

UNIVERZA V LJUBLJANI  
PEDAGOŠKA FAKULTETA

Matej URBANČIČ  
**MEDPREDMETNA POVEZAVA VSEBIN IN RAZUMEVANJE  
PRI PREDMETU NARAVOSLOVJE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: prof. dr. Saša A. Glažar  
Somentorica: izr. prof. dr. Marjanca Pergar - Kuščer

Ljubljana 2012



UNIVERSITY OF LJUBLJANA  
FACULTY OF EDUCATION

Matej URBANČIČ  
**INTERDISCIPLINARITY ACROSS SUBJECTS AND THE  
UNDERSTANDING OF SCIENCE**

DOCTORAL DISSERTATION

Mentor: prof. Saša A. Glažar  
Co-mentor: prof. Marjanca Pergar - Kuščer

Ljubljana 2012



## ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Saši A. Glažarju, dr. Leopoldini Plut - Pregelj in prof. dr. Marjanci Pergar - Kuščer.

*»Doktorska disertacija je tudi vaša.«*

Zahvaljujem se Alji, Ani, Andreju, Aniti, Ester, Iztoku, Juretu, Katarini, Manci, Milanu, Mojci, Miri, drugi Miri, Nives, Poloni, Špeli, Tatjani, Tonetu, Urši, drugi Urši in Zali.

*»Vaše delo je del doktorske disertacije.«*

Zahvaljujem se učiteljem, učencem in ravnateljem.

*»Vi ste del doktorske disertacije.«*

Zahvaljujem se dr. Damijanu Denacu, dr. Iztoku Devetaku, mag. Gregorju Jerebu, dr. Iztoku Tomažiču, dr. Tatjani Vidic in dr. Janezu Vogrincu.

*»Del vas je del doktorske disertacije.«*

#### IZJAVA

Izjavljam, da je doktorska disertacija rezultat mojega raziskovalnega dela pod mentorstvom prof. dr. Saše A. Glažarja in somentorstvom izr. prof. dr. Marjance Pergar - Kuščer.

Doktorsko disertacijo je jezikovno pregledala dr. Darija Skubic.

Matej Urbančič

## POVZETEK

Znanje z razumevanjem naravoslovnih pojmov in pojavov nastaja pri pouku ob dejavnostih učencev in s primerno komunikacijo med učencem in učiteljem. Učitelji naj bi podajali naravoslovne vsebine ustrezno medpredmetno povezano in prilagojeno razvojni ravni učencev. Ugotovitve evalvacijske študije Vpliv ocenjevanja znanja na kakovost znanja učencev in na njihov interes za naravoslovje (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup> kažejo na nekatere težave pri vključevanju naravoslovnih pojmov v pouk in njihovem medpredmetnem povezovanju. Študija primera, ki je bila izvedena v okviru omenjene raziskave, kaže na težave, povezane s ciljno naravnanimi dejavnostmi, in izpostavi nepovezanost fizikalnih, kemijskih in bioloških vsebin, obravnavanih pri različnih predmetih. Posledica tega je, da učenci težko celostno povežejo pridobljeno znanje z razumevanjem naravoslovnih pojavov.

Doktorska raziskava izhaja iz omenjenih ugotovitev ter analize učnega načrta in učbenikov za 7. razred naravoslovja. Na tej osnovi je bil izdelan model poučevanja vsebin o morju s poudarkom na značilnostih ekosistema. Morje je bilo izbrano kot vsebinska osnova modela poučevanja zaradi posebnih značilnosti biotopa, ki je primeren za prikaz povezav med življenjskimi pogoji in organizmi. V model je vključena obravnava fizikalnih (temperatura, svetloba), kemijskih (voda, slanost) in bioloških dejavnikov (značilnosti organizmov). Model je bil prav tako dopolnjen in preverjen z metodo akcijskega raziskovanja.

Spremljanje in spreminjanje poučevanja je namenjeno razmišljanju o načinih prilagoditve modela dejanskim razmeram v razredu, ki upoštevajo posebnosti učencev in učiteljev in vodijo učence k razvijanju znanja z razumevanjem. V nadaljevanju raziskave so bili sodelujoči učitelji naravoslovja uvedeni v uporabo dopolnjenega modela. Za preverjanje uspešnosti modela so bili učenci teh učiteljev v eksperimentalni skupini. Po pouku, ki je bil izveden po modelu, je bilo znanje učencev preverjeno s preizkusom, ki je upošteval raven znanja, predpisano v učnem načrtu naravoslovja za 7. razred. Enak preizkus so reševali tudi učenci primerjalne skupine, ki se niso učili vsebin morja v skladu z modelom. Vzorca skupin sta bila izenačena glede na velikost šole in šolski okoliš. Znanje obeh skupin o morju je bilo znova preverjeno po treh mesecih.

Statistična analiza podatkov (t-test) raziskave je potrdila, da učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno boljše rezultate pri reševanju preizkusa in popreizkusa naravoslovnega znanja in tudi pri odgovarjanju na vprašanja preizkusa in popreizkusa o povezavah med organizmi in okoljskimi dejavniki. Iz podatkov sledi, da medtem ko posamezne naloge večinoma ne kažejo statistično pomembnih razlik, pa je te mogoče razbrati iz splošnega uspeha pri reševanju.

## KLJUČNE BESEDE

Naravoslovje, akcijsko raziskovanje, učenje, poučevanje, razumevanje.

## ABSTRACT

Knowledge, along with the understanding of natural concepts and phenomena, is generated in the classroom through both student participation and appropriate communication between students and the teacher. The teacher's task is to pass on the knowledge about the natural world in an interdisciplinary way and adapt it to the level of his/her students. The evaluation study *The Impact of Knowledge Evaluation on Knowledge Quality and Students' Interest in Natural Sciences* (Glažar *idr.*, 2005)<sup>1</sup> suggests that the integration of natural science concepts in the science curriculum and their interdisciplinary are not entirely without problems. A related case study specifically pointed to problems connected with target-oriented activities, and highlighted the lack of integration between the physical, chemical and biological concepts as students learn about these in different school subjects. As a result, students find it difficult to create meaningful links between different concepts, thus failing to consolidate their knowledge.

The doctoral research draws on the above-mentioned findings as well as on an analysis of the natural science curriculum and course books for the 7th form. On this basis it proposes a teaching model for teaching about the sea and its ecosystem. The sea was chosen as the central topic for its unique biotope features which enable clear presentation of the connections between living conditions and organisms. The model which examines physical (temperature, light), chemical (water, salinity) and biological (organisms) factors was further amplified and evaluated through action-based research.

Monitoring and changing teaching methods was meant to highlight the ways in which the model could be adapted to a real-life situation in which it would consider the input of the teacher and students in the classroom, and guide students towards developing knowledge through understanding. During the later stages of the research, participating teachers were introduced to an amended teaching model. To allow the model to be examined for its efficacy, students taught by these teachers were included in the experimental group. After instruction, which was based on the model, students' knowledge was examined in a test, which was adapted to the level of knowledge prescribed in the 7th form curriculum. The same test was attempted by students from a comparison group who had not been taught about the sea and its ecosystems according to the model. The two samples were equal in terms of school size and school environment. The knowledge of both groups was re-tested after three months.

Statistical analysis confirmed that the experimental group students, as opposed to the comparison group, achieved statistically significant better results both when they were tested and re-tested for their knowledge of natural sciences, as well as for their knowledge of the links between organisms and environmental factors. These findings suggest that while individual tasks show no statistically significant differences, the latter are evident from the students' overall success in the test and re-test.

## KEYWORDS

Natural science, action-based research, learning, teaching, understanding.



## VSEBINSKO KAZALO

<b>I. Uvod</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Teoretični del</b> .....	<b>5</b>
1 Znanje z razumevanjem in kakovostno znanje .....	7
1.1 Opredelitev in vrste znanja .....	7
1.2 Pridobivanje znanja in spomin.....	10
1.3 Razumevanje, kakovostno in kritično znanje.....	13
1.4 Inteligentnost.....	17
2 Teorije učenja in poučevanja .....	20
2.1 Pregled teorij učenja in poučevanja.....	20
2.1.1 Teorija čutnih dražljajev in behaviorizem ali teorija vzroka in posledice dražljaja .....	21
2.1.2 Kognitivizem .....	22
2.1.3 Teorije pripisovanja, elaboracije in situacijskega učenja.....	23
2.1.4 Raziskovalno učenje, konstruktivizem in konstrukcionizem .....	24
2.2 Učenje kot proces – povzetek teorij učenja .....	28
3 Taksonomija znanja in učnih ciljev .....	29
4 Medpredmetno povezovanje .....	32
5 Naravoslovna pismenost in vprašanja pri pouku .....	35
5.1 Razumevanje naravoslovja med slovenskimi učenci na mednarodni ravni .....	35
6 Naravoslovje v osnovni šoli .....	38
6.1 Vertikala naravoslovnega izobraževanja v osnovni šoli.....	38
6.2 Poučevanje naravoslovja v osnovni šoli .....	43
6.3 Dejavnosti in problemske naloge pri pouku naravoslovja.....	45
7 Sinteza teoretičnega dela .....	48
<b>III. Empirični del</b> .....	<b>51</b>
1 Namen raziskave in raziskovalna vprašanja ter hipoteze .....	53
1.1 Namen raziskave .....	53
1.2 Cilji .....	54
1.3 Raziskovalna vprašanja .....	54
1.4 Raziskovalne hipoteze .....	55
2 Metoda dela.....	56
2.1 Vzorec.....	58
2.2 Pripomočki in spremenljivke .....	60
2.2.1 Predlog modela poučevanja .....	60
2.2.2 Karakteristike predpreizkusa (P) naravoslovnega znanja .....	66
2.2.3 Karakteristike preizkusa (R) in popreizkusa (S) naravoslovnega znanja .....	70
2.2.4 Vprašalnik za učence (A) .....	74
2.2.5 Polstrukturirani intervjuji (E, I in V).....	74
2.2.6 Skupine spremenljivk.....	75
2.3 Izvedba raziskave.....	76
2.3.1 Izvajanje akcijskega dela raziskave in preizkus modela poučevanja .....	76
2.3.2 Pilotska izvedba preizkusov in zbiranje podatkov .....	80
2.3.3 Izvajanje eksperimentalnega dela raziskave.....	80
2.3.4 Izvajanje polstrukturiranih intervjujev .....	81
2.4 Obdelava podatkov pridobljenih v raziskavi .....	82

<b>IV. Rezultati z interpretacijo.....</b>	<b>83</b>
1 Ugotovitve akcijskega dela raziskave.....	85
2 Ugotovitve izvajanja modela v eksperimentalnem delu raziskave.....	87
3 Obravnava predpreizkusa in preizkusa naravoslovnega znanja .....	93
3.1 Uspešnost učencev pri reševanju predpreizkusa.....	93
3.2 Odgovori učencev pri reševanju posameznih nalog predpreizkusa .....	96
3.3 Uspešnost učencev pri reševanju preizkusa in popreizkusa.....	118
3.4 Odgovori učencev pri reševanju posameznih nalog preizkusa in popreizkusa .....	122
3.5 Primerjava dosežkov reševanja preizkusa in popreizkusa .....	147
3.6 Povezave drugih spremenljivk z uspešnostjo na preizkusih .....	151
4 Pregled analize intervjujev in anket.....	153
<b>V. Sinteza rezultatov z razpravo .....</b>	<b>159</b>
<b>VI. Zaključki.....</b>	<b>169</b>
<b>VII. Literatura in drugi viri .....</b>	<b>177</b>
<b>VIII. Priloge.....</b>	<b>187</b>
Priloga A: Predpreizkus naravoslovnega znanja (oznaka P).....	189
Priloga B: Preizkus naravoslovnega znanja (oznaki R in S).....	193
Priloga C: Vprašalnik za učence .....	197
Priloga Č: Vprašanja polstrukturiranega intervjuja za učence .....	198
Priloga D: Vprašanja polstrukturiranega intervjuja za učitelje .....	200
Priloga E: Vprašanja polstrukturiranega intervjuja za ravnatelje .....	202
Priloga F: Naravoslovni zemljevidi okoljskih dejavnikov.....	203
Priloga G: Priprava in optimizacija predloga modela poučevanja .....	207
G.1 Šolsko okolje in značilnosti delovnega okolja v razredu.....	207
G.2 Značilnosti učiteljev obeh šol in njunega dela na šoli.....	209
G.3 Pilotska izvedba predloga modela na dveh šolah (akcijski del).....	213
Priloga H: Eksperimentalno izvajanje modela poučevanja.....	237
H.1 Šolsko okolje in značilnosti delovnega okolja v razredu.....	237
H.2 Značilnosti dela učiteljev sedmih šol in delo na šoli .....	246
H.3 Izvedba modela poučevanja (eksperimentalni del raziskave) .....	253

#### KAZALO DIAGRAMOV, HISTOGRAMOV in GRAFIKONOV

Diagram 1: Pregled uspešnosti reševanja posameznih nalog predpreizkusa.....	93
Histogram 2: Porazdelitev rezultatov učencev na celotnem predpreizkusu.....	94
Histogram 3: Normalna porazdelitev rezultatov predpreizkusa fantov in deklet. ....	95
Grafikon 4: Pričakovana normalna porazdelitev rezultatov predpreizkusa. ....	95
Grafikon 5: Odstopanje od normalne porazdelitve rezultatov predpreizkusa fantov in deklet.....	95
Diagram 6: Izbira odgovorov pri izbirni nalogi P2B z enim pravilnim odgovorom. ....	99
Diagram 7: Izbira odgovorov pri nalogi P4D z enim pravilnim odgovorom. ....	101
Diagram 8: Izbira odgovorov pri nalogi P5be z več pravilnimi odgovori. ....	101
Diagram 9: Izbira odgovorov pri nalogi P6E z enim pravilnim odgovorom.....	103
Diagram 10: Izbira odgovorov pri nalogi P7D z enim pravilnim odgovorom. ....	105
Diagram 11: Izbira odgovorov pri nalogi P8bf z več pravilnimi odgovori.....	106
Diagram 12: Izbira odgovorov pri nalogi P11bd z več pravilnimi odgovori.....	109
Diagram 13: Izbira odgovorov pri nalogi P13D z enim pravilnim odgovorom. ....	112
Diagram 14: Izbira odgovorov pri nalogi P14C z enim pravilnim odgovorom. ....	113
Diagram 15: Izbira odgovorov pri nalogi P15D z enim pravilnim odgovorom. ....	114

Histogram 16: Porazdelitev rezultatov učencev na preizkusu (zgoraj) in popreizkusu (spodaj).....	118
Diagram 17: Pregled uspešnosti reševanja posameznih nalog preizkusa in popreizkusa.....	120
Diagram 18: Izbira odgovorov pri nalogi RS21B z enim pravilnim odgovorom.....	124
Diagram 19: Izbira odgovorov pri nalogi RS22E z enim pravilnim odgovorom.....	124
Diagram 20: Izbira odgovorov pri nalogi RS23E z enim pravilnim odgovorom.....	125
Diagram 21: Izbira odgovorov pri nalogi RS24C z enim pravilnim odgovorom.....	126
Diagram 22: Izbira odgovorov pri nalogi RS25B z enim pravilnim odgovorom.....	126
Diagram 23: izbira odgovorov pri nalogi RS26E z enim pravilnim odgovorom.....	127
Diagram 24: Izbira odgovorov pri nalogi RS27ace z več pravilnimi odgovori.....	127
Diagram 25: Izbira odgovorov pri nalogi RS28ae z več pravilnimi odgovori.....	128
Diagram 26: Izbira odgovorov pri nalogi RS4C z enim pravilnim odgovorom.....	132
Diagram 27: Izbira odgovorov pri nalogi RS51D z enim pravilnim odgovorom.....	134
Diagram 28: Izbira odgovorov pri nalogi RS52A z enim pravilnim odgovorom.....	134
Diagram 29: Izbira odgovorov pri nalogi RS53A z enim pravilnim odgovorom.....	135
Diagram 30: Izbira odgovorov pri nalogi RS54cd z več pravilnimi odgovori.....	136
Diagram 31: Izbira odgovorov pri nalogi RS63ad z več pravilnimi odgovori.....	138
Diagram 32: Izbira odgovorov pri nalogi RS643ab z več pravilnimi odgovori.....	139
Diagram 33: Izbira odgovorov pri nalogi RS65de z več pravilnimi odgovori.....	139
Diagram 34: Izbira odgovorov pri nalogi RS66ace z več pravilnimi odgovori.....	140
Grafikon 35: Razlika srednjih vrednosti pri nalogah popreizkusa.....	150

## KAZALO SHEM

Schema 1: Popperjevi trije svetovi in povezave med njimi (prirejeno po Popper, 1978) <sup>14</sup> .....	10
Schema 2: Model medsebojnih vplivov informacij pri učenju (prirejeno po Johnstone, 2000) <sup>18</sup> .....	12
Schema 3: Krivulja učenja in krivulje pozabljanja (prirejeno po Ritter in Schooler, 2001) <sup>20</sup> .....	12
Schema 4: Vrste trikotnikov z opredelitvijo kotov in stranic (prirejeno po Hejný, 2005) <sup>23</sup> .....	14
Schema 5: Sistem inteligentnosti (Gardner, 1999) <sup>46</sup> (levo),.....	18
Schema 6: Zaznava: (A) prikazovanje, (B) materializacija, (C) večpredstavnost in (Č) nespremenljivost (prirejeno po Lehar, 2003) <sup>68</sup> .....	23
Schema 7: Diagram učnih slogov (prirejeno po Kolb, 1984) <sup>17</sup> .....	27
Schema 8: Hierarhična razvrstitev kognitivnih kategorij razmišljanja.....	29
Schema 9: Predelava Bloomove opredelitve miselnih procesov (prirejeno po Krathwohl, 2002) <sup>21</sup> .....	30
Schema 10: Hauensteinova celostna taksonomija sposobnosti (prirejeno po Keating, 2006) <sup>95</sup> .....	31
Schema 11: Koraki akcijskega raziskovanja (prirejeno po Fisher, Bennett - Levy in Irwin, 2003) <sup>194</sup> .....	57
Schema 12: Znanstvena metoda med analizo in sintezo (prirejeno po Barton in Haslett, 2007) <sup>195</sup> .....	57
Schema 13: Odvisne in neodvisne spremenljivke raziskave.....	76
Schema 14: Izvedba dela raziskave.....	77

## KAZALO SLIK

Slika 1: Slika toka reke od izvira do delte in besedilo naloge pri nalogi P1.....	97
Slika 2: Zemljevid Zemlje pri nalogi P3 predpreizkusa in RS1 preizkusa.....	100
Slika 3: Slika različnih vrst rastja pri nalogi P4 predpreizkusa.....	100
Slika 4: Slika krta in besedilo naloge pri nalogi P6 predpreizkusa.....	102
Slika 5: Slika ekosistema ribnika in besedilo naloge pri nalogi P7 predpreizkusa.....	104
Slika 6: Makroskopska in mikroskopska slika semena in besedilo naloge pri nalogi P8 predpreizkusa.....	105
Slika 7: Stolpčni diagram dolžine listov različnih vrst dreves in besedilo naloge P10 predpreizkusa.....	108
Slika 8: Slika različnih posod pri nalog P13 predpreizkusa in besedilo naloge.....	111

Slika 9: Grafikon pri nalogi P14 predpreizkusa in besedilo naloge. ....	113
Slika 10: Slika ribnika in organizmov v njem in besedilo naloge pri nalogi P15 predpreizkusa. ....	114
Slika 11: Slika štirih merilnih valjev pri nalogi RS3 preizkusov (A-D od leve proti desni). ....	129
Slika 12: Slika merilnega valja s povečavami pri nalogi RS4 preizkusov (A-D od leve proti desni). ....	131
Slika 13: Slika slona (levo) in mamuta (desno) pri RS6 nalogi preizkusa. ....	136
Slika 14: Grafikoni s podatki o temperaturi in padavinah pri nalogi RS10. ....	144
Slika 15: Naravoslovni zemljevid podnebnih območij Zemlje. ....	203
Slika 16: Naravoslovni zemljevid rastja Zemlje. ....	203
Slika 17: Naravoslovni zemljevid temperaturnih območij Zemlje. ....	203
Slika 18: Naravoslovni zemljevid življenjskih območij Zemlje I. ....	204
Slika 19: Naravoslovni zemljevid življenjskih območij Zemlje II. ....	204
Slika 20: Naravoslovni zemljevid Satelitska slika Zemlje. ....	204
Slika 21: Naravoslovni zemljevid morski tokovi. ....	205

## KAZALO RAZPREDELNIC

Razpredelnica 1: Vidiki teorij učenja (prirejeno po Merriam in Cattarella, 1999 v Laird, 2003) <sup>59</sup> . ....	28
Razpredelnica 2: Posodobljena Bloomova taksonomija učnih ciljev (prirejeno po Krathwohl, 2002) <sup>21</sup> . ....	30
Razpredelnica 3: Marzanova taksonomija učnih ciljev (prirejeno po Marzano, 2000) <sup>97</sup> . ....	32
Razpredelnica 4: Število in razporeditev ur pri naravoslovnih in tehniških predmetih v osnovni šoli. ....	41
Razpredelnica 5: Izbrane šole eksperimentalne in primerjalne skupine (v oklepajih je št. fantov/deklet). ....	59
Razpredelnica 6: Podatki o učiteljih akcijskega in eksperimentalnega dela raziskave. ....	60
Razpredelnica 7: Vsebinski okvir nalog na predpreizkusu (idejni vir, po katerem je bila naloga prirejena, in pojavljanje vsebine med cilji učnih načrtov po vertikali izobraževanja). ....	66
Razpredelnica 8: Opredelitev vrste naloge, taksonomska kategorija, težavnost in razločljivost posameznih nalog predpreizkusa. ....	68
Razpredelnica 9: Opredelitev vrste naloge, taksonomska kategorija, težavnost in razločljivost posameznih nalog preizkusa in popreizkusa. ....	71
Razpredelnica 10: Vsebinski okvir naloge na preizkusu in popreizkusu (idejni vir, po katerem je bila naloga prirejena, in pojavljanje vsebine med cilji učnih načrtov po vertikali izobraževanja). ....	73
Razpredelnica 11: Primerjava rezultatov predpreizkusa, preizkusa in popreizkusa. ....	74
Razpredelnica 12: Opisna statistika predpreizkusa P (score). ....	94
Razpredelnica 13: Odgovori učencev na vprašanja prve naloge predpreizkusa. ....	97
Razpredelnica 14: Deleži odgovorov učencev in reševanje naloge P10 predpreizkusa. ....	108
Razpredelnica 15: Opisna statistika preizkusa (R) in popreizkusa (S). ....	119
Razpredelnica 16: Opisna statistika predpreizkusov (P, R, S) za posamezno šolo. ....	121
Razpredelnica 17: Vrednosti prostornine v merilnih valjih na preizkusu in popreizkusu. ....	130
Razpredelnica 18: Primerjava uspešnosti reševanja naloge RS10 na preizkusu in popreizkusu. ....	145
Razpredelnica 19: Primerjava uspešnosti reševanja naloge RS12 na preizkusu (R) in popreizkusu (S). ....	147
Razpredelnica 20: statistična pomembnost med skupinama in povprečne vrednosti vsake naloge. ....	149
Razpredelnica 21: Statistična soodnosnost dosežkov preizkusov z nekaterimi predmeti v 7. razredu. ....	151
Razpredelnica 22: Statistična soodnosnost nalog in dosežka na preizkusu in popreizkusu. ....	152

# I. Uvod



Spremembe, ki odražajo civilizacijski napredek začetka dvajsetega stoletja, postavljajo naravoslovno znanje v sam vrh znanj, ki jih mora posameznik imeti, če hoče v dnevnem časopisju ali pri poročilih spremljati in razumeti pomembnost novic o okoljskih spremembah in razumeti vzroke za vse pogostejše naravne nesreče ter doumeti pomen neželenih vplivov človeka na okolje. Izključujoče si trditve nasprotujočih si strani zaostrejo že tako pereče teme. Naravoslovna pismenost in razumevanje temeljnih naravoslovnih pojmov sta ključna za posameznika, da je sposoben kritično oceniti stanje in si ustvariti svoje mnenje ter oblikovati odnos do narave in naravoslovja.

Disertacija sloni na evalvacijski študiji z naslovom Vpliv ocenjevanja znanja na kakovost znanja učencev in na njihov interes za naravoslovje (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup>, ki je obravnavala pouk naravoslovja v 7. razredu. Izsledki te raziskave so bili izhodišče določitvi in analizi problemov, ki se pojavljajo, pa tudi na analizi pouka pri obravnavi ekosistema morje. Na osnovi priporočil, zapisanih v učnem načrtu za predmet Naravoslovje, bi pričakovali, da učitelji naravoslovne pojave obravnavajo celostno, z vidika vseh naravoslovnih vsebin, ki sestavljajo temelj predmeta, in pri tem izhajajo iz izkušenj in razmišljanja učencev. V evalvacijski študiji pa se je izkazalo, da učitelji razdelijo vsebino na enote glede na naravoslovne vede in enote omenjajo ločeno in posamič. Pri pouku učitelji navidezno dosežejo medpredmetno obravnavo določene vsebine, vendar naravoslovnih pojavov ne osvetlijo povezano z vidika vseh treh naravoslovnih ved. Tak način dela ne vodi k celostnemu razumevanju naravoslovnih vsebin in v manjši meri spodbuja interes učencev za pouk. Slabo povezovanje vsebin zmanjšuje možnosti za zastavljanje problemsko naravnanih vprašanj in ciljnega dela v skupinah, prav tako pa nista natančno določena zasnova in pomen dejavnosti ter eksperimentov pri pouku. Učenci se pogosto prvič srečajo z abstraktno definicijo pojma in ne znajo pojmov ustrezno uvrstiti v svojo pojmovno mrežo, ki jo oblikujejo v dolgotrajnem spominu, in je kasneje uporabiti.

V okviru doktorske disertacije so na osnovi ugotovitev evalvacijske študije, analize učnega načrta in učbenikov ter spremljanja pouka naravoslovja določeni problemi pri razvijanju načinov poučevanja naravoslovnih vsebin, temelječih na celostni obravnavi vsebin, ki spodbuja učence k razmišljanju. Na osnovi tega je bil izdelan model poučevanja ekosistema morje. Pri prenosu modela v šolo so pomembna dognanja o izvajanju pouka in težave, s katerimi se pri tem srečuje učitelj. Pomembno je tudi ugotoviti odziv učencev na prepleteno poučevanje vsebin s poudarkom na znanju z razumevanjem. Izhodišče doktorske disertacije je poučevanje naravoslovja v 7. razredu osnovne šole, pri katerem se oblikujejo osnove razumevanja pojmov in zakonitosti narave, razvijajo sposobnosti zaznavanja, opazovanja in pojasnjevanje pojavov ter tudi odgovoren odnos učencev do okolja. Ob tem naj bi učni predmet Naravoslovje razvijal spretnosti reševanja problemov, kritično razmišljanje in ozaveščanje o sodobnih okoljskih in družbenih problemih.





## **II. Teoretični del**



# 1 Znanje z razumevanjem in kakovostno znanje

## 1.1 Opredelitev in vrste znanja

Znanje združuje strokovno usposobljenost in različne sposobnosti, ki jih oseba pridobi z izkušnjami ali z učenjem. Znanje je mogoče opisati tudi kot vse, kar je znanega na določenem področju znanosti. To so dejstva in podatki, hkrati pa je tudi zavedanje o stvareh ali dogodkih ter njihovo poznavanje, pridobljeno z izkušnjami ali učenjem. Znanje je tudi ozko določena veščina ali spretnost, ki se kaže pri tehničnih značilnostih športov in pri rokovanju s predmeti. Sem sodijo sposobnosti, ki sicer niso običajne pri vseh ljudeh, če z njimi povečamo učinkovitost dela ali vplivnost posameznika. Pedagoška terminologija pozna tudi pojem formalističnega znanja, ki sestoji iz naučenih podatkov brez razumevanja vsebine, in pa pojem uporabnega znanja, ki omogoča reševanje novih nalog v novih okoliščinah (SSKJ, 2008)<sup>2</sup>.

Znanje je v domeni filozofije, ki jo je postavil Platon z opredelitvijo znanja kot utemeljenega resničnega prepričanja. O znanju ni enotne definicije, zato obstaja več različnih teorij, ki opisujejo, kako kaj sploh lahko vemo, kako se učimo in kako nam to koristi. Sprejemanje znanja zahteva zapletene miselne procese: zaznavo, učenje, sposobnost sporočanja, asociacije in razmišljanje, skupna vsem pa je neka sprememba, ki se je posameznik zaveda in se odraža v njegovem védenju.

Pojmovanje znanja je najprej odvisno od velikosti vpliva na zaznavo in na razum posameznika, ki ga pripisujemo okolju. Empiricisti, kot so bili Locke, Berkeley in Hume, so znanje povezovali neposredno z razvitostjo čutil in z zaznavo predmetov in dejavnikov v okolju (Markie, 2008)<sup>3</sup>. Locke je pri tolmačenju zunanjega sveta poudarjal sposobnost čutil, da z njimi zaznamo lastnosti, ki jih ima zunanji snovni svet (Markie, 2008)<sup>3</sup>. Po Markiejevem (2008)<sup>3</sup> tolmačenju se »*tabula rasa*« (epistemološka teorija, da se posameznik rodi brez vsakršne miselne vsebine in da znanje pridobi z zbiranjem izkušenj ter z zaznavanjem okolja) človeškega uma polni in razvija z idejami, ki so posledica medsebojnega vpliva razuma posameznika in zunanjega sveta. Ni mogoče ustvarjati idej o stvareh, ki jih v zunanjem svetu ni. Novosti zgolj spoznamo, izkušnje pa nas učijo o vsem, česar se zavedamo. Berkeley omeji spoznanje na pojavni svet in zanika, da bi stvari in njihove lastnosti, kakršne so same po sebi, zares spoznali (Markie, 2008)<sup>3</sup>. Delno se loči od Lockovega empiricizma. Berkeley verjame, da s čutili ni mogoče preveriti veljavnosti zaznave, saj vse lastnosti niso zaznavne. Snovi imajo namreč tudi take lastnosti, ki jih s čutili ni mogoče zaznati. Teh lastnosti se ni mogoče zavedati. Predmeta, ki je miselno neodvisen od zunanjega sveta, po njegovem prepričanju ni. S čutili in z izkušnjami si je mogoče ustvariti le miselne predstave o obstoječih predmetih, ni pa mogoče imeti pravega snovnega védenja in razumevanja o njih. David Hume je Berkeleyjevo filozofijo še dodatno razvil, saj je trdil, da lahko s čutili dobimo le predstave o predmetih (Markie, 2008)<sup>3</sup>.

Izkušnje so drugi vir znanja, ki pa za razliko od racionalnega znanja niso povsem zanesljive. Empirične ali posteriori resnice so za nas resnične, če so resnične naše lastne izkušnje. Če so naše izkušnje drugačne, je védenje drugačno. Mogoče je tudi, da izkušnje o čem nimamo in tako o tem nimamo znanja.

Racionalisti Descartes, Spinoza in Leibniz so pristopili k razumevanju znanja s povsem drugega zornega kota. Epistemološkim omejitvam so se poskušali izogniti s sestavljanjem zunanjega sveta in notranjih misli, s pomočjo enostavnih nedvoumnih idej, ki so umu prirojene. Leibniz (Steup, 2005)<sup>4</sup> je

verjel, da je svet mogoče poznati neposredno preko analize idej z logičnim sklepanjem, z indukcijo in dedukcijo. Znanje je torej notranji proces. Nadčutno znanje je mogoče dobiti s pomočjo razuma. Descartesovo odkritje (Steup, 2005)<sup>4</sup>, da obstaja, ker misli, strni bistvo racionalnega pojmovanja. Misel je nad okoljem. Iz njega črpa podobe, ki jih nato preoblikuje v sebi lastno paleto razumevanja. Znanje ni enako prepričanju, saj je gotovo in nedvoumno, prepričanje pa je ravno nasprotno, negotovo in dvoumno. V središču je posameznik, ki z refleksijo obstoječih izkušenj ustvarja znanje. Razum je dejavna moč, ki deluje samostojno in gradi znanje na čutnem zaznavanju okolja. Znanje, ki temelji na razumu, kot so naravoslovna pravila in zakonitosti, je absolutno znanje, saj je grajeno na strogih določilih. To znanje predstavlja racionalno znanje ali a priori resnice, ki velja neodvisno od izkušenj. Resnica je enaka tudi, če se je posameznik ne zaveda (Steup, 2005)<sup>4</sup>.

Pomemben korak k razumevanju razuma in zaznave stori Kant (McCormick, 2006)<sup>5</sup>, ki trdi, da šele z razumevanjem virov iz okolja in zavedanjem o omejitvi človeškega uma spoznamo pravi metafizični svet. Vsi predmeti, o katerih je mogoče imeti neko misel, morajo biti skladni z našim razmišljanjem. Um deluje vzročno in s tem omogoči, da iz okolja pobere več podatkov, kot nam jih okolje na prvi pogled ponudi. Še vedno pa dovoli, da obstajajo predmeti, ki jih um ne more sprejeti ali razumeti. Kant (McCormick, 2006)<sup>5</sup> ustvari vez med empiricisti in racionalisti ter postavi temelj razlikovanja med sintetično in analitično resnico znanja. Analitična trditev pojma je logična in natančno določena, sintetična pa logičnosti in natančnosti posebej ne zahteva (McCormick, 2006)<sup>5</sup>.

Humanistični pogled Vica in pomembnost združljivosti različnih znanosti med izobraževanjem poudarja učenje kot celostni intelektualni pristop. Učiti se je treba tako umetnosti kot znanosti, da postanejo miselne sposobnosti znanstveno natančne, praktično uporabne, govorniško tekoče, polne domišljije, razumevanja poezije in slikarstva ter so močne v znanju pravnih ved. Človek lahko razume človeški svet, saj ga soustvarja. Svet mora biti odraz znanosti in znanja, ki mu je treba posvetiti največ pozornosti in časa (Costelloe, 2008)<sup>6</sup>.

Znanje je lahko opredeljeno kot logični sistem dejstev, pojmov in posplošitev o dejanski stvarnosti, ki jih je človek pridobil v zavest in jih je v zavesti tudi obdržal. Védenje, dejstva in posplošitve je mogoče razvrstiti na več ravni, ki določajo znanje kot spominsko, prepoznavno, reproduktivno, operativno in ustvarjalno. Za razliko od znanja pa je sposobnost lastnost osebnosti, ki se kaže v lastni uspešni dejavnosti (Tomič, 1997: 15–22)<sup>7</sup>.

Razširjeno nefilozofsko pojmovanje znanja opredeli védenje in spretnosti tudi na osnovi dejavnosti, s katerimi se najpogosteje srečujemo oziroma se z njimi srečamo redko ali celo nikoli. Michael Polanyi (1983)<sup>8</sup> znanje loči na dva dela, in sicer na tiho znanje (*tacit knowledge*) in izraženo znanje (*explicit knowledge*). Tiho znanje je osebno in ga je težko oblikovati ter ubesediti, skoraj nemogoče pa ga je tudi posredovati naprej. To znanje je neposredno povezano z dogodki v posameznikovem življenju, saj je zakoreninjeno v njegovih izkušnjah, vrednotah in dejanjih (McWilliams, 1992)<sup>9</sup>. Za tiho znanje je značilno, da je to tisto znanje, s katerim ustvarjamo nove ideje, iščemo rešitve in pridobivamo novo znanje. Druga vrsta je izraženo znanje, ki je zapisano v formalnem sistematičnem jeziku in je zaradi tega med posamezniki prenosljivo. Izvor tega znanja je povezan s konkretnim znanjem in ga je mogoče deliti z drugimi ljudmi (Smith, 2003)<sup>10</sup>. Polanyi (1983: 3–15)<sup>8</sup> poudarja pomen tihega znanja, saj ima znanje, ki je pridobljeno neposredno z izkušnjami, po njegovem mnenju večjo vrednost. Tiho znanje neposredno določa osebnost posameznika z vseh vidikov njegovega delovanja, medtem ko določa

izraženo znanje predvsem posreden način, s katerim se predstavlja svetu. Izraženo znanje ima precejšnjo vrednost v ekonomsko-druženem pogledu osebnosti. Znanje, ki ga lahko zapišemo s črkami in številkami, je le vrh ledene gore in je srž našega skritega celostnega znanja in razumevanja, medtem ko se tihega znanja ljudje običajno niti ne zavedajo ali pa v njem ne vidijo kakšne bistvene koristi. Vrednost tihega znanja je predvsem v tem, da omogoča vsebinsko razumevanje okolja, ljudi, krajev, idej, izkušenj, pomena kulture in tudi osebnih navad. Zahteva močno osebno vez z drugimi posamezniki ter zaupanje med njimi, da se lahko med njimi prenaša (Gelwick, 2007)<sup>11</sup>.

Polanyjev osebni, celostno pozitivistični pristop pa je v popolnem nasprotju z raziskovalci, ki se ukvarjajo z razvojem umetne inteligence (*artificial intelligence*) (Simon in Larkin, 1987)<sup>12</sup>. Pridobivanje znanja in odkrivanje novosti po njihovih raziskavah ostro sledi logičnemu sosledju oziroma zaporednosti korakov. Zaporednost korakov pri pridobivanju novega znanja je enaka drugim vrstam reševanja problemov z razliko, da je končni cilj neka novost, ki do tedaj še ni bila poznana. Odkritja sledijo vzorčnemu posploševanju oziroma iskanju vzorcev v zbirki opazovanih podatkov, bistven vidik pa je učinkovitost vzorčenja in iskanja vzorcev. Kakšna je učinkovitost vzorčenja, pa je odvisno od: (1) zasnove problema z oblikovanjem raziskovalnega vprašanja in (2) izvora predstav in vpliva pojmovanja na oblikovanje vzorcev. Znanje je lahko le algoritem obdelave podatkov in pojmovanj. Nova vprašanja in nova pojmovanja je mogoče ustvarjati kot vzorce predhodnih pojmovanj in obstoječih empiričnih podatkov (Simon in Larkin, 1987)<sup>12</sup>. Prav trajnost iskanja in trajajoče dejavnosti znanstvenikov vzbudijo pojavljanje novih problemskih vprašanj in predstav in prav to je tisto, kar določa znanstvenika in njegovo delo. Z novimi pojmovanji iščejo znanstveniki nedoslednosti znotraj prevladujočih obstoječih idej, s čimer motivirajo začetek spreminjanja paradigme trenutne teorije. Raziskave umetne inteligence kažejo, da je mogoče matematično zapisati algoritme, ki ustvarjajo nove predstave in nove probleme. Postopek raziskovanja in odkrivanja je zato mogoče kodirati, opredeljevanje odkritja pa je mogoče povezati z vzorci, ki se pojavljajo med obdelovanjem podatkov. Prav ti vzorci so tisti del miselne dejavnosti, s katero je mogoče razumsko opredeliti ustvarjalnost. Ta je le posebna vrsta dejavnosti reševanja problemov, ki ji pripišemo neobičajnost, samoniklost, nepopolnost in nejasnost. Ustvarjalnost je mogoče spodbuditi kot problemsko nalogo, katere značilnost je zaporedje dogodkov. Z raziskovanjem računalniških struktur je mogoče dobiti ustvarjalni vpogled, ki je izid ciljno usmerjenega postopka poskusa in napake (Miller, 2008)<sup>13</sup>. Računalniški sistemi so logično lahko razumni v t. i. hladnem mišljenju (*cold cognition*), kot so planiranje, zaznava, odločanje, vendar pa ne zmorejo opravljati nalog toplega mišljenja (*hot cognition*), ki vključuje želje, občutke, bolečino in veselje ali z eno besedo čustev.

Če je znanje nekaj več, kot je le zbiranje podatkov in oblikovanje pojmovanj na njihovi osnovi, potem dožemanja sveta ni mogoče opredeliti zgolj na zunanji in notranji osebni svet. Karl Popper je postavil sistem treh svetov znanja (Shema 1). Prvi svet predstavlja fizično vesolje, ki je zgrajeno na dejanski resnici in realnosti. Naravoslovne zakone, ki se odražajo na različne načine, lahko do neke mere zaznamo in tolmačimo. Drugi svet je osebni svet zaznav in izkušenj, ki se oblikuje v osebni razum. To je subjektivno pojmovanje sveta, ki ga opisujemo kot hipoteze in osebna mnenja. Znanje v tem svetu sovпада z inteligenco, zavestjo in izkušnjami. Tretji svet je svet abstraktnega mišljenja in se skriva v knjigah, orodjih, teorijah, navideznih svetovih ali v tehniki in tehnologiji, v izdelkih, ki jih je znanje prvega in drugega sveta oblikovalo. Med svetovi so vezi, ki jih prepletajo, saj prvi svet omogoča obstoj

drugega, drugi pa skuša nadzirati in spreminjati prvega. Drugi svet izgrajuje tretjega, ki povratno omogoča hitrejši razvoj drugega. Na osnovi znanj tretji svet predvideva spreminjanje v prvem svetu, prvi pa podpira logiko tretjega (Popper, 1978)<sup>14</sup>.



Shema 1: Popperjevi trije svetovi in povezave med njimi (prirejeno po Popper, 1978)<sup>14</sup>.

Moderni pristop k učenju temelji na ideji, da ne obstaja le ena vrsta učencev, ni le enega učnega cilja in ni le ene poti k učenju. Tudi okolje, v katerem učenje poteka, ni več omejeno (Kilgore, 2001)<sup>15</sup>. Znanje je večplastno in ni nujno razumsko. Opredeljeno je socialno in se oblikuje v mislih posameznika. Je vsebinsko in se navezuje na potrebe in zahteve. Znanje prehaja med posamezniki in se vsebinsko preoblikuje in dopolnjuje, dojemanje pa določajo dogodki, ki jim je priča posameznik. Znanje se spreminja s spremembami v okolju in s spreminjanjem socialno-kulturnega ustroja okolja. Spremembe in prehodi so najprej na ravni sporočanja, zato je bilo mogoče močan preskok najprej pripisati razvoju tiska, na novodobni globalni ravni pa hitremu prenosu podatkov zaradi široke uporabe interneta. Bolj zapleten je kulturni preskok, ki se najprej izraža skozi umetnost in znanost, na koncu pa počasi prodre v vse pore družbe. Bolj ko so ljudje med seboj v stiku, bolj se spreminjajo in razblinjajo kulturne meje.

## 1.2 Pridobivanje znanja in spomin

Poenostavljeno rečeno je znanje spoznavno, kadar sami pridobimo védenje z lastnimi čutili in s sklepanjem, ali pa je opisno, če naše védenje temelji na podrobnostih, ki smo jih pisno, ustno ali kako drugače dobili od drugih. Kadar sami nimamo možnosti pridobiti lastne izkušnje o določenem pojmu ali pojavu, ga lahko spoznamo preko opisa druge osebe, ki ima o pojmu ali dogodku pravo spoznavno znanje ali pa je tudi ta oseba znanje dobila opisno od tretje osebe. Opisno znanje je torej znanje, ki lahko prehaja med posamezniki in ni časovno omejeno. Znanje je torej vezano na lastno spoznavanje ali znanje iz prve roke ter na spoznanja drugih ali znanja iz druge roke. Opredeliti je mogoče tudi tretjo vrsto znanja, torej znanje, ki je vezano na napake v dejanski zaznavi in jih pogosto imenujemo halucinacije, iluzije, domišljija, vera, intuicija in sanje. Kadar znanje pridobimo z neposrednim stikom z dogodkom, s predmetom ali z osebo, je poudarek na lastni izkušnji, ki je lahko čutna ali miselna. Čutno zaznavo običajno opredelimo kot resnično, z resničnim védenjem, miselne izkušnje pa so lahko tudi povsem neresnične. Kadar z dogodki ne pridemo v stik sami, je lastno védenje lahko le plod izkušnje drugih (Russell, 1912: 25–33)<sup>16</sup>.

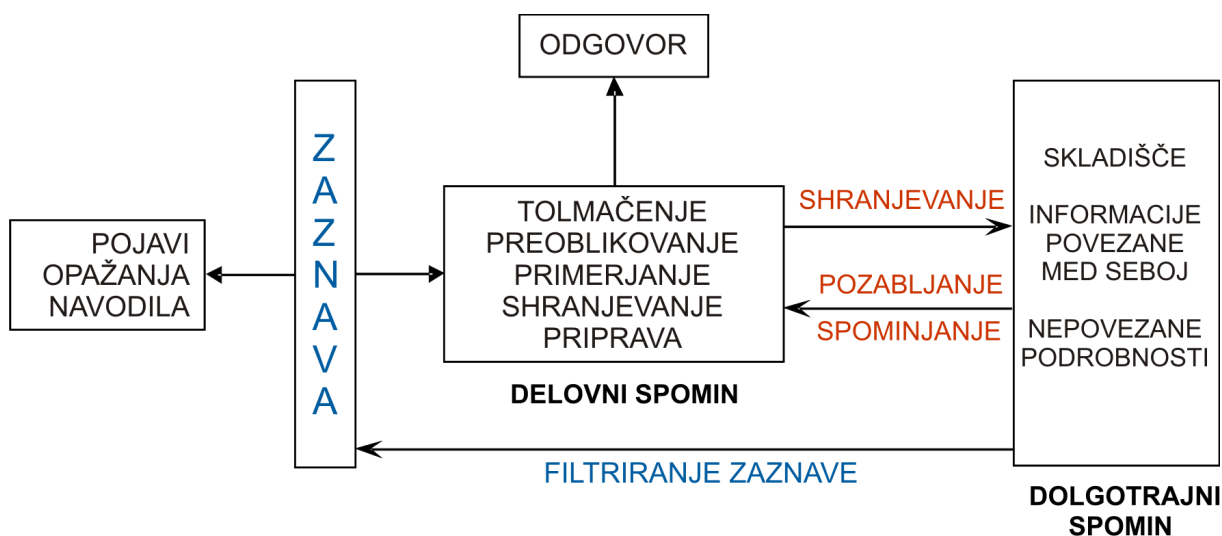
Razumevanje znanja lahko opredelimo z načinom tolmačenja podatkov iz okolja. Del znanja sprejemamo podatkovno preko čutil, del znanja pa procesno preoblikujemo na osnovi prejetih podatkov. Po teoriji dvojnega znanja moramo ločevati med neposredno zaznavo in razvrščanjem podatkov (*apprehension*) ter med pomenskim preoblikovanjem podatkov (*comprehension*), s katerim védenje razumemo in doumemo. Najprej podatke sprejmemo in jih pomensko opredelimo, pojmovno uredimo ter določimo vrednosti in količine, nato pa na osnovi razčlenjenih osnovnih podatkov poskušamo celostno doumeti podatke v metaobliki, ki nam omogoči (ne tudi popolno) razumevanje. Nekatere zapletene filozofske doktrine in znanstvene teorije lahko na primer do neke mere opredelimo, ne moremo pa jih popolnoma doumeti (Kolb, 1984: 99–121)<sup>17</sup>. Kadar imamo dva dogodka, pri katerih prvi pogojuje drugega, ugotovimo, da um dogodkov ne povezuje vzročno in jih ne veže na izkušnje le s sprejemanjem podatkov. Vse, kar lahko razumemo, je, da drugi dogodek sledi prvemu. Šele ko razmišljamo in poskušamo doumeti povezave, odkrijemo vzročnost enega in drugega dogodka. Razločevanje dogodkov je osebna vrtilina, razumevanje pa vključuje tudi kulturne in socialne vezi. Znanje je tako delno osebno in delno družbeno pogojeno. Po Kolbu je učenje postopek preoblikovanja izkušenj, ki zahteva neprestano preverjanje dožemanja in reflektivno spreminjanje izkušnje.

