjem letniku). 70 ur v letniku porazdelimo takole:*

**30 (90) ur** - obravnava vsebin iz splošnih znanj

**15 (45) ur** - obravnava vsebin po izboru učitelja

**10 (30) ur** - eksperimentalne vaje dijakov

**15 (45) ur** - preverjanje, ocenjevanje

V PUN kemije je zapisano

*PUN (KE): Pričakovani dosežki izhajajo iz zapisanih ciljev, vsebin in kompetenc. Da dijak/dijakinja doseže pričakovani dosežek, poskrbi učitelj/učiteljica z načrtovanjem in izvedbo pouka, dijak/dijakinja pa s svojim delom in odgovornostjo po svojih sposobnostih... Sodobno poučevanje kemije je opredeljeno kot razvijanje spretnosti, spodbuda za pojmovno spreminjanje dijak in spodbujanje razvoja njegovih sposobnosti. Zato preverjanje/ocenjevanje ne more služiti le kot povratna informacija o količini usvojene vsebine, temveč naj bo oblikovano tako, da osvetljuje različne vidike teoretskega znanja, procesov in veščin ter omogoča učitelju presojo o delu in zmožnostih posameznega dijak... Pri pouku kemije učitelj preverja in ocenjuje kognitivne, konativne in spretnostne vidike dela dijakov; cilje kemijskega izobraževanja navadno vpnemo v Bloomovo in/oziroma Marzanovo taksonomijo učnih ciljev, ki sta zaradi razdelanosti vsebinskih in procesnih ciljev oziroma naravnosti na miselne procese in veščine najprimernejši za šolsko prakso. Preverjanje/ocenjevanje je ustno in pisno, v njegovo vsebino pa sodijo tudi eksperimentalno delo, projektno delo, seminarske naloge in drugi izdelki dijakov, pri čemer so nam v pomoč pričakovani dosežki, ki so zapisani po vsakem vsebinskem sklopu. Posebna znanja, ki so v učnem načrtu označena, se lahko ocenjujejo samo v soglasju z dijaki.. Eksperimentalno delo ima dvojno vlogo: obravnava kemijskih pojmov na podlagi eksperimentalnih opažanj kot vira*



*primarnih podatkov in preverjanje teorij, raziskovalnih hipotez. Pri načrtovanju učnih oblik eksperimentalnega dela naj bo poudarek na samostojnem eksperimentalnem delu dijakov (skupinsko delo, delo v dvojicah, individualno delo), ki ga dopolnjujemo z demonstracijskimi eksperimenti z aktivno vlogo dijakov. Pri izvajanju samostojnega eksperimentalnega dela dijakov in demonstracijskih eksperimentov (40 odstotkov učnih ur) je obvezna navzočnost laboranta za kemijo. Del samostojnega eksperimentalnega dela dijakov (individualno ali v dvojicah), v obsegu 30 ur od 210 ur rednega programa in 20 ur od 140 ur v maturitetnem programu, poteka v posebni učilnici za kemijo (laboratorij), kjer se dijaki delijo v skupine (največ 17 dijakov) in obvezno uporabljajo zaščitna sredstva.*

Ponovno lahko ugotovimo, da je popolna metodična avtonomija učitelju omogočena le na deklarativnem nivoju in kasneje v praksi zelo omejena.

## UGOTOVITVE

Iz zapisanega v učnih načrtih treh temeljnih naravoslovnih predmetov je mogoče razbrati, da je največji del prenovljenih učnih načrtov na vsebinskem nivoju obvezen (v primeru biologije, kar ves UN). »Krepka« avtonomija je omogočena le učitelju fizike, ki si lahko v deležu ur povsem samostojno oblikuje del kurikula, saj ima za ta namen na voljo nerazporejene ure pouka. Pa še tu je opazen trend nazadovanja v primerjavi s starimi učnimi načrti, saj je delež nerazporejenih ur v prenovljenem učnem načrtu za fiziko upadel skoraj za eno tretjino. Učitelja kemije in biologije te možnosti nimata, ne v starih, ne v prenovljenih učnih načrtih. Ugotovimo lahko, da jima je zato prostor avtonomije zelo zožen. Na izvedbenem nivoju pa to pomeni, da se lahko katera od ključnih novosti ali v nekem trenutku aktualna tema, ki pa je sestavljalec kurikula niso predvideli, lahko obravnava le na račun kakovosti obravnave drugih vsebin. Zaznani problem je večji v biologiji kakor v kemiji. V biologiji ni delitve v jedrne in izbirne vsebine, zato učitelj biologije vedno



poseže v jedrne vsebine, medtem ko lahko učitelj kemije skrči obravnavo katere od izbirnih vsebin.

Učitelji vseh treh predmetov lahko udeležujejo v večji meri le tako imenovano šibko avtonomijo, ki pa jo v praksi še dodatno omejujejo zapisi v učnih načrtih. Prva omejitev, ki pa še ni empirično preverjena v šolski praksi je, da so prenovljeni učni načrti vsebinsko zelo obsežni. Veliko število ciljev in vsebin namreč pomeni, da so učitelji primorani v frontalni pouk (Zuljan, 2007; Krecic in sod. 2008). Varovalka, ki je vgrajena v učne načrte, je obveza po izvedbah laboratorijskih vaj, česar pa vsi učitelji ne upoštevajo (Šorgo, 2007; Šorgo in sod., 2007). V primeru laboratorijskih vaj učitelji praktiki na nek način krmarijo med Scilo in Karibdo. Za kakovost pouka je vsekakor dobro, da izvedejo čim večji del pouka na aktiven način, v praksi pa lahko to pomeni, da v kolikor se predpisan delež laboratorijskega dela zmanjša, vedno obstaja verjetnost, da ga učitelji tudi ne bodo izvajali. Podobno na kreativen pouk vpliva določitev zaporedja ciljev. To je nato v praksi osnova za pisanje učbenikov, ti pa vplivajo na pouk še v večji meri, kakor sami učni načrti. Še dodaten vpliv na izvedbo pouka imajo katalogi maturitetnih znanj, ki so sicer zapisani na osnovi učnih načrtov. Zaradi nerazumevanja razlik med vlogo učnega načrta in katalogom maturitetnih znanj, ki naj bi jih učenec posedoval, zato katalogi vse prevečkrat prevzemajo vlogo učnih načrtov, če ne prej pa v zaključnih letnikih, ki se pripravljajo na maturo.

Sklep, ki ga lahko izpeljemo je, da s stopnjo avtonomije, ki jo ponujajo učni načrti biologije, fizike in kemije, ne moremo biti zadovoljni. Kreпка avtonomija je v manjši meri in povsem nedvoumno omogočena le učitelju fizike. Omejena kreпка avtonomija je lahko prepoznana v možnosti, da učitelj po lastni presoji izpušča posamezne vsebine ali cilje, medtem, ko bi bila kreпка avtonomija njihovo samostojno oblikovanje. Šibka avtonomija je sicer na



deklarativnem nivoju jasno zapisana, kasneje pa je omejena s tolikimi dejavniki, da se praktično izgubi. Rešitve, ki so ponujene v različnih predmetih pa so celo tako velike, da bi lahko bile iz treh različnih šolskih sistemov in ne rezultat usklajene prenove in konsistentnega šolskega sistema.

Kot predlog ob kateri od naslednjih sprememb učnih načrtov bi predlagali, da se sistem poenoti za vse tri predmete. Vsak predmet bi moral imeti že v učnem načrtu predviden delež povsem nerazporejenih ur, ki naj bi jih povsem prepustili učitelju, ki bi skupaj z učenci sestavil ta del učnega načrta. Dodatna omejitve bi morala biti, da morajo biti te ure razporejene v vsakem letniku V pomoč »manj veščim« pa bi lahko bili na voljo številni krajši izbirni moduli zasnovani na proučevalnem in laboratorijskem delu, s katerim bi lahko zapolnil prost del ali udeležil medpredmetna povezovanja znanj. Preostali del naj povzame rešitev v delitvi na jedrne in izbirne vsebine, morda v deležu 2:1. S tem bi podali učiteljem možnost, da dajo pouku individualno noto in se izrazijo na področjih, ki so jim bližje, kar bi na teh področjih pomenilo tudi kakovostnejši pouk. Tudi v tem primeru bi morala biti omejitve, da morajo biti te ure razporejene v vsakem letniku in nesprejemljivo, da bi jih združili v enem letniku ali semestru. Dodatno bi takšna rešitev omogočila sprotno uvajanje novosti in preverjanje novih didaktičnih strategij v izbirnem delu pouka le na posameznih šolah in po izvedeni evalvaciji morebitno kasnejšo uvedbo preverjene novosti na celo generacijo.

## ZAHVALA

Delo je bilo izvedeno na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru kot del projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Projekt sofinancirata Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije ter Evropski socialni sklad.



## LITERATURA

- Bajd B., Artač S. (2002). Nekateri vidiki postopnega prehajanja tradicionalnega poučevanja k procesnemu. *Sodobna pedagogika*, 53, 2, 108-122
- Hus V., Ivanuš Grmek M., Čagran B. (2008). Integracija predmeta spoznavanje okolja z drugimi predmeti. *Didactica Slovenica - Pedagoska obzorja*, 23, 3-4, 66-80
- Ivanuš-Grmek, M., Javornik Krečič, M, Vršnik Perše, T. (2007 a). Prenova učnih načrtov v splošni gimnaziji. *Šolsko polje* 18, 5 –6, 63-76
- Ivanuš-Grmek, M., Kobal Grum, D, Novak, B, Vršnik Perše, T, Javornik Krečič, M, Rutar Leban, T. (2006) Evalvacija gimnazijskega izobraževanja z vidika obsežnosti učnih načrtov, povezanosti znanja in zastopanosti ciljev. Ljubljana: Pedagoški inštitut
- Izhodišča prenove gimnazijskega programa. Komisija za pripravo koncepta nadaljnjega razvoja gimnazijskega programa in umeščenosti splošne izobrazbe v srednješolske programe. Sprejeto na 101. seji Strokovnega sveta Republike Slovenije za splošno izobraževanje, 19. 4. 2007  
Dostopno na:  
[http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/razvoj\\_solstva/Izhodisca\\_prenova\\_gimnazije.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/razvoj_solstva/Izhodisca_prenova_gimnazije.pdf) (obiskano 1. 6. 2009)
- Javornik Krečič M., Ivanuš Grmek M., Vršnik Perše T. (2008). Didaktičnometodične značilnosti pouka v splošnih gimnazijah. 23, 2, 63-77
- Kalin J. (2008) Neodgovorno in neresno spreminjanje učnih načrtov : komentar. *Mladina* 8, 28 – 29
- Krek J, ur. (1995) Bela knjiga o vzgoji in izobraževanju v republiki Sloveniji. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport



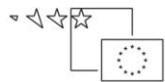
- Kuhn, D. (2007) Is Direct Instruction an Answer to the Right Question? Educational Psychologist, 42,2, 109–113
- Kurikularna prenova: zbornik. (1997). Nacionalni kurikularni svet. Ljubljana
- Marentič-Pozarnik, B., Kalin, J., Šteh, B., Valenčič Zuljan, M.. Strokovna avtonomija in odgovornost pedagoških delavcev. Ljubljana: Filozofska fakulteta, 2003
- Novak B., Pavletič A. (2008). Iskanje smisla izobraževanja v dobi tehnike. Didactica Slovenica - Pedagoska obzorja 23, 2,: 3-23
- Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3, 3, 173-184
- Pearson, C. L., Moomaw, W. (2005). The Relationship between Teacher Autonomy and Stress, Work Satisfaction, Empowerment and Profesionalism.. Educational Research Quarterly, 29, 1, 37 – 53
- Peček M. (1998) Avtonomnost učiteljev nekdanj in sedaj. Ljubljana: Znanstveno in publicistično središče
- Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, z dne 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje, 2006/962/ES. (2006) L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije 30.12.2006.
- Dostopno na spletu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:P DF> (obiskano 1. 6. 2009)
- Rebernik M., Širec K., (2007). Fostering innovation by unlearning tacit knowledge. Kybernetes 36, 3-4, 406 – 419
- Reeve J. (2006). Teachers as Facilitators: What Autonomy Supportive Teachers Do and Why Their Students Benefit. The Elementary School Journal, 106, 3, 106, 225–236



- Repnik, R.. (2009). Priložnosti za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike. V: Fošnarič, S. (ur.). IV. mednarodno znanstveni posvet na temo Ekologija za boljši jutri, od 25. 3. do 27. 3. 2009. Rakičan: RIS - Raziskovalno izobraževalno središče, 2009, 19–30
- Sternberg R. J. (2001). What is the common thread of creativity? Its dialectical relation to intelligence and wisdom. *American Psychologist*, 56, 360-362
- Svetlik I. 2006. O kompetencah. *Vzgoja in izobraževanje* 37,1, 4-12
- Šorgo A., Verčkovnik T., Kocijančič S. (2007) Laboratorijsko delo pri pouku biologije v slovenskih srednjih šolah = Laboratory work in biology teaching at slovene secondary schools. *Acta biologica. Slovenica.*, 50, 2, 113–124
- Šorgo, A. (2007) Pomen laboratorijskega dela pri pouku biologije. *Didactica Slovenica - Pedagoška obzorja.*, 22, 3–4, 28–37
- Šorgo A., Šteblaj M. (2007) Učni načrti in njihov vpliv na medpredmetno povezovanje naravoslovnih predmetov v gimnaziji. *Didactica Slovenica - Pedagoška obzorja*, 22, 1–2, 113–127
- Vilhar B. (2007) Časopisi o prenovi gimnazije. Dostopno na:: <http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/ucitelji/prenova-gimnazije.htm> (obiskano 1. 6. 2009)
- Zuljan M. V. (2007). Students' conceptions of knowledge, the role of the teacher and learner as important factors in a didactic school reform. *Educational Studies*, 33, 1, 29–40



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

# BIOLOGIJA



## Uvodnik

Dr. Andrej Šorgo

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

### Aktivnost 1.06

*Pregled in izbor novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij) na področju kemije, biologije in fizike, ki jih je smiselno oziroma potrebno vključiti v šolo.*

**Rezultat:** Pregled in izbor znanstvenih tem in sodobnih specialno- didaktičnih strategij/modelov (kemija, biologija, fizika).

**Kazalnik:** Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 6.

### Povzetek opravljenega dela

Biološke vede se razvijajo z eksplozivno hitrostjo, tako da je povsem nemogoče napovedati, kateri preboji se še pripravljajo. Zato je manj primerno pripravljati spiske »sodobnih vsebin«, temveč bi na vsebinskem področju veljalo kurikulum biologije odpreti na način, da poleg temeljnih vsebin iz biološkega kanona ( zgradba in delovanje celice, zgradba in delovanje organskih sistemov, osnovni gradbeni tipi organizmov, poznavanje osnovnih življenjskih procesov, razmnoževanje, dedovanje in evolucija, etologija, odnosi med vrstami, odnosi znotraj vrste, odziv organizmov na okolje in njihov vpliv nanj, ter evolucija v času) omogoča obravnavo vsebin, ki imajo značaj družbeno-bioloških (družbeno-naravoslovnih) tem ter tem povezanih s tehnologijo (biotehnologija) in okoljem. S tem bi lahko poučevanje postalo manj tradicionalistično in bolj odzivno na aktualne teme. Pozornost pri



poučevanju se mora zato preusmeriti v procesna znanja in razvoj kompetenc s katerimi bo posameznik zmožgal in znal poiskati relevantne informacije, jih ovrednotiti in vgraditi v obstoječo pojmovno mrežo. Strategije poučevanja naj bodo usmerjene v spretnosti razreševanja problemov in učenje učenja, kot temeljnih kompetenc.

Manipulativne spretnosti, ki jih pridobijo mladi v procesu šolanja, so s stališča neposredne rabe v raziskovalnem ali poklicnem življenju komajda pomembne, saj potekajo največkrat na zastarelih aparaturah in šolski opremi. Pa tudi če občasno poteka na profesionalni opremi je ta največkrat že zastarela. Zato je potrebno večjo pozornost usmeriti na principe in modele, po katerih poteka delo v raziskavah in industriji, kakor na konkretne šolske rešitve ob poudarjanju značilnosti dela na bioloških objektih (etika, humanizem,...). S stališča učenca je tako pomembnejše, da ga naučimo v seriji dejavnosti načrtovanja in strategij raziskovalnega dela, pomena kontrole, razumevanja vzrokov za nastanek napak, varnostnih načel, kakor dela s posameznimi aparaturami. S temi naj se seznanja sproti in po potrebi s konkretnim praktičnim delom.

Stališča, katerih razvoj je lahko v večji meri povezan z biološkim delom so odpravljanje predsodkov do živih bitij, zavedanje potreb živali v naravi in ujetništvu, humanost in etičnost v ravnanju z organizmi. Na nivoju odnosa do okolja pa izhaja iz načel trajnostnega razvoja in rabe virov. To dosegamo z izobraževanjem o organizmih in okolju, z delom z organizmi in v okolju ter ob upoštevanju načel v dobro organizmov in za okolje.

**Mag. Andreja Špernjak** in **dr. Andrej Šorgo** ugotavljata, da pri vseh predmetih ni moč razvijati vseh kompetenc enakomerno, zato so še posebej dragocene metode dela, ki omogočajo hkraten razvoj večjega števila

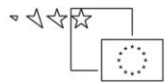


kompetenc. Kot aktivno metodo dela v naravoslovju, s katero je mogoče hkrati razvijati več kompetenc, obravnavata računalniško podprto laboratorijsko delo, kje računalnik opremljen z vmesniki in ustreznimi merilniki prevzame funkcijo merilnega orodja, z možnostjo obdelave, analize in predstavitve rezultatov drugim.

**Dr. Izток Tomažič** išče odgovor na vprašanje, kako voditi pedagoški proces, kjer morajo učenci pridobivati nove koncepte na kvaliteten način in kjer sta vključena tudi oblikovanje primernih stališč (odnosov) ter trajnost znanja (konceptov). Model izkustvenega učenja predstavlja na primeru obravnave vključevanje dvoživk v pouk biologije (kot primer tipično biološke teme) in ugotavlja, da je v nadaljevanju potrebno:

- zasnovati načine moderne izvedbe biološkega terenskega dela, ki je usmerjen v interdisciplinarno obravnavo učne snovi (predvsem v povezavi s kemijo in fiziko).
- Izbrati živali, ki so primerne za pouk v razredu in pri katerih bodo učenci pridobili dovolj biološkega znanja ter oblikovali primeren odnos.
- Pouk v razredu in na terenu mora temeljiti na izkustvenem in raziskovalnem pristopu k poučevanju z elementi problemsko zasnovanega pouka.
- Izdelati način preverjanja učinkovitosti takega pouka v praksi, kjer se pri učencih in učiteljih preverja kognitiven, efektiven in konativen (v smislu delovanja) učinek.

Podobne ugotovitve izpelje na osnovi dela z živalmi **Bojana Mencinger Vračko**, ki ugotavlja, da z vključevanjem živali v pouk učence ne le poučujemo, temveč jih tudi vzgajamo.



**Mag. Brigita Kruder** ponuja v branje zasnovo raziskave s katero bi preučili sposobnost in spretnost opazovanja ter razvili metode za kar najkakovostnejši razvoj sposobnosti, ki je predpogoj za razvoj vseh ostalih kompetenc. **Dr. Jana Ambrožič Dolinšek in Terezija Ciringer** predstavljata projektni način dela z vključevanjem širokega nabora kompetenc v šolsko delo. Sklop pa zaključuje **dr. Barbara Bajd** s prispevkom o strategijah poučevanja evolucije, kot ključne teme poučevanja biologije.



# Računalnik pri pouku biologije in razvoj specifičnih kompetenc

*Andreja Špernjak in Andrej Šorgo*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

Zadnjih nekaj let velikokrat slišimo besedo kompetence. Kadar jo želimo razložiti z besedami razumljivimi vsakemu posamezniku, naletimo na oviro, saj o kompetencah nimamo enotne definicije. Beseda kompetenca izhaja iz latinščine, ki pomeni pristojnost (Veliki splošni leksikon, DZS, str. 20035, 1997). Lahko bi jo razumeli kot preplet znanja, spretnosti, veščin in sposobnost uporabe naštetega. Kompetence pomenijo tudi sposobnost uporabe znanja za reševanje problemov in učinkovito delovanje v življenjskih situacijah znotraj poklica in v vsakdanjem življenju.

## Opredelitev kompetenc

En od ciljev vzgoje in izobraževanja je, da ključne kompetence razvijemo na vseh področjih enako močno, saj so tesno prepletene in jih v vsakdanjem življenju težko ločimo. V našem šolskem prostoru se je predvsem uveljavila delitev kompetenc v:

- 1) generične;
- 2) ključne;
- 3) posebne (specifične) kompetence in
- 4) predmetno specifične kompetence (Razdevšek Pučko in Rugelj, 2006).

Največ nejasnosti je pri definiranju in klasificiranju ključnih kompetenc, saj različni avtorji ključne kompetence različno delijo.



Svetlik (2006) je na osnovi devetih naborov ključnih kompetenc napravil sintezo in le-te vključil v naslednje sklope:

1. socialne kompetence v smislu sposobnosti vzpostavljanja dobrih odnosov z drugimi, sodelovanje oziroma delo v timih, skupnosti in podobno;
2. obvladovanje materinega 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 poznavanja splošne in različnih kultur ter obvladanje 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.

Po klasifikaciji (Key competencies A developing concept in general compulsory education, 2002) so generične kompetence tiste kompetence, ki jih posameznik bolj kot s specifičnim učenjem določene snovi razvija z načinom dela. Na njihovi osnovi smo znotraj projekta Razvoj kompetenc identificirali 14 generičnih kompetenc, ki jih bomo razvijali:

1. sposobnost zbiranja informacij;
2. sposobnost analize in org. informacij;
3. sposobnost interpretacije;



4. sposobnost sinteze zaključkov;
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. medsebojna interakcija in
14. varnost.

Posebne (specifične) kompetence posameznik razvija na širšem, a specifičnem področju (npr: naravoslovje v katerega so vključene biologija, fizika in kemija). Takšne kompetence težko razvijamo na drugih področjih, saj so specifično vezane na posamezna sorodna izobraževalna področja.

### Specifične kompetence

Predmetno specifične kompetence so kompetence, ki jih posameznik lahko pridobi in razvije le pri določenem predmetu (biologija: poznavanje bioloških zakonitosti, idr.).

Biologija je veda, ki se ukvarja z živim, zato je že sama po sebi zelo specifična. V tabeli številka 1 je predstavljen pregled specifične kompetenc, ki jih učenci lahko razvijajo praviloma pri pouku biologije.

| Kompetenca | Posebne kompetence (biologija, fizika, kemija) | Specifične kompetence |
|------------|------------------------------------------------|-----------------------|
|------------|------------------------------------------------|-----------------------|



|                                           |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Naravoslovno mišljenje</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razvijanje sposobnosti naravoslovnega mišljenja</li> </ul>                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Pojmi stroke</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• poznavanje in razumevanje odnosov med živimi bitji ter med živim bitjem in živim in neživim okoljem</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• poznavanje temeljnih dejstev in zakonitosti živega sveta</li> <li>• poznavanje in razumevanje pestrosti mikrobne, rastlinskega in živalskega sveta</li> <li>• poznavanje in razumevanje principov zgradbe in delovanja živih bitij</li> <li>• poznavanje domače flore in favne ter njenih značilnosti in posebnosti</li> <li>• poznavanje zgradbe in delovanja človeškega telesa, razvoj človeka, vklapljenost človeka v biosfero in njegov vpliv na okolje</li> <li>• razumevanje razvojnosti neživega in živega sveta, vključno s človekom</li> </ul> |
| <b>Vizualizacija</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razvijanje vizualizacijskih sposobnosti za predstavitev razumevanje zgradbe snovi</li> </ul>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Varno eksperimentiranje</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• urjenje za varno eksperimentiranje</li> <li>• sposobnost ocene nevarnosti dela</li> <li>• poznavanje varnostnih predpisov in ravnanje v skladu z njimi</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Eksperimentalni podatki in teorija</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prikaz in interpretacija eksperimentalnih podatkov in</li> <li>• njihova povezava s teorijo,</li> <li>• ocena natančnosti izmerjenih</li> </ul>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



|                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | količin                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Terensko delo</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• urjenje v veščinah terenskega in laboratorijskega dela</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obvladovanje veščin gojenja organizmov – delo z živim.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Okolje</b>                                  |                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• poznavanje problemov ekologije okolja in razumevanje pomena ter načina njegovega varovanja</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Merske enote</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obvladovanje osnovnih merskih metod in uporaba pri pouku in laboratorijskih vajah učencev</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Povezovanje makroskopsko - mikroskopsko</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• povezovanje makroskopske in mikroskopske razlage pojavov</li> </ul>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Reševanje problemov</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razumevanje in reševanje osnovnih kvalitativnih in kvantitativnih problemov</li> </ul>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Informatika</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vrednotenje in interpretacija ter povezovanje informacij in podatkov</li> </ul>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Naravoslovje in družba</b>                  |                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razumevanje predsodkov do živali in rastlin ter sposobnost za odklanjanje predsodkov z lastnim zgledom in neposrednim stikom z živimi bitji</li> <li>• razumevanje dostojanstva življenja in pomembnosti živih bitij v vseh pojavnih oblikah</li> <li>• poznavanje temeljnih etičnih pravil varovanja živih bitij in varovanje okolja</li> </ul> |
| <b>Uporaba računalnika</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• uporaba računalnika pri eksperimentalnem delu.</li> </ul>                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

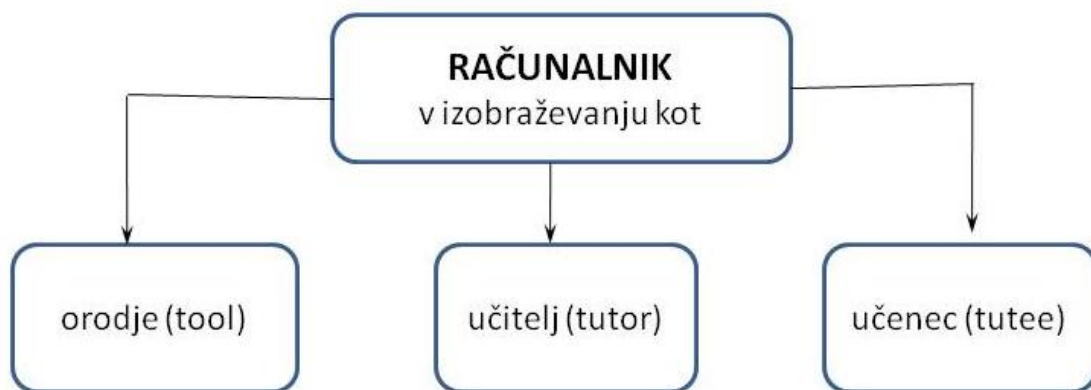
Tabela 1: Prikaz razvoja posebnih kompetenc v biologiji, fiziki in kemiji in predmetno specifičnih kompetenc značilnih za biologijo



## Računalnik pri pouku biologije in specifične kompetence

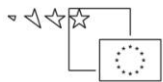
V zadnji vrstici tabele 1 lahko zasledimo, da z uporabo računalnika pri eksperimentalnem delu razvijamo eno od ključnih kompetenc: obvladovanje novih tehnologij, zlasti informacijsko- komunikacijskih oz. digitalne pismenosti, a jo zaradi specifičnih metod dela razvijamo tudi kot posebno kompetenco pri vseh naravoslovnih predmetih. Z uporabo računalnika nikakor ne moremo razvijati le biološko specifičnih kompetenc, saj nimamo niti ene dejavnosti, metode ali druge specifikke, s katero bo s pomočjo računalnika razvijali specifične kompetence na področju biologije.

Taylor (1980, 2003) je vpeljal klasifikacijo, ki vsakršno uporabo računalnika v izobraževanju obravnava v eni od treh vlog. Računalnike obravnava v vlogi učitelja (tutor), orodja (tool) in učenca (tutee), slika 1.



Slika 1: Klasifikacija računalnika v izobraževanju

Računalnik je v biologiji največkrat le orodje s katerim pridemo do rezultatov. Pri biologiji smo že pred uvedbo računalnika v izobraževanje dobili rezultate, vendar smo rezultate dobili na analogen način, za kar smo največkrat porabili tudi več časa kot sedaj s pomočjo računalnika. Na tej



stopnji si računalnik kot orodje predstavljamo v luči računalniško podprtega laboratorija, kjer s pomočjo ustreznih merilnikov, vmesnikov in programske opreme pridemo do podobnih realnih rezultatov kot pri izvedbi vaj na klasičen način. Kot pripomoček ga v biologiji lahko uporabimo tudi kot orodje za zbiranje in organiziranje informacij (iskanje informacij po internetu, strukturiranje tabelarnih, grafičnih podatkov, idr.), in sicer tudi izven laboratorijskega dela.

Kadar v izobraževanju uporabimo računalniške simulacije, ki predstavljajo virtualen laboratorij (Kocijančič in O'Sullivan, 2004) le-ta takoj dobi vlogo učitelja, saj se učenec uči brez neposredne povezanosti ali učenjem s pomočjo pravega učitelja. Pri računalniških simulacijah so programi že vnaprej pripravljeni, kjer zagotovo pridemo do pravega in končnega rezultata, a na nerealen način. Tak način dela je zelo primeren za izobraževanje na daljavo, kadar je učenec zbolel ali kako drugače izostal od pouka ali kadar bi želeli samostojno ponoviti oz. utrditi obravnavano snov.

Računalnik kot učenca po naših podatkih v izobraževanju še ne uporabljajo. Ta način dela bi uporabili kadar bi mi računalnik naučili določenih ukazov, da namesto nas opravlja določeno delo. To ne pomeni, da bi ga programirali, saj s programiranjem že sedaj opravi delo namesto nas, a je v tem primeru računalnik še vedno orodje, temveč bi ga določenih del naučili preko komand in vsakokrat bi lahko izvajal drugo delo. V gospodarstvu že uporabljajo tak način dela, a za izobraževanje pa še ne vidimo pravih razlogov, da bi ga vpeljali v šolski sistem.

## Diskusija (s sklepi)



V kompetenčni okvir EU (Uradni list EU št. 394/10, 2006) je digitalna pismenost uvrščena med eno od ključnih naravoslovnih kompetenc. Kompetenca digitalne pismenosti je širok pojem, a je uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT) in samega računalnika v osnovni šoli uporabljena kot tehnologija s katero učenci razvijajo kompetence iskanja, zbiranja in obdelave tekstovnih gradiv. Računalnik ni le orodje za iskanja, zbiranja in obdelave podatkov, temveč tudi kot orodje za pridobivanje rezultatov v laboratoriju in na terenu. Tak način dela imenujemo računalniško podprt laboratorij, ki je v osnovni šoli novost, v gimnazijskih programih pa jih učitelji naravoslovnih predmetov uspešno uporabljajo. Prav zaradi širokega spektra uporabe računalnika za laboratorijsko delo s pripadajočimi merilniki, vmesniki in programske opreme, ga ne moremo uporabiti za razvoj predmetno specifičnih kompetenc, ampak z njim razvijamo posebne kompetence, ki so vezane na širše a specifično področje (nap. naravoslovje). V določenih primerih, kot so npr. računalniške simulacije, lahko računalnik uporabimo kot nadomestilo za učitelja, čeprav tak način dela učenci ne preferirajo (Špernjak in Šorgo, 2009). Raje imajo računalniško podprt laboratorij ali klasično izvedbo laboratorijskih vaj, saj so ob takem načinu dela tudi fizično aktivni.

Cilj vsakega posameznika je, da v čim krajšem času, na čim lažji način, s čim manj vložene energije razvije čim več kvalitetnih kompetenc, ki jih bo lahko s pridom uporabljal v zasebnem in na poslovnem področju. Univerzalne metode za pridobivanje kompetenc nimamo, prav pa je, da smo znali razviti metode dela, da smo razvili tako računalniško tehnologijo, s katero si pomagamo, da hitreje in lažje pridemo do rezultatov.

## Literatura



1. Glažar, S. A. : Delovni posvet PeF UL o prenovi študija.
2. Dostopno na: <http://www.pef.uni-lj.si/bologna/dokumenti/glazar.pdf>
3. Kocijančič, S. O'Sullivan, C. Are dead chickens ohmic? *Phys. Education*. 39, No. 1/2004, str. 69–73.
4. Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, z dne, 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje. L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije 30.12.2006, (2006/962/ES), dostopno na spletu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:P> DF
5. Razdevšek Pučko, C., Rugelj, J., 2006. Kompetence v izobraževanju učiteljev, *Vzgoja in izobraževanje*, 37, 1, 34–41.
6. Špernjak, A., Šorgo, A., (2009). Primerjava priljubljenosti klasičnega, računalniško podprtega in virtualnega laboratorijskega dela pri pouku bioloških vsebin v osnovni šoli = Comparison between classical, computerised and virtual laboratory works at Biology classes in Primary school. V: OREL, Mojca (ur.), VREČA, Maja (ur.), LENARČIČ, Anja (ur.), KOSTA, Maja (ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15. - 18. april 2009. Zbornik. Ljubljana: Arnes, 2009, str. 579.
7. Taylor R.P. 1980. Introduction. V: Taylor R.P. The computer in the school: Tutor, tool, tutee. Teachers College Press. New York. str.1-10. Dostopno na: <http://www.citejournal.org/articles/v3i2seminal1.pdf> (31. avg. 2004).
8. Taylor R.P. 2003. Reflection on The Computer in the School. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 3, 2: 253-274.
9. Uradni list EU, 2006, št. 394/10, str. 4-5.



## **Učenci in njihovo spoznavanje živali ter njihov odnos do živali v sklopu formalnih oblik učenja**

*dr. Iztok Tomažič*

*Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo*

Kako voditi pedagoški proces, kjer morajo učenci pridobivati nove koncepte na kvaliteten način in kjer sta vključena tudi oblikovanje primernih stališč (odnosov) ter trajnost znanja (konceptov). Skupaj bi to pomenilo, kako doseči čim višji izkoristek poučevanja. Na izkoristek pa ne smemo gledati s stališča učitelja, temveč s stališča učenca. Če gledamo na pouk le s stališča učitelja (ali vsebine), najprej pogledamo, kako bomo z najmanj truda izpeljali učno uro. Izkaže se, da je to prosojnica ali pa, če imamo »moderno« opremljeno učilnico, elektronska predstavitev (npr. PowerPoint predstavitev). Tak pouk je glede na izvedbo obravnavan kot tradicionalen oziroma transmisijski pouk (Slavin, 2006).

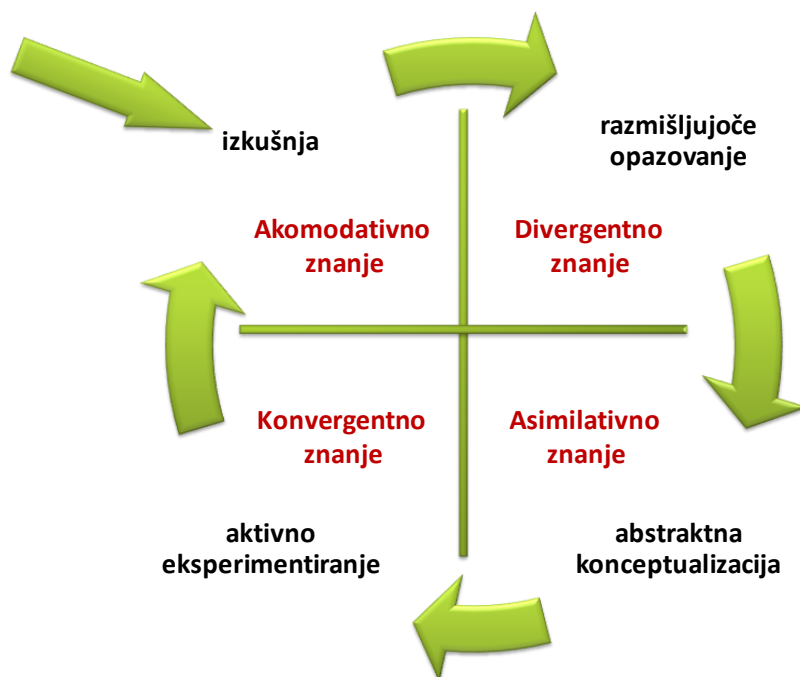
Pri takem pouku:

- Učitelj navede učne cilje in usmeri učence v učno enoto.
- Sledi pregled veščin in pojmov, potrebnih za razumevanje nove vsebine in
- podajanje informacij, razlaga učne snovi s primeri, demonstracija, IKT.
- Učitelj sprotno preverja razumevanje učencev.
- Učitelj omogoči učencem samostojno delo.
- Učitelj preverja samostojno delo učencev in razumevanje učne snovi.
- Na koncu ure učitelj učencem razdeli domačo nalogo.



V tem primeru je vključenost učencev pri pouku zelo nizka. Ker v šolah po svetu in pri nas mnogokrat prevladuje takšen način poučevanja, se je v drugi polovici prejšnjega stoletja pričelo intenzivneje v pouk vpeljevati IZKUSTVENO in RAZISKOVALNO poučevanje, ki v ospredje postavlja učenca. Obravnavana vsebina ni predstavljena zgolj kot skupek dejstev, ki so predstavljeni učencem, ti pa si jih morajo zapomniti. Učenci so v obeh primerih aktivno vključeni v pridobivanje novih znanj, spretnosti in odnosov. Ta proces je nazorno prikazal Kolb (1984). V določenih fazah učenci razvijajo različna znanja. Zgornja polovica kroga izkustvenega učenja je značilna predvsem za družboslovne profile, spodnja polovica pa za naravosloven način razmišljanja in s tem povezanimi istoimenskimi učnimi stili. V tem krogu so vključeni najbolj osnovni principi spoznavanja bioloških učnih vsebin, kjer učenci preko opazovanja prihajajo do določenih posplošitev (abstraktne konceptualizacije). Tej sledi aktivno eksperimentiranje (raziskovalno učenje – inquiry), ki zopet privede do nove izkušnje na višjem nivoju (Marentič-Požarnik, 2000).

Že Dewey (1938/1997) je v štiridesetih letih prejšnjega stoletja zapisal, da ni vsaka izkušnja, ki jo ima učenec primerna oziroma pravilna, na podlagi katere bo lahko izgradil novo. Učenje pa mora vedno graditi na že obstoječih izkušnjah, ki pa jim v novejši literaturi avtorji pravijo predstave. Učenci k pouku pridejo z že oblikovanimi predstavami, ki so lahko naivne (poimenovane tudi napačne ali alternativne) in jih je potrebno v sklopu izobraževanja spremeniti. To pa lahko zagotovimo le z oblikovanjem primernih učnih okolij, kjer bomo lahko dosegli največji možni izkoristek.



Slika 2: Model izkustvenega učenja po Kolbu

Vendar moramo biti previdni, kadar vrednotimo učinke pouka. Pri različnih načinih pouka lahko vrednotimo le določena znanja. V šolah danes na žalost vse prevečkrat prevladuje le preverjanje deklarativnega znanja učencev, kar zgleda s stališča hitrega pridobivanja ocen najbolj smiselno (Rutar-Ilc, 2003). Proceduralnega in strateškega znanja pa sploh ne moremo preverjati, če je bila uporabljena le transmisijska oblika pouka. Zadnji dve obliki preverjanja znanja sta lahko mnogo bolj težavni glede pristranskosti ocenjevalca, saj tako preverjanje ne more biti v obliki svinčnik in papir, temveč sta ocenjevalec in ocenjevani v neposredni interakciji.

Ocepek (2001) in Verčkovnikova (1993) sta v preteklosti že nakazala pot po kateri lahko učence vodimo od konkretnega spoznavanja vsebin preko opazovanja do izpeljave abstraktnih pojmov, ki predstavljajo posplošitve obravnavane vsebine.



Dokazano je (Tomažič, 2008), da tak način dela učinkovito gradi tako na znanju kot na odnosu učencev, kar potencialno privede tudi do primernejšega delovanja posameznika.

Spodnji primer konkretnega pouka pri sorodnem predmetu kaže na pomembnost in samoumevnost načina obravnave vsebine pri tem predmetu in primerjavo z izvajanjem pouka pri biologiji, kjer učenci prihajajo do neprimernih (nepravilnih) posplošitev.

**KEMIJA:** Kisikove organske spojine

Ali si lahko predstavljamo, da bomo obravnavali kisikove organske spojine na primeru alkohola?

**BIOLOGIJA:** Dvoživke

Ali lahko obravnavamo dvoživke na primeru zelene žabe?

Pri kemiji naj bi učenci izvedli celo paleto poskusov, kjer bi spoznavali posamezne kisikove organske spojine; alkohole, aldehide, ketone, karboksilne kisline, anhidride.

Pri biologiji pa se kar prehitro zadovoljimo z navedenim primerom. Seveda se omenijo še druge dvoživke, vendar le omenijo. Pri plazilcih se zadeva ponovi. Potem dobimo močerada, ki je kuščar in želvo, ki je dvoživka. Temu pogledu učencev pravimo PROTOTIPIČEN pogled na posamezne taksonomske skupine živali. Učenci intuitivno razvrščajo organizme glede na izgled in življenjski prostor.

Da bi spremenili predstave učencev o posameznih skupinah organizmov se morajo po mnenju Shepardsona (2002) učenci nujno na NEPOSREDEN NAČIN srečati z organizmi in to večkrat v času šolanja. Vključeno mora biti opazovanje in primerjava večjega števila organizmov, kar privede do primernih POSPLOŠITEV. Spoznavanje organizmov naj bi, če je le mogoče potekalo v njihovem naravnem okolju, kjer učenci iščejo smiselne

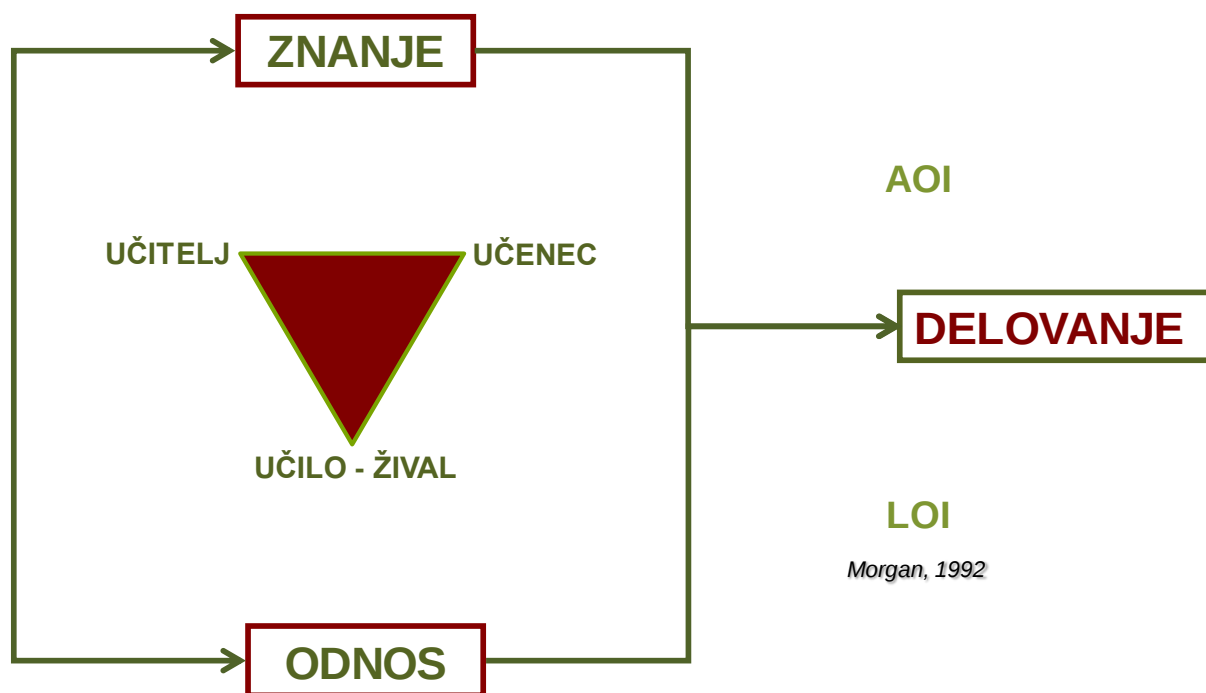


POVEZAVE ORGANIZMOV Z OKOLJEM. Učenci naj raziskujejo življenjske cikle, preobrazbe pri več vrstah, kar zmanjšuje omejeno pojmovanja učencev o teh organizmih. Učenci naj proučujejo mehanizme preživetja organizmov (ZAKAJ so (človeku) nevarne, strupene,...)).

Šele, ko učenci delajo z organizmi in dobijo o njih tudi dovolj neposrednih in posrednih informacij, lahko od njih pričakujemo tudi pravilno delovanje (Morgan, 1992). AOI na sliki 3 pomeni količina informacij (*amount of information*) in LOI nivo vključenosti (*level of involvement*) posameznika v delo z organizmom. V celotno shemo je dodan še pedagoški trikotnik, kjer je organizem (žival) obravnavana kot subjekt in s tem aktivno sodeluje pri »učenju« učenca (Ocepek, 2001). Ob konkretnem delu z organizmi (vivaristiki) pa učenci razvijajo generične kompetence, to pomeni tiste, ki jih posameznik bolj kot s specifičnim učenjem določene snovi razvija z načinom dela. Takšne kompetence so sposobnost zbiranja informacij, sposobnost analize in organizacija informacij, sposobnost interpretacije, sposobnost sinteze zaključkov, sposobnost učenja in reševanja problemov, prenos teorije v prakso, uporaba matematičnih idej in tehnik, prilagajanje novim situacijam, skrb za kakovost, sposobnost samostojnega in timskega dela, organiziranje in načrtovanje dela, verbalna in pisna komunikacija, medosebna interakcija in varnost.

Prav to ugotavljata tudi Tomkins in Tunnicliffova (2001), ki sta opazovala učence ob gojitvah solinskih rakov (*Aremia franciscana*). Ugotovila sta, da so učenci brez učiteljevega dodatnega vodenja preko opazovanja in vodenja dnevnika samostojno opazovali ter ugotavljali anatomijo in vedenje živali. Učenci so tvorili in poenotili terminologijo za opisovanje organizmov in dogajanj v kulturah. Vodenje dnevnika je imelo vlogo reflektivne in interpretativne diskusije o predstavah učenca samega. S skupinskimi dnevniki

so učenci postopoma prehajali do oblikovanja hipotez. V dnevnikih so lahko učenci prosto izrazili čustva. Pri ponazarjanju tistega, kar so opazovali, so učenci v veliki meri uporabljali vsakodnevno znanje in izkušnje.



Slika 3: Združen Morganov in Ocepkov pristop k poučevanju o živalih

## Živali pri pouku in pojmovanje okolja (narave)

Učencev sprva gledajo na živali zelo 'neznanstveno'. Vidijo ljubke ljubljence, nagnusne, grde in strašne žuželke in podgane. Njihove predstave so v veliki meri antropomorfne in antropocentrične. Informacije dobijo učenci iz knjig, legend, pravljic, risank, filmov in drugih neznanstvenih virov. Taki odnosi temeljijo predvsem na čustvenem doživljanju živali. Živali opisujejo kot dobre/slabe, lepe/grde, pametne/neumne, krvoločne, zvite in podobno. Velikokrat so mnenja, da je treba nebogljene živali (predvsem rastlinojede) zavarovati pred strašnimi in krvoločnimi kačami, volkovi in tigri. Ob takšnem pogledu bi bili rastlinojedi tigri za otroke mnogo bolj sprejemljivi (Dreyfus,



1995). Vse več podobnih informacij (sporočil) pa lahko otroci najdejo tudi na spletu.

Stephen E. Kellert (1985) že več kot 30 let raziskuje, kako ljudje čustveno, intelektualno in materialno cenijo naravo in organizme. Na velikem vzorcu ameriške populacije je ugotavljal, kakšne dimenzije imajo odnosi ljudi do živali in narave. Opreделil je naslednje kategorije (tabela 3).

| Dimenzija odnosa       | Opis                                                                                       |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estetska</b>        | Umetniške in simbolne značilnosti živali.                                                  |
| <b>Dominionistična</b> | Nadvlada nad živalmi (športne aktivnosti).                                                 |
| <b>Ekologistična</b>   | Skrb za okolje kot sistem in za povezave organizmov z okoljem.                             |
| <b>Humanistična</b>    | Močna čustvena navezanost na živali ("imeti rad").                                         |
| <b>Moralistična</b>    | Skrb za pravilno ravnanje z živalmi / proti raziskavam na živalih in krutosti.             |
| <b>Naturalistična</b>  | Zanimanje za direktne izkušnje z živalmi in raziskovanje narave.                           |
| <b>Negativistična</b>  | Aktiven umik živalim kot posledica strahu ali nevšečnosti.                                 |
| <b>Nevtralna</b>       | Pasiven umik kot posledica indifference.                                                   |
| <b>Znanstvena</b>      | Zanimanje za fizične značilnosti in biološko delovanje živali.                             |
| <b>Utilitarna</b>      | Zanimanje za praktično in materialno vrednost živali (za dele telesa, habitate ali oboje). |

Tabela 2: Kategorije odnosa do živali po Kellertu

Mnogo je raziskav, ki po Kellertovi metodologiji preverjajo odnos ljudi do različnih vrst oz. skupin živali: morskih psov, primatov, delfinov, zveri, členonožcev in drugih (Tomažič, 2008).

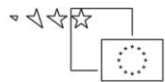


Raziskave so pokazale, da na prevlado določenih kategorij odnosa vplivajo socialni status, starost, spol, okolje bivanja, etnična pripadnost in aktivnosti posameznika v naravi. Eden najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na oblikovanje odnosa pa je izobraževanje. To bi po mnenju mnogih avtorjev moralo učencem nuditi čim več neposrednih izkušenj z naravo in organizmi.

Učenci z več izkušnjami z živalmi imajo več znanja. Tudi odnos do teh živali se spremeni iz pretežno dominionističnega, negativističnega, utilitarnega v primeru odklanjanja ter nadvlade nad živalmi in estetskega ter moralističnega pri visoki čustveni navezanosti do živali v bolj ekologično, naturalistično in znanstveno.

Tudi glede okolja in narave imajo učenci oblikovane različne poglede. Loughland in sod. (2002) trdijo, da naj bi okoljska vzgoja v šoli predstavlja pomembno strategijo za doseganje izboljšanja stanja v okolju. Ta pa mora pripeljati učenca do razumevanja okolja in ne le, da je pomembno kaj učenec 'zna' in v kaj je prepričan. Učenci osnovne (9, 11 in 14 let) in srednje šole (17 let) pojmujejo okolje na podoben način. Opisali so šest značilnih kategorij:

- a) okolje kot prostor;
- b) okolje kot prostor, v katerem živijo organizmi;
- c) okolje kot prostor, v katerem živijo organizmi in ljudje;
- d) okolje naredi nekaj za ljudi;
- e) ljudje predstavljajo del okolja in so zanj odgovorni in
- f) ljudje so v medsebojnih vzdrževalnih odnosih z okoljem.



Učenci, ki so se uvrstili v prve tri kategorije obravnavajo okolje kot predmet, učenci zadnjih treh kategorij pa gledajo na okolje bolj s stališča povezave človeka z okoljem.

Antropogenega okolja si učenci pretežno ne predstavljajo pod pojmom okolje. Zanje ljudje ne predstavljajo del okolja, ampak so od okolja ločeni (Shepardson, 2005).

Delo na terenu lahko predstavlja izhodišče za delo v razredu. Hkrati pa predstavlja osnovo za povišanje zanimanja za določeno tematiko pri učencih. Pri učencih se tako poviša tudi njihova motivacija za delo. Učenci, ki imajo možnost dela na terenu, kjer nabirajo materiale in polno doživljajo okolje, pri nadaljnjem delu v razredu pripisujejo večji pomen obravnavanim vsebinam. V večji meri iščejo povezave z izkušnjami s terena (Manzanal in sod., 1999). Učenci razvijajo globlje in boljše razumevanje ekosistemov ter povezav znotraj le-teh. Učenci so se pri reševanju novih problemov v razredu večkrat navezovali na delo, ki so ga opravili na terenu. Terenske izkušnje so učinkovito povezovali z dano problematiko. Učencem, ki so delali na terenu, se je na podlagi neposrednih izkušenj v večji meri oblikovala tudi efektivna komponenta odnosa. Zato je nujno, da se pri terenskem delu izvajalci osredotočajo predvsem na omogočanje interakcije med učenci in okoljem.

## Aktivnosti

V nadaljevanju je potrebno:

- zasnovati načine moderne izvedbe biološkega terenskega dela, ki je usmerjen v interdisciplinarno obravnavo učne snovi (predvsem v povezavi s kemijo in fiziko).



- Izbrati živali, ki so primerne za pouk v razredu in pri katerih bodo učenci pridobili dovolj biološkega znanja ter oblikovali primeren odnos.
- Pouk v razredu in na terenu mora temeljiti na izkustvenem in raziskovalnem pristopu k poučevanju z elementi problemsko zasnovanega pouka.
- Izdelati način preverjanja učinkovitosti takega pouka v praksi, kjer se pri učencih in učiteljih preverja kognitiven, efektiven in konativen (v smislu delovanja) učinek.

## Literatura

1. Dewey, J. (1938/1997). Experience and education. New York, Simon and Schuster: 89 str.
2. Dreyfus A. 1995. Biological knowledge as a prerequisite for the development of values and attitudes. Journal of Biological Education, 29, 3: 215-219
3. Kolb D. A. 1984. Experimental Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall: 255 str.
4. Kellert S. R. 1985. Attitudes toward animals: age-related development among children. Journal of Environmental Education, 16, 3: 29-39
5. Loughland T., Reid A., Petocz P. 2002. Young People's Conceptions of Environment: A Phenomenographic Analysis. Environmental Education Research, 8, 2: 187-97
6. Manzanal-Fernandez R., Barreiro-Rodriguez L. M., Jimenez M. C. 1999. Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. Journal of Research in Science Teaching, 36, 4: 431-453



7. Marentič-Požarnik, B. (2000). Psihologija učenja in pouka. Ljubljana, DZS: 299 str.
8. Morgan J. M. 1992. A theoretical basis for evaluating wildlife-related education-programs. *American Biology Teacher*, 54, 3: 153-157
9. Ocepek R. 2001. Odnos človek-žival v pedagoškem procesu: magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 200 str.
10. Rutar-Ilc Z. 2003. Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 193 str.
11. Shepardson D. P. 2002. Bugs, butterflies, and spiders: children's understandings about insects. *International Journal of Science Education*, 24, 6: 627-643
12. Shepardson D. P. 2005. Student Ideas: What Is an Environment? *Journal of Environmental Education*, 36, 4: 49-58
13. Slavin R. E. 2006. Educational psychology : theory and practice. Boston, Pearson/Allyn & Bacon: 609 str.
14. Tomažič, I. (2008). The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. *Acta Biologica Slovenica*, 51(1), 39-49.
15. Tomkins S. P., Tunnicliffe S. D. 2001. Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23, 8: 791-813.
16. Verčkovnik T. 1993. Kompleksni in hipotetični pojmi pri pouku biologije. *Biologija v šoli*, 2: 32-38



## Pomen vključevanja živih organizmov pri pouku

*Bojana Mencinger Vračko*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

Sodoben pouk usmerja učence k večji aktivnosti s samostojnim iskanjem, opazovanjem, raziskovanjem, odkrivanjem, ugotavljanjem, sklepanjem, analiziranjem in vrednotenjem.

Fischer (2009) pojasnjuje, da z aktivnim delom pri pouku vplivamo na sinapse med živčnimi celicami v možganih.

Živi organizmi so pri poučevanju bioloških vsebin nepogrešljivi del pouka. Številne cilje lahko uresničimo samo ob njihovi prisotnosti. Opazovanje in eksperimentiranje z živimi organizmi, pri katerih lahko učenci spremljajo različne procese, kot so rast, razvoj, gibanje, dihanje, razmnoževanje, vedenje in odnose med organizmi ni mogoče nadomestiti z modeli (Roy, 2004). Pri spoznavanju živih organizmov učenci vključujejo različna čutila, kot so vid, sluh, voh, tip in okus. Prigge (2002) pojasnjuje, da je pomnjenje z vključevanjem različnih čutil večje. Znanje pa je odvisno od razumevanja različnih izkušenj (Schlenker, 2005).

Z živimi organizmi povečujemo motivacijo in radovednost otrok (Roy, 2004).

Z bližino organizmov učenci premagujejo različne predsodke, strah in gnus, ki so nastali zaradi napačnih vzgledov. Looy in Wood (2006) in Lindemann – Matthies (2005) ugotavljajo, da imajo učenci negativen odnos pogosto do nevretenčarjev, zlasti žuželk in pajkov, ker so majhni ter se morfološko in vedenjsko razlikujejo od ljudi. Učenci imajo radi tiste živali, ki so



podobne ljudem, kot so opice in pande. Na odnos do živali vpliva zlasti njihov videz, uporabnost, redkost in atraktivnost.

Ob gojenju organizmov razvijajo učenci odgovornost za njihov obstanek. Lindemann – Matthies (2005) navaja, da se poveča skrb za ohranjanje naravnega okolja pri tistih učencih, ki dobro poznajo živali in rastline.

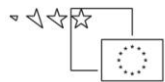
Ob stiku z živalmi učenci razvijajo empatijo. Tisti otroci, ki imajo večjo sposobnost vživljanja v drugega, so manj agresivni in bolj priljubljeni med vrstniki (McPhedran, 2008).

Živali delujejo na otroke tudi terapevtsko. Pogosto se za oskrbovanje kotičkov žive narave v razredu prostovoljno odločijo tisti učenci, ki so sicer v razredni skupnosti zapostavljeni, s slabšim učnim uspehom ali pa z neprimernim vedenjem motijo pouk. S tem, ko prevzamejo odgovornost za živali v razredu, sami osebno rastejo in sčasoma se izboljša njihov odnos do sovrstnikov in učiteljev.

Če učencem žive organizme predstavimo na ustrezen način, bodo do njih razvili pravilen in pozitiven odnos.

## Literatura

1. Fischer, K. (2009). Mind, brain, and education: building a scientific groundwork for learning and teaching. *Journal Compilation*, 3(1), 3-16.
2. Lindemann – Matthies, P. (2005). Loveable mammals and lifeless plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature.
3. *International Journal of Science Education*. 27(6), 655-677.



4. Looy, H., Wood, J.R. (2006). Attitudes toward invertebrates: are educational bug banquets effective? *The Journal of environmental education*. 37 (2), 37-48.
5. McPhedran, S. (2008). A review of the evidence for associations between empathy, violence, and animal cruelty. Elsevier, 1-8.
6. Prigge, D. J.(2002). Promote brain – based teaching and learning. *Intervention in school and clinic*. 37(4), 237-241.
7. Roy, K. (2004). Responsible use of live animals in the classroom. *Science scope*, 27(9), 10-11.
8. Schlenker, R.M., Schlenker, K.R. (2005). Response of fish to chemical signals in water: a constructivist approach. *Science activities*, 41(4), 44-51.



## **Sposobnost opazovanja kot ključna spretnost za razvoj ostalih kompetenc**

*mag. Brigita Kruder*

*Ljudska univerza Slovenska Bistrica*

Izpostavila bom temeljno spretnost, ki je podlaga za razvoj naravoslovno matematične kompetence, saj predstavlja temelj na podlagi katerega se kompetence sploh lahko razvijejo. Čeprav se na videz pokriva z vsemi področji naravoslovja je prav pri biologiji veliko specifičnosti pri izvajanju, ter mnogo »motečih« dejavnikov, saj imamo po navadi opravka z kompleksnimi sistemi, zato je izjemno pomembno kako ga izvajamo.

Aktivnosti, ki se jih bom lotila v nadaljevanju projekta ( najmanj 1 leto):

V letu 2001 je bila izvedena raziskava s katero smo ugotavljali značilnosti metode opazovanja pri pouku biologije v osnovni šoli. Ovrednotili smo dejavnike, ki vplivajo na njeno učinkovitost. Predvidevali smo, da je opazovanje učinkovitejše če je vodeno in če učitelj načrtuje cilje za razvijanje spretnosti potrebnih za opazovanje. Predvidevali smo, da učence bolj pritegnejo živi organizmi, ki pa lahko pri njih izzovejo tudi negativna čustva. Rezultati te raziskave še niso bili podrobno statistično obdelani in javno objavljeni. Načrtujemo obdelavo podatkov, na podlagi katerih bomo načrtovali ponovitev raziskave. Na ta način bomo ugotovili, ali so se v vmesnem obdobju (po uvedbi devetletke) značilnosti opazovanja bistveno spremenile in na podlagi rezultatov izdelali didaktični model za izvajanje opazovanja s priporočili za učitelje.

### **Učinkovitost metode opazovanja pri pouku biologije**



Opazovanje je kot temeljna spretnost potrebna za učinkovito razvijanje naravoslovno matematične kompetence. Predstavlja temelj naravoslovnih metod dela. Kot je bilo ugotovljeno že v raziskavi Didaktične značilnosti pouka biologije v 6. razredu osnovne šole (Kruder, 1997) se pri izvajanju metode v praksi pojavlja vrsta pomanjkljivosti. To zmanjša učinkovitost, tako da pogosto ne pride do uvida in transfera znanja. Če pogledamo temeljne naravoslovne pismenosti oziroma generične kompetence ugotovimo, da je vsem skupna uporaba metode opazovanja. Brez učinkovitega opazovanja je nemogoče zbirati in urejati podatke, jih obdelovati, načrtovati poizkuse in opazovanja, meriti, razvrščati ali raziskovati. Pod tem terminom ne razumemo le vizualnega zaznavanja ampak celosten proces zbiranja in obdelave informacij, način učenja, ki iz tega izhaja in pedagoško učno metodo s katero učence vodimo pri tem.

Uporabljamo jo za pridobivanje znanja, razvijanje sposobnosti, pridobivanje spretnosti in pridobivanje vrednot. Z njo omogočimo učencem zaznavanje informacij z različnimi čutili. Omogočimo jim spoznavanje in prepoznavanje živih bitij ter neposredno doživljanje narave. Tako si lahko ustvarijo jasne in konkretne predstave o opazovanih objektih.

V nadaljevanju bomo predstavili zasnovo raziskave iz leta 2001 in pojasnili njeno načrtovanje in izvedbo.

## Metode dela

Uporabljena je bila deskriptivno-kavzalna neeksperimentalna metoda. Podatke smo zbirali z anketiranjem učencev, ki je bilo izvedeno skupinsko, po anketarju. Ob tem so bili izvedeni tudi intervjuji z učitelji. Osnovno populacijo



so predstavljale šole zajete v območno enoto Maribor, Zavoda za šolstvo in šport Republike Slovenije. V dvostopenjski slučajnostne vzore smo zajeli 25 % šol iz osnovne populacije. Na vsaki šoli v vzorcu smo izbrali po en oddelek šestega in osmega razreda. V vzorec smo zajeli šestošolce, ker se je v osemletki biologija v tem razredu prvič pojavila kot samostojni predmet. Šestošolci so predstavljali mlajše učence, osmošolci pa starejše. Za potrebe preverjanja hipoteze, da ni razlik med učinkovitostjo opazovanja med učenci mestnega in primestnega ter vaškega okolja smo vzorec razdelili v dve skupini: mestne in primestne ali vaške šole. Predvideni numerus je bil 1000 učencev, vendar pa je končno število anketiranih učencev nekoliko nižje zaradi manjših razredov in odsotnosti učencev (okoli 750). Vzorec učiteljev predstavljajo tisti učitelji, ki poučujejo biologijo v izbranih oddelkih.

### Kratka utemeljitev raziskave

Učenci pri opazovanju zaznavajo in sprejemajo informacije iz okolja in jih nato miselno obdelajo. Informacije so lahko figuralne, semantične, simbolične ali behavioralne (Guilford, 1967 v Gardne et al. 1996). Učenci jih lahko miselno obdelajo s pomočjo kognicije, spomina, divergentne ali konvergentne produkcije. Naučiti se morajo samostojnega opazovanja in zbiranja različnih informacij (Heuschele 1996, Eschenhagen et al. 1998), pri čemer ima učitelj pomembno vlogo. Na učinkovitost opazovanja učencev vpliva po Staecku (1998) več dejavnikov:

- Motiviranost učencev za delo,
- Njihovo predznanje, spretnosti in sposobnosti ter
- Predsodki.

Vse navedene vrste informacij, kakor tudi dejavnike, ki vplivajo na opazovanje smo zajeli v naši raziskavi. Predvsem pa nas je zanimala



artikulacija pouka po tej metodi in vloga učitelja. Opazovanje je vedno ciljno usmerjen proces tudi kadar je priložnostno in traja krajši čas. Eschenhaen s sodelavci je predlagal, da (1998) naj pouk poteka v naslednjih korakih:

- Podajanje navodil za opazovanje (pisne in ustne naloge ter motivacija učencev),
- Opazovanje (iskanje značilnosti, posebnosti, uporaba kreativnega in abstraktnega mišljenja),
- Beleženje podatkov, s katerimi objektivno dokumentirajo spoznanje in
- Uporaba pridobljenih znanj v novih situacijah, pri reševanju problemov.

Metodo opazovanja učitelji pri pouku biologije v 6. razredu OŠ, najpogosteje izvajajo v obliki kratkotrajnega vodenega opazovanja (Kruder 1997). Več kot polovica učencev, ki so bili zajeti v mednarodno primerjalno raziskavo dosežkov učencev sedmih in osmih razredov v 45 državah (TIMSS, Šetinc e tal. 1997) poučujejo učitelji, ki menijo, da učenci za izvajanje poizkusov in opazovanj potrebujejo vnaprej napisana in zaporedna navodila. Pisna navodila poda učitelj praviloma pred začetkom opazovanja. Učitelj lahko vodi opazovanje tudi z ustnimi navodili, podanimi v uvodu ali sproti, frontalno ali drugače. Med samim opazovanje jih lahko usmerja in vodi s pisnimi ali ustnimi vprašanji. Usmerja jih na ta način, da jim podaja kriterije za opazovanje, na primer oblika, barva, vzorec, velikost, razmerje in podobno. Ugotovljeno je bilo, da si učenci organizme pogosto le ogledajo, pogosto ob tem rešijo naloge, redkeje pa je opazovanje sredstvo za reševanje problema. Opazovano praviloma narišejo (Kruder, 1997).

Rezultati raziskave TIMSS iz leta 2003 so pokazali, da naši učenci pogosto, nad mednarodnim povprečjem enkrat ali dvakrat na mesec izvajajo aktivnosti kot so:

- Opazovanje pojavov in zapisovanje opaženega



- Gledajo kako učitelj izvede poskus
- Načrtujejo poskuse ali raziskave
- Načrtujejo ali pripravljajo poskuse ali raziskave
- V skupini izvajajo poskus ali raziskavo;

Samo pogostost nam sicer ne pove veliko načinu izvedbe teh dejavnosti. Ugotovljeno je bilo, da v tistih državah, kjer se naravoslovje poučuje kot integrirani predmet ne prevladuje razlaganje o vsebinah (71 %), kakor tam kjer je biologija poseben predmet. Načrtovanje poskusa ali raziskave, izpeljava poskusa ali raziskave, eksperimentiranje ali raziskovanje v manjših skupinah in povezovanje naučenega z vsakdanjim življenjem so bile enako pogoste (50-57 %).

Pri urah biologije le 8 % slovenskih osmošolcev vsaj vsako drugo uro načrtuje poskuse ali raziskave, izvede poskus ali raziskavo, kar je za dobro polovico nižji delež od mednarodnega povprečja. Okoli 10 % učencev pri polovici ur biologije pri izvajanju poskusov opazuje učitelja in ravno tak odstotek učencev tudi v manjših skupinah eksperimentira ali raziskuje. Polovica učencev pri polovici ur piše poročila o opazovanju naravoslovnih pojavov in poda razlago o naučeni snovi. Iz teh podatkov sicer ni mogoče neposredno sklepati na uporabo metode opazovanja pri pouku biologije, res pa je, da je le ta temeljna pri izvedbi navedenih dejavnosti, ki se izmerjeno uporabljajo redkeje.

Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001:

### **Teoretska osvetlitev nekaterih vprašanj**

Osnovna ideja je bila ugotavljanje dejavnikov, ki vplivajo na opazovanje, njihova izolacija in nato pa optimizacija v smislu uporabe pri



izdelavi didaktičnega modela. Ob zavedanju, da je opazovanje odvisno od mnogih zunanjih dejavnikov, eden od njih je tudi sama informacija smo le te želeli čimbolj poenotiti. V ta namen je bil izdelan protokol anketiranja, ki so se ga natančno držali vsi anketarji. Poenoteni so prikazani materiali, živi organizmi, poizkusi, natančno pa smo merili tudi čas posameznih opazovanj.

Naloga 1. in 2.

V obeh primerih so bili učenci za kratek čas pozvani k opazovanju slike. V prvem primeru brez posebnih navodil, v drugem pa z navodilom, da naj bodo posebej pozorni na lase, ki so bili razločevalni kriterij. Že pri samem anketiranju smo lahko ugotovili, da so učenci veliko bolje reševali 2. nalogo kot 1.

Pred opazovanjem lahko podamo natančna navodila s pomočjo katerih primerjajo opazovano z znanimi podatki, kot na primer v nalogi 6.

Posebej pomembna veščina je izločevanje nepomembnih podatkov od ključnih, ki nas vodijo v reševanje problema. Kar nekaj nalog je bilo tako zasnovanih. Na primer naloga 9. v kateri so učenci ob poslušanju vseh petih podatkov zožili možnosti na le 1 pravilen odgovor. Iz podatkov lahko ugotavljamo, kako vodenje opazovanja vpliva na učinkovitost. Tudi pri nalogi 7. so iz množice, sicer samih relevantnih podatkov morali izluščiti kateri podatki so bistveni za rešitev zastavljenega problema. Izkazalo se je, da je prav ta naloga zelo zahtevna za reševanje.

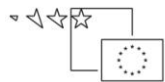
Z vprašanjem 12. smo ugotavljali kako učence motivirajo različni organizmi. Predpostavljali smo, da jih bolj pritegnejo živi organizmi, vendar pa lahko nekateri aktivirajo tudi negativna čustva. Živi organizmi vedno dajejo



večplastno informacijo. Ne le podatkov o obliki in zgradbi telesa, ampak tudi o načinu premikanja, življenjskem prostoru, odnosih z drugimi organizmi, načinu rokovanja z njimi... Predvidevamo, da mora tako opazovanje še posebej če je neusmerjeno trajati dlje časa, kot če izberemo le del organizma in opazujemo voden. Ključno je vprašanje, kakšno je učinkovito vodenje opazovanja: posredno ali neposredno in zelo pomembno, kaj ima negativne učinke (preveč besedila navodilih, premalo časa preveč objektov ali nalog).

Z nalogami, kot je 14.-sta smo želeli prikazati, da so učenci sposobni samostojno reševati naloge, če so le te ustrezno pripravljene, tudi brez predhodnega znanja in razlage.

Vprašanji 15. in 16. sta namenjeni ugotavljanju dejstva s katerim bi radi opozorili na pojavljanje napak pri izvajanju poskusov in opazovanj, ki nastanejo kot posledica prehitrega sklepanja in posploševanja. Hkrati pa smo želeli opozoriti kako temeljne so veščine in spretnosti, ki jih potrebujemo za učinkovito opazovanje in seveda na dejstvo, da jih je potrebno načrtno in sistematično razvijati. V obeh primerih smo pokazali preprost poskus. Prižgali smo svečo in jo poveznili s kozarcem. Velika večina je med napisala, da so opazili, da je v kozarcu zmanjkalo kisika. V drugem primeru, smo s pomočjo grafoskopa projicirali brezbarvno tekočino v pretijevki. Dodali smo kalijev permanganat, ki je tekočino obarval vijolično. Večina učencev ni zaznala dejstva, ali pa se jim ni zdelo pomembno, da smo gorečo svečo poveznili s poveznili s kozarcem, šele na to je ugasnila in da smo brezbarvni tekočini nekaj dodali, šele na to je spremenila barvo. Natančnost in doslednost pa sta ključni pri izvajanju naravoslovnih poskusov.



Z zadnjimi nalogami smo ugotavljali sposobnost učencev, da kreativno iščejo rešitve problemov, ki so bili vsi odprtega tipa. Kreativnost in sposobnost iskanja novih rešitev je v naravoslovju ključna, vendar ob predpostavki, da so poskusi izvedeni natančno, ponovljivo in ob nadzorovanih spremenljivkah.

Raziskava, ki jo načrtujemo bo zasnovana tako, da bo podkrepila oziroma dodatno osvetlila značilnosti opazovalne metode dela pri pouku biologije v osnovni šoli. Tipi nalog predstavljajo osnovo za pripravo didaktičnih gradiv, ki jih bodo uporabljali učitelji.



ANKETNI VPRAŠALNIK

**Spoštovani učenci!**

Prosim vas, da nam pomagata pri izpolnjevanju spodnjega vprašalnika. Rezultate pridobljene z raziskavo, bomo uporabili za izboljšanje metod poučevanja, pripomogli pa bodo tudi k razumevanju opazovanja učencev. Anketiranje je anonimno, rezultati pa bodo uporabljeni izključno v raziskovalne namene.

Hvala za sodelovanje!

**Ustrezno obkrožite!**

Uspeh v lanskem šolskem letu

nezadosten

zadosten

dober

prav dober

odličen

Spol

moški

ženski

Razred

6. razred

8. razred

1. Dobro si oglejte organizem, nato obkrožite ustrezeni odgovor.

**Kako se premika organizem na sliki?**

A teka

C leta po zraku

D plava

B se plazi

Č hodi

E se ne premika

2. Dobro si oglejte sliko, nato odgovorite na vprašanje!

**Obkrožite črko pred obrazom, ki ste ga videli na sliki!**

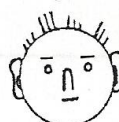
A



B



C



3. Dobro si oglejte sliko, **posebej pozorni bodite na lase**, nato obkrožite črko pred obrazom, ki ste ga videli na sliki!

A



B

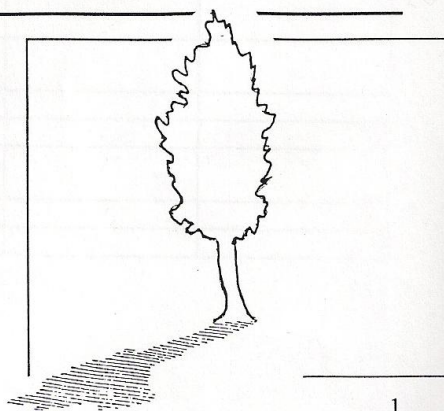


C



4. Dobro si oglejte sliko!

**Označite z puščico iz katere smeri sije sonce.**

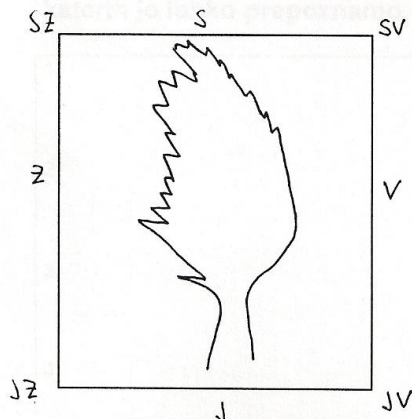


Slika 4: Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001



5. Izberite ustrezeni odgovor in ga obkrožite!

Dobro si oglejte sliko in presodite iz katere smeri piha veter.



- |               |               |
|---------------|---------------|
| A sever       | D jug         |
| B severovzhod | E zahod       |
| C vzhod       | F severozahod |
| Č jugovzhod   | G jugozahod   |

6. Preberite trditev, nato opazujte sliko in obkrožite ustrezen odgovor!

Žuželke imajo dva para kril in tri pare nog. Telo sestavljajo: glava, oprsje in zadek.

Ali je organizem na sliki žuželka?

da                      ne                      ne vem

7. Za darilo si dobil-a lončnico. Želiš si, da bi ti čim boljše uspevala. Oceni kako pomembni so podatki ki jih imaš o rastlini, tako, da pri vsakem podatku napraviš x v ustrezni koloni.

| PODATEK                                     | POMEMBNOST PODATKA |          |               |
|---------------------------------------------|--------------------|----------|---------------|
|                                             | Nepomembno         | Pomembno | zelo pomembno |
| • Kupljena je bila v Mariboru               |                    |          |               |
| • Cvetovi so rdeče barve                    |                    |          |               |
| • Listi so zeleni                           |                    |          |               |
| • Ne potrebuje pogostega zalivanja          |                    |          |               |
| • Cvetovi so veliki 2 cm                    |                    |          |               |
| • Posajena je v zelenem okrasnem lončku     |                    |          |               |
| • Ne potrebuje direktne sončne svetlobe     |                    |          |               |
| • Ne uspeva na prepihu                      |                    |          |               |
| • Listi so rahlo dlakavi                    |                    |          |               |
| • Iz korenin lahko pripravimo zdravilen čaj |                    |          |               |
| • Poklonil nam jo je najboljši prijatelj    |                    |          |               |
| • Stala je 2500 tolarjev                    |                    |          |               |

Slika 5: Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001



8. Čimbolj natančno opišite rastlino, tako da zapišete štiri značilnosti, po katerih jo lahko prepoznamo.

|    |  |
|----|--|
| 1. |  |
| 2. |  |
| 3. |  |
| 4. |  |

9. Obkrožite ustrezen odgovor v vsaki vrsti!  
Na kateri sliki je ptica, ki jo opisujemo?

| PODATEK    | SLIKA |   |   |   |
|------------|-------|---|---|---|
| 1. podatek | A     | B | C | D |
| 2. podatek | A     | B | C | D |
| 3. podatek | A     | B | C | D |
| 4. podatek | A     | B | C | D |
| 5. podatek | A     | B | C | D |

10. Dobro si oglejte organizem, nato obkrožite ustrezna odgovora!

Koliko nog ima žival?

2      4      6

Ali ima rep?

da      ne

11. Dobro si oglejte organizem, nato obkrožite ustrezna odgovora!

Koliko nog ima žival?

2      4      6

Koliko različnih barv vidite na živali?

2      3      4      5      6

Slika 6: Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001



13. Dnevne živali (kuščarji) imajo okroglo obliko zenice ●, nočne pa tako ◆.  
Sklepajte ali je žival, ki jo opazujete aktivna podnevi ali ponoči?  
Obkrožite izbrani odgovor!

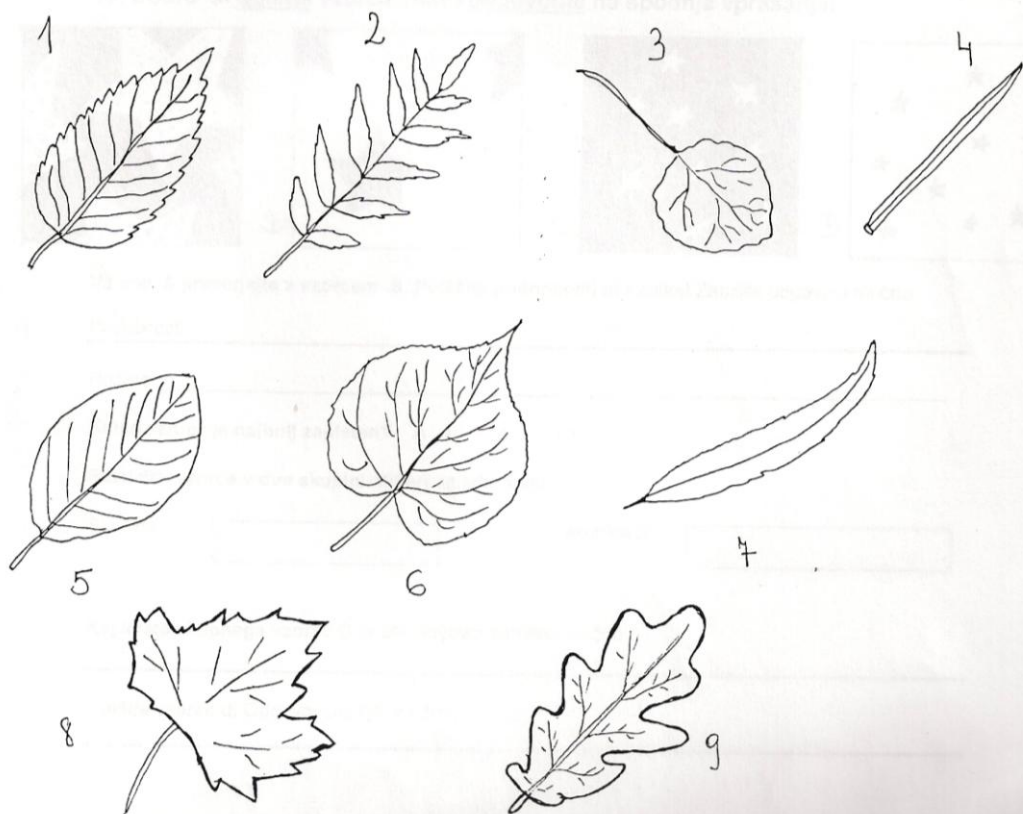
A nočna žival

B dnevna žival

14. Poišči pare!

Na črto zapiši številko slike, ki ustreza opisu!

- ☐ List gabra ima nazobčan rob.
- ☐ Lipov list je srčaste oblike
- ☐ List trepetlike ima najdaljši listni pecelj
- ☐ List bukve ima gladek listni rob
- ☐ List jesena je sestavljen iz več lističev
- ☐ List smreke ima obliko iglice
- ☐ List vrbe je 3x daljši kot je širok



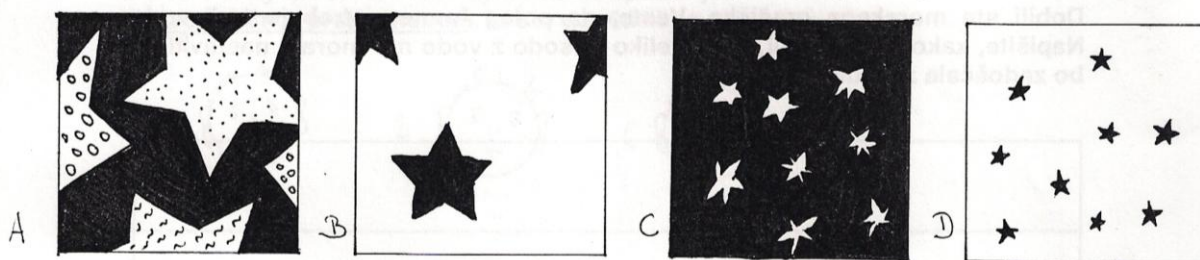
Slika 7: Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001



15. Dobro opazujte poizkus!  
Natančno zapišite kaj ste opazili.

16. Dobro opazujte poizkus!  
Zapišite kaj ste opazili! Kaj se je zgodilo?

17. Dobro si oglejte vzorce , nato odgovorite na spodnja vprašanja!



Vzorec A primerjajte z vzorcem B. Poiščite podobnosti in razlike! Zapišite odgovora na črto.

Podobnosti:

Razlike:

Kateri vzorec je najbolj zapleten? A b c d

Razdelite vzorce v dve skupini. Kriterij izberite sami.

Skupina 1

skupina 2

Kaj imata skupnega vzorec C in D? Odgovor zapišite na črto.

Opišite vzorec d! Odgovor zapišite na črto.

Slika 8: Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001



18. Odgovorite na spodnji vprašanji. Odgovora zapišite v okvirčka.

Papagaji se hranijo z mešanico semen. Napišite kako bi ugotovili katera semena imajo najraje.

Dobili ste morskega prašička. Veste, da poleg hrane potrebuje tudi vodo. Napišite, kako bi ugotovili, kako veliko posodo z vodo mu morate nastaviti, da bo zadoščala za 1 dan?

Slika 9: Anketni vprašalnik za učence, ki je bil uporabljen v raziskavi v letu 2001

Tipi nalog predstavljajo osnovo za pripravo didaktičnih gradiv, ki jih bodo uporabljali učitelji. Dodali bomo navodila, ki bodo prilagojena iz protokola anketiranja.



## Literatura

1. Timss 2003 ( gradivo projekta naravoslovne kompetence- vpogledi junij 2009)
2. TIMSS 2007 ( gradivo projekta naravoslovne kompetence- vpogledi junij 2009)
3. Pisa 2006( gradivo projekta naravoslovne kompetence- vpogledi junij 2009)
4. Strategija vseživljenjskosti učenja v Sloveniji; Ministrstvo za šolstvo in šport, 2007
5. Knaflič et.al. Temeljno znanje in spretnosti mladih, brezposelnih in staršev šolskih otrok, Andragoški center Slovenije, Ljubljana 2001;
- 6.

Boeck-Yore, L., Boyer, S.: College Students, Attitudes Towards Living Organisms: The Influence of Experience and Knowledge. *The American Biology Teacher*, 59(1997)9, 558-563

Dyk, V., Jurgens, J.: *Structure and Strategy in the Teaching of Biology*. University of South Africa, 1987

Eschenhagen, D., Kattmann, U., Rodi, D.: *Fachdidaktik biologie*. Aulis verlag Deubner, Köln, 1998

Gardner, H., Kornhaber, M., Wake, W.: *Intelligence: Multiple Perspectives*. Haracourt Brace College Publishers, Fort Worth, 1996

Heuschele, A.: It All Looks the Same to Me. *The American Biology Teacher*, 61(1999)6, 434-437

Jelavič, F.: *Didaktičke osnove nastave*. Naklada Slap, Jastrebarsko, 1994

Kruder, B.: *Didaktične značilnosti pouka biologije v 6. razredu osnovne šole*. Magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Maribor, 1997

Stephan-Bremeyer, B.: *Die beobachtung im biologiejunterricht der sekundarstufe 1, Empirische untersuchungen zur effektivität vergleichender und monographischer verfahren*. Dissertation, Padagögischen fakultät der rheinschen Fridrich-Wilhelms-Universität Bonn, 1985

Stergar, J.: *Motivacija obiskovalcev kot izhodišče za pedagoško delo v botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani*, Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 1998

Staeck, L.: *Praktischesarbeiten im biologiejunterricht das beobachten*. *Biologie in der schule* 47( 1998) 2, 65-67

Strmčnik, F.: *Temeljni didaktični pogoji kvalitetnejšega pouka*. *Sodobna pedagogika*, Ljubljana, (1994), 7-8, 309-317

Šetinc, M., Japelj, B., Trobec, M.: *Znanje sedmošolcev in osmošolcev za vstop v 21. Stoletje. Matematika in naravoslovje: primerjava dosežkov učencev sedmih in osmih razredov v 45 državah*. Center za IEA raziskave, Pedagoški inštitut, Ljubljana 1997

Štusej: *Poznavanje rastlin in živali pri šolski mladini*. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana 1994



## Temeljne ugotovitve s stališča obravnave kompetenc in naravoslovne pismenosti

*Jana Ambrožič Dolinšek in Terezija Ciringar*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

Kaj je naravoslovno znanje? Naravoslovno znanje opredeljujejo trije izrazi: pojmovanja (concepts), postopki (process skills) in stališča (attitudes). Pojmovanja, postopki in stališča so med seboj povezani in se razvijajo z naravoslovnimi dejavnostmi (Skribe, 2007). Različni avtorji različno opredeljujejo, kaj vključuje posamezna skupina naravoslovnega znanja (pregled Skribe, 2007). Pri tem naj bi bil delež pojmov in delež postopkov in stališč na nižjih nivojih šolanja uravnotežen, kasneje, ko so učenci veščji raziskovanja, pa se lahko delež raziskovanja zmanjšuje. Čeprav se raziskovalni delež na višjih nivojih šolanja zmanjšuje, ga je potrebno ohraniti na vse stopnjah naravoslovja. Pri tem je najboljše poučevanje tisto, ki povezuje procese in pojmovanja pri učenju in poučevanju, enako pa velja za preverjanje, ki naj tudi vključuje oboje, preverjanje pojmovanj in postopkov. Danes strokovnjaki združujejo zgoraj omenjena pojmovanja, postopke in stališča v dve kategoriji znanj: konceptualno ali deklarativnem znanju (pojmov) in proceduralno znanje (postopki in stališča) (Skribe, 2007).

V povezavi z naravoslovjem govorimo tudi o naravoslovni pismenosti (Scientific literacy), ki je večdimenzionalno in vključuje pojmovanje naravoslovja – poznavanje pravil, metod, izrazov pojmovanj (nature of science) in razumevanje vpliva naravoslovja in tehnologije na družbo. Pri zadnjem je potrebno izpostaviti tudi pomen kritičnega mišljenja. Če želimo o naravoslovju razmišljati kritično, potem je potrebno poznati metode, s katerimi se naravoslovno znanje pridobiva. Sposobnost znanstvenega kritičnega



mišljenja je presečna množica sposobnosti znanstvenega raziskovanja in sposobnost kritičnega mišljenja (Skribe, 2007)

Naravoslovno znanje je vedno vezano na to, kakšno je pojmovanje naravoslovnega znanja. Tisti, ki pojmuje naravoslovno znanje tako kot smo ga predstavili, bo v poučevanje in učenje vključeval vse generične kompetence zlasti v tistem delu pridobivanja naravoslovnih znanja, ki ga predstavljajo postopki in stališča. V tak koncept zato sodijo vse generične kompetence in to brez izjeme: sposobnost zbiranja informacij, sposobnost analize literature in organizacija informacij, sposobnost interpretacije, sposobnost sinteze zaključkov, sposobnost učenja in reševanja problemov, prenos teorije v prakso, poraba matematičnih idej in tehnik, prilagajanje novim situacijam, skrb za kakovost, sposobnost samostojnega in timskega dela, organiziranje in načrtovanje dela, verbalna in pisna komunikacija, medosebna interakcija in varnost.

Kaj loči področja Jaz in narava in Jaz in zdravje (obravnavano v prvem triletju Spoznavanja okolja), Raznolikost v naravi, Kako deluje človeško telo, Živa bitja izmenjujejo snovi z okolico in jih spreminjajo, Prehranjevalne verige in spleti (obravnavano v predmetu Naravoslovje in tehnika za 4. In 5. Razred), biološke vsebine (obravnavane v predmetu Naravoslovje za 6. Razred) in Biologijo v ostalih višjih nivojih šolanja od ostalega naravoslovja (Tabela 1a)? Od ostalega naravoslovja jih loči to, da gre za živo naravo, obravnavo živih bitij (organizmov) in da gre za živa bitja v interakciji z okoljem (živim in neživim). Loči jih to kar je zajeto v samo definicijo biologije, ki je veda o življenju, živih organizmih ali živih bitjih. Biologija ali življenjeslovje je znanstvena veda o življenju. Preučuje fizične značilnosti in obnašanje organizmov, tako tistih, ki živijo danes, kot tistih, ki so živeli v davni, in njihov medsebojni vpliv ter vpliv okolja. Združuje širok spekter znanstvenih disciplin, ki jih dandanes



pogosto obravnavamo kot samostojne discipline, in ki življenje proučujejo od nivoja atomov, molekul, genov, celic, do fiziologije, populacij, ekosistemov, biodiverzitete, če naštejemo samo nekatere ravni in vidike proučevanja življenja. Študij živih organizmov je proces, ki omogoča vpogled v področje živega sveta in pridobivanje novega znanja o njem. Ne prikrajšamo učencev za izkušnjo takega pridobivanja znanja.

Pridobivanje novega znanja v povezavi z biologijo vedno poteka skozi proces raziskovanja direktno s pomočjo čutil ali indirektno s pomočjo posebnih metod, tehnik ali opreme. Zato naj bo raziskovanje nujni del vsakega poučevanja biologije. Opazovanja so osnova postavljanja vprašanj, na osnovi katerih se postavljajo hipoteze, razlage ali ugibanja, ki predvidevajo, kaj se bo zgodilo ali kaj se je zgodilo. Jedro vsakega raziskovanja je nato preizkušanje hipotez. Načrtujejo se nova opazovanja, testi ali poskusi, s katerimi se sprejme ali ovrže hipoteza. Sledi zbiranje podatkov in njihovo organiziranje v grafe ali tabele in njihova analiza. Razlike se statistično ovrednotijo, hipoteze sprejmejo ali ovržejo. Pripravijo se zaključki z razlagami oziroma vpogledom v probleme, ki jih rešujemo. Pri tem biologija velikokrat ni absolutna: je znanost, ki velikokrat vključuje teorije in relativne resnice. Zaključki raziskovanja se na podlagi novih dokazov lahko spreminjajo. Tako kot se spreminjajo živi organizmi se spreminja tudi vedenje o njih. Zato naj pridobivanje novega znanja biologije kolikor je mogoče posnema ta proces. Seveda na različnih nivojih šolanja drugače in prilagojeno starosti in zrelosti učencev. Predlagamo naslednji pristop k raziskovanju, ki vključuje generične kompetence (GK):

1. Sposobnost zbiranja informacij
2. Sposobnost analize literature in organizacija informacij
3. Sposobnost interpretacije
4. Sposobnost sinteze zaključkov



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
14. Varnost

Predlagan pristop k raziskovanju:

1. Vsak učenec poskušajo najti neko temo ali znanstven problem, ki bi ga želeli raziskati in ga predstavi drugim. (GK1, 2, 3, 12, 13). Sledi soočenje tem (GK4).
2. Učenci na podlagi svojih opazovanj nekega pojava oblikujejo svoja vprašanja. (GK 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13)

Ugibajo zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.

Se vprašajo zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.

Učenci na podlagi svojih opazovanj nekega pojava oblikujejo svoja vprašanja.

Nato naredijo načrt s katerim bodo poskušali najti odgovor na to vprašanje.

Nato se odločijo po kakšni poti bodo rešili problem in formulirajo hipotezo. Pri tem lahko probleme razdelijo na več manjših in zanje poiščejo rešitve. In odgovore. Odgovore nato preverijo in znanstveno ovrednotijo.



Otroke torej povabimo da najdejo takšen problem, ki bo sprožal nova vprašanja! Pri tem lahko probleme razdelijo na več manjših in zanje poiščejo rešitve. In odgovore. Odgovore nato preverijo in znanstveno ovrednotijo.

Učitelj skupaj z učenci izbere tisto temo, problem pojav, ki ga bodo nato skupaj raziskali v razredu (GK2). Tema naj bo čim bolj življenjska in čim bližje življenjskim situacijam, ki so jim izpostavljeni. Primer:

Zakaj se imajo palačne potem ko jih spečemo na obeh straneh različna vzorca?

Zakaj žile v koži izgledajo modro in ne rdeče kot je barva krvi?

Zakaj je bog vedno predstavljen kot moški?

Zakaj se zdrobi samo eno jajce, kadar trkneš z enim ob drugega?

Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.

Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.

Učenci se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)

3. Oblikujejo majhne skupine, zberejo podatke, jih uredijo, o njih razpravljajo, ugotovijo kaj so odkrili in o vsem poročajo drug drugemu. (GK 10, 12, 13)

4. Na podlagi svojih zamisli in izkušenj poskušajo odgovoriti na ta vprašanja – vse skrbno dokumentirajo. (GK 5, 7, 8, 9)

Vprašajo se zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.

Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.

Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.



Učenci se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)

5. Nato naredijo načrt s katerim bodo poskušali najti odgovor na to vprašanje.

Odločijo se po kakšni poti bodo rešili problem in formulirajo hipotezo.

Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.

Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.

Učenci se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)

6. Oblikujejo majhne skupine, zberejo podatke, jih uredijo, o njih razpravljajo, ugotovijo kaj so odkrili in o vsem poročajo drug drugemu. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)

Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.

Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.

Učenci se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)

7. Cel proces dokumentirajo na papirju in ga zaključijo s poročilom in drugimi produkti. (GK 12, 13)

8. Ves proces se nato ovrednoti. (GK 13)

ČAS TRAJANJA MINI PROJEKTA: lahko traja dva tedna in več. Namenimo mu 3 ure na teden tekom šolskega leta.

Omenjen pristop je časovno potraten, zato predlagamo dvoje:



1. V učni načrt naj se vključijo novi cilji, vsebine in dejavnosti povezane z raziskovanjem. Pri tem bi poudarili pomen uvodnega dela raziskovanja, iskanje problema, izbiro teme raziskovanja, ki mora biti iz sveta, ki je učencem blizu, odgovorov na vprašanja, ki se porajajo v povezavi z izbrano temo, pa učenci še ne poznajo. Torej naj gre za resnično raziskovanje in ne za njegov približek.
2. V učni načrt naj se vključijo neznane izbrane teme – torej predlagamo nerazporejene ure, ki bi jih učitelji namenili izbranim temam, ki bi jih izbrali skupaj z učenci.
3. Da bi bili ti cilji doseženi je potrebno povečati število ur namenjenih naravoslovju za praktične aktivnosti tekom cele šolske vertikale. Tudi zato, ker so tiste metode, ki so se izkazale za najučinkovitejše, časovno najbolj potratne. Kot najučinkovitejše in najatraktivnejše so se izkazale metode, ki os proces učenja vezale na praktične življenjske izkušnje, na delovno in družbeno skupnost in tiste, ki so povezovale aktivnosti v učilnici z izbranimi aktivnostmi, ki niso nujno del UN ( sodelovanje na raznih znanstvenih prireditvah, festivalih, tekmovanjih, ekskurzijah, raziskovalnih taborih, obiskih znanstvenih muzejev, spodbujanje prebiranja poljudno-znanstvene literature...)

Ukrepi, ki bi spodbujajo takšno poučevanje naravoslovja:

- sprostitvev UN -del ur je potrebno nameniti izbranim aktualnim temam, ki niso del UN,
- dodatno izobraževanje učiteljev in uvajanjem novih metod in oblik dela,
- priprava materiala za take oblike dela...



## Poučevanje evolucije človeka v naših šolah

*dr. Barbara Bajd*

*Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani*

Devetletna osnovna šola je prinesla veliko sprememb tako v načinih poučevanja kot tudi na področju vsebin. Pri tem pa ni bilo dovolj upoštevano katere vsebine imajo večji pomen pri razumevanju temeljnih konceptov na posamičnem predmetnem področju. V biologiji je takšen primer **evolucija** s poudarkom na **evoluciji človeka**. Menim, da sta paleoantropologija in evolucija človeka kot vedi pri nas premalo poznani in cenjeni, kar se odraža tudi v učnem programu v naših šolah. 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 in posledicah evolucije. Z novim devetletnim programom pa so cilji in vsebine iz evolucije skrčene na nekaj šolskih ur. Tako se v osnovni šoli učenci premalo seznaniijo z osnovnim konceptom evolucije organizmov. V srednji šoli obravnavajo evolucijo samo programi s 175 (in 210) urami biologije.

Razumevanje evolucije je pomembno za razumevanje živega sveta, zakaj so organizmi raznoliki, kako se lahko in do katere mere se lahko prilagajajo okolju, kaj je vzroki izumiranja, itd. Prav tako ima evolucija človeka veliko pomembnih splošnih načel, ki jih v šolah ne bi smeli prezreti. To je področje, ki bi ga morali v šolah obravnavati **interdisciplinarno**. Povezano je tako z biologijo, sociologijo, okoljsko vzgojo, geografijo, umetnostjo in tudi s slovenskim jezikom.

Evolucijska teorija je danes priznana veda o izvoru in razvoju živih bitij, ki so se spreminjali v geoloških preteklosti. Veda je razmeroma mlada, saj je naše



življenje prekratko, da bi lahko opazili večje spremembe pri organizmih. Začetek evolucije priznane kot teorija in veda štejemo z izidom knjige Nastanek vrst, ki je izšla leta 1859, v kateri je Charles Darwin pojasnil raznolikost organizmov in njihovo evolucijo kot posledico naravne selekcije. Charles Darwin je eden najpomembnejših naravoslovcev 19. stoletja. V svoji knjigi O izvoru vrst je 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. Z njo pa je tudi ovrgel dotedanje prepričanje, da je Bog ustvaril živa bitja.

V naših šolah je pomen in delo Charlesa Darwina vsekakor premalo poudarjeno in mladina premalo ve o njegovem delu in pomenu za celotno biologijo. Mnogi strokovnjaki menijo, da je Darwinovo delo slovnica za biologe. Brez nje ne moremo razumeti biološke govorice.

Brez evolucije si danes ne moremo znanstveno razlagati raznolikosti in pestrosti organizmov. Danes sta biologija in evolucija tesno povezani, oziroma je evolucija del biologije.

Razvoj človeške vrste zanima, oziroma bi moral zanimati vsakega bodočega izobraženca. Zato bi morala šola, tako osnovna kot srednja, posvečati temu področju več pozornosti. Otroke v osnovni šoli zanima narava, ki je okrog njih kot tudi organizmi, ki so živeli v preteklosti. Predvsem so za njih zanimivi dinozavri, ki jih poznajo iz knjig in filmov, zanima jih tudi, kako smo se razvijali oziroma kakšni so bili naši predniki.



Prav spoznavanje evolucije človeka pomaga ilustrirati mnogo pomembnih splošnih načel in vidikov evolucije. Ena od pomembnih tem je uspešnost človeške vrste. V šoli lahko obravnavamo, kako pomemben je bil socialni razvoj (velikost in struktura skupine, osebni odnosi, kooperacija, jezik, razvoj tehnologije), ki je vplival na biološko evolucijo. Evolucija človeka je področje, ki ga je nujno treba obravnavati medpredmetno, če ne celo interdisciplinarno. To v naši praksi še ni pogosto. Druga tema je, kako je človek povečal nadzor nad okoljem in tako dosegel ter presegel povezanost med seboj in okoljem. Poleg tega pa je pomembno, da poznavanje evolucije poudari enotnost in po drugi strani različnost vseh ljudi. Vsak človek je posebnost zase, po drugi strani pa smo se vsi ljudje razvili iz skupnega prednika in imamo zato veliko skupnih značilnosti. Še posebej je važno dejstvo, da si vsi delimo določene pomembne biološke značilnosti človeške vrste. Zlasti je pomembno, da v tem kontekstu soočimo učence z njihovimi navadami, pretečim rasizmom in pretiranim nacionalizmom, kar je v zadnjih stoletjih povzročilo človeštvu veliko zla. Če bi v nov učni načrt vključili več evolucije človeka, bi to imelo prav gotovo velike prednosti.

Danes, ko veliko govorimo o ekologiji in varovanju naravne dediščine, je edini porok, da bodo naši zanamci znali čuvati naravo v tem, da jo bodo poznali, razumeli njene zakonitosti in si oblikovali odgovoren odnos do narave in okolja. Prav tako pa bi morali mladi poznati vsaj osnove evolucije človeka, saj bi moralo vsakogar zanimati, od kod smo in kako smo se razvijali preko več milijonov let. Tako bi morali temu posvetiti več ur in samo tematiko prepletati z drugimi predmeti: **zgodovino, sociologijo, umetnostjo, slovenščino in geografijo**. Z obravnavanjem razvoja kamenega orodja, odkritja ognja, umetnosti (stenske slikarije in plastike), bi spoznali kako se je v zgodovini razvijali možgani in miselni razvoj človeka, kako so se razvijali socialni odnosi in komunikacija med osebki.



Učenci bi se tako bolj zavedali, da imamo vsi ljudje skupne prednike in da smo vsi ljudje enakovredni ne glede na barvo kože. Tako bi že zelo zgodaj vzgajali strpne ljudi, ki bi razumeli in cenili raznolikost in ne bi bili nacionalno nestrpni. S poučevanjem evolucije človeka omogočimo dijakom, ne samo dobro osnovo za bodoče znanstvenike, ampak s tem vzgajamo ljudi, ki se zavedajo pomembnosti socialnih odnosov ter prav tako pomena bioloških zakonitosti pri odnosih med ljudmi.

Ljudje imamo različno barvo kože. Ta je bila in je marsikje po svetu še predmet razprave o »več« in »manj« vrednih rasah. Sodobni svet ne govori več o rasah, saj imamo vsi istega prednika. Vendar imamo ljudje sposobnost prilagajanja na okolje. Različna barva kože pri ljudeh, ki živijo v različnih predelih Zemlje, je odraz prilagoditve v dolgem obdobju na različna okolja, v katerih se je gibal človek. To kaže na to, kako pomembna je barva kože za preživetje. Naše sedanje znanje o evoluciji človeške kože kaže na to, da lahko razlike v barvi kože, kot večino naših fizičnih lastnosti, razložimo kot prilagoditev na okolje s pomočjo naravne selekcije, torej s poznavanjem evolucije. Verjetno bo prišel dan, ko bomo sledi starih znanstvenih napak zbrisali in jih nadomestili z boljšim razumevanjem razvoja človeštva in raznolikosti (raznoverstnosti). Našo raznolikost v barvi kože bi morali obravnavati kot enega od najbolj vidnih dokazov naše evolucije kot vrste.

V zadnjih tridesetih letih se je paleoantropologija močno razvila zaradi številnih sistematičnih najdb predvsem v Afriki, Aziji in Evropi. Z novimi najdbami odkrivajo paleoantropologi nove vrste, o katerih lahko beremo v strokovnih revijah in poljudnih časopisih. Namen odkrivanja novih fosilov ni samo najdba ostankov hominidov, ampak skušajo strokovnjaki sestaviti natančno sliko, v kakšnem okolju so živeli in rekonstruirati njihov način življenja. Tako lahko rečemo, da strokovnjaki ne gledajo nanje samo kot na možne



prednike človeka, ampak kot na specifične organizme, ki so se prilagajali in odgovarjali na spremembe v okolju.

Paleoantropologija, študij evolucije človeka v širšem kontekstu proučuje fosilne najdbe naših prednikov. Iz njih lahko sklepamo, kako je potekala evolucija človeka. Paleoantropologi skušajo rekonstruirati obnašanja zgodnjih hominidov in njihove prilagoditve na razmere, ki so vladale v času njihovega bivanja. Popolnejšo sliko o evoluciji dopolnjujejo tudi rezultati, ki jih zbirajo **arheologija, geologija in paleontologija**.

Čeprav je v svetu paleoantropologija pomembna veda, pa je v naših osnovnih in srednjih šolah evolucija organizmov in še posebej človeka zastopana le z nekaj urami.

Osnovna šola: v osmem razredu devetletne šole ima biologija 52 ur. V okviru učne teme »Sistematika in evolucija« je napisan en sam cilj, da učenci spoznajo evolucijski razvoj človeka. Učenci morajo razložiti, zakaj uvrščamo človeka med sesalce in primate, in opisati evolucijski razvoj človeka. Težko si je predstavljati, kako lahko v nekaj urah, ki jih predvideva učni načrt, spoznajo evolucijski razvoj človeka.

V devetem razredu devetletne šole ima biologija 64 ur in biološka učna tema je Človek. Učenci spoznavaajo človeško telo po posameznih organskih sistemih. V učnem načrtu ni omenjena evolucija človeka. Lahko pa bi, oziroma bi morali, v okviru teme o človeškem telesu vplesti tudi nekaj poglavij o evoluciji človeka.

V srednjih šolah sta program in število ur za biologijo različna. Srednje šole, ki imajo 175 ur biologije ali več (210 ur), kot je splošna gimnazija, imajo v



programu pet ur evolucije človeka, šole z manj urami biologije pa evolucije človeka ne obravnavajo.

Poleg tega, da je za to snov namenjenih največ pet šolskih ur, jo po programu obravnavajo na koncu šolskega leta. Tako velikokrat zmanjka časa, ali pa je večina ocen že zaključenih in tako učenci obravnavanja te snovi ne vzamejo dovolj resno.

V Predmetnem izpitnem katalogu za maturo v letu 2005 za predmet Biologija z ekologijo, 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 človeka v okviru poglavja o evoluciji so navedeni naslednji cilji, ki jih mora učenec doseči:

- uvrsti človeka v sistem
- našteje in razloži prilagoditve primatov na drevesni način življenja
- s klimatskimi in vegetacijskimi spremembami utemelji prehod primatov na življenje v afriški savani in razvoj pokončne drže ter dogodke kronološko opredeli
- našteje anatomske in morfološke spremembe, ki so posledica pokončne drže
- našteje prednosti, ki jih omogočijo pokončna drža, uporaba orodja in uporaba ognja
- poveže razvoj človeka z razvojem možganov
- razloži razvoj človeške inteligence s pozitivno povratno zanko med biotsko in psihosocialno evolucijo s poudarkom na govoru in jeziku
- primerja neandertalca in modernega človeka ter navede obdobje obstoja obeh

Kot vidimo, izpitni katalog od dijaka ne zahteva dovolj znanja s področja evolucije človeka, kar je razumljivo pri tako majhnem obsegu ur. Po



drugi strani pa samo zadnja alineja zahteva od dijaka znanje, da so pred *Homo sapiensom* živeli tudi drugačni ljudje (*Homo neanderthalensis*), ne zahteva pa, da bi 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 prilagoditev na okolje, kakšen je bil njihov način življenja in da je v določenem obdobju živel 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 dokazala ena od mednarodnih študij TIMSS (zbiranje podatkov je potekalo maja in junija 1995), v kateri so izvedli raziskavo v več kot štiridesetih državah širom 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 pravičnih 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, Tajski 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.



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



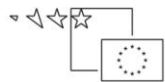
*Naložba v vašo prihodnost*  
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA  
Evropski socialni sklad

Ob tem rezultatu bi se morali zamisliti in posvetiti v šoli več ur evoluciji organizmov kot tudi evoluciji človeka.

Nerazumljivo pa je, da je veda, ki postaja v svetu vse bolj pomembna, pri nas premalo zastopana v učnem programu tako za osnovne šole kot tudi srednje.

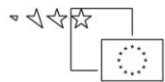


MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

# FIZIKA



## Uvodnik

Mag. Robert Repnik

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Izhodišče in vodilo za delo v obdobju od aprila do junija 2009 je bila v projektu predvidena aktivnost **S 1.06**

*Pregled in izbor novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij) na področju kemije, biologije in fizike, ki jih je smiselno oziroma potrebno vključiti v šolo.*

**Rezultat:** Pregled in izbor znanstvenih tem in sodobnih specialno-didaktičnih strategij/modelov (kemija, biologija, fizika).

**Kazalnik:** Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 6.

s ciljem pripraviti dejavnosti in ustrezna gradiva, ki bi jih lahko učitelji praktiki vpeljali in testirali v jesenskem obdobju.

### Povzetek skupnega opravljenega dela na področju fizike

Več avtorjev poročil se strinja, da je treba pri izbiri novih vsebin ali načinov dela pri fiziki gledati predvsem na povezavo med fiziko in konkretnimi življenjskimi zgledi. Nujno je tudi vključevanje sodobnih znanstvenih dognanj in dosežkov v pouk, saj mora biti izobraževanje vedno v koraku s sodobnim razvojem. Pomembna je interdisciplinarnost sodobnih znanstvenih raziskav.

Dr. Vladimir Grubelnik in dr. Marko Marhl opisujeta modeliranje dinamičnih sistemov. Posebej izpostavljata matematično modeliranje, ki bi se ga dalo vnesti kot dodatno vsebino v višje razrede OŠ, saj programi omogočajo vizualizacijo in dobro predstavo zapletenih matematičnih operacij. Za nižje razrede priporočata uporabo kvalitativnega modeliranja v obliki vzročno-posledičnih diagramov, ponazorjenih s puščicami, plusi in



minusi. Lepe zglede za to najdemo pri bioloških vsebinah, npr. prehranjevalnih verigah in pri fizikalnih vsebinah, npr. pri pretoku vode. Pomembna je interaktivna izgradnja modelov, od preprostejših do zapletenih, z dodajanjem vedno več dejavnikov. Ob tem se učenci učijo metod, ki jih uporabljajo tudi v vrhunski znanosti.

Mag. Robert Repnik, dr. Ivan Gerlič in dr. Zlatko Bradač pri novih vsebinah poudarjata predvsem dvoje: interdisciplinarnost (fizika v povezavi z drugimi vedami in področji) in trajnostni razvoj. Vendar ni pomembna samo izbira učne vsebine, npr. v okviru vsebinsko nerazporejenih ur pri pouku fizike v OŠ, temveč tudi učnega pristopa, saj naj bi učitelj stremel k vsem štirim stopnjam znanja (in s tem tudi kompetenc) po tako imenovane »strategije presoje« (analiza, primerjava, sklepanje in vrednotenje). Težava je ravno pri učiteljevo izbiri učnega pristopa pri vnašanju sodobnih vsebin v pouk fizike, saj je učitelj negotov. Praviloma je v takšnem položaju prej kot učne oblike pripravljen med seboj kombinirati metode dela: 1) razlago z razgovorom, 2) IKT (informacijsko komunikacijska tehnologija), 3) delo z učnim listom ipd. Kratka raziskava v osmem razredu v zvezi s temama *jedrske elektrarne* in *svetlobne celice* je pokazala, da je aktualnost obeh obravnavanih vsebin na učence delovala vzpodbudo, saj so bila odgovarjanja učencev v fazi potesta bistveno uspešnejša kot pri predtestu.

Avtorica dr. Jerneja Pavlin s Pedagoške fakultete v Ljubljani vidi smisel v preoblikovanju obstoječih osnovnošolskih in srednješolskih programov pri fiziki v povečevanju učne motivacije in povezav z vsakdanjimi izkušnjami in uporabo. Med sodobnimi temami priporoča in kratko opiše npr. tekoče kristale, superprevodnost, elektronske termometre in litijeve baterije.

Avtorica dr. Mojca Čepič (PeF UL) obravnava merila za izvajanje testiranja naravoslovnih kompetenc na konkretnem zgledu nihajnega časa



nihal. Ta tema se obravnava nekaj že v sedmem razredu OŠ pri naravoslovju, potem pa v drugem letniku gimnazije pri fiziki. in na fakultetnih programih, ki vsebujejo fiziko. Gre za napačne predstave na različnih stopnjah, npr. o tem, kaj vpliva na nihajni čas nitnega in vzmetnega nihala in kaj ne. Avtorica opisuje pripravljalne dejavnosti, med drugim delavnice za učitelje, za izvedbo preskusov razumevanja nihajnega časa.

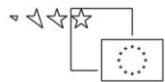
Tudi dr. Milan Ambrožič med drugim priporoča pri gimnazijski fiziki superprevodnike, posebno zelo zanimiv poskus z levitacijo ohlajenega superprevodnika nad magnetom, prav tako dve vrsti termometrov, ki sta osnovana na električnih lastnostih, izpostavlja pa tudi pomen elektronskih mikroskopov.

Sergej Faletič s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani opisuje na konkretnih zgledih, kako z raznimi dodatnimi načini dela poleg frontalnega pouka (laboratorijske vaje, domače naloge, projektne naloge itd.) izboljšujemo kompetence pri fiziki v srednjih šolah. Na primer, da se sestaviti takšne laboratorijske vaje, pri katerih se od dijaka ali skupine zahteva, da načrtujejo poskus, s katerim bi nekaj preverili, namesto da bi bila navodila za poskus napisana podrobno. Takšne vaje so veliko bolj učinkovite pri razvijanju predmetno specifičnih kompetenc srednješolcev.

Maja Martinšek se je osredotočila na nazorne poskuse v zvezi fiziko pri predšolski vzgoji (vrtci). Opisuje npr. primerne poskuse z baterijskimi svetilkami, igro z zrcali in druge poskuse s svetlobo, poskuse v zvezi z vzgonom, vpojnostjo kapljevin in elektrostatiko. Zanimivo je, da se teme, ki so navidez veliko pretežke za predšolske otroke, da predstaviti na njim razumljiv način, tako da se naučijo na konkretnem nivoju nekaj osnovnih fizikalnih principov.



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

Zanimiv je prispevek o učenju desetprstnega tipkanja, ki ga je podal mag. Tomaž Bratina, saj spretnost tipkanja lahko obravnavamo kot posebno kompetenco. Za otroke obstajajo različni učni programi za tipkanje, tudi v obliki zabavnih igric.



## **Modeliranje dinamike naravnih sistemov v smislu sistemskega mišljenja**

*dr. Vladimir Grubelnik*

*Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, Univerza v Mariboru*

*dr. Marko Marhl*

*Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru*

V prispevku želimo predstaviti prenos modeliranja dinamičnih sistemov na nižjo stopnjo izobraževanja. Kot prvo bomo na kratko predstavili obravnavo dinamičnih sistemov, nato pa podrobneje predstavili možnosti prenosa obravnave dinamičnih sistemov na nižje stopnje izobraževanja. Pri tem ima posebno vlogo tako imenovano sistemsko mišljenje, ki je ključnega pomena pri razumevanju kompleksnih dinamičnih sistemov. Na nižji stopnji izobraževanja ima pomembno vlogo tudi vizualizacija obravnavanih primerov, kar bomo izpostavili v okviru vzročno-posledičnih diagramov. Predstavili bomo tudi nekaj konkretnih primerov, kjer bomo izpostavili pomen postopne izgradnje modelov v sodelovanju z eksperimentalnim delom.

### **Obravnavo dinamičnih sistemov**

Pri proučevanju dinamičnih sistemov, tako na znanstveno-raziskovalni ravni, kot tudi na vseh stopnjah izobraževanja, imamo običajno opravka s proučevanjem zelo kompleksnih sistemov, ki zahtevajo posebej skrbno obravnavo. Sistemi so kompleksni predvsem zaradi zapletene dinamike, zato je proučevanje dinamike sistemov izrednega pomena. Analiza dinamike sistemov zahteva, da najprej jasno definiramo sistem, ga razgradimo na posamezne dele ter s proučitvijo vseh ključnih procesov in zvez med deli sistema nato vse dele sistema smiselno povežemo v celoto, ki ji pravimo



model. Model predstavlja bodisi kvalitativno bodisi kvantitativno (matematični model) vizualizacijo in opis realnega sistema. Zato model omogoča proučevanje bodisi kvalitativnih bodisi kvantitativnih odnosov med posameznimi segmenti sistema, oziroma proučevanje zunanjih vplivov na sistem. Pri izgradnji model v šoli je vedno poudarek na samem procesu izgradnje modela, ne pa toliko na rezultatu oziroma končnemu modelu, s katerim simuliramo izbrani sistem. Končni model oziroma simulacija modela ima zgolj vlogo povratne informacije o relevantnosti modela. Modeliranje s tem pripomore k učinkovitem reševanju problemov, hkrati pa zagotavlja boljše razumevanje obravnavanih sistemov, ki so lahko v splošnem precej kompleksni.

Proučevanje dinamičnih sistemov v smislu matematičnega modeliranja, ki temelji na kvantitativnem opisu delovanja sistemov, je uveljavljen pristop v znanstveni sferi in na višjih stopnjah izobraževanja (Hannon in Ruth, 2001; Stöckler, 1995). Razlogov za matematični opis naravnih sistemov je več. Matematični opis omogoča izračun posameznih količin, ki določajo stanje sistema in s tem časovno obnašanje sistema. Matematično modeliranje se je namreč izkazalo kot izredno uspešna znanstveno raziskovalna metoda in je v večini primerov skupaj z eksperimentalnim delom podlaga raznim fizikalnim teorijam. V posebnih primerih, kjer eksperiment ni mogoč, je matematični pristop tudi edina možnost pri napovedovanju obnašanja sistema. Danes je matematično modeliranje način dela, ki je nepogrešljiv v znanstveno raziskovalni sferi na številnih področjih našega življenja. Srečujemo ga pri obravnavi fizikalnih sistemov, pri meteorologiji (Robinson, 2001), kemiji in biologiji (Hannon in Ruth, 1997; Ruth in Lindholm, 2002) ter medicini (Hargrove, 1998) in drugod. Poleg naravoslovnih ved, je modeliranje močno prisotno tudi na drugih področjih, kot je ekonomija (Ruth et al., 1997), politika, sociologija, urbanizem (Forrester, 1971) in drugo.



## Prenos modeliranja na področje izobraževanja

Modeliranje se je v zadnjih desetih letih močno uveljavilo tudi na področju izobraževanja, še posebej pri poučevanju naravoslovja v izobraževalnih sistemih ZDA, Nemčije in Avstrije (Schecker, 1998; Feurzeig in Roberts, 1999; Hupfeld, 2005). O tem pričajo številne raziskave o uporabi modeliranja pri pouku naravoslovnih vsebin (Schecker, 1993; 1996; Gerdes in Schecker, 1998; Schecker, 1999) ter vključenost modeliranja v nekatere tuje učbenike (Mathelitsch, 1991; Bredtauer et al., 1999). Poudarjen je prenos primerov iz vsakdanjega življenja v pouk, kar zmanjšuje razkorak med teorijo in realnim eksperimentom, ki je v izobraževanju velikokrat prisoten (Raw, 1999; Schecker, 1996; Schecker, 1998; Leisen, 1999). Zaradi kompleksnosti naravnih sistemov prevečkrat obravnavamo poenostavljene sisteme, katerih rešitve se učenci učijo na pamet in jih ne razumejo, ker običajno ne sovpadajo z realnim eksperimentom. Z uvajanjem modeliranja v izobraževanje pa se kompleksnosti ni potrebno bati, saj nam ravno modeliranje v tesni povezavi z eksperimentom omogoča, da učenca naučimo razgradnje problema in smiselne sestave posameznih delov v ustrezno celoto, ki jo imenujemo model (Schecker 1998). S tem zna učenec obravnavanemu problemu oziroma sistemu dodajati in odvzemati posamezne vplive na modelni sistem, kar mu omogoča, da si celoten sistem lažje predstavlja in ga s tem tudi razume. Na višji stopnji izobraževanja je pomembno, da učenec zna zapisati tudi matematične relacije med količinami. To pa običajno zahteva reševanje sistema diferencialnih enačb, ki določajo časovno spreminjanje posamezne količine, ki določa stanje sistema. Reševanje diferencialnih enačb je na področju izobraževanja tudi ena izmed ključnih težav, ki jo danes uspešno rešujemo z raznimi grafično orientirani računalniškimi programi, kot so Madonna, Stella, Dynasys in Powersim (glej vire – računalniški programi).



Programi namreč s svojo grafično podlago omogočajo, da lahko s posebnimi grafičnimi objekti neposredno izdelamo model realnega sistema.

## **Prenos modeliranja na nižje stopnje izobraževanja v smislu sistemskega mišljenja**

Na nižji stopnji izobraževanja je predvsem pomemben kvalitativni pristop pri proučevanju zvez med posameznimi količinami. Ta pa je temeljnega pomena za razvijanje sistemskega mišljenja in omogoča obravnavo nekaterih ključnih primerov naravnih sistemov, ki jih srečujemo že v osnovni šoli. V naših prejšnjih prispevkih smo analizirali nekatere primere takšne obravnave v osnovni šoli. Izpostavil smo kroženje vode v naravi (Grubelnik et al., 2003a), padanje teles z upoštevanjem zračnega upora (Marhl in Grubelnik, 2001; Grubelnik et al., 2003b) ter populacijske modele (Grubelnik et al., 2004; 2006). Pri obravnavi teh primerov je pomembna predvsem vizualizacija oziroma predstavitev problema, ki ima pri prenosu modeliranja na nižje stopnje izobraževanja še poseben pomen. Pri modeliranju je namreč poudarek na strukturi oziroma izgradnji modela, kjer je na nižjih stopnjah poudarjen predvsem kvalitativni opis naravnih pojavov oziroma tako imenovano sistemsko mišljenje (Ossimitz, 2000a; 2000b), ki ga lahko kasneje na višji stopnji dopolni še matematični opis relacij med količinami (matematični model).

Ker gre pri obravnavi dinamičnih sistemov za časovno spreminjajoče se količine, ki določajo stanje sistema, je potrebno pri tem dati še posebej poudarek na vizualizaciji časovno spreminjajočih se količin. Poudariti je potrebno pretok količin, kjer spreminjajoče se količine ponazorimo z rezervoarji, dotoke oziroma odtoke pa reguliramo z ustreznimi ventili. Danes so nam lahko pri tem v izvrstno pomoč grafično orientirani računalniški programi,



kot so Madonna, Stella, Daynasys in Powersim (glej vire – računalniški programi). Ti zagotavljajo vizualizacijo dinamike sistema ter omogočajo, da se izognemo reševanju diferenčnih enačb, s čimer je omogočen prenos modeliranja tudi na nižje stopnje izobraževanja z namenom razvijanja sistemskega mišljenja ne pa reševanja enačb, ki se jih učenci običajno učijo na pamet (Ossimitz, 2000a; 2000b).

## **Primeri uporabe sistemskega mišljenja na nižji stopnji izobraževanja**

Pomen kvalitativnega modeliranja za razvijanje sistemskega mišljenja si oglejmo na nekaj različnih primerih. Kot prvo omenimo primer prehranjevalne verige. Primer je aktualen, saj ga zasledimo v učnem načrtu predmeta naravoslovje in tehnika v 5. razredu devetletne osnovne šole. Preprost primer prehranjevalne verige zahteva od učenca zgolj poznavanje odnosa plen-plenilec. Kot naslednji primer lahko navedemo proces kroženja vode, ki ga obravnavamo pri pouku naravoslovja in tehnike že na razredni stopnji, kjer se učenci predhodno seznani s procesom izhlapevanja vode in kondenzacijo vode pare. Na podlagi predznanja, izkušenj in predvsem eksperimenta učenec s postopnim dodajanjem posameznih komponent gradi model. Podobnih primerov lahko v naravi srečamo precej, pri čemer omenimo še primer padanja teles, s katerim se prav tako srečujemo v vsakdanjem življenju in ga obravnavamo pri pouku fizike v osnovni šoli. Prosti pad je primer, ki nakazuje določena razhajanja med realnim eksperimentom in dejstvom, ki ga učimo v šoli, da vsa telesa padajo enako hitro. Pri tem seveda zanemarimo zračni upor, ki ga zaradi kompleksnosti obravnave v matematičnem smislu ne obravnavamo. Omenjen primer lepo kaže, da se pri obravnavi problema ne bi smeli omejevali na matematične rešitve, ampak bi se morali osredotočiti na delovanje sistema v smislu proučevanja vplivov na padanje teles v naravi.

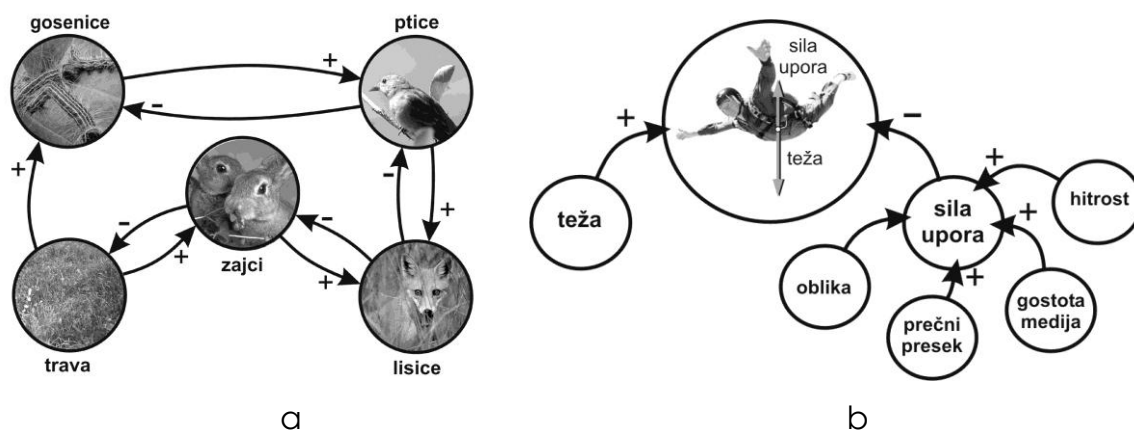


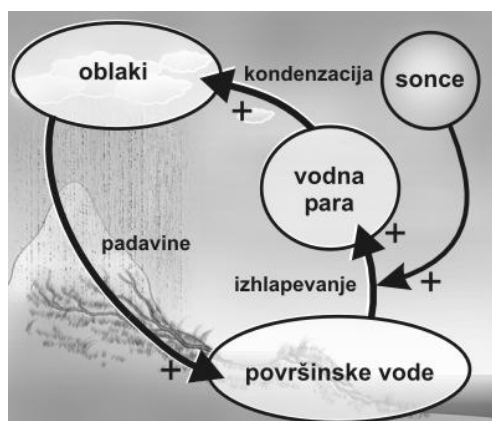
Na podlagi predznanja in izkušenj učenec s postopnim dodajanjem posameznih komponent znotraj sistema gradi model, pri čemer velja omeniti, da je v smislu izgradnje minimalnega modela težnja po vključevanju minimalnega števila posameznih komponent v model, pri čemer model še zadovoljivo opiše obravnavan realen sistem. Pri tem je za razumevanje pomembna predvsem vizualizacija obravnavanih primerov, ki jo dosežemo s tako imenovanimi »vzročno-posledičnimi diagrami«.

### Vzročno posledični diagrami

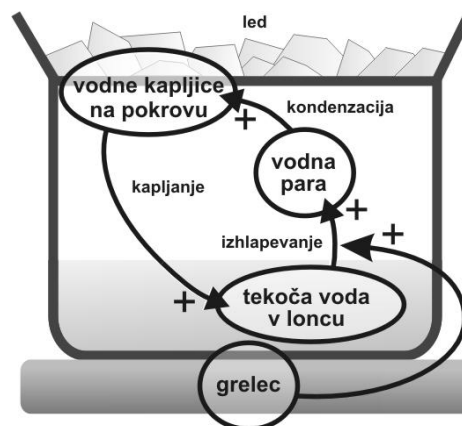
Na tej stopnji izobraževanja je za modelni opis sistema najbolj primerna uporaba tako imenovanih »vzročno-posledičnih diagramov«, ki nakazujejo odnose med posameznimi členi znotraj sistema. Z diagrami jasno opredelimo posamezne dele sistema ter s puščicami označimo vplive posameznega člena na druge člene znotraj sistema. Z znakoma (+, -) označimo vpliv povečevanja oziroma zmanjševanja števila oziroma kvantitete posameznega člena.

Na sliki 10 lahko vidimo štiri primere vzročno-posledičnih diagramov, ki ponazarjajo odnose med posameznimi količinami znotraj sistema.





c



d

Slika 10: Vzročno posledični diagrami, ki ponazarjajo odnose med posameznimi deli znotraj sistema. a) Prehranjevalni splet b) Padanje padalca c) Kroženje vode v naravi d) Ponazoritev kroženja vode v naravi s kroženjem vode v zaprti posodi

Pri tem velja omeniti, da pri prikazu vzročno-posledičnih diagramov oziroma pri izgradnji modela, ki opiše dinamiko obravnavanega sistema, ne dajemo poudarek na končnem modelu temveč na samem procesu postopne izgradnje modela. Pri postopni izgradnji modela prehranjevalnega spleta živali, ki ga prikazuje slika 10 a, najprej obravnavamo samo travo, zajce in lisice. Na naraščanje populacije zajcev vpliva hrana – torej trava, kar je na sliki 1a označeno s puščico od trave do zajcev in znakom +. Lisice, ki jedo zajce, pa vplivajo na zmanjševanje populacije zajcev, kar je označeno s puščico od lisic do zajcev in znakom -. Poleg tega je seveda potrebno upoštevati še, da na število lisic pozitivno vpliva populacija zajcev, saj so le-ti hrana lisicam, hkrati pa populacija zajcev negativno vpliva na količino trave. Omenjeni relaciji ponazorimo v vzročno-posledičnem diagramu s povratnima vplivoma zajcev na število lisic in količino trave. Z vključevanjem dodatnih členov prehranjevalnega spleta lahko model seveda še razširimo. Kot primer k obstoječemu prehranjevalnemu spletu dodajmo na primer še gosenice in ptice, kar v vzročno-posledičnem diagramu ponazorimo z dodatnima členoma in dodatnimi relacijami med členi. Pri tem upoštevamo, da število



gosenic s količino trave narašča, medtem ko število ptic narašča s številom gosenic, saj le-te predstavljajo hrano pticam. Upoštevamo še negativni vpliv števila ptic na število gosenic ter povezavo med pticami in lisicami: število ptic v pozitivnem smislu vpliva na število lisic, število lisic pa v negativnem smislu na število ptic, saj se lisice prehranjujejo tudi s pticami. Tako smo z vzročno-posledičnih diagramov zgradili model prehranjevalnega spleta, kjer so prikazani odnosi med posameznimi členi znotraj sistema. Nadalje bi lahko z dodajanjem novih členov model še dodatno razširili.

Kljub temu da je glavni namen učencu pokazati pot do izgradnje modela, ki zadostno opiše obravnavani sistem, je pomembno tudi to, da zna učenec proučiti odziv sistema glede na zunanje vplive, ki jih lahko še dodatno vključimo v model v smislu njegove nadgradnje. Kot primer navedimo nekaj zunanjih vplivov, ki jih lahko v smislu diskusije z učenci dodamo obravnavanemu modelu prehranjevalnega spleta. Dodamo lahko npr. bolezni, kot je steklina, ki vpliva na zmanjševanje števila lisic in s tem posledično na rast števila zajcev in ptic. Z naraščanjem števila ptic pa se posledično zmanjšuje število gosenic. Kot drugi primer lahko navedemo sonce in padavine, ki v pozitivnem smislu vplivajo na rast trave in s tem posledično na povečanje števila zajcev in lisic. Seveda se posledično z naraščanjem zajcev zmanjšuje količina trave z naraščanjem lisic pa količina zajcev. Podobno bi lahko sklepali tudi za gosenice in ptice.

Na podoben način lahko obravnavamo tudi druge primere. Kot primer omenimo padanje padalca na sliki 10b. Iz slike je razvidno, da teža povzroča padanje padalca, medtem ko sila upora zavira gibanje padalca. Pri omenjenem primeru ima pomembno vlogo eksperimentalno delo, na podlagi katerega lahko proučimo dodatne vplive na omenjen sistem. Pri tem gre predvsem za vplive na silo upora, kjer lahko na podlagi različnih



eksperimentov (Leisen in Neffgen, 1999) ugotovimo, da je sila upora odvisna od oblike telesa, prečnega preseka, gostote medija, v katerem se telo giblje in hitrosti gibanja telesa.

Kot primer navedemo še proces kroženja vode v naravi. V tem primeru si učenec pomaga z eksperimentom kroženja vode v pokritem loncu, ki ponazarja naravni proces kroženja vode. Učenec na osnovi vsakdanjih izkušenj in eksperimentiranja ugotavlja, v kakšnih oblikah se nahaja voda in kateri ključni procesi so pri tem prisotni. V tem primeru gre za izhlapevanje, kondenzacijo in padavine, ki so ključni proces kroženja vode. Seveda ima pri tem pomembno vlogo Sonce, ki v pozitivnem smislu vpliva na proces izhlapevanja in s tem deluje kot gonilni element pri kroženju vode v naravi.

Iz omenjenih primerov lahko vidimo, da je za vizualizacijo dinamike sistemov v naravi zelo primerna uporaba vzročno-posledičnih diagramov, ki predstavljajo vse dele sistema ter jasno nakazujejo odnose med posameznimi deli sistema. Uporaba vzročno-posledičnih diagramov je primerna že na razredni stopnji, na predmetni stopnji osnovne šole oziroma na višji stopnji izobraževanja pa lahko omenjene vzročno-posledične diagrame nadgradimo še z diagrami, ki ponazarjajo spreminjanje količine z dotokom oziroma odtokom količine, ki določa stanje sistema.

## Zaključek

Učenje postaja vse bolj proces, v katerem učenec na podlagi predznanja in novih izkušenj gradi svoje znanje. Takšen pristop k učenju velja še posebej izpostaviti pri obravnavi dinamičnih sistemov v okviru modeliranja, kjer je poudarek na postopni izgradnji modela preko cikličnih faz, znotraj katerih učenec dopolnjuje model. S tem se poudarja tako imenovano



sistemskega mišljenja, ki je ključnega pomena pri razumevanju modelnega sistema. S pridobljenim znanjem učenec ne razume samo obravnavanega naravnega procesa, ampak se v okviru sistemskega mišljenja naučil aplicirati znanje tudi na druge dinamične procese. S tem mu želimo pokazati pot do končnega cilja, ne pa mu podati zgolj končnih rezultatov, ki učencu ne dajo dovolj izkušenj in znanja, da bi obravnavani sistem zares razumel in lahko apliciral svoje znanje tudi na druge primere. Seveda se je pri tem potrebno prilagoditi stopnji izobraževanja tako pri izbiri sistema kakor tudi pri načinu opisa obravnavanega sistema.

Obravnavani primeri, kot je kroženje vode v naravi (Grubelnik et al., 2003a), padanje teles z upoštevanjem zračnega upora (Marhl in Grubelnik, 2001; Grubelnik et al., 2003b) ter populacijski modeli (Grubelnik et al., 2004; 2006) kažejo, da lahko modeliranje kot usmerjena didaktična dejavnost pri pouku zares bistveno pripomore k ponazoritvi in razumevanju dinamike sistemov, ki jih obravnavamo na različnih stopnjah izobraževanja. Gre za vizualizacijo kompleksnih dinamičnih sistemov, pri čemer modeliranje ponuja številne možnosti za kreativno razmišljanje učencev o dinamiki sistema, ko upoštevamo medsebojne vplive med deli sistema ter zunanje vplive na sistem. S tem razvijamo sistemsko mišljenje pri učencih ter jih navajamo na učinkovito reševanje problemov, pri čemer lahko procese kljub njihovi kompleksnosti obravnavamo celovito in realno. Naše mnenje torej je, da je vključevanje sistemskega mišljenja, kot načina dela pri obravnavi dinamičnih sistemov, na nižjo stopnjo izobraževanja, ključnega pomena pri razumevanju dinamičnih sistemov.

## Literatura

1. BREDTAUER, W., BRUNS, K. G., KLAR, G., LICHTFELD, M., SCHMIDT, M., WESSELS, P., GERDES, J., MARHL, M., SCHLOBINSKI-VOIGT, U., SCHMIDT, T.