Učenje povzroča spremembe védenja. Preden lahko trdimo, da smo se kaj naučili, si moramo določeno količino podatkov, ki skupaj tvorijo naše znanje, zapomniti. Pri človeku je mogoče določiti štiri različne načine shranjevanja podatkov v spomin. Čutni spomin se nanaša na podatke, ki jih sprejmemo preko čutil. Zaznavanje je običajno kratkotrajno, prav tako je kratkotrajen tudi spomin na to vrsto podrobnosti in ga ohranimo le nekaj sekund. Precej bolj učinkovit je kratkotrajni spomin (*short term memory*) čutnih zaznav, ko se podrobnosti čutil prenesejo v zavest. Podatki so dejavni do okoli pol minute in so s stališča uporabe zelo omejeni. Zapomnimo si majhen delež podrobnosti, prednostno pa se zaznajo tiste, na katere smo še posebej osredotočeni. Te podatke sprejme delovni spomin, ki zbira ravno podatke, ki so v središču pozornosti in jih razvršča v lastno logično mrežo. Tako kratkotrajni spomin lahko ostane dejaven dalj časa, saj se pomembni podatki kopičijo, zamenjujejo (*displacement*) in sprotno obdelujejo.

Dolgotrajni spomin (*long term memory*) je relativno zanesljiv in neomejen, čeprav večjega dela ne uporabljamo. Ima več podrejenih kategorij, ki združujejo različne spomine. V teh kategorijah so na eni strani vsi tisti podatki, ki se jih iz preteklosti zavedamo, pa tudi podatki, na katere običajno nismo pozorni, kot je umivanje rok in zob, pospravljanje postelje, zavezovanje vezalk in drugo. To je pogojni spomin (*nondeclarative, implicit*) in temelji na spominih neprestanega ponavljanja, pogojevanja ali navad. Območje zavesti, v katerem pride do medsebojnega vpliva podatkov iz okolja in podrobnosti, ki so že v dolgotrajnem spominu, imenujemo delovni prostor. Prav tu nastane razumevanje novega pojma, ki se shrani v dolgotrajni spomin ali pa se uporabi pri nadaljnjem delu (Johnstone, 2000)<sup>18</sup>. Na Shemi 2 je podan model medsebojnega vpliva informacij pri učenju.

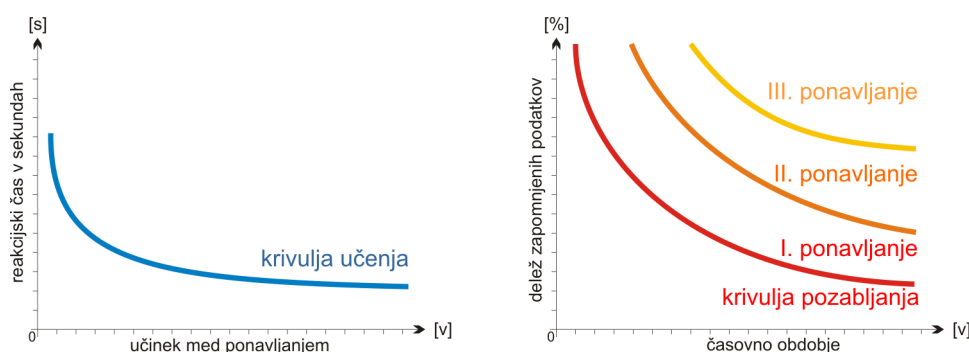
Kratkotrajni spomin obsega območje med opazovanjem, zaznavo in delovnim spominom. Prenos spomina iz kratkotrajnega v dolgotrajni spomin je močno povezan s pomembnostjo in intenzivnostjo podatka, ki si ga moramo zapomniti. Zelo intenzivni in čustveno nabiti dogodki običajno trajno ostanejo v spominu in jih lahko tudi hitreje priključimo. Nepomembnih dogodkov pa se morda sploh ne zavemo. Drugi, zelo pomemben dejavnik pri prenosu podatkov v dolgotrajni spomin pa je ponavljanje. Čeprav sprejmemo veliko podatkov, se jih le nekaj vtisne v spomin, večji delež podatkov pa pozabimo. Pozabljanje je naraven proces odbiranja pomembnih podatkov od vseh ostalih spremljajočih, ki

pravzaprav niso uporabni. Pozabljanje omogoča posploševanje in z leti tudi razumsko modrost, saj od vseh prejetih podrobnosti v hitro dostopni zavesti ostanejo le tiste, ki so se z leti izkazale za koristne in imajo neposreden vpliv na dogajanje, razumevanje in celostni razvoj razumnosti ter nadarjenosti (Hewstone, Fincham in Foster, 2005: 232)<sup>19</sup>.



Shema 2: Model medsebojnih vplivov informacij pri učenju (prirejeno po Johnstone, 2000)<sup>18</sup>.

Vsako opravilo z vajami in ponavljanjem opravimo hitreje. Presenetljivo je, da je hitrost napredovanja pri izvajanju nalog enaka pri povsem različnih vrstah nalog. Napredek v izvajanju se v začetku hitro poveča, z nadaljnjim ponavljanjem pa se hitrost napredovanja postopno zmanjšuje, dokler ga z vajo ni mogoče več opazno nadgraditi. Krivulja učinka napredovanja pada potenčno. Učinek je mogoče zaznati tudi po sto tisoč ponavljanjih (Ritter in Schooler, 2001)<sup>20</sup>. Zelo podobno obliko krivulje opazimo pri pozabljanju. Pozabljanje lahko omilimo s trajnim ponavljanjem v različnih časovnih obdobjih (Shema 3).



Shema 3: Krivulja učenja in krivulje pozabljanja (prirejeno po Ritter in Schooler, 2001)<sup>20</sup>.

Hitrost pozabljanja je odvisna od številnih dejavnikov, med pomembnejšimi pa so težavnost učne snovi, načina predstavitve in psihofizičnega stanja posameznika. S ponavljanjem ohranimo znanje in hkrati podaljšamo čas, preden moramo vsebino znova ponoviti, da ohranimo enako raven znanja. Posebna kategorija so spomini, ki so sami po sebi šokantni in se zaradi bolj čustvenega odziva trajneje in močneje vtisnejo v spomin. Pri takih dogodkih krivulja pozabljanja ni povsem veljavna, se pa spomin na



tak dogodek skozi čas lahko močno spremeni in ni več enak tistemu, ki smo ga imeli. Pozabljanje naučenih in treniranih znanj je enako, kar sta pokazala tako Ebbinghaus s poskusi zapomnjenja nesmiselnih zlogov kot Thorndike, ki je z učenjem podgan dokazoval behavioristično delovanje razuma (Hewstone, Fincham in Foster, 2005: 75, 584)<sup>19</sup>.

### 1.3 Razumevanje, kakovostno in kritično znanje

Znanje je mogoče opredeliti na različne načine. Osnovno znanje je podatkovno znanje (*factual knowledge*), ki predstavlja osnovo tistega, s čimer mora biti učenec seznanjen, da lahko rešuje naloge in sodeluje pri šolskih dejavnostih. Poznati mora izrazoslovje pri posameznem predmetu in posamezne podrobnosti ter značilnosti vsebine. To znanje ali védenje se nadgradi v vsebinsko znanje (*conceptual knowledge*), ki povezuje osnovne pojme v mrežo in omogoča logično uporabo znanja ter določa način razmišljanja. Pri tem je pomembno, da je vsebina ustrezno razvrščena, je posplošena in opredeljena z enostavnim modelom. Postopkovno znanje (*procedural knowledge*) omogoča izvajanje nalog preko metod in tehnik dela ter problemsko reševanje in poizvedovalno učenje, ki sloni na postopkih. Znanje na najvišji pojmovni ravni je metakognitivno znanje (*metacognitive knowledge*), ki je zavedanje o znanju in zavedanje o načinu razmišljanja in učenja. Pri tem je v ospredju smelost razmišljanja, prepletenost in pestrost misli, zamreženost vsebinskega znanja, znanje pogojevanja in védenje o sebi (Krathwohl, 2002)<sup>21</sup>.

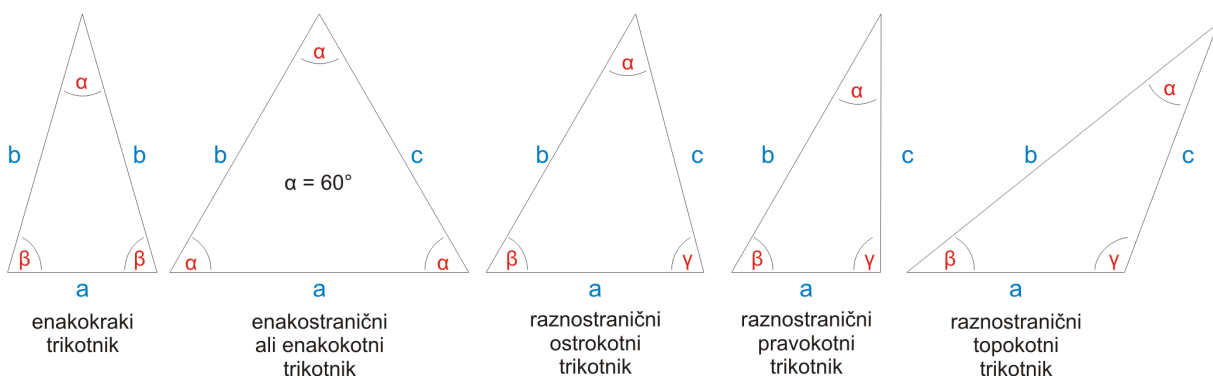
Čeprav pojem znanja vključuje široko paleto različnih znanj in sposobnosti, je v pedagoškem smislu treba ločiti med znanjem in razumevanjem. Znanje, ki ne vključuje razumevanja, je podatkovno, reproducirano znanje in zajema le sposobnost ponavljanja pojmov ali vzorcev, brez povezovanja in brez ustrezne umestitve v pojmovno miselno shemo. Delitev je teoretična, saj sta znanje in razumevanje neločljivo povezana.

Razumevanje je po Wigginsu in McTigheju (Pergar - Kuščer in Plut - Pregelj, 2006)<sup>22</sup> mogoče razdeliti na več ravni. Prva (1) raven je logično-analitično razumevanje pojavov in dogodkov, kar pomeni, da te lahko opišemo in razložimo, pri tem pa jih razčlenimo na sestavne dele, uvidimo odnose in povezave med njimi ter jih tako razumemo. Pri tem ločimo bistvene od nebistvenih sestavin dogodka ali pojava. Pri (2) pripovedno, narativnem razumevanju je v ospredju življenjskost oziroma subjektivna realnost, ki vključuje namene in posledice, na osnovi teh pa se oblikuje subjektivna razlaga stvarnega ali fantazijskega dogodka. Tretja raven je (3) razumevanje različnih pogledov na obravnavan pojav. To zahteva soočanje lastnega pojmovanja s pojmovanjem drugih posameznikov in razumevanja z nasprotnimi razlagami. Pomembno je enačenje drugih mnenj s skladnim drugačnim pogledom na dogodek. Empatično razumevanje (4) omogoča razumeti položaj in stališče drugih, pri čemer razumemo ideje, čustva in namene ter ugotavljamo kaj je drugemu pomembno, tudi če se z dejanji ne strinjamo ali jih celo zavračamo. Razumevanje samega sebe (5) zahteva razumevanje lastnega materialnega in duhovnega sveta in lastnih miselnih procesov.

Pri učenju naravoslovja je najpomembnejše logično-analitično razumevanje. Pri učenju na pamet si besedilo zapomnimo, manj pa se ukvarjamo z razumevanjem, kaj nam besede dejansko povedo in kako so povezane med seboj ter kako so vezane na podobne dogodke ali dogajanja. Hejný (2005)<sup>23</sup> navaja različne primere, pri katerih se pokaže pomembnost razlikovanja med pojmom znanje in razumevanje. Naučiti se na pamet definicije je posamezniku lahko lažje, kot pa razumeti, kaj natančna

opredelitev pomeni. Učenec, ki ima dober spomin, si lahko naravoslovna in matematična pravila zapomni, ne da bi zares razumel pomen samega pravila. Učitelj, ki na primer zahteva, da učenci narišejo določen trikotnik, zahteva od učencev več, kot je le poznavanje pojma trikotnika. Opisno lahko trikotnike določimo s tremi oglišči in s tremi stranicami, pomembno pa je vedeti velikost kotov in stranic. Osnovne oblike trikotnikov so predstavljene v Shemi 4.

V enem izmed primerov, ki jih navaja Hejný (2005)<sup>23</sup>, učitelj od učenke zahteva, da na tabli pokaže topokotni trikotnik. Učenka različnih vrst trikotnikov ne prepozna, zna pa natančno navesti definicijo posamezne vrste trikotnika. Ker znanje ni vezano na razumevanje, učenka ne razlikuje med posameznimi definicijami za trikotnike, kadar vprašanje ne zahteva neposredne reprodukcije besedila. Značilnosti formalnega znanja so v prvi meri ločenost posameznih podatkov znanja, ki niso povezani z izkušnjami, opazimo pa lahko tudi, da je za učenca tako znanje samozadostno in zato podrobnejšega razumevanja niti ne pogreša.



**Trikotnike lahko razdelimo glede na dolžino stranic:** (1) enakokraki trikotnik ima dve stranici enako dolgi, dva notranja kota pa sta enaka, (2) enakostranični trikotnik ima vse stranice enako dolge in hkrati enake vse notranje kote ( $60^\circ$ ) in (3) raznostranični trikotnik ima vse tri stranice različno dolge in vsi notranji koti so različno veliki. **Trikotnike lahko razdelimo tudi glede na velikost največjega notranjega kota:** (1) enakokotni trikotnik ima enake vse notranje kote ( $60^\circ$ ) in hkrati enake vse stranice, (2) pravokotni trikotnik ima en notranji kot enak pravemu kotu ( $90^\circ$ ), (3) topokotni trikotnik ima en notranji kot topi kot (večji od  $90^\circ$ ) in (4) ostrokotni trikotnik ima vse notranje kote ostre (manjše od  $90^\circ$ ). **Notranji koti skupaj merijo  $180^\circ$ , zunanji koti pa merijo skupaj  $360^\circ$ .**

Shema 4: Vrste trikotnikov z opredelitvijo kotov in stranic (prirejeno po Hejný, 2005)<sup>23</sup>.

Napačnih razumevanj v podatkovnem znanju ni mogoče enostavno zaznati, še manj pa jih je mogoče odpravljati. Širina znanja se kaže v razumevanju pojmov, ki se navezujejo na lastne izkušnje in nedvoumno znanje, ideje in sposobnosti. Znanje, ki nastaja pri dejavnem miselnem opravlilu, je znanje z razumevanjem (Hejný, 2005)<sup>23</sup>. Podatkovno znanje izgublja na vrednosti, saj je dostop do različnih podatkov enostaven in hiter. Za razliko od podatkovnega pa znanja z razumevanjem ni mogoče uresničevati kar mimogrede. Je časovno obremenjujoče, zahteva veliko napora, treba ga je načrtovati in ga tudi zavestno uresničevati. Znanje z razumevanjem zahteva globino, s katero povežemo smiselnost znanja in širino, da poglobljeno znanje z razumevanjem prenesemo na druga področja življenja (Plut - Pregelj, 2005)<sup>24</sup>.

Čeprav lahko kaj razumemo, nam v to ni treba tudi verjeti. Prepričanje v pravilnost védenja se pogosto kaže prav pri naravoslovnih vsebinah, ki jih ni mogoče neposredno dokazovati. Prepričanje ni obvezni del znanja (Smith in Siegel, 2004)<sup>25</sup>. Védenje in s tem prepričanje, da neko znanje temelji na

opazovanih pojavih in je hkrati podprto z empiričnimi podatki, pogojuje prepričanje o pravilnosti zasnove teorije, ne pa tudi o pravilnosti teorije same. Tudi s strogim znanstvenim pristopom k raziskovanju lahko postavimo napačno teorijo. To kaže na pomembnost vztrajanja pri prepoznavanju znanstvenega pristopa pri razvoju teorije, ne pa tudi vztrajanja pri sprejemanju pravilnosti teorije. S tega vidika je ključnega pomena diskusija o teoriji in preverjanje razumevanja znanstvenega pristopa pri postavljanju novih teorij (Davson - Galle, 2004)<sup>26</sup>.

Kakovostno znanje je znanje, ki je ustrezno pojmovno opredeljeno in temelji na razumevanju. Pridobivanje kakovostnega znanja ne zadeva samo učenca, snovi in učenja, ampak tudi učitelja in njegov način poučevanja in ocenjevanja (Plut - Pregelj, 2004)<sup>27</sup>. Pojmovanje poučevanja naravoslovnih ved poudarja osebne izkušnje ter njihovo nadgrajevanje s problemsko zasnovanim poukom na pristnih vsebinskih primerih (Grooves in Pugh, 2002)<sup>28</sup>.

Učenje ni le kopičenje spoznanj, ampak dejavno oblikovanje misli med samostojnim in kritičnim razmišljanjem. Obstoječe ideje, razumevanje, stališča, pojmovanja in cilji bistveno vplivajo na učenje, hkrati pa je to najuspešnejše, kadar je dejavno in temelji na dejanskih spoznavnih življenjskih primerih. Učenje učenja je eden najpomembnejših ciljev šolanja (Marentič - Požarnik, 2000: 5)<sup>29</sup>. Znanje ni le obilica na pamet naučenih podatkov, pojmov in zakonitosti, saj tako znanje ni kakovostno, ni trajno in ima majhno uporabno vrednost. Sodobno pojmovanje opredeljuje znanje kot razumevanje, uporabo in povezovanje vsebin, kot zmožnost kritičnega nadgrajevanja znanja in tudi kot nabor veščin in spretnosti, ki jih pri tem uporabljamo (Rutar - Ilc, 2003)<sup>30</sup>. Kognitivno-konstruktivistično pojmovanje znanja je osnovano na tem, da učenec dejavno sestavlja svoje znanje, si s tem pridobiva in spreminja izkušnje in tako prihaja do sprememb v njegovem pojmovanju. Na tak način pridobimo znanje z razumevanjem in učenci razumejo, kar so se naučili in ne ponavljajo le vsebin za učiteljem. Smiselnost znanja pomeni, da učenci iščejo pomen naučenega in to skušajo vključiti v celostno razumevanje. Če se pomen izgubi, učenci ne razvijejo znanja, ampak ga sprejmejo kot odtujeno zbirko dejstev, pojmov in strategij. Pouk postane nekaj, kar z njihovim življenjem nima povezav in je nesmiseln ter vsiljen.

Sodobno pojmovanje znanja je tudi trajno znanje. Večjo trajnost znanja dosežemo, če je pridobljeno z lastnimi izkušnjami. To lahko dosežemo tako, da ustvarimo učne situacije, ki so čim bolj podobne realnim življenjskim situacijam. Primerna je npr. simulacija problemov, povezanih z okoljem in dejavnostmi, ki so učencem blizu. Na tak način dobi učenje pomen, učenci so za tak način pridobivanja znanja motivirani, saj vedo, za kaj je njihovo znanje koristno. Znanje mora biti uporabno, kar dosežemo z nenehnim vključevanjem učencev v vse korake procesa poučevanja. Kakovosti in trajnosti znanja ni mogoče doseči brez spremembe v procesu poučevanja (Novak, 2005)<sup>31</sup>. Nanj vplivajo načini preverjanja in še posebej ocenjevanja znanja. Izkušnje so pogosto zanemarjene, saj izkustveno temelji na refleksiji in na čustvenem dožemanju učne vsebine. Izkustvo je pot, po kateri ljudje oblikujejo ali pa skušajo oblikovati smisel tega, kar zavestno zaznajo. Prva raven izkustva je stik z zunanjim svetom in zato je vsako učenje situacijsko učenje. Situacije se spreminjajo, proces učenja pa ostane enak (Jarvis, 2003)<sup>32</sup>.

Kakovostno znanje z razumevanjem je mogoče razvijati z nikalnim znanjem (*negative knowledge*). Nikalno znanje je pridobljeno z izkušnjami o tem, kaj je napačno, narobe oziroma čemu se je treba izogibati. Na osnovi obstoječega pojmovanja je tako znanje podobno znanju pridobljenemu z učenjem

preko napak, vendar pa je zastavljeno širše. Nikalno znanje zahteva jasno razmišljanje o posledicah dejanja, preden je dejanje izvedeno. Tak način dela poveča nedvoumnost in učinkovitost, saj je treba posledice dejanj predvideti sočasno s postavljanjem temeljev in kriterijev dejanj in hkrati soočiti vzroke in posledice, dejanja in učinka (Gartmeier idr., 2008)<sup>33</sup>.

Posledica kritičnega znanstvenega raziskovanja so kriteriji, na osnovi katerih sprejemamo odločitve (Bailin, 2002)<sup>34</sup>. V poplavi podatkov in idej je treba izluščiti bistvo. Prav kritičnost pri preverjanju ali razvoju ideje daje možnosti novega pristopa k poučevanju in učenju (Kalman, 2002)<sup>35</sup>. Učenje, kako misliti kritično, je tudi učenje, kdaj dvomiti, kakšna vprašanja zastavljati med preverjanjem idej in kako opredeliti naloge, s katerimi ideje preverimo. Misliti kritično ni pomembno le pri šolanju, ampak tudi pri razvijanju splošne izobrazbe, ki je neprestano podvržena medijskemu pritisku marketinga različnih dobrin. Kritično razmišljanje je ključno pri tolmačenju zgodovinskih dogodkov, pri naravoslovnem opisovanju pa jo je mogoče opredeliti tudi s prikazom zgodovinskega razvoja naravoslovnega znanja, preko znanstvenih odkritij (Höttecke, 2000)<sup>36</sup>. Kritičnost je pravzaprav vidik, ki močno podpira postmoderni ustroj dojemanja posameznika in njegovega znanja. Naravoslovni vidik raziskovanja poudarja sistematično opazovanje sprememb v okolju z namenom, odkriti njihove podrobnosti in izsledke oblikovati kot zakone, s katerimi jih lahko razložimo. Ker je znanje pridobljeno z opazovanjem, ga je mogoče vsakič znova potrditi s poskusi. Naravoslovno znanje je zasnovano na raziskovanju, razlikuje pa se v načinu tolmačenja, saj ga po eni strani določa kulturno okolje in po drugi posameznik, ki ni vpet v eno resnico, ampak ima dostop do različnih pogledov, s katerimi sooča lastno pojmovanje (Davson - Galle, 2002, 2004)<sup>37,38</sup>. Definicija Nobelovega nagrajenca Richarda Feynmana (Feynman, 1969: 319)<sup>39</sup>, da je znanost (*science*) 'prepričanje v nevednost strokovnjakov', poudarja, da se znanost in znanje spreminjata, nadgrajujeta in preoblikujeta. Znanstveno delo je opredeljeno z opazovanim pojavom in z dejavnim ter sodelovalnim razmišljanjem o tem istem pojavu. Raziskovanje je kritično učenje.

Kako znanje sprejmemo in razumemo, je odvisno od osebne zaznave dogodka. Kako delujeta znanost in raziskovanje ter zakaj znanstvenike pogosto imenujemo tudi iskalce resnice, je podrobno opisal Thomas Kuhn (1962)<sup>40</sup>, ki je postavil temelj paradigmi naravoslovnega raziskovanja. Znanost poudarja raziskovanje, ki temelji na odkritjih predhodnih raziskav. Značilnost raziskav pa je, da je cilj odkriti pravilnost predvidevanj, torej potrditi hipotezo, ki že predvideva zaključke raziskave. Z neprestanim poglobljanjem v isti problem z različnih vidikov se razumevanje problema vedno znova opredeli in tudi spreminja. Ob spreminjanju razumevanja pa se spreminja tudi raziskovalno vprašanje, sam raziskovalni problem in s tem hipoteza, ki je prvo soočenje s poskusom morda prestala, morda pa se je izkazala kot povsem nesprejemljiva. Paradigme raziskovanja je mogoče opredeliti zelo široko. Ločimo take, ki iščejo odgovore na vprašanja o epistemološki naravi znanja in praktični filozofiji aksiološke narave vrednosti ter o ontološki naravi realnosti. Popper poudarja pomen kritičnega duha v znanosti, saj zanj kritično razmišljanje predstavlja bistvo racionalnosti. Le s kritično mislijo lahko izbrišemo napačne teorije in določimo, katera od preostalih najbolje odgovarja na vprašanja in napoveduje odgovore (Thornton, 2008)<sup>41</sup>.

V raziskavi o pojmovanju narave znanstvenega raziskovanja (Scharmann idr., 2005)<sup>42</sup> so raziskovalci poskušali sestaviti učno enoto, s katero bi učiteljem naravoslovja približali razumevanje raziskovalnih pristopov. V učno enoto s vključili več teorij. Izbrali so znanstveno teorijo evolucije, teorijo inteligentnega

stvarstva (*intelligent design*) in izmišljeno teorijo marelologijo. Slednja je izmišljena veda o dežnikih, pri kateri izmišljeni podatki kažejo na povezavo med posameznikovimi osebnostnimi značilnostmi in njegovo izbiro dežnika. Namen učne enote je ozavestiti učitelje, da se z enakimi težavami v razumevanju soočajo tudi učenci v razredu. Razumevanje je večje, če so pojmi podani na način, ki omogoča učencem pri obravnavi vsebine v danem časovnem obdobju možnost poglobljene refleksije. V primeru omenjene raziskave pa je refleksija mogoča tudi med kritično obravnavo podanih teorij. Pristop, pri katerem obravnavo nove vsebine navezujemo na predhodno vsebino in pustimo možnost refleksije, obrodi največ sadov. Učne enote morajo biti zastavljene tako, da so pojmi razvrščeni v ustreznem zaporedju. Zaporedje pojmov ne pomeni, da se novi pojmi pojavljajo v sosledju, kot tečejo misli med refleksijo. To ni mogoče, mogoče pa je voditi pouk tako, da si sledijo pojmi, ki so pomembni za razumevanja ali pa izvajanje izbrane dejavnosti. Učinkovitost dela pri pouku spodbujamo z vprašanji, ki učence motivirajo za reševanje (Sintonen, 1999)<sup>43</sup>, pri tem pa je pomembno, da na razumevanje naravoslovja vpliva tudi razumevanje vprašanj in navodil za delo, še posebej, če je treba odgovore nalog zapisati, utemeljiti ali razložiti.

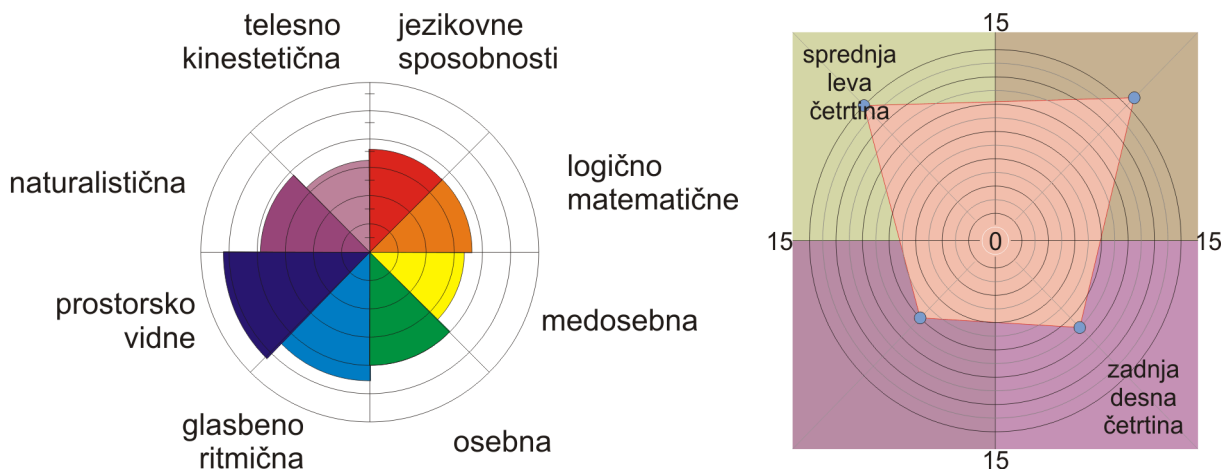
Pri ugotavljanju pomena pojma znanja med učitelji naravoslovnih predmetov (Pergar - Kuščer in Plut - Pregelj, 2006)<sup>22</sup> je kar 84 % učiteljev opredelilo kakovostno znanje kot uporabno znanje, pri čemer avtorici ugotavljata, da imajo učitelji v mislih znanje z razumevanjem. Učitelji so najpogosteje navajali procese: učenje, mišljenje, razumevanje in izkušnje, sledili so vsebinski pojmi: podatki, veščine, izobrazba in podobno ter knjige, učbeniki, internet, najredkeje pa so znanje povezali z ocenami.

## 1.4 Inteligentnost

Posameznikovo uspešnost pogojuje tudi njegova nadarjenost in inteligentnost (*intelligence*). Cattell (Lohman, 1989)<sup>44</sup> je opredelil sposobnost pridobivanja in zapomnjenja podrobnosti kot kristalizirano inteligentnost (*crystallized intelligence*), sposobnost uporabe teh podatkov ali znanja pa kot fluidno inteligentnost (*fluid intelligence*). Njegovo pojmovanje je razširil Sternberg (1984)<sup>45</sup>, ki je fluidno inteligentnost razdelil na analitični, ustvarjalni in praktični del. Trojnost sposobnosti se nanaša na uporabo podatkov, ki jih imamo v spominu, in na uporabo podatkov, ki jih med reševanjem problema zaznamo. Teorija predpostavlja, da v določeni situaciji inteligentnost posameznika in njegovo odzivno vedenje nista nujno povezana. Razlikujeta se na ravni izkušnje, ki jo situacija zahteva. Inteligentnost se izrazi predvsem v za posameznika novih, neznanjih situacijah. Ta je opredeljena za različne načine uporabe, zato jo je mogoče razdeliti na osem različnih vidikov sprejemanja sveta (Gardner, 1999: 46–69; Smith, 2002)<sup>46,47</sup>. Po Gardnerju (1999)<sup>46</sup> je inteligentnost zmes več sposobnosti, ki opredelijo delovanje posameznika. Nihče ni odličen pri uporabi vseh načinov, vsi načini skupaj pa določajo posameznikovo razumevanje sebe in okolja. Teorija različnih vrst inteligentnosti poudarja različnost v razumevanju in zaznavi okolja (Shema 5: levo). Med formalnim izobraževanjem se običajno poudarjajo predvsem jezikovne (*linguistic*) sposobnosti govora in pisanja, logično-matematične (*logical-mathematical*) sposobnosti s poudarkom na številih in tudi induktivnim in deduktivnim mišljenjem, prepoznavna vzorcev in abstraktnost ter prostorsko vidne sposobnosti (*visual-spatial*), ki so sposobnosti miselnega usmerjanja prostorskih zmožnosti, razsežnosti in zaznavanja oblik. Preostale štiri sposobnosti, telesno-gibalne (*body-kinesthetic*), glasbeno-ritmične (*musical-rhythmic*), medosebne



(*interpersonal*) in čustvene (*intrapersonal*) so pogosto del neformalnega razvoja in spoznavanja. Osmo sposobnost, ki jo je Gardner kasneje dodal, je naravna (*naturalistic*) bistrost, ki je značilna za ljudi, ki se veliko ukvarjajo z naravo, prav ta pa je pomembna za učenje naravoslovja. Vse inteligentnosti skupaj združuje eksistencialistično filozofsko tolmačenje (*existentialistic*) dogajanja (Gardner, 2003)<sup>48</sup>. Gardner je tudi sam dokazoval, da različne inteligentnosti zahtevajo različen pristop k učenju, saj ima posameznik zaradi prednostnih sposobnosti enega izmed načinov dojemanja pogosto lahko razvit osebni učni slog, ki ga ni mogoče razvijati pri tradicionalnem delu v šoli. Razvijanje prednostnih osebnih sposobnosti poveča odzivnost učenja, s tem hitreje učenje in tudi razvijanje drugih, bolj neznačilnih sposobnosti. Gardner (2003)<sup>48</sup> poudarja tudi vlogo intuitivnega mišljenja, katerega produkt je intuitivno znanje. To znanje bi bilo treba postaviti v središče pouka, hkrati pa bi bilo treba negovati lastnosti zvedavosti, iznajdljivosti, ustvarjalnosti in fleksibilnosti, ki so sicer značilne za mlajše otroke (Plut - Pregelj, 1993)<sup>49</sup>. Končni rezultat so enakomerno celostno razvite sposobnosti. Prav to pa je tudi največja kritika nasprotnikov (Morgan, 1996)<sup>50</sup>, ki trdijo, da je treba ločevati med inteligentnostjo, nadarjenostjo in sposobnostmi na eni strani ter učnimi slogi na drugi.



Shema 5: Sistem inteligentnosti (Gardner, 1999)<sup>46</sup> (levo), osebnostne sposobnosti (Benziger, 2004)<sup>51</sup> (desno).

Da je inteligentnost mogoče ločiti na posamezne enote, pa je pogosto tudi srž nevrobioloških psihometričnih raziskav. Merjenje energijskih zahtev možganov in možganskih valovanj je pokazalo, da imajo možgani posebna območja, ki opredeljujejo sposobnosti. Te se odražajo v jakosti in slogu razmišljanja in obnašanja. Vsak posameznik ima različno razvita prevladujoča območja možganov. Štiri predele možganov razdeljene levo - desno in spredaj - zadaj je mogoče predstaviti v obliki diagrama, razdeljenega na štiri kvadrante, ki sovpadajo z različnimi značilnostmi. Sprednja leva četrtina določa strukturirano analizo, logiko in matematiko in združuje pojem mišljenja. Sprednja desna določa metaforičnost, analizo vzorcev, izumljanje in domišljijo ter združuje intuicijo. Zadnja leva četrtina določa red in navade ter ima značilnosti zaznave, zadnja desna pa duhovne izkušnje, čut za harmonijo in določa občutke (Shema 5: desno). Posameznik ima lahko le eno naravno prednostno značilnost, v kateri je najučinkovitejši, v ostalih pa se sposobnosti priučijo in razvijajo skozi življenje (Benziger, 2004)<sup>51</sup>.

Kratkoročno zanimive in aktualne vsebine pritegnejo posameznika k sodelovanju pri njihovi obravnavi. Posamezniki, ki pri obravnavi sodelujejo, si izmenjajo izkušnje in s tem opredelijo odnos med njimi in družbo ter dodano vrednost, ki jo bo dolgoročno mogoče prenesti nazaj v družbo. Dewey (1938)<sup>52</sup> loči dve skrajnosti; tradicionalno in moderno poučevanje. Prvi pristop je urejen, discipliniran, didaktično strukturiran, vendar pa učencev ne obravnava celostno, drugi pristop pa je nerazporejen, prost in usmerjen na učenca in njegovo doživetje. Sicer lahko oba pristopa pomembno vplivata na znanje (Štefanc, 2011; Vidmar, 2011)<sup>53,54</sup>. Ob tem pa je učni načrt zasnovan preveč natančno usmerjeno v podatkovno vsebino, ki ni procesna in ni povezana s posameznikom in družbo. Učenje je pogosto vsiljeno učencu in mu je zato tuje ter ga zato lahko doživlja oblastniško. Zaradi omejenih izkušenj so učencu zahteve odraslih po učenju videti nepomembne in težko razumljive. Učenca je treba naučiti vsebin v skladu z njegovimi zmožnostmi. Skrajni pristop k poučevanju je pogosto prehitel, neurejen, brez predznanja, kako način učenja in poučevanja prenesti v izobraževanje, ob tem pa tudi upoštevati učenca, ki se običajno ne zaveda koristnosti znanja. Dewey izhaja iz teorije izkušenj, ki predstavljajo križanje dveh principov – nepretrganosti in vzajemnosti delovanja. Nepretrganost določa trajnost izkušnje, ki vpliva na sprejemanje bodočih novih izkušenj. Vzajemnost pa se nanaša na medsebojni vpliv različnih lastnih izkušenj. Poudarja učenje kot dialektični postopek povezovanja izkušenj in pojmovnega znanja ter opazovanja in dejanj, vezanih na opazovani dogodek. Spodbuda izkušnje poda ideji zagon, ideja pa določi smer spodbude (Kolb, 1984: 22)<sup>17</sup>. Sklop obstoječih izkušenj je posledica vseh predhodnih izkušenj in pričakovanj, ki jih ima posameznik zaradi njihovega prepletanja. Izkušnja sama po sebi pa nima predpisane vrednosti in jo posameznik dojema na sebi lasten način. Vrednost izkušnje se meri po učinku, ki ga je mogoče zaznati v sedanjosti in ga bo mogoče opredeliti preko prispevka v prihodnosti. Dewey poudarja, da je treba po teoriji izkušenj omogočiti učiteljem, da prilagodijo vsebine predmetov tako, da upoštevajo predhodne izkušnje in jim hkrati omogočajo odprto sprejemanje nadaljnjih izkušenj in s tem odprto odnos do različnosti družbe. Nevsiljivo učenje razvija svobodo razmišljanja. Učenci morajo razumeti, kaj se od njih pričakuje, da se bodo naučili in morajo imeti razvite lastne kriterije ter sposobnosti za ocenjevanje lastnega dela in napredka. Skladno s tem pa bi morali učitelji pri delu z učenci vključevati dejavnosti, primerne njihovim sposobnostim, in pri tem spremljati njihov napredek. Brez jasne povratne ocene in podrobnega opisa kakovosti dela ni mogoče pričakovati napredka. Če naj bo razredno delo učinkovito, morajo učenci sodelovati v tem procesu (Wiggins, 1998)<sup>55</sup>.

Zanimivo razmišljanje o nadarjenosti, inteligentnosti, učenju in poučevanju pa je Perkinsova opredelitev miselnih orodij (Perkins, 1991)<sup>56</sup>. Miselna orodja so orodja, s katerimi organiziramo svoje misli. S tem se učimo in naučimo razmišljati ter razvijati lastno nadarjenost. Vendar pa z več vaje ne postanemo boljši misleci, ampak le hitrejši. Boljši misleci lahko postanemo tako, da um neprestano izzivamo in razmišljanje postavljamo v vedno nove vzorce in v nepričakovane situacije. Spretnosti razmišljanja razvijamo tudi tako, da razmišljamo preko različnih disciplin, sprejemamo različne poglede in različna mnenja. Nadpovprečne sposobnosti zaznamo običajno pri posameznikih, ki se zagnano ukvarjajo le z enim področjem ali razvijajo le eno vrsto sposobnosti. To predstavlja nadarjenost z izkušnjami. Pri tistih, ki razvijajo več sposobnosti oziroma krepijo širino znanj, nadpovprečnosti v pravem pomenu ne zaznamo. Nasprotje je reflektivni pogled, ki se odraža v sposobnosti organiziranja več raznolikega znanja, zastavljanja ustreznih vprašanj in uspešnega reševanja problemov. Inteligentnost v tej obliki je

bolj lastna sposobnost, ki ni vezana na ponavljanje in vajo, čeprav se prav tako razvija z izkušnjami. Ključno miselno orodje je torej miselna spretnost, da pridobljeno znanje posameznik predela v kritično in ustvarjalno razmišljanje.

Po Perkinsu (1991)<sup>56</sup> je naloga miselnih orodij predvsem oblikovanje misli v vzorce, te pa urejamo z vzorčenjem (*pattern*), ponovnim vzorčenjem (*re-pattern*) in odstranjevanjem vzorcev (*de-pattern*) misli. Vzorčenje je uveljavitev uporabe učnih strategij, ponovno vzorčenje je dopolnjevanje ali zamenjava strategij, odstranjevanje pa je zgolj preprečevanje uporabe napačne strategije. Enostransko razmišljanje, nesposobnost dvoma v lastna predvidevanja in zatekanje k običajno neuspešnim načinom dela je srž neučinkovitega razmišljanja. Ponavljanje ni dejavnost, na katero bi pričakovali kakovostno refleksijo. Šele pri dejavnostih, pri katerih razmišljamo o lastnem razmišljanju, pripomoremo k napredku.

## 2 Teorije učenja in poučevanja

### 2.1 Pregled teorij učenja in poučevanja

Abraham Maslow (1943)<sup>57</sup> je pokazal, da je mogoče potrebe človeka razvrstiti in razporediti v logični sistem na osnovne potrebe, pomembne predvsem za preživetje, in višje potrebe, ki jih je imenoval tudi potrebe osebnostne rasti. Najvišja raven določa psihološko potrebo po osebnostni rasti in jo je mogoče zadovoljiti šele, ko so zadovoljene osnovne potrebe. Z znanjem se opredeli samopodoba posameznika in dejavnost, ki se kaže v ustvarjalnosti, moralnosti, znanju, razumevanju in sprejemanju okolja. Znanje omogoča posamezniku, da s svojimi sposobnostmi sledi lastnim ciljem. Izobraževanje je pomembno in nujno za obstoj družbe, saj pomaga posamezniku najti svoje mesto v družbi. Z izobraževanjem različnih družbenih slojev in skupin z različnim prepričanjem pa socialni vidik postaja vse bolj različen v svoji enovitosti. Prav to je razlog, zakaj sta poučevanje in učenje pogosto osrednji temi razprav filozofov in filozofskih smeri. Vprašanja, kot so: kaj je znanje, kako je mogoče kaj znati, zakaj se sploh učimo in kaj nas vleče k odkrivanju novih znanj, so del filozofskih razprav od Platonove antike do moderne dobe (Phillips, 2008)<sup>58</sup>. Čeprav je teorij učenja in poučevanja veliko, te po svoji osnovni paradigmi delimo na behavioristične, kognitivistične, konstruktivistične in humanistične.

Oblikovanje novih teorij, ki predstavljajo nadgradnjo predhodnih teorij, mora upoštevati že obstoječe znanje in pomanjkljivosti trenutnih. Karl Popper (Thornton, 2008)<sup>41</sup> poudarja pomen problema za raziskovanje, saj se znanstveniki ne opirajo več le na opazovanje, ampak na neskladja in težave, ki se kažejo na različnih znanstvenih področjih. Edina logična tehnika, ki je del metode znanstvenega raziskovanja, je dedukcija preverjanja hipotez, ki same po sebi niso več logično zasnovane, zato niso več nujno primerljive z golimi podatki. Opazovanje je omejeno le na zahteve in pričakovanja (Thornton, 2008)<sup>41</sup>. Znanje je v razvojnem pogledu le začasno, domnevno in hipotetično, saj ni mogoče dokončno potrditi teorije, sploh če je ta zasnovana na abstraktnih predvidevanjih. Lahko jo začasno potrdimo v okviru trenutnega védenja ali pa na istih domnevah dokončno ovržemo. Cilj je torej izbirati med različnimi teorijami, ki razlagajo opazovane in zaznane dogodke, ter izbrati med tistimi, ki so najbolj verjetne.

Med opisanimi teorijami so predstavljene tiste, ki najbolj izstopajo in imajo v okviru zastavljene raziskave določen pomen. Teorije niso navedene kronološko, ampak po abstraktnosti razumevanja.



## 2.1.1 Teorija čutnih dražljajev in behaviorizem ali teorija vzroka in posledice dražljaja

Teorija, ki se naslanja predvsem na zaznavo okolja s čutili, je teorija čutnih dražljajev (*sensory stimulation theory*). Učenje povezuje neposredno z draženjem čutil (Laird, 2003: 125–148)<sup>59</sup>. Laird navaja raziskave na odraslih, ki kažejo, da velika večina posameznikov uporabne zaznave sprejema z vidom (*visual type*), sledijo tisti, ki zaznave najboljše sprejemajo s sluhom (*audit type*), ostala čutila pa so sicer pomembna, vendar se izražajo v manjši meri. Pri ljudeh z ustrezno delujočimi čutili sta zdaleč najbolj obremenjena ravno vid in sluh. Z draženjem posameznega čutila sprejemamo enovite podrobnosti, s sočasnim draženjem več vrst čutil pa omogočimo celostno sprejemanje in doživljanje dražljajev, s čimer jakost in kakovost sprejemanja še dodatno povečamo. Vid ima pri zdravem posamezniku najpomembnejšo vlogo, saj z njimi lahko razberemo najširšo mogočo paleto različnih predstavitev, ki si jih asociativno vtisnemo v spomin, s sočasnim pisanjem in branjem pa si misli lahko tudi trajno zabeležimo.