- (1999). *Impulse Physik 2; Mathematik+Physik für die Oberstufe der Gymnasien*, Ernst Klett Verlag, Stuttgart.
2. FEURZEIG, W. in ROBERTS, N. (1999). *Modeling and Simulation in Science and Mathematics Education*, Springer, New York.
  3. FORRESTER, J. W. (1971). *World Dynamics*, Wright-Allen Press, Cambridge.
  4. GERDES, J., SCHECKER, H. (1998). Physiklernen mit Modellbildungssystemen. v: Behrendt, H. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie - Probleme und Perspektiven*, Alsbach, 227-229
  5. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHGL, M. (2003a). Concepts of system thinking and modelling, V: PLENKOVIĆ, Juraj (ur.), *The 10th International Scientific Conference, Društvo i tehnologija 2003*, Rijeka, 36-40.
  6. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHL, M. (2003b). Modeliranje kot usmerjena didaktična dejavnost pri pouku, *Pedagoška obzorja*, 18 (1), 35-45.
  7. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHL, M. (2004) System thinking and modelling in the concept of constructivism, *Informatologia*, 37 (3), 259-263.
  8. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHL, M. (2006). Razvijanje systemskega mišljenja, *Pedagoška obzorja*, 20 (3-4), 51-57.
  9. HANNON, B. in RUTH, M. (1997). *Modeling Dynamic Biological Systems*, Springer, New York.
  10. HANNON, B. in RUTH, M. (2001) *Dynamic Modeling*, Springer, New York.
  11. HARGROVE, J. L. (1998). *Dynamic Modeling in the Health Sciences*, Springer, New York.
  12. HUPFELD, W. (2005). Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.modsim.de> (25.2.2005)]



13. LEISEN, J. in NEFFGEN, N. (1999). Modellbildungspraktikum: Fall von Körpern in Luft, *Praxis der Naturwissenschaften Physik*, 48 (3), 7-14.
14. MARHL, M., GRUBELNIK, V. (2001). Modeliranje pri pouku naravoslovja. V: Kramar, M. (ur.), Duh, M. (ur.). Didaktični in metodični vidiki prenove in razvoja izobraževanja: knjiga referatov z 2. mednarodnega znanstvenega posveta, 2001, Maribor, 381-387.
15. MATHELITSCH, L. (1991). *Physikaufgaben* 3, Hölder-Pichler-Tempsky, Wien, 15-16.
16. OSSIMITZ, G. (2000a). Entwicklung systemischen Denkens, Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen, University of Klagenfurt, Klagenfurt.
17. OSSIMITZ, G. (2000b). Teaching System Dynamics and Systems Thinking in Austria and Germany. System Dynamics 2000 conference in Bergen, Norway, 1-17, [dostopno na svetovnem spletu: [http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/ossimitz\\_teaching.pdf](http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/ossimitz_teaching.pdf) (15.4.2006)]
18. RAW, A. (1999). Developing A-level physics students mathematical skills- a way forward?, *Physics Education*, 34 (5), 306-310.
19. ROBINSON, W. A. (2001). *Modeling Dynamic Climate Systems*, Springer, New York.
20. RUTH, M. in LINDHOLM, J. (2002). *Dynamic Modeling for Marine Conservation*, Springer, New York.
21. RUTH, M., HANNON, B. in FORRESTER, J. W. (1997). *Modeling Dynamic Economic Systems*, Springer, New York.
22. SCHECKER, H. P. (1993). Learning physics by making models, *Physics Education*, 28, 102-106.
23. SCHECKER, H. P. (1996). Modeling Physics: System Dynamics in Physics Education, Creative Learning Exchange, Newsletter, 5 (2), 1-12.
24. SCHECKER, H. P. (1998). *Physik-Modellieren, Grafikorientierte Modellbildungssysteme im Physikunterricht*, Ernst Klett Verlag, Stuttgart.



25. SCHECKER, H., KLIEME, E., NIEDDERER, H., EBACH, J., GERDES, J. (1999). *Physiklernen mit Modellbildungssystemen - Förderung physikalischer Kompetenz und systemischen Denkens durch computergestützte Modellbildung (Abschlussbericht für die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG)*, Universität Bremen, Institut für Bildungsforschung, 1-28, [dostopno na internetni strani: [http://www.idn.uni-bremen.de/pubs/DFG\\_PMS\\_Ab.pdf](http://www.idn.uni-bremen.de/pubs/DFG_PMS_Ab.pdf) (23.3.2006)]
26. STÖCKLER, M. (1995) Modell, Idealizirung und Realität, Praxis der Naturwissenschaften Physik 44 (1), 16-21.
27. VODOVNIK, L., MIKLAVČIČ, D. in KOTNIK, T. (1998) *Biološki sistemi*, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
28. AUTO, Kamthan, P., CMVL, Montreal, Canada, [dostopno na svetovnem spletu: <http://indy.cs.concordia.ca/auto/> (18.6.2006)]
29. Berkely Madonna, Macea, R. in Oster, G., University of California at Berkeley, [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.berkeleymadonna.com/> (18.6.2006)]
30. DYNASYS: W. Hupfeld, Bankerheide, Hamm [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.modsim.de/> (18.6.2006)]
31. STELLA: High Performace Systems Inc. Hanover NH USA
32. [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.hps-inc.com/> (18.6.2006)]
33. VENSIM: Simcon, Schwetzingen, (grafično orodje za izgradnjo modelov).
34. [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.vensim.com/> (18.6.2006)]



## Priložnosti za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike

*asist. mag. Robert Repnik, izr. prof. dr. Ivan Gerlič, prof. dr. Zlatko Bradač*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

**Povzetek:** Priložnosti za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike

Sodobna didaktika stremi k uvajanju vsebin z interdisciplinarnim pristopom, kar je dobra priložnost za izobraževanje tudi o fizikalno-ekoloških vprašanjih. Tako je na primer področje pridobivanja električne energije iz obnovljivih in neobnovljivih virov tesno povezano z vprašanjem odnosa do okolja in trajnostnim razvojem. Tem vsebinam se ne posveča dovolj pozornosti, saj jih ne najdemo med navedenimi v učnem načrtu. Vendar pouk osnovnošolske fizike v skladu z učnim načrtom omogoča učitelju izbiro dodatnih in zanimivih učnih vsebin. Vsebinsko nerazporejene ure med šolskim letom so prepogosto porabljene za ponavljanja, dopolnilno obravnavo vsebin in preverjanja. Ravno učne ure, ki interdisciplinarno obravnavajo takšne vsebinske teme, kakor povezava med okoljem in energetiko, so izrednega izobraževalnega in vzgojnega pomena. Čeprav teh vsebin eksplicitno ni navedenih v učnem načrtu, jih lahko učitelj uspešno izvede znotraj obsega vsebinsko nerazporejenih ur. Na podlagi mnenj učiteljev ugotavljamo, da je vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk premalo in da je za to krivih več vzrokov, najpomembnejše bomo navedli.

Odgovor na mnoge omenjene težave učiteljev pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk daje poseben model, ki naj inovativnega učitelja pri tem prizadevanju vodi. Model vsebuje napotke glede iskanja in vrednotenja informacij. Osredotoča se na kriterije, ki sugerirajo izbiro ustrezne



oblike dela in učne metode, vključujoč tradicionalne in sodobne učne pristope. Predlaga štiristopenjsko lestvico preverjanja osvojenega znanja in kompetenc.

Praktična uporaba modela bo predstavljena na primeru obravnave dveh učnih ur iz fizike, ki se vsebinsko nanašata na vlogo in pomen jedrske elektrarne v Sloveniji ter na alternativno pridobivanje električne energije s svetlobnimi celicami.

**Ključne besede:** Fizika, pouk, didaktika, interdisciplinarnost, znanost.

**Abstract:** Opportunities for inserting of modern scientific knowledge in the teaching of elementary physics

Modern didactics are focused on inserting topics through interdisciplinary approach, which is a good opportunity for education on physical-ecology problems. Thus, for example, the areas of electricity production from renewable and non-renewable resources are closely linked to the question of the relationship to the environment and sustainable development. This content is not paying enough attention, because they are not found among those in the curriculum. However, the physics of elementary school in accordance with the curriculum allows the teacher selection of additional and interesting content. In topic undefined hours during the school year are often used for repetition, additional practice and verifying the knowledge. Such interdisciplinary topics, i.e. the link between environment and energy, are of large importance for education. While those contents are not explicitly mentioned in the curriculum, the teacher can successfully insert those within the set of the undefined hours. Based on the opinions of teachers, we see that there is not enough application of modern scientific knowledge in teaching due to several different causes; we will list the most important.



An answer to many problems of teachers in the application of modern scientific knowledge into teaching gives special model, which can lead an innovative teacher at this effort. The model contains guidance on the search and evaluation of information. It focuses on the criteria to suggest the selection of appropriate forms of work and teaching methods, including traditional and modern teaching approaches. It proposes four-level scale verification of conquered knowledge and competences.

The practical application of the model will be presented within two example hours, which are related to the role and importance of nuclear power plant in Slovenia and to alternative electricity gaining through photovoltaic cells.

**Keywords:** Physics, teaching, didactics, interdisciplinarity, science.

## Uvod

Prispevek sodi na področje didaktike fizike [1] v povezavi z drugimi sorodnimi predmeti (interdisciplinarnost). Obravnavana tema združuje področje fizikalnih znanj in področje specialne didaktike. Poudarek prispevka je v iskanju tistih možnosti, ki zaradi zadostnega obsega fleksibilnosti učnega načrta fizike v osnovni šoli nudi priložnosti za vnašanje aktualnih, predvsem interdisciplinarnih vsebin v pouk. Izobraževanje ima namreč izredno pomembno vlogo v današnji, hitro razvijajoči se družbi. Razvoj tehnologij je tako bliskovit, da didaktiki prepoznavamo edino možnost za sprotne odgovore na potrebe družbe v tem, da izkoristimo lastnost fleksibilnosti učnih načrtov in o novostih iz znanosti in aplikacij informiramo učečo se populacijo znotraj obsega vsebinsko nerazporejenih ur.



Poznamo več nizov urejenosti vzgojno-izobraževalnih ciljev, dobro poznana je denimo Bloomova taksonomija vzgojno-izobraževalnih ciljev [2]. Sodobni didaktiki [3] se poleg k problemskosti pouka fizike nekako nagibajo k združevanju posameznih nivojev in posledično v zmanjšanje števila nivojev v prenovljenih taksonomijah. Kot zanimiva rešitev se v zadnjem obdobju ponujajo t.i. »Strategije presoje« [3], ki globino znanja razporejajo v štiri nivoje. Cilj pouka je seveda dvojen. Čim več učencev naj dosega vsaj srednji nivo, obenem pa naj najboljši dosegajo najvišje nivoje. Seveda si želimo, da bi najgloblja znanja dosegali prav vsi, a moramo pri tem ostati realni.

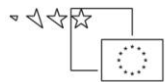
Ugotavljamo, da sta v strokovno-didaktičnem pogledu v očeh učitelja v fazi odločanja glede izvedbe učne ure na določeno temo odločilna oba vplivna faktorja, tako izbira teme kot izbira učnega pristopa (ustrezna izbira učne oblike in metod dela). Učitelj fizike je dokaj suveren pri pripravi učnih ur iz nabora definiranih vsebin v učnem načrtu. Vsebine resnično dobro pozna in razume po strokovni plati, dobro zna pripraviti uro in je pri tem običajno prilagodljiv in inovativen. Odvisno od razpoložljivih učnih pripomočkov in sposobnosti učencev v določenem konkretnem razredu je sposoben isto temo izvesti na različne načine, torej izbrati tisti učni pristop, ki najbolj ustreza dani situaciji. Za razliko od standardnih tem pa nastopi nekaj več težav ravno pri vnašanju sodobnih tem, sodobnih dognanj iz znanosti v pouk. Učitelj se pri teh temah počuti manj suverenega že zaradi običajno slabšega poznavanja vsebine. Pred izzivom, kako te vsebine vnesti v pouk, se znajde prvič. Prvi korak je seveda temo dodobra spoznati, a še vedno ni na voljo odločitev, na kak način, s katerimi učnimi pristopi naj temo pri učni uri obravnava. Ugotovljeno je bilo, da se v takšnih primerih učitelji raje držijo varnega območja, torej se pogosteje odločajo za tradicionalne učne oblike in kvečjemu za kombinacijo tradicionalnih in sodobnih učnih metod dela. Pa vendar ta ugotovitev še ne daje popolnega odgovora. Zanimivo je namreč, v



kolikšni meri so različni učni pristopi uspešni pri vnašanju novosti v pouk fizike, če nas zanima doseganje različnih nivojev znanj, morda celo v povezavi s posameznimi korelativnimi spremenljivkami, kakor denimo starost, spol, poprečna ocena iz fizike ali celo stratum.

Še posebej razvoj fizike in drugih naravoslovnih znanosti poteka danes zelo hitro tudi zaradi potreb razvoja novih tehnologij v sodobni družbi. Problemi, s katerimi se danes sooča sodobna družba, so tipično interdisciplinarni, kakor recimo reševanje primanjkljaja energentov, klasični in alternativni energetske viri, vzpostavljanje večjega deleža obnovljivih virov električne energije ali recimo obravnava ekoloških problemov in drugih okoljsko ter trajnostno-razvojno naravnanih tem. Znanstveniki spremljamo in soustvarjamo sodobna dognanja na svojem znanstvenem področju. Ljudje v vsakdanjem življenju vsakodnevno uporabljajo nekatere aplikacije, ki so nastale na podlagi tega znanstvenega razvoja, na primer: fizika tekočih kristalov [4] in pestra uporaba tekoče-kristalnih zaslonov [5], proizvodnja električne energije v jedrski elektrarni, prenos signala v optičnih vodnikih ipd. Nove tehnologije s pridom in zelo radi uporabljajo ravno mladi, običajno pa ne poznajo ali ne razumejo fizikalnih principov delovanja. Mnoge med njimi zanima način delovanja nekaterih novih tehnologij in prav bi bilo, da bi fizikalno korektne in razvojni stopnji primerne odgovore ponudila že osnovna šola. Občasno zasledimo v različnih medijih prispevke, ki skušajo na poljuden način pojasniti delovanje določene tehnologije, a so interpretacije prepogosto fizikalno in metodološko nekorektne, saj takšni prispevki v medijih nagovarjajo preširoko javnost in ne uporabljajo uveljavljene fizikalne terminologije [6, 7].

Učni načrti v osnovni šoli so dovolj fleksibilni [8], da omogočajo številne možnosti za vključevanje sodobnih fizikalnih znanstvenih dognanj v



izobraževanje osnovnošolcev. Možnosti segajo od določenega števila vsebinsko nedoločenih ur pri posameznih predmetih, kakor na primer fizika v osmem in devetem razredu, naravoslovje, projekti iz fizike in tehnike... ter razni krožki, interesne dejavnosti, dnevi dejavnosti, ekskurzije itd. Učitelj fizike je tudi kompetenten tako po strokovni (fizika) kot po metodološki plati (didaktika, pedagogika, psihologija), da bi lahko poskrbel za prenos sodobnih znanj v poučevanje fizikalnih vsebin.

Žal pa opažamo, da tega prenosa v našem izobraževalnem sistemu še ni v ustrezni meri [3]. V osnovni šoli, kjer sicer pri učencih vlada velik interes za spoznavanje in usvajanje novega, ne izkoristimo v zadostni meri vseh možnosti, ki so na voljo. Osnovne vsebine učnih načrtov so zasnovane historično, glede na hiter razvoj tehnologij pa v naboru temeljnih fizikalnih vsebin ne ponujajo odgovora na vprašanje, kako vnašati sodobna dognanja v osnovnošolsko izobraževanje, čeprav sama struktura predmetov v osnovni šoli to omogoča.

Ugotavljamo, da trenutno ne obstaja znanstveno preverjen didaktični model, ki bi nudil celovito informacijo in napotke učitelju, kako naj postopa takrat, kadar želi in ima možnost v poučevanje vnesti vsebine, ki bi obravnavale aktualna znanstvena dognanja iz naravoslovnih področij. Vsi se strinjamo, da bi morali osnovnošolci slišati o novejših dosežkih fizikalnih znanosti več in na ustrezen način. Vemo, da je zgolj reševanje pogosto zaprtih fizikalnih problemov pri pouku premalo; problemsko naravnan pouk ponuja bistveno boljše priložnosti v ta namen [3]. Poučevanje fizikalnih vsebin bi s tem postalo tako za učence kot za učitelje zanimivejše, vodilo bi k večji aktivnosti udeležencev pouka, h globljim znanjem ter posledično k večji priljubljenosti pouka fizike pri nas [9]. Primerno in fizikalno korektno informacijo bi posredoval učitelj in mediji, ki jo pogosto predstavijo pomanjkljivo ali celo napačno.



Odločitev, katere vsebine so v določenem trenutku aktualne, je relativno preprosta; s tem učitelji nimajo težav. Problem je povsem specialno-didaktične narave. Učitelji so vešči izvedb v učnem načrtu določenih vsebin, kar uspešno izvajajo s pestrim naborom učnih metod in oblik dela [1]. Precej več težav nastopi, ko je potrebno sprejeti odločitev glede izbire metod in oblik dela, ki bi jih uporabili za vnos novih vsebin v pouk. Ocenjujem, da je razlog za izredno redke primere prenosa sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli ravno učiteljeva negotovost glede izbire ustreznega in učinkovitega didaktičnega pristopa.

V sodobni šoli [10] želimo dosegati višje taksonomske nivoje znanj. To lahko dosežemo le z uporabo ustreznih učnih pristopov, didaktičnih metod in oblik dela, pri katerih se pri pouku izvedejo ustrezni kognitivni in metakognitivni procesi [3]. V znanstvenem področju didaktike se je v zadnjem času uveljavil znanstveni instrument uvajanja strategij presoje v vlogi meritve stanja taksonomskega nivoja znanja [11]. Kadar želimo med seboj primerjati različne metode dela, uporabimo strategije presoje za določitev stanja pred obravnavo in po obravnavi določene teme na določen način; pravimo, da izvedemo pedagoški eksperiment z uporabo strategij presoje v primerjalni analizi uspešnosti izbranih didaktičnih metod oz. postopkov učnega dela. Tako po analitični in empirični poti raziščemo ter dokažemo, katera metoda je uspešnejša pri doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj [12, 13, 14, 15]. Sedaj se sicer odvija obsežnejša raziskava na to temo, ki vključuje merjenje napredka tudi posameznega učenca. V tej raziskavi sodeluje večje število šol in seveda tudi učencev. Vendar, če smo želeli kvalitetno zasnovati omenjeno obsežno raziskavo, smo morali izhajati iz izsledkov preliminarne raziskave, katere rezultate podajamo v tem prispevku. Poleg vprašanja, kateri učni pristop je najuspešnejši pri vnašanju sodobnih dognanj v pouk osnovnošolske fizike, nas je zanimal kriterijski model odločanja učitelja v fazi izbire učne teme



in izbire učnega pristopa v primerih izvedbe učne ure, ki ne sodi v nabor vsebinsko določenih učnih ur po učnem načrtu. Ta teoretični model smo zgradili na podlagi pogovorov s petimi uspešnimi inovativnimi učitelji osnovnošolske fizike. Model je zanimiv predvsem v primerih, ko se učitelj odloča za vnašanje novih vsebin v pouk fizike, saj takrat hkrati potekata dve aktivnosti: i) učitelj mora dodobra spoznati fizikalno vsebinsko plat obravnavane snovi, ki je praviloma ne pozna dovolj, saj gre za rezultate sodobnih znanstvenih dognanj, poiskati in kritično ovrednotiti mora vire ipd., ii) na podlagi premisleka o predznanju svojih učencev ter izbranih učnih ciljev in razpoložljivih didaktičnih pripomočkov se mora odločiti za najustreznejši učni pristop ter si pripraviti učno pripravo. Če želi zasledovati stanje znanja (nivo znanja) in napredek, se mora opredeliti za neko lestvico vzgojno-izobraževalnih ciljev ter metodologijo merjenja stanja in napredka znanja. Mi smo kot lestvico vzgojno-izobraževalnih ciljev uporabili t.i. Strategije presoje, ki zaobjema štiri nivoje znanj, to so: analiza, primerjava, sklepanje in vrednotenje. Ta lestvica se uporablja v sedaj potekajoči obsežnejši raziskavi, za izvedbo katere smo se odločili na podlagi uspešno izvedene, v tem prispevku predstavljene preliminarne raziskave.

Struktura prispevka je naslednja. V poglavju z naslovom Raziskava bomo najprej predstavili glavne značilnosti raziskovalnega področja, v podpoglavju Metodologija bomo predstavili raziskovalni problem raziskave in hipoteze. V naslednjem podpoglavju bo predstavljen kriterijski model odločanja, posebej pa navedeni kriteriji, ki pomagajo osnovati učitelju takšno uro, katere učni pristop se izkaže kot najuspešnejši. V zadnjem podpoglavju bomo predstavili empirični preizkus modela v praksi. V poglavju Rezultati so povzeti glavni izsledki izvedene empirične raziskave pri pouku. Sledi poglavje, v katerem povzamemo vsebino celotne raziskave in motive zanjo, diskutiramo rezultate empiričnega preverjanja ter ovrednotimo pomen zgrajenega kriterijskega modela odločanja, ki naj učitelju služi kot didaktično orodje v fazi



izbiranja ustreznega učnega pristopa pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v osnovnošolski pouk fizike. Sledi še seznam uporabljene literature in spletnih virov.

## Raziskava

Po učnem načrtu je v devetletni osnovni šoli v Sloveniji v osmem razredu na razpolago 70 ur in v devetem razredu 64 ur fizike. Na tem mestu v nadaljevanju citiramo štiri za raziskavo relevantne odstavke iz učnega načrta fizike za osmi in deveti razred osnovne šole, sprejet leta 1998, ki je še vedno v veljavi:

»V osmem razredu je razporejenih 47 ur od 70 ur. Ostale ure so namenjene ponavljanju, preverjanju, ocenjevanju, izbirnim vsebinam, ki jih izbere učitelj, ter naravoslovnim aktivnostim. Ob posameznem poglavju je zapisano število ur, namenjeno obravnavi tega poglavja. Pri ciljih je temeljno znanje označeno s polkrepkim tiskom, izbirne vsebine pa s poševnim tiskom.« [8].

»V devetem razredu je razporejenih 49 ur od 64 ur. Ostale ure so namenjene ponavljanju, preverjanju, ocenjevanju, izbirnim vsebinam, ki jih izbere učitelj, ter naravoslovnim aktivnostim. Ob posameznem poglavju je zapisano število ur, namenjeno obravnavi tega poglavja. Pri ciljih je temeljno znanje označeno s polkrepkim tiskom, izbirne vsebine pa s poševnim tiskom.« [8].

»Ob naslovu posameznega poglavja je zapisano število ur, namenjeno obravnavi tega poglavja, in je učitelju za orientacijo pri razporejanju ur in pripravi njegovega letnega učnega načrta. Zapisano število ur ni obvezujoče.



Nerazporejene ure v 8. in 9. razredu naj učitelj nameni utrjevanju, ponavljanju, preverjanju in ocenjevanju.

Izbirne vsebine učitelji vnesejo v svoje letne učne načrte glede na zanimanje učencev in usmeritev ter opremljenost šole. Lahko jih izvajajo tudi pri naravoslovnih aktivnostih. V učnem načrtu je opisanih nekaj izbirnih vsebin. Učitelji imajo možnost izbire dodatnih tem tudi na tak način povezujejo pouk fizike z vsakdanjim življenjem. Take teme so npr.: promet, **energija, ekologija**, vreme, fizika v medicini, fizika in njena uporaba, zgodovinski razvoj fizikalnih zamisli in njihov vpliv na družbo... Za te teme učitelji sami izdelajo učni načrt.« [8].

Nerazporejene ure so torej med drugim predvidene za predstavitev dosežkov hitrega tehnološkega razvoja sodobnega sveta; gre za nove tehnologije in aplikacije ter pomembna znanstvena odkritja (npr. v velikih trkalnikih delcev, kot je CERN v Švici). Zaradi ur, predvidenih za proste vsebine, ni treba ob pomembnejših novih spoznanjih spreminjati učnih načrtov, saj je »železni repertoar« starega znanja vgrajen v urah z opredeljeno vsebino. Naloga učitelja je namreč tudi spremljanje dogajanja v njegovi stroki in posredovanje vsaj delčka novega znanja učencem. Nove znanstvene ugotovitve in tehnološki dosežki so življenjski in zato za učence pogosto veliko zanimivejši od stoletja starih spoznanj, kot so Newtonovi zakoni, čeprav seveda tudi teh ne smemo zanemarjati in njih razumevanje je ključno za razumevanje sodobnih vsebin. Strokovno podkovan učitelj lahko opozori tudi na napake pri predstavitvi znanstveno-tehnoloških novosti v medijih. Ravno v povezavi z dokončano izgradnjo LHC trkalnika hadronskih delcev smo v časopisju denimo brali: »...da bodo v CERN-u v Švici napravili črno luknjo, ki bo povzročila konec sveta«. Kaj se ni pračlovek v enaki meri bal ognja, preden ga je znal »ukrotiti« in uporabiti v svoj prid? Do takšnih zablod ne bi prihajalo,



če bi bilo v času osnovne šole (nepoučenih novinarjev) več aktualiziranih učnih ur pri fiziki.

Učitelj mora pri izbiri teme za uro pri prostih izbirah misliti tudi na učne oblike in metode, s katerimi bo temo približal učencem. Le s premišljenim učnim pristopom bo dosegel uspeh, kakršnega si od predstavitve zanimive teme želi. Navadno ne predstavlja odločitev glede izbire učnega pristopa učitelju nobene težave, kadar gre za znane, pogosto poučevane strokovne teme, kot je na primer, hidrostatski tlak v mirujoči tekočini. Tedaj je učitelj povsem suveren in dokaj lahkotno preskuša in spreminja učne oblike in metode ter jih tudi uspešno prilagaja sposobnostim posameznikov v določenem razredu.

Ko pa naleti na sicer zelo zanimivo in pomembno novo temo ali celo znanstveno področje (ki bi se utegnilo sčasoma razviti v novo znanstveno vejo), je negotov. Negotovost zaradi slabega poznavanja snovi vodi v novo negotovost glede izbire učnega pristopa. V teh dvomih pogosto izbere tradicionalno obliko dela, to je razlago z diskusijo. Vsekakor si je treba za učiteljevo solidno usvojitev novega znanja vzeti veliko časa in to ob vseh siceršnjih obremenitvah zanj pomeni vsekakor nezanemarljivo dodatno obremenitev. Ob tem, da preuči snov, je izredno pomembna učiteljeva kritična presoja virov. Na primer, napake, ki se pojavljajo v virih, kot so revije in medmrežje, so lahko čisto tipkovnega značaja: pri fiziki kot kvantitativni vedi, se rade pojavijo številске napake v več redih velikosti zaradi velikih razponov vrednosti veličin. Te napake so lahko preprosto posledica pomote pri računih in jih včasih težko opazimo, ker nimamo pravega občutka za vrednosti veličin (npr. letna svetovna proizvodnja električne energije iz vseh jedrskih elektrarn). Večkrat pa nastanejo napake zaradi tiskarske napake in zamenjave fizikalnih enot, npr. metri namesto mikrometri. Učitelj sicer lažje opazi takšne napake na



svojem področju kot laik, vendar se je najbolj zanesljivo zavarovati pred takšnimi napakami s primerjavo podatkov iz več virov.

Učitelj je praviloma v takšnem položaju prej kot učne oblike pripravljen med seboj kombinirati metode dela: 1) razlago z razgovorom, 2) IKT (informacijsko komunikacijska tehnologija), 3) delo z učnim listom ipd. Pomembno pa je tudi to, da je v obravnavo vključen tudi eksperiment, kjer je le mogoče, saj še vedno velja, da je fizikalni poskus osnova fizike, tako same znanosti kot v izobraževanju fizike.

Ure s prosto vsebino so idealne za obravnavo interdisciplinarnih vsebin, znanj in tehnologij. Interdisciplinarnost in medsebojna povezanost različnih (predmetnih in znanstvenih) področij je povsem razumljiva za naravoslovne vede, kot so fizika, kemija in biologija, pa tudi matematiko, tehniko, glasbo, šport..., sem pa bi lahko v določeni meri prištevali na prvi pogled prav presenetljive medpredmetne povezave fizike in drugih ved, denimo psihologijo, sociologijo itd. Slednje lahko v marsičem gledamo v vertikalni povezavi: kvantna mehanika kot fizikalna veja je osnova za razumevanje kemijskih vezi in reakcij, biološka dogajanja v organizmih so spet kemijske reakcije, psihologija človeka pa je povezana z njegovo biološko zgradbo. Z naravoslovnimi vedami so, še posebej na osnovnošolskem nivoju, tesno prepletene še matematika, tehnika, medicina. Poudarjanje interdisciplinarnosti pri pouku nikoli ni odveč, saj jo srečamo v vseh najpomembnejših znanstveno-tehnoloških in drugih smernicah danes in v bližnji prihodnosti: podaljševanju človeškega življenja in razumevanju učenja, spomina, osebnosti in delovanja možganov, v izboljševanju športnih dosežkov, v ekoloških prizadevanjih in trajnostnemu razvoju, razumevanju socioloških zakonitosti z matematično-fizikalnimi modeli, da jih omenimo le nekaj.

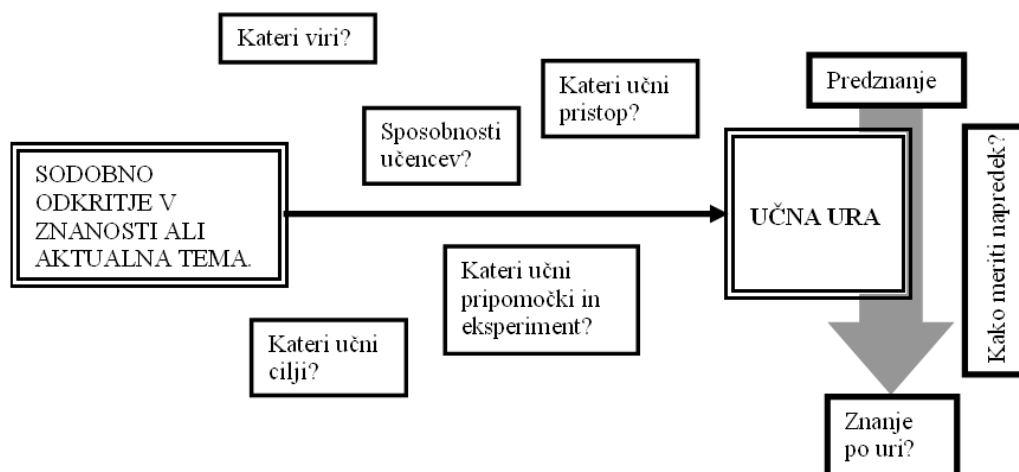


Med smernice trajnostnega razvoja lahko prištevamo tudi dve temi, opisani v tem članku: ozaveščanje javnosti o uporabi jedrskih termoelektrarn namesto tistih na premog ter princip delovanja in koristnost obnovljivih energijskih virov (tu je govora o fotovoltaiki oz. svetlobnih celicah).

## Metodologija

V tem članku opisujem metode in rezultate preliminarne raziskave, kjer smo zbirali mnenja nekaterih učiteljev o problematiki, izgradili kriterijski model odločanja ter ga na primeru dveh učnih ur z interdisciplinarno vsebino preizkusili v praksi. Namen preliminarne raziskave je bil, da ta nudi podlago pri snovanju obsežnejše raziskave, ki je sedaj v teku. V obdobju priprave tega prispevka namreč poteka večja raziskava, v katero so z neposrednim preverjanjem vključeni tudi učenci, ki pa je na tem mestu ne bomo obravnavali, saj so zaenkrat na voljo le parcialni rezultati. V raziskavi, ki je predmet tega prispevka, smo se opredelili na naslednji **problem**: »S katerimi učnimi pristopi najuspešneje vnašamo sodobna odkritja in dosežke znanosti v osnovnošolski pouk fizike, pri čemer moramo upoštevati trenutni nivo znanja učencev?«

Ko se učitelju porodi ideja, da bi lahko v okviru nedefiniranih ur fizike izvedel učno uro, v kateri bi se učenci učili o določeni aktualni temi ali znanstvenem odkritju, je na začetku poti. Do v celoti pripravljene učne priprave se učitelj srečuje z mnogi vprašanji. Ker gre že za vsebinsko novost zanj, se na poti do izgradnje učne ure sreča še z mnogimi didaktičnimi dilemami. Le nekaj teh dilem in vprašanj smo nakazali na sliki (Slika 11). In če ga zanima še uspešnost podajanja nove snovi, se mora podrobneje opredeliti, kaj bo predmet merjenja in kaj način merjenja.



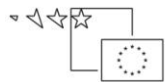
Slika 11: Učitelj si v času od ideje za učno uro do končane učne priprave zastavlja mnogo vprašanj, sreča se z mnogimi vsebinskimi in didaktičnimi dilemami

Če smo želeli učitelju pri tem pomagati, smo morali poiskati zaporedni način razvrstitve vprašanj. Poleg tega pa poiskati kriterije, ki bi olajšali učitelju odločitve na poti v iskanju najuspešnejšega učnega pristopa za določeno učno vsebino.

V raziskavi smo si postavili delovne hipoteze:

1. Mogoče je zgraditi kriterijski model odločanja, ki bi bil v pomoč učitelju pri snovanju učne ure vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike.
2. Strategije presoje so ustrezen pripomoček za merjenje predznanja (predtest) in znanja po fazi usvajanja nove snovi (potest) ter določanja napredka tudi pri učnih urah vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike.
3. S preizkusno učno uro, snovano na podlagi kriterijskega modela odločanja, se da preveriti, s katerimi učnimi pristopi izboljšamo predvsem nižje oblike razumevanja snovi (analiza in primerjava) pri večini učencev v razredu.
4. S preizkusno učno uro, snovano na podlagi kriterijskega modela odločanja, se da preveriti, s katerimi učnimi pristopi izboljšamo tudi najvišje oblike razumevanja snovi (sklepanje in vrednotenje) vsaj pri najboljših učencih.

Zgradili smo kriterijski model odločanja in ga v okviru preliminarne raziskave preizkusili v praksi. Model bo verjetno potrebno še dograditi, saj vsi



vplivi niso bili upoštevani. V okviru te raziskave smo upoštevali meritev v obliki učiteljevega mnenja, saj je bil v preizkusu v aktivni vlogi matični učitelj učencev, ki razred pozna. Nismo pa mogli neposredno zasledovati napredka posameznega učenca v različnih taksonomskih stopnjah, saj nismo testirali posameznikov.

## Model

Didaktični model odločanja, ki smo ga tekom naše preliminarne raziskave na podlagi posvetovanja z več učitelji praktiki zgradili preizkusili na primeru obravnave dveh učnih ur, je nastajal postopoma. Po uvodnem iskanju razlogov za pomanjkljivo pogostnost vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike smo opredelili področje raziskovanja in posledično eksplicitno definirali problem raziskave. K sodelovanju smo povabili pet učiteljev praktikov, katere smo povprašali za mnenja glede razlogov za trenutno stanje in tudi predlogov, kako stanje izboljšati. Vsebinsko se predmet te raziskave nanaša na projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc, ki ga je na razpis Ministrstva za šolstvo in šport in Evropskega socialnega sklada uspešno prijavila Univerza v Mariboru in zanjo članici Fakulteta za naravoslovje in matematiko v sodelovanju s Pedagoško fakulteto. V projektu poleg predstavnikov treh slovenskih univerz sodeluje preko 20 učiteljev naravoslovnih predmetov, tudi fizike. V sklopu analize sedanjega stanja naravoslovnih kompetenc so učitelji podajali svoja pisna mnenja, katerih izsledke smo prav tako uporabili kot teoretično osnovo pri izgradnji didaktičnega modela odločanja.

Pri modelu smo izhajali iz obstoječih modelov učiteljevega odločanja za izbiro najustreznejšega didaktičnega pristopa v fazi priprave učne ure, ki običajno vključuje več vplivnih faktorjev, od vsebine izbrane fizikalne oz.



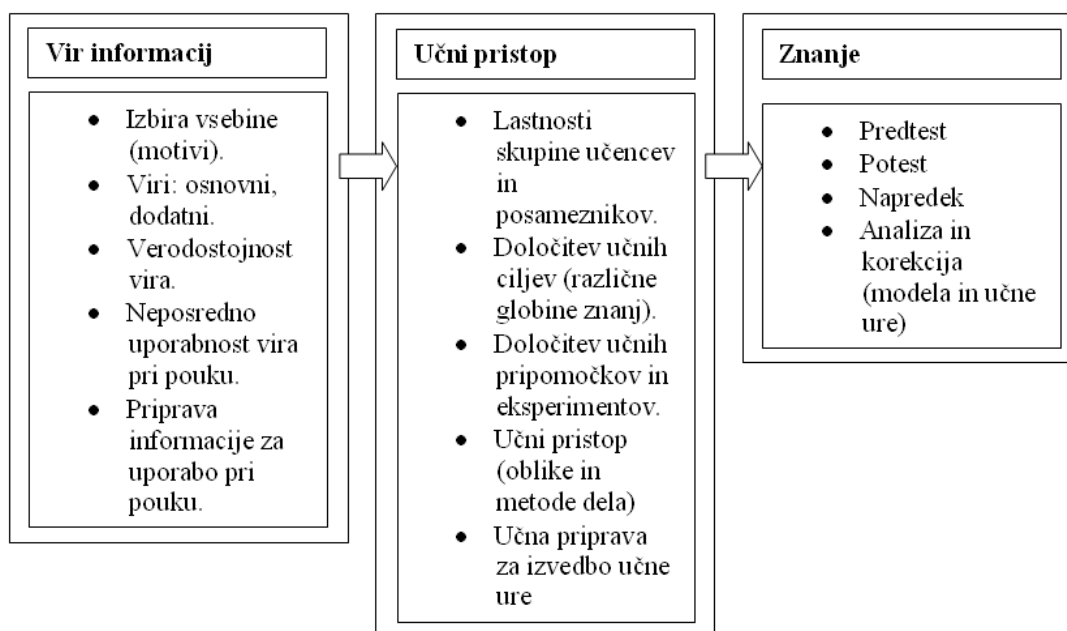
interdisciplinarne teme do ostalih pomembnih dejavnikov, kakor je poprečna ocena razreda pri fiziki, distribucija učencev znotraj razreda pri oceni iz fizike in podobno.

Model odločanja je linearen in pomaga učitelju na podlagi kriterijev izbrati najustreznejši učni pristop glede na izbrano učno vsebino. V naši raziskavi smo se omejili na tiste učne vsebine, ki predstavljajo popestritev in aktualizacijo pouka fizike in niso zajete v vsebinsko določenih učnih urah v učnem načrtu. Iz že prej navedenih razlogov smo se v okviru učnih metod omejili na tradicionalne učne pristope, ki pa deloma vključujejo vpeljava in uporabo sodobnih učnih metod in učnih pripomočkov.

Preverjanje uspešnosti modela smo si zastavili na takšen način, da smo vključili sistematično preverjanje predznanja po štiristopenjski lestvici vzgojno-izobraževalnih ciljev pred izvedbo učne ure ter po končani učni uri izvedli dodatno preverjanje osvojenega znanja. Vsaka meritev zase predstavlja možnost določitve stanja znanja (globine znanja v povezavi s konkretno temo) pred oz. po izvedeni učni uri vsakega posameznika ter tudi razreda v celoti, hkrati pa omogoča določitev napredka posameznika/razreda pri usvajanju določene vsebine po izbranem učnem pristopu. Tako smo lahko preizkusili uspešnost izbranega učnega pristopa pri doseganju različnih globin znanj.

Kriterijski model odločanja vsebuje tri osnovne segmente (Slika 12):

- iskanje in vrednotenje virov informacij
- kriteriji za izbiro učnega pristopa
- izvedba določitve stanja glede globine znanja in napredka.



Slika 12: Trije osnovni segmenti kriterijskega modela odločanja z nakazanim zaporedjem med njimi. Znotraj posameznega segmenta v modelu si kriteriji sledijo v navedenem vrstnem redu.

V nadaljevanju predlagamo učitelju uporabo kriterijev, ki bodo v pomoč pri vsakem koraku snovanja učne ure. Opisani kriterijski model odločanja smo uporabili tudi v naši raziskavi. Kriteriji so opisani za vsako posamezno kategorijo oz. segment modela.

## Vir informacij

- Izбира vsebine (motivi).

Motiv za izbiro določene vsebine je lahko zelo različen. To je lahko preprosto fizikalna ali interdisciplinarna tema, ki je učitelju blizu, morda se navezuje na njegove hobije ali pa tisti del fizike, ki ga še posebej dobro pozna. Morda ima za določeno vsebino na voljo zanimiv poskus. Lahko je motivacija tudi kakšna nova aplikacija na tržišču ali pa novica iz znanstvenega sveta. Zelo dobra motivacija je izkazan interes učencev za določeno temo, morda s strani učenca postavljeno zanimivo vprašanje.



- Viri: osnovni, dodatni.

Včasih je tudi informacija v določenem viru v vlogi motivacije pri izbiri vsebine za obravnavo pri uri. Pogosteje pa vire po izbrani učni vsebini šele pričnemo iskati. Izhajamo iz osnovnih virov, ki nam zagotavljajo zadostno in celovito informacijo, običajno te vire uporabimo tudi pri uri. Viri so lahko zelo različni (ustni, pisni, materialni) ter v različnih oblikah (tiskana literatura, viri, dostopni s pomočjo IKT in avdio-vizualne tehnologije, kakšni zanimivi predmeti ipd.). Pogosto pa si odgovoren učitelj poleg osnovnih virov, ki jih običajno uporabi pri učni uri, za širitev in poglobljanje svojega znanja že pred izvedbo ure priskrbi in preuči še dodatne vire, ki pa jih ne uporabi neposredno pri uri.

- Verodostojnost vira.

V fazi zbiranja informacij, virov in gradiv mora biti do virov kritičen. Le s kritično presojo lahko bolje določi verodostojnost vira. Bistveno nevarnejše so pri tem spletne strani od tiskanih gradiv, čeprav že zanje pravimo, da »papir vse prenese«. Le informacija iz kritično ovrednotenega vira je vredna zaupanja in primerna za uporabo pri učni uri. Nepopolnih, delno resničnih, napačnih, izkrivljenih in kakorkoli neustreznih informacij in podatkov pri učni uri seveda ne smemo uporabljati.

- Neposredno uporabnost vira pri pouku.

Vir, ko ga najdemo in se po kritičnem premisleku zanj odločimo, je lahko ali pa tudi ne neposredno uporaben pri učni uri. Običajno učitelj naleti na kvalitetne znanstvene članke, ki pa so bodisi v tujem jeziku bodisi je znanstveni jezik prezahteven za neposredno uporabo tega vira pri učni uri. V takšnem primeru mora učitelj informacijo »ustrezno predelati«, da bo primerna za uporabo pri pouku, ne da bi spremenil znanstveno resnico, o kateri govori originalni vir. Zelo nevarne so ravno poenostavitve; te



zahtevajo največ spretnosti učitelja. Če pa je le mogoče, pa je dobro pri učni uri uporabljati neposredno originalni vir, saj s tem navajamo učence na spretnosti iskanja in vrednotenja virov, citiranja originalnega vira informacij, razbiranja bistva v presežku informacij, ustreznega povzemanja znanstvene resnice ipd.

- Priprava informacije za uporabo pri pouku.

Kot že rečeno, bo večinoma težko uporabiti pri učni uri več originalnih virov. Pogosto bo potrebno izbrano »informacijo predelati« v ustrezno obliko. V fazi predelave informacije v primerno obliko za uporabo pri učni uri so pogosto uporabljeni naslednji postopki: prevajanje iz tujega jezika v materinščino, poenostavljanje besedil in grafičnih gradiv, krajšanje in izrezovanje audio-vizualnih gradiv, sestavljanje posameznih segmentov gradiv v novo osnovno gradivo (izhodna spletna stran pri učni uri z uporabo IKT, izdelava učnega lista za učno uro z uporabo metode dela s tekstom), izdelava ali nakup učila oz. eksperimenta, iz večih virov priprava prosojnic ali elektronskih prosojnic...

## Učni pristop

- Lastnosti skupine učencev in posameznikov.

Učitelj naj svojo odločitev glede izbire učnega pristopa prilagaja lastnostim posameznih učencev v razredu. Pomembno je, da se upoštevajo individualne potrebe, hkrati pa ravno pester spekter individualnih sposobnosti posameznikov tvori povprečne ali skupne lastnosti razreda. Pogosto slišimo besede učiteljev: »imam dobro generacijo« ali pa »imam učno slab razred«. Včasih pa imamo v razredu od povprečja zelo odstopajoče učence v smislu sposobnosti in predznanja, v obe smeri. Vse te lastnosti so zelo pomembne dejavnik pri izbiri učnih pristopov.



- Določitev učnih ciljev (različne globine znanj).

Na podlagi vseh dosedanjih kriterijev je naposled čas, da si učitelj opredeli vzgojno-izobraževalne cilje za obravnavo določene izbrane učne teme. Vzgojne cilje pri fiziki ne izpostavljamo dovolj, čeprav za to ni pravega razloga. Mnogo učnih ur ima močan vzgojni pridih, dober primer so ravno interdisciplinarni primeri, kakor alternativni viri energije in okoljske teme. Pri učnih urah vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v osnovnošolski pouk fizike predlagamo, da si učitelj na eno učno uro ne zastavi več kot tri učne cilje, dovolj časa naj namreč posveti uvodnemu delu ure, od motivacije do uvodnega preverjanja predznanja, deloma ponovitve že znanih pojmov. Prav tako pa je za trajnost znanja in seveda za učiteljevo povratno informacijo potrebno končno preverjanje pred zaključkom učne ure. V zadnjem času v okviru mednarodnih raziskav ugotavljamo tudi, da učitelj fizike vse prerediti določi učencem (uporabno in koristno) domačo nalogo. Iz vsega navedenega je razvidno, da so trije učni cilji ravno zadosten obseg in seveda bi naj bilo posledično tudi pri uri srečati ravno toliko korakov usvajanja nove snovi. Odločitev glede nivoja želenega doseganja znanj pri učni uri je sicer odvisna od ciljev vrste in usmeritve učne ure, pa vendar bi bilo potrebno stremeti k takšnim učnim ciljem, ki (vsaj nekateri) vodijo do višjih nivojev znanja (ne le analiziranje in primerjanje, temveč tudi sklepanje in vrednotenje).

- Določitev učnih pripomočkov in eksperimentov.

Za izvedbo fizikalne učne ure je praktično nepogrešljiv eksperiment. Če se le da, moramo učence v izvedbo poskusa vključiti v čim bolj aktivni vlogi. Pri tradicionalnih oblikah dela, ki so v primerih vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike najpogosteje izbrane, pa moramo poskrbeti za vidnost, nazornost in razumljivost demonstracijsko prikazanega



poskusa. Kvalitetna razlaga ob takšnem poskusu odtehta zamudno in nedosledno samostojno delo. Na pripravo učne ure vpliva dejstvo, katere poskuse imamo na voljo, jih je potrebno izdelati oz. kupiti? Imamo čas za njihovo izdelavo ali nakup ter tudi zagotovljena sredstva? Odgovori na te dileme niso vedno enostavne.

- Učni pristop (oblike in metode dela)

Kot ustrezen učni pristop razumemo usklajeno kombinacijo učnih oblik in metod dela. Izbira učnega pristopa je odvisna od mnogih dejavnikov. Mnogo raziskav doslej je denimo pokazalo, da so učne ure z uporabo IKT tehnologij uspešnejše pri dvigu znanja povprečnih učencev, pri najboljših učencih pa ni zavidljivega uspeha. Tradicionalno zasnovane učne ure pa delujejo na povprečnega učenca manj motivativno, pri najboljših pa dosegajo zavidljive rezultate.

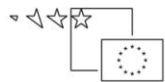
- Učna priprava za izvedbo učne ure

Učna priprava je naš cilj poti, po kateri smo se gibal od ideje oz. vsebine za izvedbo učne ure do začetka učne ure. Če si je učitelj pomagal s kriterijskim modelom odločanja za izbiro ustreznega učnega pristopa, bo verjetno lažje izbral odločitve pri vseh vprašanjih, ki se mu na omenjeni poti porajajo. Tako bo imel še najmanj težav na koncu te poti zgraditi učno pripravo tako, da bo služila svojemu namenu in bo v začetek učne ure vstopil pripravljen in suvereno.

## Znanje

- Predtest

Običajno se pojmovna struktura pri običajnih urah fizike nadgrajuje in bazira na doslej že izvedenih urah pouka. Pri vnašanju novosti, aktualnosti in sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike to ne drži vedno; pogosto se



bodo učenci srečevali s povsem novimi pojmi. Uvodno preverjanje, deloma tudi ponavljanje, služi dvojnemu namenu. Učence spomni na že obravnavano snov, na njim že poznana znanja. Učitelju pa daje informacijo, na kakšnem nivoju je znanje učencev pred obravnavo snovi. S tem lahko izpelje še zadnje sprotne korekcije podajanja snovi kot dovoljena odstopanja od učne priprave. Način izvedbe predtesta je stvar izbranega metodološkega pristopa.

- Potest

Podobno kot predtest, nam tudi potest daje informacijo o osvojenem znanju učencev po uri obravnave nove snovi. Učitelju daje povratno informacijo, ki služi kot podlaga za pripravo naslednjih ur v primeru vsebinske nadgradnje ali dopolnitve pravkar izpeljane učne ure, oz. mu omogoča preverjanje uspešnosti učnega pristopa, s katerim je bila učna ura izvedena. Vsekakor mora učitelja ob zaključeni učni uri zanimati stanje znanja učencev (kateri učenci dosegajo kateri nivo znanja).

- Napredek

V kolikor sta bila predtest in potest sistematično izvedena, lahko iz korelacije obeh izluščimo napredek, ki se ga da s pomočjo posebnih metod relativizirati. S tem lahko primerjamo uspešnost učnega pristopa tudi v močno različnih razredih, glede na sposobnosti in predznanje posameznikov v razredu ali razreda v povprečju. Podatek o napredku je bolj pomembne od samega stanja znanja po končani uri.

- Analiza in korekcija (modela in učne ure)

Ob sistematični meritvi znanja v predtestu in po obravnavi snovi v potestu smo lahko določili napredek. Predvsem napredek in deloma tudi potest sta tista kazalnika, ki nam posredujeta informacijo, v kolikšni meri smo bili



uspešni pri izbiri učnega pristopa za obravnavano temo. Tudi če smo z rezultati zadovoljni, se jih da vedno še izboljšati, zato učitelji izvajajo (samo)analize po končanih učnih urah. Vendar še posebej v primeru večjih pomanjkljivosti, ki jih pokažeta kazalnika, se je potrebno ponovno lotiti premisleka, zakaj učna ura z izbranim učnim pristopom ni dosegla zastavljenih ciljev v zadostni meri. S takšnim premislekom postopoma dograjujemo kriterije v kriterijskem modelu odločanja pri izbiri učnega pristopa. Kriterijski model odločanja v tej obliki je živ model, saj je namenjen dograjevanju; s prilagoditvijo posameznega učitelja postane individualiziran.

### Empirični preizkus modela v praksi

Za konkretni preskus zgoraj opisanega modela smo predstavili pomen jedrske elektrarne Krško in uporabo svetlobnih celic kot alternativnih virov električne energije v po dveh oddelkih 8. in 9. razreda OŠ Radlje ob Dravi, in sicer v vsakem oddelku po eno šolsko uro za posamezno temo: skupaj 8 šolskih ur. Zgradba učne ure in na koncu učna priprava vsake posamezne ure je bila izdelana s kriterijskim modelom odločanja, kakor je bil predstavljen v prejšnjih poglavjih. Pri preizkusu je sodelovalo skupaj 85 učencev. Pri vseh izvedenih učnih urah je bila ura sestavljena iz v tabeli (tabela 3) navedenih etap in trajanja posamezne etape. Razvidno je, da se je predtestu in potestu namenilo dovolj časa.

| ETAPA ALI FAZA | ČAS V MINUTAH |
|----------------|---------------|
| Uvajanje       | 10            |
| Usvajanje      | 25            |
| Preverjanje    | 10            |

Tabela 3: Didaktična struktura ure



Bistvena razlika med predstavitvama obeh tem je bila v tem, da pri temi o jedrski elektrarni ni bilo nobenega poskusa, medtem ko je bil poskus bistveni del predstavitve delovanja sončnih celic. Tudi sicer je bilo med predstavitvama nekaj razlik v učnih oblikah in metodah. Na primer, pri predstavitvi jedrske elektrarne smo uporabili metodo IKT (uporaba ustreznih spletnih strani – izobraževalni internet), pri predstavitvi sončnih celic pa tradicionalni pristop z metodo razgovora in razlage, vendar je bil v tem primeru pri uri izveden eksperiment.

Učni uri preverjanja sta bili izvedeni, tako, kot sledi v opisu v nadaljevanju.

### **Jedrska elektrarna.**

Kot osnovni vir smo uporabili spletne strani. Med drugim je bila zanimiva primerjava v proizvodnji električne energije različnih vrst elektrarn. Po pregledu teh elektrarn lahko izluščimo pomemben sklep: le ena sama jedrska elektrarna, jedrska elektrarna Krško, pridelava za  $\frac{1}{3}$  v Sloveniji pridelane električne energije. Poudarek je bil na relativni čistosti jedrske električne energije, vseeno pa je pomembno svarilo glede težav in odgovornega ravnanja z jedrskimi odpadki. Kot zanimivost smo govorili tudi o jedrski fiziki in o razliki med kemijskimi in jedrskimi reakcijami ter poudarili veliko večjo vezavno energijo v jedrih atomov v primerjavi z kemijskimi vezmi. Tu je razlog za več »pridelane« energije iz iste količine goriva v JE v primerjavi s TE na premog.

### **Svetlobne celice.**

Za motivacijo je učitelj pokazal fotografijo satelita, pri katerem se vidijo svetlobne celice. Sledila je razlaga. Po operativnih izobraževalnih smotrih in



ciljih naj bi učenci poznali sestavo in delovanje ter načine uporabe svetlobnih celic. Naj omenim le dva pomembnejša cilja: da se učenec zave pomena uporabe obnovljivih virov energije in da se seznani z enim od možnih ekološko manj obremenjujočih načinov „pridobivanja“ električne energije. Učenci se srečajo z novimi pojmi: svetlobna celica, solarna elektrarna in solarni strešnik. Poudari se razlika med svetlobno celico in sončnim kolektorjem. Pri eksperimentu so učenci ugotavljali vpliv oddaljenosti svetila ter vlogo kota osvetlitve na »pridelano« električno moč svetlobne celice, kar se je videlo iz hitrosti vrtenja elektromotorčka. Svetlobni vir je bila v tem primeru baterijska svetilka.

Pri obeh temah je bilo predvideno, da učitelj tako pri predtestnih kot potestnih skupinskih vprašanjih z ustnim odgovarjanjem učencem preveri vse štiri nivoje razumevanja snovi: od analize do vrednotenja. Še pred takšnimi vprašanji se postavita po dve vprašanji z preverjanjem golega faktografskega znanja, bolj za »ogrevanje«. Preverjanje znanja pred usvajanjem nove snovi in po njem je bilo torej skupinsko, s čimer smo se pri naši preliminarni raziskavi zadovoljili.

## Rezultati

Pri izvedbi obeh učnih ur je šlo za učencem manj poznano snov. Obstoječe pojmovne strukture praktično ni bilo in v povprečju je bilo odgovarjanje učencev v fazi predtesta pravzaprav nezavidljivo. Aktualnost obeh obravnavanih vsebin pa je očitno na učence delovala motivativno, saj so bila odgovaranja učencev v fazi potesta bistveno uspešnejša. Kljub temu pa smo v primerjavi med napredkoma pri obeh ur zaznali razlike.

Splošna ugotovitev glede na preverjanje razumevanja snovi pred njenim usvajanjem in po njem je bila v obeh primerih naslednja. Po



predstavitvi jedrske elektrarne so v povprečju napredovali vsi učenci v vseh oddelkih, vendar pa je bil napredek najboljših učencev relativno skromen, praktično enak povprečnim učencem v razredu, v ničemer izstopajoč. Nasprotno so po predstavitvi sončnih celic v razumevanju bistveno napredovali tudi boljši učenci in sicer pri višjih strategijah presoje. Podrobnosti o izvedbi in uspešnosti predstavitev obeh tem so opisane v razpravi.

Rezultati učnih ur za obe tematiki so pokazali splošno izboljšanje prvih dveh, nižjih stopenj razumevanja snovi: analize in primerjanja. Pri obravnavi svetlobnih celic pa so najboljši učenci pokazali tudi zaznavno izboljšanje zadnjih, višjih dveh stopenj razumevanja: sklepanja in vrednotenja.

## Razprava

Na podlagi izjemno hitrega razvoja raznih aplikacij ter pogostih pomembnih znanstvenih odkritij je učitelj postavljen pred dilemo, kako oz. na kakšen način naj novosti iz znanosti vključi v pouk osnovnošolske fizike, saj je ravno on eden izmed tistih oseb v očeh učencev, ki naj bi jih korektno in kompetentno informiral o omenjenih novostih. To potrebo učenci pogosto pokažejo s postavljanjem vprašanj, zaprosijo učitelja za komentar vsebine, ki so jo nekje prebrali, učitelju pokažejo določeno zanimivo spletno stran in pričakujejo njegovo mnenje.

Didaktiki na vse spremembe v družbi in potrebe po informacijah ne bi mogli odgovarjati s sprotnim spreminjanjem učnega načrta, za kar pravzaprav ni nobene potrebe. Ugotavljamo namreč, da ima učni načrt fizike za osmi in deveti razred kar okoli 30 % nerazporejenih ur. Med razporejene oz. definirane ure štejemo tiste, pri katerih so vsebine v učnem načrtu jasno opredeljene, preostanek neopredeljenih ur pa je poleg ponavljanja, preverjanja in podobnih aktivnosti namenjen izvajanju takšnih vsebin, za



katere izkažejo interes učenci ali pa »so učitelju blizu«. Ravno v naboru teh nerazporejenih učnih ur pa vidimo možnost za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike.

Kadar gre za ustaljene učne teme iz učnega načrta, je učitelj suveren in uspešno uvaja v pouk različne inovativne učne pristope (učne oblike in metode). Kadar pa se odloči za izvedbo učne ure z njemu manj znano fizikalno oz. interdisciplinarno tematiko (okoljske teme, trajnostni razvoj ipd.), pa se na poti od ideje glede vsebine do pripravljene učne priprave za učno uro poraja množica vprašanj in dilem, ki so praviloma bolj didaktične kot fizikalno-vsebinske narave. Učitelj se težko odloči, kateri učni pristop naj izbere, da bo učna ura dosegla zastavljene cilje.

Na podlagi mnenj mnogih učiteljev fizike v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc na Fakulteti za naravoslovje in matematiko ter dodatno še mnenja nekaterih izbranih učiteljev smo izdelali t.i. kriterijski model odločanja, s pomočjo katerega učitelj v linearnem smislu sledi zaporedju »vprašanj«, na katera odgovori ga postopoma pripeljejo do izbire učnega pristopa. Na podlagi izbranega učnega pristopa v zadnji fazi z bistveno manj težavami pripravi učno pripravo za učno uro. Uro izvede bistveno bolj suveren in kompetenten, kakor če bi pripravljaj učno uro »na slepo«, ne strukturirano.

Kriterijski model odločanja smo preverili s pomočjo dveh učnih ur: prva je govorila o vlogi jedrske elektrarne Krško za proizvodnjo električne energije v Sloveniji, druga pa o alternativnem načinu pridobivanja električne energije s pomočjo svetlobnih celic. Obe temi sodita v področje razmišljanja o trajnostnem razvoju, učinkoviti energetski rabi ter spoštljivem odnosu do okolja.



Preverjanje v tej preliminarni raziskavi, ki je predmet tega prispevka, je potekalo s pomočjo štiristopenjskih strategij presoje, orodja, ki razvršča vzgojno-izobraževalne cilje takole: analiza, primerjanje, sklepanje in vrednotenje. V prvem delu ure je bil izveden predtest, sledila je obravnava učne snovi v sklopu treh učnih ciljev pri vsaki uri, pred koncem učne ure pa je bil izveden potest. V fazi analize pa smo meritev stanja znanja iz pred- in potesta še deloma relativizirali, ko smo določili napredek. Iz testnih učnih ur razberemo, da je bilo zaradi novih tem predznanje in obstoječa pojmovna struktura učencev šibka, vsebina obeh učnih ur pa je delovala motivativno na učence, saj je potest pokazal splošen napredek razredov v povprečju pri doseganju nižjih ravni znanj (analiza, primerjanje). Pri testni uri, vsebinsko vezani na jedrske elektrarne, pri kateri ni bilo prikazanega poskusa, se je izkazalo, da boljši učenci niso zaznavno napredovali pri višjih ravneh znanj in razumevanja. Pri uri, vsebinsko vezani na svetlobne celice, pa smo poleg splošnega napredka razreda pri nižjih ravneh zaznali tudi znatno napredovanje boljših učencev v doseganju zahtevnejših ravni znanj in razumevanja (sklepanje in vrednotenje).

Tako smo potrdili vse štiri, v raziskavi postavljene hipoteze. Uspeli smo zgraditi koristen kriterijski model odločanja, ki je lahko učitelju v pomoč pri snovanju učne ure vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike. Štiristopenjska razvrstitev vzgojno-izobraževalnih ciljev, t.i. strategije presoje, so se izkazale v empiričnem preizkusu kriterijskega modela odločanja kot ustrezen pripomoček za merjenje predznanja (predtest) in znanja po fazi usvajanja nove snovi (potest) ter določanja napredka tudi pri učnih urah vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike. S pomočjo kriterijskega modela odločanja smo osnovali dve učni uri, s katerima smo lahko preverili s katerimi učnimi pristopi se da izboljšati nižje oblike razumevanja snovi (analiza in primerjava) pri večini učencev v razredu



ter tudi s katerimi učnimi pristopi izboljšamo tudi najvišje oblike razumevanja snovi (sklepanje in vrednotenje) vsaj pri najboljših učencih.

Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v osnovnošolski pouk fizike smo v naši preliminarni raziskavi preverili s pomočjo strategij presoje ter pred- in potesta. Učne ure pa osnovali s pomočjo kriterijskega modela odločanja. Rezultati v tem prispevku predstavljene preliminarne raziskave so vodili k uspešnejši zastavitvi obsežnejše raziskave, ki poleg elementov te vključuje še zasledovanje uspešnosti posameznega učenca, saj potekajo pred- in potesti v pisni obliki. Pri analizi pa se predvideva upoštevanje večih faktorjev, in sicer: spol, siceršnja ocena posameznika iz fizike, starost in stratum. Zavedamo se, da je kriterijski model odločanja živo orodje, ki se ga da še v veliki meri dopolnjevati, nadgrajevati in tudi individualizirati, a je že v sedanji obliki uporaben kot didaktično orodje pri učiteljevem izbiranju ustreznega učnega pristopa pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v osnovnošolski pouk fizike.

## Literatura

1. Gerlič I. (1991) Metodika pouka fizike v osnovni šoli, Pedagoška fakulteta Maribor.
2. Bloom B.S. (1970) Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva, Beograd.
3. Gerlič I., Udir V. (2006) Problemski pouk fizike v osnovni šoli, ZRSŠ.
4. Repnik R., Mathelitsch L., Svetec M., Kralj S. (2003) Physics of defects in nematic liquid crystals, *European Journal of Physics*, 24.
5. Mathelitsch L., Repnik R., Bradač Z., Vilfan M., Kralj S. (2003) Flüssigkristalle im Überblick : Unentbehrlich in Natur, Technik und Forschung. *Phys. Unserer Zeit*, vol. 34.



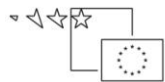
6. Kuščer I., Moljk A. (1999) Fizika za srednje šole, DZS.
7. Strnad J. (2006) O poučevanju fizike, DMFA
8. Učni načrti za fiziko,  
<http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=6&plD=8&rlD=99>  
(pridobljeno 28.11.2008, Zavod Republike Slovenije za šolstvo)
9. Slana R. (2007) Priljubljenosti fizike v osnovni šoli, diplomska seminarska naloga, Fakulteta za naravoslovje in matematiko UM.
10. Blažič M., Ivanuš Grmek M., Kramar M., Strmčnik F. (2003) Didaktika – visokošolski učbenik, Visokošolsko središče Novo mesto.
11. Phye G.D. (1997) Handbook of Classroom Assessment: Learning, Adjustment and Achievement, Academic press, ZDA.
12. Bao L (2006) Theoretical comparisons of average normalized gain calculations, American Journal of Physics, 74 (10).
13. Coletta P.V. idr. (2005) Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability, American Journal of Physics, 73 (10)
14. Coletta P.V. idr. (2007) Why You Should Measure Your Students' Reasoning Ability, The Physics Teacher, 45.
15. Hake R.R. (1998) Interactive – engagement versus traditional methods: A six – thousand – student survey of mechanics test data for introductory physics courses, American Journal of Physics, 66 (1).

Prispevek je nastal v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc in je bil predstavljen na Mednarodnem znanstvenem posvetu:

REPNIK, Robert. Priložnosti za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike. V: FOŠNARIČ, Samo (ur.). *IV. mednarodno znanstveni posvet na temo Ekologija za boljši jutri, od 25. 3. do 27. 3. 2009.*



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

Rakičan: RIS - Raziskovalno izobraževalno središče, 2009, str. 19-30. [COBISS.SI-ID [16769032](#)]



## Konkretni predlogi sodobnih vsebin pri fiziki za osnovne in srednje šole

*Jerneja Pavlin*

*Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani*

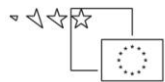
Pomanjkanje motivacije za učenje fizike je tudi posledica nepovezanosti učnega programa z izkušnjami učencev. Med drugim pa tudi učenci učenju fizike namenjajo malo časa in pri tem ne iščejo povezav med fizikalnimi pojmi in izkušnjami (Osborne & Collins, 2001, Bennet & Holman, 2002).

V želji preoblikovanja obstoječih programov bi želeli posebno pozornost nameniti stalnemu vzdrževanju motivov za pridobivanje naravoslovnega znanja in za njegovo uporabo v življenju.

Ena od možnih poti, ki bi trajneje motivirala učence za pridobivanje naravoslovnega znanja, je uporaba konteksta, v katerem so fizikalni pojmi povezani z življenjem. Cilj takega pristopa je približati učenje pojmov izkušnjam učencev. Tako naj bi učenje za učence postalo bolj pomembno.

Še vedno pa sodobne vsebine fizike, s katerimi se učenci vsakodnevno srečujejo, niso vključene v pouk v osnovni šoli (Shabajee & Postlethwaite, 2000). V naših učbenikih je nekaj modernih vsebin fizike sicer omenjenih, a še vedno so učbeniki polni klad, vozičkov, tuljav ipd.

V nadaljevanju je prikazana vpeljava petih vsebin (od tega štiri sodobne) v pouk fizike, ki so za učence izredno zanimive in katerih vsebina je vključena v njihov vsakdanjik. V delu iz učnega načrta je navedena raven šolanja in ključni pojmi iz učnega načrta, ki ustrezajo vsebini. V okvirni vsebini je podana snov, ki bi jo lahko podali učencem. Pod kompetencami pa so



navedene kompetence, ki jih učenci razvijajo ob sami vsebini obravnavani na določen način. Seveda bi bilo potrebno zadevo preizkusiti v šoli, kar pa nam bi pričakovano dalo pozitivne rezultate, vsaj kar se motivacije tiče. Torej bi bilo smiselno nekaj sodobnih vsebin vključiti tudi v same učne načrte.

## Sodobna vsebina: Tekoči kristali

S tekočimi kristali se srečujemo vsakodnevno, saj so prikazovalniki z letmi zelo pogosti, vendar premalo vemo o njih. Ob omembi imena pomislimo na eksotično stvar, a dejansko so vsepovsod okoli nas, npr. v lecitinu, DNA, celulozi, oljih, svili...

### Iz učnega načrta

- srednja šola (gimnazija, naravoslovne srednje šole)
- interdisciplinarnost
- fizika: optika (lomni količnik, polarizacija svetlobe) (termotropni TK: opis optičnih lastnosti in aplikacije, lomni količnik, lastnosti polarizatorjev, tekoči kristali kot model za druge sisteme)
- kemija: agregatna stanja (izbirne vsebine: načrtovanje sinteze organskih spojin)

### Okvirna vsebina

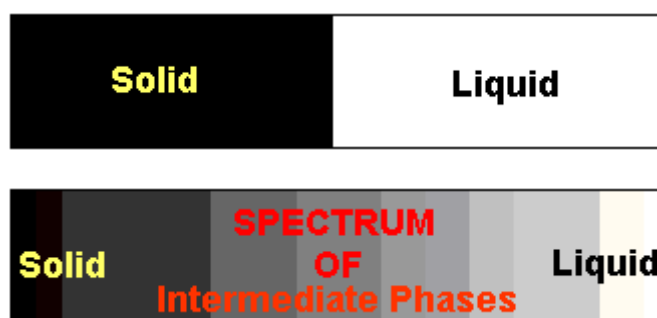
#### Zgodovina tekočih kristalov

- 1853 odkritje dvolomnosti tekoče snovi
- 1888 F. Reinitzer odkrije snov z dvema tališčema
- 1889 Otto Lehnmann prvič uporabi izraz tekoči kristal
- 1890 sintetiziran prvi umetni TK
- 1907 D. Vorlander odkrije strukturo molekul TK
- 1922 G. Friedel prvi opiše nematične, smektične in holestrične TK



- 1968 G. Heilmeyer & L. Zanon naredita prvi TK prikazovalnik
- 1977 odkritje diskotičnih TK
- 1991 Pierre Gilles de Gennes prejme nobelovo nagrado za raziskave na področju TK
- 1999 znanih 70000 snovi s tekoče kristalno fazo
- 2009 množična uporaba (telefoni, prenosni računalniki, mp4 predvajalniki...) TK

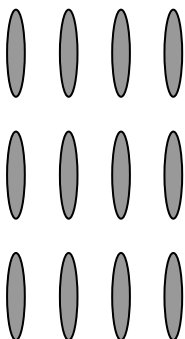
### Tekoče kristalna faza



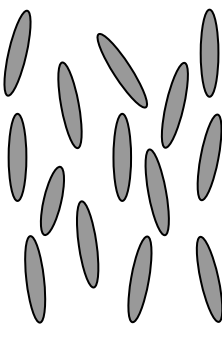
Vir: <http://invsee.asu.edu/nmodules/liquidmod/states.html>

### Lastnosti tekoči kristalov

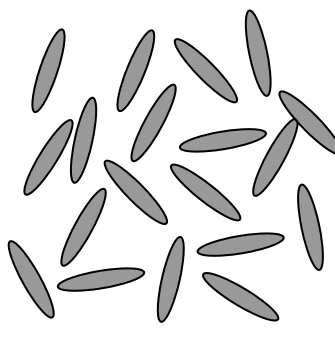
- orientacijsko urejene molekule
- pozicijsko vsaj delno neurejene
- več kot en fazni prehod
- omogočajo svetlobi prehod skozi prekržana polarizatorja



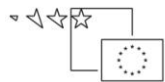
kristal



tekoči kristal (nematik)



tekočina (izotropna)



## Vrste tekočih kristalov

- termotropni tekoči kristali (reagirajo na spremembo temperature in včasih tlaka)
- liotropni tekoči kristali (faza je odvisna od koncentracije tekočega kristala v raztopini)

## Spreminjanje urejenosti molekul v tekočem kristalu

- s temperaturo
- z električnim poljem

## Tekoče kristalne faze (glede na red, ki je prisoten)

- nematik,
- holesterik,
- smektik,
- banana,
- modra...