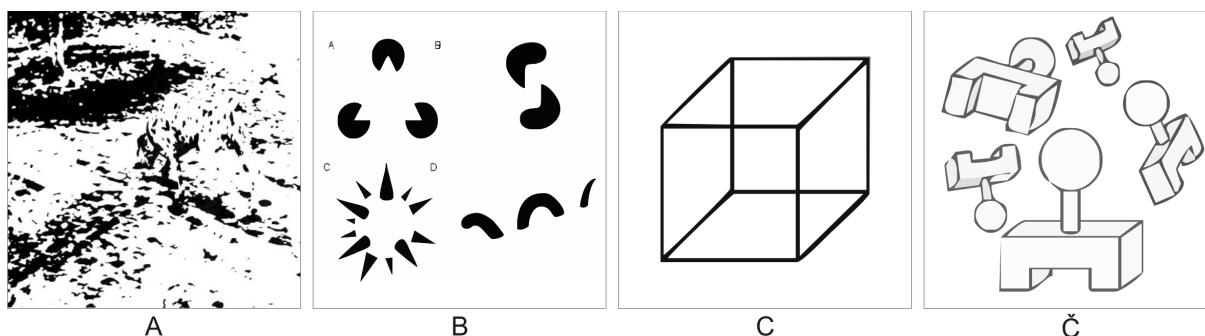
Med teorijami učenja, ki temeljijo na dražljajih, izstopa behaviorizem, katerega paradigma opredeljuje znanje in obnašanje kot posledico nerazdružljive dvojice samega dražljaja in odgovora na dražljaj, torej vzročnosti vzroka in posledice. Vsako obnašanje je posledica zunanjega dražljaja ali pogojevanja (*operant conditioning*), zato je obnašanje mogoče razložiti brez upoštevanja notranjih miselnih procesov, notranjega duševnega stanja ali zavesti. Teorija se odraža najbolj takrat, ko je učenec sam po sebi nedejaven in se med učenjem odziva na vsiljene zunanje dražljaje učitelja. Je nepopisan list, katerega obnašanje in razmišljanje je mogoče oblikovati s stalnim in ponavljajočim izvajanjem ali neizvajanjem dražljaja. Izvajanje predstavlja pozitivni, neizvajanje pa negativni ukrep. Oba ukrepa povečata verjetnost, da se bo želeno obnašanje ponovilo. Pozitivne in negativne opredelitve se torej nanašajo na izvajanje dražljaja in ne na nagrado ter kazen. Ta dva dopolnilna ukrepa dodatno poudarjata vrsto ukrepa, saj nagrada želeno obnašanje spodbuja, kazen pa zavira. Veliko raziskav behaviorizma je bilo opravljenega na živalih (Pavlovo pogojevanje pri psih) in šele kasneje posplošeno na ljudi. Največji vpliv je imel B. F. Skinner s teorijo okrepitve (*reinforcement theory*). Behavioristi so poskušali pogojevanje opredeliti kot univerzalni učni proces. Običajno pogojevanje je po njihovem mnenju naravni refleks na dražljaj in zato je nanj vezan določen odziv. Prav to pa je tudi največja vrzel v teoriji. S to teorijo ni mogoče razložiti različnih reakcij posameznikov, vzrok pa tiči v tem, da teorija ne priznava nikakršnega pomena miselno pogojenim dejanjem (Šimenc, 1995)<sup>60</sup>. Behaviorizem ne razlaga ustvarjalnosti. Po mnenju raziskovalcev in zagovornikov te teorije pri poučevanju običajno učitelji zavračajo behaviorizem, ker jim je predstavljen preveč mehanično in ozko. Po njihovem mnenju bi bilo treba izsledke raziskav predstaviti učiteljem tudi teoretično in ne le kot izbor tehnik upravljanja ter vodenja dela v razredu. Učitelji bi morali razumeti celoten mehanizem dogajanja s posebnim poudarkom na načinu govora. Podatki raziskav kažejo, da poznavanje in uporaba ustreznih tehnik dela v razredu poveča učno uspešnost učencev. Sodobne razlage poudarjajo tudi pomen interakcije posameznika z okoljem in se osredotočijo tudi na motivacijo, ki vpliva na kakovost znanja (Strand, Barnes - Holmes in Barnes - Holmes, 2003)<sup>61</sup>. Moderna oblika behaviorizma ni omejena zgolj na enoznačne povezave med dražljajem in odzivom nanj, ampak je bolj vsebinska. Teoretično in praktično se osredotoči tudi na to, kako se ena vrsta obnašanja navezuje na druge. Dejavniki obnašanja (pogostost, raven dražljaja, prikritost, trajanje) sovpadajo s posledicami teh dejanj (pogostost, moč

dražljaja, kakovost in zamik). Če je videti, da povezav med dražljajem in odzivom ni, potem je vir pogojevanja napačno izbran (Malone, 2003)<sup>62</sup>. Prav poseben pomen pa ima veja behaviorizma znana z imenom opazovalno učenje (*observational learning*). Opazovalno ali socialno učenje je takrat, ko opazovalec spremeni svoj način obnašanja po tem, ko je opazoval vzorec obnašanja druge osebe. V šolstvu je to precej pogosto pri vzgojnem delu izobraževanja. Učitelji spodbujajo oponašanje obnašanja tistih učencev, ki po normah ustrezajo boljšim učencem, in je verjetnost, da bodo uspešni v nadaljnjem šolanju, večja. Ker je razvoj posameznika tesno povezan z drugimi ljudmi in z okoljem, se oponašanje odraža tudi kasneje v življenju preko odnosov med posamezniki, ki imajo različne kognitivne sposobnosti in fizične lastnosti, osebne značilnosti in prepričanja ter seveda lastno obnašanje. Pogosto pa na obnašanje vplivajo tudi mediji in knjige, ki na ustvarjalen način povzročajo dražljaje in odzive. Učenci morajo imeti priložnost spoznati ustrezno obnašanje, učitelji pa morajo spodbujati sodelovalno učenje, saj je v učnem procesu pomembna socialna in okoljska vsebina (Bandura, 1986: 420–430)<sup>63</sup>. Dojemanje lastne uspešnosti in učinkovitosti (*self-efficacy*) je odvisno od prepričanj v lastne sposobnosti ter nadzora in smeri dogodkov v življenju. Lastna prepričanja in osebna učinkovitost vplivata na življenjske nazore, izbire, raven motivacije, kakovost življenja in dela, na reševanje problemov in ranljivost ob stresnih in depresivnih dogodkih. Stvarnost oblikuje ovire, frustracije in nepravilnosti, kar preoblikuje in hkrati utrjuje moč lastnega dojemanja učinkovitosti, ki se spreminja skozi celo življenjsko obdobje (Bandura, 1998)<sup>64</sup>.

### 2.1.2 Kognitivizem

Nasprotni pol behaviorizmu je kognitivizem, ki poudarja, da je treba posameznika predvsem razumeti. Učenec je procesor dražljajev in se na podatke odziva mehanično, enako kot se odziva računalnik. To se kaže predvsem pri poskusu pridobivanja in opredeljevanja novih pojmov, ki jih posameznik ustrezno poveže v svoji miselni pojmovni predstavi. Teorija se odraža na shemah, simbolih in pojmovnih mrežah, s katerim pospešimo organiziranje novih pojmov v obstoječe pojmovne predstave. Kognitivizem se naslanja predvsem na notranje miselne dejavnosti in na razumevanje učenja ter miselnih procesov, kot so mišljenje, spomin, védenje in logika. Kognitivisti trdijo, da je učenje zgolj sprememba ali preureditev pojmov v miselni zgradbi posameznika. Ljudi ni mogoče programirati, saj se kot racionalna bitja dejavno vključujejo v proces učenja in dejanj, ki so posledica mišljenja. Spremembe obnašanja je mogoče zaznati, vendar so ta oblikovana na osnovi dogajanja v mislih posameznikov. Podatki pridejo v možgane, se obdelajo in na osnovi zaključkov opazimo dosežke in spremembe mišljenja ter obnašanja. Med avtorji najbolj znanih kognitivističnih teorij je Ausubel, ki je eden prvih zagovarjal pomensko učenje. Pomembna je ustrezna strategija poučevanja, ki pospeši učenje in ohranjanje novih pojmov (Ausubel, 1970; Novak, 1998)<sup>65,66</sup>. Oblika in razporeditev pojmov in spoznanj je v spominu hierarhično in mrežno razporejena z vrhom najsplošnejših, tem pa so podrejeni natančno opredeljeni pojmi in ozko določen nabor spoznanj. Splošne pojme Ausubel imenuje sidrni pojmi (*anchoring ideas*), na katere se sidra novo znanje. Učenec, ki ne pozna splošnih pojmov in povezav z drugimi pojmi skupine, ne more razvrstiti novih pojmov in pojmovanj, si jih pa, ločene od preostale mreže, lahko vseeno zapomni. Za razliko od konstruktivistov je Ausubel mnenja, da učenci sami ne morejo odkriti zgradbe in povezav med posameznimi pojmi, zato je ključnega pomena v postopku posredovanja znanja učitelj in učbenik, ki ga učenec uporablja. Takšne pomožne strukture oziroma sheme učne snovi po Ausubelu

označujemo kot vnaprejšnje organizatorje (*advance organisers*) (Marentič - Požarnik, 2000: 45, 59)<sup>29</sup>. Kognitivizem se kaže tudi v holističnem pristopu (Koffka, 1922)<sup>67</sup>, ki temelji na izkušnjah, vsebini, reševanju problemov in na razvoju vpogleda v posameznikove misli. Teorija je bila razvita na ideji, da imajo posamezniki različne potrebe in različen tok misli ter da sami na svoj način dojemajo vsebino. Gestalt psihologija razlikuje dve vrsti zavesti: podporno (*subsidiary*) in žariščno (*focal*). Koffka opisuje žariščno zavest kot nepretrgano zavest (*coherent*), v kateri se dogodki neprestano dopolnjujejo. Druga vrsta pa je pomožna zavest, ki je sestavljena iz vtisov, spominov in miselnih zaključkov, ki določajo in gradijo celoto (*gestalt*). Teorija sledi kritičnemu realizmu in metodično poskuša doseči pomensko združevanje eksperimentalnega in fenomenološkega pogleda na učenje. Pogled Gestalt je pogosto tarča kritike, saj ne razloži vzrokov za zaznave niti ne opredeli procesa ki zaznavo omogoča. Zelo nazorno so opredeljeni in opisani principi zaznave, ki temeljijo na: prikazovanju (*emergence*), materializaciji (*reification*), večpredstavnosti (*multistability*) in nespremenljivosti (*invariance*) (Shema 6). Princip »prikazovanja« je nazorno prikazan na primeru dalmatinca na izrisu slike (A), kjer je podoba psa skrita med belimi in črnimi lisami. Psa ne spoznamo po njegovih delih telesa, ampak se v trenutku prikaže v celoti. Predmet v mislih »materializiramo« (B) tudi, če ta ni narisana, ob tem pa si predstavljamo tako obliko predmeta kot perspektivo. Pri »večpredstavnostnih« shemah (C) s pogledom preskakujemo med več različnimi tolmačenji vidnega na sliki. Neckerjeva kocka ima v vidnem ospredju enega izmed srednjih kotov kocke. »Nespremenljivost« (Č) pa omogoča predstavno geometričnih predmetov neodvisno od velikosti in lege v trirazsežnem prostoru (Lehar, 2003)<sup>68</sup>.



Shema 6: Zaznava: (A) prikazovanje, (B) materializacija, (C) večpredstavnost in (Č) nespremenljivost (prirejeno po Lehar, 2003)<sup>68</sup>.

### 2.1.3 Teorije pripisovanja, elaboracije in situacijskega učenja

Teorijo pripisovanja ali teorijo razlage (*attribution theory*) je razvil Weiner (1985)<sup>69</sup>. Po tej teoriji človek stalno išče odgovor na vprašanja, zakaj ljudje delamo stvari na določen način in zakaj se na določen način odzivamo. Odgovore na ta vprašanja iščemo preko povezav med dogodki in odzivi na dogodek. Pri tem pa je treba upoštevati tri ključne pogoje: obnašanje mora biti mogoče zaznati oziroma mora biti značilen odziv na dogodek mogoče opazovati in opisati, obnašanje in odziv pa morata biti določena in namerna, torej zavestna. Odziv mora biti povezljiv z notranjimi ali zunanji vzroki. Bistvo teorije so zunanji dejavniki, ki določajo sposobnosti posameznika, napor, čustveno težavnost življenjskih dogodkov in življenjsko srečo. Ti dejavniki vplivajo na celotno podobo posameznika in na doseženo raven znanja ali spretnosti, ki postane njegovo lastno znanje ali njegova lastna spretnost. S teorijo je mogoče pokazati razliko med motiviranostjo uspešnih in neuspešnih posameznikov. Uspešni (*high-*

*achievers*) verjamejo v lastne sposobnosti in lasten napor, saj so samozavestni in vajeni takšnih izzivov. Neuspeh pripisujejo nesreči ali slabim pogojem, redkeje pa sebi, zato neuspeh ne vpliva na samozavest, uspeh pa, po drugi strani, močno vpliva na ponos in samozaupanje. Prav nasprotno pa zaznamo pri neuspešnih posamezniki (*low-achievers*), ki dvomijo v lastne sposobnosti, hkrati pa se tudi ob uspešnem delu z rezultatom ne čutijo povezani, niti odgovorni za doseženi uspeh (Weiner, 1992: 59–100; Weiner, 2006: 5–16)<sup>70,71</sup>.

Razširitev Ausubelovega dela je Reigeluthova teorija elaboracije (*elaboration theory*) (Reigeluth, 1992)<sup>72</sup>, ki upošteva pojmovno, procesno in teoretično zgradbo učenja. Znanje je treba nadgrajevati na znanih pojmih in ustrezno predvidevati korake učenja. Učne vsebine je treba podpreti s povzemanjem na koncu šolske ure in na koncu obravnave učne enote ter z uporabo diagramov in pojmovnih map, s katerimi bi učenec hitreje vsebino pomensko opredelil in omislil. V povezavi z diagrami in zemljevidi je treba poudarjati analogije, ki sovpadajo s predhodnim znanjem učenca (Reigeluth, 1992)<sup>72</sup>. Vsebina predmeta mora biti vedno skladno urejena od enostavnega k zapletenemu. Teorija poudarja zaporednost, ki je zasnovana celostno s pojmovnega vidika in mora hkrati spodbujati učenca in njegov lasten način učenja. Reigeluth navaja tri glavne pristope: (1) vsebinsko zaporednost pri učenju sorodnih pojmov, (2) teoretično zaporednost pri obravnavi sorodnih principov in (3) poenostavljeno zaporednost pri zmerno zapletenih učnih vsebinah. Poučevanje mora izhajati iz pojmov, ki so osnova za razumevanje novih vsebin. Kritika teorije temelji predvsem na omejitvi modela, ker ne upošteva predhodnega znanja in izkušenj (Wilson in Cole, 1992)<sup>73</sup>.

Teorija situacijskega učenja (*situational learning*) sloni na delu Gibsona (*theory of affordances*) in Vigotskega (*social learning*). Gibson (Greeno, 1994)<sup>74</sup> je razmišljanje o zaznavi in znanju opisoval s podatki, ki jih posameznik dobi iz okolja. Zaznava je pogojena z dejanji. Vez med zaznavo in dejanjem so podrobnosti, ki smo se jih naučili razumeti. Na kljuko pritisnemo drugače kot na gumb, z lestvijo hitreje oberemo sadje kot brez nje in s kamenjem lažje stremo oreh kot z zobmi. Usmerjeni smo k zaznavi možnosti za odzive in dejanja. Situacijsko učenje vključuje dejavnosti, vsebino in kulturni spekter ali situacijo, v katerem se pojavlja (Brown, 1989)<sup>75</sup>. To je ravno v nasprotju z večino dejavnosti in vsebinami pri pouku v razredu, ki so pogosto nepovezane in abstraktne, odtujeno povezovanje pa je zahtevnejše kot izvajanje v ustreznem okolju. Socialna interakcija, ki je kritična komponenta situacijskega učenja, mora biti raznolika in čim bolj nenamerna, saj so strogo določeni pogoji videti umetni in se jim posamezniki izogibajo. Učenje v šoli in izven nje pospešuje celostno napredovanje v družbenem krogu. Osnovni princip je uporaba znanja v okolju, ki vključuje zahteve po določeni vrsti znanja. Čeprav si ni težko zamisliti primerov, kjer ima dejavnost v pristnem okolju prednost, se tak način učenja običajno uporablja le pri raziskovalnih nalogah, naravoslovnih dnevih in drugih podobnih oblikah dela.

#### 2.1.4 Raziskovalno učenje, konstruktivizem in konstrukcionizem

Vsebine, ki so opredeljene kot zahtevne, je treba začeti na osnovni ravni poučevati zgodaj, da bodo te pri nadaljnji obravnavi že znane. Osnova hipoteze pravi, da je mogoče katerikoli predmet učinkovito in na strokovno ustrezni ravni poučevati učencem na vseh ravneh njihovega razvoja. S tem je postavljena ideja spiralnega kurikula, v katerem se vsebine ponavljajo po razvojnih ravneh učenca, dokler ta ne doseže abstraktne ravni (Bruner, 1960)<sup>76</sup>. Bruner poudarja analitično in intuitivno razmišljanje učenca, ki

je motiviran za učenje, pri tem pa motivacija ni zgolj posledica ocene ali pa tekmovalnosti. Pri učenju je bolj kot količina naučenega znanja pomemben pristop, po katerem pridobimo neko znanja ali večino. Za Brunerja je pri učenju zelo pomembno tudi kulturno ozadje, ki določa pomen in vrednost izkušenj, verovanj in prepričanj. Kultura v tem pomenu ni enoznačna, ampak je preplet različnih kultur in subkultur, ki so značilne za ozko okolje, v katerem posameznik živi. Vključene so kulture, s katerimi se posameznik srečuje in o njih razvije svoje lastno mnenje. Izobraževanje je lahko ponazorjeno kot pogojno sodelovanje med posameznikom in kulturnim okoljem. Cilj izobraževanja poudarja razumevanje in ne učinkovitosti izvajanja, saj ni dovolj imeti podatke, ampak morajo ti biti tudi ustrezno razvrščeni, da lahko posameznik poglobi svoje znanje (Takaya, 2008)<sup>77</sup>. Raziskovalno učenje (*discovery learning*) (Bruner, 1979: 81–97)<sup>78</sup> je način poizvedovalnega poučevanja, ki odkrivanje in povezovanje znanja prepušča učencu. Pristop, ki je v zasnovi konstruktivističen, se naslanja na problemsko zasnovane primere, kjer učenec svoje izkušnje navezuje na obstoječe znanje z namenom, odkriti povezave za novo znanje. Pomembno je, da se vzpostavi vzajemnosti s svetom tako, da imajo učenci možnost raziskovati okolje in ravnati s predmeti ter se poglobljati v vprašanja in polemike. Cilj raziskovalnega učenja je boljše pojmovno znanje in lastno oblikovanje znanja, ki je lahko vodeno, problemsko, simulirano ali naključno. Zagovorniki teorije verjamejo, da so prednosti raziskovalnega učenja pomembne za nadaljnji razvoj. Način dela spodbuja dejavno sodelovanje pri raziskovanju, zahteva samostojnost, odgovornost in ustvarjalnost. Kritiki opozarjajo na slabosti, med katerimi je najbolj v ospredju kognitivno prekoračenje sposobnosti, saj je raziskovalno učenje miselno zahtevno, hkrati pa je mogoče predvideti, da bodo učenci zaradi manj znanja napačno tolmačili dogodke in podatke ter si tako ustvarili napačna razumevanja in predsodke, ki jih je zaradi načina dela težko odkriti (Mayer, 2004)<sup>79</sup>.

Danes je prevladujoča teorija poučevanja naravoslovja konstruktivizem (Gil - Pérez, 2002; Niaz, 2003; Marentič - Požarnik, 2004; Plut - Pregelj, 2008)<sup>80,81,82,83</sup>, ki temelji na znanju kot posledici človekovega individualnega, psihološkega in socialnega razvoja ter razlaga, da sprejemamo podrobnosti okolja preko čutil, ki jih glede na osebne miselne sposobnosti preoblikujemo v znanje. Učenje je dejaven proces, kjer se ustvarjajo in spreminjajo lastne predstave o objektivni stvarnosti. Nove podrobnosti se povežejo s predhodnim znanjem, zato so miselne predstave lahko le osebne. Učenje se močno navezuje na izkušnje, dejavnosti in pogovor, poudarja pa se skupinsko problemsko zasnovano učenje. Pri konstruktivističnem pristopu se poudarja pomen izgradnje vsebinskega znanja, kjer so lastne izkušnje v ospredju, ustreznost in sprejemljivost lastnega pojmovanja pa posameznik preveri skozi socialni dialog z upoštevanjem različnih kulturnih dejavnikov. Konstruktivistično pojmovanje učenja se naslanja na socialne vidike Vigotskega, razvojne ravni Piageta, filozofijo Deweyja in psihologijo učenja ter poučevanja, ki jo je razvijal Bruner. Delo Vigotskega in drugih razvojnih psihologov je postalo osnova raziskovanja in teorij razvoja znanja kot socialne razvojne teorije. Vigotski poudarja vlogo socialne interakcije, saj je družba osnovni vodnik pri ustvarjanju pomena znanja. Za razliko od Piageta, ki je postavil paradigmo, da je učenčeva razvojna raven predpogoj za učenje, Vigotski trdi, da je učenje splošni in obvezni predpogoj razvoja kulturne psihološke funkcije. Z drugimi besedami, socialno učenje prehitava osebni razvoj (Galloway, 2001)<sup>84</sup>. Socializiranost ima velik pomen pri povezovanju, razvoju razumevanja in mišljenju, saj sta zavest in mišljenje končna izdelka socializacije in socialnega obnašanja. V nasprotju z Vigotskim pa Piaget poudarja, da ima zavest ključno vlogo, saj ta določa hitrost, globino in širino učenja. Vigotski opredeli dva dejavnika učenja. Prvi dejavnik je večvédni, drugi



(*more knowledgeable other*), ki predstavlja nekoga ali nekaj, kar ima boljše razumevanje ali višjo raven sposobnosti kot sam učenec pri reševanju dane naloge. Ta dejavnik je lahko učitelj, starši, vrstnik ali celo računalnik, njegova osnovna naloga pa je pomagati učencu doseči višjo raven, kot jo je sposoben doseči sam. Drugi dejavnik pa je območje bližnjega razvoja (*zone of proximal development*), ki predstavlja razliko med lastnimi sposobnostmi in sposobnostmi, ki jih ima večvredni drugi. Po Vigotskem učenje poteka ravno v tem ozkem območju, pospešujejo pa ga povezave med ljudmi in sociokulturna vsebina, v kateri delujejo in sodelujejo pri izmenjavi izkušenj (Crawford, 1996)<sup>85</sup>. S ponotranjenjem sociokulturnih orodij, kot so govor, pisanje in družbena morala, prehajamo v višje sposobnosti mišljenja (Driscoll, 1994)<sup>86</sup>. Učenje je recipročna izkušnja učitelja, družbe in učenca, razvoj človeškega znanja pa izhaja iz problemov, s katerimi se srečujemo, in poskusov, kako jih rešiti.

Prevlada konstruktivističnega pristopa v naravoslovju po mnenju nekaterih omejuje profesionalne in raziskovalne dejavnosti in razvoj drugih teorij učenja, saj je filozofski pogled teorije močnejši, kot je njen praktični vidik. Razvoj razumevanja zahteva dejavno vključevanje učenca v nasprotju z drugimi teorijami učenja, ki te paradigme ne postavijo v ospredje. Kritiki konstruktivizma razlagajo konstruktivizem kot instrumentalen, nestvaren in relativističen pogled na naravo znanosti in znanja. Človeško znanje ni enoznačno opravilo, ampak več vzporednih miselnih opravil, ki združujejo izkušnje, razumevanje in presojo. Združevanje vseh treh učitelj razvija z vprašanji, kaj kaj pomeni, kaj in kako se kaj dogaja ipd. (Roscoe, 2004)<sup>87</sup>.

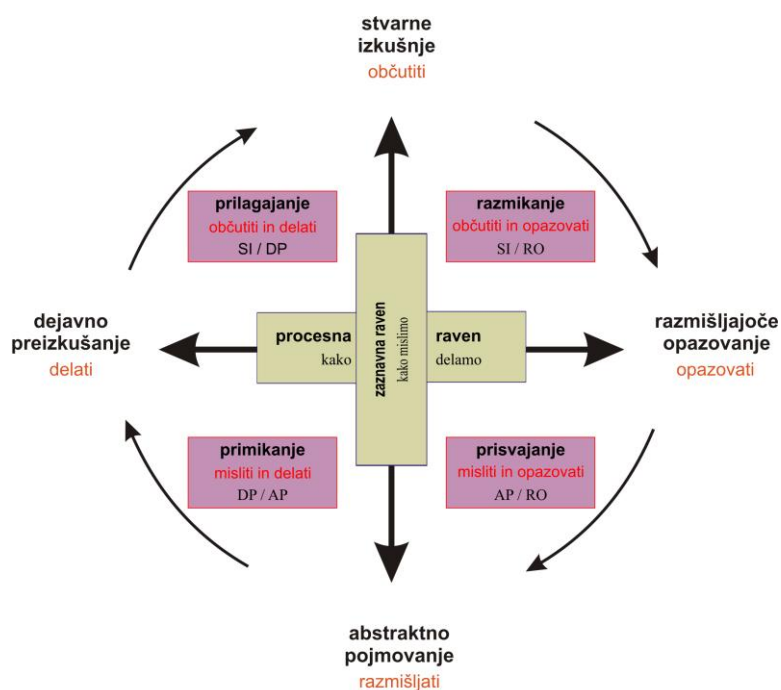
V zadnjih letih raziskovalci poskušajo prestopiti prepad med izsledki raziskav in prakso o učenju in poučevanju. Raziskave kažejo (Lavonen in Juuti, 2006)<sup>88</sup>, da ima vedno večji pomen t. i. načrtno raziskovanje (*design-based research*). Poudarja teoretična vprašanja o naravi učenja, ki naj bi bilo realno, pristno in sodelovalno ob upoštevanju razvojnih teorij. Načrtno raziskovanje se od tradicionalnega vrednotenja razlikuje po tem, da vključuje širše vidike narave učenja. Pri tradicionalnem vrednotenju se orodje (delovni zvezek, učbenik, učni program, pravilniki) ocenjuje glede na standarde. Med formativnim vrednotenjem se vsebine sprotno preverjajo in dopolnjujejo skladno z razvojem in novimi raziskavami, temu sledi sumativno vrednotenje. Načrtno raziskovanje pa vključuje različne postopke k analizi in kot zaključek upošteva skupni izdelek zasnove in vsebine (DBR Collective, 2003; Barab in Squire, 2004)<sup>89,90</sup>.

Konstrukcionizem temelji na konstruktivizmu, vendar je osredotočen bolj na metodološki vidik učenja in poučevanja. Pristop k učenju se odraža predvsem pri gradnji struktur znanja neodvisno od okoliščin učenja, dodaja pa, da se to kljub temu zgodi še posebej pogosto in učinkovito takrat, ko je učenec socialno vključen, kar poudarja bistvo in pomen znanja za posameznika in okolico. Ljudje se učijo na različne načine in prav tako tudi razmišljajo. Čeprav je teoretično mogoče, da znanost z raziskavami pokaže najustreznejši pristop k učenju, to ne pomeni, da tak način velja za vsakogar, ki bi se odločili razmišljati na svoj način in ne na predpisan, najboljši način. Pri konstrukcionizmu velja, da nek pristop bolj ustreza nekaterim kot drugim, pomembno pa je, koliko časa posameznik porabi za razvijanje določene misli ali za odkrivanje novega znanja. Poglobljeno razmišljanje, primerjava idej, pogovor z drugimi in učenje na napakah zahtevajo čas. Konstrukcionizem predstavlja paradigmo učenja z delom. Različne priložnosti za izgradnjo znanja vodijo v globlje razumevanje učenja. Pomembni so rezultati, pri katerih primerjajo prvo srečanje z znanjem, in kasnejše poglobljeno znanje (Papert in Harel, 1991)<sup>91</sup>.

Prav poseben psihološki vidik predstavlja humanistični pogled na učenje in poučevanja, ki poudarja, da je cilj učenja vedno le izpolnjevanje lastnih osebnih potreb, interesov in želja, pri tem pa se osredotoči

na osebno svobodo posameznika in njegov lastni potencial zmožnosti. Ljudje delujejo namensko glede na lastni vrednostni sistem, kar je v nasprotju tako z behaviorizmom in obnašanjem kot rezultatom razumevanja posledic kot tudi s kognitivizmom, pri katerem je v središču učenja iskanje in odkrivanje znanja. Za humanistični pristop v pedagoškem smislu velja poudarjanje osebnosti kot celote, pri tem pa ima raziskovanje samega sebe ključen pomen in opredeljuje motiviranost in sledenje cilju (Huitt, 2001)<sup>92</sup>. Cilj je celostni razvoj samega sebe. Učenje v ospredje postavlja učenca in njemu prilagojeno delo, učitelj pa je zgolj pomočnik in posrednik sodelovalnega okolja. Posameznik je v ospredju pri Kolbovem izkustvenem učenju, v Maslowi teoriji potreb in pri Rogersovi teoriji pospeševanja (*facilitation theory*) (Driscoll, 1994)<sup>86</sup>.

Kolbova teorija razlikuje štiri učne sloge, ki so vezani na štiri strani učnega kroga, ki določajo trenutne konkretne izkušnje. Te so osnova za opazovanje in razmišljanje o problemu ter se preko nadaljnega opazovanja in razmišljanja preoblikujejo v abstraktno pojmovanje, s čimer pridobimo novo razumevanje, ki ga dejavno preverimo in tako spet ustvarimo nove izkušnje. Krožni potek oziroma vez z Brunerjevim pojmovanjem spiralnega modela učenja, ohranja osnovo v pridobivanju izkušenj, opredeljevanju izkušenj, razmišljanju o njih, in dejavnemu preverjanju. Kolbov model deluje na štirih straneh (Shema 7). Osnovna stran so stvarne izkušnje (*concrete experience*), ki jih dejavno opazujemo (*reflective observation*), med razmišljanjem oblikujemo abstraktno pojmovanje (*abstract conceptualization*), ki ga zaključimo z dejavnim preizkušanjem (*active experimentation*). Povezave med njimi pa določajo štiri različne učne sloge, med katerimi vsak predstavlja spoj med sosednjima slogoma; razmikanje (*diverging*), prisvajanje (*assimilating*), primikanje (*converging*) in prilagajanje (*accommodating*).



Shema 7: Diagram učnih slogov (prirejeno po Kolb, 1984)<sup>17</sup>.

Kolb (1984: 99–121)<sup>17</sup> razlaga, da posameznik običajno prednostno uporablja enega izmed učnih slogov, na kar vpliva več različnih dejavnikov, uporaba vseh štirih slogov pa se sčasoma v času šolanja in miselnega razvoja razširi. V obdobju odraščanja razvijamo osnovne sposobnosti in miselne strukture,

ki jih nato v času šolanja in dela nadgradimo, posebimo ter socialno opredelimo, kasneje pa prevladujoči učni slog zbledi in smo sposobni povezan način učenja uporabljati vse do konca življenja. Izbor sloga pogojuje osebna lastnost, ki je v začetku lahko ostro procesno-logična ali pa zaznavno-čustvena. Razlika je torej v razmišljanju, kako pristopimo k nalogi oziroma kaj si o njej mislimo in občutimo. Kolb poudarja tudi pomen Piageta, katerega dimenzije izkušenj in pojmov, refleksije in dejanj določa razvoj do odraslosti preko konkretnega pogleda na svet do abstraktnega konstruktivističnega pogleda, od egocentričnega do refleksivnega osebnega védenja. Prav to so glavne smeri razvoja naravoslovnega znanja. Proces učenja poteka krožno z interakcijo med posameznikom in okoljem.

## 2.2 Učenje kot proces – povzetek teorij učenja

Temeljni del procesa učenja je osrednji problem teorij učenja pri opredeljevanju vprašanja, kako do spremembe, ki mu pravimo učenje, pride. Pri tem izstopa pet vidikov oziroma pogledov. Behavioristični pogled je osredotočen na napovedovanje in nadzor obnašanja, pri tem pa teorija sloni na predpostavkah, da se je obnašanja mogoče priučiti in določiti. Pri tem ključno vpliva okolje, dejavnosti, ponavljanje in vodenje oziroma usmerjanje. Kognitivistični pogled v ospredje postavi kognitivno zgradbo, mrežo misli, podatkov, ki jih posameznik poveže v sebi lastno sliko okolja. Ta slika določi tudi obnašanje. Humanistični pogled se osredotoči na posameznika, njegova čustva in odnos, vrednote in medosebne vezi. Notranja motiviranost učečega določa, kaj se bo naučil, njegovo obnašanje pa odraža osebno dojetje stvarnosti in je vezano na dojetje sebe.

vidik	socialni				
	behavioristični	kognitivistični	humanistični	situacijski	konstruktivistični
<b>teoretiki</b>	Thorndike, Pavlov, Watson, Skinner	Koffka, Piaget, Ausubel, Bruner, Gagne	Maslow, Rogers	Bandura, Lave, Vigotsky, Salomon	von Glasersfeld, Vico, Dewey
<b>učenje</b>	sprememba obnašanja	notranji miselni proces, vpogled, obdelava spomina	osebno dejanje za izpolnitev lastnih zahtev in želja.	odnos med socialnim okoljem in posameznikom	izgradnja znanja skozi dejavnosti
<b>»vir« učenja</b>	dražljaji iz okolja	notranje kognitivno izgrajevanje	potrebe naklonjenosti in kognitivnih potreb	odnos med posamezniki in socialnim okoljem	notranje kognitivno izgrajevanje
<b>namen izobraževanja</b>	usmerjanje v zeleno obnašanje	razvoj zmožnosti in spretnosti za hitrejše učenje	postati samozadosten, samostojen	udeleževanje v socialnem okolju	razvoj odgovornega odnosa
<b>vloga učitelja</b>	prilagajanje okolja za doseganje zelenega odziva	oblikovanje vsebine za ustrezne dejavnosti učenja	pospeševanje razvoja celostne osebnosti	vzpostavljanje ustreznega družbenega okolja	usmerjevalec

Razpredelnica 1: Vidiki teorij učenja (prirejeno po Merriam in Cattarella, 1999 v Laird, 2003)<sup>59</sup>.

Pri socialnem učenju je znanje vezano na posameznika, na odnose med posamezniki in družbo oziroma širše okolje, pri čemer posameznik ne nadzira odnosa, ampak okolje nadzira posameznika. Prav to določa obnašanje, saj se posameznik odziva v okviru dojete vloge v tem okolju.

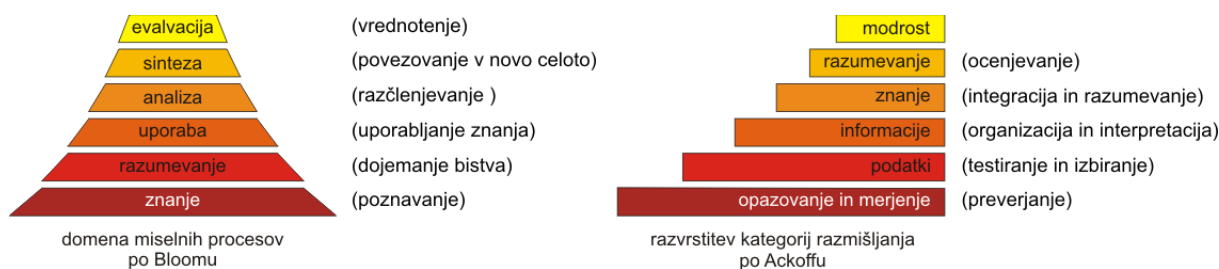


Konstruktivistično pojmovanje opredeli učenje kot izgradnjo znanja v postopku dejavnega odnosa z okoljem posameznika, srž pa je ustvarjanje pomena okolja iz osebne zgodovine. V tem pogledu združuje konstruktivizem različne vidike različnih teorij.

Avtorja Merriam in Caffarella (Laird, 2003: 118–122)<sup>59</sup> sta povzela ključne vidike teorij učenja (Razpredelnica 1). Pristopi posameznih teorij določajo različne, zelo kontrastne ideje glede namena in pomena učenja, poučevanja in vloge učitelja. Pomemben je tudi vidik povezljivosti med posameznimi teorijami in teoretiki, ki so sodelovali pri razvoju nove teorije. Konstruktivizem sloni na kognitivistični, humanistični in socialni teoriji učenja in vleče vezi s širokim naborom različnih ključnih avtorjev.

### 3 Taksonomija znanja in učnih ciljev

Sistem védenja je po Ackoffu (1989)<sup>93</sup> mogoče razvrstiti v pet kategorij: (1) podatki, (2) podrobnosti, (3) znanje, (4) razumevanje in (5) prodorno razmišljanje, ki ga pogosto imenuje kar razumnost oziroma modrost (Shema 8: desno). Podatkovno znanje je simbolično znanje in nima druge vrednosti kot zgolj zapomnitev podatka, razumevanje pa je predstavljeno pogosto zelo široko, saj se pod posameznim pojmom skrivajo različni, vendar natančno določeni podatki oziroma povezave med njimi. Z golimi podatki ni mogoče ustvarjati miselnega presežka. Da to dosežemo, morajo biti podatki obdelani, razvrščeni, ovrednoteni in medsebojno povezani. Prav miselna obdelava osnovnih podatkov je značilnost razumevanja. Pri tem si pogosto pomagamo z vprašanji, ki se začnejo z 'kdo', 'kaj', 'kje' in 'kdaj'. Sposobnost uporabe lahko preverjamo z vprašalnico »kako«, razumevanje pa z vprašalnico »zakaj«. Najvišja kategorija, ki je po Ackoffu poimenovana razumnost ali modrost (*wisdom*), je vrednotenje razumevanja. Ackoff opredeli prve štiri kategorije kot kategorije preteklosti, saj določajo znano, peta kategorija »*modrost*« pa vključuje tudi pogled v prihodnosti. Doseganje te ravni je zahtevno, saj posameznih kategorij ni mogoče preskakovati. Znanje je zbirka podrobnosti, ki posamezniku omogoča sprejemanje novega znanja, razumevanje pa je proces nadgradnje, pri katerem je mogoče novo znanje ustvariti iz obstoječega znanja. Ta raven je znanje z razumevanjem. Razumevanje je odvisno tudi od količine in kakovosti podatkovnega znanja. Nadgradnja razumevanja je po Ackoffu »modrost«, ki vključuje tudi moralne in etične nazore ter posameznikova filozofska pojmovanja. Razporeditev podatkov določa opazovanje in merjenje, posameznik pa jih obdela po svojih sposobnostih.



Shema 8: Hierarhična razvrstitev kognitivnih kategorij razmišljanja (prirejeno po Krathwohl, 2002; Ackoff, 1989)<sup>21,93</sup>.

Ackoffova opredelitev je na prvi pogled podobna Bloomovim ravnem miselnih procesov (Shema 8: levo), vendar sta zgrajeni na drugačni vrsti predvidevanj. Po Bloomu dejavnosti med izobraževanjem vključujejo v največji meri miselne sposobnosti ali znanje, delno vključujejo tudi čutne (afektivne), vrednostne sposobnosti ali stališča in delno psihomotorične (ročne in fizične spretnosti) ali telesne sposobnosti. Vse tri Bloomove domene celostno določajo osebnostne značilnosti. Znanje določa spomin o podatkih, razumevanje, pomenskost in tolmačenje, ki se nadgradi z uporabo usvojenih pojmov na novih primerih. Analiza omogoča ločevanje znanja na posamezne osnovne dele, sinteza pa osnovne dele znova združuje v vzorce. Najvišja miselna raven, kot jo opredeli Bloom, je ocenjevanje vrednosti in idej.

Tudi pri Bloomu se domene učenja nadgrajujejo. Npr. kategorija razumevanja ne predstavlja kategorije »znanje z razumevanjem«, ampak kognitivno kategorijo, ki je med znanjem in uporabo znanja. To pomeni, da je razumevanje tolmačenje znanja in je ključno, če želimo doseči trajno učinkovito znanje, ki ga je mogoče uporabiti. Posameznih kategorij ni mogoče preskakovati. Čeprav je bila Bloomova razvrstitev deležna tako kritik kot hvale, pred časom je bila tudi posodobljena (Krathwohl, 2002)<sup>21</sup>, je najpogosteje uporabljen način za določanje kognitivne ravni različnih nalog, preizkusov in preverjanj.



Shema 9: Predelava Bloomove opredelitve miselnih procesov (prirejeno po Krathwohl, 2002)<sup>21</sup>.

Pri predelani različici Bloomove taksonomije so kategorije preimenovane tako, da odražajo dejansko razredno učno situacijo (Razpredelnica 2). Taksonomija določa tri domene: miselno, čutno in psihomotorično (Shema 9), ki se glede na sposobnosti posameznika združujejo in razvijajo sočasno.

razsežnosti znanja	razsežnosti miselnih procesov					
	zapomniti si	razumeti	uporabiti	preučiti	oceniti	ustvariti
podatkovno	napisati	povzeti	razvrščati v skupine	razvrstiti	uteževati	združevati
pojmovno	opisati	tolmačiti	eksperimentirati	razložiti	razbrati izid	sodelovati
postopkovno	navesti po korakih	napovedati	računati	razločiti	sklepati	skladati
metakognitivno	ustrezno uporabiti	izvesti	izgraditi	povezovati	udejanjiti	oživiti idejo ali misel

Razpredelnica 2: Posodobljena Bloomova taksonomija učnih ciljev (prirejeno po Krathwohl, 2002)<sup>21</sup>.

Razliko v pojmovanju razumevanja kot pomembnemu delu znanja je mogoče zaslediti pri uporabi, analizi in sintezi, kar razvrstitev nekoliko popači. Tudi zamenjava razumeti/doumeti (*comprehend*) in razumeti/pojmiti (*understand*) prav tako v večji meri odraža dejansko uporabo pojma. Edina sprememba v hierarhični zgradbi pa je vez sinteza in evalvacija, ki sta glede na raven zamenjani. Sinteza je po novem nadgradnja evalvacije in ne obratno. Vse kategorije so preoblikovane v glagolsko obliko in najvišja raven po novi razvrstitvi je ustvariti. Pri Bloomovi taksonomiji so bile osnovne kategorije deležne večje pozornosti kot podrejene, kar se je s predelavo močno spremenilo. Šele podrejene kategorije natančno določijo posamezno kategorijo in razširijo njen obseg. Opredelitev ravni je nadvse uporabna pri učenju in poučevanju ter pri zasnovi vrednotenja in ocenjevanja pridobljenega znanja (Kratwohl, 2002)<sup>21</sup>.

Med nasprotniki razvrščanja miselnih procesov v taksonomske ravni se je pojavila težnja po poenostavitvi kategorij, ki bi ustrezale tudi konstruktivističnim značilnostim. Hauenstein (Moseley idr., 2005: 271–278)<sup>94</sup> je zagovarjal, da je cilj izobraževanja pripraviti učence za produktivnost v družbi, česar pa obstoječe razvrstitve ne upoštevajo. Celostni kurikulum (*holistic curriculum*) predlaga zmanjšanje števila kategorij na pet ciljev domene, podrejene kategorije pa na tri do štiri. Posodobljen sistem vključuje miselne, čutne in psihomotorične značilnosti, vse skupaj pa povezuje obnašanje, ki predstavlja četrto domeno (*behavioral domain*). Po Hauensteinu (Keating, 2006: 81–83)<sup>95</sup> običajna delitev ni ustrezna, ker ločuje kategorije na posamezne enote in zato deluje nepovezano, vključiti pa bi morala tudi kategorijo uporabnosti vseh treh ravni sposobnosti, ki predstavljajo skupen cilj nadgrajevanja znanja in sposobnosti (Shema 10). Najpomembnejša kritika pa je odtujenost posameznih domen pri razumevanju posameznika kot celote. Znanje ne postane znanje v pravem pomenu besede, dokler učenci z lastnimi izkušnjami znanja ne povežejo v celoto.



Shema 10: Hauensteinova celostna taksonomija sposobnosti (prirejeno po Keating, 2006)<sup>95</sup>.

Ob treh domenah je še četrta, ki povezuje posameznikove odzive na socialne dražljaje in njegove notranje potrebe. Domeno obnašanja določajo podrejene kategorije pridobivanja (*acquisition*), prisvojitve (*assimilation*), prilagajanja (*adaptations*), izvrševanje (*performance*) in prizadevanja (*aspiration*), da znanje usvojimo.

Marzano (1995, 2000)<sup>96,97</sup> je predlagal zaradi ozkosti najbolj uporabljene Bloomove taksonomije novo taksonomijo učnih ciljev. Njegova razčlenitev miselnih ravni pokriva širši nabor dejavnikov, ki vključujejo način razmišljanja učencev. Sočasno ponuja tudi več teoretičnih osnov za raziskovalno dejavnost

učiteljev pri poučevanju. Taksonomija temelji na treh sistemih (**Razpredelnica 3**): prvi je sistem lastnih prepričanj (*self-system*), drugi metakognitivni (*metacognitive system*) in tretji miselni sistem (*cognitive system*) Prva dva sistema sta procesna, zadnji pa vsebinski.

Lasten sistem:	Metakognitivni sistem:	Miselni sistem:	Domena znanja:
- prepričanje o pomembnosti znanja,	- določevanje ciljev učenja,	- pridobivanje znanja,	- podatki,
- prepričanje o lastni učinkovitosti,	- nadzor nad izvajanjem učenja,	- razumevanje, sinteza,	- miselni procesi
- čustvena povezanost z znanjem.	- nadzor jasnosti razumevanja,	- analiza, povezovanje,	- gibalni procesi.
	- nadzor natančnosti dela.	- uporaba znanja.	

Razpredelnica 3: Marzanova taksonomija učnih ciljev (prirejeno po Marzano, 2000)<sup>97</sup>.

Miselna domena zajema pridobivanje znanja, razumevanje, analizo in uporabo (*utilization*), metakognitivna zajema nadzor nad znanjem in razumevanje, zavestnim preverjanjem razumevanja in refleksijo dosežkov v postopku učenja ter lastni sistem, v katerem se določijo čustveni odzivi, zaznava in motiviranost za delo, prepričanja in znanja. Za razliko od tradicionalne Bloomove razdelitve je Marzano upošteval predvsem učenca. Pri poučevanju prevladuje mnenje, da se morajo učenci naučiti določeno količino podatkov in imeti osnove za reševanje nalog. Marzano je v sistem vključil še ločeno domeno znanja. Marzano določi tri kategorije znanja; (1) podatki ali 'kaj', (2) miselne dejavnosti in (3) telesne dejavnosti ali 'kako'. Pri procesih miselne in telesne dejavnosti se uporabljajo podatki, ki smo se jih naučili. Perkins (1991)<sup>56</sup> poudarja pomen vsebine za posamezni predmet skupaj z miselnimi orodji za njeno razumevanje. Predmet, ki pretežno obravnava vsebine, ki zahtevajo strategije reševanja problemov, mora vključevati tudi učenje strategij reševanja, enako velja za predmet, kjer učenci izražajo predvsem pisno. Vsaka disciplina ima svoj lasten sistem razlage in utemeljevanja idej, ki se od predmeta do predmeta razlikujejo. Če je za matematiko pomembna dedukcija, so pri naravoslovju pomembni empirični podatki poskusov in povezovanje njihovih rezultatov, pri zgodovini primerni viri, pri likovnem pouku pa ustvarjalnost in pomen.

## 4 Medpredmetno povezovanje

Medpredmetno poučevanje (*interdisciplinary, integrated, multidisciplinary*) vključuje sočasno povezovanje znanja več disciplin pri razumevanju določene vsebine ali reševanju problema. Pri tem učitelji različnih predmetov sodelujejo pri izvajanju učnih dejavnosti. Z medpredmetnim poučevanjem se izognemo drobljenju vsebine na ločene dele in poudarjanju posameznosti. Pri tem je pomembno tudi socialno povezovanje izkušenj vseh učencev v skupini in povezovanje znanja. Najpomembneje je učiti, kako razmišljati in kako razumeti posamezno predmetno vsebino (Marzano, 2000; Perkins, 1991)<sup>97,56</sup>. Medpredmetno povezovanje je v taksonomskem smislu sinteza znanj različnih disciplin, ki se odraža na novi ravni povezovanja znanja in razumevanja.

Medpredmetno povezovanje je celosten didaktični pristop, pri katerem se vsebine, znanje in učne spretnosti povezujejo horizontalno in vertikalno. V skladu s humanistično konstruktivističnimi pogledi

medpredmetno povezovanje spodbuja samostojno in dejavno pridobivanje učnih izkušenj z vključevanjem spoznavnih, čustvenih in telesnih dejavnosti. Povezovanje med predmeti pa poteka na vsebinski, procesni in na pojmovni ravni (Sicherl - Kafol, 2008)<sup>98</sup>.