**Nematik** - en ureditveni parameter – smer (orientacijska urejenost)

**Holesterik** - orientacijski red dolgega dosega, a nima pozicijskega reda dolgega dosega

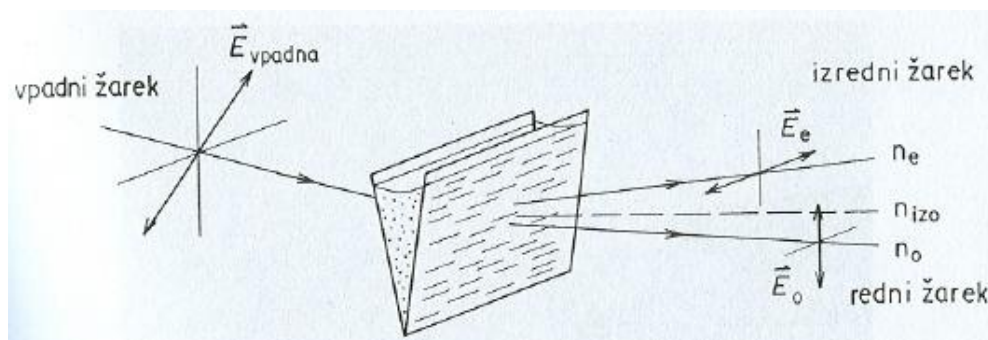
**Smektik A** - plastovita struktura (orientacijska urejenost, pozicijska urejenost v eni smeri)

**Smektik C** - molekule so v plasteh in nagnjene

**Banana** - molekule razporejene po plasteh



**Dvojni lom v nematičnih tekočih kristalih** (demonstracijski eksperiment z v šoli sintetiziranim tekočim kristalom MBBA)



klinasta celica → prostorska ločitev žarkov → dve svetli pegi na zaslonu (Vilfan in Muševič, 2002)

### Sintezi tekočih kristalov

- 1. tekoči kristal holesteril benzoat - holesterik (145,5 °C - 178, 5 °C)



- nematični tekoči kristal MBBA (20 °C - 43 °C)



### Kompetence



Pri omenjeni temi se v primeru, da uro izvede učitelj, pri čemer učenci sodelujejo pri razlagi in eksperimentalnem delu, razvijajo pri učencih naslednje naravoslovne kompetence:

- kompetenca verbalne komunikacije (razlaga dvojnega loma na primeru)
- sposobnost interpretacije (eksperiment prikaza dvolomnosti v nematičnih tekočih kristalih)
- varnost (priprava celice s tekočim kristalom)

## **Sodobna vsebina: Gostota in vzgon**

Razumevanje fizikalnih pojmov gostota in vzgon je pomembno, ne samo zato, da pojasnimo plavanje teles, ampak tudi zato, ker sta ta dva pojma močno prepletena z vsakodnevnimi pojavi.

### **Iz učnega načrta**

- osnovna šola
- gostota (razvrščanje teles glede na gostoto, izračun gostote)
- vzgon (razlaga sile vzgona, velikost)
- plavanje teles (opredelitev kriterijev plavanja)

### **Okvirna vsebina**

Fizikalna delavnica na temo plavanje, vzgon in gostota je razdeljena na etape.

Fizikalna delavnica:

1. etapa: Kaj plava in kaj potone?
2. etapa: Heureka!
3. etapa: Ugotovi s poskusom
4. etapa: Poglej in razloži

### **1. etapa: Kaj plava in kaj potone?**



Za uvod in spoznavanje fizikalne teme plavanje se z učenci pogovorimo o plavanju in pojasnimo, kaj pomeni, da neko telo plava na vodi. Učence povprašamo o tem, kdaj telesa potonejo in kdaj plavajo. Svoje predstave zapišejo na učne liste, da se o njih med obravnavo snovi lažje pogovarjamo, jih preverimo in ustrezno ovrednotimo.

V naslednjem koraku sledi aktivnost, pri kateri učenci v bližnji okolici naberejo predmete, za katere menijo, da plavajo in predmete za katere menijo, da potonejo. Svoj nabor preizkusijo tako, da nabrane predmete spustijo v bližnjo stoječo vodo (manjši bazen, ribnik).

Pogosta napačna razlaga, ki jo učenci zapišejo je, da težja telesa potonejo, lažja pa plavajo. Najlažje je napačno trditev pojasniti tako, da učenca vodimo do kognitivnega konflikta. V omenjenem primeru je smiselno poiskati velik težak predmet, ki plava (lesen drog) in majhen lahek predmet (kamenček), ki potone.

## 2. etapa: Heureka!

Drugo etapo začnemo z zgodbico o Arhimedu, ki je skušal ugotoviti, ali je kraljeva krona res iz zlata. Glavni cilj etape je pripeljati učence do ugotovitve, kaj je vzgon in kako ga lahko "čutimo". Za osrednji poskus te etape učenci potrebujejo velik kamen, vrv in vodo v bazenčku oz. ribniku. Kamen privežemo na vrv, da z njo dvignemo kamen in ga potopimo v vodo. Učenci čutijo razliko v teži kamna v zraku in v vodi. Učitelj in učenci se pogovorijo o tem, zakaj občutimo v vodi manjšo težo. Razjasnijo, da se v resnici teža kamna v vodi ne spremeni in da je teža, ki jo "čutimo" poimenovana kot navidezna teža. Poskus s kamnom ponovimo z namenom,



da izmerimo razliko v teži, ki jo čutimo. Razliki med navidezno in pravo težo pravimo vzgon in ga določimo s pomočjo vzmetne tehtnice. Z učenci naj bi prišli do zaključka, da je vzgon posledica delovanja sil tekočine na potopljeno telo.

Velikost vzgona lahko določimo še na drug način, kjer pa predlagamo, da uporabimo isti kamen kot pri prejšnjem poskusu in posodo, kjer je dvig gladine opazen. Ko kamen potopimo v vodo opazimo, da se gladina vode zviša. Na posodi označimo nivo gladine vode. Kamen vzamemo iz vode in nato učenci dolivajo vodo do oznake. Med dolivanjem merijo količino dolite vode in iz nje določijo njeno težo. Ugotovijo, da se teža vode "presenetljivo" ujema z razliko med pravo in navidezno težo kamna pri prejšnjem poskusu. Da izvzamemo naključje, poskus še enkrat ponovimo z drugim predmetom. Ker se rezultati ponovno ujemajo, učenci zaključijo, da je vzgon po velikosti enak teži izpodrinjene tekočine. Pogovoriti se je potrebno še o smeri sile vzgona, ki deluje na potopljeno telo.

### 3. etapa: Ugotovi s poskusom

Tretja etapa je posvečena raziskovalnemu delu učencev. Zahteva natančna navodila in dobro vodenje s strani učitelja. Prav tako pa predstavlja izziv za učence, saj je snovanje poskusov povsem prepuščeno njihovi iznajdljivosti in uporabi znanja. Njihova naloga je, da poskušajo ugotoviti, od katerih parametrov je vzgon odvisen. Učenci dobijo vnaprej pripravljene pripomočke (tekočine, kvadre iz različnih snovi, vzmetne tehtnice...), ki jih uporabljajo pri snovanju poskusov. V naslednjem koraku zasnujejo poskus tako, da nadzorovano spreminjajo samo eno količino (npr. gostota tekočine) ostali parametri pa ostanejo konstantni. Učenci naj bi ugotovili, da na vzgon vplivata gostota tekočine, v katero potapljammo telo in prostornina potopljenega dela telesa oz. teža izpodrinjene tekočine.



#### 4. etapa: Poglej in razloži

V zadnji etapi preverimo uporabo pridobljenega znanja na konkretnih primerih. Sposobnost reševanja problemov učenci pokažejo z napovedjo izidov poskusov in njihovo razlago. Učitelj predstavi poskus in pred izvedbo učenci napovedo izid. Domneve zapišejo. Poskus nato izvedejo in primerjajo izid z napovedjo. Po izvedbi poskušajo poskus podkrepiti še s fizikalno razlago. Preko diskusije kot skupina oblikujejo najbolj ustrezno fizikalno razlago glede na njihovo raven znanja in kognitivnih sposobnosti.

Primeri problemov:

1. Zakaj kovinska ladja plava, kvader z enako maso in iz enakega materiala kot je ladja pa potone?
2. Kaj se zgodi z ladjo, ki zapluje iz reke v morje?
3. Kako lahko pojasniš poskus, kjer isto jajce v eni tekočini plava, v drugi pa potone? Uredi gostote tekočin in jajca po velikosti.
4. Pojasni zakaj Coca cola light plava, Coca Cola pa potone.

#### Kompetence

Učna delavnica je zastavljena tako, da so učenci intenzivno vključeni v učni proces. Pri tem razvijajo sledeče kompetence:

- interpretacija rezultatov (razlaga rezultatov eksperimentov)
- kompetenca načrtovanja dela in kompetenca organizacije informacij ter kompetenca medsebojne interakcije (nadzorovano spreminjajo ene količino pri ugotavljanju dejavnikov, ki vplivajo na vzgon in ustrezno zapisani rezultati)
- kompetenca sposobnost reševanja problemov (npr. problemske naloge iz 4. etape)

#### Sodobna vsebina: Elektronski termometer



Vsi učenci so že kdaj imeli »vročino« in so si z elektronskimi termometri izmerili temperaturo. Verjetno pa so se le redki vprašali, kako elektronski termometer deluje. Kakšna je fizika zadaj?

### Iz učnega načrta

- osnovna in srednja šola
- električni upor (Ohmov zakon in upor, upor žic)
- delo in energija (temperatura, opis termometra kot naprave za merjenje temperature, vrste termometrov in njihova uporabnost)

### Okvirna vsebina

Elektronski termometer

Kako je zgrajen elektronski termometer?

Kaj dejansko meri elektronski termometer?



Slika 13: Elektronski termometer

Sestava elektronskih termometrov iz:

- primarni elementi - zaznavala ali senzorji (zaznavanje temperature, ki je neposredni odraz termodinamičnega stanja snovi)



- sekundarni elementi - električno (elektronsko) vezje (pretvorba zaznane temperature v nam razumljiv zapis in predstavitev v nam razumljivi obliki-temperaturi)

#### *Zaznavala*

- elementi, katerih električne lastnosti se spreminjajo, če se spreminjajo termodinamične veličine, katerim so izpostavljeni
- vrste: pasivni ali aktivni elementi

#### *Pasivna zaznavala:*

Osnovni, najbolj znan pasiven element je platinasto uporovno zaznavalo PT100. To je element, katerega električna upornost  $R$  se spreminja v odvisnosti od temperature in sicer:

$$R = R_0(1 + a \cdot T + b \cdot T^2 + c \cdot (T - 100)T^3).$$

#### *Aktivna zaznavala:*

Med aktivna zaznavala se šteje tista zaznavala, ki za svoj uporabni način delovanja generirajo različne izhodne napetosti, kadar so izpostavljena različnim temperaturnim vplivom.

- *Termopari* so aktivna zaznavala, pri katerih se zaradi temperaturne razlike med temperaturo merjenja  $t_m$  in primerjalno temperaturo  $t_p$ , na prostih koncih žic generira termoelektrična napetost  $E$ , ki je odvisna od razlike Seebeckovih koeficientov  $S$  prve in druge homogene žice, iz katerih je termopar narejen. Primerjalna temperatura  $t_p$  mora biti konstantna. Pravimo ji tudi referenčna temperatura.
- *Elektronski čipi* so v zadnjih časih sodobne elektronike tudi zaznavala, ki že združujejo temperaturno občutljiv element – zaznavalo in imajo že integriran čip, ki skrbi, da že v istem trenutku zaznane veličine pretvarja neposredno v digitalni signal.



### *Električno vezje*

- del, ki je neposredno povezan z zaznavalom in s katerim skupaj tvorita celoto - elektronski termometer
- pretvarja električne veličine, pridobljene iz zaznaval v digitalno obliko, namenjeno prikazu
- osnovni gradniki električnega vezja so odvisni od vrste zaznaval, ki so nanj priključeni.

Vedno več je prisotnih elektronskih termometrov, ki omogočajo priklop na računalnik in ne samo lokalno odčitavanje, zato so jim dodani komunikacijski elementi in vse bolj pogosto tudi spominski moduli – termometri s spominom.

### **Kompetence**

V primeru izdelave seminarske naloge učenca se pri njem razvijajo sledeče kompetence: sposobnost zbiranja informacij, sposobnost organizacije informacij, sposobnost sinteze zaključkov, sposobnost samostojnega dela, pisna komunikacija

## **Sodobna vsebina: Superprevodnost**

Zadnje časa mnogokrat slišimo o lebdečih vlakih. Katere snovi omogočajo lebdenje brez trenja? Kakšne so njihove lastnosti? Ali so uporabne še kje?

### **Iz učnega načrta**

- osnovna in srednja šola
- električni upor (Ohmov zakon in upor)
- magnetno polje (magnetna sila, magnetni dipol, magnetno polje)



## Okvirna vsebina

### *Superprevodniki*

Kaj je na njih tako posebnega?

V čem se razlikuje od navadnih prevodnikov?

Superprevodnik je SUPER prevodnik.

Delitev snovi glede na električne lastnosti: prevodniki in neprevodniki (slabi prevodniki in izolatorji).

- Superprevodnik je idealen diamagnet.

Kaj pa je to diamagnet?

### *Magneti*

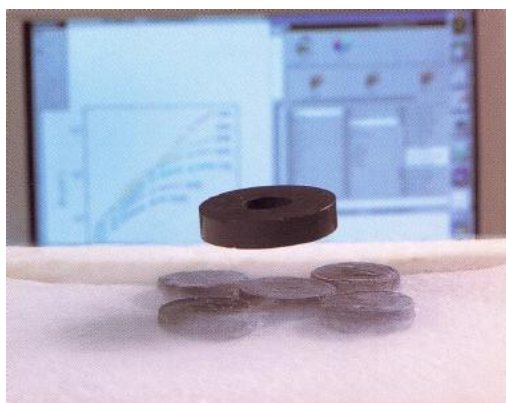
- v njihovi bližini se usmerjajo kompasi
- privlačijo železo (to pa še ni vse)
- druge magnetne odbijajo ali privlačijo
- na žice s tokovi se pojavijo sile
- elektromotorji
- tudi žice, po katerih tečejo tokovi

### *Feromagneti*

- snovi, ki jih je mogoče namagnetiti.

### *Levitacija*

- omogoča lebdenje magnetnih teles nad superprevodnikom.
- s feromagneti je ni mogoče vzpostaviti brez dodatne opore



Slika 14: Levitacija

### *Paramagneti*

- šibki magneti le v prisotnosti drugih magnetov
- ni jih mogoče namagnetiti
- večina kovin

### *Diamagneti*

- od magnetov se vedno odbijajo
- učinek je zelo šibek

### *Temperaturno odvisne lastnosti*

- prostornine plinov
- barve tekočih kristalov
- prosojnost voska
- električna prevodnost.....

Superprevodniki postanejo SUPER prevodni, če jih močno ohladimo.

### *Superprevodniki*

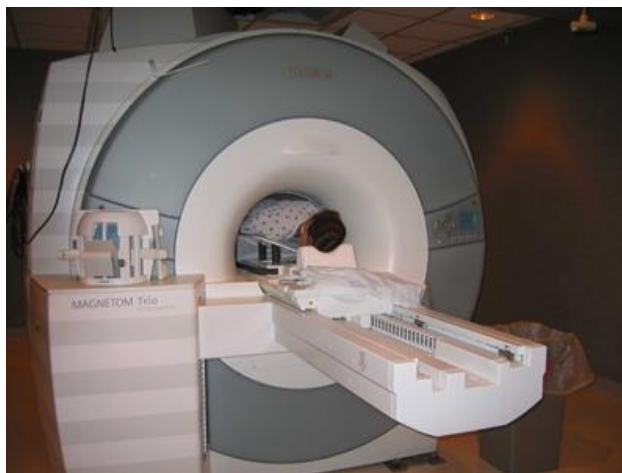
- so idealni diamagneti
- v njih ni magnetnega polja
- po njih tečejo tokovi
- tokovi lahko tečejo brez napetosti, ker so SUPER prevodni



- od magnetov vedno odbijajo

*Za kaj jih že uporabljajo?*

- za doseganje velikih magnetnih polj v medicini



Slika 15: Superprevodniki

Zakaj jih bo mogoče uporabiti?

- za zmanjševanje trenja pri lebdečih vlakih



Slika 16

- za prenos električnega dela (energije).

### Kompetence

Tema je zelo primerna za seminarsko nalogo. Pri tem učenci razvijajo kompetence kot so: sposobnost zbiranja informacij, sposobnost organizacije informacij, sposobnost sinteze zaključkov, sposobnost samostojnega dela,



pisna komunikacija. Učenci lahko obiščejo tudi ustrezen inštitut, kjer jim pokažejo poskuse s superprevodniki.

## Sodobna vsebina: Litij-ionske baterije

Mobilni telefoni, prenosni računalniki, digitalni fotoaparati ipd. na eni strani ter ponovno polnjljive baterije na drugi. Kakšne lastnosti morajo imeti baterije?

### Iz učnega načrta

- osnovna in srednja šola
- interdisciplinarnost: kemija + fizika
- električni tok in električni naboj (izviri električnega toka - pri baterijah gre za kemijski učinek, učinki električnega toka in primeri uporabe)

### Okvirna vsebina

Kakšne baterije hočemo?

Kakšne baterije se v veliki meri uporabljajo danes? Zakaj?

### *Zgodovina litijevih baterij:*

Začetki litijevih baterij segajo v leto 1912, ko se je z njimi začel ukvarjati in jih preučevati G. N. Lewis, vendar pa se v prosti prodaji litijeve (ponovno nepolnjljive) baterije niso pojavile vse do začetka 70. let. Poskusi, da bi na naredili ponovno polnjljive litijeve baterije niso bili uspešni zaradi varnostnih razlogov. Zaradi nestabilnosti litija kot kovine, kar povzroča nevarnost med polnjenjem, so se raziskave preusmerile na nekovinske litijeve baterije z litijevimi ioni. Čeprav imajo Li-ionske baterije manjšo energijsko gostoto kot litijeve baterije, se Li-ionske baterije ponašajo z visoko stopnjo varnosti. Leta 1991 je Sony poslal na trg prvo Li-ion baterijo.



### *Kemijska sestava*

- reducent: litij
- oksidant: uporabljajo se različne snovi: zmes kromovih oksidov  $\text{CrO}_x$ , manganov dioksid  $\text{MnO}_2$ , tionilov klorid  $\text{SOCl}_2$  ali bizmutov oksid  $\text{Bi}_2\text{O}_3$

### *Prednosti litijevih baterij pred navadnimi*

- visoka napetost (visok elektrodni potencial) – nominalna napetost litijevih baterij je 3,67 V, delovna napetost pa 3,6 V
- veliko temperaturno območje delovanja – povprečno delujejo litijeve baterije v območju od -55 do 85 °C
- velika zgoščenost energije
- zanesljivost in zelo dolga življenjska doba – testi so pokazali, da baterija pri sobni temperaturi v desetih letih delovanja izgubi manj kot 1% napetosti na eno leto
- varnost – vse litijeve baterije so laboratorijsko testirane in zaradi njih še ni prišlo o poškodb ljudi

### *Prvo polnjenje baterije*

Prednosti Li-ionskih baterij je v tem, da nimajo spominskega efekta in se lahko kot take teoretično neomejeno polnijo ali dopolnjujejo, ne glede na že obstoječo napolnjenost – torej kadarkoli.

### *Uporaba*

- fotoaparati
- mobilni telefoni
- prenosni računalniki
- i-PoD-i
- MP 4 predvajalniki
- brezžični strojčki



Slika 17: Fotoaparar



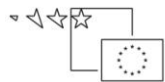
Slika 18

## Kompetence

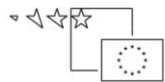
Z izdelavo seminarske naloge in njeno predstavitvijo pred sošolci učenci razvijajo kompetence kot so: sposobnost zbiranja informacij, sposobnost organizacije informacij, sposobnost sinteze zaključkov, sposobnost samostojnega dela, pisna in verbalna komunikacija.

## Literatura

1. Bennett, J., & Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? In J. K. Gilbert et al. (Eds.), Chemical Education: Towards Research-based practice. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Press.
2. 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 (5), 441-467.
3. Shabajee, P. and Postlethwaite, K. (2000). What happened to modern physics? School Science Review, 81(297), 51-56.
4. Vilfan, M. in Muševič, I. (2002). Tekoči kristali. DMFA – založništvo: Ljubljana.



5. <http://invsee.asu.edu/nmodules/liquidmod/states.html>
6. <http://invsee.asu.edu/nmodules/liquidmod/states.html>
7. <http://www.emarket365.com/uploaded/4558547854.jpg>
8. [http://aquarius10.cse.kyutech.ac.jp/Japanese\\_EUC/levi.jpg](http://aquarius10.cse.kyutech.ac.jp/Japanese_EUC/levi.jpg)
9. [http://z.hubpages.com/u/77867\\_f520.jpg](http://z.hubpages.com/u/77867_f520.jpg)
10. [http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/42634000/jpg/\\_42634227\\_maglev\\_203.jpg](http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/42634000/jpg/_42634227_maglev_203.jpg)
11. [http://www.tecfre.com/uploads/nokia\\_battery1.jpg](http://www.tecfre.com/uploads/nokia_battery1.jpg)
12. [http://www.microglobe.co.uk/catalog/images/olympus\\_FE-340\\_digital\\_camera.jpg](http://www.microglobe.co.uk/catalog/images/olympus_FE-340_digital_camera.jpg)
13. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
14. <http://www.zrssi.si/predmeti/fizika.asp?glD=2>



## Potrebne dejavnosti za implementacijo uspešne učne enote, ki razvija naravoslovne kompetence

Mojca Čepič

*Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani*

Namen tega prispevka je razdelati potrebne aktivnosti za konkreten primer poučevanja lastnosti nihal. Implementacije uspešnih učnih enot z drugih področij se od te razlikujejo, gotovo pa imajo tudi mnogo enakih oziroma zelo podobnih aktivnosti. Z razdelanimi aktivnostmi želim pokazati, da je vrednotenje dela v številu zapisanih znakov, kot predvideva financer, v poučevanju naravoslovja in še posebej fizike, nesmiselno. Število zapisanih znakov ne more biti merodajno niti za uspešnost enote, niti za doseganje ciljev, niti ne vodi v učinkovitost izvajalcev, prej obratno. Tudi v mednarodnem merilu se kvaliteta in obseg dela raziskovalcev nikoli ne meri v dolžini prispevkov, saj so prispevki dolgi dve strani v najeminentnejših revijah kot je Nature mnogo bolj cenjeni in je vanje vloženo mnogo več dela, kot dolgi članki v publikacijah, ki so na meji samozaložbe.

Naj opišem problem, ki ga nameravava obdelati v okviru projekta. Imenujmo ga

### Kaj vpliva na nihajni čas nihal?

Tematika se obravnava v sedmem razredu pri naravoslovju, bolj teoretično se obravnava v drugem letniku gimnazije pri fiziki. Nihanje je del vseh fizikalnih kurzov tudi na fakultetnih programih, ki vsebujejo fiziko.



Ker v vsak projekt vstopamo z določenim predznanjem in izkušnjami, ki nam omogočajo nalogo sploh zasnovati, naj navedem izkušnje, ki jih avtorici že posedujeta iz predhodnih raziskav.

- raziskave v svetu so pokazale, da je v povezavi z nihanjem precej napačnih predstav
- obstoječe raziskave niso natanko študirale njih pogostosti
- raziskave maturitetnih preizkusov znanja so pokazale, da je teoretično obvladovanje nihanja dobro, a pogosto dijaki izbirajo napačne odgovore pri preprostih vprašanjih
- sistematično napačne predstave niso bile obdelane ne v domači ne v tuji literaturi
- sistematične obdelave napačnih predstav pri nihanju se je v svoji doktorski disertaciji lotila Vida Kariž Merhar, ki je vpeljala tudi pionirske poskuse novih načinov poučevanja
- del naloge je v letošnjem letu objavila v reviji Eur. Jou. Phys.

V doktorski nalogi identificirane napačne predstave v zvezi z nihanjem so med drugimi in le-tim se želimo posvetiti

- nihajni čas vzmetnega nihala je odvisen od amplitude nihanja
- nihajni čas je odvisen od mase uteži nitnega nihala

Iste napačne predstave zasledujemo neformalno na Pedagoški fakulteti pri študentih Razrednega pouka (vsi so absolventi gimnazijskih programov, a običajno brez mature iz fizike), ter pri študentih, bodočih učiteljih fizike (pred in po absolviranih predavanjih iz fizike).



Za namene raziskave smo letos k raziskavi teh predstav pristopili bolj sistematično. Testirali smo 112 študentov četrtega letnika Razrednega pouka, ki so:

- z nitnim nihalom imeli osebno praktično izkušnjo (merili so nihanje čas nitnih nihala z različnimi utežmi)
- z vzmetnim nihalom imeli demonstracijsko izkušnjo (eksperiment – merjenje nihanja časa za dve zelo različni amplitudi nihanja so imeli priložnost opazovati med predavanji).

Pridobivanje obeh izkušenj je bil del učnega procesa, zato ne predstavlja obremenitve v okviru tega projekta; seveda pa razvoj učne enote, ki naj bi to izkušnjo prinesel mlajšim učencem, to je osnovnošolcem in srednješolcem zahteva dodaten časovni okvir.

Osnovne pripravljalne dejavnosti so:

- priprava eksperimentov za skupine
  - o izbor pripomočkov (stativni material, uteži, vrvi, vzmeti itd. ) ter preizkušanje in iskanje najustreznejših kombinacij, kar pomeni prilagajanje ustreznih koeficientov vzmeti, dolžin vrvic itd. ki so najprimernejše za poskušanje in meritve z otroki in mlajšimi mladostniki
  - o kompletiranje pripomočkov za eksperimentalne skupine v šoli
- priprava demonstracijskega eksperimenta
- priprava gradiv v e-obliki za učence, ki pri uri niso prisotni
- razvoj testa za ugotavljanje predznanja
- razvoj spremljevalnih delovnih listov v smislu napovedi, opazuj, razloži
- razvoj kratkega testa, ki meri neposreden in takojšen vpliv učnega posega
- razvoj potesta, ki meri vpliv učnega posega s časovnim zamikom



Vse te dejavnosti predstavljajo obilo fizičnega dela, testi npr. potrebujejo precej risanja slik (glej npr. priloga), priprava eksperimentov potrebuje merjenje itd. Povzetki rezultatov, ki so pridobljeni v mnogih urah pa ne morejo biti smiselno pretvorjeni v množico črk (če pozabimo na to, da je pisanje samo dodatno in v tem primeru v dolžino teksta orientirano nepotrebno delo), saj za večino od njih v pisnem gradivu zadošča že nekaj stavkov.

Ko so osnovne dejavnosti zaključene, je treba pripraviti delavnico, ki je po dolžini vsaj dva do trikrat daljša kot trajanje učnega posega, saj morajo učitelji eksperimente sami preizkusiti, se seznaniti z morebitnimi kognitivnimi problemi, eksperimentalnimi težavami in izkušnje tudi smiselno povzeti. Torej, če povzamem dejavnosti za delavnico:

- priprava 3-urne delavnice (prezentacija, pripomočki, delovni listi, ki so za učitelje drugačni, kot za učence, pisno gradivo za učitelje,...)
- izvedba 3-urne delavnice
- analiza povratne informacije učiteljev

Nato učitelji to enoto poskusno v šolah izvedejo, hkrati pa izvedejo tudi ustrezne teste, da se kvaliteta in učinek enote preveri. Analiza rezultatov testov je delo razvijalcev učne enote. Torej

- analiza in vrednotenje vprašalnikov in testov – številke se morajo vrteti vsaj okoli 50 za eksperimentalno in kontrolno skupino, še boljše več
- za korektno spremljavo izvedbe eksperimenta morajo razvijalci biti prisotni vsaj pri eni ali dveh izvedbah, ki jih morajo spremljati z metodologijo študija primera



Rezultati testov zahtevajo dolgotrajno delo, povzeti pa jih je mogoče v nekaj vrsticah.

Ob morebitnih problemih so potrebne še izboljšave in ponovna preverjanja.

Naj dejavnosti, ki temeljijo na predhodnem poznavanju problemov in pristopov, še na kratko povzamem in jih simbolično časovno ovrednotim. Razčlenitev na aktivnosti velja za splošno temo, ki pa lahko bolj ali v redkih primerih manj časovno zahtevna. Pri pripravi gradiva morata sodelovati v takem obsegu vsaj dva človeka, še bolje, če občasno pri debatah sodeluje še kdo. Več ljudi prinaša različne vpogleda v probleme in prinaša kritično preverjanje idej in izvedb.

Tabela 4

| Dejavnost                          | Aktivnost                                                                                            | Potreben čas | Smiseln obseg poročila                                                                        |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formulacija koncepta učnega posega | Študij obstoječih materialov;<br>Oblikovanje ure;<br>Razgovor in debata o konceptu;<br>Izboljšave;   | Nekaj dni    | Groba konceptualna učna priprava napisana na roko<br><br>Največ nekaj strani vključujoč skice |
| Priprava ustreznih eksperimentov   | Izbor pripomočkov;<br>Morebitna nabava pripomočkov;<br>Merjenja;<br>Edukativne variacije postavitvev | Nekaj dni    | Seznam pripomočkov<br>Morda evidenca dopisovanje z dobavitelji                                |
| Priprava predtesta                 | Študij znanih                                                                                        | Dan do dva   | Eno do dve strani                                                                             |



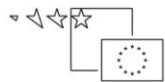
|                                                                       |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                          |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | predhodnih predstav<br>Opredelitev, katere preverjati<br>Oblikovanje gradiva<br>Risanje slik (ročno)<br>Oblikovanje slik, ki omogoča vključitev neposredno v dokument |                                                                                                                                                          | dolg test s slikovnim gradivom in prostori za odgovore.                                                                     |
| Priprava spremljevalnih gradiv k učni uri                             | Formulacija raziskovalnih vprašanj<br>Navodila za eksperimente;<br>Delovni listi;<br>Preliminarni timing ure                                                          | nekaj dni                                                                                                                                                | Učna priprava ure<br>- dve do štiri strani;<br><br>Delovni listi – dve strani s prostori za vstavljanje meritev in skicami. |
| Priprava kratkega testa, ki preverja neposredni učinek učnega posega. | Opredelitev, katere cilje preverjati.<br>Oblikovanje gradiva<br>Risanje slik (ročno)<br>Oblikovanje slik, ki omogoča vključitev neposredno v dokument.                | dan do dva                                                                                                                                               | Test – ena stran – s slikovnim gradivom in prostori za vstavljanje odgovor                                                  |
| Priprava potesta, ki preverja dolgotrajnejši učinek                   | Opredelitev, katere cilje preverjati.<br>Oblikovanje gradiva<br>Risanje slik (ročno)<br>Oblikovanje slik, ki omogoča vključitev neposredno v                          | Ker test preverja ključne cilje namena nove metode poučevanja tematike, je potrebno test pripraviti z največjo pazljivostjo v več iteracijah in debatah. | Potest – največ tri strani s slikovnim gradivom in prostori za vpisovanje odprtih odgovorov.                                |



|                                                                      | dokument.                                                                                                                                            | dva dni – vključiti več ljudi.                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Priprava delavnice za izobraževanje učiteljev, ki bodo testirali.    | Opredelitev vsebin, tudi dodatnih, ki jih mora vsebovati delavnica.<br>Priprava gradiv za delavnico.<br>Priprava eksperimentov.<br>Izvedba delavnice | vsaj teden dni;<br>delno je mogoče uporabiti že pripravljen material za učno ure;<br>k obstoječemu materialu je potrebno dodati še ponovitev teoretičnega gradiva in didaktično gradivo | Gradivo za delavnico - največ deset strani.<br>Ostala gradiva delavnice se podvajajo z gradivi, ki so rezultat prejšnjih aktivnosti.                        |
| Izvedba pouka v kontrolnih in eksperimentalnih skupinah.             |                                                                                                                                                      | Nekaj ur, izvajajo učitelji praktiki.<br>Morebitno spremljanje izvedb s strani avtorjev.                                                                                                | Poročilo o izvedbi, morebitni študij primera, druga opažanja.                                                                                               |
| Vrednotenje predtestov, testov in potestov.                          | Teste izvedejo učitelji, vrednotenje pa avtorji. Načeloma pri eni izvedbi sodeluje 30-60 učencev v kontrolni in v eksperimentalni skupini,           | Teden dni do dva                                                                                                                                                                        | Poročilo (tabela rezultatov), analiza dobljenih rezultatov, morebiti statistika; oblikovanje pisnega poročila v obliki članka- največ avtorska pola do dve. |
| Večino korakov je v primeru neuspešnosti metode potrebno ponoviti... |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                             |

Šele zadnji del (predzadnja vrstica v tabeli) je nekaj, kar je smiselno vrednotiti v avtorskih polha, pa še ta del je potrebno vrednotiti glede vsebine in ne glede dolžine.

Opomba: ta prispevek je dolg 5 strani, v njem pa so povzete dolgoletne izkušnje z uvajanjem novih metod poučevanja, kar samo neposredno kaže,



da je prispevek nemogoče vrednotiti s štetjem napisanih strani. Je tudi kontraproduktivno, saj morajo avtorji izgubljati čas s pisanjem nesmiselnih dolgih poročil o vsebinah, ki bi jih bilo mogoče povzeti kratko in pregledno. Tudi bralcev imajo kratki prispevki mnogo mnogo več kot razvlečena in dolgovezna gradiva.



## Predlogi novih vsebin pri fiziki in zgled ustreznih gradiv

*Milan Ambrožič*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

### **A) Konkretni predlogi novih vsebin (poskusov, ekskurzij in seminarских nalog) pri fiziki za gimnazije**

Glede na to, da je opis učnega načrta za fiziko v gimnazijah<sup>1</sup> precej ohlapen (opisani so cilji, kaj mora dijak teoretično znati, ne pa tudi poskusi in dodatne zanimivosti, še manj pa specifična didaktična priporočila), je pri izbiri novih vsebin ali pedagoških prijemov očitno več svobode kot v osnovnih šolah. Zato v poročilu navajam dodatne fizikalne vsebine za gimnazije (prav tako bi bile primerne za druge srednje šole), ki so po mojem mnenju sodobne, uporabne in zanimive, pa tudi primerne za krepitev generičnih kompetenc (GK). Ker sem o GK in za fiziko specifičnih kompetencah pisal v prvem delu poročila, se tukaj ne osredotočam nanje. Natančneje opišem 8 novih tem ali dodatnih dejavnosti s področja elektromagnetizma, ki se dajo izvesti na različne načine: s poskusi, seminarji, ekskurzijami, itd.

#### **1 Vezava upornikov: poskus z vzporedno in zaporedno vezavo dveh različnih žarnic v električni krog**

Zamisel za ta poskus morda pozna marsikateri srednješolski učitelj fizike. Poskus ne zahteva kakšne posebne dodatne eksperimentalne opreme in veliko bolj spodbuja k razmišljanju kot vezava ene, dveh, treh... enakih žarnic zaporedno ali vzporedno v električni krog. Tu podrobneje opišem izvedbo in tudi kvantitativno razlago poskusa.

Poskus. Vzemimo dve majhni žarnici z različnima nazivnima električnima močema, npr. žarnici za kolesarske luči. Izberimo primerno napajalno



napetost na šolskem nizko-napetostnem izviru. Napetost naj bo takšna, da svetita obe žarnici, a je svetilnost močnejše žarnice očitno večja, ko ju vežemo vsako posebej v električni krog. V prvem delu poskusa zvežimo v enostaven krog najprej eno, potem drugo žarnico, zraven pa še ampermeter in voltmeter, da izmerimo upor žarnic in ustrezno električno moč pri dani napetosti vira, ki je v poskusu ne spreminjamo več, potem ko smo na začetku ugotovili njeno primerno vrednost. Ne pomagamo si z morebitnima znanima podatkom za nazivni moči žarnic, ker sta nazivni moči podani za ustrezno napetost, ta pa ni nujno enaka primerni napetosti za naš poskus. V drugem delu poskusa zvežimo žarnici v krog vzporedno. Tu ni nobenega presenečenja, saj bosta žarnici svetili enako kot prej. Za kontrolo lahko vežemo zaporedno k vsaki žarnici še ampermeter, vzporedno na obe pa voltmeter. Priključne žice naj imajo majhen upor, da ne »kvarijo« ugotovitev poskusa. Nazadnje pa zvežimo žarnici zaporedno. Tu zagotovo nastopi presenečenje za večino dijakov: žarnica, ki je prej svetila šibkeje, sedaj sveti močnejše od druge (obe pa svetita šibkeje kot prej). Menim, da si zaradi učinka presenečenja dijaki bolje zapomnijo poskus in razlago, ki mu sledi. Poskus je lahko frontalni ali pa po skupinah, če je dovolj eksperimentalne opreme.

Razlaga. Naj bo upornost šibkejše žarnice  $R_1$ , močnejše pa  $R_2$ . Ker je moč pri dani napetosti  $U$  (enaki za obe žarnici) enaka  $P = U^2/R$ , to pomeni, da mora za upora žarnic veljati  $R_1 > R_2$ . Ustrezni ohmski moči  $P_1$  in  $P_2$  pri dani napetosti tudi izračunamo. Pri vzporedni vezavi se glede moči in svetilnosti žarnic nič ne spremeni, saj lahko neodvisno obravnavamo obe veji električnega kroga. Nekaj dodatne razlage zahteva najzanimivejši, tretji del poskusa z zaporedno vezavo. Morda učitelj najprej poda kvalitativno razlago (ali pa se poskušajo dijaki sami dokopati do nje, bodisi po skupinah ali s skupno razredno »možgansko nevihto« ali drugače). Razlaga: ker teče skozi obe žarnici v zaporedni vezavi enak električni tok, padec napetosti pa je večji



na žarnici z večjim uporom (prva, »šibkejša« žarnica), je tudi njena ohmska moč sedaj večja kot pri drugi žarnici – zato sveti močnejše. Ker gre za srednješolsko fiziko, kjer naj bi znali dijaki dobro uporabljati matematiko, zelo priporočam še kvantitativno razlago tretjega dela poskusa z dejanskimi vrednostmi parametrov (uporov, ki se izračunajo v prvem delu poskusa:  $R_1 = U/I_1$ ,  $R_2 = U/I_2$ ). Tok pri zaporedni vezavi je  $I = U/(R_1 + R_2)$ . Potem sta moči na žarnicah enaki:  $P_{1,zap} = R_1 I^2 = R_1 U^2 / (R_1 + R_2)^2$  in  $P_{2,zap} = R_2 I^2 = R_2 U^2 / (R_1 + R_2)^2$ . Medtem ko je bilo pri vezavah s po eno žarnico in pri vzporedni vezavi razmerje moči žarnic  $P_1/P_2 = R_2/R_1$ , velja pri zaporedni vezavi  $P_{1,zap}/P_{2,zap} = R_1/R_2$ . Velja pa tudi  $P_{1,zap}/P_1 = (R_1/(R_1 + R_2))^2$  in  $P_{2,zap}/P_2 = (R_2/(R_1 + R_2))^2$ , to je, žarnici svetita šibkeje kot prej. Vendar je zaradi nazornosti in sistematičnosti priporočljivo izračunati vsako moč posebej iz znanih podatkov, ne samo razmerja moči.

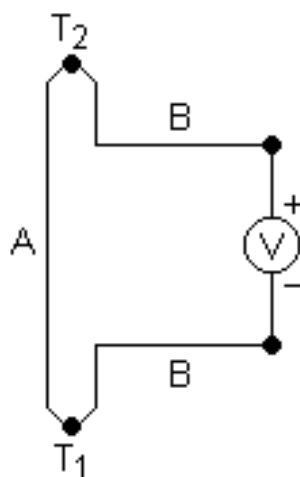
## 2 Termočlen in uporovni termometer

Termočlen (termoelement) in uporovni termometer sta zelo pomembna merilnika temperature v industriji in znanosti, posebno pri ekstremnih (nizkih in visokih) temperaturah, kjer so običajni termometri neuporabni. Na primer, termočlen uporabljamo za merjenje nizkih temperatur, ko delamo poskuse s tekočim dušikom (tališče 77 K) ali tekočim helijem (tališče 4 K), če nas zanimajo lastnosti snovi pri takšnih temperaturah, npr. prevodnost in superprevodnost. Uporovne termometre pa veliko uporabljamo pri dokaj visokih temperaturah, npr. v pečeh za sintranje, kalcinacijo ali drugačno termično obdelavo keramičnih materialov.

Osnova delovanja termočlena je Seebeckov pojav: v električnem prevodniku z gradientom temperature se pojavi električna napetost, katere odvisnost od temperaturnega gradienta se razlikuje za različne prevodnike. Če torej staknemo na obeh koncih dve žici iz različnih kovin in sta konca žic pri različnih temperaturah, se v takem krogu pojavi kontaktna napetost,



sorazmerna z razliko temperatur, če ta razlika ni prevelika. Sorazmernostni koeficient je odvisen samo od vrste obeh kovin. To je osnova za merjenje temperature s takim elementom, potem ko smo ga umerili: iz izmerjene napetosti termočlena sklepamo na temperaturno razliko stičišč obeh kovinskih žic. Ena od obeh temperatur mora biti znana, da izračunamo še drugo temperaturo.



Slika 19: Shema termočlena: A in B sta različni kovini,  $T_1$  in  $T_2$  pa različni temperaturi na njunih stičiščih; konkretno napetost merimo z voltmetrom.

Pogosto se uporablja termočlen tipa K iz alumela (95 masnih % Ni, 5 % drugih kovin) in kromela (90 % Ni, 9 % Cr, 1 % drugih kovin), ki je uporaben v temperaturnem območju od 200 °C do 1260 °C in je precej odporen proti oksidaciji pri višjih temperaturah<sup>2</sup>. Pri temperaturah blizu sobne je koeficient tega termočlena enak  $\mu = 40 \mu\text{V/K}$  in se nekoliko spreminja v širšem temperaturnem intervalu, kar je treba pri meritvah temperatur upoštevati (tabela 4). V praksi imamo lahko eno stično točko pri temperaturi  $T_1 = 0 \text{ °C}$ , kar dosežemo z mešanico tekoče vode in ledu, ki je dobro premešana. Koeficient  $\mu = 40 \mu\text{V/K}$  pomeni npr., da pri  $T_2 = 20 \text{ °C}$  pokaže voltmeter napetost  $U = 40 \mu\text{V/K} \cdot 20 \text{ K} = 800 \mu\text{V}$ .



| T (°C) | ( $\mu\text{V/K}$ ) |
|--------|---------------------|
| 200    | 14                  |
| 0      | 40                  |
| 500    | 37                  |
| 1260   | 36                  |

Tabela 5: Odvisnost koeficienta termočlena tipa K od temperature

Uporovni termometri delujejo na osnovi lastnosti kovin, da se jim s temperaturo povečuje električna upornost<sup>3,4</sup>. Navadno so izdelani iz platinske ali nikljeve žice in umerjeni tako, da je njihova upornost pri 0 °C enaka 100  $\Omega$ , znana pa je tudi odvisnost njihove upornosti od temperature. Če pri dani napetosti izmerimo tok skozi žico takega termometra, lahko iz tega izračunamo upor in posredno temperaturo.

### POSKUS S TERMOČLENOM V ŠOLI

Za izvedbo poskusa uporabimo npr. termočlen K, ki ni pretirano drag. En konec termočlena imamo pri temperaturi 0 °C (tekoča voda in led), drugega pa v vodi, ki jo postopoma segrevamo. Temperaturo vode med segrevanjem merimo z navadnim alkoholnim termometrom. Za kontrolo imamo še en takšen termometer v mešanici tekoče vode in ledu. Beležimo napetost voltmetra (ta mora imeti ustrezno merilno območje), z grafom preverimo, ali je napetost res linearna funkcija temperaturno razlike v obeh posodah, nazadnje pa izračunamo koeficient termočlena. Priporočljiv je obisk raziskovalne institucije, kjer uporabljajo takšne termočlene, če si jih šola ne more privoščiti.

### POSKUS Z UPOROVNIM TERMOMETROM V ŠOLI

Sicer se za čim natančnejše merjenje temperature v raziskavah z uporovnim termometrom uporablja kompleksno električno vezje, v šoli pa lahko poskusimo s poenostavljeno meritvijo. Uporabimo primerno napetost, termometer vežemo zaporedno z ampermetrom, merilni konec termometra



pa dobro staknemo s kovinsko površino (morda v ta namen izvrtamo luknjo v kovino), ki jo segrevamo in ji želimo meriti temperaturo. Kovino, npr. jeklo, segrevamo s plinskim gorilnikom. Na internetu ali pri proizvajalcu je treba najti temperaturno karakteristiko uporovnega termometra. Iz podatkov za tok in napetost (tok se med segrevanjem kovine zmanjšuje, napetost vira pa je konstantna) naj se sproti računa upor termometra in iz njega in temperaturne karakteristike upora interpolira trenutna vrednost temperature. Kovina naj se precej segreje, tako da bo razlika v spremembi toka in upornosti dobro razvidna, treba pa je delati zelo previdno zaradi visokih temperatur. Navadni termometer kot kontrolni pripomoček seveda ne pride v poštev, lahko pa izvajamo poskus hkrati s termočlenom.

### 3 Elektronski mikroskop

Priporočljiv je obisk kake raziskovalne organizacije, ki ima vrstični elektronski mikroskop (ang. SEM = scanning electron microscope) – takih je v Sloveniji kar nekaj, npr. Institut »Jožef Stefan«. Seveda si dijaki pri tem lahko ogledajo tudi presevni elektronski mikroskop (ang. TEM = transmission electron microscope), vendar je po mojem mnenju razlaga njegove preslikave za dijake manj nazorna kot pri SEM. Predstavitev in razlaga elektronskega mikroskopa je lep primer uporabe teorije gibanja delcev z električnim nabojem v električnem polju, pa tudi kvantnomehanskih pojavov pri interakciji elektronov s površino preiskovanega vzorca. Po ogledu (ekskurziji) je priporočljivo, da kak dijak pripravi seminar o elektronskem mikroskopu, saj je na spletnih straneh veliko zanimive literature. Gradivo o vrstičnem elektronskem mikroskopu je zelo primerno kombinirati z obravnavo enega od materialov, ki jih s takšnim mikroskopom preučujemo. Hvaležna tema so keramični materiali, kot sta vsestransko uporabna  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in  $\text{ZrO}_2$ ; med drugim ju uporabljajo v medicini za zobne in kostne vsadke. Z izdelovanjem delov iz obeh omenjenih keramik se ukvarja tudi nekaj slovenskih podjetij. S SEM lahko



opazujemo mikrostrukturo takšnih polikristalnih materialov, npr. velikostno porazdelitev kristalnih zrn.

#### 4 Georadar

Georadar (ang. GPR = ground penetrating radar) uporabljajo za odkrivanje raznih podzemnih objektov: od vodovodnih cevi do eksplozivnih teles.<sup>5</sup> Njegov osnovni princip delovanja je sam po sebi preprost: oddajna antena (ali več anten) odda pulze visokofrekvenčnega elektromagnetnega valovanja (v območju gigahertzov), sprejemna antena (ali več anten) pa prestreže odbite valove in na osnovi časovne zakasnitve ustrezen softver izračuna razdaljo do objekta. Če imamo tri radarske antene (ki so lahko hkrati oddajniki in prejemniki valovanja), je mogoče iz vseh treh časovnih zakasnitev izračunati koordinate objekta, podobno kot pri sistemu GPS. V praksi pa zaradi mnogih vzrokov stvar le ni tako preprosta. Težava je med drugim v natančnosti lokacije objekta, saj so časi potovanja signalov zelo kratki, reda velikosti nanosekund, moti šum, težava je velikokrat v neznani sestavi medija (zemlja, pesek, skale...) med antenami in objektom, pod te sestave pa je odvisna hitrost elektromagnetnih valov, itd. Tudi ogled georadarja v kateri od slovenskih institucij bi bil primeren za dijake.

#### 5 Zaviranje gibanja zaradi magnetnega polja

##### POSKUS

Treba je izdelati ali najti kak meter dolgo kovinsko cev (primeren je npr. aluminij, ne pa železo) z dovolj debelo steno, na primer pol centimetra. Vzeti je treba magnet v obliki valjaste palice in nemagnetno kovino enake oblike in velikosti. Ugodno je, če premer votline kovinske cevi ni veliko večji od premera palic. Najprej spustimo skozi cev palico nemagnetno, potem pa magnetno palico. Le-ta bo padala skozi cev precej počasneje, ker jo med



gibanjem zavirajo inducirani vrtnični tokovi v cevi. Ob tem se lahko razvije pogovor o magnetnih zavorah.

## 6 Superprevodnik v magnetnem polju – Meissnerjev pojav

Če nekatere snovi ohladimo pod neko kritično temperaturo, preidejo v superprevodno stanje. Njihova električna upornost postane zanemarljiva. Poleg tega superprevodniki izrinejo zunanje magnetno polje iz svoje notranjosti (Meissnerjev pojav<sup>6</sup>) – to se zgodi zaradi vzbujenih električnih tokov na površini superprevodnika, katerih magnetno polje ravno izniči zunanje magnetno polje v notranjosti. Zaradi tega se tudi pojavi odbojna sila med magnetom in superprevodnikom, ki je lahko dovolj velika, da superprevodnik lebdi nad magnetom. Ta pojav sem večkrat opazoval tudi sam, ko sem se ukvarjal z visokotemperaturnim superprevodnikom – perovskitnim keramičnim materialom  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  (kratka oznaka YBCO), in je zelo privlačen. Dobro pripravljen YBCO postane superprevoden že pri temperaturi 95 K, ki je nad vreliščem dušika. Zato se da pojav opazovati že v tekočem dušiku, ki je neprimerno bolj poceni kot tekoči helij. Če ima učitelj fizike možnost, da dobi ali si sposodi košček YBCO (do tekočega dušika je precej lažje priti), predlagam tale preprost poskus. V posodico ali petrijevko se položi magnet, nanj pa košček YBCO. Ko se vse skupaj polije s tekočim dušikom, se superprevodnik dvigne nad magnet. To seveda ni zaradi plavanja v dušiku, ker dušik kar hitro izhlapi, YBCO pa je še kratek čas dovolj hladen. Potem, ko se segreje, se spet posede na magnet. Razlago poskusa lahko povežemo z zamislijo magnetni blazini. Ne vem, ali se trenutno z YBCO aktivno ukvarja še kaka raziskovalna ustanova pri nas, vendar ga lahko po standardnem receptu izdelava več dobro opremljenih keramičnih laboratorijev v Sloveniji.

## 7 Zemeljsko magnetno polje



Z bolj ali manj natančno meritvijo zemeljskega magnetnega polja se v Sloveniji ukvarja več skupin in je to tudi standardna naloga pri fizikalnem praktikumu nekaterih fakultet, zato priporočam dogovor srednješolskega učitelja fizike za obisk takšnega praktikuma v času, ko se izvaja ta poskus. Morda najpreprostejši način je opazovanje smeri magnetne igle (merjenje odklona od smeri zemeljskega magnetnega polja) znotraj večje tuljave. Magnetno polje tuljave, ki ga lahko uravnavamo s tokom in gostoto navitja, mora biti primerljivo z zemeljskim poljem, da je meritev uspešna. Če ima učitelj v šoli primerno tuljavo, lahko poskus opravi tudi sam. Tuljava naj bo relativno dolga in z dovolj gostim navitjem, da lahko uporabimo znano enačbo za magnetno polje dolge tuljave. Geometrijska os tuljave na leži pravokotno na smer zemeljskega geometrijskega polja. Potem je tangens kota odklona tuljave od prvotne smeri (smeri zemeljskega polja), potem ko poženemo električni tok skozi tuljavo, enak razmerju magnetnega polja tuljave in zemeljskega magnetnega polja.

## 8 Krožni trkalniki delcev (CERN)

To je primerna tema za seminarsko nalogo, kjer je poudarek na krožnem gibanju nabitih osnovnih delcev zaradi močnega magnetnega polja. Primerno je posebej poudariti, da lahko z magnetnim poljem samo ukrivljamo tir gibanja, ne moremo pa nabitih delcev pospeševati, ker je magnetna sila pravokotna na vektor trenutne hitrosti delca; za pospeševanje potrebujemo električno polje. Tema se lahko naveže tudi na magnetno zaščito Zemlje pred kozmičnimi delci, na zelo močno magnetosfero Jupitra, na vpliv magnetnega polja na Sončeve pege, na magnetno polje nevtronskih zvezd in podobno.

## Literatura

1. Zavod RS za šolstvo in šport: Učni načrti, dostopno na

<http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=6&plD=8&rlD=99>



2. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Termopar>
3. Miha Oblak, Seminarška naloga, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, dostopno na [http://lrt2.fe.uni-lj.si/lrtme/meri\\_pret/Miha%20Oblak%20Termocleni.pdf](http://lrt2.fe.uni-lj.si/lrtme/meri_pret/Miha%20Oblak%20Termocleni.pdf)
4. [http://www2.arnes.si/~afirma/pouk/mer\\_temp.htm](http://www2.arnes.si/~afirma/pouk/mer_temp.htm)
5. Knight, R., *Ground Penetrating Radar For Enviromental Applications*, Annu. Rev. Earth Planet. Sci., Vol. 29, str. 229–255, 2001
6. Meissner effect, Wikipedia, dostopno na [http://en.wikipedia.org/wiki/Meissner\\_effect](http://en.wikipedia.org/wiki/Meissner_effect)

## B) Gradiva za učitelje in učence

V zadnjem delu poročila navajam primer gradiv za učitelje in učence za 1. opisani poskus - Vezava upornikov: poskus z vzporedno in zaporedno vezavo dveh različnih žarnic v električni krog. Prednost tega poskusa pred običajnim poskusom z vezavo ene, dveh, treh vzporednih žarnic je bila opisana v točki A poročila, tu pa navajam še prednosti s stališča generičnih kompetenc (GK). Mislim, da ta poskus veliko bolj pomaga pri razvijanju predvsem GK Sposobnost sinteze zaključkov, pa tudi GK Uporaba matematičnih idej in tehnik, če dijaki naredijo opisane račune.

### Navodila za učence

POSKUS: Vezava upornikov - vzporedna in zaporedna vezava dveh različnih žarnic v električni krog

**POTREBŠČINE:** šolski nizkonapetostni vir, dve majhni žarnici različnih upornosti, ampermeter (ali dva ampermetra), voltmeter, žice

**CILJ POSKUSA:** spoznati bistvene razlike v ohmski moči pri zaporedni in vzporedni vezavi različnih upornikov



## OPIS POSKUSA:

### 1) Izbira primerne napajalne napetosti za celoten poskus

Vzemi dve priloženi žarnici z različnima nazivnima električnima močema. Najprej veži v preprost električni krog eno, potem drugo žarnico. Obakrat previdno postopno povečuj napetost napetostnega vira, od napetosti nič ravno do tolikšne vrednosti, da žarnica komaj zasveti. Zapiši obe mejni napetosti. Potem izberi večjo od obeh vrednosti napetosti in napetost še povečaj (toliko, da bo žarnica, ki je pri večji napetosti komaj svetila, zasvetila močnejše, a ne preveč; paziti moraš predvsem, da druga žarnica ne pregori). Zapiši nazadnje izbrano napetost in je v nadaljevanju poskusa ne spreminjaj več.

### 2) Ponovna vezava po ene žarnice v enostaven električni krog

Pri izbrani napetosti zopet veži vsako žarnico posebej v električni krog (2 meritvi). Zaporedno veži še ampermeter, vzporedno pa voltmeter za kontrolo. Voltmeter naj bi pokazal napetost izvira, če je upor priključnih žic zanemarljiv v primerjavi z upornostjo žarnic. Če ni tako, preveri, kje je napaka. Pazi na pravilno vezavo in ustrezno merilno območje obeh merilnikov. Za obe žarnici zapiši vrednost napetosti in toka. Zapiši tudi kvalitativno ugotovitev tega dela poskusa (katera žarnica sveti močnejše?).

### 3) Vzporedna vezava obeh žarnic

Žarnici zveži v električni krog vzporedno. Če imaš na voljo dva ampermetra, veži po enega zaporedno k vsaki žarnici. Če je ampermeter samo eden, ga najprej zveži k eni žarnici, potem pa k drugi. Za kontrolo naj bo vzporedno vezan na obe žarnici še voltmeter. Zabeleži vrednosti tokov in zapiši ugotovitve tega dela poskusa v primerjavi s posamično vezavo žarnic v tokokrog.



#### 4) Zaporedna vezava žarnic

Žarnici zveži v električni krog zaporedno. Sedaj zadostuje en sam amperimeter, ki ga vežeš zaporedno k žarnicama, saj teče skozi njiju enak električni tok. Če imaš na voljo dva voltmetra, veži po enega vzporedno k vsaki žarnici. Če je voltmeter samo eden, ga najprej zveži k eni žarnici, potem pa k drugi. Zabeleži vrednosti toka in obeh napetosti na žarnicah in zapiši ugotovitve tega dela poskusa v primerjavi s posamično in vzporedno vezavo žarnic v tokokrog. Katera žarnica sveti zdaj močnejše?

#### Računi

1. Izračunaj upor vsake žarnice:  $R_1 = U/I_1$ ,  $R_2 = U/R_2$ , potem pa še električno moč:  $P_1 = UI_1$  in  $P_2 = UI_2$ . Katerim vezavam ustrežata ti dve izračunani moči? Katera žarnica sveti močnejše: tista z večjo ali manjšo električno upornostjo?
2. Izračunaj električno moč vsake žarnice pri zaporedni vezavi na dva načina: I) neposredno iz izmerjenega toka in obeh napetosti pri tej vezavi; II) iz podatkov za  $U$ ,  $R_1$  in  $R_2$  iz prvega računa. Pri prvem načinu dobiš:  $P_{1,zap} = UI$  in  $P_{2,zap} = UI$ . Pri drugem načinu izračunaš najprej tok:  $I = U/(R_1+R_2)$ . Preveri, ali je enak izmerjeni vrednosti (v okviru merske napake). Potem sta moči na žarnicah enaki:  $P_{1,zap} = R_1 I^2 = R_1 U^2 / (R_1+R_2)^2$  in  $P_{2,zap} = R_2 I^2 = R_2 U^2 / (R_1+R_2)^2$ .
3. Medtem ko je bilo pri vezavah s po eno žarnico in pri vzporedni vezavi razmerje moči žarnic  $P_1/P_2 = R_2/R_1$ , velja pri zaporedni vezavi  $P_{1,zap}/P_{2,zap} = R_1/R_2$ . Velja pa tudi  $P_{1,zap}/P_1 = (R_1/(R_1+R_2))^2$  in  $P_{2,zap}/P_2 = (R_2/(R_1+R_2))^2$ . Izračunaj vsa 4 razmerja moči:  $P_1/P_2$ ,  $P_{1,zap}/P_{2,zap}$ ,  $P_{1,zap}/P_1$  in  $P_{2,zap}/P_2 = (R_2/(R_1+R_2))^2$ . Ali se ta razmerja skladajo z ugotovitvami v vseh delih poskusa?

#### Navodila za učitelje



**POSKUS:** Vezava upornikov - vzporedna in zaporedna vezava dveh različnih žarnic v električni krog

**POTREBŠČINE:** šolski nizkonapetostni vir, dve majhni žarnici različnih upornosti, ampermeter (ali dva ampermetra), voltmeter, žice. Žarnici sta lahko od kolesarskih luči. Pomembno za uspešnost poskusa je, da se žarnici znatno razlikujeta v upornosti, npr. za 30 do 50 odstotkov, vendar pa ne preveč. Svetilnost obeh je treba namreč preveriti pri isti napetosti, tako da se opazi bistveno razliko, ko svetita, nobena pa ne sme pregoreti.

**CILJ POSKUSA:** Dijaki spoznajo bistvene razlike v ohmski moči pri zaporedni in vzporedni vezavi različnih upornikov. Tukaj gre za učinek presenečenja: žarnica, ki je pri posamični ali vzporedni vezavi svetila močnejše, bo v zaporedni vezavi svetila manj kot druga žarnica.

**IZVEDBA:** Poskus je primeren za izvajanje posamično ali pa skupinsko, z največ po 3 dijaki v skupini. Vloga dijakov pri delu 3-članke skupine bi lahko bila naslednja:

1. Merilec: izvaja poskus
2. Zapisnikar: zapisuje merske vrednosti, ki mu jih narekuje merilec
3. Kontrolor in komunikator: tiho odčitava vrednosti na instrumentih (ampermetru, voltmetru) za dodatno kontrolo, če se morda kje merilec zmoti. Spremlja tudi zapisovanje podatkov, v primeru težav pa komunicira z učiteljem ali drugimi skupinami v razredu.

Kaki posebni delovni listi niso potrebni, saj gre za majhno število izmerjenih in izračunanih veličin. Priloženi pa so tudi vprašalniki (testi) za učence, ki naj izpolnijo pred poskusom in po njem. Ti vprašalniki naj bi na izmerili njihov napredek v razumevanju Ohmovega zakona in vezave ohmskih upornikov.

### **Opis poskusa (v navodilih za učence):**

#### *1) Izbira primerne napajalne napetosti za celoten poskus*



Vzemi dve priloženi žarnici z različnima nazivnima električnima močema. Najprej veži v preprost električni krog eno, potem drugo žarnico. Obakrat previdno postopno povečuj napetost napetostnega vira, od napetosti nič ravno do tolikšne vrednosti, da žarnica komaj zasveti. Zapiši obe mejni napetosti. Potem izberi večjo od obeh vrednosti napetosti in napetost še povečaj (toliko, da bo žarnica, ki je pri večji napetosti komaj svetila, zasvetila močnejše, a ne preveč; paziti moraš predvsem, da druga žarnica ne pregori). Zapiši nazadnje izbrano napetost in je v nadaljevanju poskusa ne spreminjaj več.

### *2) Ponovna vezava po ene žarnice v enostaven električni krog*

Pri izbrani napetosti zopet veži vsako žarnico posebej v električni krog (2 meritvi). Zaporedno veži še ampermeter, vzporedno pa voltmeter za kontrolo. Voltmeter naj bi pokazal napetost izvira, če je upor priključnih žic zanemarljiv v primerjavi z upornostjo žarnic. Če ni tako, preveri, kje je napaka. Pazi na pravilno vezavo in ustrezno merilno območje obeh merilnikov. Za obe žarnici zapiši vrednost napetosti in toka. Zapiši tudi kvalitativno ugotovitev tega dela poskusa (katera žarnica sveti močnejše?).

### *3) Vzporedna vezava obeh žarnic*

Žarnici zveži v električni krog vzporedno. Če imaš na voljo dva ampermetra, veži po enega zaporedno k vsaki žarnici. Če je ampermeter samo eden, ga najprej zveži k eni žarnici, potem pa k drugi. Za kontrolo naj bo vzporedno vezan na obe žarnici še voltmeter. Zabeleži vrednosti tokov in zapiši ugotovitve tega dela poskusa v primerjavi s posamično vezavo žarnic v tokokrog.

### *4) Zaporedna vezava žarnic*

Žarnici zveži v električni krog zaporedno. Sedaj zadostuje en sam ampermeter, ki ga vežeš zaporedno k žarnicama, saj teče skozi njiju enak



električni tok. Če imaš na voljo dva voltmetra, veži po enega vzporedno k vsaki žarnici. Če je voltmeter samo eden, ga najprej zveži k eni žarnici, potem pa k drugi. Zabeleži vrednosti toka in obeh napetosti na žarnicah in zapiši ugotovitve tega dela poskusa v primerjavi s posamično in vzporedno vezavo žarnic v tokokrog. Katera žarnica sveti zdaj močnejše?

## Razlaga

Naj bo upornost šibkejše žarnice  $R_1$ , močnejše pa  $R_2$ . Ker je moč pri dani napetosti  $U$  (enaki za obe žarnici) enaka  $P = U^2/R$ , to pomeni, da mora za upora žarnic veljati  $R_1 > R_2$ . Ustrezni ohmski moči  $P_1$  in  $P_2$  pri dani napetosti tudi izračunamo. Pri vzporedni vezavi se glede moči in svetilnosti žarnic nič ne spremeni, saj lahko neodvisno obravnavamo obe veji električnega kroga. Nekaj dodatne razlage zahteva najzanimivejši, tretji del poskusa z zaporedno vezavo. Morda učitelj najprej poda kvalitativno razlago (ali pa se poskušajo dijaki sami dokopati do nje, bodisi po skupinah ali s skupno razredno »možgansko nevihto« ali drugače). Razlaga: ker teče skozi obe žarnici v zaporedni vezavi enak električni tok, padec napetosti pa je večji na žarnici z večjim uporom (prva, »šibkejša« žarnica), je tudi njena ohmska moč sedaj večja kot pri drugi žarnici – zato sveti močnejše. Ker gre za srednješolsko fiziko, kjer naj bi znali dijaki dobro uporabljati matematiko, zelo priporočam še kvantitativno razlago tretjega dela poskusa z dejanskimi vrednostmi parametrov (uporov, ki se izračunajo v prvem delu poskusa:  $R_1 = U/I_1$ ,  $R_2 = U/I_2$ ). Tok pri zaporedni vezavi je  $I = U/(R_1 + R_2)$ . Potem sta moči na žarnicah enaki:  $P_{1,zap} = R_1 I^2 = R_1 U^2 / (R_1 + R_2)^2$  in  $P_{2,zap} = R_2 I^2 = R_2 U^2 / (R_1 + R_2)^2$ . Medtem ko je bilo pri vezavah s po eno žarnico in pri vzporedni vezavi razmerje moči žarnic  $P_1/P_2 = R_2/R_1$ , velja pri zaporedni vezavi  $P_{1,zap}/P_{2,zap} = R_1/R_2$ . Velja pa tudi  $P_{1,zap}/P_1 = (R_1/(R_1 + R_2))^2$  in  $P_{2,zap}/P_2 = (R_2/(R_1 + R_2))^2$ , to je, žarnici svetita šibkeje kot prej. Vendar je zaradi nazornosti in sistematičnosti priporočljivo izračunati vsako moč posebej iz znanih podatkov, ne samo razmerja moči.

**Računi (v navodilih za dijake)**

- 1) Izračunaj upor vsake žarnice:  $R_1 = U/I_1$ ,  $R_2 = U/R_2$ , potem pa še električno moč:  $P_1 = UI_1$  in  $P_2 = UI_2$ . Katerim vezavam ustrežata ti dve izračunani moči? Katera žarnica sveti močnejše: tista z večjo ali manjšo električno upornostjo?
- 2) Izračunaj električno moč vsake žarnice pri zaporedni vezavi na dva načina: I) neposredno iz izmerjenega toka in obeh napetosti pri tej vezavi; II) iz podatkov za  $U$ ,  $R_1$  in  $R_2$  iz prvega računa. Pri prvem načinu dobiš:  $P_{1,zap} = UI$  in  $P_{2,zap} = UI$ . Pri drugem načinu izračunaš najprej tok:  $I = U/(R_1+R_2)$ . Preveri, ali je enak izmerjeni vrednosti (v okviru merske napake). Potem sta moči na žarnicah enaki:  $P_{1,zap} = R_1 I^2 = R_1 U^2 / (R_1+R_2)^2$  in  $P_{2,zap} = R_2 I^2 = R_2 U^2 / (R_1+R_2)^2$ .
- 3) Medtem ko je bilo pri vezavah s po eno žarnico in pri vzporedni vezavi razmerje moči žarnic  $P_1/P_2 = R_2/R_1$ , velja pri zaporedni vezavi  $P_{1,zap}/P_{2,zap} = R_1/R_2$ . Velja pa tudi  $P_{1,zap}/P_1 = (R_1/(R_1+R_2))^2$  in  $P_{2,zap}/P_2 = (R_2/(R_1+R_2))^2$ . Izračunaj vsa 4 razmerja moči:  $P_1/P_2$ ,  $P_{1,zap}/P_{2,zap}$ ,  $P_{1,zap}/P_1$  in  $P_{2,zap}/P_2 = (R_2/(R_1+R_2))^2$ . Ali se ta razmerja skladajo z ugotovitvami v vseh delih poskusa?

POMEMBNO! Podajamo naslednje didaktično priporočilo glede uporabe vprašalnika za učence, s katerim se preveri napredek razumevanja snovi (posredno pa tudi kompetenc) po poskusu. Iz praktičnih razlogov se isti vprašalnik (bolj objektivna ocena napredka) izvede v isti šolski uri; najprej pred poskusom (predtest), potem po njem (potest). Učitelj naj poudari, da je zavzeto reševanje testa pomembno (čeprav se ne ocenjuje za učenčev šolski uspeh), zato naj v predpisanem času poskusijo narediti čim več, a naj se vseeno ne sekirajo preveč, če ne naredijo vsega. Vsak učenec naj se podpiše na oba testa, da se za vsakega posebej lahko vidi napredek. Upoštevati je treba tudi spominski učinek. Tudi brez opisanega poskusa zagotovo lahko računamo na to, da bodo učenci potest pisali bolje kot predtest, saj se s predtestom mobilizira dejavnost možganov v pravo smer. Zaradi merodajnosti pedagoškega preskusa, ki naj pove, koliko sam poskus pripomore h kvaliteti razumevanja snovi, priporočamo 3 primerjalne skupine učencev (najbolje 3 razrede), kjer se delo pri vsaki skupini razlikuje. Pri prvi skupini naj se izvede



predtest na začetku šolske ure in potest na koncu, tako kot pri drugih dveh skupinah, vendar naj se vmes ne izvede noben poskus. Razred naj dela nekaj drugega, npr. naj se ura izkoristi za predstavitev kake seminarske naloge enega od učencev, seminarska naloga pa naj nima neposredne zveze z vprašalnikom. Pri drugi skupini naj se naredi bolj klasičen poskus, npr. z vzporedno in zaporedno vezavo več enakih žarnic. Naj sledi kvalitativna razlaga in kak račun kot pri zgoraj opisanem poskusu. Pri tretji skupini pa naj se izvede poskus z različnima žarnicama. Šele ovrednotenje napredka razumevanja snovi pri vseh treh skupinah lahko nekaj pove o prednostih našega poskusa.

### Vprašalnik za učence (čas reševanja 8 minut)

TEMA: Ohmov zakon in vezava ohmskih upornikov - vzporedna in zaporedna vezava

- 1) Kateri ohmski upornik se pri isti napetosti bolj segreva, tisti z večjo ali manjšo upornostjo? \_\_\_\_\_ Kaj pa pri istem toku?  
\_\_\_\_\_
- 2) Imaš tri enake žarnice, izvir napetosti z vnaprej predpisano napetostjo in dovolj priključnih žic. Nariši sheme električnega kroga, kjer so vse tri žarnice vključene v krog za 4 primere: a) da bodo vse svetile enako, a najbolj, kar je mogoče, a) da bodo vse svetile enako, a najmanj, kar je mogoče, c,č) da bo ena žarnica svetila močnejše kot drugi dve (poskusi najti dve bistveno različni vezavi za zadnji primer).
- 3) V električni krog je zaporedno vezanih 5 enakih žarnic. Ena od njih pregori, iz praktičnih razlogov pa je ne moreš odstraniti iz kroga. Kaj je najenostavnejše narediti, da bodo preostale štiri svetile? V čem je prednost vzporedne vezave upornikov pred zaporedno?
- 4) Razvrsti 5 enakih žarnic v nekaj nesimetričnih vezav, tako da ne bodo vse enako močno svetile. Označi tiste, za katere misliš, da svetijo šibkeje (oznaka Š) ali močnejše (oznaka M) od vseh drugih. Katere žarnice bodo po tvojem mnenju ob mnogokratni uporabi narisanih vezij najprej pregorele (vsaj po statistični verjetnosti)?



# Metode za razvijanje naravoslovnih kompetenc

*Sergej Faletič*

*Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani*

## UVOD

V sestavku naj bi navedel, kako lahko konkretno pri fiziki razvijamo izbranih 14 generičnih kompetenc, hkrati pa še analiziral, kako lahko razvijamo tudi v projektu Tuning navedenih 24 specifičnih kompetenc za področje fizike.

Nadalje naj bi predlagal morebitne nove načine obravnave, metode dela, vključno s primeri, za katere menim, da bi lahko razvijale te kompetence.

Odločil sem se, da obravnavam vse tri točke v kontekstu metod dela. Iz izkušenj vsaj deloma vem, katere metode so v razredu izvedljive in z izvedbo ne posegajo preveč v ustaljen ritem. Ta lastnost metod se mi zdi pomembna, saj jih razvijamo, da bi jih uporabljali po možnosti vsi učitelji. To pa lahko, po mojem mnenju, dosežemo samo tako, da ne posegamo preveč v njihov ustaljen način dela. Sčasoma bo uporabnost in učinkovitost metod samih omogočala, da učitelj, po svoji presoji, spremeni obseg njihove uporabe.

## METODE

Pri vsakem poučevanju imamo na voljo več metod dela. Pri fiziki bi jih izpostavil šest, ki se mi zdijo posebno primerne za razvijanje naravoslovnih kompetenc: laboratorijske vaje, referati, domače naloge, vsebinsko bogati problemi, poskusi v povezavi z metodo napovedj, opazuj, pojasni ter fizikalno-



tehnične projektne naloge. Naj na kratko razložim, kaj si pod vsako od metod predstavljam.

Laboratorijske vaje. Laboratorijske vaje so običajno pripravljene z zelo podrobnimi navodili, kaj naj dijak počne. Teža je na izvedbi in analizi dobljenih meritev. Da pa se sestavi tudi take vaje, pri katerih se od dijaka ali skupine zahteva, da načrtujejo poskus, s katerim bi nekaj preverili. Po mojih izkušnjah se da s tako nalogo zamenjati vsaj eno od petih običajnih laboratorijskih vaj.

Referati. V kontekstu tega sestavka imam v mislih referate takega tipa: dijak dobi nalogo, naj obdeli kratko poglavje s področja izbirnih ali dodatnih vsebin. To poglavje ne bo preverjeno v preizkusu znanja. Dijak mora imeti dovolj časa, da poišče vire, jih preuči, iz njih izlušči bistvo in to bistvo pripravi v obliki, ki jo v deset minutnem zagovoru predstavi pred razredom. Sledijo do tri vprašanja učitelja, ki preverijo ali snov referata res razume, oz. do katere mere jo razume. Tu ni ključnega pomena, ali je referat sam naredil. Pomembno je, da snov, ki jo je obdelal razume dovolj dobro, da prestane zagovor. Ali je potrebno znanje pridobil iz knjig ali od kolegov ali strokovnjakov, je popolnoma vseeno. Bistveno je, da je znanje poiskal in ga učinkovito pridobil.

Domače naloge. Moje izkušnje z reševanjem domačih nalog so take: v šoli smo naredili primer ali primere, za domačo nalogo dobimo nov primer. Pogledamo, kako smo reševali primer v šoli in na pol mehansko prepisemo postopek dokler gre. Vstavimo nove vrednosti, izrazimo mogoče drugo količino, a v osnovi je naloga podobna šolskim primerom. Domače naloge kakršne imam tu v mislih pa bi morale biti take, da dijak ne bi mogel pogledati v zvezek, kako se taka ali podobna naloga rešuje, pač pa bi moral teorijo in splošne enačbe neposredno aplicirati na konkretne podatke. Ugotoviti ali so izpolnjeni pogoji za določeno enačbo, za katero od enačb so izpolnjeni



pogoji, katere količine v konkretni nalogi ustrezajo katerim količinam v splošnem zapisu enačb in nalogo rešiti. Naloga ne bi smela biti zapletena, a tudi ne trivialna. Glavni poudarek naj bi bil na prepoznavanju, katere konkretne količine sovpadajo s katerimi količinami v splošnem zapisu. Taka naloga naj bi bila naenkrat samo ena, da bi dijak res imel dovolj časa, da se je zbrano loti. Ni potrebno, da bi bila pri vsakem poglavju. Tako strateško zastavljena naloga se mi zdi pomembna za trening samostojnega učenja. Dandanašnji imamo namreč na dosegu roke veliko količino informacij, ki pa običajno nimamo ob sebi rešenih primerov. Da bi jih lahko učinkovito izrabili, moramo torej biti sami sposobni teorijo razumeti na tak način, da lahko v danem, relativno preprostem, a ne trivialnem do stopnje mehanskosti, primeru splošen zapis zakona uporabimo za reševanje problema s konkretnimi vrednostmi. Šele takrat lahko rečemo, da smo se nečesa naučili. To še posebej velja za naravoslovje in morda prav posebej za fiziko. Za motivacijo bi naj dijaki z dobrim rezultatom dobili spodbudo, tisti s slabšim pa ne graje. Pomembno je, da so dijaki motivirani za reševanje. Iz oddanih nalog bi učitelj lahko ugotovil, kateri koraki so delali težave in težo obravnave prenesel na te korake. Postopek reševanja bi se potem pri pouku podrobno predstavil in dijaki bi lahko sami sledili, katere sklepe so naredili pravilno in katerih morebiti ne. Zato je pomembno, da imajo dijaki dovolj časa pri reševanju za temeljit razmislek, da se vsaj do nekje dokopljejo sami.

Vsebinsko bogati problemi. Vsebinsko bogati problemi so v glavnem računski problemi, ki so vzeti iz realnega sveta. Zato naj bi bili dijaki bolj motivirani za reševanje. Pomembna prednost teh problemov je da lahko zajemajo snov več poglavij.

Metoda napovej, opazuj, pojasni. Tu gre za prikaz poskusa, pri katerem dijaki najprej napovejo izid, potem si poskus ogledajo in, če se izid ne sklada z



napovedjo, ga morajo še pojasniti. Učitelj razloži vse pomembne dele poskusa in kaj bo naredil. Dijaki morajo nato napovedati, kakšen bo izid poskusa. Poskus mora biti tak, da so sposobni napoved tvoriti samo na podlagi teorije, ki jo že poznajo, in izkušenj, ki jih že imajo. Ključ do pravilne napovedi je pravilno upoštevanje vseh parametrov poskusa. Predvsem pravilno razumevanje teorije in pravilno apliciranje le-te na dano situacijo. Če se izid ne sklada z napovedjo, morajo dijaki odkriti razlog za to in svoje razmišljanje ustrezno popraviti.

(Mini) projektne naloge. Tu gre predvsem za naloge, ki temeljijo na fizikalnih zakonitostih, a zahtevajo tudi nekaj ročnih in tehničnih spretnosti. običajno se take projekte izvaja pri krožkih, a ni nepredstavljivo, da bi jih, s ciljem doseganja določenih kompetenc, lahko izvedli tudi med rednim poukom. Gre denimo za izdelavo naprave za demonstracijski poskus, reprodukcijo že drugje izdelanega poskusa, vključitev v razne projekte popularizacije znanosti in tehnike itd.

V nadaljevanju bom navedel, katere generične kompetence posamezna metoda razvija.

## METODE IN PRIPADAJOČE KOMPETENCE

V tem poglavju bom presodil, katere kompetence lahko posamezna od zgoraj navedenih metod razvija.

Laboratorijske vaje. Dijaki morajo, običajno v manjših skupinah, izvesti meritve po navodilih (10 - sposobnost samostojnega in timskega dela, 13 - medsebojna interakcija). Meritve morajo biti primerno natančne (9 - skrb za kakovost). Nato jih morajo analizirati, pri čemer si pomagajo z grafično



predstavitvijo in računanjem (7 - uporaba matematičnih idej in tehnik). Iz podatkov morajo izluščiti rezultate, ki jih zahteva naloga (3 - sposobnost interpretacije, 4 - sposobnost sinteze zaključkov). Če je naloga zastavljena bolj raziskovalno, v smislu tega, da se dijak šele sreča z nekim pojavom in ga preučuje, mora dijak najprej premisliti, katere meritve je sploh potrebno izvesti (11 - organiziranje in načrtovanje dela), nato pa iz njih izluščiti kako splošno zakonitost, ki je cilj vaje (4 - sposobnost sinteze zaključkov). V obeh primerih mora nazadnje o nalogi napisati poročilo, ki mora biti samostojno, zaključeno in znanstveno korektno delo (12 - verbalna in pisna komunikacija).

Referati. Dijak mora temo pripraviti sam (10 - sposobnost samostojnega in timskega dela). Pri tem mora najprej poiskati vire (1 - sposobnost zbiranja informacij), nato mora te informacije preučiti (2 - sposobnost analize in organizacije informacij) in iz njih izluščiti bistvo na tak način, da ga bo lahko suvereno predstavil pred razredom in prestal zagovor pred učiteljem (5 - sposobnost učenja in reševanja problemov). To mora narediti v predvidenem času ob ostalih obveznostih (11 - organiziranje in načrtovanje dela). Nazadnje mora zaključke oblikovati v ustno predstavitev, ki je lahko pospremljena z računalniškim ali drugim grafičnim materialom (12 - verbalna in pisna komunikacija). Ves čas priprav mu je na voljo učitelj za pojasnila (a dijak mora priti s konkretnimi vprašanji), lahko se pa posvetuje tudi pri komerkoli drugem, vključno s sošolci in strokovnjaki (13 - medsebojna interakcija).

Domače naloge. Dijak je prisiljen sam (ali v posvetu s sošolci) (10 - sposobnost samostojnega in timskega dela, 13 - medsebojna interakcija) prenesti teorijo v prakso (5 - sposobnost učenja in reševanja problemov). Čeprav tu ne gre za dejanske praktične probleme, je že samo prehod iz zakonitosti v uporabo teh zakonitosti na primeru lahko težaven (3 - sposobnost interpretacije ali 6 - prenos teorije v prakso). Pri reševanju naloge mora



seveda uporabiti različne matematične prijeme (7 - uporaba matematičnih idej in tehnik). Največji poudarek je tu na tem, da dijak sam ugotoviti, kako se splošni zapis zakonitosti prevede v konkretnega na dejanskem primeru (5 - sposobnost učenja in reševanja problemov in 3 - sposobnost interpretacije).

Vsebinsko bogati problemi. Ta metoda je lahko kombinirana s prejšnjo, v smislu, da je vsebinsko bogat problem potrebno rešiti za domačo nalogo, a ocenjujem, da je v osnovni ideji teh dveh metod nekaj ključnih razlik. Medtem ko je domača naloga namenjena temu, da dijaki razumejo, kako se splošni zapis prevede v konkretnega, je glavni namen vsebinsko bogatih problemov, da dijak ugotovi, katere zakonitosti so sploh relevantne za dani primer in ga tudi reši (5 - sposobnost učenja in reševanja problemov, 7 - uporaba matematičnih idej in tehnik). To metodo se da nadalje povezati še s fizikalno-tehničnim projektom tako, da dijak dejansko izdelava napravo po specifikacijah, ki jih je izračunal in preveri ali pri drugačnih specifikacijah res ne deluje (3 - sposobnost interpretacije, 6 - prenos teorije v prakso, 11 - organiziranje in načrtovanje dela).

Metoda napovej, opazuj, pojasni. Dijak mora najprej na osnovi svojega znanja in situacije, ki jo vidi in mu je razložena, napovedati izid poskusa (8 - prilagajanje novim situacijam, 6 - prenos teorije v prakso). Nato mora biti pozoren pri opazovanju poskusa. Najprej mora ugotoviti, ali se izid ujema z njegovo napovedjo, nato pa tudi s pomočjo podrobnega opazovanja ugotoviti, kaj še mora upoštevati, da bo njegova napoved pravilnejša ali celo pravilna (3 - sposobnost interpretacije, 4 - sposobnost sinteze zaključkov). Nazadnje mora pojasniti izid poskusa (4 - sposobnost sinteze zaključkov, 6 - prenos teorije v prakso).



(Mini) projektne naloge. Glede na to, da tehničnega pouka v gimnaziji ni, vidim v tej metodi način za pridobivanje ročnih spretnosti in vsaj nekaj praktičnega znanja, saj se lahko zelo preprosta ideja izkaže za praktično zelo težavno. To pa ve samo nekdo, ki je vsaj kdaj poskusil idejo dejansko prenesti v prakso. Dijak mora izdelati napravo, ki običajno služi kot demonstracijski poskus (6 - prenos teorije v prakso). Pri tem mora paziti na ustrezne varnostne ukrepe (14 - varnost). Naprava mora biti dovolj zanesljiva, da se lahko uporabi večkrat (9 - skrb za kakovost). Včasih gre za reprodukcijo naprave, ki jo je že izdelal nekdo drug, a je treba tu uporabiti, kar je pač na voljo (8 - prilagajanje novim situacijam).

V nadaljevanju bom podal še okvirne primere vsake od metod.

#### PRIMERI UPORABE METOD

V tem poglavju podajam ilustrativni primer vsake od metod. Primeri so preprosti in nedodelani. Lahko, da kateri ni najbolj posrečen primer svoje vrste, predstavili pa naj bi, kako se da določeno metodo, dokaj enostavno uporabiti na konkretnem primeru. Kot taki še niso v fazi, ko bi se lahko neposredno prenesli v uporabo. Pri razvoju se bom osredotočil na določene metode, ostale pa podajam v razmislek ali kot idejo ostalim sodelavcem.

Laboratorijske vaje. Skupina dijakov mora določiti pospešek prostega pada. V navodilih je navedeno, naj to naredijo tako, da na utež prilepijo trak, ki ga speljejo skozi brnač, nato pa utež spustijo. Iz zapisa na traku naj določijo pospešek. Tu morajo dijaki najprej pravilno iz zapisa dobiti vrednosti hitrosti ob različnih časih, kar pomeni, da morajo razlikovati med hitrostjo in časom ter spremembo hitrosti in časa. Nato morajo iz grafa določiti pospešek kot naklon



grafa. Možna je tudi obdelava preko kvadratnega korena lege, a ta je zahtevnejša.

Druga izvedba bi lahko bila, naj dijaki sami predlagajo način merjenja. S pomočjo učitelja bi tako prišli do več možnih postavitev: brnač, svetlobna vrata, ultrazvočni senzor. Tu bi prišla v poštev računalniška obdelava podatkov. Zanimivo pa bi bilo primerjati rezultate različnih izvedb poskusa. V obeh primerih morajo nazadnje poiskati razloge za neskladje s teoretično napovedjo. Smiselno je vsaj v prvem približku oceniti red velikosti le-teh (predvsem oddaljenosti od središča zemlje, če kdo na to pomisli, in vpliva sile trenja pri uporabi brnača.)

Referati. Vztrajnostni moment. Dijak dobi jasna navodila, kaj mora referat vsebovati: definicijo (formulo vsaj za točkasto telo), kako se ga izračuna za togo telo (seštejemo vztrajnostne momente vseh točk), katere količine nastopajo v enačbi (razdalja med čem in čem ter masa), pri katere vrste problemih je pomemben oz. pri katerih pojavih se pozna njegov učinek (pri vrtenju togega, netočkastega telesa), navesti vrednosti za različna običajna telesa (kroglo, palico, ...). Učiteljeva vprašanja so, denimo, naj pojasni razliko med vztrajnostnimi momenti palice v različnih smereh, naj pojasni zakaj je vztrajnostni moment krogle enak v vseh smereh, naj napove, kakšni bodo med sabo vztrajnostni momenti valja v različnih smereh, naj izračuna vztrajnostni moment trikotnika z znanimi masami v ogliščih povezanimi z zelo lahкими palicami. Ta vprašanja preverjajo, ali je dijak dejansko razumel, kar je navedel v referatu ali je zgolj reproduciral neko znanje.

Domače naloge. Ravno kar smo obravnavali premo in enakomerno gibanje in izračunali hitrost telesa, ki je na začetku mirovalo v izhodišču. Za



domačo nalogo je treba izračunati hitrost telesa v, denimo, peti sekundi, pri čemer se od četrte do sedme sekunde giblje z enako hitrostjo, ob četrti sekundi pa ni bilo več v izhodišču. Pri tem je pomembno, da take naloge, kjer bi bilo nujno upoštevati spremembe namesto vrednosti, doslej še nismo obravnavali pri pouku. Dijak mora torej pravilno izbrati spremembo časa in spremembo lege. Naloga je preprosta, nobenega dodatnega privzetka ni treba narediti, niti je ni treba računati v več korakih (to ostane za vsebinsko bogate probleme). Če je dijak pravilno razumel razliko med vrednostjo in njeno spremembo ter zaupa v svojo interpretacijo teorije, ne bi smel imeti nobene težave pri reševanju. Pri naslednji uri pa preverimo, do kod so dijaki znali rešiti nalogo in opozorimo na pomembne sklepe, ki bi jih morali narediti. Ni nujno, da nalogo tudi rešimo. Utegne biti celo koristno, če jo morajo ponovno rešiti za domačo nalogo, potem ko smo že povedalim kaj je treba storiti. Pogosto se namreč izkaže, da dijaki, kar smo jim povedali ne razumejo tako, kot smo si mi zamislili, in to bi se pri taki nalogi pokazalo. Ni pa dobro da bi imeli isto domačo nalogo več kot dvakrat, ker bi postala dolgočasna in frustrantna. Kot že rečeno, take naloge ne bi bilo potrebno dati pri vsakem poglavju.

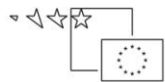
Vsebinsko bogati problemi. Naloga je takega tipa: v dvigalo, ki se pri pospeševanju in zaviranju giblje s pospeškom  $a$ , želimo namestiti lesteneč v dveh nivojih z masama  $m_1$  in  $m_2$ . Vsaj kolikšna mora biti natezna trdnost žice, da bo lesteneč varno pritrjen? Dijak mora najprej ugotoviti, da bomo opazovali sile, nato, da je pri pospeševanju žica bolj obremenjena kot le s silo teže. Sedaj že ve, katere zveze bo potreboval pri reševanju. Potem mora ugotoviti še, da sta žici različno obremenjeni in je zgornja bolj obremenjena, zato je mejno vrednost potrebno izračunati zanjo. To je že preprostejši primer kritične presoje, kaj je smiselno računati. Nazadnje mora iskano vrednost še



izračunati, kar je večstopenjski račun in, seveda, vključuje uporabo matematičnega znanja.

Metoda napovej, opazuj, pojasni. Učitelj ima na katedru klanec in klado. Dijakom pove, da bo klado postavil na klanec in je klanec nastavljen tako, da ta ravno še ne zdrsne. To učitelj tudi pokaže. Nato bo nanjo dal dodatne uteži. Dijaki naj napovedo, kaj se bo zgodilo, ko damo uteži na mirujočo klado. Pri tem se privzame, da dijaki že poznajo sile na klancu. Tisti, ki bodo upoštevali samo, da se zaradi tega poveča dinamična komponenta sile teže, bodo napovedali, da bo težja klada zdrsnila. Tisti, ki bodo upoštevali, da se sorazmerno poveča tudi statična komponenta in posledično sila lepenja, pa bodo napovedali, da tudi težja ne bo zdrsnila. Vsak mora svojo trditev zapisati in pisno utemeljiti. Namen tega je, da vsak dijak prevzame odgovornost za svojo trditev in se zato zanjo bolj potrudi. Neodločenost ni sprejemljiva. Učitelj nato pokaže poskus. Dijaki morajo nato pojasniti, zakaj je izid, kakršen je. Dijaki, ki so napovedali napačno, imajo sedaj priliko popraviti svoje mnenje, a morajo tudi pojasniti razlog. Tisti, ki so odgovorili pravilno so na voljo, da jih ostali povprašajo za razlago. Ni nujno, da je njihova razlaga pravilna. Ko vsi napišejo svoje pojasnilo, skupaj z učiteljem predebatirajo mnenja in se v pogovoru med sabo odločijo za skupno pojasnilo. Učitelj šele čisto na koncu pove, katera razlaga je pravilna.

(Mini) projektne naloge. Dijak mora izdelati napravo, ki bo popolnoma vodoravno izstrelila kroglico. Pri tem mora paziti na varnost: da bo kroglico tudi ujel, da ne odleti predaleč, da bo naprava imela ustrezno opozorilo, naj se z njo ne meri v živa bitja, da bo kinetična energija kroglice dovolj majhna, da ob nepravilni uporabi ne more trajno poškodovati človeka, da bo pogon kroglice nenevaren (brez eksplozivnih sredstev). Paziti mora na kakovost naprave: da bo delovala zanesljivo, da se jo da nastaviti na vodoravni



položaj v različnih razmerah (ne samo na eni točno določeni mizi). Uspešnost projekta bi se lahko ocenjevalo tudi na podlagi tega, do kolikšne mere so bili posamezni cilji doseženi.

Namenil sem se še preveriti, katere od specifičnih kompetenc navedenih v projektu Tuning posamezna metoda razvija, a sem pri pregledu kompetenc opazil, da bi njihovo razvijanje pričakovali bolj na univerzitetni kot srednješolski stopnji, zato jim nisem posvetil dodatne pozornosti.

Navedene metode so vse take, ki sem jih v letih poučevanja na srednji šoli sam uspešno uporabljal. Zato vem, da se jih da, v primerni meri, seveda, uporabljati znotraj obstoječega učnega načrta, predmetnika in ustaljenih metod dela. Pogrešal sem več časa na voljo, da bi jih lahko bolje dodelal in morebiti vsako oblikoval v nek splošen skelet, v katerega bi potem lahko vnašali različne vsebine. Prav ta možnost se nam ponuja pri tem projektu.



## Nove vsebine pri fiziki, gradiva

Maja Martinšek

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

### A) Konkretni predlogi novih vsebin (poskusov in ekskurzij) pri bolj fizikalnih temah v vrtcih

#### Fizika v predšolskem obdobju:

Otroci začnejo odkrivati, doživljati in spoznavati okolje hkrati z razvojem lastnih miselnih sposobnosti in osebnostnim razvojem. Dejavnosti v okolju in na okolje vodijo k oblikovanju miselnih operacij, pa tudi k oblikovanju temeljnih pojmov kot so prostor, čas, gibanje in sile, predmet in snov, pojem živega, k spoznavanju odnosov med predmeti in odnosov med bitji in okoljem v katerem živijo. Tako je spoznavanje okolja hkrati cilj in proces, postopoma se oblikujejo pojmi in razvija se mišljenje. Z delovanjem na predmete in snovi nastajajo predstave o svetu v katerem otrok živi. V vrtcu so sicer še naravoslovni predmeti, če sploh lahko govorim o njih, med sabo še zelo prepleteni, vendar se že lahko vidi, da otroci razvijajo t.i. naivno fiziko, naivno biologijo in naivno kemijo, kar skupaj z izkušnjami s še drugih področij delovanja sestavlja »vsakdanje znanje« ali t.i. »zdravo pamet«.

Razumevanje pojavov v naravi se razvija ob neposredni dejavnosti otrok, kar pa ne pomeni, da bi morali vso zakladnico človeškega znanja odkrivati od začetka. Nekateri zamisli so njihove, druge od drugih otrok ali od vzgojiteljice. Pomembno je, da zamisli soočimo z dejstvi, da jih kritično preverimo in po potrebi spremenimo, če tako narekujejo ugotovitve. S tako zasnovanim naravoslovjem se bodo otroci približevali pravi znanosti. Delovali in obnašali se bodo kot znanstveniki, le na njim primerni stopnji. Zato v poročilu navajam dodatne fizikalne vsebine, ki bi jih lahko uporabili v vrtcih, ki so po



mojem mnenju uporabne in zanimive, pa tudi primerne za krepitev generičnih kompetenc (GK). Natančneje opišem 8 novih tem oz. dodatnih dejavnosti s področja svetlobe, vzgona, vpojnih lastnosti materialov in elektrostatike, ki se dajo izvesti v igralnicah, s poskusi v obliki igre, in na sprehodih oz. ekskurzijah.

## 1 Svetloba [4]

### 1.1. Igra z baterijskimi svetilkami (4 do 6 let)

Otroci ob igri z baterijskimi svetilkami v temi opazujejo širjenje svetlobe, svetlobni snop, približevanje in oddaljevanje svetilke od stene in k steni. Baterijske svetilke tudi prekrivajo z različnimi predmeti, kot so npr. tkanine, črn papir, celofan... ter ugotavljajo prosojnost.

Poskus. V fizikalnem kotičku otrokom pripravimo različne baterijske svetilke, črn papir, celofan, tkanine, folijo. Drugi skupini otrok pa pripravimo diap projektor, grafoskop in svečo.

Zatemnimo en del prostora in ob igri otroke spodbujamo k razmišljanju, da ugotavljajo kje je svetloba svetilke bolj vidna – v zatemnjenem ali svetlem delu prostora, zakaj mislijo da je snop svetilke širši ali ožji, od česa je to odvisno (oddaljevanje, približevanje svetilke od predmeta, stene). S pomočjo praktičnega prikaza otroke spodbudimo, da ugotavljajo prosojnost – prižgane svetilke pokrivajo z roko in različnimi predmeti, kot so npr. tkanine, črn papir, celofan...

V sosednji, zatemnjeni, igralnici pa druga skupina raziskuje in se igra z umetno svetlobo skupaj z vzgojiteljico pomočnico (diap projektor, grafoskop, sveča).

Evalvacija. Otroci ugotovijo, da je svetloba svetilke bolj vidna v temnem prostoru, moč svetilke pa je odvisna od oddaljenosti od predmeta in seveda tudi od velikosti svetilke. S približevanjem oz. oddaljevanjem otroci ugotovijo, da se snop svetlobe širi oz. oži. Ugotovijo lahko tudi, da si umetno svetlobo



lahko ustvarimo sami – vklopimo ali izklopimo svetilko, diaproskop, grafoskop, pa tudi svečo. Sredstva, ki dajejo umetno svetlobo lahko premikamo, približujemo in oddaljujemo.

### 1.2. Lastna senca, senca dreves, stavb (4 do 6 let)

Kadar svetloba ne more prodreti skozi predmet, za njim pušča temno področje. Temu področju rečemo senca. Sence so najrazličnejših oblik in velikosti. Poskus poteka zunaj, enkrat na travnati površini, drugič na asfaltni površini.

Poskus. Otroke razdelimo v dve skupini. Najprej jih spodbudimo, da opazujejo senco drevesa. Vprašamo jih ali mislijo, da je senca vedno na istem mestu ali se spreminja. Na konec sence položijo kamenček. Povemo jim, da bomo čez pol ure zopet položili kamenček na konec sence in ugotavljali kaj se dogaja s senco. Ugotavljamo kdaj je senca najdaljša. Vprašamo jih lahko zakaj mislijo, da se senca spreminja in kaj bi bilo, če bi bilo oblačno. Z njimi lahko izdelamo preprosto sončno uro (palico zapičiš v tla – vsako uro na koncu palice označiš senco z malimi palicami).

Na asfaltni površini otroke pomočnica spodbuja k opazovanju lastne sence, sence prijatelja, sence odraslega. Senco otroci obrišejo s kredo. Senco spremljajo preko dopoldneva – kakšna je senca dopoldne in kakšna takrat ko gre domov. Lahko se tudi igrajo s premikajočimi se sencami (poskusi stopiti, skočiti na svojo senco, senco prijatelja, drevesa). Na igrišču lahko iščejo tudi druge sence (senca vrtca, klopi, peskovnika, gugalnice,...).

Evalvacija. Otroci opazujejo senco drevesa, kipa ni bila vedno na istem mestu. Po določenem času so ugotovijo, da se položaj in velikost sence spreminja. Pridobijo si tudi spoznanja, da je senca odvisna od oblike predmeta oz. figure, da se spreminja tako pri stvareh, ki se gibljejo, kot pri



stvarah, ki se ne gibljejo in sicer v daljšem časovnem razmaku preko dneva. Ugotovijo, da se senca daljša zaradi premikanja sonca na nebu.

### 1.3. Zrcala – opazovanje v zrcalu (4 do 6 let)

Ko se opazujemo v zrcalu, se svetloba z obraza odbije nazaj v oči. Zato vidimo svoj lastni odsev. Za zrcalo je značilen popoln odboj, kar pomeni, da se vsa svetloba, ki ga zadene, odbije. Ko postavimo nasproti dve zrcali, se odsev odbije od prvega na drugo zrcalo. Tam se spet odbije proti prvemu. Tako se slika odbija sem in tja in ustvarja na zrcalu mnoge podobe istega predmeta ali osebe.

Poskus. Otroke razdelimo v dve skupini. Skupina otrok, ki ostane v igralnici s pomočnico, se igra v fizikalnem kotičku z različnimi zrcali in alu folijo. Na zrcala polagajo igrače, spreminjajo nagib zrcala, ugotavljajo in primerjajo razliko odboja svetlobe med zrcalom in alu folijo; naredijo poskus z več ogledali in svečo, ki jo postavijo na sredino med ogledala ter ugotavljajo koliko sveč vidijo. Predmete opazujejo tudi tako, da dve zrcali postavijo tako, da se stikata v pravi kot. Lahko pa zrcalo postavijo navpično, eden od otrok se postavi ob njega tako, da ga zrcalo »prepolovi« in dvigne tisto nogo, ki se jo vidi v zrcalu. Ostali otroci pa opazujejo njegov odsev v zrcalu.

Druga skupina pa odide v umivalnico, kjer so velika zrcala. Otroke spodbudimo, da se pred zrcalom pačijo, izražajo čustva (veselje, jeza,...). Otroci se naj med sabo opazujejo, spodbujamo jih, da opisujejo kar vidijo v zrcalu. Ugotavljajo lahko tudi kaj se zgodi s sliko v zrcalu kadar se gledamo, mahamo z levo in z desno roko... spodbujamo jih lahko z vprašanji ali mislijo, da je leva stran telesa res leva, ali sta leva in desna stran telesa v zrcalu zamenjani. Zrcalne slike lahko pokažejo tudi z gibanjem – otroci prevzamejo vlogo zrcalne podobe ostalih otrok ter sledijo njihovim gibom.



Evalvacija. Otroci ugotavljajo razliko med odsevom v zrcalu in odsevom na alu foliji. Skupaj z vzgojiteljico iščejo razlage, zakaj se svetloba odbija od zrcala. Pri tem primerjajo svojo napoved z izidom poskusa ter prihajajo do določenih spoznanj na podlagi lastnih izkušenj. Ob opazovanju tako razmišljajo, raziskujejo, rešujejo probleme ter ubesedijo svoje ugotovitve.

## 2. Voda

### 2.1. Kako potuje svetloba v vodi (4 do 6 let) [4]

Svetloba ne potuje skozi vse snovi enako hitro – skozi vodo ali steklo prodira počasneje kot skozi zrak. Ko svetloba preide iz ene snovi v drugo, se njena hitrost spremeni. Hkrati pa se spremeni tudi njena smer. Lom svetlobe opazimo pri stiku dveh prozornih snovi.

Poskus. V igralnici, v fizikalnem kotičku pripravimo kozarce, slamice, žlice in gumbе. Otroci opazujejo predmete v praznem kozarcu. Nato pa jih spodbudimo z vprašanjem, kaj mislijo, kakšni bi bili videti predmeti v kozarcu, če bi vanj nalili vodo. Otroke spodbudimo k reševanju problema. V kozarce nalijemo vodo in otroci opazujejo predmete v vodi ter opišejo razliko – kako vidijo predmet.

V umivalnici lahko pripravimo tudi plastične vrečke z različnimi predmeti. Otroci ponovno najprej opazujejo predmete v praznih vrečkah, kasneje pa jim dolijemo vodo in vrečke zavežemo. Otroci opazujejo predmete v vrečkah, napolnjenih z vodo. Pri tem vrečk opazujejo predmete pri spreminjanju oblike vrečk zaradi njihovega stiskanja. Ugotavljajo kaj se zgodi s sliko predmeta v vodi. Pod vrečko napolnjeno z vodo opazujejo tudi svoje risbice.

Evalvacija. Pri poskusu smo pozorni na komentarje otrok, npr. »Vidim dve kocki.«. Pojasnijo naj zakaj npr. vidijo dve kocki. Predviden odgovor bi



lahko bil: »Zato ker je voda noter.« pri opazovanju svoje risbice pa lahko pričakujemo komentar: »Risbica se spreminja.«

Pri opazovanju slamice in gumba v kozarcu z vodo pa pričakujemo takšne komentarje: »Dva gumba vidim.«, »Slamica je na enem delu bolj debela, na drugem pa ne.« ali pa »Slamica je drugačna,... prelomljena.«

## 2.2. Plavanje/potopitev različnih predmetov v vodi (4 do 6 let)

Ali bo nek predmet plaval na vodi ali ne je odvisno od njegove gostote v primerjavi z gostoto vode, njegove oblike, materiala,...

Poskus. Otroke razdelimo v dve skupini, pri čemer bo ena skupina delala z navadno, druga pa s sladko ali slano vodo. Pripravimo dve posodi z vodo, pri čemer eno solimo. Izberemo tudi nekaj predmetov, ki jih bomo spuščali v vodo. Pri tem pazimo, da poiščemo tudi predmete istih oblik in velikosti, vendar različnih materialov (najprimernejše so kakšne kocke, npr. iz stiropora, papirja, lesa, plastike in kovine). Otroke pred vsakim poskusom spodbudimo, da povedo, ali mislijo, da bo predmet plaval na vodi ali bo potonil (sem štejemo tudi lebdenje) in zakaj. Dovolimo jim, da predmete pogledajo, pretipajo, potežkajo. Poskus lahko naredimo z enakimi kockami z različnih materialov, pa tudi s kamnom, kosom lesa, čolničkom iz plastelina in kroglo iz istega plastelina, gumijasto račko, svinčnikom in jajcem. Otroci naj primerjajo enake poskuse, izvedene v navadni vodi in močno slani vodi.

Evalvacija: Pričakujemo, da bodo lahko imeli otroci probleme pri ugotavljanju plavanja pri enakih kockah iz različnih materialov. Najverjetneje bodo vsi ugotovili, da bo kamen potonil in da bosta stiropor in račka plavala. Predvidevam, da bodo imeli nekaj problemov pri razumevanju zakaj čolniček iz plastelina plava, če pa ga stisnemo v kroglo pa potone. Vzgojiteljica jim



mora pojasniti, da je to zaradi oblike. Glede lesa in jajca pa bodo verjetno različni odgovori.

Otroci bi naj ugotovili, da nekateri predmeti, ki so v navadni vodi potonili, da pa plavajo oz. vsaj lebdiijo na slani vodi. Ugotavljali bodo, da je to očitno zaradi soli.

### 3. Vpojnost različnih materialov

Otroci imajo že kar nekaj izkušenj od doma glede vpojnosti različnih materialov. Zato jih lahko spodbudimo k razmišljanju s sledečim poskusom.

Poskus. Pripravimo plastenko z vodo, kozarec medu, Ketchup, in jajce. Pred otroke pa položimo leseno kocko, papirnate brisače, gobico, kuhinjsko krpo, brisalec (za umivanje oken) ter metlo. Dovolimo, da si lahko vse predmete podrobno pogledajo in se z njimi seznanijo. Nato jih seznanimo s poskusom. Namreč vzgojiteljica postopoma razliva različne snovi v plastično kadičko. Vsakič najprej vpraša otroke s čim bi katero snov najlažje pobrisali. Odgovore si beleži. Nato jim dovoli poskusiti z pobrisati razlito z izbranim predmetom. Pri tem spodbuja otroke, da komentirajo, če je odločitev pravilna, ali bi raje izbrali kaj drugega in če, kaj.

Evalvacija. Predvidevam, da bodo otroci prepoznali dobro vpojnost gobice in papirnatih brisačk in da bodo največkrat posegli ravno po njih. Mogoče bodo celo ugotovili, da je lažje pobrisati npr. med z gobico kot z brisačko. Verjetno pa bo kdaj odgovor tudi kuhinjska krpa. Medtem ko pa bi nikoli ne smeli vzeti za brisanje leseno kocko oz. metlo.

### 4. Elektrostatika [5]

#### 4.1. Poper in sol (4 do 6 let)



Ob drgnjenju plastične žličke z volneno krpo, dobi plastična žlička elektrostatični naboj. V nenaelektrenih zrnih se zaradi delovanja naboja na žlički naboj razdeli in zaznamo privlačno silo. Pojav imenujemo *influenca*. Ker je poper lažji od soli, skočijo na plastično žličko najprej poprova zrnca. Če pa hočemo na žlički imeti še zrnca soli, moramo žličko držati nižje.

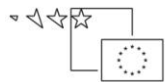
Poskus. Skupaj z otroci pripravimo prostor, kjer bomo izvajali poskus. Pripravimo sol in poper, plastično žličko ter volneno krpo. Najprej stresemo na krožniček manjšo količino grobo mlete soli, nato primešamo k soli malo mletega popra. Sledi vprašanje otrokom: »Kako bi najlažje ločili snovi?« Nato vzgojiteljica vzame plastično žličko in podrgne po njej z volneno krpo ter jo približa kupčku popra in soli. Poprova zrnca nemudoma »skočijo« na plastično žličko in obvisijo na njej.

Evalvacija. Ko se poper obesi na žličko jih lahko vprašamo zakaj menijo, da se je to zgodilo. Predviden odgovor je: »Zaradi statične elektrike.« Tudi na vprašanje kako je plastična žlička sprejela naboj bi morali dobiti odgovor: »Iz volnene krpe oz. zaradi drgnjenja z volneno krpo.« Nato jih lahko vprašamo zakaj so na žlički v večji meri poprova zrnca. Nekateri bodo ugotovili da zato, ker je poper lažji.

#### 4.2. Odklon vodnega curka z naelektrenim glavnikom (4 do 6 let)

Enaka razlaga kot pri prejšnjem poskusu, le da pride tu do privlaka med glavnikom in vodo.

Poskus. Otroke razdelimo v 5 skupin po 4, da bo poskus lažje izvedljiv in bolj viden za vse. Pripravimo plastičen glavnik in volneno krpo. Najprej podrgnemo glavnik po volneni krpi, nato narahlo odpremo pipo in naredimo »tanek« curek vode. Glavnik nato približamo curku vode. In zgodi se nekaj zanimivega. Ker naelektren plastični glavnik privlači curek vode, se ta odkloni. Elektrostatični naboj plastičnega glavnika privlači vodne delce, ki so nenabiti.



A v trenutku, ko pride voda v bližino glavnika, se naboj v kapljicah razdeli – pride do influence. Ker je na delu kapljice, ki gleda proti glavniku nasprotni naboj od naboja glavnika, je sila privlačna. »Čarovnija« se konča, ko se curek dotakne glavnika. Na koncu jim dovolimo, da tudi sami poskusijo.

Evalvacija. Najverjetneje bo tu potrebna dodatna razlaga, da gre tudi tu za statično elektriko. Tako lahko poskusijo otroci sami predvideti kaj se bo zgodilo z vodo, ko ji bomo približali naelektren glavnik. Pričakujemo lahko, da bo nekaterim jasno in bo odgovor, da jo bo potegnilo h glavniku, medtem ko drugi ne bodo razumeli.

## Literatura

1. Ivanka Čmak: Diplomsko delo. Igre in poskusi s svetlobo. UM, Pedagoška fakulteta. Oddelek za predšolsko vzgojo. Maribor, 2004
2. Uršula Vozlič: Diplomsko delo. Poskusi z električnim tokom v vrtcu. UM, Pedagoška fakulteta. Oddelek za predšolsko vzgojo. Maribor, 2004



## **Predlog nove učne vsebine: Učenje desetprstnega tipkanja**

*mag. Tomaž Bratina*

*Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru*

### **Tipkovnica kot temeljna vhodna enota**

Kljub hitremu in obsežnemu razvoju naprav, ki se priključijo na računalnik je tipkovnica ostala in bo ostala še naprej prvi in v glavnem edini zanesljiv pripomoček, pri komunikaciji z računalnikom kot napravo in med uporabniki. Različnim poskusom olajševanja vnosa podatkov, tipkovnice uspešno kljubujejo. Tudi miška, kot relativno enostavno uporabna vhodna enota, ne more zadostiti potrebam sodobne komunikacije, ki še vedno temelji na pisnih sporočilih, ne glede na možnost zvočne in/ali slikovne komunikacije.

Da se bo tipkovnica kot najpomembnejša vhodna enota ohranila še veliko časa, kažejo tudi navade tako mladostnikov kot odraslih, ki za medosebno komunikacijo najpogosteje uporabljajo pisna sporočila. To je vidno tako pri mobilnih telefonih, kjer namesto klicev raje pošiljamo kratka sporočila (SMS), ki so glede na količino prenesen informacije veliko dražja, kot tudi pri vseh ostalih oblikah komunikacije.

Elektronska pošta je neizmerno razširjena, razne klepetalnice, forumi in spletne skupnosti temeljijo na velikih količinah besedila. Razlogi da raje posegamo po pisnem komuniciranju namesto neposrednega, so seveda čisto psihološke narave, kar pa presega okvire tega zapisa.

### **Uporaba tipkovnice**



Ne glede na določene poenostavitve vpisovanju besedil s pomočjo raznih vrst tipkovnic, je tipkanje še vedno opravilo, ki se ga moramo naučiti in nam lahko povzroča veliko težav. Največja je počasnost in nezanesljivost, kar prinaša veliko tipkarskih napak ter posledično veliko popraviljanja. Prav tako nam težave pri tipkanju odvrtačo pozornost od dejanskih problemov in povzročajo utrujenost ter tudi poškodbe. (Kogoj, 2004).

Bolj kot poškodbe, nas v okviru razvijanja naravoslovnih kompetenc mora zanimati vpliv odvrtačanja pozornosti od dejanskega problema. Dejstvo je, da se v sodobnem poučevanju ne moremo izogniti uporabi računalnikov in s tem povezani uporabi tipkovnice.

## Učenci in tipkovnica

Učenci se že v predšolski dobi srečajo s tipkovnico, ki jo v tej dobi sicer poskuša nadomestiti miška, vendar morajo vsako bolj obširno komunikacijo uporabiti tipkovnico. Pa naj si bo to običajna tipkovnica ali tista na mobilnem telefonu.

Ker so tipkovnice okorne in za otroke tudi prevelike, povzročajo določen odpor in posledično tudi odvrtačanje pozornosti kar otežuje uspešno delo. Možna rešitev zgodnjega učenja ali bolje rečeno privajanja na tipkovnico in tipkanje je uvedba otrokom primernih tipkovnic kot je izdelek podjetja Crayola, ki ga prikazuje 20.



Slika 20: Otroška tipkovnica Crayola

Takšna rešitev je gotovo dobra, vendar se moramo zavedati, da je v praksi težje uresničljiva. Za uporabo tovrstnih tipkovnic, bi bilo potrebno opremiti vse računalnike, ki jih uporabljamo pri pouku naravoslovja, ali pa vedno znova zamenjevati običajne tipkovnice z otroškimi in nazaj. Tega pa si večina šol ne bo mogla privoščiti tako iz finančnih kot organizacijskih razlogov.

### Pravilna uporaba tipkovnice

Ker glede na dejansko stanje nimamo druge izbire, moramo pričeti s spoznavanjem običajne tipkovnice na kar se da nevsiljiv način. Zavedati se moramo, da bodo učenci iz dneva v dan pogostejše uporabljali tipkovnico pri različnih oblikah razvijanja naravoslovnih in tudi drugih kompetenc. Zato je nujno potrebno učence pričeti usposabljati za pravilno in učinkovito uporabo tipkovnic. Pravzaprav lahko uporabo tipkovnice zapišemo kot eno od ključnih kompetenc, neodvisno od področja.

### Uporaba tipkovnice in tipkanje kot nova specifična kompetenca

Na področju razvoja kompetenc v naravoslovju, ki v svojih didaktičnih pristopih in strategijah zelo pogosto vključuje uporabo IKT, s poudarkom na uporabi računalnika, je mogoče uporabo tipkovnice šteti tudi med specifične kompetence. Zato je za spodbujanje razvoja in pridobivanja omenjene



kompetence, potrebno uvesti novo vsebino in didaktično strategijo, učenje deset prstnega tipkanja.

Ta kompetenca ne more biti več izključno domena administrativnega osebja, ampak mora postati pridobitev, ki omogoča dvig ravni kompetenc. Največja prednost pravičnega tipkanja, da lahko med tipkanjem gledamo na zaslon in tipkarske napake takoj popravljamo (Desetprstno tipkanje, 2007). Obenem desetprstno tipkanje omogoča hitrejšo in manj obremenjujoče delo, pozornosti je lažje usmerjena v reševanje problemov in posledično ostane več časa za razmišljanje. Prav naštetu pa je ključnega pomena na področju naravoslovja.

V Avstriji so v letu 2003 uvedli pilotski projekt, kjer na 17 dunajskih osnovnih šolah poskusno izvajajo učenje desetprstnega tipkanja. Kot prednost tovrstnega učenja vidijo spodbudo motoričnim sposobnostim otrok in koordinirano uporabo leve in desne možganske polovice. Tovrstno učenje bi na bilo koristno tudi za legastenike in otroke z nekaterimi motnjami v razvoju (Slepo tipkanje, 2008).

## **Uvedba učenja desetprstnega tipkanja**

Uvajanja učenja desetprstnega tipkanja se je potrebno lotiti nevsiljivo, premišljeno in ne prehitro ter skozi daljše časovno obdobje. Tudi proces vzdrževanja in osveževanja znanja, mora potekati skozi določeno časovno obdobje.

### **Zgodnje spoznavanje**

Nedvomno je potrebno z učenjem pričeti takoj ob vstopu v šolo. Učenci se s tipkovnico seznani na preprost način, skozi igro in v krajših časovnih



odsekih. Na tej stopnji predlagamo enostavne vaje tesno povezane s spoznavanjem črk in števil ter njihovo kasnejšo identifikacijo na tipkovnici.

Učenje ne sme biti naporno, veliko pozornosti pa je potrebno posvetiti ohranjanju znanja. Za učenje so na tej stopnji primerni različni programski pripomočki, kjer učenec s pritiskom na izbrano tipko dobi povratno informacijo v obliki prijetnega zvoka ali melodije. Naslednja možnost je uporaba slikovnih predlog, kjer učenec uporablja le omejeno število tipk. Predvsem je ključnega pomena, da pri učencu spodbujamo prijetna občutja in občutek enostavnosti uporabe.

Pri zgodnjem spoznavanju dela s tipkovnico je sicer potrebno omeniti pravilno držo rok, vendar ne smemo tega zahtevati, ker obstajajo fiziološke omejitve, zaradi razvitosti rok, predvsem pa prstov.

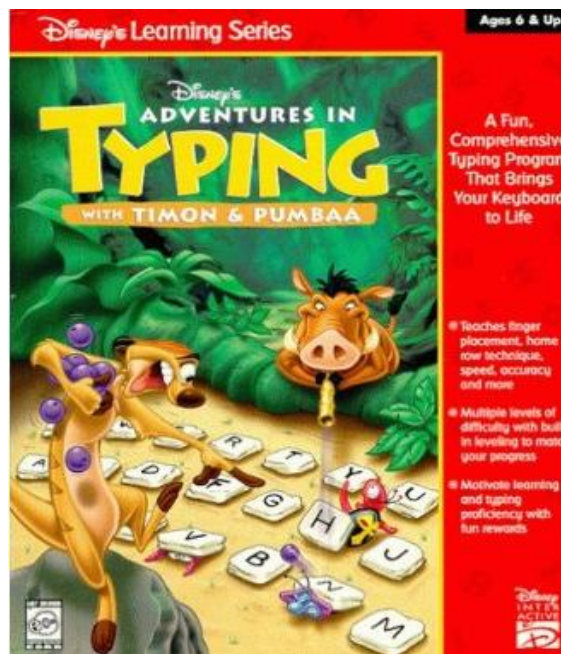
Prav tako je treba upoštevati mnenja, da učenje tipkanja ni primerno za učence mlajše od 7 let, saj imajo v tem obdobju veliko težav s prepoznavanjem črk in besed (Gudmundsen, 2001).

## Nadaljevalno spoznavanje

Po mnenju Gudmundsenove so otroci med 7 in 10 letom starosti že pripravljeni za uporabo tipkovnice in tipkanje. Vendar v tej starosti še ne moremo pričeti z zahtevnejšim učenjem oziroma poučevanjem tipkanja. Najbolj primerno je učenje spodbujati s temu namenjenimi izobraževalnimi igricami, ki so dovolj zabavne in zanimive ter spodbujajo pravilno tipkanje (Gudmundsen, 2001). Primera tovrstnih izobraževalnih igrice za učenje tipkanja sta »Typing with Timon & Pumbaa« in »JumpStart Typing«. Izobraževalni igrici



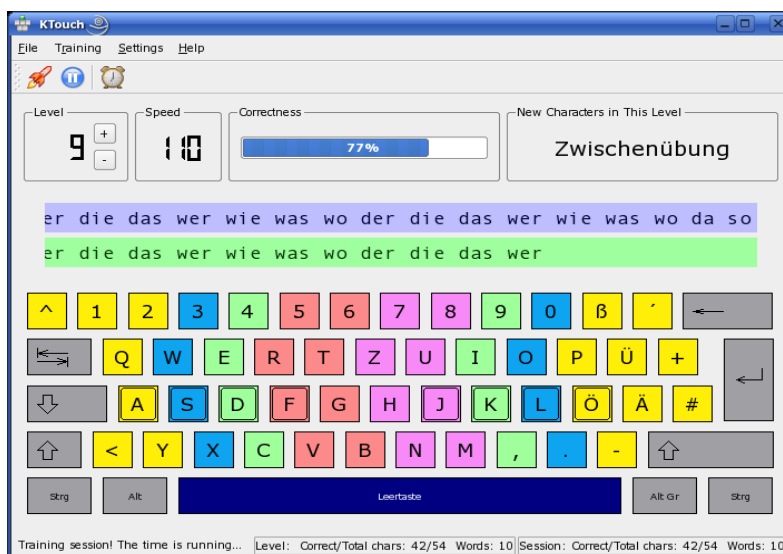
sta sicer v angleščini, vendar bi z ustreznim učiteljevim vodenjem to ne smelo povzročati težav.



Slika 21: Izobraževalna igrica za učenje tipkanja »Typing with Timon & Pumbaa«

V slovenskem jeziku trenutno ni tovrstne programske opreme, obstaja pa nekaj odprtokodnih programov, ki bi jih z ustrezno prilagoditvijo bilo mogoče uporabiti tudi v ta namen (Didaktika, 2008).

Opozoriti je potrebno na odprtokodni program KTouch, ki pa je zaenkrat namenjen le okolju Linux. Program se neprestano razvija in izpopolnjuje, koda je prosto dostopna in omogoča prilagoditve za kateri koli jezik. Tako ga je mogoče prilagoditi tudi za tipkanje v slovenskem jeziku (KTouch, 2007).



Slika 22: Odprtokodni program za učenje tipkanja »KTouch«

Tudi na tej stopnji učenje ne sme biti naporno, poteka pa lahko že v nekoliko daljših časovnih intervalih in z več vaje. Učenje naj bo kombinacija osveževanja znanja in pridobivanja novih spretnosti. Na tem nivoju lahko že pričnemo spoznavati najpogostejše kombinacije tipk.

## Zahtevnejše spoznavanje – učenje

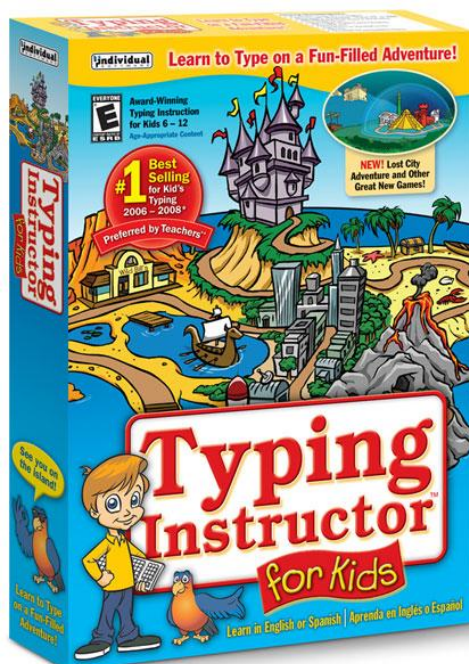
Otroci do 10 leta starosti se najlažje spoznajo s tipkanje skoti igro, medtem ko je zahtevnejše poučevanje in učenje tipkanja primerno za otroke od starosti 11 let in naprej. (Gudmundsen, 2001). Zato je v tej starosti že primerno pričeti spoznavati nabor funkcijskih tipk in njihovega pomena ter učinkov njihove uporabe.

Za učenje v tem obdobju lahko pričnemo uporabljati nekoliko bolj zahtevne izobraževalne pripomočke v obliki izobraževalnih iger in druge izobraževalne programske opreme. Še vedno pa mora biti učenje zanimivo in zabavno. Primer takega učnega pripomočka za učenje tipkanja je »Typing Tutor 10«, ki spodbuja učenje z uporabo igrice v stilu arkadnih igrice in različnimi zanimivimi odlomki iz knjig ali revij.



Slika 23: Učni pripomoček za učenje tipkanja »Typing Tutor 10«

Učenje tipkanja je lahko zanimivo tudi z uporabo izobraževalnih programov, katerih primer je »Typing Instructor«, ki omogoča uporabo na različnih starostnih stopnjah, tudi odraslih. Na voljo pa je v izvedenkah za osnovne, srednje in tudi višje šole .



Slika 24: Učni pripomoček za učenje tipkanja »Typing Instructor«

Žal so predstavljeni učni pripomočki v tujem jeziku, vendar predvidevam, da bi ob odločitvi za uvedbo učenja desetprstnega tipkanja uspeli mobilizirati domače znanje ali doseči zanimanje proizvajalcev za modifikacijo njihovih izdelkov.

Učenje tipkanja že lahko poteka z nekaj večjo količino besedila, še vedno pa moramo poskrbeti, da so vsebine dovolj motivativne. Najbolje je, da učenci pišejo besedila o temah, dogodkih, stvareh, ki jih zanimajo, se jih veselijo ali so z njimi imeli prijetne izkušnje. Spet pa moramo biti pozorni na količino besedila in paziti, da ne pride do utrujenosti. Pojav utrujenosti omejimo s smiselno določenim časom dela in deloma z zanimivimi vsebinami.

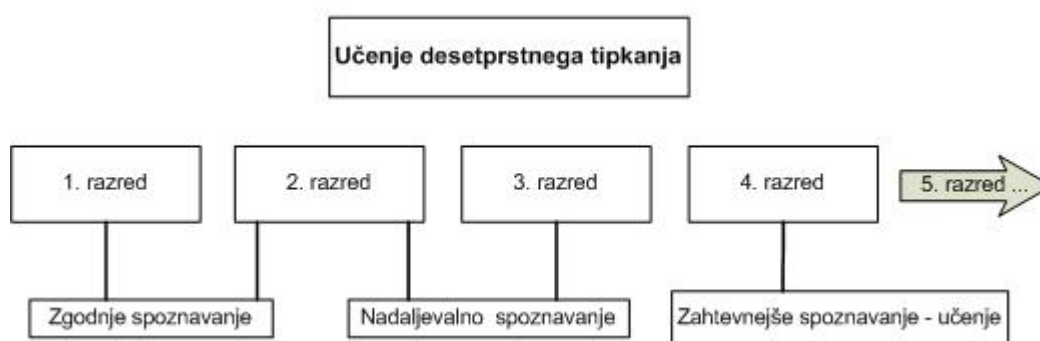
Pogostost učenja tipkanja načrtujemo tako, da dosežemo ustrezno učinkovitost ter ohranjamo formo za tipkanje. Morda je v tej starosti že primerno, da učenci nekaj izdelkov v okviru domačih nalog ali drugega



samostojnega dela, oddajo tudi v tipkani obliki, seveda v primernem obsegu. Prav na primeren obseg moramo biti še posebej pozorni.

### Vsebinsko zaporedje učenja desetprstnega tipkanja

Glede na nujno upoštevanje razvojnih psihofizičnih omejitev učencev predlagam uvajanje učenja desetprstnega tipkanja po sledu v prejšnjih poglavjih opisanih ravni. Shematsko, predlagano zaporedje prikazuje 25.



Slika 25: Shema učenja desetprstnega tipkanja skozi učna obdobja učencev

### Sklep

Uvajanje učenja desetprstnega tipkanja je za razvoj naravoslovnih kompetenc velikega pomena. Ta pomen je največji iz vidika učinkovite uporabe učnih pripomočkov ter vsebin, ki neposredno ali posredno spremljajo sam učni proces. Rezultati projekta bodo nedvomno dali odgovore in smernice za dvig kompetenc, ki bodo v veliki meri vključevali tudi uporabo IKT. Prav uporaba IKT pa najpogosteje vključuje osebni računalnik, katerega vhodna enota je tipkovnica. Pravilna uporaba tipkovnice ali natančneje, pravilno in učinkovito desetprstno tipkanje pa prinaša pomemben prispevek še učinkovitejšemu razvoju posameznih kompetenc. Desetprstno tipkanje bi lahko glede na pomen uvrstili med nabor ključnih, če ne celo specifičnih naravoslovnih kompetenc in tudi širše.

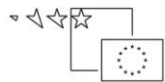


## Literatura

1. *Desetprstno tipkanje*. (2007). Prevezeto 6 2009 iz Gsobar: [http://files.gsobar.uni.cc/GRADIVA\\_informatika\\_omrezja\\_baze/colos/informatika/INFORMATIKA/Podatki\\_in\\_informacije/Desetprstno\\_tipkanje/desetprstnoTipkanje.htm](http://files.gsobar.uni.cc/GRADIVA_informatika_omrezja_baze/colos/informatika/INFORMATIKA/Podatki_in_informacije/Desetprstno_tipkanje/desetprstnoTipkanje.htm)
2. *Didaktika*. (18. 8 2008). Prevezeto 6 2006 iz Moj Mikro: [http://www.mojmikro.si/prezivei/didaktika/didakticni\\_programi\\_za\\_gnu\\_linux](http://www.mojmikro.si/prezivei/didaktika/didakticni_programi_za_gnu_linux)
3. Gudmundsen, J. (17. 8 2001). *Children Learn to Master Typing*. Prevezeto 6 2009 iz Computing with kids.com: <http://www.computingwithkids.com/column/2001817.asp>
4. Kogoj, T. (30. 8 2004). *Poškodbe pri delu z računalnikom, 2.del*. Prevezeto 6 2009 iz Slotech: <http://slo-tech.com/clanki/04013/>
5. *KTouch*. (2007). Prevezeto 6 2009 iz KDE: <http://ktouch.sourceforge.net/development.php>
6. *Slepo tipkanje*. (28. 5 2008). Prevezeto 6 2006 iz Žurnal 24: <http://www.zurnal24.si/cms/novice/index.html?id=50841>
7. *Typing Instructor*. (2009). Prevezeto 6 2009 iz Individual Software: <http://www.typinginstructor.com/>
8. *Typing Tutor 10*. (2009). Prevezeto 6 2009 iz Smart Kids Software: <http://www.smartkidssoftware.com/ndkna93.htm>



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

# KEMIJA



## Uvodnik

Dr. Nika Golob

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Izhodišče in vodilo za delo v obdobju od aprila do junija 2009, je bila v projektu predvidena aktivnost:

**S1.06** Pregled in izbor novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij) na področju kemije, biologije in fizike, ki jih je smiselno oziroma potrebno vključiti v šolo.

**Rezultat:** Pregled in izbor znanstvenih tem in sodobnih specialno- didaktičnih strategij/modelov (kemija, biologija, fizika).

**Kazalnik:** Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 6.

Večina sodelavcev projekta iz kemijske skupine je svoje delo v tem obdobju namenila pregledu in izboru novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij), ki jih je smiselno oz. potrebno vključiti v šolo z namenom razvijanja generičnih kompetenc pri katerih se glede na mednarodne študije pri naših učencih in dijakih kaže primanjkljaj. Seveda nudijo tudi odlično priložnost povezave in nadgradnje v izdelavi učnih gradiv, ki so naloga nadaljevanja dela projekta.

**Dr. Margareta Vrtačnik** v svojem prispevku *Nove kemijske vsebine* predstavi publikacijo »Cutting edge chemistry« (Mejna področja kemije), ki na dijakom primeren način približa izbor tem, ki so jih ugledni znanstveniki in industrijski kemiki prepoznali kot pomembne na prelomu v 21. stoletje ter kontekstualno zasnovan učbenik »Chemistry in Context« (Kemija v kontekstu). Pri predstavitvi avtorica predlaga možnosti načrtovanja gradiv za učence, ki bi lahko temeljila na predlaganih vsebinah publikacije. V svojem drugem prispevku pa avtorica obravnava *Sodobne didaktične pristope poučevanja*



kemije, za katere je značilno, da bodo namesto zgolj pomnjenja znanja, spodbujale pri učencih in dijakih višje miselne procese kot so: samostojno odkrivanje znanja, analiza, sinteza in vrednotenje znanja ter hkrati spodbujale učenje v skupini. Pri tem izpostavi izkustveni / miselni pristop ter učenje kemije z načrtovanjem – uporaba IKT.

V prispevku *Novi koncepti in vsebine pri poučevanju kemije* se **dr. Andrej Godec** zavzem za izvedbo naravoslovnih dni, ki bi bili namenjeni posameznim sklopom kemije. Kot aktualno predlaga »zeleno kemijo« ali še bolje interdisciplinarno obarvane naravoslovne teme. V nadaljevanju se osredotoča na predloge novih znanj in konceptov predvsem za gimnazijske programe, ki temeljijo na termodinamskem pristopu k obravnavi energijskih sprememb pri procesih, redu oz. neredu, radioaktivnemu sevanju v našem življenju, hitrosti procesov ter ravnotežju.

**Dr. Nataša Bukovec** predlaga, da pripravo gradiv usmerimo v vsebine, ki so predlagane v prenovljenem učnem načrtu kemije za gimnazije, posebno za tiste, kjer je predvideno projektno delo oz. izkustveno učenje. V svojem prispevku razdela predlagane teme ter jih usmeri v drugačen vidik na videz ustaljenih in že znanih tehnologij in postopkov, če je ob tem upoštevano načelo trajnostnega razvoja. Zato predlaga, da pripravo gradiv usmerimo tudi v gradiva, ki bodo prikazovala principe »zelenih kemij«.

*Sodobno pojmovanje učinkovitih pristopov poučevanja in učenja kemije* **dr. Vesna Ferk Savec** naslanja na učence/dijake osrediščen pouk, ki podpira aktivno udeležbo v procesu pridobivanja znanja. Pri tem predstavi šolsko realnost, kjer se še vedno premalo uporabljajo sodobne učne oblike in metode tako na osnovnošolski kot srednješolski populaciji učencev oz. dijakov. Izsledki raziskave med slovenskimi učitelji kažejo na željo po izboljšanju znanja o uporabi samostojnega eksperimentalnega dela učencev in dela v



parih, priprava raziskovalnih nalog, uporaba IKT, povezovanje treh ravni predstavitve kemijskih pojmov, terensko in projektno delo ter igre vlog. Gradiva, ki jih bomo pripravljali v nadaljevanju projekta, so tako lahko zasnovana na pričakovanih učiteljev, pri čemer je znova poudarjen pristop z uporabo konteksta. Projekt ponuja tudi možnost izboljšanja komunikacije med raziskovalci in učitelji, ki lahko odlično prispeva k izboljšanju stanja v naših šolah tudi na dolgi rok z uvedbo akcijskega raziskovanja učiteljev.

**Dr. Nika Golob** natančneje predstavi in utemelji potrebo ter doprinos *Izkustvenega učenja* v pouk, ki omogoča povezavo med izkušnjami realnega sveta ter pridobljenim teoretičnim znanjem, kakor tudi osmišljanje in zavzemanje stališč ter odgovornega ravnanja pri doseganju ciljev okoljske vzgoje, kot pomembne interdisciplinarne naravoslovne teme. Pri tem izpostavi potrebo po izvedbi vseh faz izkustvenega učenja in ne le kopičenju vedno novih izkušenj, ki neosmišljene ne vodijo do povezujočih znanj in vedenj.

V zaključnem delu je **dr. Janja Majer** obširno predstavila *Sodelovalno učenje* ki podpira predvsem razvoj kompetence "udejanjanja medosebnostnih spretnosti, navezujoč se na sposobnost interakcije z drugimi osebami in pri delu v skupini". Pri tem se naslanja tudi na tuje ugotovitve, da so dokazane prednosti računalniško podprtega sodelovalnega učenja, ki prispeva k boljšemu razumevanju novih pojmov, to pa se odraža v razvoju čustvenih in socialnih interakcij med učenci, pozitivni samopodobi, notranji motivaciji, samokontroli in samokritičnosti ter samostojnosti. Ob tem predlaga zasnovo novih modelov vpeljave sodelovalnega učenja v pouk kemije.