Raziskave kažejo, da učenje z odkrivanjem (*inquiry based learning*) pozitivno vpliva na razumevanje naravoslovnih pojmov (Anderson, 2002)<sup>99</sup>. Pri uvajanju tega načina poučevanja imajo učitelji vrsto težav. Čeprav imajo na voljo različne didaktične materiale za delo v razredu, jih le redko uporabljajo tako, da bi razvijali in spodbujali problemski pristop k delu. Prednostno uporabljajo učbenike in se izogibajo zunanjim opazovalcem predvsem zato, ker niso povsem prepričani v širino svojega strokovnega znanja. Problemski pristop k poučevanju in učenju mora vključevati tako vidik učenčevega dela kot tudi dela učitelja. Učitelji se morajo medsebojno osredotočiti na ustvarjanje pogojev za sodelovalno učenje (*collaborational learning*) in s tem oblikovati pogoje za medpredmetno sodelovanje. Pomembno je, da je poučevanje vodeno in neposredno tako vsebinsko kot izvedbeno. Učenci so pri taki obliki dela uspešnejši, manj je možnosti za napačna razumevanja, ob tem pa so tudi bolje organizirani in natančnejši (Kirschner, Sweller in Clark, 2006)<sup>100</sup>. Problemsko poučevanje (*problem based learning*) ustvarja pogoje za kritično razmišljanje, analizo in sintezo znanja kot tudi uporabo izsledkov, katerih učinek je mogoče ocenjevati v daljšem časovnem obdobju (Klein, 1990: 55–74)<sup>101</sup>.

Obstaja več vrst ali ravni medpredmetnega poučevanja. Običajen medpredmetni pristop k delu v šoli je v obliki projektnih nalog z manjšimi skupinami učencev. Običajno so to tematske enote, kjer je ozadje problema vsebinsko zelo široko in je treba vsebino obravnavati z več vidikov. Pristop omogoča učiteljem boljšo izrabo časa in poglobljen pogled v širino predmeta. Pri tem se učitelji lažje prilagajajo individualnim potrebam učencev ter jih navajajo na uporabo različnih virov podatkov. S tem je podprta možnost objektivnega ocenjevanja učenčevega dožemanja problema. Vsebina mora povezovati različne stroke, se navezovati na učenčevo predhodno znanje in mora vključevati smiselne dejavnosti. Pomembno je, da je znanje vsebinsko povezano tako, da ni jasnih meja med različnimi disciplinami (Beane, 1997: 19–47)<sup>102</sup>.

Izhodišče za medpredmetno povezovanje je ustrezno zastavljen učni načrt, ki je pomemben dejavnik za uspešno uveljavitev takega načina poučevanja. Najpomembnejši učinek, ki ga ima ustrezno izpeljano medpredmetno povezovanje, je razvijanje motivacije za razumevanje in reševanje problemov tako pri učiteljih kot tudi pri učencih in starših. Zaznati je mogoče tudi boljše dosežke na preizkusih znanja, predvsem pri tistih učencih, ki običajno ne dosegajo dobrih rezultatov pri obravnavanem predmetu (Bolak, Bialach in Duhnphy, 2005)<sup>103</sup>.

V okviru evalvacijske študije (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup> je bilo ugotovljeno, da učitelji pri nas obravnavajo naravoslovne pojme in pojave vsebinsko ločeno glede na posamezne naravoslovne vede, ne pa povezano v okviru določenega ekosistema, kot to predvideva učni načrt za 7. razred osnovne šole. Za dosego znanja z razumevanjem bi morali učitelji nujno zagotoviti obravnavo vseh ključnih vidikov pojava medpredmetno. Žal pa se je izkazalo, da je učiteljevo pojmovanje medpredmetnega prepletanja vsebin drugačno od pojmovanja strokovnjakov. Za učitelje predstavlja povezovanje že smiselno sosledje vsebin in ne povezovanje ved v pravem pomenu besede in jih zato obravnavajo ločeno. Sodelovanje s strokovnjaki je pri nas omejeno na študijske skupine, kjer učitelji novosti spoznavajo, redkeje pa se strokovnjaki vključujejo v spremljanje poteka vpeljave novosti v poučevanje. Brez ustreznega časa za osebno in profesionalno rast učitelja ni mogoče pričakovati učinkovitega uvajanja

novih pristopov v šolsko prakso. Učitelj mora sam spoznati prednosti in slabosti, pri tem pa mu morajo biti strokovnjaki v podporo (Peers, Diezmann in Watters, 2003)<sup>104</sup>.

Pomemben dejavnik pri vključevanju medpredmetnega povezovanja pri poučevanju naravoslovja predstavlja tudi povezovanje s sociološkimi vidiki. V osnovni šoli družboslovno miselnost razvija predvsem zgodovina, ki med drugim vključuje tudi sociološki in filozofski pogled na zgodovinske dogodke, preko njih pa je mogoč tudi vpliv na naravoslovno znanje. Razumevanje vrednot, vzrokov in posledic posameznih zgodovinskih obdobij pripomore tudi k razumevanju pomembnosti naravoslovnega znanja kot osnove za razumevanje sprememb v okolju. To je zlasti pomembno, ko se naravoslovni vidik navezuje na družbene norme (Zemplén, 2007)<sup>105</sup>. Razumevanje vzrokov je enako pomembno kot razumevanje zaznav vzrokov in enako pomembno kot razumevanje posledic.

Pomembnost celostnega obravnavanja vsebin poudarjajo različni avtorji na različnih ravneh izobraževanja. McDaniel in Colarulli (2000)<sup>106</sup> navajata štiri dimenzije sodelovanja pri pouku, ki vključujejo integracijo, interakcijo, dejavno sodelovanje pri učenju in avtonomnost pri delu. Učenje in delo v razredu se nanašata tako na poučevanje in raziskovanje učiteljev kot tudi raziskovanje in učenje učencev. S celostnim sodelovanjem lahko dosežemo kakovostno učenje učencev in poučevanje učiteljev. Reorganizacija šolstva in poučevanja ima uspeh, ko je poudarjeno sistemsko sodelovanje z učitelji predvsem v obliki dodatnega izobraževanja. Pomembno je skupinsko delo učiteljev kot vir izmenjave idej pri reševanju problemov, s katerimi se ti soočajo. Za čim boljši učinek skupinskega dela pa je treba učitelje zblížati tudi na neformalnih področjih, predvsem pa je treba omogočiti sodelovanje pri vpeljavi novih pristopov v razred (Smylie in Perry, 2005: 306–335)<sup>107</sup>.

Medpredmetno poučevanje naravoslovja je ustrezno okolje za oblikovanje celostnega pomena naučenih vsebin. Najpogostejše in tudi učinkovito je medpredmetno povezovanje obravnave vsebin varovanja okolja, ki vključuje tudi ekonomski vidik. Varovanje okolja in ekonomija sta si pogosto na nasprotnih straneh, zato sta pomembna skupna obravnava in skupno oblikovanje rešitev. Razumevanje širine posamezne vede pri skupni obravnavi problema omogoča različne perspektive in ravni razumevanja (Browne, 2002)<sup>108</sup>. Velik pomen medpredmetnega dela v šoli je razvijanje sistemskega razmišljanja (*systems or systemic thinking*), ki združuje tako analitično razgradnjo problema na posamezne enote kot tudi možnost sinteze različnih ugotovitev, ki opisujejo pojav (Barton in Haslett, 2007; Mulej, 2007)<sup>109,110</sup>. Tak način dela je značilen predvsem za že omenjeno obravnavo okoljskih problemov, kjer je treba sočasno upoštevati ekonomski, naravoslovni, zgodovinski in še kakšen drug vidik. Vsak vidik zase ne samo, da ne ponudi popolnega vpogleda, ampak tudi neutemeljeno poudarja pomen posameznega vidika, ki je v dani situaciji lahko celo obrobni ali nepomemben. Običajno se osredotočimo na enosmerno vzročno obravnavo problema tudi takrat, ko je jasno vidna vzajemnost med različnimi dejavniki, ki opredeljujejo osnovni problem. Pri naravoslovju so okoljska vprašanja, vprašanja o prehranjevalnih spletih, povezanosti organizmov med seboj in z okoljem, vzročnost dejavnikov ipd. ključnega pomena pri razvijanju celostnega pristopa k naravoslovnem razmišljanju (Booth in Serman, 2007; Riess in Mischo, 2010)<sup>110,111</sup>.



## 5 Naravoslovna pismenost in vprašanja pri pouku

Naravoslovno pismenost opredeljuje znanje in razumevanje naravoslovnih pojmov in procesov, ki so pomembni za odločanje in sodelovanje v javnih, kulturnih in ekonomskih razpravah. Naravoslovno pismen posameznik ima sposobnost spraševanja, iskanja, opisovanja, razlage in napovedovanja dogodkov ter sposobnost sledenja in razumevanja naravoslovnim vsebinam v poljudni naravoslovni literaturi in dnevnih obvestilih. Pri tem je pomembno, da si ustvari lastno mnenje do podatkov in podrobnosti. Pomemben vidik naravoslovne pismenosti je tudi sposobnost ocenjevanja znanstvenih odkritij na osnovi poznavanja virov in metod, s katerimi so bila odkrita. Ključni dejavnik naravoslovne pismenosti pa je sposobnost ovrednotenja argumentov na osnovi empiričnih dokazov in dokazovanje zaključkov z ustreznimi znanstvenimi utemeljitvami (NSES, 1996; Laugksch, 2000)<sup>112,113</sup>. Raziskave so pokazale, da je naravoslovna pismenost zelo nizka med tistimi posamezniki, ki se do naravoslovnih problemov običajno ne opredeljujejo. Pogosto pa se je s stališča strokovnosti treba opredeljevati do naravoslovnih in tehnoloških problemov tudi v javnih razpravah (Miller, 1983)<sup>114</sup>. Tudi pri nas so pogosto obravnavane teme o jedrskih odpadkih, gensko spremenjenih organizmih, dodatkih v hrani in drugih podobnih temah. Večina posameznikov se do takih vprašanj opredeli čustveno in ne strokovno. Pogosto vprašanja napihnejo ali pa jih obravnavajo kot nepomembna.

Naravoslovna pismenost opredeljuje razumevanje pojmov, zakonov, poznavanje metod, stališč in izhodišč ter razumevanje zgodovine znanosti in poti, kako se je razvijala in se razvija še danes. Pri razvijanju naravoslovne pismenosti je pomembno poudarjanje raziskovanja, povezovanje rezultatov z razlagami in soočenje različnih razlag. Priporočena je uporaba modelov, analogij, primerov iz zgodovine, aktualnih znanstvenih odkritij in razvijanje kritičnega stališča do dosežkov in dometa znanosti (Krnjel, 1998: 36–42)<sup>115</sup>.

### 5.1 Razumevanje naravoslovja med slovenskimi učenci na mednarodni ravni

Ob učiteljevem sprotnem preverjanju in ocenjevanju znanja in razumevanja naravoslovnih vsebin se ob koncu tretjega obdobja znanje učencev preverja tudi z nacionalnim preverjanjem znanja. S tem preverjanjem se ugotavlja doseganje standardov znanja, ki so določeni z učnim načrtom.

Preverjanje razumevanja naravoslovja pri slovenskih osnovnošolcih poteka tudi na mednarodni ravni. Najbolj znana in mednarodno sprejeta testa znanja sta TIMSS (Japelj - Pavešič idr., 2002)<sup>116</sup> in PISA (Štraus, Repež in Štigl, 2007)<sup>117</sup>. Pri analizi kriterijev pismenosti in dosežkov na teh preverjanjih je ugotovljeno, da je bralna pismenost učencev odvisna od tega, kdaj se učenci opismenjujejo. Pri učencih, ki so bralno razumevanje pričeli razvijati že v predšolskem obdobju, je mogoče zaznati boljše rezultate. Slovenija je svojo uvrstitev v letih 1991, 2001 in 2006 izboljševala (Novak, 2008)<sup>118</sup>.

Raziskave merjenja uspešnosti reševanja naravoslovnih preizkusov znanja med slovenskimi osnovnošolci vplivajo na način poučevanja, saj se dopolnjeni učni načrti v večji meri prilagajajo ravnemu znanju, ki se vrednotijo v mednarodnih raziskavah. Razlike uspešnosti reševanja naravoslovnih preizkusov odražajo tudi naravoslovno pismenost skupnosti in posameznika (Yip idr., 2004)<sup>119</sup>. Pri

raziskavi reševanja različnih vrst nalog glede na spol so ugotovili, da fantje v povprečju pogosto dosegajo rezultate nad 75 % pravih odgovorov. Pogosto dosegajo boljše rezultate od deklet pri naravoslovnih nalogah, ki so vsebinsko povezane z drugimi predmeti in pri nalogah zaprte vrste, dekleta pa boljše odgovarjajo na vprašanja, v katerih je potrebno poiskati dokaze za potrditev odgovora na vprašanje (Hastedt in Sibberns, 2005)<sup>120</sup>.

Učenci na odprte naloge pogosto ne odgovarjajo ali pa napišejo zgolj nekaj besed, kar pa ne poda popolne slike o ustreznosti in pravilnosti odgovora. Iz utemeljitev odprtih odgovorov je mogoče sklepati na razmišljanje učencev. Interes učencev za reševanje takih nalog povečamo z zasnovano vprašanj na stvarnih primerih. S tem nakažemo navidezno uporabno vrednost zahtevanega znanja (Boddy idr., 2003; Klahr in Li, 2005).

Pri reševanju nalog je ključnega pomena razumevanje pisnega besedila in s tem pojmov, ki jih naloga vključuje (Schultz, Säljö in Wyndhamn, 2001)<sup>121</sup>. Dodaten problem predstavljajo priprave učencev na zunanje pisne preizkuse znanja posebno, če učitelji poznajo vrste nalog, ki so vključene v preizkuse. V tem primeru se učitelji pogosto odločajo za dril učencev pri reševanju nalog iz pričakovanih vsebin, ne pa za uporabo takih metod poučevanja vsebin, da bi učenci pridobili znanje in ga tudi uporabili (Jerald, 2006)<sup>122</sup>. Učitelji pogosto uporabljajo sodobne metode poučevanja, vendar ne zaradi pomembnosti znanja naravoslovja, ampak predvsem zaradi strahu pred slabimi rezultati učencev na preizkusih, kar bi lahko vplivalo na vtis o kakovosti njihovega poučevanja. Tako se učitelji usmerijo na doseganje za učence prezahtevnih standardov znanja in pri tem uporabljajo že pripravljale naloge, ki po njihovem mnenju odražajo zahteve standardiziranih preizkusov znanja (Pringle in Martin, 2005)<sup>123</sup>.

Kako učenci odgovarjajo na vprašanja nalog, katerih vsebin niso ustrezno predelali, je odvisno od več dejavnikov. Pri raziskavi, v katerih so proučevali, kako učenci odgovarjajo na vprašanja iz TIMSS-ovih preizkusov znanja iz vsebin, ki jih ne poznajo, so ugotovili, da učenci odgovarjajo intuitivno. Ugotovljeno je tudi, da učenci niso nujno razumeli vprašanja tako, kot je bilo predvideno. Odgovori so bili odvisni od trenutne uspešnosti učencev, kako organizirati in strukturirati pridobljeno znanje. Problem je tudi v pojmovni usklajenosti nalog z učnimi načrti naravoslovja. V nalogah TIMSS je kar petina pojmov, ki jih učenci spoznajo šele po raziskavi (Palinkaš, 2011)<sup>124</sup>.

Harlow in Jones sta ugotovila, da pisno preverjanje lahko ne pokaže učenčevega dejanskega znanja in da je za popolnejšo sliko smiselno dobiti dodatne podrobnosti odgovorov s pogovorom z učenci (Harlow in Jones, 2004)<sup>125</sup>. Na osnovi pogovorov z učenci je bilo ugotovljeno, da se je ustreznost odgovorov na 24 vprašanj zvišala pri štirinajstih, pri treh vprašanih je bilo ugotovljeno znanje enako, pri sedmih pa se je ustreznost odgovora znižala. Avtorja zaključujeta, da samo 13 % vprašanj na preizkusu znanja pokaže dejansko znanje učencev. V skoraj tretjini primerov so učenci pravilno zapisali ali izbrali odgovor, vendar pa zapisanih pojmov niso popolnoma razumeli ali pa jih sploh niso razumeli. Ugotovili so tudi, da so učenci na splošno ustno bolje odgovorili na vprašanja kot na preizkusu znanja. Nekatera vprašanja so bila sestavljena tako, da jih mnogi niso razumeli. Pri spoznavanju naravoslovja je pomembno, da učenci razvijejo sposobnosti postavljanja smiselnih vprašanj (Marentič - Požarnik in Plut - Pregelj, 1980)<sup>126</sup> in kritičnega argumentiranja odgovorov. Pouk, pri katerem učenci sami gradijo znanje in razumevanje, zahteva nove pristope, razmišljanje in refleksije, saj le spomin ni dovolj, ampak morajo učenci vprašanja in naloge tudi razumeti (Wolf, 1987)<sup>127</sup>.

Pri raziskavah učencev in njihovega naravoslovnega razumevanja (Mason in Boscolo, 2000)<sup>128</sup> so ugotovili, da zapisovanje ključnih vsebinskih poudarkov med poukom vpliva na razumevanje in razvoj



idej, refleksij, prav tako pa se poveča razumevanje naravoslovnih pojmov. V raziskavi so izbrali fotosintezo in procese v sklopu fotosinteze, kot so prehranjevanje rastlin in funkcije organov rastline. Skupina, ki si je podrobno med poukom zapisovala ugotovitve, je dosegla boljše rezultate, kot skupina, pri kateri zapisovanje ni bilo obvezno (Ellis, Taylor in Drury, 2005)<sup>129</sup>. Na osnovi rezultatov so ugotovili, da so imeli učenci, ki so si ugotovitve zapisovali, boljši odnos do dela in so razumeli, da je njihova naloga samostojna. Izkazalo se je tudi, da so bolje razumeli cilje in standarde znanja pri ocenjevanju. Boljše razumevanje vsebine in zahtev dela vpliva tudi na način pogovora v skupini in med učenci in učiteljem, to pa se odraža v učinkovitosti opravljenega dela učencev. Učenci v pogovoru izmenjujejo ideje, podatke in pristop k delu, učitelj pa pogovor uravnava na skupinski in razredni ravni. Učitelj usmerja pozornost, odnose, vzdušje in pričakovanja učencev. Pomembna so učiteljeva vprašanja, ki jih oblikuje vsebinsko širše od obravnavane vsebine, s čimer razširi vidik na različne poglede. Učitelj pomembno vpliva tudi na delo z napotki in s primeri (Marentič - Požarnik in Plut - Pregelj, 2009)<sup>130</sup>.

Učenci, ki nimajo pozitivnega odnosa do reševanja naravoslovnih problemov, bolje razumejo naloge, povezane z življenjskimi primeri. Pri snovanju problemov je pomembna uporaba ustreznega jezika in naravoslovne terminologije ter smiselnost rezultatov, ki naj imajo uporabno vrednost (Boddy, Watson in Aubusson, 2003; Klahr in Li, 2005)<sup>131,132</sup>. Po drugi strani pa učenci, ki imajo pozitiven odnos do reševanja naravoslovnih problemov in verjamejo, da so jih sposobni rešiti, tudi veliko bolje rešujejo probleme, ki na prvi pogled z življenjskimi situacijami nimajo povezave (Hin Wai Yung in Kee Tao, 2004)<sup>133</sup>. Pri tem je pomembno spoznanje, da so učenci bolj zavzeti za eksperimentalno delo kot pa za učenje pojmov. Ob tem so usmerjeni predvsem v vprašanja, kako kaj deluje in manj, zakaj tako deluje (Wing-Mui So, 2003)<sup>134</sup>. To je pomembno za lastno utemeljevanje novega znanja, saj učenci sami preko napovedovanja zaključkov, ustvarjalnega sodelovanja in analize opažanj gradijo razumevanje naravoslovnih vsebin in ne le reproducirajo učiteljevih zaključkov (Yip, 2001)<sup>135</sup>. Razumevanje se razvija tudi pri dejavnostih, kjer ni enoznačne ali popolne rešitve in morajo učenci ovrednotiti primernost več rešitev glede na dane kriterije ali sami sestaviti odgovor, ki se jim zdi najprimernejši v danih pogojih in so ga sposobni utemeljiti. Pomembno je, da učenci sodelujejo znotraj skupin in so zmožni pod vodstvom učitelja rešiti problem. Učenci so motivirani za tisto vedenje, ki je neposredno uporabno.

Pouk v razredu je treba prilagoditi in organizirati tako, da bo večina učencev sledila dogajanju v razredu (Fošnarič in Osvald, 2005)<sup>136</sup>. Po Mathewsu (2000)<sup>137</sup> sta pomembni funkciji možganov predvsem opazovanje in spoznavanje okolice, kar se navezuje na vprašanja 'kako', prav taka vprašanja pa so učencem zanimiva. Na osnovi teh predvidevanj bi bilo treba poučevanje usmerjati predvsem na spremembe, ki jih zaznamo s čutili, abstraktne vsebine pa nadgrajevati postopno. Učitelji bi se morali zavedati, da ustvarjalnost ni neodvisna od inteligentnosti in da inteligentno mišljenje vključuje ustvarjalno mišljenje (Lin idr., 2003)<sup>138</sup>.

V komunikaciji med učiteljem in učenci prevladujejo učitelji z vprašanji na ravni faktografskega znanja. Problemsko naravnana vprašanja so redka. S primernimi vprašanji naj bi učitelj spodbujal razmišljanje, ki vodi do razumevanja pojmov. Vprašanja so še posebej pomembna pri dejavnostih. Raziskave kažejo, da učenci sami redko sprašujejo, kar se odraža tudi na rezultatih njihovega dela (Durham, 1997)<sup>139</sup>. Odgovori na ista vprašanja pri pisnem in ustnem preverjanju se med seboj razlikujejo (Schoultz, Säljö in Wyndhamn, 2001)<sup>121</sup>. Lemke (1990)<sup>140</sup> je poudaril, da je pri pouku najpomembnejše doseči konstruktivni pogovor o učni vsebini med učenci in učiteljem, predpogoj zanjo pa je zastavljanje

učiteljevih in učenčevih vprašanj. Vprašanja pri pouku so učiteljevo orodje, s katerimi usmerja učence pri poslušanju, zapisovanju in opazovanju, pa tudi pri ugotavljanju njihovih obstoječih izkušenj, pri preverjanju znanja pa s sprotnim odkrivanjem napačnih in nepopolnih predstav ter učenčevih pogledov in mnenj na izpostavljen problem (Boyd, 1989)<sup>141</sup>. Odgovori in vprašanja učencev so povratna informacija učitelju o njihovem napredovanju pri pouku, kvaliteti razumevanja novih vsebin in razvoju sposobnosti abstraktnega mišljenja.

## 6 Naravoslovje v osnovni šoli

Predvidevanje, poskus, tolmačenje sprememb in navezovanje izsledkov na teorijo postajajo osrednji pristop pri razvijanju naravoslovne pismenosti. Pri pouku naravoslovja se vedno bolj uveljavlja povezovanje z zgodovino razvoja znanosti. Zgodovinske prikaze je mogoče uporabiti za ugotavljanje napačnih razumevanj pri naravoslovju (Stinner idr., 2003)<sup>142</sup>, zgodovina znanosti in obravnava zgodovinskih poskusov pa ima velik pomen za razumevanje naravoslovja (Fiel, 2005; Fowler, 2003)<sup>143,144</sup>. Pri raziskovanju razvoja in oblikovanja nekaterih naravoslovnih pojmov od zgodnjega otroštva naprej se je pokazala presenetljiva podobnost z zgodovinskim razvojem nekaterih naravoslovnih pojmov in predvsem napačnih pojmovanj. Napačna razumevanja so videti logična, kadar opazovanje in posledično odkritje ni podprto z ustreznimi raziskovalnimi podatki, ki pravilno razumevanje potrdijo, napačno pa ovržejo. Prav zato je pomembno, da so temelji naravoslovja skupne naravoslovne vsebine o pojavih v naravi. Cilj naravoslovnega raziskovanja odražajo skupna filozofska izhodišča, ki so neodvisna od verskih ali politični naravnosti in vrednot. Za sodobno znanost velja, da temelji na realnem materialnem svetu, ki je neodvisen od izkušenj (Krnjel, 2001)<sup>145</sup>.

Med splošnim družbenim in znanstvenim razmišljanjem obstajajo epistemološke in ontološke razlike. Čeprav učenje naravoslovja vključuje socialno okolje, mora posameznik vseeno ustvariti tudi sebi lasten pogled na naravoslovni svet, ki pa je lahko drugačen od znanstvenega. Pri odpravljanju napačnih razumevanj je pomembna vloga pogovora pri pouku. Pomembna je tudi vloga učitelja, ki pri pouku razvija kritičnost učencev do naravoslovnih pojmovanj, ki so ključna za širše razumevanje (Driver idr., 1994)<sup>146</sup>.

### 6.1 Vertikala naravoslovnega izobraževanja v osnovni šoli

V osnovni šoli se naravoslovne vsebine nadgrajujejo postopno od prvega razreda dalje, čeprav o naravoslovju kot o samostojnem predmetu govorimo le v šestem in sedmem razredu.

V prvem triletju osnovnega izobraževanja naravoslovne vsebine združuje predmet Spoznavanje okolja, pri katerem so učenci usmerjeni v spontano otroško raziskovanje sveta ter odkrivanje prepletenosti in soodvisnosti v pojavih ter procesih, v naravnem in v družbenem okolju. Znanje, ki nastaja iz neposrednih izkušenj v okolju in prek medijev, se pri pouku razširja in pogloblja. Spoznavanje okolja združuje procese, postopke in vsebine, s pomočjo katerih spoznavamo svet, v katerem živimo.

Najpomembnejša splošna cilja predmeta sta razumevanje okolja in razvijanje spoznavnega področja (UN Spoznavanje okolja, 2005)<sup>147</sup>. Uresničujeta se z dejavnim spoznavanjem okolja preko dejstev, oblikovanja pojmov in povezav, kar vodi v znanje in razumevanje ter v uporabo znanja o naravnem in družbenem okolju. Širše spoznavno področje zajema razvijanje procesov, sposobnosti in postopkov, ki

omogočajo bogatenje izkušenj, njihovo obdelavo in povezovanje. Pri izvedbi tega je pomembna organizacija pouka, ki naj omogoča razvijanje sposobnosti, spretnosti in postopkov, kot so: primerjanje, razvrščanje, urejanje, merjenje, zapisovanje podatkov, napovedovanje in sklepanje, eksperimentiranje ter sporočanje. Ob tem se razvija odnos učencev do dejstev in tolerantnost do ugotovitev, odprtost za sprejemanje tujih zamisli in občutljivost za dogajanja v naravnem ter družbenem okolju. Naravoslovne teme prvih treh let šolanja obravnavajo razumevanje preteklosti in sedanosti in s tem časovno zaporedje dogodkov. Učenci primerjajo živa bitja in okolje, v katerem živijo, spoznavajo sebe kot enega izmed organizmov in odkrivajo, da je življenje med organizmi in okoljem soodvisno. S poskusi sledijo spreminjanju žive in nežive narave ter spoznavajo njuno soodvisnost. Učenci ozavešajo, da živali potrebujejo za življenje vodo, hrano in zrak, rastline pa vodo in svetlobo ter da živali jedo rastline, druge živali ali oboje, saj je hrana nujna za rast, razvoj in delovanje. Ekološki vidik obravnava spoznanje, da ljudje vplivamo na naravo in kako lahko dejavno prispevamo k varovanju, ohranjanju in urejanju naravnega okolja, v katerem živimo. Učenci spoznajo, da zdrava prehrana, telesna dejavnost in počitek pomagajo ohraniti zdravje, prav tako pa je pomembna tudi redna nega telesa. Učenci na tej ravni odkrivajo in določajo lastnosti snovi in predmetov in jih opisujejo z njihovimi lastnostmi, jih razvrščajo po eni spremenljivki. Spoznavajo vremenske pojave ter opisujejo lastne izkušnje doživljanja vremenskih pojavov. Ugotavljajo vpliv vremena na lastno dejavnost in na življenje rastlin ter živali.

V drugem triletju je predmet Naravoslovje in tehnika (4. in 5. razred), kjer učenci izkustveno doživljajo naravo in spoznavajo pomen tehnike za sodobni način življenja. Spoznavajo naravo in razvijajo stališča do narave in vrednotijo posege vanjo ([UN Naravoslovje in tehnika, 1998](#))<sup>148</sup>. Na osnovi lastnih izkušenj se uče ceniti vse, kar je dobro, lepo, res in prav. Pojave v naravi, tehnične in tehnološke postopke se uče opisovati, razlagati, napovedovati in vplivati nanje. Spoznavajo, kako je mogoče preverjati ustreznost napovedi. Postopke se učijo opazovati, jih opisovati, izbirati, uporabljati, načrtovati in preverjati njihovo uresničljivost. Spoznanja in izkušnje o naravi in tehniki uporabljajo učenci za vključevanje v okolje in ga preišlijo ter odgovorno spreminjajo. Navajajo se skrbeti za svoje telo, zdravje in dobro počutje. Učijo se vzdrževati in izboljševati svoje okolje ter uporabljati sodobno tehniko in tehnologijo. Učijo se sami in skupaj z drugimi presojati, kaj je prav in se odločati ter delovati v svoje in skupno dobro.

Ta predmet se v šestem razredu loči na predmet Naravoslovje in na predmet Tehniko in tehnologijo. Pri naravoslovju učenci nadgradijo znanje, ki jim omogoča boljše razumevanje narave in življenja ([UN Naravoslovje 6, 1998](#))<sup>149</sup>. Hkrati oblikujejo pozitiven odnos do okolja. Pouk naravoslovja da učencu uporabno znanje, ki ga posameznik potrebuje za življenje, znanje, ki je širšega pomena za skupnost, v kateri posameznik živi in deluje, ter znanje, ki ga je treba imeti za intelektualno rast. Pri pouku naravoslovja se teoretični temelji prepletajo z metodami neposrednega opazovanja in laboratorijskega ter terenskega eksperimentalnega dela. Učenci na osnovi dejavnosti pridobivajo znanje, vzpostavijo neposreden stik z življenjem in naravo ter razvijajo sposobnost spoznavanja z lastnim iskanjem in odkrivanjem. Učenci se naučijo zbirati podatke iz več virov in se učijo prepoznavati bistvo obravnavanih vsebin. Primerjajo in kritično sprejemajo ter presojajo podatke. Pri tem razvijajo sposobnosti analize, povezovanja in posploševanja ugotovitev. To jim omogoča poglobljeno razumevanje vsebin in soodvisnosti naravoslovnih ter družboslovnih znanj. Dosedanji učni načrt sestavljajo tematski sklopi treh strok: biologije, kemije in fizike. Pri vsakem tematskem sklopu je ena izmed strok vodilna, drugi dve pa se s cilji smiselno vključujeta vanjo. Tematski sklopi obsegajo sklop o živi in neživi naravi, o

antropogenih ekosistemih, o snoveh, tokovih in energiji ter o barvah. Pomemben poudarek je na razumevanju pojmov, dejstev in zakonitosti s področja nežive ter žive narave in pestrosti življenja ter razvijanje sposobnosti za proučevanje naravnih procesov in pojavov. Poudarjen je pomen spoznavanja z lastnim odkrivanjem in proučevanjem ter oblikovanjem pozitivnega odnosa do narave. Pomembno je spodbujanje razumevanja o soodvisnosti znanja s področja naravoslovnih predmetov in kritičnost zaznavanja ter razumevanja ekoloških problemov. Predmet se po horizontali učnega programa povezuje z drugimi predmeti.

V posodobitvi učnih načrtov ([UN Naravoslovje 6 in 7, 2011](#))<sup>150</sup> je ohranjen obseg ur. V ospredju so cilji, usmerjeni v razvijanje naravoslovne pismenosti ter poznavanje in razumevanje temeljnih naravoslovnih pojmov, njihovo uporabo pri razlagi naravnih pojavov in dogajanj v okolju. Poseben poudarek pa je na uporabi osnovnega naravoslovnega izrazoslovja pri opisovanju pojavov, procesov in zakonitosti. Čeprav se osnovni cilji učnega načrta niso spremenili, pa je mogoče zaznati bistvene spremembe na vsebinski ravni. Vsebine, ki so celostno opredeljevale izbrane ekosisteme, so v šestem razredu spremenjene v smislu obravnave rastline kot osnovnega predstavnika življenjskega okolja. Iz široke zastavljenih vsebin predmeta se po novem ta usmerja ozko v obravnavo celice, v zgradbo, rast in razvoj rastline pri obravnavi naravoslovnih vsebin.

Dosedanji učni načrt Naravoslovja za sedmi razred je usklajen z učnim načrtom v šestem razredu in z naravoslovnimi predmeti v osmem in devetem razredu osnovne šole. Predmet je sestavljen iz bioloških, kemijskih in fizikalnih vsebin. Učni načrt je sestavljen iz obveznega in izbirnega dela. Obvezni del programa naravoslovja obravnava naravne ekosisteme gozd, celinske vode in morje, snovi, njihove lastnosti in spremembe ter zvok, svetlobo in valovanje ([UN Naravoslovje 7, 1998](#))<sup>151</sup>.

V posodobitvi učnega načrta je sedmi razred prav tako kot šesti usmerjen k obravnavi organizmov. Vsebine ekosistemov so zamenjale vsebine o zgradbi, rasti in razvoju živali.

V osmem in devetem razredu se naravoslovne vsebine obravnavajo v okviru treh ločenih predmetov; biologije, fizike in kemije. Medpredmetno povezovanje je opredeljeno pri posameznih vsebinah v učnem načrtu. Število ur naravoslovnih predmetov se po vertikali povečuje ([Razpredelnica 4](#)), je pa povezanost med posameznimi predmeti manjša, saj vključuje več učiteljev, ki bi morali delo usklajevati.

Glavni cilji poučevanja naravoslovja v sedmem razredu osnovne šole so: oblikovanje osnov razumevanja pojmov in zakonitosti narave, razvijanje sposobnosti zaznavanja, opazovanja in pojasnjevanja pojavov ter razvijanje odgovornega odnosa učencev do okolja.

Namen in cilj naravoslovnega izobraževanja je ob učenju naravoslovja v ožjem pomenu besede tudi učenje o naravoslovju in metodah dela. Splošni cilji predmeta naravoslovje v sedmem razredu osnovne šole so tesno povezani z oblikami dela pri spoznavanju posameznih vsebin. Uporabljajo se metode, ki omogočajo razumevanje pojmov, dejstev in zakonitosti žive in nežive narave, razvijanje sposobnosti za proučevanje procesov in pojavov in oblikovanje pozitivnega odnosa do narave ter spodbujanje kritičnega mišljenja.

Kritično mišljenje in sodelovanje pri pouku sta ključna pojma. Pri poučevanju naravoslovja je poudarjeno razvijanje: (1) višjih kognitivnih procesov s sposobnostjo zastavljanja vprašanj, (2) sposobnosti reševanja problemov in (3) kritičnega mišljenja z zmožnostjo medpredmetnega povezovanja v okviru naravoslovnih in družboslovnih ved ([Ben - Chaim, Ron in Zoller, 2000](#))<sup>152</sup>. Učitelj

pri izvedbi predmeta ni strogo vezan na vrstni red obravnave posameznih poglavij in na povezovanje vsebin. Učitelj lahko razporeja učno snov, ima možnost oblikovanja blok ur in s tem lažje organizacije eksperimentalnega dela, nekateri učitelji pa imajo tudi pomoč laboranta.

<b>predmet / št. ur tedensko</b>	<b>1r</b>	<b>2r</b>	<b>3r</b>	<b>4r</b>	<b>5r</b>	<b>6r</b>	<b>7r</b>	<b>8r</b>	<b>9r</b>
<b>pravi naravoslovni predmeti</b>									
<b>spoznavanje okolja</b>	3	3	3						
<b>naravoslovje in tehnika</b>				3	3				
<b>naravoslovje</b>						2	3		
<b>kemija</b>								2	2
<b>biologija</b>								1,5	2
<b>fizika</b>								2	2
<b>medpredmetno povezljivi predmeti</b>									
<b>matematika</b>	4	4	5	5	4	4	4	4	4
<b>gospodinjstvo</b>					1	1,5			0,57
<b>geografija</b>						1	2	1,5	2
<b>zgodovina</b>						1	2	2	2
<b>tehnika in tehnologija</b>						2	1	1	
<b>izbirni predmeti</b>									
<b>izbirni predmet 1</b>							2/1	2/1	2/1
<b>izbirni predmet 2</b>							1	1	1
<b>izbirni predmet 3</b>							1	1	1
<b>tehniški in naravoslovni dnevi</b>									
<b>tehniški dnevi (dni)</b>	3	3	3	4	4	4	4	4	4
<b>naravoslovni dnevi (dni)</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>skupni seštevek</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>11,5</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>18</b>

Razpredelnica 4: Število in razporeditev ur pri naravoslovnih in tehniških predmetih v osnovni šoli.

Ob možnostih, ki jih imajo na voljo učitelji, pa se pojavi vprašanje, katerim naravoslovnim ciljem dajejo učitelji prednost in kako jih dosegajo. Med osemnajstimi splošnimi cilji predmeta Naravoslovje v učnem načrtu v sedmem razredu se šestkrat pojavi pojem razumevanje, preostali cilji pa se navezujejo predvsem na razvoj spretnosti opazovanja. Med cilji je zavedeno, da morajo učenci prepoznati živali določenih življenjskih okolij, ne pa tudi razlogov, zakaj so življenjski pogoji v določenih področjih ugodni za posamezne organizme.

Pojmi pri predmetu Naravoslovje v sedmem razredu osnovne šole se delno navezujejo na pojme predmeta Naravoslovje v šestem razredu. Večina naravoslovnih pojmov se povezuje z naravoslovnimi vsebinami v nižjih razredih osnovne šole.

Pri učni temi Snovi, njihovih lastnosti in spremembe so izpostavljene fizikalne in kemijske spremembe, poudarek pa je tudi na eksperimentalnem delu, uporabi laboratorijskih pripomočkov in uporabi kemijskega jezika pri zapisovanju opazovanj, meritev in ugotovitev. Pojemovno so podrobno opredeljene razlike med pojmom zmes in čista snov, opredeljene so nekatere metode ločevanja snovi (dekantiranje, filtriranje, izparevanje), vpeljan je pojem spojine, omenjenih pa je tudi več različnih spojin (s posebnim poudarkom na spoznavanju lastnosti vode kot najpomembnejše tekočine) za življenje. Kemijske vsebine v tem razredu zasledimo tudi pri učni temi o zraku in o sestavi ozračja ter o procesih, pri katerih

sodeluje kisik (dihanje in gorenje).

Fizikalne vsebine pokrivajo vsebine o zvoku kot nihanju, oddajanju in sprejemanju zvoka. Kot primeri so obravnavani šumi in hrup z različnih virov. Pri obravnavi svetlobe so poudarjeni pojmi osvetljeno telo, svetlobni žarek, senca, gorišče in goriščna razdalja leče ter preslikava predmeta z lečo in očesa kot organa vida. Zvok in svetloba se povežeta pri obravnavi pojma valovanja: valovna dolžina, frekvenca valovanje, hitrost in odboj svetlobe.

Učna tema gozd pojmovno določa predvsem organizme, ki jih najdemo v gozdu, s poudarkom na rastlinah. Opredeljene so vrste gozdov, gozdne plasti podrasti, debel in krošenj, ki so naprej opredeljene kot listavci ali iglavci in grmi ter praproti lišaji in glive. Za vsako izmed skupin je navedenih več primerov. Živali so razvrščene v skupine živali v stelji, živali gozdnih tal, živali na gozdnih tleh, živali na deblih in krošnjah dreves ter živali, ki jih najpogosteje opazimo na gozdnem robu.

Pri obravnavi celinskih voda je poudarek na ločevanju med stoječimi in tekočimi vodami ter opisovanje planktonskih (rastlinskih in živalskih) organizmov, omenjene pa so tudi sladkovodne alge, nekatere vodne in obvodne rastline ter živali blatnega dna in žival, ki so proste v vodi, na vodni gladini, vodne ptice in obvodne živali. V okviru teh vsebin se spet omeni pojem endemita, sklop pa se zaključi z obravnavo onesnaževanja voda in posegi človeka v okolje.

Morje je od večine slovenskih šol preveč oddaljeno, da bi lahko učitelji pripravili posebne dejavnosti, ki bi jih učenci ob morju izvajali sami. Temu primerno so te vsebine splošno obravnavane. Obravnava temelji na obravnavi organizmov v obrežnem in odprtem morju ter na morskem dnu, poudarjen je pojem halofitov, omenjenih je več vrst rastlin v morju in ob njem ter živali obrežnega pasu in bibavice. Omenjene so tudi ptice ob morju in živali odprtega morja. Vsebinska se običajno izvaja pri naravoslovju ob koncu leta, pogosto z referati in v povezavi s šolo v naravi.

Povezovanje bioloških pojmov je med razredi redka, saj je obravnava življenjskih prostorov v šestem razredu usmerjena na človeka, v sedmem pa v okolje kot življenjski prostor drugih organizmov. Osmi in deveti razred iz naravoslovja preideta v biologijo, ki je obravnavana ločeno od drugih naravoslovnih predmetov. Izjema so pojmi proizvajalec, potrošnik in razkrojivalec, ki jih je mogoče zaslediti v učnih načrtih vseh razredov, in pojma žive in nežive narave, s katerima določamo okoljske življenjske pogoje ter življenjski prostor kot enega izmed osnovnih potreb organizma.

Drugače je pri fizikalnih in kemijskih vsebinah. Zrak, voda in kamnine se kot pojmi pojavljajo od naravoslovja šestega razreda do kemije osmega razreda, prav tako kot pojmi svetloba, toplota in temperatura do osmega pri fiziki. Pojem snovi se iz splošnega pojmovanja do konca osnovne šole razgradi do vrst delcev, ki snovi sestavljajo. Sočasno se poveže s pojmi okoljskih dejavnikov v celovito pojmovanje kroženja snovi v naravi in s tem do celovitega pojmovanja povezanosti okolja.

Prav povezljivost in nadgrajevanje kemijskih in fizikalnih pojmov pri obravnavi bioloških vsebin je bila pomemben dejavnik pri oblikovanju predloga modela poučevanja, ki je zasnovan v doktorski disertaciji. Predlog modela izhaja iz učnega načrta, pri tem pa so vključeni tudi nekateri pojmi, ki se obravnavajo na višjih ravneh izobraževanja in tudi pri drugih predmetih sedmega razreda, predvsem pri geografiji, matematiki in tehniki.



## 6.2 Poučevanje naravoslovja v osnovni šoli

Vsak učitelj ima svojo predstavo o kakovostnem poučevanju, ki jo običajno tudi izvaja v praksi. Učinkovit učitelj nazorno ponazarja uporabnost pridobljenega znanja izven šole in spodbuja učence pri zastavljanju vprašanj v šoli in izven nje. Po mnenju učiteljev je pomembna strokovno ustrezna pripravljenost učitelja za delo v razredu in pripravljenost na sodelovanje z drugimi učitelji, manj pa je pomembno poznavanje filozofije, psihologije in zgodovine razvoja naravoslovja (Pell in Jarvis, 2003)<sup>153</sup>. V tej raziskavi je bilo le nekaj učiteljev mnenja, da je pomembno stalno dodatno strokovno izobraževanje.

Mladi učitelji, ki se prvič srečajo s poučevanjem naravoslovja, imajo težave. Običajno se za prve ure podrobno pripravijo, kar jim da dober občutek pri delu v razredu. V začetku imajo težave s časovno razporeditvijo dela v razredu, z uporabo materialov za naravoslovne dejavnosti in z disciplino. Pogosto je težava tudi dostopnost pripomočkov in materialov, saj morajo te priskrbeti ali pripraviti sami. Planiranje, vodenje razreda in osebna ter materialna podpora so dejavniki ključnega pomena. Pomembno je tudi, da so učiteljem čim bolj dostopni strokovni sodelavci in mentorji za vprašanja in pomoč.

V raziskavi (Black, 2004)<sup>154</sup>, ki je temeljila na študiji primera štirih študentov, ki so se prvič znašli v vlogi učitelja na praksi, so skušali odgovoriti na vprašanja o težavah mladih učiteljev. Vsi študentje, ki so prvič stopili v razred, so bili ustrezno pripravljeni za vodenje pouka v okviru prakse, kar je po mnenju avtorice dobro in hkrati slabo. Ugotavlja, da je dobro, da imajo dober občutek pripravljenosti, slabo pa je, da so bili slabo odzivni na vsiljeno spreminjanje sistema dela med poukom in bolj prostim načinom vodenja ter odzivanja na situacije pri pouku. Pri pripravljanju študentov na poučevanje v šoli je treba dati več poudarka planiranju, tehnikam poučevanja, vodenju razreda in sodelovanju z drugimi učitelji in strokovnjaki.

Učitelji različno sprejemajo poučevanje naravoslovja v osnovni šoli. Pojmovanje poučevanja naravoslovja in pojmovanje dobrega učitelja se razlikuje med učitelji. Raziskave kažejo, da se učitelji, ki se pogosto dodatno izobražujejo in sodelujejo s strokovnjaki na fakultetah, hitreje prilagajajo na različne načine dela v razredu. Kljub poudarjanju pomembnosti pristopa k poučevanju pa učitelji pristopov dobrega učitelja in kakovostnega poučevanja ne povezujejo z metodami dela v razredu, ampak z osebnimi lastnostmi učitelja. Mentorji bodočih učiteljev naravoslovja v največji meri vplivajo na spreminjanje načina poučevanja naravoslovja (Skamp in Muller, 2001)<sup>155</sup>. Mentorji morajo imeti poglobljeno pedagoško znanje o poučevanju naravoslovja in morajo biti seznanjeni s problemi, s katerimi se učitelji začetki srečujejo. Vsebinsko zasnovano pouka pogosto zasenčijo težave s pripravami in vodenjem dela v razredu, zastavljanjem vprašanj, reševanjem problemov in ocenjevanjem. Te težave so značilne za neizkušenega učitelja pri uvajanju v delo v razredu. Pomoč mentorja pri uvajanju v pedagoško prakso pripomore učitelju začetniku oblikovati lasten pristop k poučevanju naravoslovja. Začetnim težavam pri izvedbi učnih ur učitelji pripisujejo prevelik pomen in zanemarjajo druge vidike poučevanja. Ob pomoči mentorjev učitelji lažje razvijajo tudi pozitiven odnos do sodelovanja z drugimi učitelji in s strokovnjaki tega področja (Hudson, 2004)<sup>156</sup>.

Raziskave, pri katerih so opazovali učitelje pri izvajanju pouka, kažejo, da ti večinoma ne sprejemajo novosti in jih ne uvajajo pri pouku naravoslovja, če to ni posebej zahtevano (Arora, Kean in Anthony,

2000; Tobin, 1998)<sup>157,158</sup>. Učiteljeva prepričanja o načinu poučevanja postanejo pogosto pomembna šele ob neposrednem stiku s strokovnjaki. Analiza razredne interakcije pri nekaterih raziskavah ni bila osredotočena izključno na napake v učnem procesu, ki jih učitelji nezavedno počnejo pri poučevanju predmeta, ampak tudi na način, kako učitelj pouk izvaja (Lemke, 1990)<sup>140</sup>. Ugotovljeno je, da ob opozorilih strokovnjakov začnejo učitelji sami sprejemati novosti, čeprav ob tem navajajo vrsto problemov pri njihovi vpeljavi (Chin in Brewer, 1998; Keys in Kenedy, 1999; Back, Czerniak in Lumpe, 2000)<sup>159,160,161</sup>.

Časovni raspored je dejavnik, ki sovpada z učiteljevo izbiro načina poučevanja. Poučevanje z raziskovalnim pristopom je običajno časovno zahtevnejše, kadar učni pripomočki niso neposredno na voljo in jih morajo učitelji šele pridobiti ali narediti. Pogosto je treba pripraviti več enakih pripomočkov za delo v razredu, kar je časovno zamudno. Kako dobro lahko učitelj izvaja pouk naravoslovja, je odvisno tudi od opremljenosti naravoslovne učilnice. Kot posledica tega učitelji raje uporabijo tradicionalni pristop tudi pri naravoslovnih vsebinah.

Kakovost dela v razredu se kaže tudi v sodelovanju med učitelji in učenci. Ta je pri naravoslovju predvsem pomembna pri projektnem delu. Pri raziskavi so med projektnim delom merili, kako učitelji sodelujejo z učenci (Rasku - Puttonen idr., 2003)<sup>162</sup>. Za raziskavo so oblikovali dve skupini, prva je bila pod stalnim vodenjem in sodelovanjem z učiteljem in učenci, v drugi primerjalni skupini pa učitelj dela učencev ni posebej nadziral. Rezultati so pokazali, da so bili vodeni učenci uspešnejši, kar razlagajo z večjo motivacijo učencev in boljšo organiziranostjo dela. Vodeni učenci so več spraševali. Izpostavljen je pomen razumevanja ciljev naloge, ki so jih učenci raziskovane skupine bolje poznali. Učenci so bili uspešnejši pri razumevanju problemskih nalog, saj jih je učitelj pri tem usmerjal. Naloga učitelja je, da nadzira dejavnost učencev pri pouku, hkrati pa se mora tudi prilagajati spremembam, ki se med poukom dogajajo. Učenci morajo razumeti cilje naloge in biti odgovorni za lastno učenje.

Vloga učitelja se s tehnološkim napredkom spreminja. Učne cilje mora učitelj operacionalizirati in prilagajati pogojem dela v razredu ter posamezniku, kar je odvisno od njega samega (Strmčnik, 2001: 185)<sup>163</sup>. Učitelj izbira učne medije, metode in tehnike, s katerimi si učenec lahko pomaga pri spoznanju in razvijanju spretnosti, sposobnosti ter razumevanju. Naloga učitelja pri pridobivanju kakovostnega znanja je, da spremlja, svetuje, vodi in povezuje. Vodenje učnega procesa mora biti zasnovano tako, da ga lahko v določeni fazi prepusti učencem. Sprememba vloge zahteva od učitelja spremembo pogleda na poučevanje in učenje. Učitelji, ki se spopadajo s spremembami, med zaviralnimi dejavniki pogosto omenjajo: preveč sprememb naenkrat in v zelo kratkem času ter neustrezne pogoje za uvajanje sprememb v smislu materialnih in organizacijskih zmožnosti (Novak, 2005: 41)<sup>31</sup>. Kakovost pouka je odvisna od uspešnega sodelovanja in soodločanja učitelja z učenci.

Tradicionalno poučevanje običajno povezujemo z reprodukcijo učne snovi in zanemarjanjem razvijanja učenčevih sposobnosti. Pri takem pouku se ne pojavljajo nepredvidljive situacije, saj učitelj ne obravnava učenca kot vir idej in izkušenj. Učenec pa je običajno tudi prepuščen lastnim sposobnostim in spretnostim. Dejavniji način pridobivanja znanja je didaktični pristop, katerega značilnosti so večpomenskost in odprtost, nenehno spreminjanje ravni razumevanja, dejavnost, poglobljenost, povezanost, uporabnost in trajnost. Interes za naravoslovje povečamo tudi s kakovostnim izvajanjem laboratorijskega dela učencev. Pri tem je pomembno razumevanje navodil za posamezen eksperiment, samostojnost pri izvedbi eksperimenta, varno in pravilno eksperimentiranje, sposobnost opazovanja in beleženja ugotovitev in sklepanje na osnovi dobljenih podatkov (Glažar, 2006: 74–86)<sup>164</sup>. Različnim



strategijam učenja in poučevanja je treba prilagoditi način ugotavljanja dosežkov (Chang in Chiu, 2005)<sup>165</sup>. Pri obdelavi podatkov preizkusa, ki je vključeval poleg izbirnih nalog in nalog z odprtimi vprašanji tudi naloge za preverjanje praktičnega dela, se je izkazalo, da vključevanje teh nalog pripomore k boljšim rezultatom zlasti pri slabših učencih. Rezultati nalog, ki so izhajale iz praktičnega dela, so bili boljši od rezultatov nalog, ki so v večji meri pokrivalo teoretično razumevanje pojmov. Naloge je smiselno sestavljati tako, da odražajo določen konkreten problem, ki ga je mogoče praktično predstaviti, pa tudi naloge, ki obravnavajo zgodovino razvoja stroke, ki osvetlijo pristope pri odkrivanju novega znanja (Levere, 2006)<sup>166</sup>.

### 6.3 Dejavnosti in problemske naloge pri pouku naravoslovja

Temeljne dejavnosti, vezane na učitelja in učenca, kot jih opredeli Strmčnik (2001: 99–107)<sup>167</sup>, so poučevanje, učenje in vzgajanje. Učenčeva ključna dejavnost pri pouku je torej učenje, ki pa mora biti čim manj mehanično in reproduktivno ter čim bolj ustvarjalno in metakognitivno. Usmerjeno mora biti v večji meri na lastne izkušnje in lastno dejavnost v skladu s svojimi zmožnostmi.

Sodobne učne strategije temeljijo na ideji odprtega pouka, za katerega je značilno, da so učni cilji, vsebine in metode usmerjeni in prilagojeni posameznemu učencu. Med modernimi učnimi strategijami so za pouk naravoslovja najpomembnejše (Strmčnik, 2003)<sup>168</sup>: (a) odkrivajoči pouk, ki je usmerjen v iskanje »vpogleda« in v razumevanje kot najvišjo obliko poglobljenega in smiselnega učenja. Raziskovalni pouk (b), ki je zamišljen kot didaktična strategija znanstvenega spoznavanja in raziskovanja in temelji na raziskovalnih načelih, metodah in postopkih, načrtovanju raziskovalnih hipotez in preverjanju rezultatov. Projektni pouk (c), ki je oblika raziskovalnega pouka, pri katerem se učna vsebina obravnava medpredmetno v sklopu določene teme, katere cilj je zaokroženo raziskana vsebina, ki je običajno vpeta v nek socialni vidik ali pa ima večji krajevni pomen. Tudi problemski pouk (č) je podoben raziskovalnemu, le da je osredotočen na natanko določen problem, česar raziskovalni pristop ne zahteva. Problemi so lahko stvarni, namišljeni, teoretični ali praktični, skupna pa je neposredna spoznavna odzivnost učenca na predmet ali vsebino. Med pomembnejše sodi tudi izkustveno usmerjen pouk (d) (v tej skupini je tudi delovno usmerjen pouk), kjer je izkušnja vir znanja in razumevanja, ki je zaradi narave dela opredeljen kritično in tudi zato omogoča trajnejšo zavest o izpostavljenem problemu. Za naravoslovje je ključnega pomena tudi računalniško voden pouk (e), ki je usmerjen k samostojnemu učenju, omogoča pa pester nabor možnosti za vajo in ponavljanje, predčenje v trirazsežnem prostoru, zbiranje, oblikovanje in analizo podatkov, oblikovanje podatkov v grafično obliko in tudi izvajanje poskusov, ki bi sicer bili neprimerni za delo v razredu.

Izbor strategije tudi ključno vpliva na kakovost in učinkovitost pouka naravoslovja ter drugih naravoslovnih predmetov. Tega je mogoče doseči z uvajanjem ustreznih didaktičnih pristopov. Za naravoslovje je najpomembnejše uvajanje izkušnjskega, raziskovalnega in eksperimentalnega pristopa k poučevanju. Odnos do naravnega okolja in razvoj sposobnosti raziskovanja oblikujemo, tako da razvijamo občutljivost za zaznavanje problemov, razvijamo zaupanje v lastne zmožnosti njihovega reševanja, navajamo na načrten način dela in samostojnost mišljenja, razvijamo sistemski analitično-sintetični način razmišljanja ter navajamo na kritično vrednotenje lastnega in tujega dela (Marentič - Požarnik, 2003)<sup>169</sup>.

V okviru evalvacijske študije (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup> se je izkazalo, da se učenci začnejo dolgočasiti, če se oblike dela v razredu pogosto ponavljajo, če so učenci razvrščeni v enake skupine in tudi če so dejavnosti monotone. Pestrost dela lahko učitelj zagotovi tudi tako, da obravnava vsebine medpredmetno z vključevanjem učiteljev drugih predmetov. Poudarek dela bi moral biti na raziskovalnem pristopu, pri katerem učenci sledijo posameznim korakom raziskovanja in povezujejo rezultate z razlagami (Krnjel, 2001)<sup>145</sup>. Naravoslovne dejavnosti so običajno časovno zahtevne, zahtevno pa je tudi prilagajanje težavnosti obravnavane vsebine in dejavnosti različnim učencem.

Pomembno je, da vsi učenci sodelujejo pri izvajanju istih dejavnosti pri obravnavi istih vsebinskih ciljev in da ne diferenciramo skupine v razredu. Storilnostno naravnano, zunanje diferenciran pouk ima neželene učinke (Strmčnik, 1976, 1992)<sup>170,171</sup> in je v nasprotju z izsledki raziskav. Po drugi strani pa individualizacija dopolnjuje notranjo diferenciacijo učencev, saj zajema tudi razlike, ki jih sicer ni mogoče upoštevati. Hkrati ohranja socialno pripadnost in poveča učinek mešane in naravno heterogene učne skupine. Upoštevati je mogoče tudi različen pristop in obseg dela med učenci, različno raven zahtevnosti in prilagojen način beleženja podatkov in ugotovitev. Delo lahko usmerimo z navodili za opazovanje in z zahtevnostjo nalog s spretnostmi in veščinami, ki jih imajo posamezni učenci (Jenkins, 2000)<sup>172</sup>.

Pri pouku morajo biti dejavnosti take, da omogočajo tako sodelovanje kot tudi tekmovanje. S prepoznavanjem dobrih in slabih strani obeh pristopov lahko učitelj razvija oblike dela, ki koristijo učencem v šoli in izven nje. Pomemben je strpen odnos do sodelovanja in tekmovalnosti, odgovornosti in spoštljivosti do dela. Učitelj poučuje in vzgaja tudi s svojo osebnostjo, z načinom komunikacije z učenci in z odzivanjem na različne situacije v razredu med poukom in odmori (Pergar - Kuščer in Razdevšek - Pučko, 2005)<sup>173</sup>. Ustrezna raven sodelovanja in tekmovalnosti posredno določa tudi, koliko truda bo učenec vložil v delo, kako rad bo obiskoval šolo in kakšen odnos bo ustvaril do sovrstnikov in do samega sebe. Neodvisnost, ustvarjalnost in uspešnost, količina znanja in smelost pri delu posameznika povečuje njegovo motiviranost za to delo.

Posebno pomembno za naravoslovje pa je učenje preko lastne izkušnje. Značilnost izkušnjskega doživljajskega pouka pri naravoslovju je uporaba učnih materialov iz narave, pri katerih izstopajo živi organizmi, ki pri pouku pomembno vplivajo na oblikovanje odnosa do živega sveta. Znanje, ki ga učenci pridobijo ob delu z živimi organizmi, je kakovostnejše in trajnejše od znanja, ki ga učenci pridobijo iz drugih virov. V raziskavi učencev sedmih razredov osnovne šole in njihovih čustev do dvoživk in nekaterih drugih živali (Tomažič, 2009)<sup>174</sup> je bilo med vrednotenjem učinka izkustvenega učenja na odnos in znanje učencev o dvoživkah ugotovljeno, da so učenci, ki so pri pouku delali z živimi živalmi, po pouku izkazali višjo spremembo v odnosu do dvoživk kot učenci, pri katerih živi organizmi niso bili uporabljeni. Prav tako so učenci s predhodno neposredno izkušnjo z dvoživkami izkazali boljši odnos do živali in so bili v povprečju uspešnejši v znanju kot učenci brez predhodne izkušnje. Del podatkovnega znanja, ki ga učenci rabijo pri pouku, je dobro pridobiti preko lastne izkušnje. Raziskave so pokazale, da se je pri gojenju organizmov povečala motivacija učencev, ki so brez učiteljevega posredovanja opazovali organizme (Tomkins in Tunnicliffe, 2001)<sup>175</sup>. Med opazovanjem so si učenci med seboj poenotili izrazoslovje, ki so ga rabili za opisovanje organizmov in razlago dogajanja v kulturah. Več organizmov so učenci spoznali, bolj so razlikovali različnosti med njimi. Živali pri učencih povečajo zanimanje, vendar pa le redki učenci razmišljajo in povezujejo zgradbo organizma z okoljem, v katerem živi. Pomembna je sočasna obravnava organizmov v sklopu obravnave ekosistemov, saj jih

učenci tako lahko povežejo z življenjskim okoljem ([Tamir in Shcurr, 1997](#))<sup>176</sup>.

Za pouk naravoslovnih vsebin je pomemben problemski raziskovalni pristop. Problemske naloge so opredeljene kot naloge z različnimi potmi in načini reševanja. Take naloge imajo eno rešitev ali več možnih rešitev, saj je problem reševanja določen stopenjsko. S problemom se mora posameznik najprej soočiti, saj je za vsak problem značilen reševalni algoritem, ki ga je treba postaviti in razčleniti. Po prvem reševanju, ko je algoritem že znan, pa reševanje postane rutina ([Chi idr., 1981](#); [Jonassen, 2000](#))<sup>177,178</sup>. Pri tem pa je treba upoštevati razliko med šolskimi zaprtimi in odprtimi življenjskimi problemi. Šolski problemi so prirejeni na eno najboljšo rešitev, pri odprtih pa je ustreznih rešitev več, te pa je treba ovrednotiti in izbrati najustreznejšo. Pomemben del pri reševanju problemskih nalog sta količina in kakovost obstoječega znanja.

Za razliko od problemskega pristopa pri raziskovalnem predhodno znanje ni ključnega pomena, saj že priprava na tak način dela vključuje seznanjanje s problemom raziskovanja in zahtevanim predhodnim znanjem. Učenje z raziskovanjem vključuje tudi timsko delo, pri katerem je vsak posameznik dejavno vključen v proces. Učenje z raziskovanjem je široko zastavljena dejavnost, ki je še posebej pomembna pri pouku naravoslovja. Za učenje z raziskovanjem je najpomembnejši odnos učitelja do sodelovalnega učenja. Tak način dela od učitelja zahteva veliko vključenost v proces poučevanja, kar je glavni razlog, da je raziskovalna oblika redkeje uporabljena, pomembno pa je tudi prepričanje učitelja o smiselnosti in učinkovitosti takega pouka ([Crawford, 2007](#))<sup>179</sup>. Preko učenja z raziskovanjem prihajajo učenci do znanja na podoben način kot znanstveniki pri svojem delu. Učenci in tudi učitelji morajo pri raziskovalnem pristopu dobro poznati in razumeti problem, hipoteze in poskus, ki je osnova njihovega dela, morajo znati podatke povezati in razložiti ter sklepati, kar vodi do utemeljenih zaključkov ([Tamir idr., 1998](#))<sup>180</sup>.

Posebna oblika problemskega raziskovalnega pouka so dolgotrajni poskusi. Ti imajo pomembno vsebinsko in motivacijsko vlogo. Med bolj znanimi poskusi te vrste je mogoče uvrstiti fizikalne poskuse: Oxfordski električni zvonec ([Oxford Electric Bell](#))<sup>181</sup>, ki zaradi razlike v elektrostatičnih sil med dvema ploščama zvoni že od leta 1840, Beverlyjeva ura ([Beverly Clock](#))<sup>182</sup>, ki teče od 1864, in slavni poskus demonstracije viskoznosti bitumenske smole ([Pitch drop experiment](#))<sup>183</sup>, ki teče od leta 1927. Med biološkimi sta najbolj poznana Rothamstedski poskus ([The Park Grass Experiment](#))<sup>184</sup>, pri katerem od leta 1856 preiskujejo učinek gnojil na pridelek in je še danes neprecenljivi vir pri proučevanju naravne selekcije in biološke pestrosti, in pa evlucijski poskus ([Experimental Evolution](#))<sup>185</sup>, pri katerem Richard Lenski, ameriški evlucijski biolog, spremlja že več kot 50.000 generacij razvoja bakterije *E. coli* (*Escherichia coli* / *Escherich*). Dolgotrajni poskusi imajo značilnost, da po postavitvi poskusa dalj časa spremljamo in opazujemo njegovo delovanje, merimo in zbiramo podatke. V okviru šolskih dejavnosti je kot dolgotrajni poskus najpreprostejše gojenje živali in rastlin, le občasno pa se uporablja tudi opazovanje vremena in drugih okoljskih dejavnikov. Eksperiment je osnova oblikovanja celostnega razumevanja pojava. Dolgotrajni poskusi, pri katerih opazujemo organizme in okoljske dejavnike, so ustrezne dejavnosti za vodenje dnevnika raziskovanja. Ta ima po eni strani spoznavno vlogo, po drugi pa tudi pomembno vlogo pri ugotavljanju pojmovnih in vsebinskih predstav učenca. Pri beleženju opazovanj učenci v veliki meri vključujejo lastno predznanje znanje in izkušnje ([Tomkins in Tunncliffe, 2001](#))<sup>175</sup>. Učenci so tudi bolj vestni pri beleženju opazanj, kažejo pa tudi večji interes za naravoslovje.

## 7 Sinteza teoretičnega dela

Znanje in različne sposobnosti, ki jih oseba pridobi z izkušnjami ali z učenjem, so opredeljene z védenjem in spretnostmi posameznika. Ker ne obstaja le ena vrsta učencev, le ena vrsta učiteljev in le en učni cilj, ni tudi le enega pristopa k učenju. Večplastno znanje zahteva socialne oblike dela, vezane na vsebinske zahteve ter na potrebe in želje posameznika. Ključno je spoznanje, da je pridobivanje znanja dejaven proces in se preoblikuje glede na splet dogodkov in dogajanja.

V šoli se dinamičnost prilagaja učinkovitosti. Z vajo in ponavljanjem opravila in naloge opravimo hitreje. V kolikor so naloge učencem tudi zanimive, je učinek večji. Večja je tudi uporabnost znanja, kar vpliva na trajnost in kritičnost. Kritičnost razvijamo z učnimi situacijami, ki se čim bolj približajo stvarnim primerom. Dolgotrajni poskusi so v tem pogledu pomemben eksperimentalni del pri naravoslovnih predmetih. Kritičnost je pomembna sposobnost posameznika. S sistematičnostjo dela in raziskovanja je naravoslovna spoznanja mogoče kritično oceniti in raziskave ponoviti. S tem se kaže pomen raziskovalnega pristopa pri poučevanju naravoslovja. Ker posameznik običajno prednostno uporablja enega izmed učnih slogov, na kar vplivajo različni dejavniki, so dejavnosti, pri katerih se učenci učijo pri izvajanju poskusov in praktičnem delu v šoli, prednost. Dimenzije izkušenj, pojmov in refleksije širijo abstraktno dojetje problema v skupini in s tem pogled na cilje naloge.

Poseben pomen ima povezovanje izkušenj in pojmovnega znanja. Izkušnja sama po sebi nima posebne vrednosti in jo posameznik dojema na samosvoj način. Vrednost dobi takrat, ko omogoča sprejemanje nadaljnjih izkušenj in s tem povezano učenje, ki ni vsiljeno.

Izkušnje so same po sebi večplastne, prav tako je zasnova medpredmetnega poučevanja, s katerim želimo celostno prikazati izbrane vsebine. Medpredmetnost zahteva pri poučevanju problemski pristop in s tem vpliva na razumevanje naravoslovnih pojmov. Cilji, zastavljeni medpredmetno, omogočajo kritično razmišljanje, analizo in sintezo znanja, pa tudi uporabo ugotovitev, katerih učinek je mogoče ocenjevati in zasledovati v daljšem časovnem obdobju.

V okviru projektnih nalog lahko poteka medpredmetni pristop z manjšimi skupinami učencev. Vsebine so običajno tematske enote z vsebinsko zelo široko zasnovo. Pri tem je pomembno, da je znanje vsebinsko povezano tako, da ni jasnih meja med različnimi disciplinami. To je praktično težko doseči. Raziskave kažejo, da skušajo učitelji izpeljati pouk na ustrezen način, vendar je učinek drugačen, kot si ga zamišljajo. Pri predmetu Naravoslovje učitelji obravnavajo naravoslovne pojme in pojave vsebinsko ločeno glede na posamezne naravoslovne vede, ne pa povezano v okviru določenega ekosistema, kot to predvideva učni načrt. Za učitelje predstavlja povezovanje že smiselno sosledje vsebin in ne prepletanje ved v pravem pomenu besede.

Izsledki raziskav kažejo, da je naravoslovna pismenost zelo nizka med tistimi posamezniki, ki se do naravoslovnih problemov običajno ne opredeljujejo oziroma za predmet ne kažejo zanimanja. Učenca, ki nima pozitivnega odnosa do naravoslovja, pogosto motivirajo naloge z življenjskimi vsebinami. Pri snovanju problemov je pomembna uporaba ustreznega jezika, naravoslovne terminologije in smiselnost rezultatov nalog, ki naj imajo uporabno vrednost.

Pri obravnavi vsebin, ki vključujejo razumevanje dejavnikov okolja na organizme, je pomembna povezava fizike, kemije in biologije. Če želimo, da učenci razumejo okolje, v katerem organizmi živijo,

pa morajo poznati nekatere osnovne fizikalne in kemijske zakonitosti. Na dejavnikih okolja je enostavneje razložiti obstoj in pestrost življenja.

Kakovosten in učinkovit pouk naravoslovnih predmetov je mogoče doseči z uporabo ustreznih didaktičnih pristopov. Za naravoslovje je pomemben izkušenjski, raziskovalni in eksperimentalni pristop k poučevanju. Učencem je treba zagotoviti pester nabor dejavnosti in oblik dela. Pestrost je mogoče zagotoviti z medpredmetno obravnavo vsebine, s povezovanjem učiteljev različnih predmetov in z izborom stvarnih problemov s poudarkom na raziskovalnem delu, omogočeno pa mora biti tako sodelovanje kot tudi tekmovanje med učenci ali med delovnimi skupinami.

Izkušenjsko doživljanje pri naravoslovju se odraža z uporabo učnih materialov iz narave. Pri tem so pomembni živi organizmi, ki jih učenci vodeno opazujejo, jih gojijo, hranijo in se učijo z njimi rokovati, spoznajo telesno-fiziološke značilnosti in jih primerjajo z okoljem, v katerem organizem živi ter ga po doživljanju, nepoškodovanega, v isto okolje tudi vrnejo. Izkušenjsko doživljanje pomembno vpliva na oblikovanje odnosa do živega sveta. Znanje, ki ga učenci pridobijo ob delu z živimi organizmi, je kakovostnejše in trajnejše od znanja, ki ga učenci pridobijo iz drugih virov.



### **III. Empirični del**





# 1 Namen raziskave in raziskovalna vprašanja ter hipoteze

## 1.1 Namen raziskave

Disertacija izhaja iz ugotovitev evalvacijske študije z naslovom Vpliv ocenjevanja znanja na kakovost znanja učencev in na njihov interes za naravoslovje (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup>, ki je obravnavala pouk naravoslovja v 7. razredu. Raziskava je bila namenjena proučevanju in analizi problemov pri obravnavi ekosistema morje pri predmetu Naravoslovje v sedmem razredu osnovne šole. Pričakovali bi, da učitelji to vsebino obravnavajo celostno, z vidika vseh naravoslovnih ved in pri tem izhajajo iz izkušenj in razmišljanja učencev. V evalvacijski študiji se je izkazalo, da učitelji razdelijo vsebino na enote glede na naravoslovne vede: fiziko, kemijo in biologijo. To se ujema tudi z ugotovitvami tujih raziskav (Prosser idr., 2005)<sup>186</sup>. Pokazalo se je, da s tem sicer navidezno dosežejo medpredmetno obravnavo določene vsebine, vendar naravoslovnih pojavov ne osvetlijo povezano z vidika vseh treh naravoslovnih ved. Ta način dela ne vodi k celostnemu razumevanju naravoslovnih vsebin. Zelo malo je problemsko naravnanih vprašanj in ciljno usmerjenega dela v skupinah, prav tako pa ni natančno določena zasnova in pomen dejavnosti ter poskusov pri pouku, ki niso vedno usmerjeni v doseganje določenega cilja. Učenci se pogosto prvič srečajo z abstraktno opredelitvijo pojmov, ne znajo pa jih uvrstiti v svojo pojmovno mrežo, ki jo oblikujejo v dolgotrajnem spominu in bi jo kasneje lahko uporabili. Da dosežemo ta cilj, je treba pouk ustrezno prilagoditi in pri učencih poudariti razvijanje razumevanja pojmov in ne le to, da zgolj kopičijo podatkovno znanje. Treba je spodbujati pogovor med učiteljem in učenci ter med učenci samimi. Ta temelji na ustreznem postavljanju vprašanj in temu primernih odgovorov. Rezultat evalvacijske študije opozarja, da učitelji v praksi sprašujejo učence predvsem po dejstvih in podatkih. Na taka vprašanja dobijo učitelji od učencev le kratke odgovore. Tak način sporočanja onemogoča pomenski pogovor med udeleženci učnega procesa (Marentič - Požarnik in Plut - Pregelj, 2009)<sup>187</sup>. Učitelji pri pouku namenijo premalo pozornosti razvijanju razumevanja pojavov, ki so osnova za naravoslovno mišljenje. Pri pripravi obravnave izbrane učne vsebine učitelji ne izhajajo iz hierarhične razvrstitve pojmov. Učitelji ne poudarijo ključnih pojmov, ki so skupni vsem ekosistemom in jih znotraj posameznega ekosistema ne ponazorijo z ustreznimi primeri.

V okviru doktorskega dela so na osnovi ugotovitev evalvacijske študije, analize učnega načrta in učbenikov ter spremljanja pouka naravoslovja v šoli ugotovljeni nekateri problemi pri poučevanju naravoslovnih vsebin. Preverjeno je, v kolikšni meri celosten pristop pri obravnavi vsebine spodbuja učence k razmišljanju. Na osnovi zbranih podatkov je izdelan model poučevanja ekosistema morje. Pri prenosu modela v šolo je bil ta optimiziran z upoštevanjem težav, s katerimi so se učitelj srečevali pri prenosu modela v prakso. Pomembna točka raziskave je bilo tudi ugotavljanje odziva učencev na medpredmetno poučevanje s poudarkom na razumevanju podanih vsebin.

Učinkovitost modela je preverjena na osnovi primerjave rezultatov predpreizkusa, preizkusa in popreizkusa znanja. Preizkus in popreizkus sta vsebinsko enaka; preizkus je bil izveden takoj po obravnavi modela, popreizkus pa tri mesece kasneje. Končni cilj je bila izdelava modela poučevanja naravoslovja, s katerim bi premostili prepada med dosedanjim pojmovanjem medpredmetnega poučevanja in med celostnim pristopom pri poučevanju.

Pojavila so se številna vprašanja, predvsem: (1) ali učenci vsebine razumejo; (2) ali je pouk

naravoslovja ustrezno pojmovno in vsebinsko zasnovan; (3) kako so učenci uspešni pri reševanju problemov, pri katerih je treba vsebine razumeti; (4) ali je mogoče napačna razumevanja odkriti med obravnavo snovi; (5) kakšen je odnos posameznih učencev do naravoslovja ter (6) kako nekatere demografske spremenljivke vplivajo na uspešnost reševanja problemskih nalog.

Odgovori na ta vprašanja so pomembni, saj se vpliv celostnega razumevanja vsebin kaže tudi pri rezultatih mednarodnih raziskav. Uspeh na testih TIMSS in PISA kaže, da imajo slovenski osnovnošolci težave pri celostnem razumevanju naravoslovnih pojmov in bi bili njihovi rezultati lahko boljši (PISA 2006, 2007)<sup>188</sup>. Pri raziskavi PISA 2006 sta na najvišji ravni po dosežku le dobra dva odstotka učencev slovenskih šol, v zgornjih dveh ravneh pa skupaj dobrih petnajst odstotkov. Le dobra sedmina vseh slovenskih učencev, ki so sodelovali pri raziskavi (6548 petnajstletnikov), jasno in zanesljivo izkazuje visoko raven naravoslovnega razumevanja in zanesljivo prepoznajo, pojasnijo in uporabijo svoje naravoslovno znanje ter ga povežejo z različnimi viri, razlagami in podatki. Prav tak delež učencev zna tudi preveriti dejstva ter utemeljiti svoje razmišljanje in odločitve.

## 1.2 Cilji

Cilji doktorskega dela so:

1. razviti model poučevanja, ki bi omogočil boljše celostno razumevanje naravoslovnih pojmov in pojavov v naravi;
2. ugotoviti, kako razumevanje temeljnih naravoslovnih pojmov vpliva na celostno razumevanje naravoslovja;
3. opredeliti težave pri vpeljavi novega modela poučevanja v učno okolje;
4. ugotoviti vpliv nekaterih demografskih značilnosti in učne uspešnosti pri izbranih predmetih na razlike v reševanju preizkusov o razumevanju naravoslovnih dejavnikov okolja;
5. ugotoviti napačna in nepopolna razumevanja izbranih naravoslovnih pojmov, ki so vezana na razumevanje dejavnikov okolja.

## 1.3 Raziskovalna vprašanja

(1) S kakšnimi težavami se srečujejo učitelji pri prenosu modela poučevanja vsebin v prakso?

(akcijski del raziskave)

(2) Kakšen je odnos učencev na medpredmetno poučevanje naravoslovnih vsebin?

(vpeljava modela v akcijskem in eksperimentalnem delu raziskave, intervjuji)

(3) Ali je pouk naravoslovja pri opazovanih učiteljih ustrezno pojmovno in vsebinsko obravnavan?

(vsebinska in pojmovna analiza dokumentiranih virov in posnetkov ur pouka)

(4) Kako poučevanje po modelu vpliva na razumevanje poučevanih vsebin?

(rezultati analize predpreizkusa, preizkusa in popreizkusa)

(5) Kako so učenci uspešni pri reševanju problemskih naravoslovnih nalog?

(rezultati analize predpreizkusa, preizkusa in popreizkusa)

(6) Ali je mogoče med izvajanjem modela poučevanja odkrivati napačna razumevanja?

(rezultati analize dokumentiranih virov, posnetkov ur pouka in preizkusov)

(7) Kakšen je odnos učencev do naravoslovja?

(analiza opazovanih ur pouka, anketnega vprašalnika, intervjujev)

## 1.4 Raziskovalne hipoteze

Skladno z obravnavano problematiko in cilji so postavljene naslednje hipoteze:

H1: Učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju preizkusa (R) naravoslovnega znanja.

H<sub>0</sub>1: Med učenci eksperimentalne in primerjalne skupine statistično ni razlik v reševanju preizkusa.

H2: Učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju popreizkusa (S) naravoslovnega znanja.

H<sub>0</sub>2: Med učenci eksperimentalne in primerjalne skupine statistično ni razlik v reševanju popreizkusa.

H3: Učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri odgovarjanju na vprašanja preizkusa in popreizkusa o vsebinah povezovanja organizmov z okoljskimi dejavniki.

H<sub>0</sub>3: Med učenci eksperimentalne in primerjalne skupine statistično ni razlik pri odgovarjanju na vprašanja o povezovanju organizmov z okoljskimi dejavniki.

H4: Učenci obeh skupin se po spolu statistično razlikujejo po uspešnosti reševanja preizkusa (R) in popreizkusa (S) znanja naravoslovnih vsebin.

H<sub>0</sub>4: Med spoloma učencev statistično ni razlik v reševanju preizkusa in popreizkusa znanja naravoslovnih vsebin.

H5: Učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci primerjalne skupine dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju nalog, ki vključujejo razumevanje in izvajanje dolgotrajnih poskusov na preizkusu in na po popreizkusu naravoslovnega znanja.

H<sub>0</sub>5: Med učenci obeh skupin statistično ni razlike v rezultatih nalog, ki vključujejo razumevanje dolgotrajnih poskusov.

H6: Učenci primerjalne skupine na popreizkusu dosegajo statistično pomembno nižji rezultat kot na preizkusu naravoslovnega znanja.

H<sub>0</sub>6: V uspehu učencev primerjalne skupine je na popreizkusu in preizkusu ni statistično pomembni razlik.

## 2 Metoda dela

Metoda dela združuje kvalitativno in kvantitativno raziskovanje. Pri pripravi in prilagajanju predloga modela poučevanja za zbiranje podatkov o izvajanju pouka in dela v šoli je bilo uporabljeno akcijsko raziskovanje, učinkovitost dela in znanja učencev pa je bila preverjena s kvantitativnim merjenjem uspešnosti reševanja vsebinskih nalog pred izvajanjem in po izvajanju prirejenih učnih vsebin.

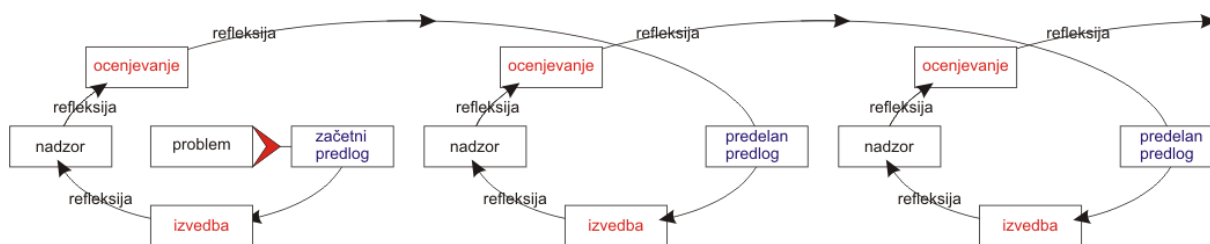
Akcijsko raziskovanje je bilo uporabljeno z namenom spremljanja razmer in sprememb, ki jih ne le opisujemo in tolmačimo, ampak se nanje tudi odzovemo in jih po potrebi spreminjamo ter sočasno pokažemo proces spreminjanja (Phelps in Hase, 2002)<sup>189</sup>. Akcijsko raziskovanje je dejavnik učiteljevega poklicnega razvoja, ki zagotavlja kakovost dela v vzgojno-izobraževalnih ustanovah. Akcijske raziskave izvajajo učitelji sami, pogosto s pomočjo mentorja ali zunanjih opazovalcev oziroma raziskovalcev in je usmerjeno v neposredno izboljševanje prakse. Koraki te vrste raziskovanja sledijo spirali, vsak korak pa zajema načrtovanje, izvedbo dejanja in oceno doseženega rezultata dejanja. Pri tem izvajalec na osnovi lastnih izsledkov in izsledkov drugih udeležencev podrobno spozna ali oceni svoje delo in vanj vnese spremembe, ki delo izboljšajo ali pa povečajo njegovo učinkovitost. Ta vrsta raziskovanja temelji na predpostavki, da bodo učitelji najboljše proučevali probleme, ki si jih bodo zastavili sami in za katerih rešitev bodo še posebej dejavni. S tem je doseženo tudi učinkovitejše nadaljnje delo, saj lahko učitelji trajno proučujejo in ocenjujejo svoje delo ter vedno znova preizkušajo učinkovitost novih pristopov. Akcijsko raziskovanje spodbuja učiteljev profesionalni razvoj in spodbuja timsko delo učitelja v razredu in izven njega.

Izhodišče akcijske raziskave je priprava prožnega raziskovalnega načrta, ki se nadalje oblikuje in dopolnjuje skozi celotno raziskavo. Raziskava je razdeljena na posamezne korake, vsak korak pa mora biti usmerjen k dejavnostim z določenimi cilji. Pri akcijski raziskavi je pomemben končni rezultat, še bolj pa je pomemben postopek, s katerim učitelj prilagodi lastno razmišljanje in poučevanje (Vogrinc idr., 2007)<sup>190</sup>.

Pri kvalitativnem raziskovanju raziskovalec z neposredno udeležbo spoznava proučevani pojav v okolju. Cilj je z različnimi tehnikami zbrati opise ljudi, dogodkov, položajev, spoznati poglede proučevanih oseb ipd., zbrane podatke besedno obdelati in ugotovitve povezati v utemeljeno teorijo, ki je vsebinsko vezana. Kakovost znanstvenih spoznanj pri kvalitativnem raziskovanju povečamo s triangulacijo oziroma združevanjem različnih metod, tehnik, virov podatkov, raziskovalcev, teorij in znanstvenih disciplin v isti raziskavi. Triangulacijo utemeljimo kot strategijo zagotavljanja kakovosti znanstvenih spoznanj kvalitativnega raziskovanja (Vogrinc, 2008)<sup>191</sup>. Posameznik je v dogodek vpleten osebno, njegovo dožemanje dogodka pa je izraz osebnega doživljanja. Prav njegove želje, pričakovanja, interesi, potrebe, osebni pogledi ljudi, ki so vključeni v raziskavo, naj bi kvalitativno usmerjenemu raziskovalcu pomagali do popolnejšega spoznanja proučevanih pojavov. Vsaka tehnika in teorija razkrijeta delček svojevrstne realnosti, zato izsledki, ki so nastali na podlagi različnih tehnik in teorij, samodejno ne sestavljajo skladne podobe proučevanega pojava.

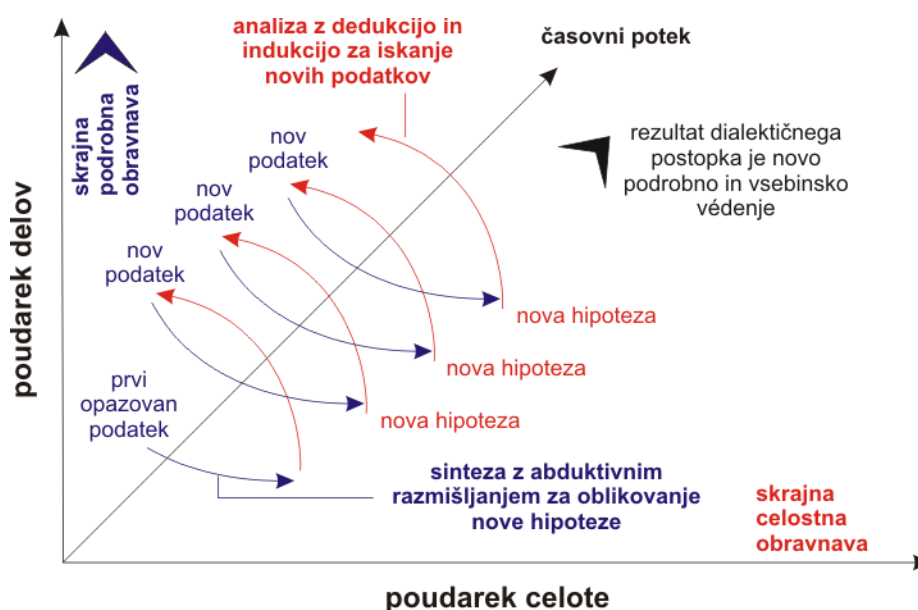
Za povezovanje kvalitativnega in kvantitativnega raziskovanja ni posebnega predpisanega modela, niti ni posebej določenih postopkov izvajanja posameznih korakov raziskave. Prav zato omogoča

povezovanje teh dveh oblik raziskovanja veliko raziskovalno pestrost, ki jo oblikuje raziskovalec. Pomembno je, da so koraki, po katerih raziskava poteka, jasno predstavljeni, da so skrbno določeni posamezni postopki ter spoznavna raven, ki jo z njimi dosežemo. Raziskava mora biti ustrezno opredeljena, da ohrani vsebinsko preglednost in metodološko natančnost. Empirično analitična kvantitativna znanost se omejuje na metodologijo, ki je za kvalitativni pristop k raziskovanju nedopustno krčenje raziskovalne širine. Kvalitativni pristop ohrani spoznavanje dejstev in vsebino. Čeprav je pri kvalitativnem raziskovanju pogosto porušeno strogo ločevanje med predmetom raziskovanja in raziskovalcem, namen raziskave razkriva drugačen vidik problema (Mažgon, 2001, 2006)<sup>192,193</sup>.



Shema 11: Koraki akcijskega raziskovanja (prirejeno po Fisher, Bennett - Levy in Irwin, 2003)<sup>194</sup>.

Zaradi značilnega pristopa je pogosto zaznati togo opredeljevanje razlike med akcijskim raziskovanjem in *pravim* znanstvenim raziskovanjem. Pri znanstvenem pristopu je mogoče ugotovitve opisati z zakoni, pri akcijskih raziskavah pa je v ospredju postopek in ocenjevanje dejanja (Shema 11) (Fisher, Bennett - Levy in Irwin, 2003)<sup>194</sup>. Postopek je opredeljen z določitvijo problema, v okviru katerega se razvije hipoteza, in nadaljnjim korakom, v katerem se ta hipoteza preveri. Na pridobljenih podatkih se prilagodi osnovno raziskovalno dejanje in postopek se ponovi. V tem pogledu znanstveni pristop in akcijsko raziskovanje ne potekata vzporedno, ampak vzajemno in se sočasno dopolnjujeta (Barton in Haslett, 2007)<sup>195</sup>. Opis znanstvene metode kot dialektike protislovij analize in sinteze je podprt z logiko abdukcije (odmik od navidezno nepovezanih podatkov s slutnjo o povezanosti), dedukcije (sklepanje iz splošnega na posamezno) in indukcije (sklepanje iz posameznega na splošno).



Shema 12: Znanstvena metoda med analizo in sintezo (prirejeno po Barton in Haslett, 2007)<sup>195</sup>.

Vsak korak raziskave vključuje načrt, dejanje, opazovanje spremembe in tolmačenje rezultatov. Prav sistemski način razmišljanja pa združuje posamezno in splošno, znanstveno in akcijsko, kvantitativno in kvalitativno. Podatek je oblikovan v splošno hipotezo, ki posledično določi sintezo in nadaljnjo analizo, ki spet zahteva podatkovno osnovo, ki išče splošnost in sintezo za nadaljnjo analizo ([Shema 12](#)).

Dognanja raziskave je treba potrditi na podlagi sinteze treh metod: ponovne obravnave raziskave, triangulacije različnih opazovalcev in raziskovalcev ter vodenja dnevnika ([Lincoln in Guba, 1985: 301](#); [Hozjan, 2003](#))<sup>196,197</sup>. Dogajanje v razredu je dinamično in spontano, zato je ponovljivost raziskovanja nemogoča. Večje število raziskovalcev poveča kakovost in zanesljivost raziskave. Večino učnih ur v razredu naj hkrati opazujeta vsaj dva zunanja opazovalca in s tem omogočita objektivnejše zbiranje podatkov ([Maxwell, 1992](#))<sup>198</sup>. Nedoslednost pri izvajanju kvalitativnih raziskav pogosto vnaša dvom v veljavnost tovrstnih odkritij ([Driscoll in Dick, 1999](#))<sup>199</sup>.

## 2.1 Vzorec

Vzorec učencev je razdeljen na dva dela. V prvem delu pri pripravi akcijske raziskave in prvi izvedbi modela poučevanja sta sodelovala 2 učitelja (oznaka šole: *aah* (25 učencev) in *aiv* (24 učencev)), vsak v enem 7. razredu osnovne šole. V drugem delu raziskave, ki zajema preizkus modela v šoli, je sodelovalo 7 šol s skupno 204 učenci (oznake šol: *eaped* 37, *eamsm* 48, *eevrd* 38, *eelav* 12, *eivts* 25, *eoguz* 21 in *eokon* 23 učencev), ki so izvajali sklope modela poučevanja.

Predpreizkus, preizkus in popreizkus so reševali učenci 7 šol eksperimentalne skupine (246 učencev) in različnih 7 šol primerjalne skupine (242 učencev). Vsi učenci niso reševali vseh treh preizkusov ali pa niso izpolnjevali vprašalnika, zato so za končno analizo uporabljeni le podatki učencev, ki so izpolnili vse zahtevane obveznosti. Skupaj je to 386 učencev (162 eksperimentalna in 224 primerjalna skupina), ki predstavljajo 2,02 % populacije tega razreda na državni ravni. Končni nabor podatkov je naveden v razpredelnici izbranih šol ([Razpredelnica 5](#)).

V marcu 2007, ko se je pričelo izvajanje predpreizkusa, je bila celotna populacija osnovnošolcev 143.988 učencev, od tega jih je sedmi razred obiskovalo 19.109 (9.750 dečkov in 9.359 deklic), starost učencev pa je bila med 13 in 14 let. Celoten vzorec raziskave predstavlja 2,28 % celotne populacije učencev sedmih razredov v Sloveniji. Vzorec zajet v eksperimentalnem delu raziskave predstavlja 2,18 % dečkov in 2,37 % deklic te starostne skupine učencev, ki je obiskovala sedmi razred v tem šolskem letu ([SURIS](#))<sup>200</sup>.

Značilnost izbranih šol je, da so iz mestnega, primestnega in vaškega okolja, izbrane šole pa so na različnih delih države. Zaradi vrste raziskave podatki o učiteljih, šoli in učencih niso navedeni. Imena šol so označena s tremi (akcijski del) ali petimi (eksperimentalni del) črkami, demografski podatki šol pa so opredeljeni splošno. Podrobni opisi vseh šol vključenih v raziskavo, so zajeti v prilogah ([Priloge G in H](#)) Vsi učitelji in ravnatelji so v besedilu zapisani v moškem spolu, označeno ime pa je enako oznaki šole. Pri učencih je običajno naveden spol, imena pa so spremenjena.

Ena šola je bila iz osrednjeslovenske, dve iz pomurske, dve iz savinjske, ena iz gorenjske in ena iz primorske regije. Šola v primorski regiji ni bila v bližini morja. Ravnateljem šole in učiteljem naravoslovja na šoli je bilo poslano pismo z natančnim opisom raziskave.

Učitelji eksperimentalne skupine so se s postopkom raziskave seznanili tudi na srečanjih. Vse šole, ki

so sodelovanje potrdile, so se zavezale za celotno izvajanje raziskave, vključno s preizkusi znanj in anketami ter intervjuji. Šolam je bil poslan dopis z obvestilom za starše in z izjavo o strinjanju s sodelovanjem njihovega otroka v raziskavi. Vsi sodelujoči so v raziskavi sodelovali prostovoljno.

**Prvi del raziskave: akcijska raziskava**

šola (učencev)	pilotska skupina	
	učenci (f/d)	regija
aah (500)	25 (9/16)	osrednje slovenska
aiv (800)	24 (12/12)	gorenjska
skupaj	49 (21/28)	

**Drugi del raziskave: eksperimentalni del (reševanje preizkusov znanja in ankete)**

šola (učencev)	eksperimentalna skupina		primerjalna skupina	
	učenci (f/d)	regija	učenci (f/d)	šola (učencev)
eaped (300)	34 (16/18)	primorska	44 (19/25)	paped (300)
eamsm (400)	32 (16/16)	osrednje slovenska	25 (8/17)	pamsm (400)
eelav (100)	11 (6/5)	pomurska	9 (4/5)	pelav (100)
eevrd (200)	31 (18/13)	savinjska	48 (25/23)	pevrd (450)
eivts (700)	24 (12/12)	gorenjska	17 (9/8)	pivts (650)
eoguz (700)	17 (9/8)	savinjska	38 (23/15)	poguz (700)
eokon (450)	13 (8/5)	pomurska	43 (19/24)	pokon (400)
skupaj	162 (85/77)		224 (107/117)	skupaj

**Legenda:** f - fantje, d - dekleta.

Razpredelnica 5: Izbrane šole eksperimentalne in primerjalne skupine (v oklepajih je št. fantov/deklet).