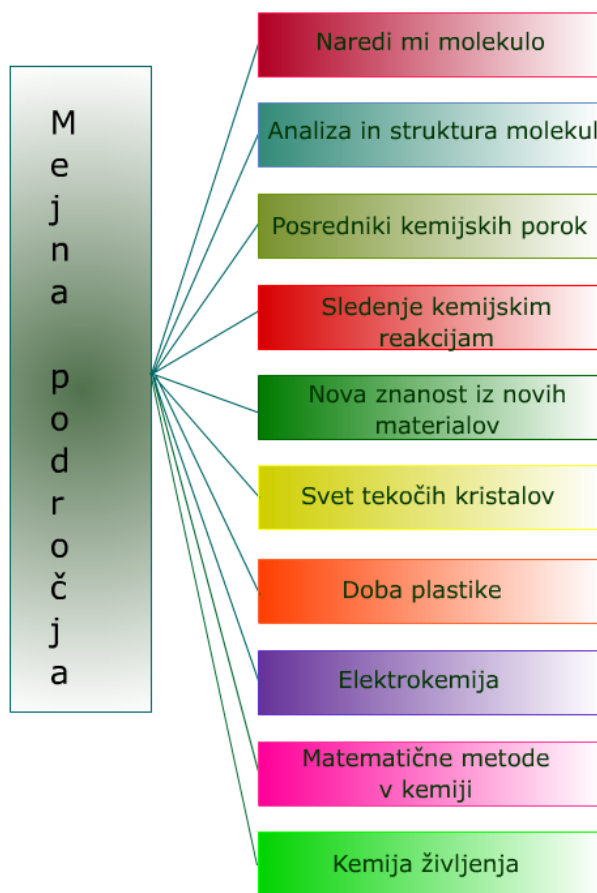


## Nove kemijske vsebine

*Margareta Vrtačnik*

Leta 2000 je Kraljevsko kemijsko društvo iz Velike Britanije (Royal Society of Chemistry) izdalo zelo odmevno publikacijo »Cutting edge chemistry«, kar lahko prevedemo kot »Mejna področja kemije«. Delo izhaja iz publikacije »Age of the molecule« (»Doba molekule«), katere izdajo je vodil dr. Denise Rafferty, v pripravljalnem odboru pa so sodelovali ugledni angleški znanstveniki, med njimi tudi profesor Sir Harry Kroto iz Univerze v Sussex-u, ki si je 1996. leta delil skupaj z R.F. Curl-ijem in R. Smalley-jem za pionirsko delo na področju fulerenov Nobelovo nagrado za kemijo.

Mejna področja kemije je delo, ki so ga ugledni znanstveniki in industrijski kemiki namenili dijakom in učiteljem kemije, v želji, da bi ti pridobili vpogled v najnovejše kemijske raziskave, ki potekajo tako v raziskovalnih laboratorijih velikih industrijskih firm, kakor tudi na vodilnih univerzah in inštitutih širom po svetu in predstavljajo področja intenzivnih raziskav in industrijskega razvoja na prelomu v 21. stoletje. V delu je na slikovit in poljuden način predstavljenih deset najbolj »vročih« in tudi industrijsko pomembnih raziskovalnih smeri kemije. Predstavljene so na shemi 1.



Shema 1: Členitev mejnih področij kemije

Če se torej vprašamo, katere so tiste nove vsebine, ki naj bi jih projekt prinesel v našo šolsko prakso, verjetno ni potrebno kaj dosti iskati, saj nam jih kar nekaj ponujajo avtorji omenjene knjige. Seveda ne bo mogoče na didaktično ustrezen način znotraj projekta predstaviti vsa naštetá področja, saj so izredno obsežna in nekatera še vedno prezahtevna za raven kemije naše srednje šole, vendar pa nam že hiter vpogled daje kar nekaj idej za nadaljevanje dela.

### Podrobnejši prikaz vsebine posameznih poglavij

*Naredi mi molekulo* – poglavje je namenjeno prikazu razvoja organske sinteze, njenemu pomenu za razvoj novih materialov in zdravil. Predstavljeni so prvi začetki, podan razvoj od enostavnih do kompleksnejših primerov



organskih sintez in novejši trendi, ki vključujejo tudi predstavitev pristopov kombinatorne kemije.

Ponuja se kar nekaj možnosti za vključitev v projekt v obliki študij primerov, načrtovanja sintez in podobno.

*Analiza in struktura molekul* – poglavje predstavi inštrumentalne metode analize, ki se uporabljajo za določanje strukture molekul, vendar ne pozabi poudariti tudi pomena klasičnih kemijskih metod. Na primerih so predstavljene osnove vidne, UV in infrardeče spektroskopije, masne spektrometrije, rentgenske, nevtronske in elektronske difrakcije ter jedrske magnetne resonance.

To poglavje nikakor ne dobi ustrezno mesto v srednješolskih programih kemije, pa čeprav ga najdemo npr. v projektu Nuffield Chemistry že l. 1970 kot redni del srednješolskega programa. V projektu se nam ponuja možnost, da vsaj delno nadomestimo zamujeno.

*Posredniki kemijskih porok* – v poglavju je predstavljena zgodovina katalize, njen pomen v industriji, princip delovanja katalizatorjev, homogena in heterogena kataliza, katalitični cikel in bodoči izzivi na področju razvoja novih katalizatorjev.

Poglavje je v naših novih programih kemije za gimnazije podhranjeno, kazalo bi ga v znatni meri dopolniti v skladu z novimi trendi in ilustrirati z analizo pomena katalize v kemijski industriji ter s problemsko zasnovanimi eksperimentalnimi učnimi gradivi.

*Sledenje kemijskim reakcijam* – poglavje predstavi uporabo sodobnih spektroskopskih metod in laserskih tehnik za študij molekulske dinamike. Zaključni se s predstavitvijo tehnik za študij reakcij med ioni in molekulami v zvezdah in s kratkim opisom bodočega razvoja molekulske dinamike.



Poglavje presega raven kemije v naših šolah in ne vidim možnosti njegove umestitve.

*Nova znanost iz novih materialov* – poglavje je namenjeno predstavitvi novih materialov: mešanice kovinskih oksidov z nenavadnimi električnimi in magnetnimi lastnostmi, majhnih skupkov kovinskih atomov v velikosti 1 nm in novih vrst ogljikovih makromolekul – fulerenov. Nakazana je tudi uporaba teh novih materialov v razvoju vedno manjših in bolj zmogljivih računalnikov.

Poglavje ponuja veliko možnosti prikaza kemije v kontekstu. Je tudi izrazito indisciplinarno, saj lahko povežemo kemijo, fiziko in računalniško tehnologijo.

*Svet tekočih kristalov* – poglavje predstavi strukturo in kemizem tekočih kristalov, razvoj in uporabo ter bodočnost tekočih kristalov.

Poglavje, zaradi uporabne vrednosti tekočih kristalov in neposrednih izkušenj z dnevno uporabo tekočih kristalov, in vendar ob nepoznavanju njihovih značilnosti in delovanja, kar kliče po vključitvi v program.

*Doba plastike* – poglavje je namenjeno prikazu razvoja in uporabi sintetičnih polimerov z nakazano prihodnostjo razvoja.

Kljub izrednemu pomenu polimernih materialov je tema o polimerih črtana iz novega učnega načrta za kemijo v osnovni šoli, le nekaj značilnih predstavnikov je vključenih v posamezne sklope funkcionalnih skupin organskih spojin. S tem je izgubljena celovitost teme in zmanjšan njen pomen in kontekst. Toda pri nas je očitno, da imajo učitelji glavno besedo pri odločanju o pomenu posameznih vsebin. Zanimarjeno kaže v sklopu projekta popraviti.



*Elektrokemija* – poglavje obravnava kemijo rjavenja, ekstrakcijo kovin iz rud, elektrokemijske procese v živih celicah, načrtovanje boljših baterij, uporabo elektrokemije pri dekontaminaciji onesnažene zemlje, pomen elektrokemije v merjenju ravni sladkorja pri diabetikih. V zaključku je strnjeno podana bodočnost elektrokemije.

V poglavju najdemo lahko veliko eksperimentalnih izzivov, ki bi jih kazalo razviti v sklopu projekta.

*Matematična kemija in navidezni laboratorij* – poglavje predstavi uporabo matematičnih metod in računalniške grafike za študij in vizualizacijo zgradbe molekul in njihovih lastnosti. Opisana so načela molekulskega modeliranja z uporabo kvantne mehanike in molekulske mehanike ter molekulsko simuliranje. Tudi to poglavje v zaključku predstavi bodočnost področja.

Vizualizacija zgradbe molekul in kristalov, ki jo ponuja specialna informacijsko komunikacijska tehnologija, brezplačno dostopna vsem učiteljem, učencem in dijakom, še vedno ni prodrla v naše v šole v polni meri, kljub njenemu pomenu za razumevanje lastnosti in reaktivnosti molekul. V projektu se nam ponuja veliko možnosti, da nadoknadimo zamujeno.

*Kemija življenja* – poglavje poveže biologijo, kemijo in medicino oz. farmacijo. Namenjeno je predstavitvi prvega sintetičnega zdravila, na primeru penicilina nato razloži delovanje zdravil, v nadaljevanju so predstavljeni zgradba proteinov, njihova sinteza, pomen steroidnih hormonov, zgradba DNK in njen pomen v načrtovanju novih zdravil, genski inženiring in v zaključku še vpogled v bodoče izzive kemije, biologije in medicine.



Tema ponuja tako zaradi svoje interdisciplinarne naravnosti, kakor tudi pomena za naše življenje, številne izzive za zasnovo novih didaktičnih pristopov, ki kemijo predstavijo v kontekstu.

### Kaj se lahko naučimo?

Kemijske teme, ki predstavljajo na prelomu v novo tisočletje izziv tako za vrhunske raziskovalce, kakor tudi za industrijo in tržišče:

- so vse izrazito interdisciplinarne, v njih se prepletata teoretično in praktično znanje kemije s fiziko, biologijo, farmacijo, medicino, računalniško tehnologijo, varovanjem okolja in tehnologijo,
- za vse je značilna tesna povezanost bazičnih raziskav z aplikativnimi in tudi že tržno uspešnimi primeri uporabe, kar pomeni, da ponujajo veliko možnosti za vključevanje v različne, učencem in dijakom vsaj izkustveno poznane kontekste,
- v vseh lahko zasledimo razvojnost, ki je ena od temeljnih značilnosti znanstvenega raziskovanja.

### Predlog

Namesto, da iščemo nove vsebine po posameznih naravoslovnih področjih in jih obdelujemo v svojih »gredicah«, združimo moči, izberimo nekaj tem in jih obdelajmo v sodelovanju kemika, fizika in biologa tako vsebinsko, kakor tudi didaktično korektno. Tako bomo dobili resnično nova, kvalitetna gradiva, ki bodo v naši šolski praksi predstavljala uveljavitev temeljnih didaktičnih načel nove izobraževalne paradigme, ki so: **aktivnost učencev/dijakov, problemska naravnost vsebine, povezanost z življenjem in interdisciplinarnost.**

### In kemija za šolsko rabo



## Kemija v kontekstu

Ključni besedi, na kateri često naletimo tudi v našem kemijskem izobraževalnem prostoru sta »kontekst« in »avtentičnost«. Slovar Marrian Webster Online opredeli kontekst kot:

- del besedila, ki obkroža besedo ali stavek in ima namen razjasniti pomen besede oz. stavka;
- povezane okoliščine, v katerih nekaj obstaja ali se pojavi, postavitev.

Slovar MSN Encarta opredeli besedo avtentičen kot:

- ne zlagan oz. kopiran; izviren, originalen kot nasprotje kopiran, povzet
- resničen, vreden zaupanja.

Oba pojma imata v izobraževanju še dodaten pomen, kontekst lahko razumemo kot umeščanje abstraktnih naravoslovnih pojmov v učencem/dijakom poznane življenjske situacije, ki so povezane s problemi družbe oz. povezovanje novih pojmov z izkuštvami učencev/dijakov. Ustrezno izbran kontekst naj bi učencem/dijakom pomagal osmišljati nove pojme in jih povezovati z že znanimi pojmi ali procesi. Beseda avtentičnost, ki največkrat nastopa v povezavi kot npr. »avtentična naloga«, naj bi pomenila nalogo, ki jo bo učenec/dijak dojel kot resničen, življenjski problem in izziv, katerega rešitev je zanj pomembna in bo zato motiviran za njeno reševanje.

Zaradi pomena konteksta za osmišljanje abstraktnih pojmov, se je v kemijskem izobraževanju že v osemdesetih letih prejšnjega tisočletja pojavil prvi kemijski izobraževalni projekt z naslovom »*Chemistry in the Community – Kemija v družbi*«, ki je postavil obravnavo kemijskih pojmov v objektiv družbenih problemov. Trend, ki ga je začela skupina predanih učiteljev pod vodstvom prof.dr. H. Heikenina, se je v treh desetletjih samo še ojačal, pridružile so se številne države v sklopu EU, npr. Nemčija, Francija, Velika Britanija, Nizozemska in najbrž še katera. Slovenci smo sicer prevedli »*Chemical Storylines, Salters Advanced Chemistry*« projekt in ga poimenovali



»Kemija 2000«, vendar smo pametno ugotovili, da je pristop primeren le za strokovne šole, nikakor pa ne za naše elitne šole – gimnazije.

Najnovejši učbenik oz. projekt, ki povezuje kemijo z družbo je »Chemistry in Context«, je šesta dopolnjena izdaja iz 2009. leta, ugledne založbe McGraw-Hill. Projekt je nastal pod okriljem ameriškega kemijskega društva. Projekt ima tudi svojo spletno stran, kjer so učiteljem dostopna dodatna gradiva in ponujena pomoč pri uvajanju projekta v šolsko prakso. Kontekst je tudi v tem projektu opredeljen z vidika globalnih družbenih problemov. Zadnja, prenovljena izdaja pa vključuje tudi štiri teme, ki sodijo med mejna kemijska področja: (Energija s prenosom elektronov, Svet plastike in polimerov, Spreminjanje molekul – načrtovanje zdravil in Genski inženiring – molekule življenja), shema 2.



Shema 2: Členitev tem v učbeniku "Kemija v kontekstu", 2009

Znotraj posameznih kontekstov je vključena obravnava temeljnih kemijskih pojmov, ki so z izbranim kontekstom tesno povezani.

Kontekstualno zasnovano učbenika lepo ponazarja že prva tema »Zrak, ki ga vdihavamo« (ang. *The Air We Breathe*). V poglavju sta najprej navedena pomen in skrb za kvaliteto zraka, ki ga vdihavamo. Predstavljene so spremembe v kvaliteti zraka v različnih časovnih obdobjih. Sledi predstavitev sestave zraka, ki ga običajno vdihavamo in povezave z barvno lestvico, ki opredeljuje kvaliteto zraka, predstavljeni so EPA (**E**nvironmental **P**rotection **A**gency), ZDA standardi za opredeljevanje kakovosti zraka in šele nato so v poglavje postopno umeščeni kemijski pojmi: atmosfera, sestava atmosfere,



klasifikacija snovi na zmesi, elemente in spojine, atomi in molekule, kemijski simboli, periodni sistem, kemijske formule, kemijska sprememba (gorenje), vpliv gorenja na kvaliteto zraka, urejanje kemijskih enačb, onesnaževalci zraka in njihovi izvori, ozon - sekundarni onesnaževalec, zaključek, povzetek poglavja in vprašanja za utrjevanje znanja in ponavljanje. Podobno strukturo ima vseh 12 poglavij.

Delo se odlikuje po izrazito analitični predstavitvi izbranih problemov in pojmov, ki od bralca terja zbranost in pozornost in hkrati omogoča postopno dograjevanje jasne mentalne predstave o obravnavani problematiki. V celoti s kazalom vred obsega delo kar 586 strani, vendar se vsako poglavje zaključi v povprečju s 60 nalogami. Takšen obseg srednješolskega učbenika je za naše pojmovanje obsega učbeniških gradiv nepojmljiv, saj so v »modik« učbeniki z izredno malo besedila, skrčenega največkrat zgolj na definicije, z veliko slikovnega materiala, ki še bolj razredči že tako po obsegu skromno besedilo. Takšen pristop k pisanju učbenikov spodbujajo tako založniki, kakor tudi trg, saj bi obsežnejša dela le težko našla pot do naših dijakov, ki jih šolsko okolje ne spodbuja k samostojnemu branju in razmišljanju; prav nasprotno, spodbuja jih k učenju po minimalističnih zapiskih. Ne malokdaj so učitelji prisiljeni tudi v višjih razredih srednje šole dijakom narekovati besedila in definicije pojmov. Tako si dijaki zagotovijo, da bodo imeli na kratko zapisano samo tisto, kar bo tudi vsebina ocenjevanja znanja, saj učitelj lahko ocenjuje le tisto, kar je povedal.

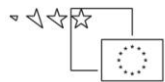
## Predlog

Poskušajmo v vsa gradiva, ki jih bomo razvili v sklopu projekta, vgraditi tudi ustrezen kontekst, v katerem bodo učenci in dijaki lahko prepoznali pomen vsebine za njihovo življenje.



## Literatura

1. Freeman, W.H. and Company. Chemistry in the Community. **ChemCom**. 1st ed. New York: W.H. Freeman, 1985.
2. Burton, G. et al. **Chemical Storylines**. **Salters** Advanced Chemistry. Oxford: Heineman, 1994.
3. Burton, G. et al. **Chemical Ideas**. **Salters** Advanced Chemistry. Oxford: Heineman, 1994.
4. Burton, G. et al. **Activities & Assessment Pack**. **Salters** Advanced Chemistry. Oxford: Heineman, 1994.
5. Eubanks Lucy Pryde et al. **CHEMISTRY in context** : applying chemistry to society: a project of the American Chemical Society. 6th ed. Boston : McGraw-Hill, 2009.
6. Hill, Graham et al. **KEMIJA 2000. Učbenik** za srednje strokovno in poklicno-tehniško izobraževanje. Ljubljana : DZS, 2009.
7. Hill, Graham et al. **KEMIJA 2000. Delovni zvezek** za srednje strokovno in poklicno-tehniško izobraževanje. Ljubljana : DZS, 2009.
8. Hill, Graham et al. **KEMIJA 2000. Priročnik za učitelje**. Ljubljana : DZS, 2000.
9. Jones, Loretta, Tasker, Roy. **Bridging to the lab = media connecting chemistry concepts with practice**. New York : W.H.Freeman and Company, 2002.



## Sodobni didaktični pristopi poučevanja kemije

Margareta Vrtačnik

Sodobne didaktike se razvijajo na novih spoznanjih o učenju, ki temeljijo na:

- **konstruktivistični teoriji učenja**, ki izhaja iz premise, da znanja v gotovi obliki ne moreš drugemu dati, niti ga od nekoga prejeti, ampak ga mora vsakdo ponovno zgraditi z lastno miselno aktivnostjo. Na ta proces ponovnega izgrajevanja imajo velik vpliv že obstoječa, čeprav napačna in nepopolna naivna pojmovanja, ki jih ima posameznik o določenem pojmu (npr. otrokovo pojmovanje, da je Zemlja okrogla plošča);
- **na učenca/dijaka oz. študenta osrediščenem učnem okolju**: učeči se razvijajo svoje lastne poti reševanja problemov, učna tehnologija je namenjena individualizaciji učenja, učno okolje naj bi bilo privlačno, v procesu učenja so pomembni avtentičen kontekst, osebna mnenja in predhodne učne izkušnje;
- **umeščeni kogniciji**, katere predpostavka je, da se pomen razvija skozi interakcije, da ne obstajajo metode poučevanja, učenje je stanje, ki je odvisno od vsebine, pri tem prenos znanja ne igra nobene vloge, kajti učenje je pomembno samo v danem kontekstu, znanje obstaja le v nekem konkretnem okolju;
- **porazdelitveni kogniciji**: znanje raste v skupini, posamezniki imajo edinstveno znanje, ki se povezuje v večjo celoto, vendar mora v skupini prihajati do poenotenja mnenj;
- **vsakdanji kogniciji**: učenje se zrcali skozi osebne izkušnje, ki prispevajo k razumevanju pojmov, pomembnost in uporabnost znanja spodbujata



motivacijo za učenje, prenos znanja v nove situacije je močno olajšan z vključevanjem osebnih izkušenj.

V ozadju konstruktivističnega modela je drugačna epistemologija od behavioristične, ki v naših šolah prevladuje. Konstruktivistični model pojmuje bistvo in nastajanje znanja kot nekaj, kar obstaja objektivno, neodvisno od tistega, ki spoznava. To pomeni, da je znanje subjektiven konstrukt, ki ga ustvarja vsak učeči se v procesu osmišljanja svojih izkušenj. In ravno izkušnja je temelj izkustvenega učenja, ki se je uveljavilo v sodobnem šolskem sistemu kot najprimernejša učna strategija (Marentič Požarnik, 2004).

Temeljne značilnosti sodobnih didaktičnih pristopov so zato:

- osrediščenost na učenca/dijaka;
- poudarjena kontekstualna in interdisciplinarna naravnost;
- diferenciacija (naravoslovje za nenaravoslovce, naravoslovje za bodoče naravoslovce), ki se odraža z ravniyo zahtevane naravoslovne pismenosti;
- intenzivno vključevanje uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT), sistemov za upravljanje z učenjem (LMS) in svetovnega spleta.

## Temeljna načela v praksi

Nenehno naraščanje števila kemijskih informacij povzroča vsem, ki se ukvarjamo s kemijskim izobraževanjem velike težave, saj je nemogoče, da bi kemijski programi in učbeniki odražali sodobno kemijo. Često slišimo resne kritike, da je to, kar učimo, pravzaprav zgodovina kemije in ne življenjska, sodobna kemija. Kritika je upravičena, vendar le v primeru, če kemijsko izobraževanje razumemo zgolj kot prenos znanja (npr. "vlivanje" znanja v "prazne" glave učencev oz. dijakov).



Toda, če razumemo izobraževalni proces kot aktivno učenje in poučevanje, potem kaže uporabljati in razvijati takšne učne strategije, ki bodo namesto zgolj pomnjenja znanja, spodbujale pri učencih in dijakih višje miselne procese kot so: samostojno odkrivanje znanja, analiza, sinteza in vrednotenje znanja ter hkrati spodbujale učenje v skupini.

Rezultati raziskav na področju izobraževanja kažejo, da se kvaliteta učenja in poučevanja bistveno povečata, če imajo učenci/dijaki med poukom možnost sproti razjasnjevati težke pojme, postavljati vprašanja in uporabljati novo pridobljeno znanje. Za aktivno vključevanje učencev/dijakov v proces učenja, je na voljo veliko posebnih učnih strategij, kot npr. razprava v skupinah, problemsko učenje, učne ure, ki jih vodijo učenci/dijaki, mali raziskovalni projekti, simulacije, študije primerov, razmišljanje v parih, sestavljanje testnih nalog, igranje vlog, pisanje člankov, zasnova pojmovnih map, kooperativno in sodelovalno učenje ter izkustveni pristop k učenju in poučevanju. Zadnja strategija je še zlasti primerna za poučevanje in učenje naravoslovja, torej tudi kemije (Vrtačnik, in Gros, 2005).

### **Izkustveni / miselni pristop k učenju naravoslovja**

Učna strategija, ki temelji na neposrednem opazovanju naravnih pojavov ali načrtovanju eksperimentov, je poznana kot izkustveni pristop. Širše lahko ta pristop opredelimo kot vsako učno izkušnjo, pri kateri so učenci/dijaki v neposrednem stiku s predmetom učenja. Vrsta literature obravnava različne vidike izkustvenega pristopa. James Rutherford (1993) vodja pobude o reformi naravoslovnega izobraževanja v ZDA, Projekt 2061, takole opisuje svoje razmišljanje o izkustvenem pristopu: "Izkustveno učenje dobesedno pomeni, da učenci/dijaki "rokujejo" s stvarmi, o katerih se učijo – z



rastlinami, s kamninami, z insekti, z vodo, z magnetnim poljem – in hkrati uporabljajo znanstvene pripomočke – ravnila, tehtnice, epruvete, termometre, mikroskope, teleskope, kamere, metre, računalna. Bolj splošno izkustveno učenje pomeni učenje na osnovi izkušenj". Flick (1993) opredeljuje izkustveno učenje na eni strani kot filozofijo, ki usmerja uporabo različnih učnih strategij, ki zagotavljajo raznolikost poučevanja, in na drugi strani, kot posebno izobraževalno strategijo, ki omogoča, da učenci/dijaki pridobivajo novo znanje na osnovi lastnih izkušenj.

Shapley in Luttrell (1993) navajata, da izhaja koncept izkustvenega učenja naravoslovja iz predpostavke, da naj bi naravoslovni program osnovnošolcev temeljil na metodah, ki jih sicer uporabljajo otroci in mladostniki pri osmišljanju sveta, ki jih obdaja. Skratka, pogoj za razumevanje naravoslovja naj bi bila izkušnja. Toda izkustveni pristop je več kot zgolj aktivnost učencev/dijakov, je izziv radovednosti in katalizator razmišljanja. Zato se vse bolj uveljavlja nova dimenzija izkustvenega pristopa - izkustveni/miselni pristop k učenju naravoslovja (Lumpe, in Oliver, 1991; Hassard, 1992; Flick, 1993).

Izkustvenega pristopa ne smemo enačiti z učenjem na osnovi odkrivanja, saj izraza ne predstavljata sinonima. Pri učenju z odkrivanjem uporablja učitelj v razredu različne metode dela – razprave, laboratorijsko delo, predavanje in med njimi tudi izkustveni pristop (Haury, 1993b). Pri izkustvenem pristopu so učenci/dijaki v fizičnem stiku z materiali učenja in rokujejo z objekti učenja ter tako neposredno sami odkrivajo naravoslovne pojave. Učenje z odkrivanjem pa vključuje razmišljanje, branje, pisanje ali raziskovanje, kar daje pomen izkustvu (Bruder, 1993).



Izkustveno učenje opredeljujejo tri različne dimenzije: (1) odkrivanje, (2) usmerjanje in (3) eksperimentiranje. V fazi odkrivanja učenci/dijaki na osnovi različnih aktivnosti prihajajo do novih spoznanj. Usmerjanje je opredeljeno z načinom vodenja in nadzora dela učencev/dijakov. Pri izvajanju nadzora nad delom učencev/dijakov moramo paziti, da se izkustveno učenje ne izrodi v izvajanje eksperimentov po načelu "kuharskih receptov". Takšno delo ne bo povečalo sposobnosti reševanja problemov. Tretja dimenzija je eksperimentiranje. Pri tem učenci/dijaki preverjajo veljavnost odkritij z zasnovo nadzorovanih poskusov (Lumpe, in Oliver, 1991).

Raziskave dokazujejo da izkustveni pristop spodbuja in olajša učenje različnih spretnosti, naravoslovnih vsebin in matematike. Uvajanje izkustvenega pristopa pri učenju naravoslovja ponuja učencem/dijakom mnoge prednosti, npr. spodbuja učenje, povečuje motivacijo za učenje, spodbuja pridobivanje in razvijanje eksperimentalnih in komunikacijskih spretnosti, ponuja zadovoljstvo ob učenju, zagotavlja neodvisno razmišljanje in odločanje na osnovi neposrednih dokazov in izkustev, razvija kreativnost in pozitiven odnos do znanosti, spodbuja zaznavo in logiko in spodbuja k branju. Naštete prednosti se zdijo že same po sebi dovolj prepričljive in govorijo za uvajanje izkustvenega pristopa k učenju. Vendar pa moramo poudariti še eno prednost, ki govori v prid uvajanju izkustvenega pristopa; skozi ta pristop lahko učitelj pokaže učencem/dijakom, da je znanost lahko tudi užitek in zabava, tako zanje kot za učitelja. Kljub številnim prednostim pa raziskave kažejo, da se izkustveni pristop v razredih še ni uveljavil tako kot bi si to želeli (Hassard, 1992). Na žalost je izkustveni pristop v razredu znatno manj uveljavljen kot so predavanja in razprave (Weiss, 1987). Glavna ovira pri uvajanju izkustvenega pristopa so učitelji naravoslovja, ki trdijo, da je pristop časovno in materialno zahteven in zato drag ter da ne omogoča realizacijo učnega načrta, ki je že tako prenatrpan z vsebinami.



V publikaciji »Hands-on Chemistry Activities with Real-life Applications«, *Izkustvene kemijske aktivnosti z življenjskimi aplikacijami*, avtorja Herr Norman in James Cunningham (1999) predstavita preko 300 izvirnih enot, ki popeljejo učence in dijake v svet znanstvenih odkrivanj. Vsako skupino aktivnosti v uvodu predstavijo ključni kemijski pojmi, ki ponujajo učencem/dijakom možnost globljega razumevanja smisla aktivnosti. Za spodbujanje miselnih procesov so v vsako skupino aktivnosti vključena provokativna vprašanja, ki izzovejo radovednost in usmerjajo učence/dijake v nadaljevanje dela. Kot pomoč učiteljem sta avtorja zasnovala priročnik s poglobljenimi razlagami kemijskih pojmov, odgovori na vprašanja in didaktičnimi navodili.

Tudi v Sloveniji se lahko pohvalimo z gradivi za uvajanje izkustvenega pristopa v šolsko prakso. Gradivo *Izkustveni pristop h kromatografiji* in *Izkustveni pristop k spektrometriji v vidnem območju* je nastalo v sklopu Leonardo da Vinci projekta »Izkustveni pristop k analizni kemiji«, SI/03/B/F/PP-176012, 2005, katerega nosilka je bila doc. dr. Nataša Gros iz Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerze v Ljubljani. Tudi to gradivo vključuje vrsto izkustvenih aktivnosti za dijake, vprašanja za preverjanje razumevanja in priročnik za učitelja z razlago pojmov in didaktičnimi navodili. Uvodna evalvacija sklopa *Izkustveni pristop k spektrometriji v vidnem področju* je pokazala njegovo uporabnost in prenosljivost v šolsko prakso. Celovitejšo evalvacijo gradiv na večjem vzorcu dijakov, s ciljem ugotoviti vpliv izkustvenega pristopa na motivacijo in znanje, pa izvajamo v nadaljevanju projekta.

## **Učenje kemije z načrtovanjem – uporaba IKT**

Proces načrtovanja je pomemben tako v vsakdanjem življenju, ko načrtujemo svoj izgled, svojo življenjsko in poklicno pot, kakor tudi pri temeljnih, aplikativnih in industrijskih raziskavah za načrtovanje novih



procesov, novih materialov, novih zdravil, novih postopkov analize, inp. Zato je sposobnost načrtovanja tudi ena ključnih naravoslovnih kompetenc. V praksi, pri pouku kemije, je razvoju načrtovanja posvečenega le malo časa. Podajanje vsebin kemije je še vedno osredotočeno predvsem na posredovanje izbranih pojmov, memoriranje podatkov in pri eksperimentalnem delu morda še na analizo in sintezo podatkov.

Aktivnosti, ki jih terja načrtovanje, se bistveno razlikujejo od aktivnosti, ki jih lahko razvijamo pri podajanju in analizi podatkov. Tako so za načrtovanje značilne aktivnosti: snovanje zamisli, načrtovanje eksperimentov, vizualizacija zamisli (v obliki skice, načrta, modela), zasnova delovnih lističev za prikaz rezultatov dela. Pri analizi pa so ključne aktivnosti: vrednotenje zamisli, sledenje zamislim po že pripravljenih navodilih in razlaga vizualnih elementov. Načrtovanje je avtentična aktivnost v znanosti, je nekaj, kar znanstvenik ali industrijski kemik dejansko počneta. Če želimo avtentično razvijati to naravoslovno kompetenco, moramo pri pouku ustvarjati pogoje zanjo.

Pri pouku kemije učenci/dijaki praviloma rešujejo probleme, katerih rešitev je že poznana, izpolnjujejo že pripravljene delovne lističe, si poskušajo zapomniti čim več podatkov in informacij, da so uspešni pri reševanju testov znanja in drugih oblikah preverjanja znanja. Šolsko naravoslovje zato ni avtentično, pristno naravoslovje. Učenje kemije z načrtovanje terja od učiteljev znatno več napora kot priprava na »standardno« šolsko uro. Pristop načrtovanja je časovno zahteven, zato je izvedba v šolski praksi težko izvedljiva. Časovno vrzel pa lahko v znatni meri premosti računalniška zasnova procesa načrtovanja v obliki interaktivne e-enote (Jones, 1999).

Loretta Jones in Roy Tasker (2002) v delu »Bridging to the Lab, Media Connecting Chemistry Concepts with Practice«, razvijata ob podpori računalnika na primeru skrbno izbranih učnih enot, celo vrsto naravoslovnih



kompetenc: opredelitev problema, eksperimentalna zasnova, izvedba eksperimentov, zbiranje in analiza podatkov, računanje in povzemanje eksperimentalnih ugotovitev. Učne enote so dostopne na zgoščenki ali preko svetovnega spleta (dostop je omogočen samo z uporabniško kodo in geslom). Za lažje delo je na voljo še delovni zvezek, ki predstavi cilje enot, povzetke vsebin ter predvideni čas za izvedbo vsake enote (od 35 do največ 90 minut) in vsebuje tudi delovne lističe za zapisovanje ključnih podatkov in preverjanje razumevanja. Vse enote so povezane z avtentičnimi življenjskimi izkustvi. Podobno zasnovo najdemo tudi pri drugih podobnih interaktivnih učnih gradivih za kemijo, kot so Navidezni kemijski laboratorij, Oddelka za kemijo Univerze v Oxfordu, <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>, 24.02.2009, ChemDiscovery, Quest for Knowledge, avtorjev I. Agapova, L. L. Jones in A. S. Ushakov. Razvoj teh učnih okolij financirajo kemijska društva kot npr. Kraljevo kemijsko društvo iz Veliki Britaniji, ali pa nacionalne agencije za znanost, npr. National Science Foundation, USA kot sofinancerji pa sodelujejo tudi multinacionalke npr. IBM, Glaxo International. Običajno so to projekti z močno didaktično evalvacijsko podporo, ki trajajo več let in terjajo tudi znatne finančne vloške.

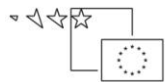
Tudi slovenski učenci in dijaki imajo preko spletnega portala KemInfo, <http://www.kii.ntf.uni-lj.si/keminfo> možnost razvijati naravoslovne kompetence z uporabo interaktivnih enot: navidezni kemijski laboratorij, naučimo se risati kemijske strukture, določanje zgradbe organskih spojin, e-kemija in druge.

V nadaljevanju projekta bomo sodelavci Oddelka za kemijsko izobraževanje in informatiko razvili primere učnih enot za kemijo v osnovni in srednji šoli, ki bodo temeljile na opisanih didaktičnih pristopih.



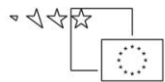
## Literatura

1. Bruder, I. (1993). Redefining science: Technology and the new literacy. *Electronic Learning*, 12(6), 20-24.
2. Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science. *Journal of Science Teacher Education*, 4(1), 1-8.
3. Hassard, J. (1992). *Minds on science: middle and secondary methods*. New York: Harper Collins.
4. Haury, D. L. (1993a). *Assessing student performance in science*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 359 068).
5. Haury, D. L. (1993b). *Teaching science through inquiry*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 359 048).
6. Gros, N., Camões, M. F., Townshend, A., Vrtačnik, M. (2005). Izkustveni pristop k analizi kemiji, Priročnik, FKKT, Project Number SI/03/B/F/PP-176012.
7. Jones, L. L. (1999). [Learning chemistry through design and construction](#), *UniServe Science News*, 14, November, 3-7.
8. Lumpe, A. T., Oliver, J. S. (1991). Dimensions of hands-on science. *The American Biology Teacher*, 53(6), 345-348.
9. Marentič Požarnik, B. (2004). Teoretični vidiki konstruktivizma – uvod, Konstruktivizem v šoli in izobraževanju učiteljev, Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, str. 13-16.
10. Rutherford, F. J. (1993). Hands-on: A means to an end. *2061 Today*, 3(1), 5.
11. Shapley, K. S., Luttrell, H. D. (1993). Effectiveness of a teacher training model on the implementation of hands-on science. Paper presented at



the Association for the Education of Teachers in Science International Conference.

12. Weiss, I. R. (1987). Report of the 1985-86 national survey of science and mathematics education. Research Triangle, NC: Research Triangle Institute. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 292 620).



## Novi koncepti in vsebine pri poučevanju kemije

*Andrej Godec*

V strokovni in poljudni literaturi lahko zadnja leta najdemo veliko novih naravoslovnih pojmov, kot so na primer nanotehnologija in nanocevke, pa biotehnologija, biomedicina in genska terapija, in tako naprej. V vseh navedenih področjih raziskovanja ima kemija zelo pomemben delež.

Kemija se danes ukvarja z odgovori na izjemno pomembna vprašanja, kot so kemijski mehanizmi mišljenja in spomina, sinteza materialov bodočnosti, kemizem izvora življenja na Zemlji, narava celice in prevajanje signalov, odkrivanje novih virov energije, okoljska problematika in podobno.

Kemija je naprimer tudi osnova trenutno še eksotičnih novih znanj, kor sta nutrigenomika, ki se ukvarja z usklajevanjem naših jedilnikov z našimi geni, ali farmakogenomika, ki proučuje vpliv genov na presnovo zdravil in neželene učinke zdravljenja. Kemija je tudi gonilna sila industrije: naftna, farmacevtska, kozmetična, živilska, elektronska in ostale industrije so vse tesno povezane z razvojem kemije.

V okviru našega projekta je zato smiselno, da se odločimo za sklope novih kemijskih znanj, ki jih bomo z medsebojnim sodelovanjem čimbolj celovito obdelali. Ti sklopi morajo imeti neposredno povezavo z vsakdanjim življenjem, biti morajo aktualni, predstavljeni morajo biti na privlačen način in tako naprej.



Primeri takšnih sklopov so: zelena kemija, prehrana, zdravila, biokemija, zemlja in vesolje, in podobno. Ko bomo sestavljali gradiva za naš projekt, imejmo v mislih njihovo povezanost z naštetimi in tudi drugimi širšimi sklopi.

Smiselno bi namreč bilo in to je tudi moj predlog, da bi po določenem času dela na projektu izpeljali neke vrste **naravoslovne dneve**, to je en dan kemije, ki bi bil posvečen posameznemu sklopu, na primer zeleni kemiji. V okviru tega bi izvedli delavnice in predavanja, kjer bi tak sklop predstavili skozi različne prispevke večih avtorjev, torej iz različnih zornih kotov. Še bolje bi bilo, če bi pri tem sodelovali avtorji s prispevki iz vseh treh področij naravoslovja: kemije, fizike in biologije.

V nadaljevanju bom na kratko opisal svoje predloge novih znanj in novih konceptov, ki bi jih bilo možno vključiti v gimnazijske programe.

## **TERMODINAMSKI PRISTOP k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih**

V tem delu gre za uvedbo novega koncepta s področja termodinamike v poučevanje energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih.

Vse procese spremljajo tudi energijske spremembe, ki se največkrat odražajo v obliki toplote, lahko pa tudi v obliki svetlobe itd. Energijsko spremembo v obliki toplote lahko izmerimo, če merimo spremembe temperature. Pri tem pa moramo razumeti, v katero smer poteče pretok toplote, in kaj pravzaprav izmerimo s termometrom.

### **Vsebinski cilji**



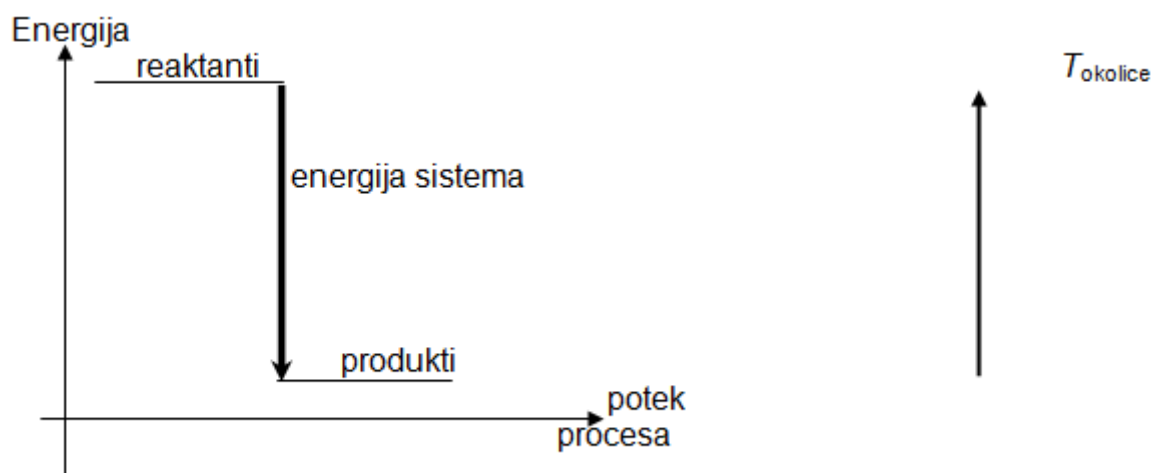
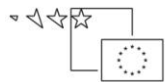
V tem delu bodo dijaki spoznali naslednje nove pojme:

- sistem
- okolica
- prenos toplote med sistemom in okolico
- merjenje temperature poteka v okolici

### Primer obravnave

»Sistem je v termodinamiki tisto, kar opazujemo, na primer reakcija, ki poteka v čaši. Okolica je prostor okrog sistema, s katerim lahko sistem izmenjuje energijo, in v katerem izvajamo meritve.

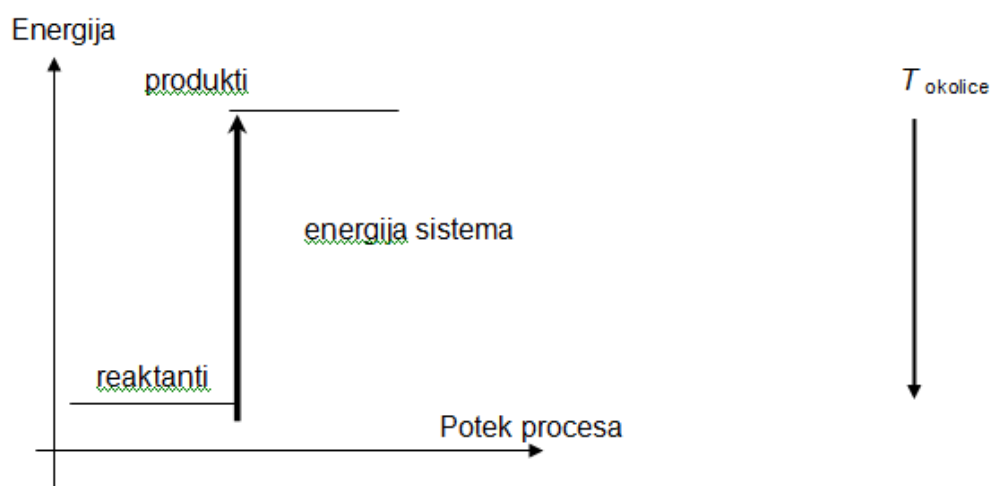
Če se pri nekem procesu v sistemu sprosti v okolico energija v obliki toplote, rečemo, da je proces *eksotermen*. Energija se s tem v samem sistemu zniža, saj je le-ta nekaj energije v obliki toplote oddal v okolico, na primer topilu (vodi) ali zraku, če je proces potekel na zraku. Snov ima zato na koncu eksotermnega procesa (na primer produkti pri kemijski reakciji) nižjo energijo kot pred začetkom procesa (reaktanti pri kemijski reakciji). Posledica je povišanje temperature v okolici. Potek eksotermnega procesa lahko predstavimo s pomočjo energijskega diagrama; na desni strani je puščica, ki ponazarja spremembo temperature v okolici.



Nastanek novih vezi na primer je eksotermen proces.

Če med potekom procesa merimo temperaturo v neposredni okolici, se ta pri eksotermnem procesu zviša, kar ponazarja puščica na desni strani. Čaša, kjer poteče eksotermna reakcija, se segreje, kar čutimo v rokah. S termometrom torej izmerimo v resnici temperaturo okolice, ki pa je posledic prenosa toplote med sistemom in okolico.

Ravno obratno je pri endotermnih procesih.





Snov ima na koncu takšnega procesa višjo energijo, ker je nekaj "načrpala" iz svoje okolice, na primer od topila, in jo shranila. Temperatura v okolici se je v tem primeru zato znižala, kar lahko izmerimo s termometrom.

Cepitev kemijskih vezi je endotermen proces, ker je potrebno energijo pri tem dovajati.«

## Rezultati

Končni rezultat te enote bo

- teoretična/tekstovna obdelava koncepta sistem – okolica
- izbor poskusov in drugih aktivnosti dijakov
- navodila za učitelja
- navodila za dijake
- delovne listi
- naloge za preverjanje

## Kompetence

Tema obsega vse generične kompetence. Razen tega pa so zajete tudi za področje specifične kompetence; nekatere so našteje spodaj:

- uvedba novega koncepta v pouk kemije
- sposobnost boljše interpretacije eksperimentalnih opažanj in njihova povezava z ustreznimi koncepti in teorijo
- sposobnost prepoznavanja novih problemov in planiranje poti za njihove rešitve
- sposobnost implementacije dobre merske prakse v znanosti
- sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij.



- obvladovanje spremljanja kemijskih lastnosti, dogodkov in sprememb pri opazovanju in meritvah ter sistematičnem in zanesljivem beleženju informacij oz. rezultatov
- poznavanje zakonitosti termodinamike in uporaba na področju kemije.

## RED ali NERED?

Gonilna sila za vse procese v naravi je težnja po čim večji razpršenosti snovi in energije. Razpršenost se poveča pri vsakem spontanem procesu. Merilo za razpršenost je entropija  $S$ . Vse navedeno zajema drugi zakon termodinamike, ki pravi, da se pri spontanah procesih entropija poveča. V tem delu bi dijaki spoznali koncept razpršenosti/nereda kot gonilne sile spontanah procesov.

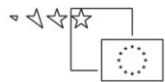
## Vsebinski cilji

Namen te učne enote je

- povezati opažanja v naravi s termodinamskim konceptom razpršenosti
- opredeliti gonilno silo in spontanost (smer) procesov

## Primer obravnave

»Ko zakurimo kamin, toplota na srečo ne ostane samo na mestu, kjer stoji kamin, ampak se širi naokrog; zato je toplo v celi sobi. Če kanemo kapljico črnila ali kakšnega drugega barvila v vodo, ta ne ostane na istem mestu, ampak se sčasoma obarva vsa prostornina vode. Toplota v prvem primeru in snov v drugem primeru imata naravno težnjo, da sta čim bolj razpršena; zato je topla cela soba, črnilo pa se porazdeli po celi prostornini.



Tudi drugje je enako. Predmeti v naših sobah imajo naravno težnjo po tem, da so razpršeni; soba je zato vedno bolj »razmetana«. Če hočemo ta proces prekiniti, moramo vložiti delo: pospraviti sobo. Na ta način smo vsaj trenutno ustavili naravni proces.«

## Rezultati

Končni rezultat te enote bo

- teoretična/tekstovna obdelava koncepta razpršenosti
- izbor poskusov in drugih aktivnosti dijakov
- navodila za učitelja
- navodila za dijake
- delovne listi
- naloge za preverjanje

## Kompetence

Tema obsega vse generične kompetence. Razen tega pa so zajete tudi za področje specifične kompetence:

- uvedba novega koncepta v pouk kemije
- sposobnost boljše interpretacije eksperimentalnih opažanj in njihova povezava z ustreznimi koncepti in teorijo
- sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij.
- obvladovanje spremljanja kemijskih lastnosti, dogodkov in sprememb pri opazovanju in meritvah ter sistematičnem in zanesljivem beleženju informacij oz. rezultatov
- poznavanje zakonitosti termodinamike in uporaba na področju kemije.



## RADIOAKTIVNO SEVANJE v našem življenju

Radioaktivnost je v šolah na nek način odrinjena tema, čeprav nas spremlja na vsakem koraku. S tem pojmom je pri človeku povezan nekakšen strah, ki je med drugim posledica še vedno prisotnih vojaških groženj z uporabo atomske bombe. Po drugi strani pa imamo vsakodnevno koristi od miroljubnih načinov uporabe atomske energije, na primer pri medicinskih preiskavah, ali pa ko uporabljamo električno energijo, ki jo proizvajajo tudi v jedrskih elektrarnah.

### Vsebinski cilji

Namen te učne enote je spoznavanje naslednjih pojmov:

- kaj je radioaktivno sevanje
- kako nastane radioaktivno sevanje
- kaj je naravno sevanje oziroma sevanje ozadja
- kolikšno je to sevanje po regijah v Sloveniji in primerjava s svetom
- kakšni so preprosti načini merjenja radioaktivnosti (opcija)

### Primer obravnave

V nadaljevanju bom navedel nekaj poudarkov iz teksta uvoda v takšno učno enoto.

»Velika večina atomov je stabilnih. To pomeni, da je na primer atom elementa aluminija tudi po preteku enega milijona let še vedno atom aluminija.



Nekateri atomi pa niso stabilni. To so predvsem atomi težjih elementov, ki imajo v svojem jedru dodatne nevtrone. Ti atomi razpadajo, pri tem nastanejo atomi druge vrste. Temu razpadu rečemo radioaktivni razpad, takšnim atomom pa radioaktivni izotopi. Radioaktivni razpad spremlja radioaktivno sevanje. Pri razpadu odda namreč takšen atom del svoje energije bodisi v obliki svetlobnega valovanja z veliko energijo ali pa novih delcev.

Skupno ime za oboje je *ionizirajoče radioaktivno sevanje*. Pri prehodu skozi živo tkivo lahko to sevanje povzroči ionizacijo atomov in molekul snovi, kar ima za posledico bolezensko stanje ali celo smrt. Večje količine sevanja so zato nevarne.

Radioaktivno sevanje spremlja življenje na našem planetu že vse od njegovega nastanka. Nenehno smo izpostavljeni majhnim količinam tega sevanja, ki prihaja iz vesolja in iz globin našega planeta. Temu sevanju rečemo *naravno sevanje* ali včasih tudi *sevanje ozadja*.

Na nekaterih področjih našega planeta je količina naravnega sevanja večja kot drugje. To je na primer tam, kjer so tla granitna. Podobno je v nekaterih toplicah in podzemnih jamah. Zrak, ki ga dihamo, vsebuje tudi plin radon, ki je vzrok za velik del naravnega sevanja. Radon nastaja pri razpadu elementa radija, ki je sestavina vseh zemelj in kamnin.

Pri vožnji z letalom prejmemo večjo dozo tako imenovanega kozmičnega sevanja kot sicer.

Človek je prilagojen majhnim količinam naravnega radioaktivnega sevanja. Tudi človeško telo samo vsebuje majhne količine radioaktivnih izotopov, na primer  $^{14}_6\text{C}$  in  $^{40}_{19}\text{K}$ .



## Rezultati

Rezultati enote bodo naslednji:

- učno gradivo z opisom vsebine, in poudarkom na sevanju v vsakdanjem življenju
- demonstracijski poskusi

## Kompetence

Tema obsega vse generične kompetence. Razen tega pa so zajete tudi za področje specifične kompetence:

- uvedba novega koncepta v pouk kemije
- sposobnost boljše interpretacije eksperimentalnih opažanj in njihova povezava z ustreznimi koncepti in teorijo
- sposobnost prepoznave novih problemov in planiranje poti za njihove rešitve
- sposobnost implementacije dobre merske prakse v znanosti
- sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij.
- obvladovanje spremljanja kemijskih lastnosti, dogodkov in sprememb pri opazovanju in meritvah ter sistematičnem in zanesljivem beleženju informacij oz. rezultatov

## Hitrost procesov

V tej enoti bi poiskali možne načine določanja hitrosti različnih reakcij in ustrezne vizualne predstavitve. Izbrani primeri bi se vklapljali v širši sklop zelena



kemija; obravnavali bi na primer kinetiko procesov v zemeljski atmosferi, ali pa biokemičnih procesov v našem telesu.

## Rezultati

Končni rezultat te enote bo

- teoretična/tekstovna obdelava koncepta razpršenosti
- izbor poskusov in drugih aktivnosti dijakov
- navodila za učitelja
- navodila za dijake
- delovne listi
- naloge za preverjanje

## Specifične kompetence

- poznavanje kinetike kemijskih sprememb, vključno s katalizo; sposobnost poenostavljene interpretacije kemijskih reakcij
- sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij
- obvladovanje spremljanja kemijskih lastnosti, dogodkov in sprememb pri opazovanju in meritvah ter sistematičnem in zanesljivem beleženju informacij oz. rezultatov.

## Ali je ravnotežje konec?

Predmet te enote bi bila termodinamska obravnava dinamičnega ravnotežja v procesih. Poudarek bi bil na procesih v bioloških sistemih, na primer v metabolizmu sesalcev, pri čemer bi z izbiro primerov poskrbel za vključenost v različne širše sklope kemije.



## Rezultati

Končni rezultat te enote bo

- teoretična/tekstovna obdelava koncepta razpršenosti
- izbor poskusov in drugih aktivnosti dijakov
- navodila za učitelja
- navodila za dijake
- delovne listi
- naloge za preverjanje

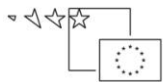
## Specifične kompetence

- uvedba novih konceptov v pouk kemije
- sposobnost boljše interpretacije eksperimentalnih opažanj in njihova povezava z ustreznimi koncepti in teorijo
- sposobnost prepoznave novih problemov in planiranje poti za njihove rešitve
- sposobnost implementacije dobre merske prakse v znanosti
- sposobnost demonstracije znanja in razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, konceptov, principov in teorij
- obvladovanje spremljanja kemijskih lastnosti, dogodkov in sprememb pri opazovanju in meritvah ter sistematičnem in zanesljivem beleženju informacij oz. rezultatov
- poznavanje zakonitosti termodinamike in uporaba na področju kemije
- ...

## Literatura



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

1. P. Atkins in J. DePaula: Physical Chemistry, 8th Ed, Oxford Press 2008.
2. P. Atkins, M.J. Clugston, M.J. Fraser, in R.A.Y. Jones: Kemija, zakonitosti in uporaba; Tehniška založba Slovenije 1997.



## **Predlog novih učnih gradiv, ki so v skladu s prenovljenim programom kemije za gimnazije**

*dr. Nataša Bukovec*

*Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani*

Vsebine, ki so predlagane v prenovljenem učnem načrtu za gimnazije in za katere je predvideno projektno delo, dopuščajo možnost vključitev novih znanj in pristopov. Ta del je v učnem načrtu predviden v drugem letniku. Poleg tega imajo dijaki možnost izbrati še dodatnih 35 ur kot izbirni predmet, v katerem se lahko ta znanja še nadgradijo.

Učne vsebine predlagane v učnem načrtu:

- Pridobivanje pomembnih kovin iz rud
  - Fe in Zn primeri redukcije
  - Al-primer elektrolize
  - Hg, Au- primer samorodnih kovin
- Uporaba anorganskih spojin v življenju
- Lastnosti tehnološko pomembnih spojin
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , klorati, umetna gnojila
- Elementi in spojine v modernih tehnologijah
  - silicij
  - nanotehnologija

Kot je razvidno iz učnega načrta je med vsebinami, ki predvidevajo projektno delo/izkustveno učenje, nekaj obveznih vsebin (Pridobivanje pomembnih kovin in rud; Lastnosti tehnološko pomembnih spojin) in nekaj vsebin, kjer učitelj lahko sam ali skupno z dijaki izbere določene teme



(Uporaba anorganskih spojin v življenju; Elementi in spojine v modernih tehnologijah). To pa ne pomeni, da obvezne vsebine nebi veljalo podati na način, kjer učitelj upošteva načela trajnostnega razvoja, kar pomeni povsem drugačen vidik navidez ustaljenih in že znanih tehnologij in postopkov. Zato je potrebno pripraviti učna gradiva tudi za te vsebine, kjer je mogoče prikazati principe »zelene kemije«, ki je zelo pomemben člen trajnostnega razvoja.

Podrobnejši prikaz potencialnih vsebin, ki jih lahko učitelj izbira, pokaže, da je nabor le teh zelo velik, kar lahko prinese v šolski prostor veliko raznolikost in široko poznavanje različnih vsebin.

Učni sklop »Uporaba anorganskih spojin v življenju« obsega snovi, ki so v vsakdanji uporabi, kot prehranski dodatki ali konzervansi in kot učinkovine v kozmetičnih izdelkih in zdravilih:

- Prehranski dodatki in konzervansi:
  - natrijev klorid
  - natrijev nitrat in natrijev nitrit
  - natrijev hidrogenkarbonat
  - kalcijev dihidrogenfosfat
  - fosforjeva kislina
  - natrijev in kositrov fluorid
  - makroelementi: natrij, kalij, kalcij, magnezij
  - mikroelementi: železo, cink, kobalt, krom, baker, selen, žveplo
    - kobalt/koencim B<sub>12</sub>
    - baker/ bakrov karbonat
    - železo/ železov citrat, železov sukcinat
- Anorganske spojine kot učinkovine v kozmetiki in zdravilih so zapisane po abecednem redu elementov povzeto po M.J. Kendrick, M.T. May, M.J. Plishka, K. D. Robinson;



Metals in Biological Systems, Ellis Horwood, 1992, New York str. 158-159. Podani so elementi, njihove spojine kot učinkovine in delovanje:

- Ag: srebro /srebrov sulfadiazen/ antibaktericiden
- Al: aluminij/ kalij-aluminijev sulfat dodekahidrat/ astrigent, antacid, antiperspirant
- As: arzen/ arzenov oksid, zajedalci v koži in krvi
- Au: zlato/  $\text{Au}(\text{Pet}_3)(\text{acetiltioglukoza})$ ;  $\text{Na}_2\text{Au}(\text{thiomalate})$ ;  $\text{Au}(\text{tioglukoza})$ / antiatritično delovanje
- Bi: bizmut/ kalij-bizmutov citrat/ antacid, antiulcer
- Ca: kalcij/ kalcijev karbonat/ antacid
- Ce: Cerij/ cerijev nitrat/ vnete rane
- Hg: živosrebro/  $\text{RHgOH}$ / diuretik
- I: jod/ dezinfekcijsko sredstvo
- Li: litij/ litijev karbonat/ manična depresija
- Mg: magnezij/  $\text{MgO}$ / antacid, odvajalo
- N: dušik/ didušikov oksid/ anestetik
- Pt: platina/ cisplatina, karboplatina, iproplatina/ citostatik
- S: žveplo/ natrijev tiosulfat/ cianidni antidot
- Sb: antimon/ natrij-antimonov glukonat/ trakulja
- Se: selen/ selenov sulfid/proti prhljaju
- Sn: kositer/ kositrov protoporfirinklorid/ zlatenica
- Zn: cink/ cinkov karbonat/ mazilo
- Zr: cikonij/ zirkonijev laktat/ antiperspirant

Seznam je lahko podlaga za pripravo učnih gradiv, ki bodo upoštevala vsa nova dognanja o učinkih teh snovi na zdravje ljudi. Kajti učinki teh snovi se zanesljivo pokažejo šele po preteku daljšega obdobja, oziroma so njihove dobre ali škodljive učinke lahko odkrili šele z uporabo najsodobnejših metod in postopkov. Hkrati pa je večina navedenih spojin dovolj enostavna, da ne presega razumevanje srednješolske populacije.



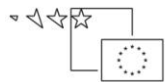
- Učni sklop »Elementi in spojine v modernih tehnologijah (silicij, nanotehnologija) je prav gotovo eno od najbolj aktualnih in najbolj zanimivih za dijake. Ker gre za zelo široko področje bi ga veljalo nekoliko omejiti tako glede sposobnosti dojemanja dijakov kot tudi materialnih možnosti šol. Vse te vidike bo potrebno upoštevati pri pripravi gradiv. Obenem pa ne moremo mimo dejstva, da so te vsebine pogosto izražito interdisciplinarne, kar bo potrebno v nadaljevanju projekta tudi upoštevati. Obenem je zelo pomemben varnostni vidik, saj gre večinoma za materiale, ki jih že zelo dolgo poznamo, pripravljeni pa so v obliki nano-delcev, ki jim dajejo povsem nove/drugačne lastnosti, ki imajo še povsem neznane učinke na žive organizme. Glede na oblike nano delcev te materiale delimo na nano kristale, nano-cevke in nano plasti. Nekatere lahko pripravimo tudi po kemijski poti, brez dragih drugih metod kot je npr. laserska ablacija. Področja novih anorganskih materialov, ki so predmet najnovejših raziskav so predvsem materiali za :
  - področje fotovoltaike (različni kovinski kompleksi)
  - elektrokromne in fotokromne tanke plasti (različni oksidi in oksidne zmesi)
  - fulereni kot novi materiali, katalizatorji in nosilci učinkovin
  - titanov dioksid/ njegove fotokatalitske lastnosti
  - materiali za gorivne celice za energijo prihodnosti
  - luminoforji
  - anorganski polimeri
  - superprevodniki
  - materiali za elektroniko

Iz naštetega je razvidno, da je področje nanotehnologije zelo široko, obenem pa gre za zahtevno problematiko. Približamo jo lahko sredješolski populaciji:

- s skrbno izbiro vsebin v določenem kontekstu,
- uporabiti moramo dovolj preproste praktične metode dela kot je npr. sol-gel postopek za pripravo teh materialov,
- zbrati moramo materiale, katerih delovanje bodo lahko preizkusili in se prepričali o njihovih lastnostih.



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

Pri pripravi gradiv bo potrebno upoštevati vse naštetе vidike. Le tako bodo gradiva praktično uporabna v šoli.



## Sodobno pojmovanje učinkovitih pristopov poučevanja in učenja kemije

Vesna Ferk Savec

Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

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, t.i. **na učence/dijake osrediščen pouk**. Raziskave potrjujejo, da kvaliteta učenja pri tovrstnem pouku naraste, saj so učeči aktivno udeleženi v procesu pridobivanja znanja, za kar je na voljo vrsta učnih oblik in metod: razredni raziskovalni seminarji, na problemih zasnovano učenje, študije primerov, projektno delo, igranje vlog, kooperativno in sodelovalno učenje, razprava v skupinah, zasnova pojmovnih map, izkustveni pristop k učenju in poučevanju in še bi lahko naštevali. Pri opisanih oblikah učenja vrednotenje in ocenjevanje znanja ni vezano le na teste znanja, potrebno je vključevati tudi inovativne oblike, kot so kolegijsko ocenjevanje, samoocenjevanje, uporaba listovnika, ipd. (Vrtačnik et al., 2005; Vrtačnik, 2009)

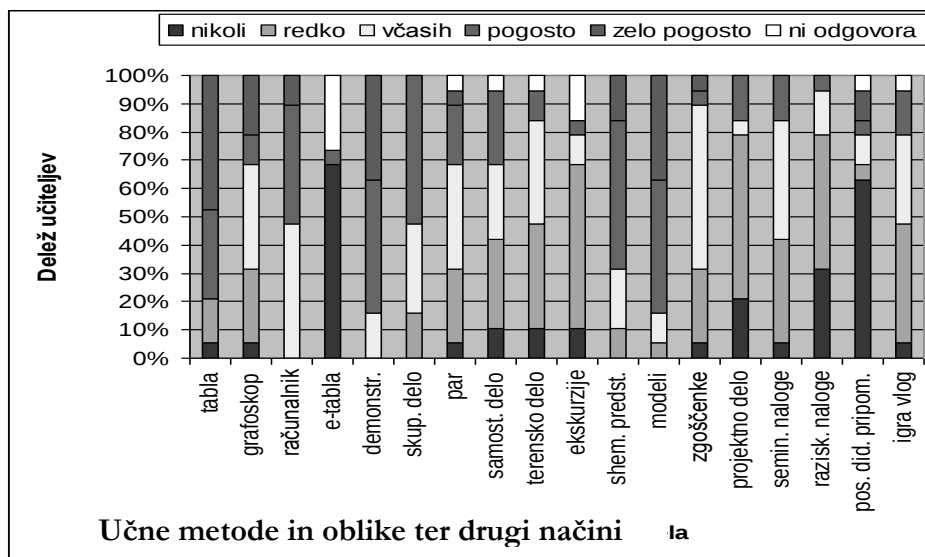
Žal pa šolska realnost pogosto ni idealna. Na to kakšne metode in oblike poučevanja in učenja naravoslovnih predmetov pa so v naših šolah najbolj razširjene lahko sklepamo iz raziskave Ferk Savec, V. et al. (2007) v okviru katere je bila opravljena analize stanja ob uporabi vprašalnika, ki ga je izpolnilo 29 učiteljev naravoslovnih predmetov v osnovnih in srednjih šolah. Učitelji so v odgovorih pojasnili, kako pogosto uporabljajo posamezne učne metode oz. oblike ter druge načine dela pri pouku. Uporabljali so 5-stopenjsko lestvico možnih odgovorov. Pri tem je redko pomenilo približno 1-3 krat letno, včasih približno enkrat na dva meseca in pogosto približno dvakrat mesečno.



Za nekatere metode oz. oblike dela, ki se redkeje uporabljajo (terensko delo, ekskurzije, projektno delo, priprava seminarских in raziskovalnih nalog) je imela lestvica odgovorov naslednji pomen: *redko* enkrat letno, *včasih* dvakrat letno, *pogosto* trikrat letno, *zelo pogosto* več kot trikrat letno.

*Raven izobraževanja: osnovna šola* (povzeto po Ferk Savec, V. et al., 2007)

Iz grafa 1 je razvidna pogostost uporabe posameznih učnih oblik oz. metod ter drugih načinov dela pri osnovnošolskih učiteljih. Učitelji za razlago teorije največkrat uporabljajo tablo, sledi uporaba računalnika in grafoskopa, medtem ko je uporaba e-table bolj izjema kot pravilo. V okviru eksperimentalnega pristopa prevladujejo demonstracijski eksperimenti, sledi skupinsko delo, manjši delež učiteljev pa pogosto uporablja tudi delo v parih oz. samostojno delo. Rezultati raziskave kažejo, da veliko učiteljev pogosto uporablja modele in shematske predstavitve. Ostale metode oz. oblike dela pri večini sodelujočih učiteljev niso pogosto v uporabi.

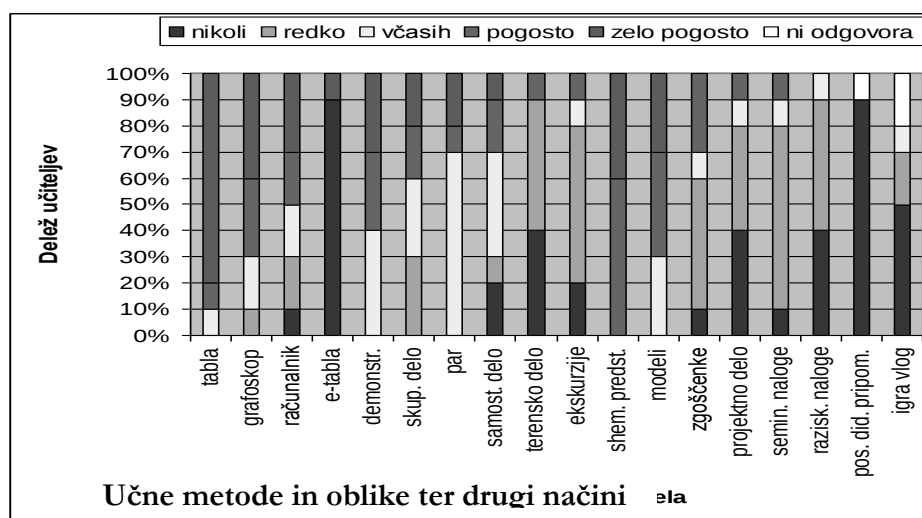


Graf 1: Pogostost uporabe posameznih učnih metod in oblik ter drugih načinov dela v osnovni šoli (Ferk Savec, et al., 2007).



*Raven izobraževanja: srednja šola* (povzeto po Ferk Savec, V. et al., 2007)

Iz grafa 2 lahko razberemo pogostost uporabe posameznih učnih oblik oz. metod in drugih načinov dela pri srednješolskih učiteljih. Tudi srednješolski učitelji za razlago teorije največkrat uporabljajo tablo, sledi uporaba grafoskopa (več kot v OŠ!) in računalnika, medtem ko je uporaba e-table tudi tukaj bolj izjema kot pravilo. Na osnovi rezultatov raziskave gre sklepati, da je v srednjih šolah eksperimentalni pristop pogosto v uporabi pri manjšem deležu učiteljev kot v osnovni šoli. Pri tem pa tudi v srednji šoli prevladujejo demonstracijski eksperimenti, sledi skupinsko delo in delo v parih oz. samostojno delo. Rezultati raziskave kažejo, da veliko učiteljev pogosto uporablja modele in shematske predstavitve (pogostejše kot v OŠ!). Večji delež učiteljev tudi pogostejše uporablja zgoščenke, ostale učne metode oz. oblike pa pri večini sodelujočih učiteljev niso pogosto v uporabi.



Graf 2: Pogostost uporabe posameznih učnih metod in oblik ter drugih načinov dela v srednji šoli (Ferk Savec, et al., 2007).

Učne metode in oblike ter druge načine dela, ki bi jih učitelji želeli izboljšati



Zelo obetavno je, da je raziskava Ferk Savec, at al. (2007) nakazala tudi, da bi učitelji želeli izboljšati svoje znanje o uporabi nekaterih učnih metod in oblik: (1) samostojno eksperimentalno delo učencev in delo v parih; (2) priprava raziskovalnih nalog; (3) uporaba IKT; (4) povezovanje treh ravni predstavitve kemijskih pojmov; (5) terensko delo; (6) projektno delo in (7) igre vlog, torej si lahko obetamo v prihodnosti izboljšave pouka tudi na račun prehoda k bolj aktivnim oblikam poučevanja.