Dosežki učencev na predpreizkusu, preizkusu in popreizkusu ter podatki, pridobljeni z intervjuji, so bili uporabljeni zgolj v raziskovalne namene in so ustrezno varnostno zaščiteni in shranjeni. Brezimmnost učencev je bila zagotovljena s šiframi, prav tako tudi zaradi varovanja podatkov poimenski sezname šol in podrobni opisi niso navedeni v opisu vzorca. Podatki so na voljo pri raziskovalcu.

Podatki o učiteljih so podrobneje predstavljeni v prilogah (**Prilogi G in H**), v **Razpredelnici 6** pa so zbrani podatki o delovni dobi učitelja, pridobljenem strokovnem nazivu in dodatnem izobraževanju, ki ga je učitelj opravil za poučevanje predmeta Naravoslovje. V stolpcu, kjer so navedeni predmeti, ki jih poučuje, so zabeleženi osnovni predmeti in pa predmeti, ki jih učitelj občasno izvaja kot nadomeščanja. Pri tem so izpostavljeni predmeti, kjer učitelj med nadomeščanjem tudi res izvaja pouk tega predmeta in ne nekega drugega predmeta. Dodatne učiteljeve prostovoljne dejavnosti niso navedene, prav tako pa niso navedeni izbirni predmeti, ki jih učitelj poučuje, saj se spreminjajo in so v sklopu osnovnih predmetov. Vsi učitelji sodelujejo v različnih aktivih šol, vsi učitelji izvajajo neko obliko dodatnega oziroma dopolnilnega pouka, pogosto pa navajajo tudi dejavnosti, pri katerih sodelujejo s starši ali drugimi pomembnimi osebami ali ustanovami. Vsi učitelji imajo tudi določene tudi posebne govorilne ure za starše in učence, nekajkrat na leto (po potrebi) pa organizirajo tudi roditeljski sestanek, kjer staršem predstavijo delo pri posameznih predmetih.



učitelj	delovna doba do:	zaključen študij	dodatno izobraževanje	predmeti	laborant
aah	25	PA	ne	bio, nar	ne
aiv	10	PŠ	da	bio, kem, nar	da (formalno)
eaped	5	DP	da*, DK	kem, bio, gos	ne
eamsm	5	DP (brez diplome)	ne	kem, laborant	ne
eevrd	25	PA, DP	da	kem, bio, nar, pr	da
eelav	5	DP	da*	kem, bio, nar, gos	ne
eivts	10	PŠ	da	kem, bio, nar	da (redko)
eoguz	25	PA, DP	da	nar, gos	da
eokon	25	PA, DP	da	bio, nar, gos	da

**Legenda:** PA - dvoletna Pedagoška akademija, DP - dvopredmetni študij na Pedagoški Fakulteti, PŠ - končan podiplomski študij, \* - v letu raziskave obiskuje dodatno izobraževanje za poučevanje predmeta Naravoslovje, DK - opravljeno dopolnilno izobraževanje za poučevanje kemije na srednješolski ravni, kem - predmet kemija, bio - predmet biologija, nar - predmet naravoslovje, gos - predmet gospodinjstvo, pr - pomočnik ravnatelja

Razpredelnica 6: Podatki o učiteljih akcijskega in eksperimentalnega dela raziskave.

## 2.2 Pripomočki in spremenljivke

Pri zbiranju kvantitativnih in kvalitativnih podatkov so bili uporabljeni naslednji pripomočki:

- opazovalna pola za sledenje dogajanju v razredu,
- predpreizkus naravoslovnega znanja,
- preizkus in popreizkus naravoslovnega znanja, izvedena v razmiku treh mesecev,
- vprašalnik za učence.

Kvalitativni podatki so bili zbrani s pomočjo posnetkov in polstrukturiranih intervjujev:

- posnetki obiskanih ur pouka,
- polstrukturirani intervjuji učencev,
- polstrukturirani intervjuji učiteljev,
- polstrukturirani intervjuji ravnateljev.

### 2.2.1 Predlog modela poučevanja

Predlog modela poučevanja vsebuje pet medpredmetno povezanih sklopov vsebin, ki so zasnovane tako, da jih izvajamo zaporedno pred obravnavo ekosistemov, torej v začetku šolskega leta.

V prvem vsebinskem sklopu so poudarjeni ključni pojmi in dejavniki, ki opisujejo življenjsko okolje. V drugem sklopu sledi vpeljava pomembnejših fizikalnih in kemijskih pojmov, ki opišejo življenjsko okolje pri obravnavi bioloških vsebin. Nekateri pojmi niso neposredno podani v učnem načrtu, vendar so pogosto v rabi, zato jih učenci poznajo vsaj na deklarativni besedni ravni. V tretjem sklopu je poudarek na razvijanju izkustvenega doživljanja organizmov in nežive narave z usmerjenim vodenjem opazovanja vplivov okolja na podobne organizme. Izhodišče je teza, da sta zgradba organizma in njegovo življenjsko okolje neločljivo povezana. V četrtem sklopu je poudarjeno razvijanje razumevanja soodvisnosti vzrokov za naravoslovne pojave in posledic njihovega delovanja na organizme, v petem sklopu pa celostna obravnava naravoslovnih vsebin pri pouku.



Osnovna rdeča nit med sklopi je, da biološke vsebine izhajajo iz fizikalnih in kemijskih parametrov. Drugi vsebinski sklop je pretežno eksperimentalen, saj morajo učenci spoznati ali ponoviti fizikalne in kemijske dejavnike ter pojme, ki vplivajo na ekosisteme. Izbrane biološke vsebine se navezujejo na izbor nalog v raziskavi TIMSS, ki ugotavljajo znanje in razumevanje soodvisnosti organizmov ter okolja, ravnotežje v naravnih sistemih, pretok energije in spremembe ter vpliv naravnih in človeških dejavnikov na okolje (Mullis idr., 2007)<sup>201</sup>.

Morje je eden izmed treh ekosistemov učnega načrta za Naravoslovje v sedmem razredu osnovne šole. To vsebino učitelji običajno obravnavajo ob koncu šolskega leta z vključevanjem referatov učencev in z napotki za dejavnosti, ki naj bi jih učenci izvajali samostojno po koncu šolskega leta. Eden izmed razlogov za izbor pa je pestrost organizmov in sprememb dejavnikov okolja ter ekstremnih pogojev, s katerimi je mogoče opisati različne značilnosti okolja ekosistema.

Osnovni cilji pripravljenih vsebinskih sklopov modela poučevanja so:

- (1) razvijanje sposobnosti opazovanja in opisovanja,
- (2) razumevanje sprememb v okolju in njihovega vpliva na organizme,
- (3) prilagoditve organizmov,
- (4) poznavanje fizikalnih in kemijskih sprememb  
(temperatura, slanost, tlak, vlaga, količina padavin, izhlapevanje vode),
- (5) spoznavanje pestrosti rastlin in živali v različnih ekosistemih,
- (6) povezovanju živalskih in rastlinskih predstavnikov v prehranjevalne spletke,
- (7) seznanjanju z življenjskimi predeli, ki se med seboj razlikujejo po življenjskih razmerah.

### **1. sklop: Ključni pojmi in dejavniki, ki opisujejo spremembe v okolju**

V prvem sklopu sledimo ciljem razumevanja sprememb v okolju in razvijanju sposobnosti opazovanja, opisovanja ter seznanjanju z različnostjo različnih življenjskih predelov.

V tem sklopu učenci z učiteljem opredelijo pojem spremembe. Tega je treba povezati z dnevnimi spremembami in letnimi časi ter z geografskim položajem območja: dnevne (jutro, dan, večer, noč) in letne (letni časi: zima, pomlad, poletje, jesen) spremembe v okolju, ki določajo različnost pogojev glede na geografski položaj, pri tem se upošteva razsežnost in intenzivnost sprememb. V prvem sklopu poskušajo učenci najti čim več sprememb v okolju in jih opredeliti po času trajanja in intenzivnosti.

Z opredelitvijo pojma spremembe učenci določijo kratkotrajne in dolgotrajne, hitre in počasne spremembe. V uvodu učne ure učenci navajajo različne spremembe in določijo kategorije trajanja; trenutne, dnevne, mesečne in letne spremembe ter spremembe, za katere ni mogoče natančno določiti časovnega obdobja (potresi, poplave, vulkanski izbruhi). Vsaki spremembi je treba določiti nasprotno pare (sprememba svetlobe: dan – noč, vlage (rosa): suho – vlažno, temperature: toplo – hladno, fotosinteza: poteka – ne poteka) in stopnjevanje (več – manj, višja – nižja, topleje – hladneje, bolj svetlo – bolj temno, poteka hitreje – poteka počasneje). Izpostavljene pojme, ki določajo dejavnike (temperatura, tlak, slanost, količina biomase, količina padavin), opredelimo s pomočjo različnih vrst zemljevidov Zemlje (prosojnice ali računalniške slike: temperatura morja, poraščenost kontinentov z gozdnatimi površinami, življenjska območja, hribovitost, količina padavin). Spremembe morajo biti časovno opredeljene, določen pa mora biti tudi velikostni razred spremembe (temperatura v morskih globinah se bistveno ne spreminja, v jamah ni svetlobe ipd.). Posebej pomembno je, da opredelimo

skrajne pogoje (temperatura, tlak, količina padavin) in s tem tudi pojem omejujočega dejavnika ekosistema. Dejavnik, ki je v okolju najbolj izražen in najbolj odstopa od povprečja, je tisti dejavnik, ki najbolj omejuje pestrost življenja. Organizmi takih okolij se pogosto nahajajo v stanju stradanja, redko pa v stanju preobilja. Rast organizmov je odvisna od pomanjkanje snovi in energije (Sprengel-Liebigov zakon minimuma) (Ploeg, Böhm in Kirkham, 1999)<sup>202</sup>, tolerance na okoljske faktorje, genetskega omejevanja in evolucijske zasnove (sposobnost prilagajanja novemu okolju ali spremenjenim dejavnikom okolja).

Učenci začnejo dejavnike spoznavati s pomočjo poskusov. Pri tem poskus zasnujemo tako, da je mogoče preveriti tudi nepristranskost poskusa, določiti odvisne in neodvisne spremenljivke, hkrati pa je to dolgotrajni poskus in je mogoče zasnovo poskusa ponoviti ob vsakem opazovanju.

Pri izvajanju poskusa v treh posodah, ki so (1) odkrita, (2) pokrita s prosojnim in (3) pokrita z neprosojnim papirjem, se lahko uporabljajo vodne rastline (alge), priporočena pa je uporaba javanskega vodnega mahu (*Taxiphyllum barbieri* / *Hypnaceae*) zaradi značilne temno zelene barve, ki se pri močni svetlobi spreminja v svetlejšo zeleno, pri slabi svetlobi pa se pojavijo odtenki rjave in rdeče. Javanski vodni mah uporabljajo akvaristi, zato je široko dostopen, lahko ga je vzdrževati in hitro raste. Brez težav ga je mogoče obrezovati in pritrjevati na različne površine v posodah ali akvarijih. Prednost pa je tudi, da raste tako v vodi kot tudi na kopnem. V vodnem okolju ima značilno zeleno barvo, na kopnem pa je pogosto rjavo in rdeče obarvanje. Priporočljivo temperaturno območje za gojenje je med 15 °C in 28 °C, pH vode pa je lahko od 5 do 9.

#### **Primer poteka izpeljave ure je podan v naslednjih korakih:**

- učenci odgovorijo na vprašanje, kaj se spreminja; učitelj spremembe zapiše na šolsko tablo;
- učenci opredelijo trajanje posamezne spremembe (ura, dan, mesec, leto ...);
- učenci razvrstijo spremembe glede na trajanje; učitelj razvršča pojme v razpredelnico;
- učenci odgovorijo na vprašanje, na kaj vplivajo navedene spremembe;
- učitelj vodi učence do omembe dejavnikov (svetloba, vlage, temperatura);
- pojme določimo kot dejavnike in pokažemo pripravljene zemljevide Zemlje (prosojnica "Temperatura morja", prosojnica "Gozdne površine", prosojnica "Življenjska območja, prosojnica "Satelitska slika");
- učenci iščejo dogovore na vprašanje, kateri predeli Zemlje imajo počasi spreminjajoče se pogoje;
- učenci iščejo dogovore na vprašanje, kateri predeli Zemlje imajo hitro spreminjajoče se pogoje;
- učitelj izvede demonstracijski poskus z vodno rastlino; (1) posoda ni zakrita, (2) je ovita v prosojen bel papir in (3) v neprosojen črn ovoj;
- učenci sami določijo časovno obdobje, ko bodo rezultati poskusa preverili;
- učenci iščejo meje dejavnikov: najnižja/najvišja izmerjena temperatura, največji/najnižji tlak, največ/najmanj svetlobe, padavin;
- učenci poskusijo odgovoriti na vprašanje, kaj je omejujoč dejavnik ekosistema;
- ključna ugotovitev ure je, da je dejavnik, ki v okolju najbolj izrazit/neizrazit tisti, ki najbolj omejuje pestrost življenja;
- učenci dobijo domačo nalogo v parih: opisati morajo življenjsko območje (Sahara, Antarktika, Triglav, gozdni rob, pršni pas, jama, gejzir ...);
- učenci dobijo domačo nalogo, da morajo natančno opisati vsaj enega izmed prikazanih grafov oziroma diagramov (matematika, geografija).

## **2. sklop: Fizikalni in kemijski dejavniki, ki vplivajo na ekosisteme**

V drugem sklopu sledimo ciljem spoznavanja fizikalnih in kemijskih okoljskih dejavnikov, razvijanju sposobnosti opazovanja in opisovanja. Drugi sklop je zasnovan eksperimentalno.

Spremembe v okolju so odvisne od fizikalno-kemijskih dejavnikov, ki vplivajo na rast in razvoj organizmov. Z učenci opredelimo te spremembe in izdelamo pripomočke oziroma merilnike (poimenovane merilniki za razlikovanje od pravih inštrumentov) za merjenje tlaka, temperature in gostote, za merjenje, koliko vode izhlapi glede na pogoje in merjenje količine padavin, s katerimi lahko te spremembe izmerimo. Učenci načrtujejo in izdelajo merilnike za merjenje in opredelijo njihovo natančnost in uporabnost.

Izdelovanje merilnikov je enostavno, saj z njimi lahko določamo spremembe, ne pa tudi izmerimo prave vrednosti. Za sklepanje na natančnost merilnika je predvidena uporaba ustreznih inštrumentov.

Podatke iz merilnikov in inštrumentov so morali učenci odčitati enkrat dnevno ob določenem času (tlak, temperaturo, vlago, količino padavin) in zapisati odčitane vrednosti. Pomembno je, da učenci sami razmišljajo o merilnikih, njihovi tehnični izvedbi in odčitavanju, zapisovanju, prikazu ter analizi podatkov. Podobne meritve lahko učenci naredijo sami doma in primerjajo vrednosti s tistimi, dobljenimi v šoli. Podatke lahko primerjajo tudi s podatki, objavljenimi v medijih ali na spletni strani meteorološkega zavoda. Meritev morajo ustrezno opisati ter zavesti čas in kraj merjenja.

### **Primer poteka izpeljave ure je podan v naslednjih korakih:**

- učenci ponovijo spremembe, dejavnike in trajanje sprememb, ki so jih obravnavali predhodno uro;
- učitelj pripravi učence na eksperimentalno delo izdelovanja merilnikov in merjenje vrednosti dejavnika;
- učitelj omeni poskus z algami v treh posodah;
- učenci dobijo pripomočke in sami (ob pomoči učitelja) sestavijo merilnik in skušajo ob pomoči razložiti kako merilnik deluje;
- izdelava manometra (plastična cev, plastelin, voda, večji karton, pisalo), tj. plastično cev zvijemo v črko U, prilepimo na karton, natočimo vodo, s plastelinom zamašimo eno izmed lukenj cevi; izvedemo poskus stisljivosti tekočine, plinov iz zraka in trdne snovi, učitelj naveže na čutilo za tip; učitelj spodbudi učence k razmišljanju, kaj se zgodi, če zamašijo obe ali če ne zamašijo nobene luknje U cevke; merilnik umerimo z inštrumentom za merjenje zunanjšega tlaka;
- izdelava termometra (steklena posodica s pokrovčkom, trša slamica ali cev, plastelin, barvilo, voda), tj. v pokrovček naredimo luknjico, vstavimo slamico in jo pritrdimo s plastelinom, v posodo vlijemo vodo, da seže do sredine slamice; opišemo občutek toplote in izvedemo poskus taljenja ledu na različnih podlagah; učitelj spodbudi učence k razmišljanju, kje shranjevati tople/hladne napitke v različnih letnih časih; merilnik umerimo z vremensko postajo (ali termometrom);
- izdelava areometra (merilni valj, voda, kapalka, sol, mivka, škarje, pisalo, plastelin), tj. odrežemo ustje kapalke in vanjo stresemo mivko do polovice, zamašimo s plastelinom, kapalko potopimo v merilni valj z vodo; izkušnjsko povežemo slanost s plovnostjo telesa; učitelj spodbudi učence k razmišljanju, kakšna je gostota olja in slane vode glede na navadno vodo iz pipe; merilnik umerimo z areometrom;
- poskus merjenja izhlapevanja vode (odprta/zaprta posoda z luknjico/popolno zaprta posoda), tj. v posode nalijemo vodo do oznake in pustimo na okenski polici; izkušnjsko povežemo izhlapevanje z žejo in hlajenjem telesa; učitelj spodbudi učence k razmišljanju, kakšen je vpliv izhlapevanja na

organizme v hladnih in toplih predelih Zemlje;

- poskus merjenja količine padavin (posoda, lijak, pisalo), tj. pripravimo posodo in jo postavimo na ustrezno mesto v okolici šole; izkušnjsko povežemo količino padavin s kmetijstvom, živinorejo; učitelj spodbudi učence k razmišljanju, kakšen je vpliv padavin na pestrost organizmov;
- učenci poročajo v razredu o načinu izdelave merilnikov, o pogojih in o težavah pri izdelavi, tj. učenci razmišljajo o vsebini in tehnični izvedbi eksperimenta; učenci razmišljajo o fizikalnih količinah, ki jih z merilniki merimo; z merilniki in inštrumenti merijo fizikalne količine vsaj en mesec; podatke merjenja grafično prikažejo z grafom ali diagramom in tolmačijo podatke; učenci napišejo kratko poročilo o zbiranju podatkov.

### **3. sklop: Usmerjeno vodenje samostojne zasnove poskusa, merjenje in določevanje značilnosti organizmov in okolja**

V tretjem sklopu sledimo ciljem razumevanja okoljskih dejavnikov in njihovim vplivom na prilagoditve organizmov, merjenju okoljskih dejavnikov, spoznavanju pestrosti organizmov in seznanjanju z življenjskimi predeli, ki se med seboj razlikujejo po življenjskih razmerah.

V tretjem sklopu je poudarek na merjenju in zapisovanju izmerjenih vrednosti temperature, tlaka in vlage. Pomemben del sklopa je doživljanje in primerjava različnih organizmov, ki so si po obliki podobni (severni medved/rjavi medved, puščavska kača/vodna kača, trobentica v hribih/v dolini), vendar živijo v drugačnem okolju ali pa so si zelo različni (kotačnik/postrv, ličinka kačjega pastirja/pupek, smreka/bukev), vendar živijo in si delijo isti življenjski prostor. Hkrati s tem učenci spoznavajo metode določevanja vrst in številčnosti vrst organizmov nekega okolja in posredno tudi nosilnost okolja. Merjene in določene vrednosti se zapisujejo v razpredelnice in oblikujejo v grafe oziroma diagrame, poudarjeno pa je tudi obratno določevanje podatkov iz grafične predstavitve, tolmačenje odčitanih vrednosti in rezultatov ter njihovo napovedovanje v prihodnosti glede na različne predvidene spremembe v okolju. Ključna naloga je ugotavljanje načina zbiranja podatkov in merjenja.

#### **Primer poteka izpeljave ure je podan v naslednjih korakih:**

- učenci pokažejo meritve, ki so jih naredili doma in skupaj pregledajo meritve narejene v šoli;
- učenci tolmačijo grafe in diagrame domače naloge ter pripravljene zahtevnejše grafe (sodelovanje z geografom na šoli);
- učenci izkušnjsko doživljajo in primerjajo na videz podobne organizme (spužva : jajca polža voleka);
- učenci razmišljajo o različnih organizmih v enakem okolju in podobnih organizmih v različnih okoljih;
- učitelj pripravi kviz »kako bi ugotovili (kviz naloge in dokazovanje)«, z različnim naborom vprašanj (na primer: Ali alge oziroma javanski mah potrebuje svetlobo (nastavljen poskus v učilnici)?, Koliko je medvedov v kočevskem gozdu (označevanje, opazovanje)?, Koliko je rib v morju (označevanje, izračun)?, Katere vrste rib so v morju (lov, opazovanje)?, Katere vrste so v morskih globinah (lov, opazovanje)? in podobno);
- vsak učenec si izmisli svoje vprašanje o merjenju in ga tudi izvede.

### **4. sklop: Določanje soodnosnosti dejavnikov in njihov vpliv na organizme**

V četrtem sklopu sledimo ciljem razumevanja učencev, kako vpliva okolje na prilagoditve organizmov, spoznavanju dejavnikov in živali v različnih ekosistemih in seznanjanju z različnimi življenjskimi predeli. V

tem sklopu opredelimo tudi pojem nepristranskega poskusa. Nepristranski poskus (Watson, Goldsworthy in Wood - Robinson, 1999)<sup>203</sup> ali »pošten poskus« (Krnjel, 2006)<sup>204</sup> je poskus, pri katerem smo natančno in pravilno določili odvisne in neodvisne spremenljivke in konstante ter spremenljivke med poskusom nadziramo.

V tem sklopu učenci začnejo izvajati dolgotrajne poskuse in poskušajo ugotavljati prilagajanje organizmov na spremenjene pogoje. Učenci napovedujejo, zakaj do določenih sprememb sploh pride, poskusijo opredeliti dogodke kot trenutne ali ponavljajoče. Pri tem merijo temperaturo, zračni tlak in količino vode, ki je izhlapela, ter opazujejo vpliv svetlobe na rast alg, so pozorni na potek poskusa in na dejanja, s katerimi bi poskus dopolnili oziroma zavrnili kot neveljaven in nepošten poskus. Pri obravnavi sklopa se učenci seznanijo tudi z opredelitvijo konstant in odvisnih ter neodvisnih spremenljivk.

#### **Primer poteka izpeljave ure je podan v naslednjih korakih:**

- učitelj z učenci preveri, kaj se je zgodilo z javanskim mahom v poskusu v treh posodah in skupaj opredelijo konstante in spremenljivke;
- učitelj »hoče« uporabiti že obstoječi poskus za nov, dodaten poskus vpliva soli na rast javanskega mahu;
- poskus vpliva soli na rast rastline, tj. odkrito posodo z mahom, učitelj opredeli kot izhodišče za nov vzporedni poskus vpliva soli na rast; prvi poskus (1) primerjava poskusov v vseh treh posodah in odvisnost od svetlobe; drugi poskus (2) vpliv slanosti na rast rastline v eni posodi;
- učitelj nadaljuje z vprašanji, kaj se bo zgodilo po enem tednu, ko bodo primerjali poskuse v vseh treh posodah, tj. učenci morajo ugotoviti, da prvi poskus ni ustrezen, ker bi s tem izgubili primerjalni kozarec pri poskusu s svetlobo; hkrati učenci opredelijo konstantne pogoje in odvisne in neodvisne spremenljivke; učenci morajo ugotoviti, da za drugi poskus sploh ni ustrezne primerjave oziroma ni primerjalnih pogojev;
- učitelj nariše razpredelnico za pogoje poskusa;
- učitelj pripravi drugi poskus pri katerem poteka mešanje tople in hladne vode (posodi z ravnim grlom, barvila, topla in hladna voda, trši papir), tj. eno posodo napolnimo s hladno, drugo z obarvano toplo vodo, nato pa poveznemo posodo s toplo vodo na posodo s hladno; poskus ponovimo, le da v drugo poveznemo posodo s hladno vodo na posodo s toplo; usmerimo učence v opazovanje mešanja tople in hladne vode pri obeh izvedbah poskusa; učitelj rezultate poskusa poveže s segrevanjem morja in kroženja ter o morskih tokovih; učitelj poveže rezultate poskusa z organizmi posameznih predelov morja.

#### **5. sklop: Celostna obravnava sprememb in vpliv organizmov na spremembe**

V zadnjem sklopu ugotavljamo razumevanje učencev o okoljskih dejavnikih in njihovem vplivu na organizme, določimo pestrost rastlin in živali v različnih ekosistemih ter opredelimo povezovanje živalskih in rastlinskih predstavnikov v prehranjevalne spletke.

V zadnjem sklopu je pomembno trajanje sprememb in kako se na njih živali pripravljajo, primerjava pestrosti organizmov v različnih ekosistemih in določevanje razlik spreminjanja organizmov zaradi počasnih sprememb in spreminjanja zaradi hitrih sprememb v okolju. Ugotavljanje, kako se okolje spreminja zaradi delovanja organizmov.

### Primer poteka izpeljave ure je podan v naslednjih korakih:

- učenci razmišljajo o organizmih in pripravah na pomanjkanje hrane oziroma ostrejšje pogoje v okolju;
- učenci primerjajo pestrost organizmov v Sloveniji in primerjajo pogoje življenja v različnih delih Slovenije;
- učenci določijo razliko med spreminjanjem organizmov zaradi počasnih sprememb v okolju in spreminjanje zaradi hitrih sprememb;
- učenci razmišljajo o spreminjanju okolja zaradi delovanja organizmov (modro-zelene cepplivke - O<sub>2</sub>, školjke, vitičnjaki – kamenje ...).

## 2.2.2 Karakteristike predpreizkusa (P) naravoslovnega znanja

Vsebinski okvir nalog predpreizkusa znanja je splošno naravoslovno znanje. Povprečna temperatura, tlak, raztapljanje snovi, gostota in značilnosti rastlin in živali so pojmi, s katerimi so se učenci že srečali, saj se ti, še posebej zaradi medijskega obveščanja o okoljskih problemih in globalnem segrevanju, vsakodnevno omenjajo v prispevkih v časopisih, v informativnih oddajah, dokumentarnih filmih in na spletu. Idejni vir za nalog v predpreizkusu znanja so naloge v raziskavi TIMSS, ki merijo višje miselne ravni, so logično zastavljene in zahtevajo razumevanje vsebine. Drugi pomemben vir za naloge je učni načrt, kjer so cilji, s katerimi dosežemo zahtevan standard, opredeljeni že v nižjih razredih in se pričakuje, da učenci v sedmem razredu nekatere pojme in vsebine že obvladajo ([Razpredelnica 7](#)).

Št.	Vsebinski okvir naloge		idejni vir	pojavnjanje med cilji učnega načrta.
1	raztopljene snovi pri izviru in v delti reke	TIMSS <sup>A</sup>	2r, 4r - 6r;	raztapljanje snovi, kroženje vode
2	razpad; razkroj organskih snovi	TIMSS <sup>A</sup>	4r, 5r in 6r;	jesensko listje, kroženje snovi
3	povprečna letna temperatura	TIMSS <sup>B</sup>	5r;	vreme.
4	vrsta rasti v deževnem gozdu	TIMSS <sup>B</sup>	1r - 6r;	opazovanje okolja
5	hitrost toka reke	UN <sup>C</sup>	5r;	voda v naravi
6	izrazita telesna lastnost živali in življenjski prostor	TIMSS <sup>B</sup>	4r, 5r;	živali na kopnem in v morju
7	osnovna vrsta hrane	TIMSS <sup>B</sup>	1r - 6r;	hrana in energija v hrani
8	raznašanje semen	TIMSS <sup>B</sup>	4r in 5r	oblika semen in vremenski dejavniki
9	omejujoč dejavnik			
10	branje podatkov iz diagrama	UN <sup>C</sup>	5r in 6r;	vremenski podatki
11	značilnost tropskih in arktičnih živali	UN <sup>C</sup>	4r in 5r;	živali na kopnem in v morju
12	določitev postopka zbiranja podatkov	UN <sup>C</sup>	1r - 6r;	raziskovalni pristop k opazovanju
13	določitev postopka zbiranja podatkov	UN <sup>C</sup>	1r - 6r;	raziskovalni pristop k zbiranju podatkov
14	izhlapevanje vode v odvisnosti od površine	UN <sup>C</sup>	5r	opredelitev izhlapevanja
15	branje podatkov iz diagrama	UN <sup>C</sup>	5r in 6r;	vremenski podatki; matematika
16	kroženje snovi v vodi med različnimi organizmi	TIMSS <sup>B</sup>	1r - 3r	povezanost ekosistema
17	kroženje snovi v vodi med različnimi organizmi	TIMSS <sup>B</sup>	4r - 5r	hrana, prehranjevalna veriga
18	načrtovanje poskusa in potrjevanje domnev	UN <sup>C</sup>	4r, 5r	

**Legenda:** <sup>A</sup> Naloga TIMSS 2003 raziskave za 4. razred osnovne šole, <sup>B</sup> Naloga TIMSS 2003 raziskave za 8. razred osnovne šole. <sup>C</sup> Učni načrt za naravoslovje in tehniko 4. in 5. razred devetletne osnovne šole.

Razpredelnica 7: Vsebinski okvir nalog na predpreizkusu (idejni vir, po katerem je bila naloga prirejena, in pojavljanje vsebine med cilji učnih načrtov po vertikali izobraževanja).

Naloge s prostimi odgovori in utemeljitve k izbirnim nalogam in k nalogam z več možnimi odgovori so od učencev zahtevale, da svoje odgovore na vprašanja na kratko utemeljijo, k celotnemu seštevku doseženih točk pa utemeljitve niso bile vključene. Njihov pomen je obravnavan pri opisni analizi reševanja nalog. Naloge, ki so se pri strokovnem pregledu izkazale za pretežke, so bile pred izvajanjem predpreizkusa znanja preoblikovane. Izkazalo se je, da so nekatere naloge s prostimi odgovori časovno preveč zahtevne in jih učenci niso poskušali reševati, saj so jih, kot so povedali, izpustili zaradi preveč pisanja. Nekatere naloge, ki so imele neustrezen indeks težavnosti, so bile preoblikovane v izbirne naloge. Razen odprtih nalog, ki so bile razvrščene proti koncu predpreizkusa znanja, med nalogami ni bilo posebnega načina razvrščanja glede na vsebino ali pojme.

Predpreizkus naravoslovnega znanja je bil zasnovan kot preizkus vrste papir - svinčnik (Priloga A). Obsegal je 16 nalog, od tega pa bila ena naloga razdeljena na dva dela. Skupaj je bilo oblikovanih deset izbirnih nalog, od katerih je bilo sedem nalog izbirnih z enim pravilnim odgovorom in tri naloge z več pravilnimi odgovori.

Med temi desetimi izbirnimi nalogami sta dve nalogi zahtevali utemeljitev odgovorov. Pri dveh nalogah je bilo treba na sliki označiti odgovor na vprašanje, pri eni pa je bilo treba še dodatno odgovor utemeljiti. Pri eni nalogi je bilo treba na sliki prepoznati žival in s slike razbrati telesno značilnost, pri eni pa je bilo treba na osnovi zgradbe semena na sliki sklepati na način razširjanja. Pri eni nalogi je bilo treba iz diagrama prebrati podatek in ga vpisati v ustrezno polje ter dodatno utemeljiti odgovor, preostale tri naloge pa so bile raziskovalne odprte vrste z esejskim načinom odgovarjanja. Na predpreizkusu je bilo mogoče doseči največ 32 točk. Postavke so bile točkovno opredeljene tako, da je bila vsaka celotna naloga vredna dve točki. Izjemi sta deveta in deseta naloga, pri katerih je po preverjanju nalog prišlo do spremembe v številu postavk, zato se je vrednost devete naloge zmanjšala za eno točko, vrednost desete pa se je za eno točko povečala.

Učenci so bili pred začetkom reševanja predpreizkusa opozorjeni, da je treba navodila natančno prebrati. Opozorjeni so bili tudi, da upoštevajo pravilo velikih črk. Velike črke (A, B, C, D in E) pred trditvami predstavljajo vprašanja, pri katerih je mogoč le en pravilni odgovor, pri malih črkah (a, b, c, d in e) pa je mogoč en odgovor ali pa je mogočih več odgovorov.

Naloge so bile razvrščene tudi glede na Bloomovo kognitivno lestvico zahtevanega znanja za rešitev posamezne naloge. Ena naloga je razvrščena v kategorijo znanja (naloga 10), pet nalog v razumevanje (naloge 1, 2, 3, 4, 5), dve nalogi sta uporabni (nalogi 12, 14), štiri je mogoče razvrstiti v kategorijo analize (naloge 7, 8, 11, 13, 15), tri naloge pa sodijo v kategorijo sinteze (naloge 6, 9, 16).

Naloga, ki je razvrščena v kategorijo znanja, je bila namenjena preverjanju, ali učenci v sedmem razredu znajo brati grafe in diagrame ter ugotoviti, kako dobro poznajo njihovo zgradbo. Na izsledkih te naloge je bila sestavljena naloga v preizkusu znanja. Razvidno je, da večina nalog sodi med višje kognitivne ravni (Razpredelnica 8). Naloge so bile v preizkusu razvrščene tako, da so naloge, ki so zahtevale več časa za reševanje, na koncu preizkusa.

Za predpreizkus znanja so izračunani indeksi težavnosti, razločljivosti (diskriminativnosti), objektivnost in zanesljivost. Povprečje doseženih točk na celotnem preizkusu je bilo 14,7 [SD = 5,10]. Indeks težavnosti  $i_T$  celotnega preizkusa je 0,57.



<b>Številka naloge</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>vrsta naloge<sup>A</sup></b>	sp	i	s	i	i	ip	l	i
<b>Bloomova kategorija<sup>B</sup></b>	r	r	r	r	r	s	A	a
<b>pravilni odgovor<sup>C</sup></b>	~	B	~	D	be	E	D	bf
<b>točkovna vrednost</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>težavnost naloge (<math>i_T</math>)</b>	0,42	0,45	0,48	0,90	0,41	0,25	0,43	0,47
<b>razločljivost (<math>i_D</math>)</b>	0,44	0,43	0,46	0,37	0,33	0,21	0,43	0,38
<b>številka naloge</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>vrsta naloge<sup>A</sup></b>	p	dp	i	p	ip	i	l	P
<b>Bloomova kategorija<sup>B</sup></b>	s	z	a	u	a	u	A	S
<b>pravilni odgovor<sup>C</sup></b>	~	~	bd	~	D	C	D	~
<b>točkovna vrednost</b>	1	3	2	2	2	2	2	2
<b>težavnost naloge (<math>i_T</math>)</b>	0,27	0,60	0,21	0,49	0,52	0,69	0,48	0,13
<b>razločljivost (<math>i_D</math>)</b>	0,31	0,49	0,37	0,44	0,48	0,48	0,47	0,30

**Legenda:** <sup>A</sup> Izbirna naloga (i), označi na sliki (s), dopolnjevanje (d), prosti odgovor (p), <sup>B</sup> Bloomove taksonomske kategorije = znanje (z), razumevanje (r), uporaba (u), analiza (a) sinteza (s), vrednotenje (v), <sup>C</sup> Oznaka ~ določa odgovor na odprta vprašanja, ki so podrobneje opredeljena pri predstavitvi rezultatov.

#### Razpredelnica 8: Opredelitev vrste naloge, taksonomska kategorija, težavnost in razločljivost posameznih nalog predpreizkusa.

##### Indeks težavnosti (težavnost $i_T$ )

Priporočena mejna vrednost indeksa težavnosti je 0,10 – 0,90; znotraj priporočenega območja so vse naloge. Izbirne naloge so večinoma v območju  $i_T = 0,4 – 0,6$ , kar nakazuje, da so uravnoteženo oblikovane. V celoti je težavnost predpreizkusa znanja sprejemljiva, saj ne vključuje nalog z neprimerno težavnostjo. Pričakovano najlažja naloga je bila 4. naloga, pri kateri so morali učenci ugotoviti, katera vrsta rastja je značilna za tropski deževni gozd, najtežja pa 16. naloga, ki je zahtevala tudi največ razmisleka. Pri tej nalogi je bilo treba opredeliti spremenljivke in konstante poskusa.

**Indeks težavnosti  $i_T$**  je določen kot uspešnost reševanja, torej razmerja med seštevkom doseženih točk učencev in vsemi možnimi točkami naloge, upošteva pa se tudi možnost ugibanja pri reševanju nalog, pri katerih so učenci odgovor izbirali med več možnostmi. Uravnoteženo oblikovane naloge imajo vrednost indeksa okoli vrednosti  $0,5 \pm 0,1$  (Backhoff, Larrazolo in Rosas, 2000; Sočan, 2004: 13)<sup>205,206</sup>.

##### Indeks razločljivosti (diskriminativnost $i_D$ )

Indeks razločljivosti ločuje uspešnost reševanja zahtevnejših nalog od manj zahtevnih s primerjavo reševanja glede na uspešnost na celotnem preizkusu. Naloge z višjo vrednostjo bolje razločujejo naloge med slabšimi in boljšimi učenci. Sprejemljive so naloge z indeksom, večjim od 0,2 razločljivostne točke. Na predpreizkusu so bile vse naloge nad priporočenimi vrednostmi določila. Razločljivost vpliva na veljavnost in zanesljivost preizkusa. Med nalogami predpreizkusa je bila več kot polovica nalog zelo dobro razločljivih (devet nalog), le ena naloga (naloga 6) je bila slabo razločljiva. Indeksi razločljivosti posameznih nalog so statistično pomembni na ravni  $p < 0,01$ .



**Indeks razločljivosti  $i_b$**  je določen kot point-biserialni koeficient in je matematično enakovreden Pearsonovi soodnosnosti, kadar imamo eno zvezno spremenljivko X in dihotomno spremenljivko Y. V tem primeru velja zveza,  $r = r_{pb}$ . Dihotomna spremenljivka so učenci, ki so pravilno rešili nalogo oziroma je niso pravilno rešili. Naloge v območju med 0,2 in 0,29 so slabo, v območju 0,3 in 0,39 srednje, nad 0,4 pa dobro razločljive (Backhoff, Larrazolo in Rosas, 2000; Sočan, 2004: 15)<sup>205,206</sup>.

**Določilo p** določa verjetnost, da izbrani podatki sovpadajo s predvidevanji ničelne hipoteze. Nižja je vrednost p, manjša je verjetnost s predvidevanjem na ničelno hipotezo, torej večja statističnem pomenljivost rezultata. Kadar je vrednost p manjša od ravni določila (0,05 oziroma 0,01), je ničelna hipoteza zavrnjena. S t-testom se na primer preverja postavljena ničelna hipoteza, ki pravi, da so povprečne vrednosti dosežkov skupin enake oziroma da je za vse skupine izkazana ena sama povprečna vrednost. Nasprotno pa je predvidevanje prave podane hipoteze, da so povprečne vrednosti statistično značilne za posamezno skupino (Helberg, 1995)<sup>207</sup>.

## Objektivnost

Zahteve objektivnosti so bile zagotovljene v vseh fazah: (1) pri izvedbi reševanja predpreizkusa, (2) pri vrednotenju in (3) pri tolmačenju rezultatov. Reševanje predpreizkusa je bilo izvedeno v sodelovanju z učitelji in ravnatelji šol. Učenci so imeli na voljo eno šolsko uro, vendar so v večini primerov reševanje zaključili prej, kot je bilo časa na voljo, redki, ki so zahtevali več časa, pa so imeli možnost reševati tudi dlje. Pri reševanju ni bil zaveden niti en primer, ko bi učencu polo odvzeli, preden bi jo sam želel oddati. Reševanje predpreizkusa sta nadzirali dve osebi in ločeno beležili dogajanje.

Vrednotenje rezultatov je bilo enoznačno za vse skupine. Za odgovore na odprta vprašanja je bil oblikovan kodirnik, s katerim je bil poenoten način opredeljevanja pravilnega odgovora. Tolmačenje rezultatov je potekalo po pripravljenih korakih za vse tri preizkuse enako. Pravilnost vnesenih podatkov v razpredelnice je bila preverjena na naključno izbrani desetini vzorca.

## Indeks zanesljivosti

Koeficient Cronbach- $\alpha$  predpreizkusa znanja je 0,705 [ $G_{\lambda(\max)} = 0,720$ ]. Relativno nizka vrednost koeficienta podatkovne povezanosti je pričakovana, saj so bile v predpreizkus vključene predvsem naloge, pri katerih mora učenec vsebino razumeti. Predpreizkus je namerno sestavljen tako, da je prezahteven za merjeno skupino, s čimer preprečimo učinek stropa in dna (*ceiling and floor effects*) (Roberts, 1978; Streiner in Norman, 1995: 80)<sup>208,212</sup>. Učinek stropa je mogoče zaznati, kadar so naloge preizkusov prelahke in učenci pogosto dosežejo največje število točk. Nasproti je učinek dna, kadar so naloge prezahtevne in jih učenci rešujejo napačno ali pa jih izpuščajo in je zato rezultat učencev pogosto nizek. Učenci svoje nerazumevanje rešujejo tudi z ugibanjem na vprašanja z več možnimi izbirami, s tem pa znižajo vrednost koeficienta predpreizkusa. Dodaten vzrok za nizko vrednost koeficienta je mogoče pripisati tudi izpuščanju odgovorov na določena odprta vprašanja, ki zahtevajo utemeljitve k odgovorom ter relativno majhnemu številu vprašanj.

**Indeks zanesljivosti  $\alpha$**  določa spodnjo mejo zanesljivosti preizkusa (Sočan, 2004: 32)<sup>206</sup>, katere vrednosti nad 0,7 so sprejemljive, vrednosti nad 0,8 pa so opredeljene kot zanesljive (Pallant, 2007: 98)<sup>209</sup>. Nekateri avtorji so proti opredelitvi koeficienta Cronbach- $\alpha$  kot koeficienta zanesljivosti oziroma notranje skladnosti predpreizkusa, čeprav je ta ravno v ta namen največkrat uporabljen. Nizka vrednost  $\alpha$  določa nizko variabilnost, kar pomeni, da podatki niso dovolj razpršeni, s tem pa ni mogoče enostavno razločevati med dosežki uspešnih in neuspešnih učencev. Ob vrednostih  $\alpha$  je zato pri izračunih indeksa zanesljivosti (v oklepaju) navedena tudi vrednost Guttmanove  $\lambda_{(\max)}$ , ki je po mnenju nekaterih ustrežnejše merilo zanesljivosti, kadar več faktorskih dimenzij med podatki ni mogoče določiti (Revelle in Zinbarg, 2008; Sijtsma, 2008)<sup>210,211</sup>. Prav tako, kot so po mnenju strokovnjakov problematične vrednosti  $\alpha$  pod 0,7, so lahko problematične tudi vrednosti nad 0,9, še posebej pri vprašanjih, na katera odgovarjamo z oceno na lestvici (primer: Likertova lestvica). Koeficient Cronbach- $\alpha$  je odvisen od širine

soodnosnosti med predmeti in od števila predmetov oziroma nalog, za katere vrednost določamo. Glede na število nalog imajo krajši preizkusi nižje vrednosti Cronbach- $\alpha$ . Problem je tudi v t. i. vsebinski odvečnosti vprašanj, saj pomeni pretirano visoka vrednost koeficienta, da prepogosto postavlja enaka vprašanja na rahlo drugačen način (Streiner in Norman, 1995: 64–65)<sup>212</sup>.

## Veljavnost

Vsebinsko veljavnost preizkusa znanja (*content validity*) so potrdili štirje univerzitetni strokovnjaki različnih vsebinskih področij, ki so predpreizkus pregledali vsebinsko za področja kemije, fizike, biologije in geografije. Preizkus so naknadno reševali še štirje področni strokovnjaki, ki so ga pregledali vsebinsko in ga tudi rešili ter določili vsebinsko pokritost in vsebinsko ustreznost glede na obravnavane vsebinske sklope. Podali so pripombe na vsebinski in slovnično-pomenski ravni. Predpreizkus je rešilo tudi več študentov Pedagoške fakultete v Ljubljani različnih smeri. Z merjenjem časa reševanja je bil določen povprečni čas reševanja celotnega predpreizkusa (Vodopivec, 1993; Streiner in Norman, 1995: 15–17)<sup>213,212</sup>. Predpreizkus je bil časovno prilagojen za približno štirideset minut reševanja, vendar pa po dogovoru z učitelji in ravnatelji čas reševanja ni bil omejen.

Veljavnost kriterijev (*criterion validity*) je bila potrjena s primerjavo dosežka na predpreizkusu znanja s končno oceno učencev pri predmetu Naravoslovje v 7. razredu osnovne šole (de Klerk, 2008)<sup>214</sup>. Soodnosnost med rezultatom predpreizkusa znanja in končno oceno predmeta je bila določena s Pearsonovim koeficientom soodnosnosti. Določena je srednja pozitivna povezava med spremenljivkama [ $r_{(P)} = 0,471$ ,  $N = 376$ ,  $p < 0,01$ ].

**Red soodnosnosti** se določa v intervalu med -1 in 1. Vrednosti med  $\pm 0,1$  in  $\pm 0,29$  določajo majhno, vrednosti med  $\pm 0,30$  in  $\pm 0,49$  srednjo in vrednosti med  $\pm 0,5$  in  $\pm 1,0$  močno soodnosnost. Predznak določa pozitivno ali negativno smer soodnosnosti (Pallant, 2007: 132)<sup>209</sup>.

Učenci so z odgovori na vprašanja predpreizkusa med intervjuji potrdili, da so vprašanja razumeli. S tem, s kriterijsko veljavnostjo (*convergent validity*) in z določilom zanesljivosti predpreizkusa z  $\alpha$  vrednostjo nad 0,7, je potrjena sprejemljiva oblikovna oziroma konstruktna veljavnost (*construct validity*), veljavnost podatkov oziroma meritev ( $\alpha$ ) in posplošitev ugotovitev.

### 2.2.3 Karakteristike preizkusa (R) in popreizkusa (S) naravoslovnega znanja

Preizkus (in popreizkus) naravoslovnega znanja je bil zasnovan kot preizkus vrste papir - svinčnik (Priloga B). Obsega dvanajst nalog, od katerih je šest nalog razdeljenih na več podvprašanj. Skupaj so bile oblikovane štiri izbirne naloge s skupno devetimi izbirnimi vprašanji, z enim pravilnim odgovorom in sedmimi vprašanji z več pravilnimi odgovori. Med temi izbirnimi vprašanji sta dve zahtevali dodatno utemeljitev.

Pri prvi nalogi je bilo treba na sliki označiti odgovor na vprašanje. Pri šesti nalogi je bilo treba na sliki prepoznati dve živali in s slike razbrati njune telesne značilnosti. Pri deseti nalogi je bilo treba iz treh grafov prebrati štiri podatke in jih vpisati v ustrezno polje. Drugi del desete naloge in dvanajsta naloga (24 vprašanj) sta bili nalogi da/ne. Preostale štiri naloge pa so bile odprte naloge. Skupaj je bilo na preizkusu v dvanajstih nalogah 57 vprašanj. Na preizkusu je bilo mogoče doseči največ 50 točk. Postavke so bile točkovane tako, da so bile naloge, ki so bile po oceni težje, vrednotene z eno točko, naloge, ki so bile po oceni lažje, pa s pol točke. Naloge z odprtimi vprašanji so bile vrednotene z dvema točkama. Na točkovanje nalog so bili učenci pred reševanjem opozorjeni.

številka naloge		1	2	3	4	5	6
vrsta naloge <sup>A</sup>		s	i	d	dp	ip	di
Bloomova kategorija <sup>B</sup>		z	z	r	a	zrua	zrs
pravilni odgovor <sup>C</sup>		~	B E E C B E ace ae	~ 80, 110, 110, 130	C	~ D, A, A cd	s, m, B, A, ad, ab, de, ace
točkovna vrednost		2	8	3	4	5	6
težavnost naloge (i <sub>T</sub> )	R	0,58	0,51	0,34	0,22	0,41	0,54
	S	0,49	0,53	0,36	0,19	0,45	0,59
povprečje doseženih točk naloge	R	1,15	4,20	1,20	0,86	2,07	2,98
	S	0,98	4,27	1,08	0,76	2,24	2,96
razločljivost (i <sub>D</sub> )	R	0,43	0,69	0,40	0,58	0,59	0,47
	S	0,31	0,65	0,32	0,56	0,64	0,47

številka naloge		7	8	9	10	11	12
vrsta naloge <sup>A</sup>		p	p	p	do	d	o
Bloomova kategorija <sup>B</sup>		u	u	s	r	z	r
pravilni odgovor <sup>C</sup>		~	~	~	j10, +13, j26, -2, d, - 1, d, n, d, d, n	~	n, n, d, d, d, n, d, d, n, d, d, n, d, d, n, n, d, n
točkovna vrednost		2	2	2	5,5	1,5	9
težavnost naloge (i <sub>T</sub> )	R	0,34	0,06	0,18	0,47	0,10	0,69
	S	0,28	0,06	0,14	0,45	0,12	0,64
povprečje doseženih točk naloge	R	0,69	0,11	0,37	2,56	0,15	5,84
	S	0,57	0,11	0,28	2,47	0,12	5,74
razločljivost (i <sub>D</sub> )	R	0,28	0,27	0,37	0,60	0,12	0,58
	S	0,17	0,18	0,35	0,68	0,06	0,68

**Legenda:** <sup>A</sup> Izbirna naloga (i), označi na sliki (s), dopolnjevanje (d), obkroževanje da/ne (o), prosti odgovor (p), preizkus (R), popreizkus (S), <sup>B</sup> Bloomove taksonomske kategorije = znanje (z), razumevanje (r), uporaba (u), analiza (a), sinteza (s), vrednotenje (v), <sup>C</sup> Oznaka ~ določa odgovor na odprta vprašanja, ki so podrobneje opredeljena pri predstavitvi rezultatov.

#### Razpredelnica 9: Opredelitev vrste naloge, taksonomska kategorija, težavnost in razločljivost posameznih nalog preizkusa in popreizkusa.

Tudi pri reševanju preizkusa in popreizkusa so bili učenci opozorjeni, da je treba navodila natančno prebrati in da naj upoštevajo pravilo velikih črk. (Velike črke – en pravilni odgovor, male črke – en pravilni odgovor ali več pravilnih odgovorov). V navodilih je bilo zavedeno tudi, da besedilo v ležečem tisku predstavlja opis naloge, krepko napisano besedilo pa označuje pomembnejše podatke naloge.

Vprašanja nalog so bila razvrščena glede na Bloomovo kognitivno lestvico. Petnajst vprašanj pri petih nalogah je razvrščenih v kategorijo znanja (naloge 1, 2, 5.3, 6AB, 11), 32 vprašanj v kategorijo razumevanja (naloge 3, 5.4, 6.1–2, 10, 12), tri vprašanja so uporabna (5.2, 7, 8), dve vprašanja je mogoče razvrstiti med analizo (4, 5.1), pet vprašanj v kategorijo sinteze (6.3–6.9). Odprta vprašanja so bila zasnovana kot logična vprašanja, na katera je mogoče ugotoviti z logičnim sklepanjem in so po

zasnovi neodvisna od znanja (**Razpredelnica 9**). Na preizkusu je bilo v povprečju doseženih 21,92 točke [ $SD_R = 6,29$ ], na popreizkusu pa 21,6 točk [ $SD_S = 6,37$ ]. Indeks težavnosti  $I_T$  celotnega preizkusa je 0,53, popreizkusa pa 0,54.

### **Indeks težavnosti (težavnost $i_T$ )**

Znotraj priporočene mejne vrednosti med 0,10 in 0,90 je deset nalog. Izstopata osma in enajsta naloga, ki sta za merjeno skupino pretežki [ $i_T < 0,1$ ]. Osmo nalogo je reševalo 176 učencev na preizkusu in 186 učencev na popreizkusu [ $\omega_R = 0,46$ ,  $\omega_S = 0,48$ ], pravilno pa je nalogo rešilo skupaj le 22 učencev na obeh izvedbah (R in S) [ $\omega_{R,S} = 0,06$ ]. Ta naloga ne zahteva posebnega znanja, zahteva pa logično mišljenje. Pri enajsti nalogi je bilo treba naštetih čim več dejavnikov (na primer: dan noč, temperatura, tlak ...; točkovno se upoštevajo le trije dejavniki), ki se dnevno spreminjajo. To nalogo je reševalo 190 učencev na preizkusu in 171 učencev na popreizkusu [ $\omega_R = 0,49$ ,  $\omega_S = 0,44$ ], pravilno pa je nalogo rešilo le 61 (R) in 66 (S) učencev [ $\omega_R = 0,16$ ,  $\omega_S = 0,17$ ].

V uravnoteženem območju  $i_T = 0,4-0,6$  je bila polovica nalog. Pričakovano najlažja je bila zadnja naloga z odgovori da/ne, saj je pri takih nalogah kar polovična možnost ugibanja. Posamezne postavke naloge so namenjene dopolnjevanju odgovorov pri drugih vsebinsko enakih nalogah.

### **Indeks razločljivosti (diskriminativnost $i_D$ )**

Po določilu razločevanja so sprejemljive vse naloge preizkusa in popreizkusa, razen omenjene enajste naloge, katere indeks je 0,12 (R) oziroma 0,06 (S). Skupno so tri naloge slabo razločljive (naloge 7, 8 in 11), dve nalogi pa dobro (naloga 1 in 9), ostalih sedem nalog pa je odlično razločljivih. Indeksi razločljivosti posameznih nalog so statistično pomembni ( $p < 0,01$ ).

### **Objektivnost**

Zahteve objektivnosti so bile zagotovljene v vseh fazah: (1) pri izvedbi reševanja preizkusa in popreizkusa, (2) pri vrednotenju in (3) pri tolmačenju rezultatov. Reševanje obeh preizkusov je bilo izvedeno v sodelovanju z učitelji in ravnatelji šol. Pri izvedbi preizkusa (R) so ravnatelji zagotovili, da učitelji preizkusa niso videli, saj bi lahko s poznavanjem vprašanj vplivali na rezultat izvedbe popreizkusa (S). Postopek izvedbe je bil enak postopku reševanja predpreizkusa znanja.

Vrednotenje rezultatov je bilo enoznačno za vse skupine. Za odgovore na odprta vprašanja je bil oblikovan kodirnik, s katerim je bil poenoten način opredeljevanja pravilnega odgovora. Tolmačenje rezultatov je potekala po pripravljenih korakih za vse preizkuse enako. Pravilnost vnesenih podatkov v razpredelnice je bila preverjena na naključno izbrani desetini vzorca.

### **Indeks zanesljivosti**

Koeficient Cronbach- $\alpha$  preizkusa (R) je 0,851 [ $G_{\lambda(\max)} = 0,860$ ] in popreizkusa (S) 0,861 [ $G_{\lambda(\max)} = 0,869$ ] za popreizkus (S). Tudi pri preizkusu in popreizkusu, ki sta vsebinsko enaka, so bile nekatere naloge povzete in prirejene po raziskavi TIMSS, preizkus pa je bil zasnovan tako, da je prezahteven za merjeno skupino, s čimer preprečimo učinek stropa in dna.

### **Vsebinska veljavnost**

Določilo zanesljivosti preizkusa z vrednostjo nad 0,8 potrjuje njegovo oblikovno oziroma konstruktivno

veljavnost (*construct validity*). Postopek določevanja vsebinske veljavnosti in določanje časovne zahtevnosti reševanja je bil izveden enako kot pri predpreizkusu znanja.

Veljavnost kriterijev (*criterion validity*) je bila določena s primerjavo dosežka na preizkusu in popreizkusu znanja s končno oceno predmeta Naravoslovje v 7. razredu osnovne šole. Soodnosnost med rezultatom preizkusa in končno oceno predmeta je bila določena s Pearsonovim koeficientom soodnosnosti. Določena je močna pozitivna statistično pomembna soodnosnost med spremenljivkami [ $r_{(R)} = 0,521$ ,  $N = 376$ ,  $p < 0,01$ ] in [ $r_{(S)} = 0,518$ ,  $N = 376$ ,  $p < 0,01$ ].

Vsebinski okvir naloge	idejni vir	pojavljanje med cilji učnega načrta	
1 povprečna <b>temperatura</b> ozračja	TIMSS <sup>B</sup>	5r;	vreme, geografija 7.
območje najvišje povprečne <b>temperature</b>	TIMSS <sup>B</sup>	5r;	vreme, geografija 7.
2 <b>razpad</b> , razkroj organskih snovi	TIMSS <sup>A</sup>	4r, 5r in 6r;	jesensko listje, kroženje snovi
letno <b>nihanje</b> temperature	TIMSS <sup>B</sup>	5r;	vreme, geografija 7.
količina <b>padavin</b> in značilnost območij	TIMSS <sup>B</sup>	5r;	vreme, geografija 7.
hitrost rasti rastlin	TIMSS <sup>B</sup>	1r-6r;	opazovanje okolja
visok in nizek tlak	TIMSS <sup>B</sup>	5r;	vreme, geografija 7.
<b>raztopljen</b> snovi pri izviru in v delti reke	TIMSS <sup>A</sup>	2r, 4r-6r;	raztapljanje snovi, kroženje vode
<b>časovna opredelitev</b> sprememb			
3 <b>gostota</b> , taljenje ledu, globalno aktualno			
4 <b>gostota</b> , slanost, globalno aktualno			
5 <b>zasnova poskusa</b>	UN <sup>C</sup>	1r-6r;	raziskovalni pristop k raziskovanju
<b>spreminjanje pogojev</b> poskusa	UN <sup>C</sup>	1r-6r;	raziskovalni pristop k raziskovanju
<b>omejujoč dejavnik</b>			
značilna dolžina <b>dnevno-nočnega cikla</b>			
<b>vrsta rasti</b>	TIMSS <sup>B</sup>	1r-6r;	opazovanje okolja
6 <b>izrazite telesne lastnosti</b> živali in življenjski prostor	TIMSS <sup>B</sup>	4r, 5r;	živali na kopnem in v morju
<b>značilnost</b> tropskih in arktičnih <b>živali</b>	UN <sup>C</sup>	4r, 5r;	živali na kopnem in v morju
7 določitev <b>postopka</b> zbiranja podatkov	UN <sup>C</sup>	1r-6r;	raziskovalni pristop k raziskovanju
8 določitev <b>postopka</b> zbiranja podatkov	UN <sup>C</sup>	1r-6r;	raziskovalni pristop k raziskovanju
9 določitev <b>postopka</b> zbiranja podatkov	UN <sup>C</sup>	1r-6r;	raziskovalni pristop k raziskovanju
10 <b>branje podatkov iz grafa</b>	UN <sup>C</sup>	5r in 6r;	vremenski podatki
11 <b>dejavniki okolja</b>			
12 <b>različne</b> mešane vsebine			

**Legenda:** <sup>A</sup> Naloga TIMSS 2003 raziskave za 4. razred osnovne šole, <sup>B</sup> Naloga TIMSS 2003 raziskave za 8. razred osnovne šole, <sup>C</sup> Učni načrt za naravoslovje in tehniko 4. in 5. razred devetletne osnovne šole.

Razpredelnica 10: Vsebinski okvir naloge na preizkusu in popreizkusu (idejni vir, po katerem je bila naloga prirejena, in pojavljanje vsebine med cilji učnih načrtov po vertikali izobraževanja).

Idejni vir nalog preizkusa in popreizkusa je predstavljen v [razpredelnici 10](#), primerjava rezultatov vseh treh preizkusov pa v [razpredelnici 11](#).

Naloga z odprtimi odgovori in utemeljitve k izbirnim nalogam in k nalogam z več možnimi odgovori so od učencev zahtevale, da svoje odgovore na vprašanja na kratko utemeljijo, k celotnemu seštevku doseženih točk pa utemeljitve niso bile vključene.

Utemeljitive odgovorov so vključene v opisno analizo reševanja nalog. Razen odprtih nalog, ki so bile razvrščene proti koncu preizkusa znanja, druge niso bile posebej razvrščene glede na vsebine ali pojme.

Preizkus	Predpreizkus (P)	Preizkus (R)	Popreizkus (S)
število učencev	386	386	386
srednja vrednost	14,6	22,2	21,8
varianca	25,9	40,7	41,2
modus	16,5	21	24
standardni odklon	5,1	6,3	6,4
standardna napaka	0,25	0,32	0,32

Razpredelnica 11: Primerjava rezultatov predpreizkusa, preizkusa in popreizkusa.

## 2.2.4 Vprašalnik za učence (A)

Z vprašalnikom za učence (Priloga C) so bili zbrani demografski podatki o dijaku: spol, starost, učenčeva pričakovana ocena določenih predmetov ob koncu sedmega razreda in osebni učenčev vtis o realnosti ocene pri vseh naravoslovnih predmetih (matematika, geografija, biologija, kemija in fizika), s katerimi je mogoče opredeliti zanimanje dijaka za naravoslovje. Zbrani so bili podatki o priljubljenem načinu spraševanja (ustno, pisno, referati, sodelovanje) in o poskusih in dejavnostih pri naravoslovju. Učenci so vprašalnik izpolnjevali po tem, ko so končali z reševanjem popreizkusa (S). Čas reševanja vprašalnika je bil pri večini učencev znotraj omejitve reševanja popreizkusa. Vprašalnik je bil sestavljen posebej za to raziskavo.

## 2.2.5 Polstrukturirani intervjuji (E, I in V)

### Polstrukturirani intervju za učence (E)

Polstrukturirani intervju za učence je temeljil na pripravljenih vprašanjih (Priloga Č). Učenci so odgovarjali na vprašanja šestih sklopov. Vprašanja prvega sklopa so bila uvodna vprašanja o odnosu do naravoslovja, o učenju in raziskovanju, ki so se v drugem sklopu vprašanj dopolnila z odnosom do predmeta naravoslovja, dejavnosti in učitelja tega predmeta ter načina dela v šoli. V tretjem sklopu vprašanj so učenci odgovarjali na vprašanja o povezovanju predmeta Naravoslovje z drugimi predmeti. Četrty sklop vprašanj je združeval vprašanja o modelu poučevanja (oznaka M), peti sklop pa je vseboval dodatna vprašanja za ugotavljanje razumevanja vsebin, ki so bile vključene v model. V zadnjem šestem sklopu vprašanj so se učenci opredelili še do predmeta naravoslovja, nalog in do odgovornosti do znanja.

Za intervju so bili izbrani učenci po dveh ključih. V skupino A so bili iz vsakega razreda izbrani trije učenci, ki so pri pouku pokazali interes za naravoslovje tako, da so učitelju ali drugim učencem pogosto zastavljali vprašanja o obravnavani vsebini ali pa da so o vsebini pogosto izražali svoje mnenje in navajali lastne izkušnje. V skupino B so bili vključeni po trije učenci vsakega razreda, ki so dajali nasproten vtis. Za vsebino niso kazali zanimanja, pogosto so delovali odsotno (pogledovali so skozi

okno ali se igrali z različnimi predmeti ter niso sodelovali pri pouku), a niso bili moteči. Običajno so jih pri miru pustili tudi učitelji. Če učenec ni želel sodelovati, je bil izbran drug učenec, če je izbrani učenec na dan dogovorjenega intervjuja manjkal, pa je bil intervju izveden brez njega s preostalima učencema. V skupini sta bila vedno zastopana oba spola. Učenci so sodelovanje na intervjuju potrdili s pisnim podpisom dovoljenja enega izmed staršev.

Na šolah z oznakama 'eaped' in 'eamsm' so bili izpeljani intervjuji z dvanajstimi učenci (7.A in 7.B), na šolah z oznakami 'eoguz', 'eevrd', 'eokon', 'eivts' s po šestimi učenci (7.A), na šoli z oznako 'eelav' pa le s tremi, saj je bila skupina učencev tako majhna, da dveh različnih skupin ni bilo mogoče določiti.

Shema polstrukturiranega intervjuja je bila delno povzeta po polstrukturiranem intervjuju, ki je bil uporabljen pri izvedbi evalvacijske študije (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup>. Vsebino vprašanj sta pregledala dva strokovnjaka. Mnenja so bila upoštevana v zadnji obliki sheme intervjujev. Vprašanja intervjuja o modelu poučevanja so bila sestavljena le za to raziskavo.

### Polstrukturirani intervju za učitelje (I)

Polstrukturirani intervju za učitelje je temeljil na pripravljenih vprašanjih (Priloga D). Učitelji so odgovarjali na vprašanja šestih sklopov. Vprašanja prvega sklopa so bila uvodna vprašanja o učenju, znanstveno poljudnih oddajah in načinu dela v razredu. V drugem sklopu so bila vprašanja o delu in izvajanju pouka naravoslovja, o eksperimentiranju, ocenjevanju in delu z živimi organizmi. Pomembna so bila vprašanja o razlikovanju pouka naravoslovja od pouka biologije, kemije in fizike, o dodatnem izobraževanju in o učnem načrtu. Tretji sklop je temeljil na vprašanjih o povezovanju naravoslovja z drugimi predmeti in o laborantu, četrti sklop vprašanj se je nanašal na model poučevanja z nadaljevanjem v peti sklop z vprašanjih o vsebinskih sklopih modela poučevanja. V šestem sklopu so bila zaključna vprašanja o šoli in znanju. V raziskavo vključeni učitelji so sočasno podali tudi pisna mnenja in ocene o uporabljenem modelu poučevanja pri pouku naravoslovja.

### Polstrukturirani intervju za ravnatelje (V)

Polstrukturirani intervju za ravnatelje je temeljil na pripravljenih vprašanjih (Priloga E). Ravnatelji so odgovarjali na vprašanja petih sklopov. V prvem sklopu so bila uvodna vprašanja o izobrazbi in izvajanju ravnateljskih obveznosti ter delu na šoli, v drugem sklopu o naravoslovju in opremljenosti naravoslovne učilnice, v tretjem sklopu o povezovanju med predmeti in sodelovanju med učitelji naravoslovja z učitelji drugih predmetov in sodelovanju med učenci, v četrtem o vtisih o modelu poučevanja in v zadnjem petem o šolstvu, šoli in znanju.

### 2.2.6 Skupine spremenljivk

Osnovne skupine spremenljivk so zajete v demografskih podatkih o učencih (starost, spol, okolje), učnih uspehih učencev (učni uspeh pri predmetu naravoslovja v sedmem razredu) in uspešnost učenca na predpreizkusu, preizkusu in popreizkusu.

Upoštewane so neodvisne in odvisne spremenljivke in pripomoček, ki je bil uporabljen za določitev vrednosti spremenljivke (Shema 13).



**Neodvisne spremenljivke – demografski podatki (vprašalnik, podatki šole in opis šole) so:**

- spol (moški, ženski),
- okolje (mestno, primestno, vaško).

**Neodvisne spremenljivke – učni uspeh učencev (vprašalnik za učence in kopije ocen brez imen iz redovalnice) so:**

- splošni učni uspeh v 7. razredu ob koncu leta (zadosten, dober, prav dober, odličen),
- ocena pri naravoslovju (on) (lestvica ocen od 1 do 5),
- ocena pri matematiki (om) (lestvica ocen od 1 do 5),
- ocena pri geografiji (oz) (lestvica ocen od 1 do 5),
- ocena pri tehniki (ot) (lestvica ocen od 1 do 5),
- ocena pri slovenščini (os) (lestvica ocen od 1 do 5),
- ocena pri tujem jeziku (oa) (lestvica ocen od 1 do 5).

**Odvise spremenljivke – uspešnost učenca na preizkusih naravoslovnega znanja so:**

- na predpreizkusu (od 0 do 32 točk, 27 postavk),
- na preizkusu (od 0 do 50 točk, 71 postavk),
- na popreizkusu (od 0 do 50 točk, 71 postavk).

Shema 13: Odvisne in neodvisne spremenljivke raziskave.

## 2.3 Izvedba raziskave

V Shemi 14 je zapisan potek izvedbe raziskave.

### 2.3.1 Izvajanje akcijskega dela raziskave in preizkus modela poučevanja

Pripravljen predlog vsebin je bil preizkusno vpeljan kot akcijska raziskava, kjer sta sodelovala dva učitelja, vsak v enem sedmem razredu osnovne šole. Akcijski del je potekal po naslednjih desetih korakih:

- (1) pripravljeno gradivo po modelu je bilo predstavljeno učiteljema,
- (2) na osnovi gradiva sta si učitelja sama izdelala priprave za delo v razredu,
- (3) pred začetkom poučevanja po modelu so učenci reševali predpreizkus znanja,
- (4) po predpreizkusu sta učitelja poučevala ekosistem morje na osnovi priprav (5 ur),
- (5) po zaključku izvajanja sklopov so učenci reševali preizkus znanja,
- (6) učenci so po koncu izvajanja sklopov še naprej spremljali potek dolgotrajnih poskusov,
- (7) po preteku treh mesecev so učenci reševali popreizkus,
- (8) po tem so potekali intervjuji z učiteljema in učenci ter z ravnateljema,
- (9) po intervjujih je sledila obdelava podatkov,
- (10) ovrednotenje predloga modela poučevanja in priprava instrumentov za glavni del raziskave.

Učitelja sta pouk po sklopih izvajala z zamikom, zato je imel drugi učitelj prednost, saj je bil sproti seznanjen s težavami prvega učitelja, ne pa tudi s podrobnostmi njegovega dela. Osnovno gradivo, ki sta ga učitelja dobila, je zajelo podroben opis sklopov, navodila za eksperimentalno delo, pripravljene naravoslovne zemljevide na prosojnicah oziroma računalniških slika, tehnične pripomočke ter na učiteljevo željo dostop do živih živali in rastlin. Imela sta tudi dostop do drugih učnih sredstev, ki niso



neposredno navedeni v sklopih. Vsi sklopi so bili vsebinsko zastavljeni tako, da je izvedba temeljila na konkretnih primerih in praktičnem delu učencev.

Sklopi so vključevali povezane biološke, kemijske in fizikalne vsebine ter nekaj vsebin geografije in matematike. Iz geografije so bili povzeti klimogrami in naravoslovni zemljevidi okoljskih dejavnikov Zemlje, matematika pa je bila vključena v izračunavanje deležev, srednjih vrednosti in razlik dveh vrednosti pri različnih nalogah. Dejavnosti so bile navezane tudi na področje predmeta tehnika in tehnologija. Vključene so bile ciljno zasnovane problemske naloge namenjene skupinskemu delu učencev. Primer take naloge je zasnova poskusa za določanje količine padavin v okolici šole.

#### **Priprava in izbor merskih pripomočkov:**

- analiza učbenikov in učnega načrta in pojmovna analiza,
- priprava predloga modela poučevanja,
- priprava predpreizkusa,
- priprava preizkusa (in popreizkusa),
- priprava vprašalnikov,
- priprava polstrukturiranega intervjuja).

#### **Izbor vzorca:**

- splošni - dopisi ravnateljem in učiteljem naravoslovja za sodelovanje v raziskavi,
- dopisi staršem in izjave učencev za sodelovanje v študiji.

#### **Pilotsko zbiranje podatkov:**

- poskusna izvedba predpreizkusa,
- poskusni akcijski del raziskave: dve šoli (51 učencev) – preverjanje predloga modela poučevanja,
- poskusna izvedba preizkusa.

#### **Analiza podatkov uvodne raziskave in optimizacija pripomočkov:**

- optimizacija predloga modela poučevanja, predpreizkusa in preizkusa.

#### **Zbiranje podatkov pred izvedbo predloga modela poučevanja:**

- izvedba predpreizkusa: 14 šol (386 učencev je vrnilo polne podatke).

#### **Izvedba eksperimentalnega dela raziskave:**

- izvedba modela poučevanja: 7 šol (246 učencev; 174 učencev ni reševalo vseh preizkusov),
- izvedba pol-strukturiranih intervjujev z izbranimi učenci (18 intervjujev; 50 učencev),
- izvedba pol-strukturiranih intervjujev z učitelji (7 učiteljev),
- izvedba pol-strukturiranih intervjujev z ravnatelji (7 intervjujev).

#### **Izvedba pripravljenih popreizkusov znanja:**

- izvedba preizkusa: 14 šol  
(386, tj. 162 učencev iz eksperimentalne in 224 učencev iz primerjalne skupine je vrnilo polne podatke),
- izvedba popreizkusa: 14 šol  
(386, tj. 162 učencev iz eksperimentalne in 224 učencev iz primerjalne skupine je vrnilo polne podatke).

#### **Analiza podatkov glavne raziskave in strukturiranih intervjujev**

Shema 14: Izvedba dela raziskave.

Kvalitativni podatki o izvajanju sklopov modela poučevanja so bili zbrani z opazovanjem in opisovanjem situacij pri pouku ter analizo zbranih ugotovitev, ki so bili usmerjeni predvsem sprotnemu prilagajanju poteka pouka (Phelps in Hase, 2002)<sup>189</sup>. Postopek spreminjanja se je odražal predvsem pri prilagajanju zaporedja vsebinskih sklopov, tehničnih zahtevah in časovnih omejitvah, saj so učenci nekatere poskuse izvajali hitreje, druge pa veliko počasneje, kot je bilo pričakovano.

Analiza prve preizkusne izvedbe modela poučevanja je pokazala več nepričakovanih zapletov in težav:

(1) deli pripravljene gradiva so bili zaradi obsežnosti in podrobne razlage nerazumljivi, učitelja sta zastavljala veliko vprašanj, ki so bila odgovorjena znotraj besedila, vendar odgovorov nista našla; besedilo je bilo treba preoblikovati (vsebina je ostala enaka); ključno besedilo je bilo podano po točkah, na začetku je bil uvodni odstavek, kjer je bil opredeljen cilj, na koncu pa povzetek sklopa in navezava na naslednji sklop;

(2) pri pisanju priprave učitelja nista imela večjih težav, pogosta pa so bila vprašanja o časovni razporeditvi in zaporedju sklopov. Poudarjeno je bilo, da sta časovna zasnova in potek povsem prepuščena učitelju, sosledje vsebin pa se mora izvajati tako, kot sklopi določajo;

(3) predpreizkus, ki sta ga učitelja videla, sta oba opisala kot zahteven in sta izrazila dvom, da bodo učenci predpreizkus uspešno rešili. Dvom so izrazili predvsem na šoli 'aah', kjer si je predpreizkus podrobno ogledal tudi ravnatelj in ga v branje posredoval predmetnim učiteljem, na koncu pa bilo treba utemeljiti, zakaj so naloge tako oblikovane in kakšne cilje naj bi s tem dosegli;

(4) pri izvedbi je bilo veliko nedoslednosti, pojavile so se nepričakovani zapleti pri izvedbi učitelja; izkazalo se je, da učitelja slabo sledita pripravljnim navodilom, ne držita pa se tudi svojih priprav, se pa močno odzivata na dogajanje v razredu, na vprašanja učencev in na njihove odgovore;

(5) izvajanje dolgotrajnih poskusov sta učitelja omejila na trajanje obravnave s poskusom povezave vsebine, eden izmed učiteljev, pa je v obdobju treh mesecev pozabil na dolgotrajne poskuse. Izsledki in predvsem zapleti z izvajanjem sklopov so bili upoštevani v popravkih predloga poučevanja. Čeprav se predlog poučevanja vsebinsko ni spremenil, je bilo več sprememb pri izvajanju, največ pa pri oblikovanju gradiva za učitelje s poudarkom na navodilih za učitelje in pripomočkih, ki jih za izvajanje potrebujejo.

Po končanem preizkusu izvajanja vsebin predloga modela je bil ta dopolnjen in znova strokovno pregledan. Dopolnjena so bila navodila za poskuse določevanja okoljskih dejavnikov v drugem sklopu modela poučevanja in pa dolgotrajni poskusi merjenja okoljskih dejavnikov, količine padavin ter ugotavljanje vpliva svetlobe na rast vodnih rastlin (alge oziroma javanski mah). Problem poskusov je predvsem organizacijski in je odvisen od učitelja in njegovega načina izvajanja poskusov v skupinah, pomembno pa vpliva tudi čas, ki ga učitelj za izvajanje nameni.

Spremembe sklopov modela poučevanja po izvajanju pouka na šoli 'aah':

- učitelji lahko poročilo opazovanih ur podajo kot intervju,
- poročilo o izvajanju je lahko podrobnejše in je časovno krajše,
- navodila sklopov za učitelje se preoblikujejo po točkah, besedilo pa je krajše in jedrnato,
- pri pripravah za izvajanje sklopov naj se učitelj osredotoči na dejavnosti učitelja in učenca,
- učitelj lahko izbere svoj pristop k delu v razredu,
- učitelj lahko poljubno prilagodi časovno izvajanje dejavnosti, ohraniti pa mora sosledje,

- število poskusov v drugem sklopu se omeji na gostoto, tlak, padavine in temperaturo,
- dodajo se podporna vprašanja v pomoč učiteljem v besedilo sklopov,
- učitelje se opozori na odgovarjanje učencev v celih stavkih.

Spremembe sklopov modela poučevanja po izvajanju pouka na šoli 'aiv':

- oblikovanje navodil za izdelovanje merilnikov se prepusti učiteljem,
- učitelji lahko navodila zapišejo na delovne liste, vendar mora navodila tudi ustno povzeti,
- učiteljem se kot pomoč navedejo pričakovani odgovori in ugotovitve, ki so določene s cilji.

Pri delu z manjšimi skupinami v razredu in pri učiteljih, ki pogosto izvajajo poskuse, težav tudi v prvotni obliki ni bilo mogoče pričakovati, se pa pri številnejših razredih verjetno lahko pojavijo težave s sledenjem navodilom in časom, ki ga učitelj porabi za odgovore na vprašanja učencev v vseh skupinah. Pri delu v razredih, kjer je več učencev, je zato priporočljivo sodelovanje laboranta ali pa sodelovanje drugega učitelja, kar pa je pogosto nemogoče. Prvotno število poskusov je bilo zato zmanjšano. Izločeni so bili poskusi, ki niso ključni za razvoj razumevanja (poskus raztezanja žice ali kroglice), in pa pri takih poskusih, kjer je tehnična izvedba zahtevna (izdelovanje merilnika za vlago).

Nekateri raziskovalci menijo (Finn idr., 2002)<sup>215</sup>, da je za pouk okoljsko-ekoloških vsebin dovolj le laboratorijsko delo, ki temelji na opazovanju in opisovanju dogodkov. Pri tem poudarjajo, da pri bioloških vsebinah, ki so vezane na tak način dela, ni tako pomembno razlikovanje med opazovanjem in opisovanjem, kot je pomembno na primer pri fiziki. Poskusi, ki so zajeti v okviru modela poučevanja, so v drugem sklopu pretežno fizikalni in je zato pomembno izvajanje poskusa, kar vpliva na čas, ki ga učitelj za posamezni poskus nameni.

Hkrati se kaže, da ima pouk, ki temelji na raziskovalnem pristopu, vpliv na naravoslovno pismenost, saj učenci pridobivajo znanje preko raziskovanja na podoben način kot znanstveniki pri svojem delu. Tudi pri poskusih predlaganih v modelu je pomembno, da je poskus izveden v celoti tudi, če zahteva več časa. Pri raziskovalnem pouku je pomembno, da učitelji natančno opredelijo pojme, kot so: problem, hipoteza, predvidevanje, sklep, poskus, vzorec, tolmačenje (razlaga), sklepanje, spremenljivke (odvisne, neodvisne, primerjava, konstanta), razpredelnice, preglednice in grafi (Tamir idr., 1998; Wellington in Osborne, 2001: 1–9)<sup>180,216</sup> in jih vključijo pri delu z učenci. Pri ugotavljanju vpliva svetlobe na rast in fotosintezo organizmov morajo učenci oblikovati poskus tako, da bodo vključeni vsi koraki raziskovanja. V kolikor želijo dobiti primerljive rezultate, mora učitelj z učenci določiti spremenljivke in konstante. V tem primeru je treba določiti odvisno spremenljivko fotosinteze (klorofila) ali rasti, ki se odraža v barvi in pa rasti rastline in jo merimo, in neodvisne spremenljivke, kot so: jakost svetlobe, temperatura, koncentracija ogljikovega dioksida in druge. Učenci spoznajo tudi primerjalni vzorec, torej pokrite rastline, saj fotosinteza ne poteka brez svetlobe in pa konstante, saj pri poskusu s soljo in rastjo javanskega mahu te posežejo s spremenljivkami poskusa.

Tehnična zahtevnost teh poskusov ni odvisna od opremljenosti naravoslovne učilnice, saj so poskusi enostavni in ne zahtevajo uporabe posebne eksperimentalne opreme. Pomembna je pripravljenost učiteljev, da se na eksperimentalno delo ustrezno pripravijo.

Največ sprememb predloga modela je v obliki in zapisih posameznih sklopov, ki so bili predstavljeni učiteljem. Kako uspešno so bili ti prilagojeni učiteljem, je podano pri obravnavi priprav učiteljev na izvajanje modela v šolah eksperimentalne skupine. Ker akcijska raziskava na dveh šolah ne more biti

merilo za nadaljnje uvajanje, je bil učiteljem omogočen dostop do različnih podatkov in podrobnih teoretičnih opisov ozadja modela, če so to zahtevali. Kot se je izkazalo, so učitelji v razmišljanju usmerjeni praktično in so v večini primerov pojasnila zahtevali v zvezi s praktičnim delom v razredu.

### 2.3.2 Pilotska izvedba preizkusov in zbiranje podatkov

Akcijski del raziskave je potekal na dveh šolah. Osnovno obliko predpreizkusa in preizkusa znanja je reševalo 49 učencev. Na osnovi rezultatov sta bila oba preizkusa znanja ustrezno preoblikovana. V tem delu so bili upoštevane tudi pripombe in vsi predlogi strokovnjakov.

Podatki pripravljalnega dela raziskave, pridobljeni s pomočjo predpreizkusa in preizkusa znanja, so bili analizirani s programom SPSS, različica 18. Na osnovi surovih podatkov preizkusov in vprašalnika je bila izdelana opisna statistika merskih pripomočkov. Določene so bile tudi vrednosti Cronbach- $\alpha$  koeficientov zanesljivosti celotnega preizkusa in njegovih posameznih sklopov.

Pred začetkom izvajanje modela poučevanja so bili zbrani osnovni podatki o šoli, podatki o številu učencev in učiteljev, vodstveni strukturi šole, zbrani pa so tudi podatki o učilnici, pripravljalni učilnici in laboratoriju, ki so jih imeli učitelji na razpolago, podatki o laborantu in urnik vsakega učitelja.

Pomemben del so podatki o opremljenosti naravoslovne učilnice, načinu pridobivanja materialnih potrebščin in njihova souporaba med učitelji različnih naravoslovnih predmetov.

### 2.3.3 Izvajanje eksperimentalnega dela raziskave

Eksperimentalni del raziskave in izvedba sklopov modela poučevanja v razredih se je začel s sestankom z vsemi učitelji, ki so sprejeli sodelovanje. Na skupnem sestanku je bil učiteljem v uvodu predstavljen vsak vsebinski sklop posebej, s kratkim opisom in s težavami, ki so bile v prvem delu raziskave zaznane. Omenjene so bile povezave med sklopi, podrobno je bilo predstavljeno tudi gradivo. Po uvodni predstavitvi so imeli učitelji na voljo dve uri, da so samostojno pregledali gradivo sklopov in si zabeležili opombe in vprašanja. Predstavljeni so jim bili tudi posebni pripomočki za izvajanje poskusov in izdelava merilnikov ter naravoslovni zemljevidi okoljskih dejavnikov. V prvem delu so učitelji zastavljali pretežno vprašanja o načinu izvedbe, časovnih zahtevah in trajanju posamezne dejavnosti, manj pa o vsebini, saj se jim ni zdela zahtevna (podatki intervjujev). Pogovor z učitelji je od prvega srečanja dalje potekal pretežno preko elektronske pošte in telefona, na zahtevo enega učitelja pa je bil izveden sestanek v živo. Edina zahteva, ki je neposredno spremenila učiteljevo običajno delo v razredu, je bila, da morajo ekosistem morja obravnavati v začetku šolskega leta, tj. v prvi tretjini šolskega leta. Vsi učitelji, ki so sodelovali pri raziskavi, so ekosistem morja običajno obravnavali na koncu šolskega leta. Ta sprememba se jim ni zdela problematična, čeprav so navajali, da je obravnava tega ekosistema bolj logična pred koncem šolskega leta, da učenci vsaj nekaj znanja odnesejo s seboj na počitnice.

Po prvem srečanju so imeli učitelji na voljo dva tedna, da so sklope modela oblikovali v priprave za izvajanje pouka. Te so po elektronski pošti poslali, tako da so bile priprave učiteljev strokovno pregledane, ugotovljena pa je bila tudi skladnost z načrtom modela poučevanja in s tem ključne zahteve pri izvajanju sklopov ter pri sosledju izvajanja sklopov po modelu. S tem je bila zagotovljena tudi možnost primerjave dela in rezultatov med posameznimi šolami.

Gradiva in dokumenti so bili učiteljem dostopni na spletnem mestu ([www.arnes.si/~murban](http://www.arnes.si/~murban)). Na

spletnem mestu so bili objavljeni tudi vsi dokumenti o ciljnih raziskave in obvestila staršem. Urnik izvajanja so lahko učitelji prilagodili svojim obveznostim, ključno pa je bilo sosledje izvajanja sklopov po predpreizkusu, ki so ga morali izvesti takoj po oddanih pripravah za izvajanje raziskave. Predpreizkus so izvedli pred koncem prve ocenjevalne konference v tekočem šolskem letu. O izvedenih urah so učitelji morali napisati poročilo, vsakega med njimi pa so vsaj enkrat obiskali tudi raziskovalci, ki so opazovali izvedbo vsaj enega vsebinskega sklopa, izvedli pogovor o poteku ure in si ogledali naravoslovno učilnico, šolo in šolski okoliš. Spremljane so bile vse ure naravoslovja, ki so potekale tisti dan.

Učitelji so predvideli med pet in sedem ur za izvedbo celotnega modela poučevanja za vsebine ekosistema morje, dodatno uro pa so namenili izvajanju predpreizkusa. Po obravnavi vseh vsebinskih sklopov so morali dolgotrajne poskuse izvajati še naprej v določenih časovnih razmikih. Dolgotrajni poskusi so bili zasnovani tako, da pregledovanje poteka poskusa in ugotavljanje sprememb in s tem rezultatov poskusa, učitelju in učencem ni vzelo več kot nekaj minut časa, rezultate pa so lahko uporabili tudi pri obravnavi drugih ekosistemov, ki so sledili obravnavi ekosistema morje.

Pri pripravi predpreizkusa znanja so sodelovali učitelji, pri preizkusu in popreizkusu znanja pa so bili iz postopka popolnoma izključeni. Ker sta preizkus in popreizkus znanja vsebinsko enaka in sta bila izvedena v razmiku treh mesecev, ju učitelji niso smeli videti, saj bi lahko v času pouka nehote opozorili učence na vprašanja v preizkusu. Učitelji so imeli na koncu možnost pregledati popreizkus znanja, ga rešiti in podati pripombe.

Primerjalna skupina je bila posebej izbrana za vsako šolo. Nobena šola o vzporednih raziskavah ni bila posebej seznanjena.

Poučevanje po modelu je na izbranih sedmih šolah potekalo jeseni šolskega leta 2006/07. Po pripravah sodelujočih učiteljev je bil pripravljen časovno opredeljen program dela. Vsakega izmed učiteljev je bilo mogoče obiskati med izvajanjem enega izmed sklopov, opazovati učitelja in učence pri delu in od učitelja dobiti povratni odziv na opazovano šolsko uro. Ker so učitelji za izvajanje sklopov namenili med pet in sedem šolskih ur, je bilo usklajevanje nujno, saj je to pomenilo, da bo posamezen učitelj vse sklope izvedel v dveh do treh tednih. V enem tednu so imeli tri šolske ure namenjene predmetu Naravoslovje, pogosto sta bili dve uri blok uri, kar pomeni dva tedna ali tri tedne pouka skupaj z izvedbo popreizkusa v zadnjem tednu.

#### 2.3.4 Izvajanje polstrukturiranih intervjujev

Na osnovi opazovanja razredne interakcije, spola in subjektivnega vtisa o učencu sta bili oblikovani dve skupini (A in B) iz vsakega razreda v raziskavo vključenih šol. V vsaki skupini so morali biti tako fantje kot dekleta.

Pogovori z učenci, ravnatelji in učitelji so bili izvedeni s pomočjo pripravljenih vprašanj, ki so bila postavljena v določenem zaporedju, zastavljenih pa je bilo tudi več vprašanj, s katerimi so bili zanimivi odgovori dodatno opredeljeni in razloženi. Pogovori so potekali v ustreznem prostoru in časovno niso bili omejeni.

Vsi intervjuju so bili z dovoljenjem sodelujočih zvočno posneti, o nameri pa so bili obveščeni tudi starši učencev, ki so s podpisom sodelovanje potrdili. Pri tem je bil posnet pogovor z vsako izmed 17 skupin

učencev (združena skupina AB enega razreda na šoli 'eelav', skupini A in B dveh razredov na šolah 'eaped' in 'eamsm' in skupini A in B enega razreda na preostalih štirih šolah) s povprečno dolžino 35 minut. Učenci, učitelji in ravnatelji so bili predhodno seznanjeni s potekom intervjuja, zagotovljena pa jim je bila tudi brezimnost.

Podatki polstrukturiranih intervjujev so bilo obdelani s prepisom zvočnih posnetkov. Na osnovi pridobljenih podatkov je bil oblikovan kodirnik za ustrezno obdelavo besedilnega gradiva. Iz teh podatkov so bili izbrani tudi odgovori, ki so vključeni pri kvalitativni in kvantitativni analizi.

## 2.4 Obdelava podatkov pridobljenih v raziskavi

Kvalitativni in kvantitativni podatki preizkusov in anketnega vprašalnika so bili obdelani s pomočjo ustreznih statističnih metod skladno s cilji in hipotezami študije. Za osnovno opisno statistiko je bil uporabljen program OpenOffice.org Calc, preostali statistični izračuni pa so bili narejeni s programom SPSS, različica 18. Prepis posnetkov v tipkopis je bil pripravljen po standardnih predlogah (Urbančič, 2007)<sup>217</sup>.

Pri osnovni opisni statistiki so bile izračunane vrednosti dosežkov posameznih preizkusov in vprašalnikov, pogostost in porazdelitev odgovorov ter aritmetične srednje vrednosti, mediane in modus podatkov. Spremenljivost vrednosti je bila določena z izračunom standardnega odklona (SD).

Utemeljitev posameznih odprtih odgovorov pri preizkusih so bile ustrezno kodirane z določeno oštevilčeno opisno kategorijo, ki je bila pripisana posameznim odgovorom v kodni razpredelnici. Ti podatki so bili uporabljeni za izračun osnovne statistike kategorij in za podrobno analizo prostih odgovorov in tolmačenje rezultatov. Vsak preizkus je bil analiziran ločeno, med preizkusi pa so bili narejeni izračuni soodnosnosti različnih podatkov in njihova statistična pomembnost.

## **IV. Rezultati z interpretacijo**





Prvi del interpretacije rezultatov je podan za pripravo in vpeljavo modela poučevanja v pouk, pri tem pa so zbrani in preučeni predvsem tipkopisi posnetkov izvajanja ur in intervjujev, poročila učiteljev in raziskovalcev, šolska dokumentacija in tehnična poročila. Pri analizi akcijske raziskave so poudarjene najpomembnejše točke, ki so prispevale k spremembam in optimizaciji modela poučevanja. Akcijski del raziskave na prvi šoli 'aah' je zato predstavljen podrobneje pri vseh petih sklopih, na drugi 'aiv' pri prvem in drugem sklopu, v nadaljevanju analize po uvajanju modela poučevanja v eksperimentalnem delu raziskave pa so podrobno opisane posebnosti posameznih šol in pristopov različnih učiteljev eksperimentalne in primerjalne skupine. Podroben opis akcijskega dela raziskave je zbran v Prilogi G. V prvem delu raziskave je izvajanje predloga modela opredeljeno podrobneje, pri sedmih šolah v nadaljevanju pa se deli izvajanja modela ponavljajo in so zato predstavljene bistvene značilnosti. Podrobna analiza izvajanja ur pouka po modelu je zbrana v Prilogi H.

Sledi statistična analiza predpreizkusa (P) s podrobnim opisom značilnosti reševanja, temu pa statistična analiza rezultatov preizkusa in popreizkusa (R, S). Sklepni del združuje skupne izsledke, povezane z opisi analize vprašalnikov in intervjujev, ter povezovanje razumevanja naravoslovnih pojmov z drugimi spremenljivkami.

Besedilo tipkopisa je napisano tako, kot je posnet pogovor.

## 1 Ugotovitve akcijskega dela raziskave

### 1.1 Pregled prve akcije raziskave (šola 'aah')

Opazovanje ur, ki jih je vodil učitelj, pokaže, da ima učitelj v razredu pristop, ki je učencem všeč, vendar pa je po mnenju raziskovalca in opazovalca njegov način izražanja nejasen in zaradi tega pogosto strokovno neustrezen. Pomembno je tudi, da učitelj ni varen eksperimentiranja in zato preveč časa porabi za enostavne dejavnosti. V splošnem daje učitelj tudi vtis, da ga opazovalci motijo. Sam pove, da ga prisotnost ni motila pri urah, ko je pouk izvajal na svoj način. Pove tudi, da je rad sodeloval pri urah, ker je lahko spoznaval nov pristop k delu v razredu. Posebej izpostavi, da mu je bilo všeč sodelovanje pri izvajanju pouka oziroma *»na splošno se mi zdi dobro predvsem to, da ko imam jaz nekaj, da ti dvigneš roko, vpadeš ter da nekaj dodatno rečeš.«* oziroma dopolniš. Po njegovem je vpeljevanje novosti v pouk in vodenje ure najboljše izvesti sodelovalno med učiteljem in raziskovalcem, saj lahko učitelj vedno kaj pozabi. Pove, da so opazovalci v prednosti, saj le opazujejo iz zadnje klopi in natančno vedo, kaj pričakujejo oziroma kako je treba vsebine podati. Tega zase kot učitelja pred razredom ne more vedno trditi. Poudaril je tudi, da se mu zdi delo v razredu v sodelovanju z še enim učiteljem odlična ideja in bi na tak način z veseljem sodeloval tudi pri izvajanju poskusov. Tudi laborant bi lahko pomembno prispeval k pouku naravoslovja, vendar ga na šoli žal ni.