V zvezi z uporabo različnih metod in oblik dela pri pouku pa je prav tako pomembno upoštevati mnenje učencev, dijakov in študentov o pouku naravoslovnih predmetov. V okviru raziskave Gabršček at al. (2005) je bila izvedena anketa med 862 študenti, ki študirajo tako na družboslovnih kot na naravoslovnih fakultetah. Študenti so med drugim odgovarjali na vprašanje *»Šolarji pravijo, da se sedaj fizike (kemije, biologije) ne učijo radi. Kaj menite, da bi v šoli pomagalo spremeniti ta njihova stališča?«* Kot odgovor so imeli ponujenih šest možnosti in lasten komentar, izbrati pa so morali štiri največje probleme. Pri posameznih naravoslovnih predmetih so se na prvo ali drugo mesto uvrstile naslednje trditve:

- *»Pri pouku bi moralo biti več poskusov.«* (fizika 73% anketirancev, kemija 78%, biologija 66%)
- *»Učni program bi moral biti bolj 'življenjski'.«* (fizika 53%, kemija 59%, biologija 71%)
- *»Učenci bi morali biti seznanjeni z uporabo fizike/ kemije/ biologije v poklicih in vsakdanjem življenju.«* (fizika 59%, kemija 58%, biologija 53%)

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi raziskovalci drugje po svetu; mnogi avtorji opisujejo probleme, s katerimi se na področju naravoslovnega (kemijskega) izobraževanja soočamo v zadnjih desetletjih (Pilot and Bulte, 2006; Gilbert et al., 2002; Osborne and Collins, 2001). Gilbert (2006) povzema



nekatero od najbolj perečih: prenatrpanost učnih načrtov, nepovezanost med obravnavanimi pojmi, premajhna povezanost s problemi oz. reševanjem problemov v vsakdanjem življenju, pomanjkanje relevantnosti vsebin in poudarki na neustreznih vsebinah in ciljih. Vsak od teh problemov predstavlja pri poučevanju ter oblikovanju učnega načrta serijo izzivov, katerih rešitev naj bi bil med drugimi tudi **pristop z uporabo konteksta**, v katerem so kemijski pojmi povezani z življenjem. Kemijo naj bi poučevali znotraj konteksta družbeno pomembnih tem, kot so npr. globalno segrevanje, ozonska luknja, trajnostni razvoj in drugih.

Primeri uporabe pristopa z uporabo konteksta so npr: v Veliki Britaniji projekt »*Salters*«, ki se je začel 1983 leta, 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 izkazalo, da je kemijo na A-nivoju izbralo večje število dijakov. Podoben pristop 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 *Salters* projekta in se je v Nemčiji pričel 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 *PLON* predstavlja pristop 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 osredotoča na pomembno povezavo med učenjem kemije ter vsakodnevnim življenjem ter družbenimi vprašanji (Bulte et al., 2006, Pilot and Bulte, 2006). Primera tega pristopa sta v Združenih državah Amerike *ChemCom: Chemistry in the Community*, srednješolski učbenik, ki je bil razvit ob podpori American

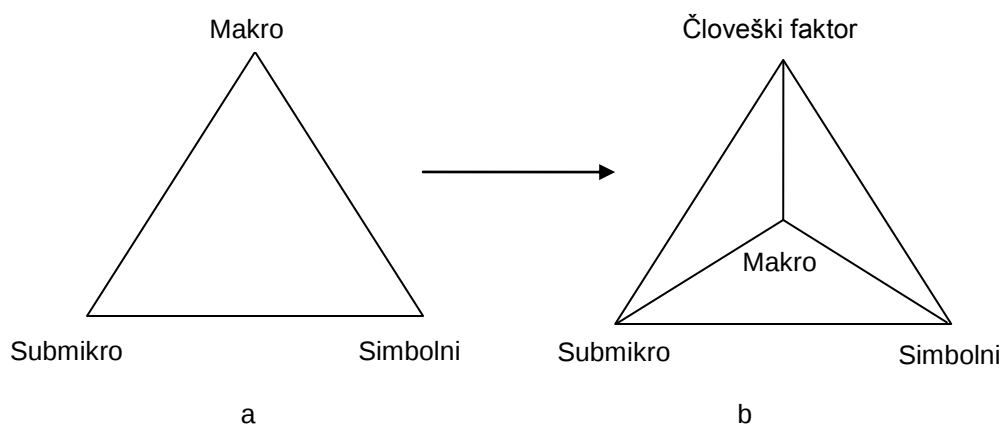


Chemical Society (ACS) in National Science Foundation (NSF) ter *Chemistry in Context* (CiC), ki je bil namenjen študentom na dodiplomskih programih kolidžev in univerz (starost študentov 18–20) na različnih področjih študijev. Namen skupine šestih univerzitetnih profesorjev, avtorjev CiC, je bil izboljšanje kemijske pismenosti Američanov (Schwartz, 2006).

Pristop z uporabo konteksta je velikokrat nadgrajen z aktivnimi metodami pridobivanja znanja (Abd-El-Khalick et al., 2004), ki so bile omenjene kot nujno potrebna oblika pridobivanja znanja, že na začetku tega prispevka in katerih namen je kemijske pojme čim bolj osmisliti in jih povezati z že obstoječimi 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).

Poleg že navedenega, pa je pri poučevanju kemije ključno tudi, da skozi vse stopnje izobraževanja razvijamo razumevanje kemijskih pojmov in procesov. Izhajajoč iz narave znanosti kemije, temelji njeno poučevanje na opazovanju snovi in njihovih lastnosti ter opazovanju kemijskih reakcij in procesov na očem zaznavni, t.i. *makroskopski ravni*, ki jih skušamo razložiti na nivoju delcev, t.i. *submikroskopski ravni* (Barke and Wirbs, 2002). Pri zapisovanju navedenega s kemijskim jezikom, pa se srečamo še s t.i. *simbolno ravno*. Johnstone (1991) navaja, da je prav povezovanje različnih ravni predstavitev razlog, zakaj je kemija za mnoge težka in slabo razumljiva. Vizualizacijski elementi, kot so modeli orbital, atomov, molekul in kristalov, imajo ključno vlogo pri predstavitvi submikroskopskega sveta in pomagajo pri premoščanju težav pri povezovanju vseh treh ravni predstavitev. Tri ravni predstavitev naravoslovnih pojmov in zakonitosti ter vlogo vizualizacijskih elementov pri njihovem povezovanju opisujejo s »kemijskim trikotnikom«

(Johnstone, 1991; Barke in Wirbs, 2002), v katerem označujejo oglišča trikotnika kot makro, submikro, in simbolni. Barke and Wirbs (2002) predlagata pri kemijskem izobraževanju pristop usmerjen v strukturo snovi, katerega bistvo je, da imajo študentje možnost ne le usvojiti z njimi povezano poznavanje pojmov, ampak s pomočjo uporabe strukturnih modelov usvojiti tudi predstave o snoveh. Barke (2007) se pri poučevanju zavzema za poučevanje treh oglišč trikotnika enega za drugim: najprej makro raven, nato sledi uporaba strukturnih modelov na submikro ravni, ter na koncu uporaba kemijskih simbolov – simbolna raven. Mahaffy (2004) je »kemijski trikotnik« nadgradil še z enim pomembnim vidikom razumevanja kemije, to je človeški faktor (angl. *human influence*). Razumevanje kemije je namreč odvisno tudi od družbe in okolja v katerem živi posameznik ter njegovih specifičnih interesov in sposobnosti. Tetraedrski model tako povezuje razumevanje kemijskih pojmov z njihovo uporabo v vsakdanjem življenju.



Slika:

a) Kemijski trikotnik (Johnstone, 1991)

b) Tetraedrični model ravni predstavitve kemijskih pojmov in zakonitosti: vključuje pomen človeškega faktorja (Mahaffy, 2004)

Prispevek povzema nekaj sodobnih spoznanj, ki so rezultat raziskav na področju naravoslovnega izobraževanja. Žal pa raziskave niso dovolj, so le začetek poti k izboljševanju pedagoške prakse, pri čemer imajo ključno vlogo



učitelji. Izkušnje kažejo, da je pogosto sodelovanje učiteljev, vključenih v pedagoški proces in raziskovalcev premalo uspešno (Kempa, 1992; Gabel, 1999; De Jong 2005). Avtorji omenjenih raziskav navajajo, da je razlog za omenjeno stanje je tako na strani učiteljev, kot na strani raziskovalcev, pri čemer raziskovalci opozarjajo na premajhen izkoristek izsledkov njihovih raziskav, učitelji pa menijo, da so raziskave na področju kemijskega izobraževanja neustrezno zasnovane, da bi njihove rezultate lahko primerno uporabili za umestitev v pouk. Med raziskovanjem in poučevanjem torej obstaja vrzel, ki jo je potrebno premostiti. Večina predlaganih rešitev za premostitev vrzeli se nanaša na izboljšanje komunikacije med raziskovalci in učitelji in gotovo bo tudi pričujoči projekt - Razvoj naravoslovnih kompetenc - prispeval k izboljšavi stanja. Gledano v daljšem časovnem obdobju pa bi kazalo kot enega od načinov kontinuirnega izboljševanja šolske prakse uvesti t.i. akcijsko raziskovanje, kjer učitelji prevzamejo vlogo raziskovalca svojega lastnega dela ob podpori izkušenih raziskovalcev, z namenom dviga kvalitete učenja in poučevanja v šolski praksi.

## Literatura

1. 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.
2. BARKE, H. D., WIRBS, H. (2002). Structural units and chemical formulae chemistry education. *Research and practice in Europe*, 3, 185-200.
3. 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 (Ur.), *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 165-184.



4. BENNETT, J., LUBBEN, F. (2006). Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science Education* 28, 999-1015.
5. 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.
6. DE JONG, O. (2005). Research and teaching practice in chemical education: living apart or together? *Chemical Education International*, [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.iupac.org/publications/cei>. (15.1.2006)].
7. DRIESSEN, H. P. W., MEINEMA, H. A. (2003). Chemistry between context and concept, designing for renewal. Enschede: SLO.
8. EIJKELHOF, H. M. C., KORTLAND, K. (1988). Broadening the aims of physics education. V: P. J. Fensham (Ur.), *Development and dilemmas in science education*. London, UK: Falmer Press.
9. FERK SAVEC, Vesna, DOLNIČAR, Danica, GLAŽAR, Saša A., SAJOVIC, Irena, ŠEGEDIN, Primož, URBANČIČ, Matej, VOGRINC, Janez, VRTAČNIK, Margareta, WISSIAK GRM, Katarina Senta, DEVETAK, Iztok (2007). Učiteljeva identifikacija konkretnih problemov pri poučevanju naravoslovnih predmetov. V: VRTAČNIK, Margareta (ur.), DEVETAK, Iztok (ur.), SAJOVIC, Irena (ur.). *Akcijsko raziskovanje za dvig kvalitete pouka naravoslovnih predmetov*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta: Pedagoška fakulteta.
10. GABEL, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, 548 – 554.
11. Gabršček S, Uršič M, Knap Ž, Japelj B, Brečko N, Kavčič Z, Kreuh A, Petrinjak A, Vilhar B, 2005: Izzivi naravoslovno-tehničnega izobraževanja - zaključno poročilo, ciljni raziskovalni projekt, naročnik Ministrstvo za



- šolstvo in šport Republike Slovenije, <http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/ucitelji/porocilo-izzivi/izzivi-nt-izobrazevanja.pdf>
12. GILBERT, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International journal of science education*, 28, 957-976.
  13. GILBERT, J. K., DE JONG, O., JUSTI, R., TREAGUST, D. F., VAN DRIEL, J. H. (2002). General preface. V: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. Van Driel (Ur.), *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
  14. JOHNSTONE, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
  15. KEMPA, R. (1992). Research in chemical education: Its role and potential. V: M. Atley, S. Bennett, S. Dutch, R. Levinson, D. West (Ur.), *Open chemistry*. London: Hodder and Stoughton.
  16. MAHAFFY, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education. Research and Practice*, 5, 229-245.
  17. 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.
  18. PARCHMANN, I., GRÄSEL, C., BAER, A., NENTWIG, P., DEMUTH, R., RALLE, B. (2006). "Chemie im Kontext" – symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28, 1041-1062.
  19. PILLING, G., HOLMAN, J., WADDINGTON, D. (2001). The Salters' experience. *Education in Chemistry*, 38, 131-133.
  20. PILOT, A., BULTE, A. M. W. (2006). 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.



21. SCHWARTZ, A. T. (2006). [Contextualised chemistry education: the American experience. \*International Journal of Science Education\*, 28, 977-998.](#)
22. VRTAČNIK, Margareta, GLAŽAR, Saša A., FERK SAVEC, Vesna, PAHOR, Vesna, KEUC, Zdenka, SODJA, Valentin (2005). *Kako uspešneje poučevati in se učiti kemijo? : monografija za učitelje kemije - mentorje Partnerstvo fakultet in šol*. Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za anorgansko kemijo.
23. VRTAČNIK, Margareta (2009) Kompetence in nova izobraževalna paradigma. V: *Projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam (01.01.2009 – 31.03.2009)*. Maribor: Univerza v Mariboru.
24. WATERS, J. J. (2004). Engaging with chemistry through context. Proceedings of the Royal Australian Chemical Institute, Tertiary-Secondary Interface Conference, Brisbane.



## Izkustveno učenje

*dr. Nika Golob,*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

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.

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 sodijo 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 abstrakcijske 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 preko zavedanja katastrofalnih posledic človekovega nepremišljenega ravnanja.

Ob razmišljanju o izkustvenem učenju je Jarvis (v Jarvis, 2003) razvil sledečo 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 celotne 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 izpostavil celotno osebnost s svojimi čutili in poudaril, 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, v katerem se ustvarja znanje s pretvorbo (transformacijo) posameznikove izkušnje.« (Kolb, 1984).

Pri tem Kolb (1984) izpostavi pomen vzajemnega vplivanja oz. transakcijo osebnega in družbenega znanja. Družbeno znanje razume kot množico nakopičenih objektiviranih spoznanj, ki so nastale preko preteklih izkušenj človeštva, osebno znanje pa predstavlja 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 izkušnje služijo kot osnova za refleksijo in opazovanje, konceptualizacijo, analizo in testiranje ter tudi aplikacijo idej. Vsak cikel daje vzvod naslednjemu ciklu. Kolbov vzvod je Dewey imenoval impulz za novo izkušnjo (več o tem ob sliki 3).

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 izpostavi (prav tam), da je za izkustveno učenje osrednjega pomena predpostavka, da ideje otrok niso točno določeni, nespremenljivi elementi misli, ampak se le-te preko izkušenj oblikujejo. Učenje je proces, pri



katerem se pojmi stalno spreminjajo skozi izkušnjo (Kolb, 1984). Podobne predpostavke smo v poglavju 1.2 predstavili tudi pri kognitivistih (Piaget, Vygotsky, Bruner).

Tudi Kolb v razlagi značilnosti izkustvenega učenja poudarja spoznanja kognitivistov in s tem pridobivanje izkušenj na podlagi že obstoječih 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 pristopa 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, potem 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 vsakodnevnem življenju, tako da vključuje transakcijo med osebo (otrokom) in njegovim okoljem, kar sta, kot zapiše Kolb (1984, str. 31–34) izpostavljala že Vygotsky in kasneje Dewey, ki je razumel znanje kot rezultat transakcije med družbenim in osebnim znanjem, ki se dogaja v procesu učenja.



B. Marentič Požarnik (1998, str. 251) z vidika znanja opredeljuje kot pomembno deklarativno znanje (vedeti, da – poznavanje podatkov, pojmov ...), proceduralno znanje (vedeti, kako nekaj narediti, poznavanje 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 pristop k učenju.

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 pogojeno;
- 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 med osebo in okoljem. Izkustveno učenje mora povezovati opazovanje (percepcijo), spoznavanje (kognicijo) in ravnanje v izkušnjo (Kolb, 1984) tudi s pomočjo čustev in domišljije (Hopkins in Putnam v Martin, 2001).

Medsebojni vpliv izkušnje in okolja je v izkustvenem učenju simboliziran z dvojnimi pomenom izkušnje: subjektivnim in objektivnim. Pri tem se subjektivni



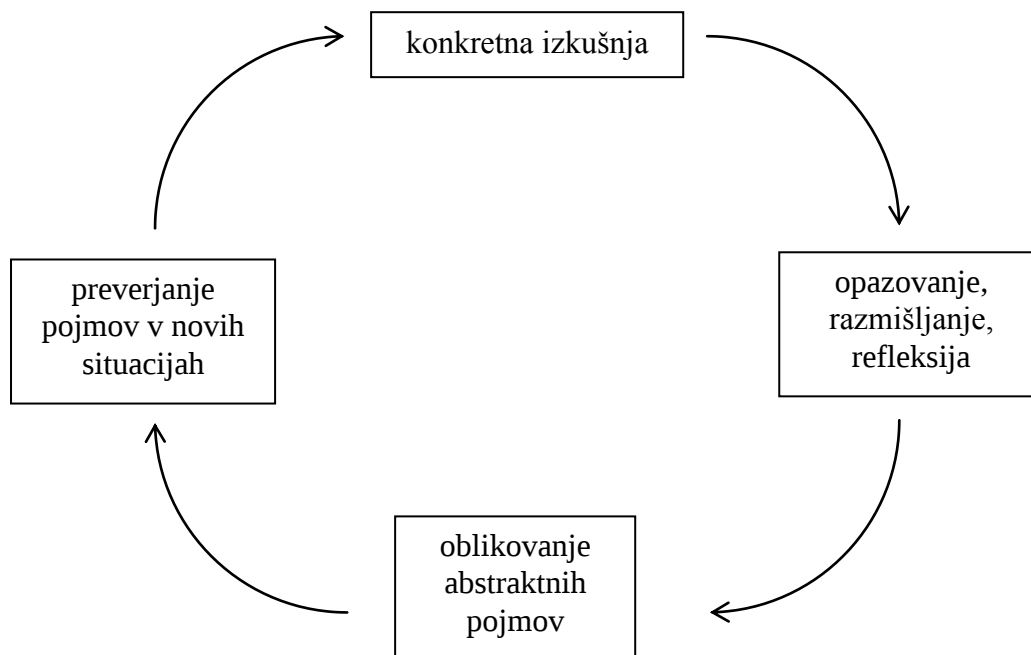
pomen izkušnje povezuje z notranjim stanjem osebe, kot je npr. sreča ali veselje. Objektivni pomen izkušnje pa se povezuje s stanjem osebe glede na okolje, kot je npr. dejstvo, da ima nekdo že 20 let delovnih izkušenj. Oba pomena izkušnje sta v stalnem medsebojnem vplivanju ali transakciji. Subjektivna 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, preko katerega pride do višje stopnje realizacije želenih 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. Tako Lewin potrebo po konkretni izkušnji utemeljuje kot preizkus veljavnosti obstoječih pojmov. Učenje naj bi po Lewinu, kot zapiše Kolb (prav tam), 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.

Slika 26: Krog izkustvenega učenja po Kurtu Lewinu



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

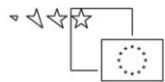
Povezavo med preverjanjem pojmov v novih situacijah in konkretno izkušnjo Kolb (1984, str. 21) razlaga s potrebo oz. željo po novi, drugačni izkušnji, ki vodi v nov krog izkustvenega učenja in bi ga lahko bolje ponazorili s spiralo. Ker je proces ciklični, ni nujno, da je konkretna izkušnja vedno začetna 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 potrebno izkoristiti za nastanek novega znanja prav z uporabo vseh faz izkustvenega učenja.

Za dosego 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 faze, predstavljene v krogih izkustvenega učenja, in jih prirejene povzemamo po B. Marentič Požarnik (1992):

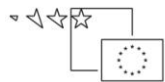
- Načrtovanje: ugotavljanje učnih potreb posameznikov, njihovih zmožnosti in pripravljenosti, opredelitev ciljev, načrtovanje izkušnje, priprava prostora, gradiva. Načrtovanje zahteva praviloma več priprav kot tradicionalne metode.
- Uvodna faza: pričakovanja udeležencev do načrtovane izkušnje, vzpostavitev pozitivnega skupinskega vzdušja, 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 s pomočjo diskusije), 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 obstoječo 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. (Marentič Požarnik, 1992a).



Upoštevanje načel in vseh faz strategije izkustvenega učenja nudi pri pripravi gradiv projekta 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.

## Literatura

1. Carver, R. (1996). Theory for practice: A framework for thinking about experiential education. *Journal of Experiential Education*, 19, 8-13.
2. 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.
3. Jarvis, P. (2003). Izkustveno učenje in pomen izkušnje. *Sodobna pedagogika*, 94-103.
4. Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning, Experience as The Source of Learning and Development*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
5. Marentič Požarnik, B. (1992a). Izkustveno učenje - modna muha, skupek tehnik ali alternativni model pomembnega učenja? *Sodobna pedagogika*, 43, 1-16.
6. Marentič Požarnik, B. (1992b). Sistemska povezanost med sestavinami načrtovanja, izvajanja in vrednotenja izkustvenega učenja. *Sodobna pedagogika*, 43, 101-118.
7. 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
8. Mijoč, N. (1992). Izkustveno učenje. *Sodobna pedagogika*, 182-186.



9. Torkar, G., Verčkovnik, T., & Zalokar Divjak, Z. (2002). Metoda doživljajske predstavitve živali - spoznavni in čustveni vplivi na otroke različnih starosti. *Pedagoška obzorja*, 78-88.



## Sodelovalno učenje

*Janja Majer*

*Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru*

### UVOD

Živimo v takoimenovani informacijski dobi, ki ponuja skoraj neomejene možnosti za izmenjavo in shranjevanje informacij, katerih število, vemo, narašča eksponentno.

Evropska strategija gospodarskega razvoja je danes bolj kot kdajkoli usmerjena v inovacije proizvodov in procesov, večanje njihove dodane vrednosti, v razvoj ekološko sprejemljivih tehnologij, v trajnostni razvoj in svetovno partnerstvo (Vrtačnik, 1999). Pri uresničevanju teh smernic se kaže potreba po kvalitetnem, vseživljenjskem izobraževanju.

Vrtačnik s sodelavci (1998) izpostavlja, da je ideja vseživljenjskega izobraževanja izpeljana iz procesnega izobraževanja. Le-to je lahko opredeljeno kot nova izobraževalna filozofija, ki izhaja iz stopenjskega modela razvijanja procesov in spretnosti. Na njih temelji celovita osebna rast, hkrati pa pogojujejo možnost nadaljevanja šolanja na višjih ravneh in tudi uspešno vključevanje v delovni proces. Podobno izpostavlja Kornhauser (1998), da mora biti kakovostno znanje povezano z iznajdljivostjo, ustvarjalnostjo in podjetnostjo.

Naš čas sili posameznika, da se vse življenje izobražuje in svoje znanje bogati, pogloblja; posameznik je prisiljen izkoristiti vsako priložnost, saj mora biti sposoben prilagajati se svetu, ki se neprestano spreminja.



Delors (1996) v svojem delu navaja štiri temeljne načine učenja, ki naj bi kot celota zagotavljali uspešnost vzgojno-izobraževalnega dela:

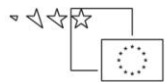
- UČITI SE, DA BI VEDELI. (pridobivanje osnov za razumevanje)
- UČITI SE, DA BI ZNALI DELATI. (ustvarjalno delovanje v svojem okolju)
- UČITI SE, DA BI ZNALI ŽIVETI V SKUPNOSTI. (prispevati svoj delež in sodelovati z drugimi ljudmi v vseh človeških dejavnostih)
- UČITI SE BITI.

Na temelju zgoraj naštetih štirih stebrov znanja so pripravljene smernice izobraževanja Mednarodne komisije o izobraževanju za 21. stoletje.

Vizija vzgoje in izobraževanja v Sloveniji iz leta 1995, ki je predstavljena v Beli knjigi o vzgoji in izobraževanju v Republiki Sloveniji, ob tem še posebej poudarja potrebno uravnoteženost med kognitivnim, socialnim in emocionalnim razvojem otroka (Bela knjiga, 1997). Peklaj (1998) temu dodaja, da so v vseh življenjskih obdobjih pomembni odnosi z drugimi ljudmi. Življenje v skupnosti in intenzivna interakcija z drugimi ljudmi je zato pogoj za naš razvoj in udejanjanje vseh naših potencialov.

Sodelovalno učenje je eden izmed načinov pridobivanja znanja, ki združuje in zajema vse štiri stebre učenja / izobraževanja. Med najbolj pomembne sestavine prvega stebra izobraževanja, ki jih sodelovalno učenje nudi, sodi razvoj sposobnosti, umske koncentracije in kritičnega razmišljanja.

Sodelovalno učenje je tudi učenje v majhnih skupinah, v katerih je delo zastavljeno tako, da obstaja pozitivna povezanost med člani skupine, ki stremijo k doseganju skupnega cilja. Pri tem je poudarjena odgovornost vsakega posameznega člana skupine. Vse to zajema elemente, ki predstavljajo način, kako se učiti, da bi znali delati, iz drugega stebra.



Sodelovalno učenje podpira tudi tretji steber, saj razvija sodelovalne veščine za delo v skupini, kot so poslušanje, sprejemanje mnenj drugih, medsebojna pomoč, konstruktivno reševanje konfliktov, dajanje podpore.

Učiti se biti kot zadnji, četrti steber izobraževanja se odraža v razvijanju lastne osebnosti. Prav pri sodelovalnem učenju, ob izpostavljanju lastne odgovornosti, lahko uspešno razvijamo veščine medsebojne strpnosti, demokratičnosti, spoštovanja drugačnosti, sodelovanja z drugimi, ter splošne vrednote, ki vključujejo tudi pravičnost.

Sodelovalno učenje prav zaradi svoje opredelitve omogoča ravnotežje med kognitivnim, emocionalnim in socialnim razvojem otroka, kot je izpostavljeno v viziji vzgoje in izobraževanja v Sloveniji iz leta 1995, ki je predstavljena v Beli knjigi o vzgoji in izobraževanju v RS.

V svetovnem merilu številni avtorji (Johnson in Johnson, 1987; Slavin, 1990; Qin, Johnson, Johnson, 1995), med njimi tudi strokovnjaki na področju kemijskega izobraževanja (Herron, Nurrenbern, 1999; Cooper, 1995; Bowen, 2000) izpostavljajo pozitivne vplive uporabe sodelovalnega učenja na kognitivni, emocionalni in socialni ravni. Po mnenju strokovnjakov je sodelovalno učenje ena najbolj preučevanih strategij sodobnih, ne-tradicionalnih načinov učenja.

V Sloveniji smo začeli z uvajanjem sodelovalnega učenja v osnovno šolo v šolskem letu 1994/95 v okviru projekta Sodobne psihološke koncepcije učenja in znanja ter njihov pomen za poučevanje, ki je potekal na Pedagoškem inštitutu v Ljubljani. Prav tako se preko Stalnega strokovnega



izpopolnjevanja pedagoških delavcev zamisli sodelovalnega učenja prenašajo v pedagoško prakso (Peklaj, 2001).

Vrtačnik (2001) navaja, da se ravno pri naravoslovnih predmetih ponuja oblika sodelovalnega učenja, ki ni nujno v celoti računalniško vodena, pač pa je ključni poudarek na eksperimentalnem projektnem delu.

## KRATEK POGLED V ZGODOVINO RAZVOJA IDEJE SODELOVALNEGA UČENJA

Ideja, ki jo prinaša sodelovalno učenje, je stara kot človeštvo, saj je sposobnost sodelovanja človeški vrsti prav gotovo omogočila preživetje.

Že v židovski knjigi predpisov in postav, imenovani Talmud (hebr. *Talmudh* - nauk), sestavljeni med 5. in 2. stoletjem pr. n. št., beremo, da mora imeti vsak posameznik pri učenju partnerja. Quintilijan je v 1. stoletju n. št. dokazoval, da učenci pridobijo s poučevanjem drug drugega, Johann Amos Comenius (1592 - 1670) pa je bil prepričan, da učencem pri pridobivanju znanja pomaga tako poučevanje sošolcev kot učenje od sošolcev. Konec leta 1700 sta Joseph Lancaster in Andrew Bell razširila sodelovalno učenje v skupinah v Anglijo, ideja se je razširila tudi v Ameriko z odprtjem Lancastijeve šole leta 1806 v New Yorku. Še posebej je idejo z močnim poudarkom o sodelovalnem učenju razvijal Colonel Francis Parker in s tem zaznamoval izobraževanje v Ameriki za celo stoletje. Leta 1949 je Morton Deutsch predlagal teorijo sodelovalnih in tekmovalnih situacij. Kljub temu, da so že nekateri avtorji kot Coleman in Glaser trdili, da je glavni cilj šole usposobiti učence za sodelovanje z ostalimi, je postopek vpeljave sodelovanja natančno opredeljen šele kasneje (Johnson, Johnson, 1987).



## SODELOVALNO UČENJE

### Učenje in interakcije učenec – učenec

Učenje je kompleksen pojem, ki ga splošno opredeljujemo kot pridobivanje znanj, spretnosti in navad. Barica Marentič Požarnik (2000) navaja strokovno definicijo učenja (UNESCO/ISCED 1993): »Učenje je vsaka sprememba v vedenju, informiranosti, znanju, razumevanju, stališčih, spretnostih ali zmožnostih, ki je trajna in ki je ne moremo pripisati fizični rasti ali razvoju podedovanih vedenjskih vzorcev.« Soudeležba pri učenju in usvajanje znanja sta prevladujoči metafori, ki ju vključuje naše dožemanje učenja in poučevanja. Usvajanje znanja predstavlja individualno osnovo, soudeležba pri učenju pa socialno (Enkenberg, 2001).

Vsekakor drži trditev, da se učimo vse življenje. Najbolj organizirano načrtno izobraževanje pa se v obsežnem delu odvija v šolah pri pouku. Pouk zajema tri pglavitne elemente: učitelj, učenec in učne vsebine.

V ospredju dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost učenja pri pouku, je učitelj kot oblikovalec učnih strategij. Učitelj lahko vsako učno situacijo, ne glede na učno področje ali starost učencev, dijakov ali študentov, strukturira na tri različne načine:

- tako, da učenci delajo v majhnih skupinah, da bi vsi usvojili predpisano snov;
- tako, da so učenci v tekmovalni situaciji, v kateri vidimo, kdo se je naučil najbolje;
- tako, da učenci delajo individualno s svojim materialom oz. nalogo, da bi dosegli določen cilj.



Razvidni so torej trije odnosi: sodelovanje, tekmovanje in individualističnost<sup>1</sup>.

SODELOVANJE je skupno delo za doseg skupnega cilja. V učnih situacijah so učenci med seboj pozitivno povezani. Pri doseganju cilja posameznika se povečajo interakcije med učenci v smislu pomoči, sodelovanja in vzpodbud ostalih udeležencev.

TEKMOVANJE je delovanje proti drugim članom, da bi dosegli cilj, ki ga lahko doseže le eden ali nekaj posameznikov. Med učenci se povečajo interakcije v smislu zmaga-poraz, da bi videli, kdo je najboljši. Pri tem pomeni »moja zmaga - tvoj poraz«.

INDIVIDUALISTIČNOST oziroma individualistična situacija obstaja takrat, ko posamezniki delajo sami zase, da bi dosegli cilje, ki niso povezani s cilji drugih. V individualistični situaciji ni nobene povezave med končnimi dosežki posameznikov. Med učenci pa so zelo redke interakcije ali pa interakcij skoraj ni.

Z vidika teoretičnih izhodišč, ki so podlaga raziskavam na področju učenja v majhnih skupinah, sta najpomembnejši socio-konstruktivistična teorija učenja, ki vključuje pojmovanje Vigotskega, Piageta in neopiagetističnih šol, in Deutschova teorija sodelovanja. Na nivoju poučevanja se ti teoriji povezuje v področje sodelovalnega (kooperativnega) učenja (Peklaj, 1994).

---

<sup>1</sup> Individualističnost. Izraz povzemam po Johnson in Johnson, 1987 s pomenom, da učenci delajo individualno in ne individualističnost kot didaktično deformacijo oblike dela po Prodanovič in Ničkovič, 1974.



Esiobu in Soyibo (1995) izpostavljata, da je bilo po objavi Deutschove klasične teorije sodelovanja in tekmovanja (objavljena v letu 1949) že ogromno študij, ki so proučevale vpliv sodelovalnega oz. tekmovalnega odnosa med učenci na njihovo učenje in učne dosežke. Na osnovi pregleda relevantne literature ugotavljata, da ni univerzalnega soglasja med raziskovalci, ki bi podpiralo sodelovalni, tekmovalni ali individualistični učni model kot prevladujoč, najučinkovitejši in tudi najzaslužnejši za izboljšanje učenja in učnih dosežkov (Esiobu in Soyibo, 1995). Avtorja navajata, da v naravoslovju avtorji kot Humphreys, Johnson and Johnson (1982), Okebukola (1984a), Okebukola in Ogunniyi (1984), Olumide, Okebukola in Odubunmi (1987) zagotavljajo močne argumente, ki so v prid sodelovalnim interakcijam med učenci, po drugi strani pa Okebukola (1984b, 1986), Slavin (1980) in Tjosvold, Marino, Johnson (1977) zagotavljajo argumente, ki podpirajo tekmovalnost. Zanimivo pa Okebukola (1986) v svoji raziskavi podpira stališče, da učenci v intraskupinskem sodelovanju z interskupinskim tekmovanjem dosegajo vidno boljše dosežke kot učenci, med katerimi so povsem sodelovalni in povsem tekmovalni odnosi (Esiobu, Soyibo, 1995).

Watson in Marshall (1995) navajata na osnovi argumentov številnih avtorjev prepričanje, da sodelovalni odnosi oz. tako učenje, ki izpostavlja sodelovalne odnose med učenci, v primerjavi s tekmovalnimi in individualističnimi odnosi učinkovito vpliva na izboljšanje učnih dosežkov. To je še posebej primerno za poučevanje naravoslovja. Razloge zanj navajata delno v razširjenosti skupinskega dela v naravoslovnih laboratorijih in delno zaradi dejstva, da naravoslovje v praksi vključuje sodelovanje z drugimi.

## Splošni družbeni razlogi za sodelovalno učenje



Z novim stoletjem, ki je hkrati novo tisočletje, še globlje in intenzivneje prehajamo v informacijsko dobo, ki bo prav gotovo spremenila vse dimenzije našega življenja, jutrišnja družba pa zaradi tega ne bo več ustrezala nobenemu preteklemu modelu. Zato je pomembno, da se zavedamo splošnih družbenih razlogov za uvajanje, izvajanje in poudarjanje sodelovalnega učenja v šolah.

Razlogi za učenje sodelovanja, ki se ga moramo v veliki meri naučiti, so vsaj dvojni. Prvi razlog je vedno manj družinske vzgoje, katere posledica je zmanjšana socializacija, to pa je že drugi razlog. Kagan (1985) navaja, da je socializacija, ki je otrok deležen v šoli, ena glavnih metod, kako zmanjšati napetosti, ki nastanejo med člani znotraj skupin in med skupinami. Prav tako Cooper (1995) zagovarja sodelovalno učenje kot učinkovit mehanizem, kako preseči razlike v dominantnosti posameznikov in zapostavljenosti ostalih, kar izvira iz osebnostnih in socialnih razlik. Avtorica vidi še dodatno prednost sodelovalnega učenja v tem, da to pomaga pri premagovanju stereotipov glede rase, spola in drugih kategorij predvsem na osnovi vključevanja posameznika v skupine, v katerih ni tekmovalnosti. Peklaj (2001) pa navaja, da se v zadnjih tridesetih letih po vsem svetu uporabljajo različne oblike sodelovalnega učenja, ki dopolnjujejo individualne in tekmovalne oblike dela v šolah. V ZDA jih uporabljajo predvsem za premoščanje težav, ki nastajajo zaradi različnega rasnega in nacionalnega izvora otrok, ter jezikovnih in spoznavnih težav, ki izhajajo iz tega. V Izraelu jih uporabljajo za premoščanje razlik med židovskimi priseljenci iz različnih delov sveta, v evropskih državah pa predvsem zato, da bi ublažili težave, ki jih prinaša hiter tehnološki razvoj ter velike socialne spremembe v družbi.

Dejstvo je, da se marsikje učenci v šoli ne učijo sodelovanja, bodoči poklic pa to od njih velikokrat zahteva. Omenjeno je še eden v vrsti razlogov,



da se je potrebno sodelovanja učiti. Od študentov kemije, ugotavlja Towns (1998), se pričakuje individualno delo, kadar pa delajo skupaj, je to nesprejemljivo, manj dopustno. Zato Towns poudarja, da mora dodiplomsko izobraževanje vključevati izkušnje, kako učinkovito sodelovati z drugimi študenti. Razvijanje interpersonalnih sposobnosti pri delu v skupinah je z vidika kasnejšega zaposlovanja študentov po podatkih biltena ameriškega kemijskega združenja za pomlad 1996 (American Chemical Society Committee on Profesional Training presednted in their Spring 1996 newsletter) med najpomembnejšimi sposobnostmi, ki zagotavljajo zaposljivost, produktivnost in poklicno uspešnost (Towns, 1998). Po podatkih, ki jih navaja Kagan (1985), obstajajo ocene, da 70% - 80% današnjih poklicev zahteva sodelovanje, skupno oblikovanje zamisli in njihovo izpeljavo. Marjorie Kandel (1994) prav tako ugotavlja potrebo obvladanja sodelovalnih veščin pri študentih, saj jih bodo potrebovali pri svojih nadaljnjih karierah in prav v tem vidi prednost sodelovalnega učenja pri kemiji. Po njenem mnenju je v tradicionalnih učnih skupinah glavni problem neenakopravno razporejeno delo med člane skupine. Pri delu v sodelovalnih učnih skupinah se ta problem praviloma ne pojavlja, zaradi česar je sodelovalno učenje med študenti priljubljeno.

Avtor Kagan (1985) utemeljuje kot razlog za učenje sodelovanja tudi nove trende urbanizacije. Gostota naseljenosti danes zahteva prefinjene socialne sposobnosti, predvsem sposobnosti sodelovanja in sklepanja kompromisov, žal pa razmere kažejo večji trend tekmovanja.

V zadnjem času je kot dejavnik uspešnega učenja omenjano poudarjanje čustev. Goleman (1997) uporablja termin *čustvena inteligenca*, s katerim želi ločiti dve vrsti inteligence: racionalno in čustveno. Po njegovem prepričanju obe odločata o našem uspehu v šoli in v življenju, pri čemer



izpostavlja, da je čustvena inteligenca včasih celo pomembnejša. Prav tako Marlene Katz (1996) opozarja, da učitelji velikokrat pozabljamo na moč čustev in samega odnosa do posameznega predmeta na učenje, s čimer zanemarjamo naslednji učinkovit dejavnik učenja. Z zanemarjanjem vloge čustev pri učenju izgubljamo ključ do motivacije učencev. Avtorica je pri svojem poučevanju organske kemije spremenila tradicionalen način dela tako, da je vključeval elemente sodelovalnega učenja, takoimenovano »student-directed learning«. Rezultati učnega uspeha so bili vidno boljši, prav tako tudi zadovoljstvo študentov. Burrin s sodelavci (1993) poroča o podobnih rezultatih, ki jih je dobil na osnovi laboratorijskih vaj na fizikalno-naravoslovnem tečaju za osnovnošolske učitelje pripravnike.

Z razvojem telekomunikacijskih sredstev naraščajo individualistične dejavnosti otrok (npr. gledanje televizije, računalniške igre), kjer najpogosteje med člani družine ni nikakršne komunikacije in medsebojnega druženja.

Anderson, Hayes in Werner, (1995) predstavljajo uporabe sodelovalnega učenja kot način dela pri organski in analizi kemiji na primeru laboratorijskega projektnega dela. S pomočjo sodelovalnega učenja so študenti spoznali pomen izmenjave informacij pri laboratorijskem delu, ki je vključevalo elemente raziskovanja. Zaradi sodelovanja so potrebovali manj aparatur oziroma so obstoječe aparature so zadostovale. Pri tradicionalnem načinu dela v laboratoriju bi že samo delo zahtevalo veliko več časa. Prav zaradi izkoristka časa ob vpeljevanju modernih računalniških eksperimentov v program fizikalne kemije, ki zajema molekularno modeliranje, vidijo prednosti sodelovalnega učenja tudi Whisnant, Lever in Howe (2000). Vrtačnik (1999) opozarja na dve bistveni značilnosti kemijske baze znanja, in sicer na njeno eksponentno rast ter velikost. Kornhauser (1998) ob tem izpostavlja, da sta »temu skoraj strašljivemu obsegu izpostavljena tudi učenec in učitelj«.



Upoštevati pa moramo še vse večjo zapletenost informacijskih sistemov in abstraktnost pojmov.

Cooper (1995) predlaga sodelovalno učenje kot rešitev pasivnosti študentov, ki se pojavlja zlasti pri predavanjih na fakultetah zaradi številčnosti študentov v velikih predavalnicah.

Številni avtorji, med drugimi tudi Burke in Greenbowe (1998), navajajo argumente za sodelovalno učenje s prepričanjem, da so ob uporabi sodelovalnega učenja učni dosežki večji, le-ti dosegajo višji kognitivni nivo, večja je priljubljenost laboratorijskega dela in narašča prepričanje študentov, da se ob takem načinu dela naučijo več.

## Kaj je sodelovalno učenje?

Sodelovalno učenje je učenje v majhnih skupinah z namenom, da bi učenci dosegli skupni cilj. Sodelovalno učenje lahko definiramo tudi kot razredno učno okolje, v katerem učenci delajo skupaj v heterogenih skupinah za doseganje posameznega cilja. Sodelovalno učenje je strukturirano tako, da se mora vsak posameznik naučiti svoj material in se obenem prepričati, da so se ga naučili tudi vsi drugi v skupini (Peklaj, 1994).

Rezultati sodelovalnega učenja se kažejo v tem, da ima vsak posameznik koristi od truda in dela ostalih članov v skupini. Vsi člani skupine delijo isto usodo oziroma rezultate (»ali vsi plavamo ali se vsi potopimo«), kar pomeni, da je uspeh posameznika odvisen od uspeha sošolca v skupini.

Zavedati se moramo, da navodila učitelja v smislu »Delajte skupaj! Sodelujte med seboj! Delujte kot tim!« niso zadostna in prava, da bi ustvarila sodelovalno vzdušje med člani skupine. Crook (1998) je izpostavil opazovanja



spontanih interakcij med učenci pri rutinskem skupinskem delu. Rezultati so pokazali, da je kvaliteta takšnega spontanega sodelovanja običajno nizka. Kadar želimo, da učenje v majhnih skupinah postane sodelovalno učenje, mora le-to vsebovati določene ključne elemente. D. W. Johnson in R. T. Johnson (1987) navajata pet takih elementov, ki jih je nujno upoštevati pri aktivnostih majhnih skupin, kadar želimo, da učenje postane sodelovalno:

POZITIVNA SOODVISNOST

INTERAKCIJA MED UČENCI - »face-to-face« interakcija

INDIVIDUALNA ODGOVORNOST

SODELOVALNE VEŠČINE

NAPREDOVANJE SKUPINE – »group processing«

Pozitivna medsebojna odvisnost (soodvisnost) je najvažnejši element sodelovalnega učenja. Uspeh vsakega člana v skupini je odvisen od uspeha ostalih članov. Vsak se mora zavedati, da njegovo delo koristi drugim, njemu pa delo drugih. Posamezniki torej delajo s skupnim namenom in si delijo svoje sposobnosti, iznajdljivost, ideje. Cilji in naloge morajo biti oblikovani in zastavljeni tako, da učenci dojamejo, da v resnici »vsi plavajo ali tonejo skupaj«. V tem je bistvo sodelovalnega učenja. Če v skupini ni pozitivne medsebojne odvisnosti, ni sodelovanja.

Interakcija med učenci. Ob skupnem delu si učenci pomagajo, se vzpodbujajo, krepijo drug drugega. Pomembna je dinamika medsebojnih odnosov.

Posameznikova in skupinska odgovornost pomeni, da je celotna skupina odgovorna za doseganje cilja, kakor je tudi vsak posameznik odgovoren za izvršitev svojega dela naloge. Pri tem se lahko pojavi problem razpršitve odgovornosti, pri čemer bi lahko bili posamezni učenci nagrajeni,



čeprav niso vložili veliko dela v skupno nalogo. Za preprečitev razpršitve odgovornosti moramo delo vsakega posameznika v skupini jasno opredeliti, rezultat mora biti viden, jasen in merljiv, saj s tem ostane jasna tudi odgovornost posameznika.

Uporaba in razvijanje spretnosti za delo v majhnih skupinah vpliva na medsebojni odnos, zato se morajo učenci naučiti in nato uporabljati spretnosti, ki so potrebne za sodelovanje. Pri tem morajo biti motivirani. Poglavitne spretnosti za delo v skupini, ki se jih mora vsakdo šele naučiti, so: sposobnost komunikacije, zaupanje drug drugemu, spretnost nasprotovanja, spretnost vodenja, spretnost sprejemanja odločitev, spretnost reševanja nesoglasij.

Napredovanje skupine se ocenjuje, ocena pa se nanaša na razpravo skupine, ki ugotovi, katere aktivnosti in kakšno vedenje njenih članov pomaga pri doseganju skupnega cilja. Skupina se prav tako zave vedenja in aktivnosti članov, ki so jo ovirale, ter ugotovi, kaj bodo pri svojem bodočem delu spremenili in kako bodo nadaljevali z delom. Natančna analiza dela članov skupine z namenom, doseči še večjo učinkovitost delovanja v prihodnje, nenehno izboljšuje proces učenja. Felder (1996) poroča o učinkovitem načinu spremljanja dela skupine v okviru zadanih domačih nalog, ki so vključevale samooceno dela skupine o tem, kaj so delali dobro, kaj menijo, da bi lahko naredili bolje, in kaj so načrtovali, da bodo drugič naredili bolje.

## **RAZISKAVE NA PODROČJU SODELOVALNEGA UČENJA PRI POUKU KEMIJE**

Marbach-ad in Sokolove (2000) ugotavljata, da so današnje raziskave na področju naravoslovnega izobraževanja bolj osredotočene na učence



kot na učitelje, in to s posebnim poudarkom na posameznem učencu in učnem procesu. Herron in Nurrenbern v svojem prispevku z naslovom »Chemical Educational research« (1999) navajata, da so raziskave na področju kemijskega izobraževanja osredotočene predvsem na razumevanje kemije in izboljšanje učenja kemije. Razvitih je bilo veliko modelov poučevanja, a je najbolj široko uporabljena in proučevana strategija sodelovalnega učenja (Herron in Nurrenbern, 1999). Enako stališče, namreč, da je aktivno učenje ob uporabi sodelovalnih skupin najbolj intenzivno raziskovana izobraževalna inovacija, sta leta 1992 zapisala tudi avtorja Kagan in Roberson, ki poročata o več kot 600 raziskovalnih študijah sodelovalnega učenja. Več kot polovica le-teh je proučevala učne dosežke (Kagan, Roberson, 1992).

Pekljaj (2001) navaja, da je veliko število študij pogojevalo obsežne in pregledne meta-analitične raziskave za sintezo dobljenih rezultatov. Po letu 1980 so bile izdelane tri take preglednejše raziskave, ki so primerjale sodelovalno učenje z drugimi načini učenja in integrirale spoznanja na tem področju.

Prav na področju naravoslovnega izobraževanja je Bowen (2000) naredil pregledno meta-analitično raziskavo na osnovi kvantitativnega pregleda objavljenih raziskav, ki so proučevale sodelovalno učenje. Avtor je izvedel meta-analizo raziskav, ki je zajemala skoraj 3.500 študentov. Na vprašanje: »Ali je sodelovalno učenje pri študentih naravoslovja, matematike, inženirstva in tehnologije učinkovitejše kot tradicionalno poučevanje z vidika akademskih dosežkov, trajnosti učinka in odnosa?« odgovarja pritrdilno ter navaja pomemben in pozitiven vpliv sodelovalnega učenja na področju kemije, s čimer močno priporoča njegovo nadaljnje uvajanje (Bowen, 2000).



## Vpliv sodelovalnega učenja na učne dosežke

Bowen (2000) na osnovi rezultatov 15 študij s področja kemije dobljenih z meta-analizo poroča, da so učni dosežki ob uporabi sodelovalnega učenja v primerjavi z učnimi dosežki ob tradicionalnem poučevanju za 14% višji. V študijah je bilo vključeno 437 šol in skoraj 1.100 dijakov in študentov. Avtor suvereno zagotavlja, da z uvajanjem sodelovalnega učenja lahko povečamo učne dosežke pri kemiji.

Avtorja Watson in Marshall (1995) navajata, da na osnovi številnih raziskav v zadnjih letih na področju sodelovalnega učenja lahko trdimo, da obstajajo znatni in upoštevanja vredni dokazi, ki kažejo na učinkovitost sodelovalnega učenja pri izboljšanju akademskih dosežkov. Prav tako Cooper (1995) navaja, da študentje ob sodelovalnem učenju dosegajo konstantno boljše akademske dosežke.

Po drugi strani pa je po mnenju Doughertyja s sodelavci (1995) malo raziskav, ki bi kvantitativno dokazovale vpliv sodelovalnega modela poučevanja na učne rezultate. Številna poročila trdijo, da sodelovalni model deluje bolje kot tradicionalni modeli poučevanja, a v večini primerov za to ni kvantitativno osnovanih ocen. Razloge za to Dougherty vidi v tem, da so v raziskave običajno vključene le posamezne eksperimentalne skupine, zaradi česar je težko oblikovati kontrolno skupino oz. evalvirati model. S trditvijo, da je pri kakršnem koli pedagoškem eksperimentu težava predvsem pri izbiri kontrolne skupine, se strinja tudi Poulson (1999). On navaja osupljivo boljšo uspešnost študentov na izpitih ob štiriletni uporabi sodelovalnega učenja. Rezultate je primerjal s podatki uspešnosti študentov prejšnjih petnajstih let, ko so pri predmetu prevladovala običajna predavanja. K spremembi svojega predavateljskega načina poučevanja je avtorja napeljalo dejstvo, da je



uspešnost študentov pri predmetu Organska kemija na Oddelku za kemijo in biokemijo na kalifornijski državni univerzi v Los Angelesu le nekaj več kot 50%. Avtor še dodaja, da je bila stopnja zapomnitve (retencije) ob uporabi tradicionalnih načinov poučevanja 38%, po uvedbi sodelovalnega učenja pa 75%, pri tem pa posebej poudarja, da rezultati niso bili posledica manjše zahtevnosti oziroma nižanja ocenjevalne lestvice. V raziskavo so bili vključeni le študentje, ki jih je sam poučeval, s čimer je izločil pomemben vplivni faktor, kot je učiteljeva osebnost.

Na univerzi Southern Illinois je Smith s sodelavci (1991) testiral učinkovitost sodelovalne učne tehnike, imenovane sestavljanica (jigsaw). Avtorji so izpostavili znano dejstvo, da so študentje na delo v laboratoriju pomanjkljivo pripravljeni, in da je razumevanje laboratorijskih konceptov skromno. Cilj vpeljave sodelovalnega učenja je bil tako osredotočen na obogatitev in razširitev laboratorijskih učnih izkušenj študentov in boljši izkoristek časa v laboratoriju. Rezultati raziskave, v kateri je sodelovalo 57 dodiplomskih študentov nekemijskih smeri, so pokazali, da so študenti s sodelovalnim učenjem dosegali pomembno višje učne dosežke kot študentje, ki so jih poučevali s tradicionalnimi učnimi metodami. Dodatna analiza skupin (katerih člani so bili študenti z nizkimi, povprečnimi in visokimi učnimi dosežki) je nadalje pokazala, da je do največje razlike v uspešnosti prihajalo prav pri študentih s sicer slabšimi učnimi dosežki. Študenti s sicer povprečnimi in visokimi učnimi dosežki so s sodelovalnim učenjem prav tako dosegali boljše rezultate kot kontrolna skupina, vendar razlika ni bila tako velika.

Vpliv sodelovalnega učenja na učne dosežke, zapomnitev in počutje je pri študentih splošne kemije proučeval tudi Dougherty s sodelavci (1995). V raziskavo so bile vključene tri obsežne skupine študentov. Prva skupina s 180 študenti je bila kontrolna, drugih 180 študentov je pri svojem delu uporabljalo



sodelovalno učenje le delno, tretja skupina študentov pa je imela 240 predstavnikov in je v celoti delala po principih sodelovalnega učenja. Raziskovalci so ugotovili, da je imela vključenost sodelovalnega učenja pri študentih močan pozitiven učinek na pomnjenje vsebin splošne kemije ne glede na idealnost izpeljave ali sam odnos študentov do tovrstnega sodelovalnega učenja. Rezultati zaključnih izpitov so bili pri študentih v sodelovalnih učnih skupinah statistično občutno višji. Pri eksperimentalni skupini se je pokazal tudi vidno boljši odnos do predmeta in zadovoljstvo pri delu. Pri nadaljnjem delu, ki je vključevalo sodelovalno učenje, je Dougherty (1997) s študenti uvedel pogodbo za minimalno oceno C, ki je vključevala učne strategije za doseg minimalnih standardov znanja, vse to z namenom izboljšati učne strategije študentov, razviti učne sposobnosti. Avtor je na osnovi rezultatov kontrolne in eksperimentalne skupine ugotovil, da je tak pristop smiseln, saj se je uspešnost študentov ob enakih standardih znanja povečala, s čimer se je povečala učinkovitost poučevanja.

Hagen (2000) komentira rezultate Doughertyjeve pogodbe za minimalno oceno iz splošne kemije ob uporabi sodelovalnega učenja kot nejasne. Ugotavlja namreč, da niso razvidni deleži vpliva, ki ga imajo sodelovalno učenje oziroma ostale tehnike sodelovalnega učenja. Kljub temu avtor poudarja, da je sodelovalno učenje vredno naporov, ki jih zahteva poučevanje kemije kajti podatki v literaturi zanesljivo kažejo na pozitivne rezultate. Hagen (2000) je svoje stališče dodatno podprl še z rezultati svoje raziskave. O tej poroča, da se je z vpeljavo sodelovalnega učenja uspešnost študentov pri Organski kemiji II na Oddelku za kemijo na univerzi v Nebraski povečala za 20%. Še več, sodelovalno učenje je opazeno pozitivno vplivalo na medsebojne odnose, na vzajemno učenje med kolegi ter na boljši izkoristek odmerjenega časa za predavanja, kjer je bilo opaziti tudi več dialoga pri obravnavi posameznih vsebin.



Rezultati raziskave Banerjee s sodelavci (1997) pa v nasprotju z vsemi zgornjimi primeri kažejo, da med tradicionalno in sodelovalno učno skupino po reševanju treh testov ni bilo bistvenih razlik v uspešnosti. Njihov vzorec je zajemal 68 študentov splošne kemije, za katere so avtorji izpostavili dejstvo, da je vsaka sodelovalno organizirana skupina imela težave ob prilagajanju novi učni strategiji in reševanju problemov. Ugotavljajo, da bi študenti potrebovali več časa za uvajanje sodelovalnega učenja (Banerjee s sodelavci, 1997).

## Vpliv sodelovalnega učenja na kognitivni nivo

Cooper (1995) priznava, da zlasti v zadnjem času sestavljamo teste, ki zahtevajo in preverjajo spretnosti in znanja višjega kognitivnega nivoja. Pri tem študentov ne učimo in ne spodbujamo za razvijanje le-teh, kar se delno izraža tudi pri njihovem manj uspešnem reševanju takšnih testov. Avtorica predlaga sodelovalno učenje kot eno od možnosti za razvoj spretnosti mišljenja višjega kognitivnega nivoja. Podobno ugotavljata tudi Lowyck in Poysa (2001), da z ustrezno uporabo sodelovalnega učenja lahko pozitivno vplivamo na kvaliteto učenja.

Kaartinen in Kumpulainen (2002) sta raziskovala, kako sta med seboj povezani sposobnost razlage (na primer kemijskega pojma topnosti) in sposobnost razpravljanja. Ugotovila sta, da poudarjeno socialno učno okolje študentom omogoča in vzpodbudi razvoj pojma, hkrati pa vključuje refleksijo praktičnega, teoretičnega in uporabnega razumevanja.

Vpliv aktivnega sodelovalnega učnega pristopa na sklop pisno zastavljenih vprašanj s poudarkom na kognitivnem nivoju sta raziskovala Marbach-Ad in Sokolove (2000). Rezultati raziskave kažejo, da so študenti eksperimentalne skupine, ki je uporabljala sodelovalno učenje, postavljali



bistveno bolj premišljena, poglobljena, vsebinsko povezana vprašanja na višjih kognitivnih nivojih kot študentje kontrolne skupine, ki je delala na tradicionalen način.

Do podobnih ugotovitev sta prišla tudi Dori in Herscovitz (1999), ki sta s sodelovalnim učenjem proučevala sposobnost dijakov za postavljanje vprašanj na različnih zahtevnostnih nivojih. S predtestom in končnim testom sta ugotovila, da se je število oblikovanih vprašanj povečalo na vseh zahtevnostnih nivojih, kar pripisujeta vplivu sodelovalnega učenja. Enako se je pokazal pozitiven vpliv sodelovalnega učenja na orientiranost vprašanj, njihovo vsebinsko povezanost in kompleksnost.

Arvaja s sodelavci (2000) je raziskoval rezultate učencev, ki so svoje projektno delo izvajali s sodelovalnim pristopom. Njihovo delo je vključevalo eksperimente, uporabo literature, analiziranje in poročanje o opravljenem delu. Ugotovil je, da sta bila prisotna nizek nivo razumevanja in malo skupinskih interakcij. Razlog za to je prepoznal v slabo oblikovanih nalogah in njihovih vprašanjih ter v poudarjanju reprodukcije pri poročanju. V svojih ugotovitvah je avtor opozoril, da je bilo pri poročanju premalo pozornosti namenjene razumevanju. V zaključku raziskave je podal smernice za oblikovanje takih nalog, ki bi vključevale razpravo, komunikacijo ter več interakcije na višjem kognitivnem nivoju.

Kneser in Ploetzner (2001) sta ugotovila, da so pari s pomočjo sodelovalnega načina učenja rešili probleme, ki so presegali njihove individualne zmožnosti reševanja problemov.

## **Vpliv sodelovalnega učenja na zmanjšanje napačnih predstav**



Leta 1991 sta Basili in Stanford s pomočjo tehnik sodelovalnega učenja v skupini 62 študentov splošne kemije proučevala, kako lahko tak način poučevanja pripomore k premagovanju napačnih predstav. Ugotovila sta, da z uporabo sodelovalnega učenja nastane statistično pomembna razlika v zmanjšanju števila napačnih predstav (Basili, Stanford, 1991). V kontrolni skupini, kjer je potekalo delo po principu predavanj, so študenti ohranili več napačnih predstav kot študenti iz eksperimentalne skupine.

Na podobnem vzorcu študentov sta prišla do enakih ugotovitev Bowen in Phelps (1997). V nadaljevanju prepoznavanja in odpravljanja napačnih predstav pri učencih sta se Huddle in Pillay (1996) lotila novih dejavnikov, ki so s tem povezani. Sklepala sta, da je pozitivno in nepreteče vzdušje pri delu dodaten vzpodbudni dejavnik. Ob tem navajata še splošno stališče številnih raziskovalcev, da je že usvojene napačne predstave v učenčevih konceptualnih shemah izjemno težko modificirati, kar se je delno potrdilo tudi v njihovi raziskavi (Huddle, Pillay, 1996).

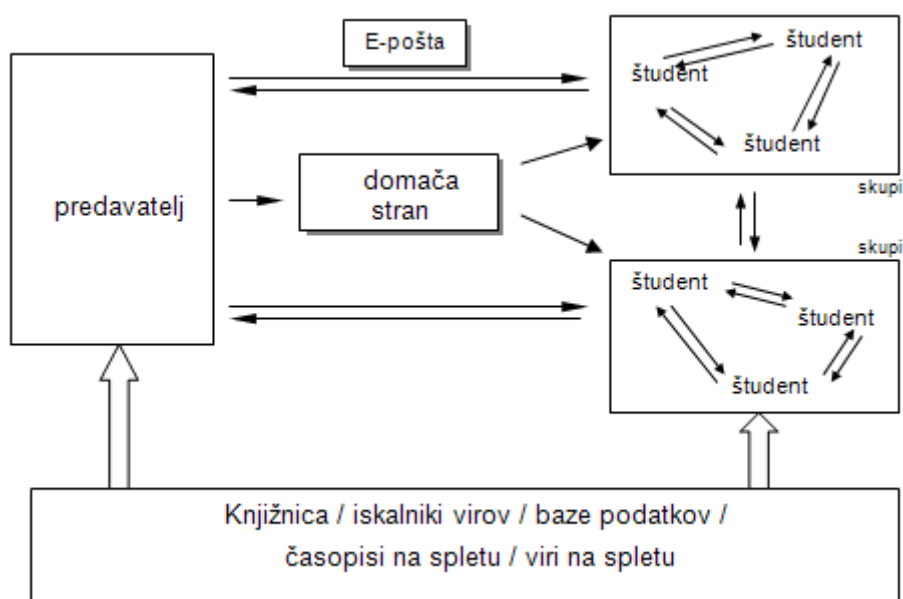
Med našimi raziskovalci Vrtačnik in Ferk (2001) izpostavljata, da naj bi sodelovalno učenje ob podpori informacijskih in komunikacijskih tehnologij prispevalo h konceptualni spremembi izobraževanja, in sicer izobraževanje naj bi prešlo iz poučevanja v učenje.

## **Sodelovalno učenje in moderna tehnologija**

Avtor Cramer s sodelavci (2001) v svojem prispevku o uporabi sodelovalnega učenja pri kemiji opisuje primer molekularnega modeliranja na področju kvantne kemije. Avtorji na osnovi izkušenj zaključujejo, da je bila povratna informacija študentov zelo pozitivna in izpostavljajo, da so z vpeljavo sodelovalnega učenja povečali inovativnost in kreativnost študentov.



Glaser in Poole (1999) z univerze Missouri v Columbiji poročata o modelu sodelovalnega učenja pri organski kemiji z uporabo medmrežja. Osnovni razlog za vpeljavo tega modela poučevanja je predvsem vedno večje število študentov na predavanjih. Avtorja navajata razmerje med predavateljem in študenti od 1:100 do 1:1000. Poučevanje kemije v tako polnih predavalnicah predstavlja poseben problem, ne le zaradi razlik študentov v predznanju, sposobnostih in akademskih interesih, temveč tudi zaradi otežene, večkrat nemogoče komunikacije med predavateljem in študenti ter nenazadnje tudi med samimi študenti. Glaser in Poole sta organizirala oblikovanje lastne internetne strani, kar je bistveno pomnožilo komunikacijske povezave med študenti ter med študenti in predavateljem. Shema 1 prikazuje povečane komunikacijske poti ob oblikovanju lastne internetne strani tako med študenti, kakor tudi v odnosu učitelj - študenti.



Komunikacijske poti

Evalvacija inovativnega poučevanja organske kemije, v kateri je sodelovalo 34 skupin študentov, ki so delali na projektih z uporabo medmrežja



kot vira informacij, je pokazala veliko prednosti: motivacijo za delo, študenti so izpostavili pozitivnost vzajemnega učenja, prednost dela v skupini pri reševanju problemov, uspešnost skupnega učenja za izpite, zavedanje, da smo ljudje različni ter učenje skupinskega dela. Na drugi strani so študenti kot težavo pri tako zastavljenem delu izpostavili časovno in prostorsko usklajevanje skupinskega dela. Rezultati so pokazali, da so študenti v skupinah pri reševanju problemov raje komunicirali osebno, spletne strani pa so uporabljali prvenstveno za oblikovanje poročil in rezultatov dela. Ugotovitve so prav tako potrdile več ustvarjalnosti in kreativnosti, saj je 18 od 34 skupin pri svojem delu izdelalo svojo lastno spretno stran, čeprav se le-to od njih ni zahtevalo. Pri tem so nekateri celo vključevali lastne animirane grafike, zvočne inserte in filme.

Nove tehnologije še bolj spodbujajo učenje na daljavo v obliki timskega dela in sodelovanja in ne toliko tekmovalnih odnosov. V to obliko učenja sta se poglobljala Burke in Greenbowe (1998), ki poudarjata pomen komunikacijskih spretnosti, spretnosti načrtovanja in skupinskega dela.

Nadalje je Pence (1999) vpeljala projekt sodelovalnega učenja z uporabo elektronske pošte. Pri tem je uporabila tri vrste sodelovalnih nalog, kot so: »odprto vprašanje«, »tema, ki mi je najtežja« in »ali mi lahko pomagaš«. Druga naloga sloni na konceptu, da največ znanja pridobimo s poučevanjem drugega oziroma ob učenju od drugega. V tretji nalogi so morali študentje postaviti vprašanja, ki bi se po njihovem mnenju lahko pojavilo na izpitu. V projekt sodelovalnega učenja z uporabo elektronske pošte je bilo vključenih 90% študentov posameznega semestra. Pred tem projektom je le 40-70% študentov uporabljalo elektronsko pošto. Odzivi na projekt so bili pozitivni, nesporno pa izstopa odziv študentk. Pri njih so opazili zmanjšanje odpora do uporabe novih tehnologij. Po mnenju avtorice lahko sodelovalno učenje z



uporabo elektronske pošte predstavlja obliko sodelovalnega učenja, pri katerem študenti pridobijo spretnost medsebojnega komuniciranja brez neposrednega kontakta.

Podobno poroča Lea (2001) o študentih podiplomskega študija, ki so uporabljali konference na spletu (*online conference*). Ob tem so se učili drug od drugega in strokovno osredotočeno razpravljali. Medsebojno učenje so sami izpostavili kot izredno pozitivno izkušnjo. S poudarkom, da učenci sodelujejo na različne načine na različnih nivojih in pri različnih učnih aktivnostih, sta avtorja Chin in Carroll (2000) zasnovala štirimesečni projekt sodelovalnega učenja z uporabo računalniške tehnologije. Kot nujen pogoj za uspešno in učinkovito izvajanje sodelovalnega učenja z uporabo računalnika pri naravoslovnem izobraževanju sta izpostavila potrebo po natančnem definiranju sodelovanja pri učenju in široko uporabnost sodelovalnih tehnologij. Chan in sodelavci (2001) ugotavljajo, da se z razvojem informacijske in komunikacijske tehnologije spreminja celoten koncept učenja, torej kako, kaj, kdo, kdaj, kje in zakaj se učimo. Ponovno je poudarjen pomen vključevanja medmrežja v proces izobraževanja, na novo pa so predstavljeni štirje modeli za integracijo medmrežja v proces poučevanja (Chan s sodelavci, 2001). Po mnenju Crooka (1998) moderna tehnologija omogoča in podpira razvoj sodelovalnega učenja v začetnih fazah izobraževanja. Računalniško podprto sodelovalno učenje (CSCL – *computer supported collaborative learning*) lahko, po mnenju Hakkarainena s sodelavci (1999), pomembno pripomore k aktivni udeležbi učencev, ki imajo pri tradicionalnem delu v razredu učne težave. Ugotavljajo namreč, da ne glede na motivacijo in predhodne učne dosežke, tudi učenci s težavami želijo usvojiti novo znanje. Zato je pomembna razredna klima in konkretna učna situacija, ki vzpodbuja učence k aktivnosti. Tao in Gunstone (1999) sta izrazila prepričanje, da CSCL učencem omogoča razvoj konceptualnega znanja.



Razlike v pojmovanjih sošolcev in ob konfliktnih različnih pojmovanj lahko privede do refleksij in re-konstrukcij pojmov, do osmišljanja novega razumevanja. Eden od osnovnih ciljev računalniško podprtega sodelovalnega učenja (CSCL) je lahko, kot je mnenja Kusunoki s sodelavci (2000), možnost spremljanja medsebojnega učenja na osnovi interakcij in diskusij med učenci. Če želimo, da se računalniško podprto sodelovalno učenje resnično uveljavi, sta potrebni, kot ugotavlja Realff s sodelavci (2000), učiteljeva pripravljenost za uporabo tega načina učenja ter motivacija učencev za aktivno uporabo znanja z logičnim razmišljanjem.

Kumpulainen in Mutanen (1998) sta proučevala, kako lahko uporaba sodelovalno zasnovane multimedijske enciklopedije vpliva na učenje naravoslovja. Rezultati so pokazali, da so pari učencev storilnostno usmerjeni, kar se je pokazalo tudi na njihovih končnih izdelkih – izdelavi plakata. Avtorja opozarjata, da učitelji najpogosteje uporabljajo multimedijo kot dodatni pripomoček za prikaz množice velikokrat nepomembnih podatkov, kar ni namen multimedije. Kumpulainen, Salovaara, Mutanen (2001) zato izpostavljajo, da je v današnjem izobraževanju zelo pomembna uporaba multimedije, vendar je odločilen natančen načrt dela in oblikovanje učnih situacij z dodelano pedagoško podporo multimedijsko podprtemu učenju.

## Vpliv sodelovalnega učenja na socializacijo

Burron in sodelavci (1993) so na univerzi v Severnem Coloradu proučevali razlike med sodelovalnim učenjem in tradicionalnimi učnimi metodami z vidika učnih dosežkov, razvoja sodelovalnih veščin in odnosa do naravoslovja, še posebej do fizike in kemije. V raziskavi je sodelovalo 43 žensk in 8 moških, ki so se udeležili 16-tedenskega tečaja z naslovom »Fizikalni koncepti za osnovnošolske učitelje«, ki je zajemal teoretični del in



laboratorijske vaje. Rezultati učne uspešnosti niso pokazali statistično pomembnih razlik, pokazali pa so, da so študenti - bodoči učitelji s sodelovalnim učenjem razen sposobnosti povzemanja usvojili tudi pomembne spretnosti sodelovalnega vedenja, ki jih študenti - bodoči učitelji v tradicionalni laboratorijski skupini niso. Analiza odprtih vprašanj, ki so se nanašala na splošen vtis o učinkovitosti sodelovalnega učenja, je pokazala dve glavni kategoriji odgovorov, ki jih lahko povzamemo v trditvi, da je bilo v 77% primerov delo na sodelovalni način učinkovita učna izkušnja in da so imeli v 50% primerov zadovoljstvo z delom v laboratoriju.

Leta 1988 sta ameriško društvo za izobraževanje in razvoj (American Society for Training and Development) in ameriško ministrstvo za delo (U.S. Department of Labor, Employment and Training Administration) objavila sedem veščin, ki jih delodajalci želijo od svojih zaposlenih:

- učiti se, da bi vedeli (learning to learn)
- poslušanje in ustna komunikacija
- sposobnosti branja, pisanja, računanja
- prilagodljivost, kreativno razmišljanje in reševanje problemov
- osebni ugled, ciljna usmerjenost/motivacija, osebni/poklicni razvoj
- skupinska učinkovitost, medosebnostne veščine, pogajanje, timsko delo
- organizacijska učinkovitost in vodenje

Vse naštete sposobnosti, z izjemo spretnosti branja, pisanja in računanja, so navedene tudi kot socialno/sodelovalne veščine. Uporaba sodelovalnega učenja razvija sposobnosti na teh področjih. Burrin in sodelavci (1993) izražajo tudi prepričanje, da naj bi bili učitelji, ki so doživeli tak način poučevanja, tudi sami boljši učitelji.

Rojas-Drummond in sodelavci (1998) poročajo, da so bili pri delu s tekstom dosežki učencev, ki so delali na sodelovalni način, bistveno boljši od



tistih, ki so v kontrolni skupini delali na tradicionalni način. Osnovnošolski učenci eksperimentalne skupine so bolje usvojili strategije proceduralnega znanja obvladovanje teksta.

Prav tako Burke in Greenbowe (1998) izpostavljata pozitivne pridobitve sodelovalnega učenja na razvoju osebnih in socialnih spretnosti.

Maralee Mayberry (1998) je na osnovi teoretične analize, ki je upoštevala feministični in sodelovalni pristop pri poučevanju, izpostavila njuno podobno karakteristiko. Oba pristopa poudarjata socialni odnos pri učenju, oba uporabljata podobne tehnike usvajanja znanja in oba poskušata ustvariti razredno klimo, kjer se študenti počutijo varne pri vključevanju v učni proces. Rezultati obeh pristopov naj bi pritegnili več žensk in ostalih deprivilegiranih skupin k vključevanju v naravoslovne znanosti.

Pri ugotavljanju učinkovitosti sodelovalnega učenja v majhnih skupinah pri naravoslovju sta Kempa in Ayob (1991) proučevala verbalno komunikacijo med osnovnošolci, ki so bili razporejeni v 27 sodelovalnih učnih skupin. Ugotovila sta, da je potekala verbalna komunikacija (tako v tričlanskih kot štiričlanskih skupinah) kot dialog med dvema posameznikoma, med skupino kot celoto pa le v 14% skupin. Ugotovila sta tudi, da je bil delež verbalno izmenjanih informacij zelo različen po skupinah. Vsebina izmenjanih informacij je potekala na nižjem kognitivnem nivoju, kar zadeva dejstva, ne diskusijo. To vedenje je za učitelja pomembno predvsem zaradi spoznanja, da mora biti pri oblikovanju skupinskih nalog pozoren na njihovo strukturiranost. Naloge naj bi vsebovale tudi analizo, ki bo hkrati pogojevala razvijanje menedžerskih sposobnosti (management skills).



Coppola in Lawton (1995) navajata, da je pri reševanju problemov, pri katerem uporabljamo sodelovalno učenje, nujno potrebna komunikacija ne le med člani posamezne skupine, temveč je zelo pomembna tudi komunikacija med skupinami.

Cooper (1995) poroča o učinku sodelovalnega učenja na povečano komunikacijo tudi v številčnejših razredih, kjer običajno prevladujejo predavanja kot najučinkovitejša in najcenejša pot za posredovanje informacij, pri čemer je učenec v pasivni vlogi. Sodelovalno učenje priporoča za učno metodo, ki učenca postavlja v bolj aktivno učno vlogo.

### **Vpliv sodelovalnega učenja na stališča študentov**

Kogut (1997) navaja rezultate vprašalnikov, ki so vrednotili sodelovalno učenje. V raziskavi je sodelovalo 100 študentov splošne kemije. Rezultati kažejo, da je 91% študentov ob uporabi sodelovalnega učenja intenzivneje in dlje časa študiralo, 83% študentov ugotavlja, da je tak način dela bolj učinkovit, in da so pridobili več znanja splošne kemije, 80% študentov jih želi s takim načinom dela tudi nadaljevati in 74% študentov meni, da tak način študija omogoča bolj poglobljeno delo, kot če bi študirali sami.

Wright (1996) poroča o evalvaciji sodelovalnega učenja pri študentih nižjih letnikov in študentih višjih letnikov splošne kemije. Evalvacija vsebuje rezultate odprtih vprašanj in razgovorov s posameznimi študenti. Kritično so morali vrednotiti sodelovalni pristop ter določiti pozitivne in negativne vidike tega pristopa. V povprečju je vsak študent podal 2,1 komentarja. Pri sodelovalnem učenju so študentje največkrat pozitivno ocenili naslednje:

- večje razumevanje vsebin kemije
- zadovoljstvo ob delu, ki je povezano z realnim življenjem



- izkušnje dela v skupini
- kreativnost pri reševanju problemov
- Najmanjkrat so pozitivno ocenili:
- poglobljeno delo
- smiselnost in izziv za delo
- razvoj spretnosti reševanja problemov

Najpogosteje so sodelovalnemu učenju dodelili negativno oceno zaradi:

- visokega deleža zahtevanega časa za delo
- težav pri skupinskem delu
- pomanjkljive priprave na projektno delo
- tehničnih težav z opremo in računalnikom
- pomanjkanja časa za zadovoljiv zaključek projekta

Najmanjkrat so kot negativno ocenili:

- preveč poglobljeno in zahtevno delo
- prevelik nivo pričakovanj
- dolgotrajnost projekta med zbiranjem podatkov
- nepreglednost nad celotnim delom

90% vseh študentov se je strinjalo, da je sodelovalno učenje povečalo njihovo razumevanje snovi, prav tako se jih je 93% strinjalo, da tak način dela zahteva veliko časa. Razlike med študenti nižjih letnikov in študenti višjih letnikov so naslednje:

- študenti nižjih letnikov so izkazali večjo pripravljenost vložiti več časa v študij,
- študenti višjih letnikov so bili bolj zadovoljni s tradicionalnim načinom dela in bolj skeptični do sprememb le-tega.



Fleming (1995) je v svoji raziskavi preučeval vpliv sodelovalnega učenja in mikroeksperimentiranja na laboratorijske vaje iz organske kemije. Z analizo 130 vprašalnikov je razbral, da so študenti podprli tak način dela. Poudarili so tudi, da veliko raje delajo v skupini z drugimi kakor samostojno. Avtor prepoznava razloge za to predvsem v dejstvu, da se pri laboratorijskem delu študenti še ne počutijo dovolj suverene, delo s kolegi pa jim pomeni večjo varnost.

Carpenter in McMillan (2003) pri uporabi sodelovalnega učenja pri organski kemiji poročata o težavah, na katere so naleteli učne skupine študentov. To so: dogovarjanje za sestanke, nemotiviranost posameznih študentov, osebni konflikti med študenti. Ob teh navedbah avtorja hkrati izpostavljata, da je 96% vseh študentov, ki so bili vključeni v sodelovalno učenje po principu učnih skupin za večje dosežke (Student Teams Achievement Divisions – STAD), izrazilo željo, da bi s takšnim načinom dela nadaljevali. Večina teh študentov se je dobro počutila pri delu in svoje odnose v skupini označila kot produktivne. Ob tem so študenti pri delu zelo cenili sklepanje novih prijateljstev, zmanjšanje stresa, olajšano delo z učenjem od svojih sošolcev (*peer instruction*), občutek varnosti, vedoč, da imajo tudi drugi sošolci težave pri razumevanju organske kemije.

Kovac in Hinde (2001) poročata tudi o pozitivnem odzivu študentov, ki so sodelovalno učenje uporabljali pri fizikalni kemiji. Študenti so sprejeli ta način učenja kot pozitivno učno izkušnjo, avtorja pa ugotavljata tudi njihov bolj pozitiven odnos do fizikalne kemije kot predmeta. Po prepričanju avtorjev so s takim načinom dela zadovoljni tudi profesorji, saj so bolj povezani s študenti in njihovim učnim procesom. Odnos do sodelovalnega učenja je bil merjen z odprtim vprašalnikom in vprašalnikom s trditvami, ki je imel



petstopenjsko ocenjevalno lestvico. Rezultati so pokazali visoko pozitivno oceno za delo v skupini, aktivnost in učinkovitost učenja.

Felder (1996) poudarja, da imajo študenti različne učne stile, zaradi česar en sam način pedagoškega pristopa ne more zadovoljiti vseh. Po njegovem prepričanju naj bi sodelovalno učenje bolj ustrezalo študentom, ki imajo raje induktiven, lokalni in aktiven pristop. Ostali imajo raje deduktiven, globalni in pasiven pristop.

Melanie Cooper (1994) poroča o uporabi sodelovalnega učenja pri delu v laboratoriju. Študenti, ki so delali po principih sodelovalnega učenja, so v primerjavi s študenti s tradicionalnim izvajanjem svoje izkušnje v laboratoriju ocenili bolj pozitivno, ob tem pa izrazili prepričanje, da so se naučili več. Raziskava je prav tako pokazala, da so študentke, ki so bile vključene v sodelovalno laboratorijsko delo, dosegle boljšo oceno teoretičnega dela izpita kot študentke, ki so delale na tradicionalen način. Na osnovi te raziskave so ugotovili, da je upad števila študentk pri tem predmetu manjši, če so bile vključene v sodelovalno učenje pri laboratorijskem delu, in sicer je bil 13%. Upad števila študentk, ki v sodelovalno učenje v okviru laboratorijskih vaj niso bile vključene, je bil 21%. Pri moških je bilo zmanjšanje števila pri tem predmetu 9% ne glede na način izvajanja laboratorijskega dela. Ob tej raziskavi avtorica posebej opozarja, da so za posploševanje razlik o vplivu sodelovalnega učenja glede na spol potrebne še nadaljnje raziskave.

## **KAKO NAČRTOVATI SODELOVALNO UČENJE IN KAKO GA VREDNOTITI?**

Številni avtorji kot Kagan (1997), Cooper (1995), Towns in Grant (1997), Towns (1998), Burrone s sodelavci (1993), Bowen (2000) v svojih prispevkih



natančno opredeljujejo posamezne značilne faze oziroma elemente sodelovalnega učenja, ki smo jih tudi mi predstavili v poglavju 2.2.3. Številni avtorji ob rezultatih svojih raziskav poudarjajo pomembnost posameznih korakov pri uvajanju sodelovalnega učenja.

Burke in Greenbowe (1998) opozarjata, da je za ustrezno usposobljenost in kompetentnost pri izvajanju sodelovalnega učenja potrebno usposobiti učitelja kakor tudi študente.

Pri skupinskem sodelovalnem delu Hagen (2000) opozarja, da je pomembno posvetiti več pozornosti uvajanju. Podobno Shibley (2001) pri navajanju svoje izkušnje z uporabo sodelovalnega učenja izpostavlja pomen uvodne aktivnosti, ki je nujno potrebna za vzpostavitev medsebojnih odnosov in uspešno delovanje skupine (*team building*). Po njegovem mnenju je zdrav razvoj skupinske dinamike temelj za uspešno sodelovalno delo. Mueller in Fleming (2001) poročata, da je pri delu učencev v skupinah potrebno določiti čas za medsebojno organizacijo in dogovor o tem, kako skupaj delati in realizirati cilj.

Pri delitvi študentov v sodelovalne skupine Coppola in Lawton (1995) z univerze Michigan navajata zanimiv primer pristopa, ki so ga povzela tudi druga predmetna področja (matematika, psihologija). Študenti so v okviru laboratorijskih vaj dobili neznane vzorce, ki so jim morali določiti lastnosti, na osnovi le-teh pa prepoznati dano spojino. Študenti z enako spojino so postali člani iste skupine, delo pa se je nadaljevalo s poglobljanjem spoznavanja in uporabe odločitvenih parametrov v laboratoriju.

Felder (1996) predstavlja organizacijo sodelovalne učne skupine z vpeljanim koordiniranjem. Osnovna naloga koordinatorja je bila, vse člane



seznaniti z njihovimi odgovornostmi, razložiti rešitve problema ter spremljati zapis končne rešitve. Vloga koordinatorja je z vsako nalogo rotirala med člani. Avtor dodatno izpostavlja pomen odgovornosti posameznega člana v skupini in še posebej samostojnost članov ob reševanju morebitnih medsebojnih težav.

Kovac in Hinde (2001) sta študente različnih smeri razdelila v skupine po tri oziroma štiri člane, in sicer so se skupine poljubno oblikovale, sestava pa je ostala stalna. Na začetku dela so študente seznanili s konceptom sodelovalnega učenja. Pri delu skupin so posebej opredelili vlogo vodje in zapisovalca kljub temu, da so skupine našle svoj stil dela. Točna opredelitev in rotacija vlog v skupini lahko po prepričanju avtorjev izboljšata delovanje skupine.

Glede velikosti sodelovalnih skupin, ki so splošno opredeljene kot majhne, Cooper (1995) priporoča dva do štiri člane in hkrati opozarja, da večje število članov lahko onemogoči izražanje posameznikovih mnenj. O podrobni raziskavi količine verbalnih komunikacij med člani skupine poročata tudi Kempa in Ayob (1991).

Anderson s sodelavci (1995) je ob predstavitvi sodelovalnega učenja pri uvajanju IR spektroskopije, ki se v laboratorijih organske in analize kemije pogosto uporablja, še posebej izpostavil principe osebne odgovornosti, razumevanja rezultatov skupine, deljenje virov za vzpodbujanje skupinskega dela med člani skupine, kakor tudi samoocenjevanje laboratorijskih poročil. Posebno opozorilo velja skrbnemu načrtovanju tako priprave navodil kot dela za sodelovalno učenje. To je predpogoj, da lahko vsi študentje enako prispevajo k skupnim rezultatom dela in hkrati doumejo, da je vsak član v skupini odgovoren za lastno razumevanje celote. Cooper (1995) navaja, da je



učiteljeva naloga, »prepričati«, »naučiti« učenca biti odgovorne za lastno učenje ena njegovih najpomembnejših nalog. Raziskovalci soglašajo, Watson in Marshall (1995) pa posebej izpostavljata, da je posameznikova odgovornost bistvena. Prav tako Coppola in Lawton (1995) poudarjata pomembnost individualne odgovornosti kot osnovo za uspešno delovanje skupine. Naloga skupine je lahko rešljiva le ob prispevku vsakega posameznika, ki je za svoje delo tudi sam odgovoren. Pri tem pa Cooper (1995) priznava, da je ena najtežjih nalog vsakega učitelja prepričati študente, da prevzamejo odgovornost za lastno učenje. Marlene Katz (1996) med razlogi za neuspešnost dijakov pri organski kemiji navaja dejstvo, da so dijaki od učiteljev odvisni. Velja prepričanje, da je učitelj tisti, ki naj bi učenca naučil. Po drugi strani pa učenci sprejemajo malo ali nič odgovornosti.

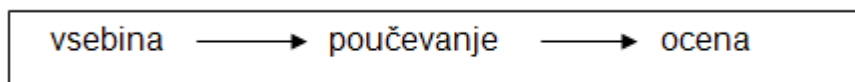
Nekateri raziskovalci so preučevali vpliv voditelja na delovanje skupine. Tako sta Basili in Stanford (1991) izvedla kvalitativno analizo v skupinah študentov in pri tem ugotavljala učinek medsebojnih reakcij. Izpostavila sta moč voditelja kot pomemben dejavnik, saj je ob šibkem voditelju potekalo v skupinah manj diskusije in člani so hiteli, samo da bi čimprej dosegli cilj. Prisotnost močnega voditelja v skupini se je odražala v medsebojnem poučevanju in zglednem, timskem delovanju.

## Kako vrednotiti sodelovalno učenje?

Avtorja Bowen in Phelps (1997) opozarjata na številne spremembe v kurikulumu splošne kemije predvsem z vsebinskega vidika (npr. vključevanje molekularnega modeliranja ali statističnih analiz), kakor tudi z vidika poučevanja (vključevanje računalniško podprtih pristopov ali vpeljevanje sodelovalnega učenja). Ob takih spremembah ne le vsebin, temveč tudi načina poučevanja je zagotovo potrebno spremeniti tudi načine

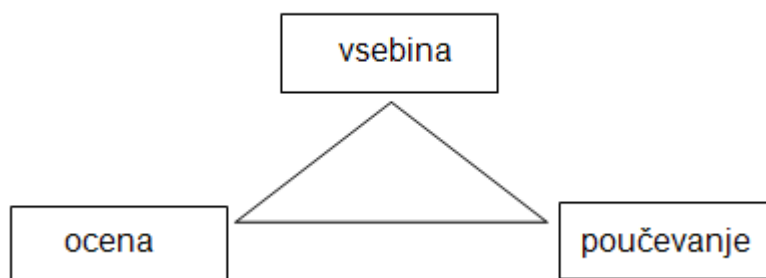


ocenjevanja. Avtorja svetujeta v razmislek možne povezave oziroma zveze med poučevanjem, vsebino in ocenjevanjem. Izpostavljata namreč, da se učenci učijo novih vsebin s pomočjo novih načinov poučevanja, pa vendar jih pri tem testirajo na enak, star način (zelo tipično s svinčnikom in papirjem, kjer je več izbirnih vprašanj ali vprašanj s kratkimi odgovori, občasno še s kvizi in domačimi nalogami). Avtorja opisujeta običajno linearno povezavo med vsebino, načinom poučevanja in ocenjevanjem, kot prikazuje spodnja shema in je običajna praksa v številnih razredih kemije. Njune zamisli lahko povzamemo, da se je pri tej zvezi potrebno najprej odločiti, kaj učiti, to tudi učiti in nato pogledati, kaj so se učenci naučili.



Linearni model kurikularnih elementov

Vzajemna povezanost vseh treh zgoraj omenjenih dejavnikov (Shema 3) vodi v bolj interaktiven odnos, ki omogoča učitelju, da z »diagnostičnim« ocenjevanjem ugotovi, katere vsebine morajo biti predhodno usvojene, da lahko nadaljuje (Bowen in Phelps, 1997).



Krožni model kurikularnih elementov

Pri sodelovalnem učenju je eden najpomembnejših elementov sodelovalnega skupinskega dela posameznikova odgovornost. Zavedanje in



upoštevanje posameznikove odgovornosti je lahko tudi metoda evalvacije, s katero spremljamo učenje vsakega posameznika in je po Slavinu (1987) nujno potrebna za maksimalen učinek učenja v sodelovalni učni situaciji.

Po mnenju Bowena in Phelps (1997) lahko z ustnim preverjanjem vzorca učencev dobimo povratno informacijo o kvaliteti in uspešnosti novih učnih metod oziroma pristopov. S sklenjeno povezavo odnosov lahko ocena učenja narekuje izbiro vsebine in proces poučevanja.

O potrebi po drugačnih oblikah preverjanja in ocenjevanja znanja opozarja tudi Razdevšek-Pučko (1996), ki še posebej opredeljuje pojem preverjanja in ocenjevanja znanja. Po navedbah avtorice je preverjanje proces zbiranja informacij, ki so namenjene učitelju, učencem, staršem za odločanje o nadaljnjem delu. Ocenjevanje pa je vrednotenje dosežkov, dodeljevanje neke vrednosti, ki smo jo zbrali s preverjanjem (Razdevšek-Pučko, 1996). Prav tako Razdevšek-Pučko (1994) izpostavlja, da drugačna pojmovanja učenja, poučevanja in motivacije ter drugačna organizacija učnih situacij narekujejo drugačne poudarke na področju preverjanja in ocenjevanja znanja. Pri tem lahko izpostavimo povečan pomen diagnostičnega in formativnega preverjanja, širšemu kontekstu preverjanja, potrebi po spremembi in razširitvi oblik preverjanja in načinov ocenjevanja, potrebi po soudeležbi učencev v procesih preverjanja in ocenjevanja znanja ter usposobljenosti učiteljev za nove naloge (Razdevšek-Pučko, 1994).

Ocenjevanje ima po mnenju Gippsa (1994) pomembno vlogo pri povratni informaciji učencem o njihovi kompetentnosti in uspešnosti. Ocenjevanje je močno orodje za razvijanje učenja in dviganje učenčeve samozavesti in motivacije.



Številni avtorji ob navajanju primerov uporabe sodelovalnega učenja predstavljajo tudi načine ocenjevanja sodelovalnega učenja. Pri tem upoštevajo značilnosti avtentičnega ocenjevanja (*authentic assessment* – pristno, pravo ocenjevanje), ki poudarja vključenost ocenjevanja v proces učenja. Avtentično ocenjevanje je po mnenju Razdevšek-Pučko (1996) ocenjevanje izdelkov v pristnem kontekstu – gre za ocenjevanje, ki je sestavni del pouka, za delo učencev, ki ni izzvano le za potrebe merjenja, kot je na primer pri testih znanja. Pri tem je dober zgled portfolio, zbirka izdelkov.

Lee s sodelavci (2000) predstavlja primer zaključne faze sodelovalnega učenja, kjer s pisanjem individualnih poročil posamezne skupine obveščajo o rezultatih svojega dela.

Shibley (2001) predstavlja, kako se lahko na primer uporabi refleksija študentov kot merski instrument za vrednotenje skupinske dinamike v okviru laboratorijskega poročila. Po mnenju avtorja refleksija spodbuja študente, da razmišljajo, kako rešiti probleme in kako uspešno deluje skupina.

## **POMISLEKI PRI UPORABI SODELOVALNEGA UČENJA**

Cooper (1995) navaja nekatere razloge, ki lahko učitelja zavirajo oziroma odvrnejo od uporabe sodelovalnega učenja. Avtorica navaja udobnost učiteljev na temelju predhodnih izkušenj, ki so jih imeli pri lastnem poučevanju v smislu »kot so nam predavali nam, bomo tudi mi drugim.«

Drugi razlog avtorica vidi v še vedno pogosto prisotni miselnosti, da je pri učnih urah potrebno obdelati vse vsebine, ki so pomembne in potrebne. Pri tem osvešča z dejstvom, da zaradi naraščajočega števila informacij tega ni mogoče izvesti. Ob tem izpostavlja lastno stališče, da je bolje učence



naučiti oziroma opremiti z miselnimi spretnostmi, potrebnimi za procesiranje in evalvacijo.

Avtorica navaja kot možno oviro pri uvajanju oziroma uporabi sodelovalnega učenja tudi nelagodje učiteljev zaradi delne izgube kontrole nad razredom, kar lahko pojmujejo kot pretečo grožnjo. Ob tem opozarja, da tudi ob predavanjih z veliko entuziazma in jasnostjo nimamo nadzora nad tem, kar je v mislih študentov. Prisotno je tudi prepričanje, da bodo pri sodelovalnem načinu učenja največ izgubili sposobni, »dobri« učenci, ki bodo opravili vse delo, ob tem pa bodo pridobili ostali, ki bodo »avtostopali«.

Vrtačnik (2001) navaja dejstvo, da sodelovalno učenje ni enostavno in da moramo pri uvajanju premagati kar nekaj predsodkov in ustaljenih modelov razmišljanja, razrešiti veliko dilem, ki so posledica prepričanja, da je šola namenjena poučevanju. Pri tem premalokrat pomislimo, da imamo kot učitelji pravico in dolžnost koristno izrabiti naravno potrebo vsakega živega bitja po učenju.

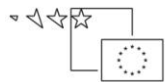
## RAZLIKA MED KOOPERATIVNIM IN KOLABORATIVNIM SODELOVALNIM UČENJEM

Pri iskanju relevantne literature na temo sodelovalnega učenja pogosto naletimo na uporabo dveh angleških izrazov oziroma opredelitev, in sicer *cooperative learning* in *collaborative learning*.

Verbinc (1997) v Slovarju tujk opredeljuje:

**kooperácija** /lat. *cooperatio* sodelovanje/

1. sodelovanje; skupno, vzajemno delo ali pomoč,



2. oblika organizacije dela, kjer več oseb sodeluje v istem delovnem procesu ali v raznih medsebojno povezanih procesih.

**kolaborácija** /lat. *collaborare* iz *conlaborare* delati/ skupno delo; sodelovanje, zlasti s sovražnikom.

Shibly in Zimmaro (2002) opozarjata na pogosto zamenjavo obeh opredelitev sodelovalnega učenja. Pri čemer navajata razlike v izrazoslovju z natančno opredelitvijo treh načinov sodelovalnega učenja, in sicer *completely cooperative*, *cooperative* in *helping obligatory* ali *collaborative*. Avtorja ugotavljata, da sta oba pojma zamenljivo v uporabi.



## SKLEPNE MISLI

Med članki, ki so jih v zadnjih letih objavili raziskovalci na področju kemijskega izobraževanja in se nanašajo na sodelovalno učenje pri pouku naravoslovja in specifično kemije, prevladujejo razprave o pomenu in smiselnosti vključevanja sodelovalnega učenja v pouk kemije. Avtorji predstavljajo svoje argumente za in proti; nekateri pri tem izhajajo iz konkretnih rezultatov raziskav, ki večinoma proučujejo vpliv sodelovalnega učenja na učne dosežke in počutje.

Dougherty s sodelavci (1995) izpostavlja, da so raziskave pretežno kvalitativne, pri čemer poudarja problem merjenja oziroma oblikovanja kontrolne skupine, kar je osnova za prevladujoče kvalitativne raziskave. Vzrok je lahko tudi v tem, da je težko zasnovati raziskavo, katere rezultati bi zanesljivo dokazali vpliv sodelovalnega učenja na proces učenja, motiviranost učencev za učenje kemije, sposobnost reševanja problemov in doseganje drugih učnih ciljev v primerjavi z drugimi učnimi metodami in načini poučevanja.

Watson in Marshall (1995) poudarjata, da je malo raziskav, ki se nanašajo na posamezne elemente oziroma načela sodelovalnega učenja.

Strokovnjaki večinoma zagovarjajo stališče, da je v pouk kemije smiselno vpeljevati in uvajati sodelovalno učenje zaradi številnih ciljev, ki jih lahko pri tem dosegamo, če le izberemo ustrezen delovni pristop (Cooper, 1995, Wright, 1996, Vrtačnik, 2001, Herron in Nurrenbern, 1999, Crook, 1998, Mueller in Fleming, 2001). Bowen (2000) na osnovi rezultatov meta-analize 26 študij s področja kemijskega izobraževanja zaključuje enako.



O novih načinih poučevanja ob uporabi sodelovalnega učenja številni avtorji (Chin in Carroll, 2000, Chan s sodelavci, 2001, Crook, 1998, Hakkarainen s sodelavci, 1999, Tao in Gunstone, 1999, Realff s sodelavci, 2000) izpostavljajo prednosti računalniško podprtega sodelovalnega učenja (Computer Supported Collaborative learning – CSCL). Pri računalniško podprtem sodelovalnem učenju je sodelovanje ozko povezano z delovnim okoljem, pri čemer računalnik omogoča sodelovalno učno okolje, pri tem pa je izrednega pomena vzpostavitev aktivne kontrole nad sodelovalnimi interakcijami učencev (Mueller in Fleming, 2001, Kusunoki s sodelavci, 2000, Koschmann, 1999).

Prav tako Chan s sodelavci (2001) poroča, da vključevanje informacijske in komunikacijske tehnologije v sodelovalni pristop pozitivno vpliva na sposobnost komunikacije med učenci, na razvoj sposobnosti selekcioniranja informacij in na razvoj potrebe po iskanju novih informacij.

Avtorji še posebej izpostavljajo pomen vključevanja medmrežja (Scarlatos, 2002, Cramer s sodelavci, 2001, Glaser in Poole, 1999, Burke in Greenbowe, 1998) in multimedije (Kumpulainen in Mutanen, 1998, Kumpulainen s sodelavci, 2001) v učenje s sodelovalnim pristopom. Avtorji potrjujejo prednosti uporabe informacijske tehnologije kot motivacijskega orodja, ki prispeva k boljšemu razumevanju novih pojmov, to pa se odraža v razvoju čustvenih in socialnih interakcij med učenci, pozitivni samopodobi, notranji motivaciji, samokontroli in samokritičnosti ter samostojnosti. Sodelovalno učenje je ob podpori vizualne informacije, ki jo ponuja informacijska tehnologija, po mnenju številnih avtorjev (Chan s sodelavci, 2001, Dobson in Gros, 2001, Chang, 2001) nepogrešljivo orodje, ki omogoča boljše razumevanje predvsem abstraktnih pojmov.



V navedenih raziskavah so večinoma predstavljeni modeli oziroma pristopi uporabe sodelovalnega učenja, vendar le-ti niso celoviti in podrobno razdelani. Za učitelja praktika so morda neuporabni, saj predstavljajo pristope s konkretnimi primeri in ustreznimi priporočili za posamezni korak izvedbe sodelovalnega učenja, vendar ne nakažejo celovitega metodološkega pristopa, ki bi predstavljal splošno shemo.

Konec devetdesetih let je v slovenski izobraževalni prostor vstopala vrsta novosti z devetletno osnovno šolo, izbirnimi predmeti, prenovljenimi učnimi načrti. Učitelj je vse bolj prevzemal pretežno vlogo organizatorja pouka, zato je njegova izobraženost, usposobljenost in zavzetost ključ do izboljšanja pouka. Ob primerno širokih pojmovanjih (o učenju, poučevanju, o vlogi znanja in znanosti) mora obvladati tudi vrsto »netradicionalnih« metod in pristopov, kot so: razkrivanje in razvijanje učenčevih idej in zamisli, vodenje sodelovalnega učenja, razprava o idejah, vizijah in nasprotujočih si stališčih, igre vlog in simulacije, interdisciplinarno zastavljeno projektno učno delo, ipd. (Marentič-Požarnik, 1998).

S prenovo pouka kemije želimo v naše šole bolj sistematično uvajati bistvene elemente procesnega izobraževanja, ker podpirajo celovito osebnostno rast (Vrtačnik, Ferk, Tavčar, 1998), v oporo učiteljem pa ponuditi modele učenja in poučevanja, ki jim bodo to tudi omogočali.

Med omenjene modele sodi sodelovalno učenje. Pri nas je bilo zasnovanih le malo modelov za vpeljavo sodelovalnega učenja v pouk kemije, saj velja za novost, ki si le počasi utira pot v naše razrede.

## LITERATURA



1. ANDERSON, J.S., HAYES, D.M., WERNER, T.C. The chemical bond studied by IR spectroscopy in introductory chemistry. An exercise in cooperative learning. *Journal of Chemical Education*, 1995, vol. 72, no. 7, str. 653-652.
2. BANERJEE, A. C., AJMER, VIDYAPATI, T.J. Effect of lecture and cooperative learning strategies on achievement in chemistry in undergraduate classes. *Journal of research in science teaching*, 1997, vol. 19, no. 8, str. 903-910.
3. BASILI, A. P., SANFORD, P. J. Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry. *Journal of research in science teaching*, 1991, vol. 28, no. 4, str. 293-304.
4. BELA KNJIGA O VZGOJI IN IZOBRAŽEVANJU V REPUBLIKI SLOVENIJI Uredil J. Krek. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, 1997. 343 str.
5. BOWEN, C.W. A Quantitative literature review of cooperative learning effects on high school and college chemistry achievement. *Journal of Chemical Education*, 2000, vol. 77, no. 1, str. 116-119.
6. BOWEN, C.W., PHELPS, A.J. Demonstration-based cooperative testing in general chemistry: a broader assessment-of-learning technique. *Journal of Chemical Education*, 1997, vol. 74, no. 6, str. 715-719.
7. BROWNE, L.M., BLACKBURN, E.V. Teaching introductory organic chemistry: a problem-solving and collaborative-learning approach. *Journal of Chemical Education*, 1999, vol. 76, no. 8, str. 1104-1107.
8. BURRON, B., JAMES, M. L., AMBROSIO, A. L. The effects of cooperative learning in a physical science course for elementary/middle level preservice teachers. *Journal of research in science teaching*, 1993, vol. 30, no. 7, str. 697-707.
9. CARPENTER, S.R., McMILLAN, T. Incorporation of a cooperative learning technique in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 2003, vol. 80, no. 3, str. 330-332.



10. CEBIN, N. *Novi učni program za kemijo in biokemijski vidiki zdrave prehrane: diplomska naloga*. Ljubljana, 2000. 196 str.
11. CHAN, T.W., HUE, C.W., CHOU, C.Y., TZENG, O.J.L Four spaces of network learning models. *Computers and education*, 2001, vol. 37, no. 2, str. 141-161.
12. CHANG, C.K. Refining collaborative learning strategies for reducing the technical requirements of web-based classroom management. *Innovations in education and training international*, 2001, vol. 38, no. 2, str. 133-143.
13. CHIN, G., CARROLL, J.M. Articulating collaboration in a learning community. *Behaviour and information technology*, 2000, vol. 19, no. 4, str. 233-245.
14. COOPER, M.M. Cooperative learning. An approach for large enrollment courses. *Journal of Chemical Education*, 1995, vol. 72, no. 2, str. 162-164.
15. COOPER, M.M. Cooperative chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 1994, vol. 71, no. 4, str. 307-308.
16. COPPOLA, B.P., LAWTON, R.G. »Who has the same substance that I have?« A blueprint for collaborative learning activities. *Journal of Chemical Education*, 1995, vol. 72, no. 12, str. 1120-1122.
17. FELDER, R. M. Active-inductive-cooperative learning: an instructional model for chemistry? *Journal of Chemical Education*, 1996, vol. 73, no. 9, str. 832-836.
18. FLEMING, F.F. No small change: simultaneously introducing cooperative learning and microscale experiments in an organic lab course. *Journal of Chemical Education*, 1995, vol. 72, no. 8, str. 719-720.
19. GIPPS, C. Developments in educational assessment: what makes a good test? *Assessment in education*, 1994, vol. 1, no. 3, str. 283-291.



20. GLASER, R.E., POOLE, M.J. Organic chemistry online: building collaborative learning communities through electronic communication tools. *Journal of Chemical Education*, 1999, vol. 76, no. 5, str. 699-703.
21. GOLEMAN, D. Čustvena inteligenca. Zakaj je lahko pomembnejša od IQ. Ljubljana: Mladinska knjiga, 1997. 360 str.
22. GOSSER, D.K., ROTH, V. The workshop chemistry project: peer-led team learning. *Journal of Chemical Education*, 1998, vol. 75, no. 2, str. 185-187.
23. HAGEN, J. P. Cooperative learning in organic II. Increased retention on a commuter campus. *Journal of Chemical Education*, 2000, vol. 77, no. 11, str. 1441-1444.
24. HAKKARAINEN, K., LIPPONEN, L., JARVELA, S., NIEMIVIRTA, M. The interaction of motivational orientation and knowledge-seeking inquiry in computer-supported collaborative learning. *Journal of educational computing research*, 1999, vol. 21, no. 3, str. 263-281.
25. HUDDLE, P.A., PILLAY, A.E. An in-depht study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African University. *Journal of research in science teaching*, 1996, vol. 33, no. 1, str. 65-77.
26. JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T. *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. New Jersey: Englewood Cliffs, Parentice Hall 1987. 193 str.
27. JUHL, L.. General chemistry in tehncial education, Creating an applied and cooperative experience. *Journal of Chemical Education*, 1996, vol. 73, no. 1, str. 72-77.
28. KATZ, M. Teaching organic chemistry via student-directed learning. *Journal of Chemical Education*, 1996, vol. 73, no. 5, str. 440-445.
29. KEMPA, R.F., AYOB, A. Learning interactions in group work in science. *International journal of science education*, 1991, vol. 13, no. 3, str. 341-354.



- 30.KNESER, C. PLOETZNER, R. Collaboration on the basis of complementary domain knowledge: observed dialogue structures and relation to learning success. *Learning and instruction*, 2001, vol. 11, no. 1, str. 53-83.
- 31.KOGUT, L.S. Using cooperative learning to enhance performance in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 1997, vol. 74, no. 6, str. 720-722.
- 32.KORNHAUSER, A. Razvojni pristopi v naravoslovnem izobraževanju. V: Naji, K. (ur.). *Zbornik – Nove metode in tehnike poučevanja naravoslovnih predmetov – biologije, kemije in fizike*: zbornik: Portorož, 13.-15. november 1998. Maribor: Zavod republike Slovenije za šolstvo, OE, 1998, str. 4-5.
- 33.KORNHAUSER, A. Kemija: Temelj znanj za 21. stoletje. *Kemija v šoli*, 1998, let. 10, št. 1, str. 2-6.
- 34.KOSCHMANN, T. Computer support for collaboration and learning. *Journal of the Learning Sciences*, 1999, vol. 8, no. 3-4, str. 495-498.
- 35.KOVAC, J., HINDE, R.J. Student active learning methods in physical chemistry. *Journal of Chemical Education*, 2001, vol. 93, no. 1, str. 93-99.
- 36.KUMPULAINEN, K., MUTANEN, M. Collaborative practice of science construction in a computer-based multimedia environment. *Computers and education*, 1998, vol. 30, no. 1-2, str. 75-85.
- 37.KUMPULAINEN, K., SALOVAARA, H., MUTANEN, M. The nature of students' sociocognitive activity in handling and processing multimedia-based science material in a small group learning task. *Instructional science*, 2001, vol. 29, no.6, str. 481-515.
- 38.KUSUNOKI, F., SUGIMOTO, M., HASHIZUME, H. Towards the integration of physical and virtual words for supporting group learning. *Lecture notes in computer science*, 2000, vol. 1765, str. 224-235.
- 39.LEA, M. Computer conferencing and assessment: new ways of writing in higher education. *Studies in higher education*, 2001, vol. 26, no. 2, str. 163-181.



40. LEE, M., et al. Probing the active site of yeast alcohol dehydrogenase through microscale yeast-mediated reduction of acetophenone and acetylpyridines: A collaborative and research-based advanced bioorganic chemistry laboratory project. *Journal of Chemical Education*, 2000, vol. 77, no. 3, str. 363-365.
41. MUELLER, A., FLEMING, T. Cooperative learning: Listening to how children work at school. *Journal of educational research*, 2001, vol. 94, no. 5, str. 259-265.
42. NURRENBERN, S.C., ROBINSON, W.R. Cooperative learning: A bibliography. *Journal of Chemical Education*, 1997, vol. 74, no. 6, str. 623-624.
43. PAULSON, D. R.. Active learning and cooperative learning in the organic chemistry lecture class. *Journal of Chemical Education*, 1999, vol. 76, no. 8, str. 1136-1140.
44. PEKLAJ, C. Od individualnega k sodelovalnemu učenju – model šestih ogledal v razredu. *Educa*, 1994, let. 4, št. 3, str. 152-167.
45. PEKLAJ, C. Od individualnega k sodelovalnemu učenju – model šestih ogledal v razredu (II del). *Educa*, 1994, let. 4 št.4, str. 228-242.
46. PEKLAJ, C. Model odnosov nekaterih (kognitivnih) spremenljivk in učnega uspeha v višjih razredih osnovnih šol. *Sodobna pedagogika*, 1993, vol. 44, št. 9-10, str. 487-500.
47. PEKLAJ, C., et.al. *Sodelovalno učenje - ali kdaj več glav več ve*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 2001. 157 str.
48. PEKLAJ, C. Spodbujanje sodelovanja – različni pristopi k razvoju sodelovalnih veščin v razredu. *Sodobna pedagogika*, 1998, let. 49, št. 3, str. 287-300.
49. PENCE, L.E. Cooperative electronic mail: effective communication technology for introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, 1999, vol. 76, no. 5, str. 697-698.



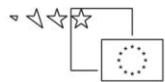
50. PHILLIPS, D.A. A cooperative approach to chemical education. *Journal of Chemical Education*, 1998, vol. 75, no. 6, str. 688-690.
51. PRODANOVIČ, T, NIČKOVIČ, R. *Didaktika*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1974. 256 str.
52. QIN, Z., JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T. Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of educational research*, 1995, vol. 65, no. 2, str. 129-143.
53. RAZDEVŠEK-PUČKO, C. Drugačne oblike preverjanja in ocenjevanja znanja. *Sodobna pedagogika*, 1996, let. 47, št.9-10, str.411-419.
54. RAZDEVŠEK-PUČKO, C Nova doktrina preverjanja znanja kot odgovor na spremembe v šoli. *Sodobna pedagogika*, 1994, let. 45, št.3-4, str.132-139.
55. SHIBLEY, I. A., ZIMMARO, D M. The influence of collaborative learning on student attitudes and performance in an introductory chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 2002, vol. 79, no. 6, str. 745-748.
56. SLAVIN, R. Development and motivation perspectives on cooperative learning: A reconciliation, *Child development*, 1987, vol. 58, str. 1161-1167.
57. SLAVIN, R.E. *Cooperative learning. Theory, research and practice*. New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1990. 173 str.
58. SMITH, E. M., HINCKLEY, C. C., VOLK, G. L. Cooperative learning in the undergraduate laboratory. *Journal of Chemical Education*, 1991, vol. 68, no. 5, str. 413-415.
59. TAO, P.K., GUNSTONE, R.F. Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International journal of science education*, 1999, vol. 21, no. 1, str. 39-57.
60. TOWNS, M. H. How Do I Get My Students to work together? Getting Cooperative Learning Started. *Journal of Chemical Education*, 1998, vol. 75, no. 1, str. 67-69.



61. TOWNS, M.H., GRANT, E.R. »I believe I will go out of this class actually knowing something«: cooperative learning activities in physical chemistry. *Journal of research in science teaching*, 1997, vol. 34, no. 8, str. 819-835.
62. VERBINC, F. *Slovar tujk*. Ljubljana: Cankarjeva založba, 1997. 770 str.
63. VRTAČNIK, M. Vizualizacija v kemijskem izobraževanju. *Kemija v šoli*, 1999, let. 11, št. 1, str. 2-8.
64. VRTAČNIK, M. Uvajanje inovacijskega raziskovanja v visokošolske izobraževalne programe. V: Glavič, P. (ur.), Brodnjak-Vončina, D. (ur.). Slovenski kemijski dnevi 1999, Maribor, 23. in 24. september 1999. *Zbornik referatov s posvetovanj*. Maribor: FKKT, 1999, str. 882-887.
65. VRTAČNIK, M., FERK, V., TAVČAR, B. Vloga in pomen neverbalne komunikacije pri učenju in poučevanju kemije. V: Naji, M. (ur.). *Nove metode in tehnike poučevanja naravoslovnih predmetov – biologije, kemije in fizike: zbornik*: Portorož, 13.-15. november 1998. Maribor: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, OE, 1998, str. 18.
66. VRTAČNIK, M., FERK, V., VUKADINOVIČ, N. Sodelovalno učenje v naravoslovju – Kaj in kako?. *Okoljska vzgoja v šoli*, 2001, let. 3, št. 1-2, str. 85-89.
67. WATSON, B. S., MARSHALL, E. J.. Effects of cooperative incentives and heterogeneous arrangement on achievement and interaction of cooperative learning groups in a college life science course. *Journal of research in science teaching*, 1995, vol. 32, no. 3, str. 291-299.
68. WHISNANT, D.M., LEVER, L.S., HOWE, J.J. Collaborative physical chemistry projects involving computational chemistry. *Journal of Chemical Education*, 2000, vol. 77, no. 2, str. 199-201.
69. WHISNANT, D.M., LEVER, L.S., HOWE, J.J. Cl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> in the stratosphere: A collaborative computational chemistry project. *Journal of Chemical Education*, 2000, vol. 77, no. 12, str. 1648-1649.



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

70. WRIGHT, J.C.. Authentic learning environment in analytical chemistry using cooperative methods and open-ended laboratories in large lecture courses. *Journal of Chemical Education*, 1996, vol. 73, no. 9, str. 827-832.



## Literatura

1. 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.
2. AUTO, Kamthan, P., CMVL, Montreal, Canada, [dostopno na svetovnem spletu: <http://indy.cs.concordia.ca/auto/> (18.6.2006)]
3. Bao L (2006) Theoretical comparisons of average normalized gain calculations, *Americal Journal of Physics*, 74 (10).
4. BARKE, H. D., WIRBS, H. (2002). Structural units and chemical formulae chemistry education. *Research and practice in Europe*, 3, 185-200.
5. Bennett, J., & Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? In J. K. Gilbert et al. (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based practice*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Press.
6. 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 (Ur.), *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 165-184.
7. BENNETT, J., LUBBEN, F. (2006). Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science Education* 28, 999-1015.
8. Berkely Madonna, Macea, R. in Oster, G., University of California at Berkeley, [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.berkeleymadonna.com/> (18.6.2006)]
9. Blažič M., Ivanuš Grmek M., Kramar M., Strmčnik F. (2003) *Didaktika – visokošolski učbenik*, Visokošolsko središče Novo mesto.



10. Bloom B.S. (1970) Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva, Beograd.
11. BREDTAUER, W., BRUNS, K. G., KLAR, G., LICHTFELD, M., SCHMIDT, M., WESSELS, P., GERDES, J., MARHL, M., SCHLOBINSKI-VOIGT, U., SCHMIDT, T. (1999). *Impulse Physik 2; Mathematik+Physik für die Oberstufe der Gymnasien*, Ernst Klett Verlag, Stuttgart.
12. Bruder, I. (1993). Redefining science: Technology and the new literacy. *Electronic Learning*, 12(6), 20-24.
13. 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.
14. Burton, G. et al. **Activities & Assessment Pack. Salters** Advanced Chemistry. Oxford: Heineman, 1994.
15. Burton, G. et al. **Chemical Ideas. Salters** Advanced Chemistry. Oxford: Heineman, 1994.
16. Burton, G. et al. **Chemical Storylines. Salters** Advanced Chemistry. Oxford: Heineman, 1994.
17. Carver, R. (1996). Theory for practice: A framework for thinking about experiential education. *Journal of Experiential Education*, 19, 8-13.
18. Coletta P.V. idr. (2005) Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability, *American Journal of Physics*, 73 (10)
19. Coletta P.V. idr. (2007) Why You Should Measure Your Students` Reasoning Ability, *The Physics Teacher*, 45.
20. DE JONG, O. (2005). Research and teaching practice in chemical education: living apart or together? *Chemical Education International*, [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.iupac.org/publications/cei>. (15.1.2006)].



21. *Desetprstno tipkanje*. (2007). Prevezeto 6. 2009 iz Gsobar: [http://files.gsoabar.uni.cc/GRADIVA\\_informatika\\_omrezja\\_baze/colos/informatika/INFORMATIKA/Podatki\\_in\\_informacije/Desetprstno\\_tipkanje/desetprstnoTipkanje.htm](http://files.gsoabar.uni.cc/GRADIVA_informatika_omrezja_baze/colos/informatika/INFORMATIKA/Podatki_in_informacije/Desetprstno_tipkanje/desetprstnoTipkanje.htm)
22. Dewey, J. (1938/1997). *Experience and education*. New York, Simon and Schuster: 89 str.
23. *Didaktika*. (18. 8. 2008). Prevezeto 6. 2006 iz Moj Mikro: [http://www.mojmikro.si/prezivet/didaktika/didakticni\\_programi\\_za\\_gnu\\_linux](http://www.mojmikro.si/prezivet/didaktika/didakticni_programi_za_gnu_linux)
24. Dostopno na: <http://www.pef.uni-lj.si/bologna/dokumenti/glazar.pdf>
25. Dreyfus A. 1995. Biological knowledge as a prerequisite for the development of values and attitudes. *Journal of Biological Education*, 29, 3: 215-219
26. DRIESSEN, H. P. W., MEINEMA, H. A. (2003). *Chemistry between context and concept, designing for renewal*. Enschede: SLO.
27. DYNASYS: W. Hupfeld, Bankerheide, Hamm [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.modsim.de/> (18.6.2006)]
28. EIJKELHOF, H. M. C., KORTLAND, K. (1988). *Broadening the aims of physics education*. V: P. J. Fensham (Ur.), *Development and dilemmas in science education*. London, UK: Falmer Press.
29. Eubanks Lucy Pryde et al. **CHEMISTRY in context** : applying chemistry to society: a project of the American Chemical Society. 6th ed. Boston : McGraw-Hill, 2009.
30. FERK SAVEC, Vesna, DOLNIČAR, Danica, GLAŽAR, Saša A., SAJOVIC, Irena, ŠEGEDIN, Primož, URBANČIČ, Matej, VOGRINC, Janez, VRTAČNIK, Margareta, WISSIAK GRM, Katarina Senta, DEVETAK, Iztok (2007). *Učiteljeva identifikacija konkretnih problemov pri poučevanju naravoslovnih predmetov*. V: VRTAČNIK, Margareta (ur.), DEVETAK, Iztok (ur.), SAJOVIC, Irena (ur.). *Akcijsko raziskovanje za dvig kvalitete pouka*



- naravoslovnih predmetov*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta: Pedagoška fakulteta.
31. FEURZEIG, W. in ROBERTS, N. (1999). *Modeling and Simulation in Science and Mathematics Education*, Springer, New York.
  32. Fischer, K. (2009). Mind, brain, and education: building a scientific groundwork for learning and teaching. *Journal Compilation*, 3(1), 3-16.
  33. Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science. *Journal of Science Teacher Education*, 4(1), 1-8.
  34. FORRESTER, J. W. (1971). *World Dynamics*, Wright-Allen Press, Cambridge.
  35. Freeman, W.H. and Company. Chemistry in the Community. **ChemCom**. 1st ed. New York: W.H. Freeman, 1985.
  36. GABEL, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, 548 – 554.
  37. Gabršček S, Uršič M, Knap Ž, Japelj B, Brečko N, Kavčič Z, Kreuh A, Petrinjak A, Vilhar B, 2005: Izzivi naravoslovno-tehničnega izobraževanja - zaključno poročilo, ciljni raziskovalni projekt, naročnik Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije, <http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/ucitelji/porocilo-izzivi/izzivi-nt-izobrazevanja.pdf>
  38. GERDES, J., SCHECKER, H. (1998). Physiklernen mit Modellbildungssystemen. v: Behrendt, H. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie - Probleme und Perspektiven*, Alsbach, 227-229
  39. Gerlič I. (1991) Metodika pouka fizike v osnovni šoli, Pedagoška fakulteta Maribor.
  40. Gerlič I., Udir V. (2006) Problemski pouk fizike v osnovni šoli, ZRSŠ.
  41. GILBERT, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International journal of science education*, 28, 957-976.



42. GILBERT, J. K., DE JONG, O., JUSTI, R., TREAGUST, D. F., VAN DRIEL, J. H. (2002). General preface. V: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. Van Driel (Ur.), *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
43. Glažar, S. A. : Delovni posvet PeF UL o prenovi študija.
44. Gros, N., Camões, M. F., Townshend, A., Vrtačnik, M. (2005). Izkušveni pristop k analizni kemiji, Priročnik, FKKT, Project Number SI/03/B/F/PP-176012.
45. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHGL, M. (2003a). Concepts of system thinking and modelling, V: PLENKOVIĆ, Juraj (ur.), *The 10th International Scientific Conference, Društvo i tehnologija 2003*, Rijeka, 36-40.
46. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHL, M. (2003b). Modeliranje kot usmerjena didaktična dejavnost pri pouku, *Pedagoška obzorja*, 18 (1), 35-45.
47. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHL, M. (2004) System thinking and modelling in the concept of constructivism, *Informatologia*, 37 (3), 259-263.
48. GRUBELNIK, V., FOŠNARIČ, S. in MARHL, M. (2006). Razvijanje systemskega mišljenja, *Pedagoška obzorja*, 20 (3-4), 51-57.
49. Gudmundsen, J. (17. 8 2001). *Children Learn to Master Typing*. Prevezeto 6 2009 iz Computing with kids.com: <http://www.computingwithkids.com/column/2001817.asp>
50. Hake R.R. (1998) Interactive – engagement versus traditional methods: A six – thousand – student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, 66 (1).
51. HANNON, B. in RUTH, M. (1997). *Modeling Dynamic Biological Systems*, Springer, New York.
52. HANNON, B. in RUTH, M. (2001) *Dynamic Modeling*, Springer, New York.



53. HARGROVE, J. L. (1998). *Dynamic Modeling in the Health Sciences*, Springer, New York.
54. Hassard, J. (1992). *Minds on science: middle and secondary methods*. New York: Harper Collins.
55. Haury, D. L. (1993a). *Assessing student performance in science*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 359 068).
56. Haury, D. L. (1993b). *Teaching science through inquiry*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 359 048).
57. Hill, Graham et al. **KEMIJA 2000. Delovni zvezek** za srednje strokovno in poklicno-tehniško izobraževanje. Ljubljana : DZS, 2009.
58. Hill, Graham et al. **KEMIJA 2000. Priročnik za učitelje**. Ljubljana : DZS, 2000.
59. Hill, Graham et al. **KEMIJA 2000. Učbenik** za srednje strokovno in poklicno-tehniško izobraževanje. Ljubljana : DZS, 2009.
60. [http://aquarius10.cse.kyutech.ac.jp/Japanese\\_EUC/levi.jpg](http://aquarius10.cse.kyutech.ac.jp/Japanese_EUC/levi.jpg)
61. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
62. <http://invsee.asu.edu/nmodules/liquidmod/states.html>
63. <http://invsee.asu.edu/nmodules/liquidmod/states.html>
64. [http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/42634000/jpg/\\_42634227\\_magglev\\_203.jpg](http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/42634000/jpg/_42634227_magglev_203.jpg)
65. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Termopar>
66. <http://www.emarket365.com/uploaded/4558547854.jpg>
67. [http://www.microglobe.co.uk/catalog/images/olympus\\_FE-340\\_digital\\_camera.jpg](http://www.microglobe.co.uk/catalog/images/olympus_FE-340_digital_camera.jpg)
68. [http://www.tecfre.com/uploads/nokia\\_battery1.jpg](http://www.tecfre.com/uploads/nokia_battery1.jpg)
69. <http://www.zrss.si/predmeti/fizika.asp?glD=2>



70. [http://www2.arnes.si/~afirma/pouk/mer\\_temp.htm](http://www2.arnes.si/~afirma/pouk/mer_temp.htm)
71. [http://z.hubpages.com/u/77867\\_f520.jpg](http://z.hubpages.com/u/77867_f520.jpg)
72. HUPFELD, W. (2005). Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, [dostopno na svetovnem spletu: <http://www.modsim.de> (25.2.2005)]
73. International Journal of Science Education. 27(6), 655-677.
74. 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.
75. Ivanka Čmak: Diplomsko delo. Igre in poskusi s svetlobo. UM, Pedagoška fakulteta. Oddelek za predšolsko vzgojo. Maribor, 2004
76. Jarvis, P. (2003). Izkusveno učenje in pomen izkušnje. *Sodobna pedagogika*, 94-103.
77. JOHNSTONE, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
78. Jones, L. L. (1999). [Learning chemistry through design and construction](#), *UniServe Science News*, 14, November, 3-7.
79. Jones, Loretta, Tasker, Roy. **Bridging to the lab = media connecting chemistry concepts with practice**. New York : W.H.Freeman and Company, 2002.
80. Kellert S. R. 1985. Attitudes toward animals: age-related development among children. *Journal of Environmental Education*, 16, 3: 29-39
81. KEMPA, R. (1992). Research in chemical education: Its role and potential. V: M. Atley, S. Bennett, S. Dutch, R. Levinson, D. West (Ur.), *Open chemistry*. London: Hodder and Stoughton.
82. Knaflič et.al. Temeljno znanje in spretnosti mladih, brezposelnih in staršev šolskih otrok, Andragoški center Slovenije, Ljubljana 2001;



83. Knight, R., *Ground Penetrating Radar For Enviromental Applications*, Annu. Rev. Earth Planet. Sci., Vol. 29, str. 229–255, 2001
84. Kocijančič, S. O'Sullivan, C. Are dead chickens ohmic? *Phys. Education*. 39, No. 1/2004, str. 69–73.
85. Kogoj, T. (30. 8 2004). *Poškodbe pri delu z računalnikom*, 2.del. Prevezeto 6 2009 iz Slotech: <http://slo-tech.com/clanki/04013/>
86. Kolb D. A. 1984. *Experimental Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall: 255 str.
87. Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning, Experience as The Source of Learning and Development*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
88. KTouch. (2007). Prevezeto 6 2009 iz KDE: <http://ktouch.sourceforge.net/development.php>
89. Kuščer I., Moljk A. (1999) *Fizika za srednje šole*, DZS.
90. LEISEN, J. in NEFFGEN, N. (1999). *Modellbildungspraktikum: Fall von Körpern in Luft, Praxis der Naturwissenschaften Physik*, 48 (3), 7-14.
91. Lindemann – Matthies, P. (2005). Loveable mammals and lifeless plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature.
92. Looy, H., Wood, J.R. (2006). Attitudes toward invertebrates: are educational bug banquets effective? *The Journal of environmental education*. 37 (2), 37-48.
93. Loughland T., Reid A., Petocz P. 2002. Young People's Conceptions of Environment: A Phenomenographic Analysis. *Environmental Education Research*, 8, 2: 187-97
94. Lumpe, A. T., Oliver, J. S. (1991). Dimensions of hands-on science. *The American Biology Teacher*, 53(6), 345-348.



95. MAHAFFY, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education. Research and Practice*, 5, 229-245.
96. Manzanal-Fernandez R., Barreiro-Rodriguez L. M., Jimenez M. C. 1999. Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 4: 431-453
97. Marentič Požarnik, B. (1992a). Izkusveno učenje - modna muha, skupek tehnik ali alternativni model pomembnega učenja? *Sodobna pedagogika*, 43, 1-16.
98. Marentič Požarnik, B. (1992b). Sistemska povezanost med sestavinami načrtovanja, izvajanja in vrednotenja izkusvenega učenja. *Sodobna pedagogika*, 43, 101-118.
99. Marentič Požarnik, B. (2004). Teoretični vidiki konstruktivizma – uvod, Konstruktivizem v šoli in izobraževanju učiteljev, Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, str. 13-16.
100. Marentič-Požarnik, B. (2000). Psihologija učenja in pouka. Ljubljana, DZS: 299 str.
101. MARHL, M., GRUBELNIK, V. (2001). Modeliranje pri pouku naravoslovja. V: Kramar, M. (ur.), Duh, M. (ur.). Didaktični in metodični vidiki prenove in razvoja izobraževanja: knjiga referatov z 2. mednarodnega znanstvenega posveta, 2001, Maribor, 381-387.
102. 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
103. Mathelitsch L., Repnik R. Bradač Z., Vilfan M., Kralj S. (2003) Flüssigkristalle im Überblick : Unentbehrlich in Natur, Technik und Forschung. *Phys. Unserer Zeit*, vol. 34.



104. MATHELITSCH, L. (1991). *Physikaufgaben* 3, Hölder-Pichler-Tempsky, Wien, 15-16.
105. McPhedran, S. (2008). A review of the evidence for associations between empathy, violence, and animal cruelty. Elsevier, 1-8.
106. Meissner effect, Wikipedia, dostopno na [http://en.wikipedia.org/wiki/Meissner\\_effect](http://en.wikipedia.org/wiki/Meissner_effect)
107. Miha Oblak, Seminar na nalogi, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, dostopno na [http://lrt2.fe.uni-lj.si/lrtme/meri\\_pret/Miha%20Oblak%20Termocleni.pdf](http://lrt2.fe.uni-lj.si/lrtme/meri_pret/Miha%20Oblak%20Termocleni.pdf)
108. Mijoč, N. (1992). Izkušveno učenje. *Sodobna pedagogika*, 182-186.
109. Morgan J. M. 1992. A theoretical basis for evaluating wildlife-related education-programs. *American Biology Teacher*, 54, 3: 153-157
110. Ocepek R. 2001. Odnos človek-žival v pedagoškem procesu: magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 200 str.
111. 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 (5), 441-467.
112. 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.
113. OSSIMITZ, G. (2000a). Entwicklung systemischen Denkens, Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen, University of Klagenfurt, Klagenfurt.
114. OSSIMITZ, G. (2000b). Teaching System Dynamics and Systems Thinking in Austria and Germany. System Dynamics 2000 conference in Bergen, Norway, 1-17, [dostopno na svetovnem spletu: [http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/ossimitz\\_teaching.pdf](http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/ossimitz_teaching.pdf) (15.4.2006)]
115. P. Atkins in J. DePaula: *Physical Chemistry*, 8th Ed, Oxford Press 2008.



116. P. Atkins, M.J. Clugston, M.J. Fraser, in R.A.Y. Jones: Kemija, zakonitosti in uporaba; Tehniška založba Slovenije 1997.
117. PARCHMANN, I., GRÄSEL, C., BAER, A., NENTWIG, P., DEMUTH, R., RALLE, B. (2006). "Chemie im Kontext" – symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28, 1041-1062.
118. Phye G.D. (1997) Handbook of Classroom Assessment: Learning, Adjustment and Achievement, Academic press, ZDA.
119. PILLING, G., HOLMAN, J., WADDINGTON, D. (2001). The Salters' experience. *Education in Chemistry*, 38, 131-133.
120. PILOT, A., BULTE, A. M. W. (2006). 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.
121. Pisa 2006( gradivo projekta naravoslovne kompetence- vpogledi junij 2009)
122. Prigge, D. J.(2002). Promote brain – based teaching and learning. *Intervention in school and clinic*. 37(4), 237-241.
123. Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, z dne, 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje. L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije 30.12.2006, (2006/962/ES), dostopno na spletu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:P>  
[DF](#)
124. RAW, A. (1999). Developing A-level physics students mathematical skills- a way forward?, *Physics Education*, 34 (5), 306-310.
125. Razdevšek Pučko, C., Rugelj, J., 2006. Kompetence v izobraževanju učiteljev, *Vzgoja in izobraževanje*, 37, 1, 34–41.
126. Repnik R., Mathelitsch L., Svetec M., Kralj S. (2003) Physics of defects in nematic liquid crystals, *European Journal of Physics*, 24.



127. ROBINSON, W. A. (2001). *Modeling Dynamic Climate Systems*, Springer, New York.
128. Roy, K. (2004). Responsible use of live animals in the classroom. *Science scope*, 27(9), 10-11.
129. Rutar-Ilc Z. 2003. Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 193 str.
130. RUTH, M. in LINDHOLM, J. (2002). *Dynamic Modeling for Marine Conservation*, Springer, New York.
131. RUTH, M., HANNON, B. in FORRESTER, J. W. (1997). *Modeling Dynamic Economic Systems*, Springer, New York.
132. Rutherford, F. J. (1993). Hands-on: A means to an end. *2061 Today*, 3(1), 5.
133. SCHECKER, H. P. (1993). Learning physics by making models, *Physics Education*, 28, 102-106.
134. SCHECKER, H. P. (1996). Modeling Physics: System Dynamics in Physics Education, *Creative Learning Exchange, Newsletter*, 5 (2), 1-12.
135. SCHECKER, H. P. (1998). *Physik-Modellieren, Grafikorientierte Modellbildungssysteme im Physikunterricht*, Ernst Klett Verlag, Stuttgart.
136. SCHECKER, H., KLIEME, E., NIEDDERER, H., EBACH, J., GERDES, J. (1999). *Physiklernen mit Modellbildungssystemen - Förderung physikalischer Kompetenz und systemischen Denkens durch computergestützte Modellbildung (Abschlussbericht für die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG)*, Universität Bremen, Institut für Bildungsforschung, 1-28, [dostopno na internetni strani: [http://www.idn.uni-bremen.de/pubs/DFG\\_PMS\\_Ab.pdf](http://www.idn.uni-bremen.de/pubs/DFG_PMS_Ab.pdf) (23.3.2006)]
137. Schlenker, R.M., Schlenker, K.R. (2005). Response of fish to chemical signals in water: a constructivist approach. *Science activities*, 41(4), 44-51.



138. SCHWARTZ, A. T. (2006). [Contextualised chemistry education: the American experience. \*International Journal of Science Education\*, 28, 977-998.](#)
139. Shabajee, P. and Postlethwaite, K. (2000). What happened to modern physics? *School Science Review*, 81(297), 51-56.
140. Shapley, K. S., Luttrell, H. D. (1993). Effectiveness of a teacher training model on the implementation of hands-on science. Paper presented at the Association for the Education of Teachers in Science International Conference.
141. Shepardson D. P. 2002. Bugs, butterflies, and spiders: children's understandings about insects. *International Journal of Science Education*, 24, 6: 627-643
142. Shepardson D. P. 2005. Student Ideas: What Is an Environment? *Journal of Environmental Education*, 36, 4: 49-58
143. Slana R. (2007) Priljubljenosti fizike v osnovni šoli, diplomska seminarska naloga, Fakulteta za naravoslovje in matematiko UM.
144. Slavin R. E. 2006. Educational psychology : theory and practice. Boston, Pearson/Allyn & Bacon: 609 str.
145. Slepo tipkanje. (28. 5 2008). Prevzeto 6 2006 iz Žurnal 24: <http://www.zurnal24.si/cms/novice/index.html?id=50841>
146. STELLA: High Performace Systems Inc. Hanover NH USA
147. STÖCKLER, M. (1995) Modell, Idealizirung und Realität, *Praxis der Naturwissenschaften Physik* 44 (1), 16-21.
148. Strategija vseživljenjskosti učenja v Sloveniji; Ministrstvo za šolstvo in šport, 2007
149. Strnad J. (2006) O poučevanju fizike, DMFA
150. Špernjak, A., Šorgo, A., (2009). Primerjava priljubljenosti klasičnega, računalniško podprtega in virtualnega laboratorijskega dela pri pouku bioloških vsebin v osnovni šoli = Comparison between classical, computerised and virtual laboratory works at Biology classes in Primary



- school. V: OREL, Mojca (ur.), VREČA, Maja (ur.), LENARČIČ, Anja (ur.), KOSTA, Maja (ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15. - 18. april 2009. Zbornik. Ljubljana: Arnes, 2009, str. 579.
151. Taylor R.P. 1980. Introduction. V: Taylor R.P. The computer in the school: Tutor, tool, tutee. Teachers College Press. New York. str.1-10. Dostopno na:  
<http://www.citejournal.org/articles/v3i2seminal1.pdf> (31. avg. 2004).
152. Taylor R.P. 2003. Reflection on The Computer in the School. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education. 3, 2: 253-274.
153. Timss 2003 ( gradivo projekta naravoslovne kompetence- vpogledi junij 2009)
154. TIMSS 2007 ( gradivo projekta naravoslovne kompetence- vpogledi junij 2009)
155. Tomažič, I. (2008). The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. Acta Biologica Slovenica, 51(1), 39-49.
156. Tomkins S. P., Tunnicliffe S. D. 2001. Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. International Journal of Science Education, 23, 8: 791-813.
157. Torkar, G., Verčkovnik, T., & Zalokar Divjak, Z. (2002). Metoda doživljajske predstavitve živali - spoznavni in čustveni vplivi na otroke različnih starosti. Pedagoška obzorja, 78-88.
158. Typing Instructor. (2009). Prevezeto 6 2009 iz Individual Software: <http://www.typinginstructor.com/>
159. Typing Tutor 10. (2009). Prevezeto 6 2009 iz Smart Kids Software: <http://www.smartkidssoftware.com/ndkna93.htm>



160. Učni načrti za fiziko,  
<http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=6&plD=8&rlD=99>  
(pridobljeno 28.11.2008, Zavod Republike Slovenije za šolstvo)
161. Uradni list EU, 2006, št. 394/10, str. 4-5.
162. Uršula Vozlič: Diplomsko delo. Poskusi z električnim tokom v vrtcu. UM, Pedagoška fakulteta. Oddelek za predšolsko vzgojo. Maribor, 2004
163. VENSYS: Simcon, Schwetzingen, (grafično orodje za izgradnjo modelov).
164. Verčkovnik T. 1993. Kompleksni in hipotetični pojmi pri pouku biologije. Biologija v šoli, 2: 32-38
165. Vilfan, M. in Muševič, I. (2002). Tekoči kristali. DMFA – založništvo: Ljubljana.
166. VODOVNIK, L., MIKLAČIČ, D. in KOTNIK, T. (1998) *Biološki sistemi*, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
167. VRTAČNIK, Margareta (2009) Kompetence in nova izobraževalna paradigma. V: *Projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam (01.01.2009 – 31.03.2009)*. Maribor: Univerza v Mariboru.
168. VRTAČNIK, Margareta, GLAŽAR, Saša A., FERK SAVEC, Vesna, PAHOR, Vesna, KEUC, Zdenka, SODJA, Valentin (2005). *Kako uspešneje poučevati in se učiti kemijo? : monografija za učitelje kemije - mentorje Partnerstvo fakultet in šol*. Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za anorgansko kemijo.
169. WATTERS, J. J. (2004). Engaging with chemistry through context. Proceedings of the Royal Australian Chemical Institute, Tertiary-Secondary Interface Conference, Brisbane.
170. Weiss, I. R. (1987). Report of the 1985-86 national survey of science and mathematics education. Research Triangle, NC: Research Triangle Institute. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 292 620).



MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

171. Zavod RS za šolstvo in šport: Učni načrti, dostopno na  
<http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=6&plD=8&rlD=99>