Analiza ur, ki jih je izvedel učitelj, je pokazala, da je njegov način dela učencem blizu, da mu učenci sledijo in ga radi poslušajo. Pokazala je tudi, da je treba učitelju dati taka navodila, da jih bo razumel in izvajal v skladu s pričakovanji in zahtevami modela. Drugi opazovalec je povedal, da pri prvi uri ni bilo videti, da bi učitelj vedel, kaj mora narediti, z vmešavanjem raziskovalca pa se je situacija še poslabšala, saj zaplet ni bil pričakovan in nanj nihče ni bil pripravljen. Poseg v uro učitelja je bil opazovalcu od zunaj videti povsem neproduktiven, učenci so izgubljali zanimanje za vsebino,

učinkovitost dela je bila zelo slaba zaradi neusklajenega vodenja in zaradi preveč porabljenega časa. Učitelj je izkoristil tremo in nepripravljenost na vodenje po navodilih ter izvajanje preložil na drugega. Zaplet prve ure je izpostavil pomembnost navodil za učitelja, usposabljanje učitelja in preverjanje učiteljevega razumevanja navodil, ki odstopajo ali pa so različna od njegovega načina dela. Pri prvi uri se je kot pomembna pokazala možnost, da se učitelju prepusti časovno določanje izvajanje sklopov. Predlog opazovalca pri takih zapletih je bil, da bi se namesto prevzemanja ure učitelj lahko med potekom ure posvetoval in nato nadaljeval s poukom, pri tem pa bi imel tudi možnost pomoči pri izvajanju tistih dejavnosti, ki so po učiteljevem mnenju problematične oziroma v primeru eksperimentalnega dela tehnično zahtevnejše.

Učitelj je vlogo opazovalca preoblikoval v vlogo dejavnega opazovalca, ki bo vskočil na pomoč takrat, ko bo začutil, da je prišlo do prevelikega odstopanja od dejanske zasnove ure, in takrat, ko bo treba razčistiti določene pojme ali pa izvesti tehnično zahtevnejše eksperimente. Najbolj ga je skrbelo prav eksperimentiranje, ker je podvomil, da bi mu uspelo voditi vse skupine in celo izvesti poskuse, čeprav so bili ti po težavnosti prirejeni za delo učencev.

Vsi poskusi razen izdelave merilnika temperature so dovolj enostavni, merilnik temperature pa je bil v prvotni zasnovi problematičen predvsem zaradi navodil in zaradi sestavnih delov. Slamica bi morala biti povsem ravna in ne zavita, saj je zaviti del učencem povzročal težave, ker niso vedeli, ali naj zaviti del potopijo v steklenico ali naj ta gleda ven. Čeprav je to nepomembna podrobnost, so jo učenci izpostavljali kot zelo pomembno. Izkazalo se je tudi, da so navodila pri izdelavi termometra jasna v začetku, problem pa je zaključni korak, pri katerem je treba zagotoviti, da v steklenici pod zamaškom ni zraka, hkrati pa je vodni stolpec vsaj do polovice višine slamice. Tehnično zelo enostavna naloga, vendar učencem ni bilo jasno, kako to doseči.

Pričakovano je bilo, da učenci spoznajo na zemljevidu celine, kot sta Afrika in Amerika, saj so pri predmetu Geografija zemljevide že obravnavali in si tudi podrobno ogledali zemljevid Zemlje. Nepričakovano pa je bilo, da učenci ne znajo z zemljevida razbrati želenih podatkov. Na prosojnici, na kateri je bilo prikazano temperaturno nihanje med ekvatorjem in poloma, je bilo videti, da učenci razumejo, da je temperatura v območju na srednjem delu zemljevida precej višja od temperature na polih. Videti je bilo tudi, da razumejo, da je količina vode posameznega območja prav tako zelo pomemben dejavnik, hkrati pa niso tega védenja združili in ugotovili, da je predel Afrike okoli ekvatorja zelo zelen, malo nad njim v predelu Sahare pa ni rastlin, ker je količina padavin na sušnem predelu zelo majhna. To so spregledali tako na prosojnici o gostoti rastlinstva in vrstah gozdov kot na satelitskem posnetku planeta Zemlje.

Ob navodilih za učitelja se je kot zelo pomembna točka uvajanja modela izkazalo »*ponavljanje poteka izvajanja pouka*«, kot se je izrazil drugi opazovalec. Večini težav bi se bilo mogoče izogniti, v kolikor bi učitelj predhodno podrobno preučil dejavnosti, izvajanje poskusov in usmerjene pozornosti na odzive iz razreda. Prav »*drugačen način dela*« v razredu je ključni dejavnik, ki izvajanje dejavnosti oteži učitelju, ki si je v letih dela v šoli ustvaril lastni način dela in ga le s težavo spreminja. Razlika v kritičnosti do izvedbe se kaže tudi v mnenju drugega opazovalca in učitelja. Prvi je bil mnenja, da je pri prvi uri izvajanje potekalo »*katastrofalno slabo*« in da je bilo veliko izgubljenih trenutkov, drugi pa je bil mnenja, da je bila ura »*v redu*«, saj je izrazil presenečenje »*vsaj glede otrok, ki niso vajeni takih vprašanj*«.

## 1.2 Pregled druge akcije raziskave (šola 'aiv')

Učitelja po njegovih besedah prisotnost opazovalcev ni motila pri urah, saj pogosto sodeluje s študenti. Učitelj je imel več težav le s tem, da ni želel vključevati drugih učiteljev. Razlog za to je predvsem v tem, da kot je povedal »*ne želim obremenjevati drugih s samo izvedbo, saj sem jih večkrat povprašal za nasvet že pred začetkom in jih bom, če bom mnenja, da mi nekaj ni jasno*«. Močno zagovarja sodelovanje, vendar ne za vsako ceno, še posebej, če je mnenja, da lahko kaj dobro opravi sam. Ker ima šola laboranta, je po njegovem največji problem ta, da laborant ni »*njegov*«, ampak ima različne obveznosti, ki niso neposredno vezane na delo laboranta. Čeprav lahko veliko dejavnosti pripravi sam, bi pripravil tudi zahtevnejše dejavnosti, če bi imel pomoč.

Analiza ur pri tem učitelju je pokazala, da dobro sodeluje z učenci in učenci radi sodelujejo pri praktičnem delu.

Učitelj z navodili ni imel nikakršnih težav. Delno je to mogoče pripisati njegovemu načinu dela v razredu, ki je podoben in skladen z načinom, ki ga predvideva model poučevanja. Pomembne pa so verjetno tudi spremembe v navodilih, ki so se pri prvem učitelju pokazale kot ključne.

## 2 Ugotovitve izvajanja modela v eksperimentalnem delu raziskave

Med analizo izvajanja modela poučevanja in odgovorov učiteljev na intervjuju se je izkazalo, da so pri učiteljih nekateri vidiki dela v razredu posebej izpostavljeni in jih opredelijo kot pomembnejše. Učitelji navajajo težave pri prilagajanju modela in nelagodje zaradi zunanjega opazovanja, navajajo presenečenost nad znanjem učencev pri obravnavi vsebin, ki niso v domeni učitelja, in pogosto opredelijo naravoslovje kot predmet, ki je nepovezan z drugimi predmeti v sedmem razredu. Pogosto tudi izpostavijo težave pri izvajanju eksperimentalnega dela in pripisujejo različen pomen domačim nalogam.

### Prilagajanje modela lastnemu načinu dela

Med uvajanjem in izvajanjem modela poučevanja se je izkazalo, da so učitelji, ki so pri raziskavi sodelovali, precej časa porabili za prilagajanje modela poučevanja lastnemu načinu dela. Pri tem so najpogosteje izpostavili težave z vpeljevanjem dejavnosti ali oblik dela, ki jih učitelji sami načeloma ne izvajajo oziroma jih izvajajo redkeje. Učitelji so se v vseh primerih odločili za pot, kjer sklope modela strnejo v čim manjše število ur (izjema je učitelj 'eivts'). Pet ur so učitelji zaradi oštevilčenja sklopov razumeli kot najmanjše zahtevano število ur, ki naj jih namenijo modelu. Čeprav so bile priprave vseh učiteljev opredeljene natančno, učitelji niso uspeli slediti predvidenemu časovnemu poteku pouka. Pri tem je treba poudariti, da je bilo največ težav prav z dejavnostmi, ki so učiteljem nove, saj jih časovno (še) ne znajo opredeliti. Pri vseh učiteljih v raziskavi se je pokazalo, da so ocenili dejavnosti pri navajanju pojmov v prvem sklopu kot časovno nezahtevne. Med njihovim izvajanjem se je izkazalo nasprotno. Problem ni v nedejavnosti ali v neznanju učencev, saj so ti navedli v vseh primerih več različnih pojmov, kot je bilo zahtevanih, ampak v zapisovanju v zvezek, razvrščanju v razpredelnice oziroma razvrščanju pojmov v kategorije. Učenci si besedilo v zvezek običajno zapisujejo po nareku učitelja, v prvem sklopu pa so morali v okviru dejavnosti to narediti sami. Pomen in pomembnost zapisovanja ter pisanja sta podrobneje opredeljena v različnih raziskavah (Zamel, 1982; Langer,

1986)<sup>218,219</sup>. Zapisovanje vpliva na besedoslovje, besedišče, jezik, sprotno refleksijo, povzemanje in urejanje besedila, pomembno pa je tudi za kasnejšo ponovno obdelavo ter je ključno za kakovostno in trajno znanje. Zaradi dejavnosti navajanja pojmov prvega sklopa in eksperimentalno zasnovanega drugega sklopa so učitelji povedali, da se jim sklopi zdijo zastavljeni preširoko za pet ur pouka, čeprav časovna opredelitev sklopov ni bila določena.

Če so bile vsebine določene, pa je bila oblika dela v razredu prepuščena odločitvi učitelja. Pri dejavnostih sta bili zaznani dve skrajnosti pri prednostni izbiri oblik dela v razredu, čeprav vsi učitelji navajajo, da občasno uporabljajo različne oblike dela.

(1) Skupinsko delo je uveljavljal predvsem učitelj 'eoguz', ki je na vprašanje o najpogostejših oblikah dela pri pouku povedal, da je problem skupinskega dela le v disciplini, pretirani vzhičenosti med delom in glasnosti. Prav to pa vpliva na učinek, ki ni vedno tak, kot bi ga pričakovali. Sicer pa po učiteljevem mnenju skupinsko delo pozitivno vpliva na celosten odnos do dela pri naravoslovju in ga zato zelo pogosto uporablja. Zdi se mu tudi, da na to ne vpliva, kako so sestavljene skupine, zato učencev sam običajno ne razporeja. Vseeno pa včasih vpliva na to, da so v skupini tako boljši kot slabši učenci. *»Nikoli ne dovolim, da bi bili v skupini samo slabši ali pa samo boljši učenci, da boljši še malo potegnejo slabše naprej.«* Če že, potem skupine sestavi po naključnem ključu (rojeni spomladi, črni lasje, modre oči ...), predvsem zato, da vsi učenci sodelujejo z vsemi.

(2) Nasprotje pretežno skupinskemu delu predstavlja učitelj 'eokon', ki verjame, da je najboljšo delo dinamično, različno, pestro, hkrati pa se mu zdi, da je prav samostojno delo učencev najučinkovitejše. Pri skupinskem delu je pomembno, kdo sedi skupaj, saj to močno vpliva na kakovost izdelkov, pri samostojnem delu pa imajo prednosti lastnosti in delovne navade posameznika in je zato dejavnosti precej lažje prilagoditi vsem učencem v razredu. Pri tem je pomembno, da tega ne opredeli kot notranjo diferenciacijo učencev. *»Pri skupinskem delu določim vodjo, ki bdi nad skupino, da majo vsaj občutek nadzora. Prednost je, da jim včasih sošolec lažje pove [razloži] kot jaz z svojimi besedami. Pri samostojnem delu pa upoštevam razlike med učenci in naloge ocenjujem po različnih ključih.«* Samostojno delo ima prednost predvsem v tem, da se učenec zaveda pomena lastnega dela, lastnega znanja in lastne odgovornosti. Ti vidiki so po njegovem mnenju ključni.

Videti je, da učitelji načeloma uporabljajo skupinsko delo predvsem takrat, ko želijo z učenci, v čim krajšem času, opraviti čim več dejavnosti. S tem vežejo izbiro oblike dela na časovne zahteve in ne na zahteve dejavnosti, kot bi pričakovali. Eksperimentalno delo drugega sklopa je predvidevalo skupinsko delo zaradi zahtev dejavnosti, učitelji pa so to povezovali s časovno zahtevnostjo. Pri tem je zanimivo mnenje učitelja 'eelav', ki je ugotavljal, da je v razredu, ki je sodeloval pri raziskavi *»zelo težko delati, sploh neko skupinsko delo, ker bi bili oni [učenci] najraje pasivni, nedejavni in bi le opazovali, jaz pa bi izvajal poskuse.«*

Vsi učitelji so poudarili, da so za večino dejavnosti, ki bi jih lahko izvajali učenci samostojno, razredi številčno preveliki. V velikih skupinah bi morda lahko izvajali dejavnosti samostojno, ni pa mogoče nadzirati vsakega učenca posebej. Učitelji to izkušnjo povezujejo z učenci, ki sami niso sposobni izvesti naloge in je zato njihov čas namenjen predvsem njim, ostali učenci pa so prepuščeni samemu sebi. Pri tem najbolj nadarjenim posameznikom učitelj ne posveča pozornosti. Nekateri učitelji rešujejo nastale situacije tako, da učenci šolske dejavnosti nadaljujejo kot domače delo, pravilnost dela pa potem preverijo starši ('eaped').

## Znanje učencev in medpredmetno povezovanje

Učitelji so pogosto podcenjevali znanje učencev. Večino izpostavljenih primerov je povezanih z znanjem, ki ni neposredno vezano na učni načrt predmeta. Učitelji so večkrat izrazili presenečenje nad znanjem geografije, ki so ga pokazali učenci. Nepoznavanje učnih načrtov drugih predmetov se kaže tudi pri sodelovanju. Učitelji naravoslovja pogosto sodelujejo z učitelji fizike, kemije ali biologije, saj vedo, da se vsebine nadgrajujejo v višjih razredih, v nobenem izmed opazovanih primerov pa učitelj ni sodeloval npr. z učitelji geografije, matematike oziroma tehnike. Prav ti trije predmeti so najbolj povezani z naravoslovjem v sedmem razredu. Pri nekaterih vsebinah je ključnega pomena geografija. Sodelovanje z učitelji navedenih predmetov je nedosledno in neuskkljeno (Crow in Pounder, 2000; Kaufman in Grennon Brooks, 1996)<sup>220,221</sup>. Prav to nepoznavanje pa so učitelji pogosto povezali z navidezno nepovezanostjo sklopov.

Učitelji poznajo predmet, ki ga učijo, manj pa poznajo druge predmete in so zato manj pripravljeni na »interdisciplinarna vprašanja« učencev niti teh ne poskusijo predvideti. Učitelj 'eoguz' pove, da je opazil občutno razliko med učenci, ki so dejavnosti modela obravnavali pri različnih predmetih in pri naravoslovju. Učitelj je imel priložnost spremljati učence v dveh razredih, kjer je določene vsebine modela v enem razredu obravnaval brez sodelovanja geografa v drugem razredu pa s sodelovanjem. »Med razredi je bila razlika. Tam, kjer je sodeloval tudi geograf, so bili učenci neprimerno bolj dejavni. Pri tem je zanimivo, da učenci sploh niso razmišljali, da je vsebina medpredmetno povezana.« Med pogovorom z geografi na šolah ('aah', 'eamsm' in 'eaped') se je izkazalo, da ti opredelijo geografijo kot družboslovno vedo in kot tako manj povezano z naravoslovjem, veliko bolj pa na primer z zgodovino. Medpredmetno povezovanje zahteva od učitelja poznavanje učnih načrtov predhodnega razreda, vseh predmetov trenutnega in naravoslovnih predmetov naslednjega.

## Laborant in izvajanje poskusov pri pouku

Učitelji, ki imajo možnost sodelovanja z laboranti, se nanje zanašajo bolj, kot bi pričakovali. Kako sicer vidijo delo laboranta učitelji in kako laboranti, je odvisno od njunega načina sodelovanja. A. Mencigar (2010)<sup>222</sup> ugotavlja, da sodelovanje laboranta pri urah, pri katerih je vključeno praktično delo, vpliva na kakovost praktičnega dela. Pri analizi dela učiteljev, ki so sodelovali pri izvajanju modela poučevanja, se je med drugim izkazalo, da je v vseh primerih, ko je laborant sodeloval pri uri, ta občasno prevzel tudi vlogo učitelja. Laborant je pogosto podajal navodila, učencem zastavljali vprašanja in jih pripravljali na domačo nalogo, pogosto pa je bil tudi dejavnejši kot učitelj, saj je ob tem skrbel še za eksperimentalni del dejavnosti. Ključno vlogo za razumevanje poskusa igra pri učencih učitelj (Högström, Benckert in Ottander, 2010)<sup>223</sup>, ki mora razumeti bistvo poskusa in mora imeti jasen cilj o znanju in spretnostih, ki naj bi jih učenci usvojili med izvajanjem poskusov in iz opažanj poskusa. Učitelj ima pomembno vlogo pri vodenju dela in pri spodbujanju razmišljanja o poskusu, ki pripelje do ustreznih pravih zaključkov.

Učitelji v raziskavi, ki imajo možnost sodelovanja za laborantom, tudi redkeje vključijo učence v izvajanje demonstracijskih poskusov. Na šolah, kjer laboranta ni ali ta ne sodeluje pri pouku, učitelji učence povabijo k izvajanju tudi zahtevnejših poskusov, zagotovijo ustrezno zaščito in vodijo izvajanje. Učencem, ki so tega vajeni, je vloga demonstratorja všeč. Med pogovorom z učenci na šoli 'eivts' so se ti spomnili poskusa šele, ko so ugotovili, da je to poskus, ki ga je izvajal določen učenec. Zapomnili so si tudi, da se mu je nekaj smešnega pripetilo. Povedo tudi, da jih učitelj na poskus opomni tako, da



omeni učenca, ki ga je izvajal.

Prav tako učitelji in laboranti pri pripravi poskusov redkeje preverijo, kako potekajo, če so mnenja, da je poskus enostaven. To so potrdili vsi sodelujoči učitelji. Med izvajanjem poskusa mešanja tekočin, ki je opredeljen med sklopi modela, je le eden izmed sedmih učiteljev povedal, da je poskus izvedel dan ali dva dni prej, da je preveril, ali bi lahko nastopile težave. Učitelji so v večini primerov poskus prvič izvajali tik pred začetkom ure in je bilo zato za popravke manj možnosti. Praktično delo poveča časovno zahtevnost izvajanja pouka in ga je tudi težje izvajati, če učitelj nima pomoči laboranta. Šibka stran izvajanja eksperimentalnega dela sta njegova časovna zahtevnost in finančna sredstva (Hawkes, 2004)<sup>224</sup>. Pri tem pa je treba upoštevati doprinos eksperimentalnega dela k razumevanju vsebin. Če poskusi niso ustrezno pripravljene, je več dela z izvedbo kot z vsebino. Da je prav vidik ustrezne priprave izvajanja poskusa za učence zelo pomemben, kažejo tudi raziskave (George idr., 2009)<sup>225</sup>.

Seveda je časovna zahtevnost eksperimentalnega dela mogoče soočiti tudi s količino snovi, ki je za predmet opredeljena v učnem načrtu. Po mnenju učiteljev je te preveč, pogosto pa je tudi pojmovno preveč razdrobljena.

### **Opazovanje dela učitelja**

Učitelji si po eni strani želijo, po drugi pa se bojijo zunanjega opazovanja. Prav vsi so v nekem obdobju izrazili nelagodje in tremo pred »*ocenjevanjem*« njihovega dela, hkrati pa so vsi želeli slišati mnenje o izvedenih opazovanih urah pouka. Opomnjeni so bili, da namen raziskave ni »*ocenjevanje njihovega dela*« in tudi da bi lahko »*opazovali*« sami sebe, v kolikor bi posneli ure pouka, kjer izvajajo različne dejavnosti in nato analizirali svoj govor, pogovor, navodila, vzdrževanje discipline ali karkoli drugega. Problem zunanjega ocenjevanja, kot ga dojemajo učitelji, je povezovanje uspeha učencev z lastnim uspehom dela. Če učenci npr. ne ugotovijo odgovora, ne sklepajo pravilno o opažanjih poskusa ali pa dejavnosti ne opravijo zadovoljivo, učitelji to povežejo z lastno neučinkovitostjo, ne pa tudi z neustreznostjo izbora dejavnosti. Učitelji povedo, da niti ne poskusijo ugotoviti, zakaj učenci niso dosegli zahtev, ampak dejavnost oziroma poskus zamenjajo z lažjim, takim, »*ki je učencem bolj razumljiv*«. Vsi učitelji, ki so sodelovali pri raziskavi, povedo, da se jim zdi izkušnja s sodelovanjem pri vpeljevanju modela poučevanja, še posebej izkušnja o načinu dela v razredu, zelo pomembna tudi z vidika »*sodelovanja*« z zunanjimi raziskovalci in opazovalci.

Če učitelje zunanji opazovalci motijo, pa so učencem zanimivi. Učitelji pogosto povedo, da so učenci dejavnejši, če jih nekdo opazuje, se pa dejavnost kaže v dveh različnih smereh: nekateri učenci želijo pokazati svoje znanje, drugi pa iščejo meje dovoljenega in pokažejo svojo drznost.

### **Pomembnost pojmovnega opredeljevanja**

Učitelji so pričakovano pokazali pozitiven odnos do praktičnega eksperimentalnega dela v okviru modela poučevanja, precej slabši pa je bil njihov odziv do pojmovnega poudarjanja vsebine. Običajno se v okviru izobraževanja poudarjajo praktične vsebine, redkeje pa so dejavnosti oblikovane tako, da je treba pri delu poudariti tudi pojme in jih uvrstiti v ustrezno pojmovno razporeditev (Glažar in Kornhauser, 1990; Birbili, 2006; Novak in Cañas, 2008)<sup>226,227,228</sup>. Ob tem pa je učiteljem pomembno tudi poudarjanje znanstveno-raziskovalnega pristopa k delu, manj pa poudarjanje opredelitev, razlage ali predstavitev izsledkov. Učitelji se včasih težko odločijo, kaj je pomembno in kaj ne, še posebej, če so izpostavljeni naravoslovni pojmi, ki jih bodo učenci še obravnavali v višjih razredih. Take pojme pogosto

kar izpustijo (razlika med temperaturo in toploto), saj bi po njihovem mnenju porabili preveč časa in ne bi dosegli želenega razumevanja. Problem je tudi v napačnem razumevanju vsebin, ki je pogosto kasneje »*trdoživo*« (Stein, Larrabee in Barman, 2008)<sup>229</sup>.

Učitelji se večinoma odzivajo pozitivno na ideje učencev, kadar ideja ne zahteva dodatnega »*učiteljevega časa*« (kot so npr. nove kategorije pri razvrščanju sprememb), nove izvedbe poskusa (drugačen način segrevanja) in predlogi poskusov (poskus z javanskim mahom, dolgotrajni poskusi). Učitelji se ne odzivajo na ideje, če te niso v skladu z njihovo predstavo o poteku ure in se jim zdijo časovno zahtevne.

Učitelji na splošno le redko podrobno opredelijo vsebine. To se kaže tudi pri uporabi vprašalnice »*zakaj*«. Najbolj očitna in vztrajna je bila uporaba teh vprašanj pri učiteljih '*eaped*' in '*eivts*', ki sta vprašalnico najpogosteje uporabila in tudi vztrajala pri odgovoru. Kadar mora učenec opažanja ali ugotovitve izraziti, opisati z besedami, je hkrati prisiljen pojmovno usklajevati svoje razmišljanje, učitelj pa lahko pri tem spremlja ustreznost naravoslovne terminologije.

### **Dolgotrajni poskusi in domače delo**

Učitelji povedo, da so učenci ustrezno sprejeli dolgotrajni poskus z mahom in so bili dejavni pri opazovanju poteka poskusa in tolmačenju izsledkov. Tudi dejavnosti spremljanja sprememb temperature, tlaka in količine padavin so jim bile zanimive. Nekaterim učencem se je zdela dejavnost časovno preveč obremenjujoča, saj dejavnosti niso hoteli izvajati doma. Bolj kot učenci so imeli s tem težave učitelji, ki so v petih primerih navedli, da so jih o poteku poskusa opominjali učenci sami, saj bi sami, in tudi so, pozabili. Učitelj '*eoguz*' pove, da je po njegovem mnenju smiselnost dolgotrajnih poskusov predvsem v tem, da »*malo ponovijo, kaj se pričakuje ali pa kaj so predvideli, in da dobijo potrditev ali pa zanikanje, če so narobe skleпали*«. Vidika zbiranja podatkov in spoznavanja pravega raziskovalnega dela ne izpostavi noben učitelj. To je zanimivo tudi, ker so vsi učitelji na vprašanje, ali bi bilo treba ocenjevati tudi praktično izvajanje poskusov, odgovorili pritrdilno. Da je pomembno upoštevanje vseh korakov izvajanja poskusov, kažejo tudi tuje raziskave (Hammann, 2008)<sup>230</sup>.

Izbor poskusov, ki jih učitelji uporabljajo sicer pri pouku, je vezan na različne vire. Učitelja '*eoguz*' in '*eevrd*' povesta, da najpogosteje izvajata poskuse iz »*delovnega zvezka*«, čeprav imata oba na voljo laboranta, s katerim dobro sodelujeta. Učitelj '*eivts*' poskuse izbira glede na želen cilj pouka in jih pogosto spreminja, redkeje pa ima čas iskati in prilagajati izvedbo povsem novih poskusov. Enakega mnenja je učitelj '*eaped*', ki pa večino poskusov izbira predvsem glede na motivacijski vidik, torej da so ti učencem čim bolj zanimivi in so drugi cilji manj pomembni. Učitelj '*eelav*' poskuse izbira glede na tehnične zahteve, saj si mora »*laboratorijsko opremo in pripomočke sposoditi, saj jih na šoli ni*«. Učitelj '*eamsm*' zaradi svoje vloge (laborant, nadomestni učitelj) na šoli poskusov skoraj ne izvaja oziroma so ti običajno demonstracijski. Dolgotrajnih poskusov, kot so dejavnosti, ki bi bile usmerjene v dolgotrajno opazovanje, zbiranje in urejanje podatkov ter v različnih časovnih razmikih tolmačenje izsledkov, učitelji večinoma ne izvajajo. Najpogosteje kot dolgotrajne poskuse navajajo gojenje živali in rastlin, ki jih npr. »*uporabijo pri drugih poskusih*« ('*eivts*'), ali pa biološke dejavnosti, pri katerih so učenci lahko dejavni sami (delo v naravi, z drugim materialom) ('*eoguz*' in '*eevrd*').

Kemijske in še bolj fizikalne vsebine so za učitelje časovno zahtevne, zato pri učiteljih niso priljubljene. Dolgotrajni poskusi so pogosto v šolskem prostoru vezani na domače delo in domače naloge. Učitelji vseh šol so mnenja, da je pri naravoslovju malo domačih nalog, kar so na vseh šolah potrdili tudi

učenci. Učenci povedo, da je največ nalog pri matematiki in slovenščini, pogosto navedejo tudi tuj jezik. To videnje je običajno, saj so to predmeti, kjer je ponavljanje ključnega pomena. Pri naravoslovju naloga ne more odražati »*treninga*«, ampak bi morala biti ta usmerjena v dejavnosti, ki jih je lažje ali pa natančneje izvesti doma (tudi ob pomoči staršev, bratov, skrbnikov). Učitelji tudi povedo, da so nad pristopom učencev do domačih nalog razočarani, saj jih običajno ne naredijo ('*eoguz*') ali pa je v nalogah veliko napak, ki jih ni časa pregledati ('*eelav*', '*eevrd*') in popraviti, zato je pogosto domača naloga vezana na reševanje delovnega zvezka ('*eelav*') ali pa učitelj domače naloge sploh ne daje ('*eokon*'). »*Zmerno*« veliko domače naloge da učitelj ('*eivts*'), zelo veliko pa učitelj ('*eaped*'), naloga pa je vezana na vsebine pri pouku. Učitelj kljub veliki količini naloge, ki vključuje tako vprašanja iz delovnega zvezka, dodatne delovne liste in dejavnosti, pa tudi naloge za iskanje in zbiranje materiala, ki ga učenci nato prinesejo v šoli in po uri tudi odnesejo nazaj, če so nabrali živi material, nalogo redno pregleduje. Pri tem je pomembno tudi splošno mnenje vseh sodelujočih učiteljev, da učenci slabo sledijo navodilom in je zato naloga slabše narejena, včasih pa jo morajo tudi ponovno narediti, da se »*navadijo v drugo bolj natančno brati*« ('*eaped*'). Če naj nalogo naredijo ali opravijo dobro in hitro, morajo biti navodila napisana in razložena, saj »*le eno ni dovolj, ker navodil sami od sebe sploh ne berejo, ampak rešujejo in izpolnjujejo na pamet*«.



### 3 Obravnava predpreizkusa in preizkusa naravoslovnega znanja

V podpoglavjih so predstavljene ugotovitve na osnovi izračunov in podatkov opisne statistike predpreizkusa in preizkusa. Ločeno je podana uspešnost učencev na celotnem predpreizkusu in preizkusu in pri posameznih nalogah. Narejena je primerjava med rezultati primerjalne in eksperimentalne skupine učencev ter primerjava po spolu znotraj posamezne skupine. Pri nalogah z odprtim odgovorom je rezultat povezan tudi z odgovori učencev na intervjujih. Podrobno so analizirane naloge z odprtim odgovorom, pri vsaki nalogi pa je podrobno analizirano tudi nepopolno ali napačno razumevanje pojmov in dejavnikov. Izbire odgovorov učencev pri vprašanjih z enim ali več pravnimi odgovori so podane v razvrstilnih stolpčnih diagramih.

#### 3.1 Uspešnost učencev pri reševanju predpreizkusa

Naloge in rešitve so priložene v prilogi (Priloga A), opis, merske in vsebinske značilnosti preizkusa pa so podane v poglavju priprave in izbora merskih pripomočkov (Poglavje III.2.2) v empiričnem delu.

V Razpredelnici 12 je predstavljena opisna statistika predpreizkusa naravoslovnega znanja vseh učencev, ki so predpreizkus reševali.

Vsebinsko so v predpreizkus vključeni splošni naravoslovni pojmi, ki so jih učenci spoznali pred potekom raziskave in pričakujemo, da jih učenci poznajo. Izjemi sta pojma »dejavnik« v povezavi s pridevnikom »omejujoč«, ki bi ga po pričakovanih učenci morali iz skladnje ustrezno tolmačiti in razumeti. Naloga, pri kateri je bila uporabljena pojmovna zveza »omejujoč dejavnik«, je bila oblikovana tako, da je opisno opredelila značilnosti, iz katerih je mogoče sklepati, kaj pomeni tak dejavnik. Izkazalo se je, da so učenci pogosto dosegli nižje število točk predvsem zaradi izpuščanja odprtih odgovorov.

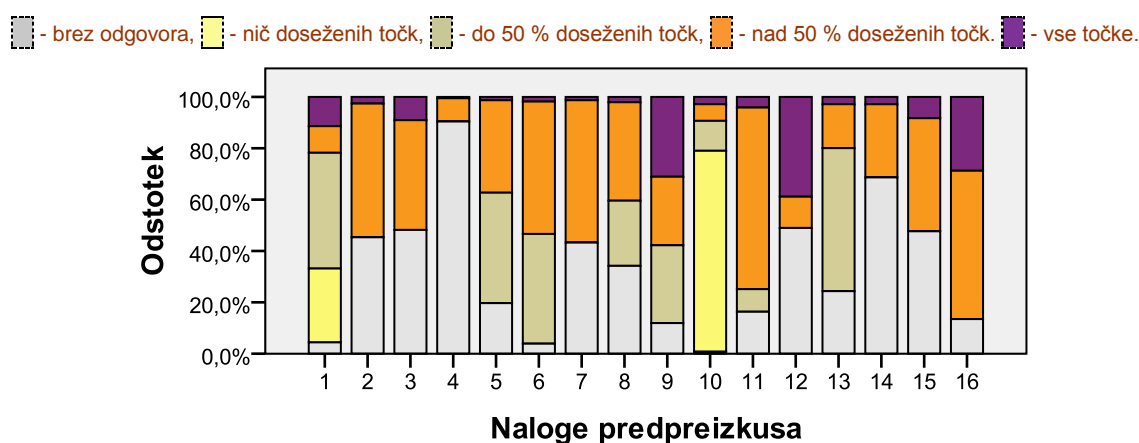


Diagram 1: Pregled uspešnosti reševanja posameznih nalog predpreizkusa.

Učenci so bili najuspešnejši pri reševanju četrte naloge (90 % uspešnost), pri kateri so morali uporabiti le znanje. Pričakovano najslabše so reševali naloge, pri katerih je bilo treba odgovor tudi utemeljiti (naloge 6, 9, 11, 16). Učenci utemeljitve pogosto niso navedli. Če so poskusili odgovor utemeljiti, pri tem večinoma niso bili uspešni (< 20 % uspešnost). Pri preostalih nalogah je približno polovica učencev

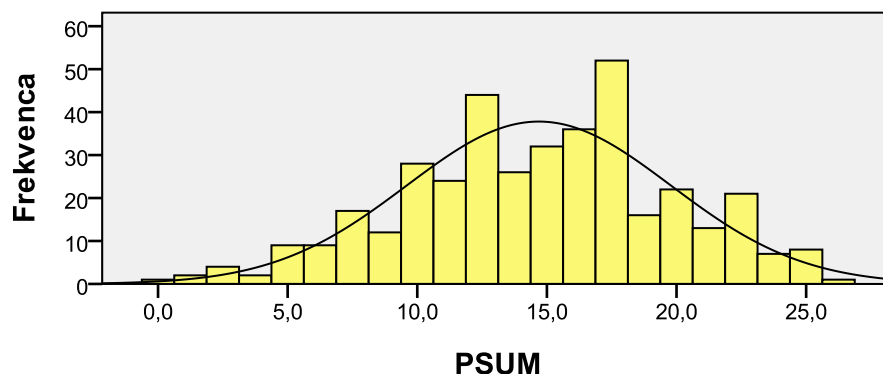
odgovorilo na vprašanje pravilno. Pri posamezni nalogi je vsaj en učenec dosegel vse točke, prav tako pa je tudi pri vsaki nalogi vsaj en primer, ko učenec ni dosegel nobene točke. Grafično je uspešnost reševanja nalog preizkusa predstavljena v Diagramu 1.

naloga	točke	iT	iD	Ma	Me	Mo	SD	SE	kS	kA
P1	2	0,42	0,44	0,85	1	1,5	0,61	0,03	-1,2	0,01
P2	2	0,45	0,43	0,91	0	0	1,00	0,05	-1,97	0,19
P3	2	0,48	0,46	0,96	0	0	1,00	0,05	-2,01	0,07
P4	2	0,91	0,37	1,81	2	2	0,59	0,03	5,63	-2,76
P5	2	0,41	0,33	0,82	1	1	0,74	0,04	-1,11	0,29
P6	2	0,25	0,21	0,51	0	0	0,57	0,03	-0,62	0,60
P7	2	0,43	0,43	0,87	0	0	0,99	0,05	-1,94	0,27
P8	2	0,47	0,38	0,94	1	0	0,86	0,04	-1,65	0,12
P9	1	0,27	0,31	0,27	0	0	0,35	0,02	-0,45	0,91
P10	3	0,60	0,49	1,81	2	2	0,72	0,04	1,30	-1,47
P11	2	0,21	0,37	0,41	0	0	0,76	0,04	0,30	1,44
P12	2	0,49	0,44	0,98	0	0	1,00	0,05	-2,01	0,04
P13	2	0,52	0,48	1,04	1	1	0,66	0,03	-0,73	-0,05
P14	2	0,69	0,48	1,37	2	2	0,93	0,05	-1,36	-0,81
P15	2	0,48	0,47	0,95	0	0	1,00	0,05	-2,00	0,09
P16	2	0,14	0,30	0,27	0	0	0,68	0,03	2,63	2,15
(ΣP)	32	0,46		14,7	15	17,5	5,10	0,24	-0,22	-0,30

**Legenda:** iT – indeks težavnosti, iD – indeks razločljivosti, Ma – povprečni dosežek pri posamezni nalogi, Me – mediana, Mo – modus, SD – standardni odklon, SE – standardna napaka, kS – koeficient sploščenosti in kA – koeficient nesorazmernosti.

Razpredelnica 12: Opisna statistika predpreizkusa P (score).

Skupno so učenci v povprečju dosegli 14,76 točk [ $\omega = 0,46$ ,  $SD = 5,10$ ]. Učenci eksperimentalne skupine so na predpreizkusu (P) dosegli v povprečju 15,05 točk [ $SD = 5,04$ ], učenci primerjalne skupine pa 14,56 točk [ $SD = 5,15$ ]. Razlika v uspehu med učenci obeh skupin ni statistično pomembna [ $t(384) = 0,953$ ,  $p = 0,341$ ].

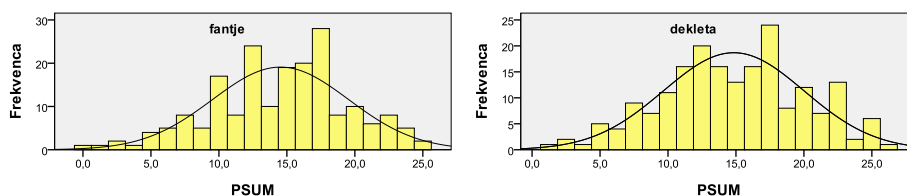


Histogram 2: Porazdelitev rezultatov učencev na celotnem predpreizkusu.

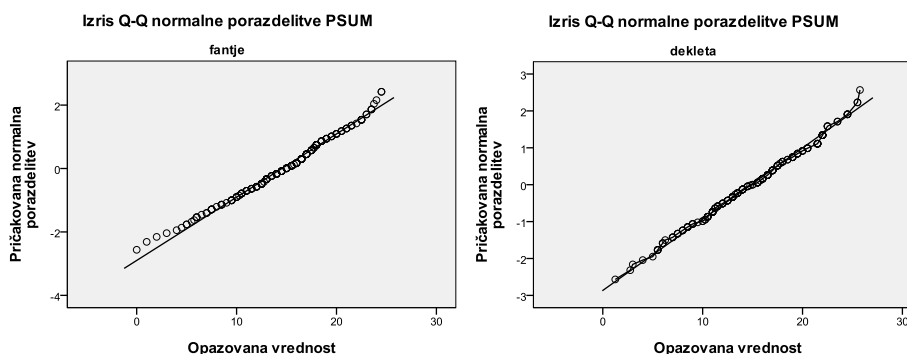
Rezultat preverjanja normalnosti porazdelitve s statistiko Kolmogorov - Smirnov je sicer pokazal, da porazdelitev rezultatov celotnega preizkusa ni normalna porazdelitev, saj je bila izračunana vrednost statistične pomembnosti testa  $K-S_{(n)}$  nižja od omejitve  $p < 0,05$  [ $K-S_{(n)}(386) = 0,56$ ,  $p = 0,005$ ]. Pri

podrobni analizi se je izkazalo, da je porazdelitev prenizka prav v območju srednje vrednosti in je zato ta navidezno bimodalna [ $M_1 = 12,54$ ;  $M_2 = 17,3$ ]. Porazdelitev z več izstopajočimi vrhovi je grafično prikazana na [Histogramu 2](#).

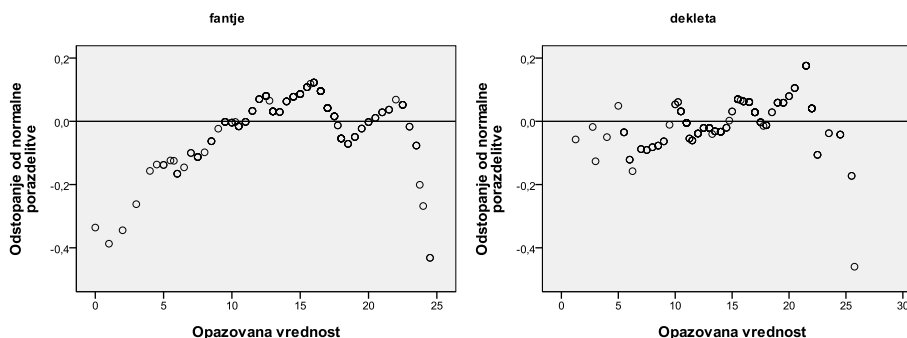
Analiza šol je pokazala, da je mogoče vzrok za to nepričakovano nenormalnost porazdelitve pripisati fantom primerjalne šole 'pokon', ki so na predpreizkusu dosegli med vsemi sodelujočimi šolami najslabši rezultat. Z doseženimi 12,78 točke [ $SD = 5,01$ ;  $K-S_{(n)}(192) = 0,69$ ,  $p = 0,026$ ] so po dosežkih odstopali od povprečja. Njihovi rezultati na celotnem predpreizkusu so vplivali na premik porazdelitev v levo, zato dovolj visoka srednja vrednost ni dosežena. Čeprav je statistični preizkus pokazal, da porazdelitev ni normalna, pa je iz [Histograma 3](#) razvidno, da je porazdelitev mogoče tolmačiti kot sprejemljivo ustrezno. Enako sliko pokaže tudi analiza Q-Q izrisa ([Grafikon 4](#)), saj je posamezna vrednost rezultata vrisana v grafikon primerjalno glede na pričakovano vrednost normalne porazdelitve. Normalni verjetnostni graf podatkov kaže na ustreznost normalnosti. Enako velja tudi za izris Q-Q odstopanja od normalne vrednosti ([Grafikon 5](#)), kjer so vrisani podatki dejanskega odstopanja zadetkov od srednje vrednosti, pri čemer se točke ne smejo zbrati okoli oznake vrednosti 0.



Histogram 3: Normalna porazdelitev rezultatov predpreizkusa fantov in deklet.



Grafikon 4: Pričakovana normalna porazdelitev rezultatov predpreizkusa.



Grafikon 5: Odstopanje od normalne porazdelitve rezultatov predpreizkusa fantov in deklet.

Za primerjavo uspešnosti reševanja predpreizkusa med šolami, ki so pri raziskavi sodelovale je bil uporabljen preizkus enosmerne analize variance (ANOVA). Preizkus je pokazal, da ni kršeno predvidevanje homogenosti varianc, saj je vrednost  $p > 0,05$  [ $L(13, 372) = 1,314, p = 0,202$ ]. Enosmerna analiza variance med skupinami pri uspešnosti reševanja preizkusa (P) je bila izvedena za iskanje povezave med posameznimi šolami, ki so pri raziskavi sodelovale in doseženem rezultatu učencev teh šol na predpreizkusu. Izračun je pokazal statistično pomembno razliko doseženih točk med posameznimi šolami [ $F(13, 372) = 5,104, p = 0,000$ ] z vrednostjo  $p < 0,05$ . Razlika v odstopanju se kaže predvsem pri obravnavi šole 'eamsm' ter v manjši meri šol 'eoguz' in 'eokon'. Vrednost velikosti učinka je visoka [ $\eta^2 = 0,151$ ].

Velikost učinka predstavlja delež variance odvisne spremenljivke, ki je določena z neodvisno spremenljivko. Vrednosti  $\eta^2$  so določene v območju med 0,0 in 1,0, in sicer vrednosti na ravni 0,01 predstavljajo majhen učinek, vrednosti okoli 0,06 srednji učinek, vrednosti nad 0,138 pa velik učinek (Pallant, 2007: 208)<sup>209</sup>.

Post hoc primerjava s Tukeyjevim testom je pokazala, da je srednja vrednost šole 'eamsm' statistično pomembno različna od šestih šol ('eaped', 'eoguz', 'eevrd', 'poguz', 'pokon' in 'pevrd'), šola 'eoguz' od štirih ('eokon', 'paped', 'pivts' in 'eamsm') in šola 'eokon' od šole 'paped' in 'pokon'.

Srednje vrednosti so pokazale, da so prav tri izpostavljene šole 'eamsm', 'eokon' in 'eoguz' najbolj odstopale od povprečno doseženega rezultata. Šola eksperimentalne skupine 'eoguz' je na predpreizkusu dosegla najslabši rezultat med vsemi šolami [ $M = 11,368; SD = 4,63; N = 17$ ], šoli 'eamsm' [ $M = 18,375; SD = 4,00; N = 32$ ] in 'eokon' [ $M = 18,385; SD = 4,14; N = 13$ ] pa najboljšega. Preostale šole so bile blizu srednje vrednosti. Razpredelnica dosežkov učencev vseh šol na vseh treh preizkusih je predstavljena v poglavju o uspešnosti reševanja preizkusov (Poglavje III.2.2.2) v Razpredelnici 17.

## 3.2 Odgovori učencev pri reševanju posameznih nalog predpreizkusa

V tem poglavju so predstavljeni rezultati reševanja posameznih nalog predpreizkusa. V analizo so vključeni vsi učenci, ki so nalogo reševali, določena pa je tudi primerjava po spolu in uspešnosti reševanja primerjalne in eksperimentalne skupine. Naloge z odprtimi odgovori so opredeljene podrobneje z opisi ustreznih, neustreznih in napačnih pojmovanj. Naloge predpreizkusa so opredeljene podrobno za tolmačenje razlik med preizkusi (P, R, S), ker se te vsebinsko navezujejo na naloge preizkusa in popreizkusa.

### Odgovori učencev pri 1. nalogi predpreizkusa

Pri prvi nalogi učenci na sliki izreza zemljevida, kjer je prikazana delta reke, s krožcem označijo mesto, kjer se nahaja voda z največ raztopljenimi snovmi, in s križcem mesto, kjer voda vsebuje najmanj teh snovi. Označiti je treba tudi smer toka reke. Odgovor zahteva dodatno utemeljitev.

Na Sliki 1 je struga reke označena odebeljeno, delta reke je izrisana na svetlejši podlagi (nižja nadmorska višina), izvir (označen s točko in pripisom »izvir«) na temnejši podlagi (višja nadmorska višina), delta pa se izliva v enotno temnejše pobarvano vodno površino, na kateri je pripis »morje«. Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S011007).



Slika 1: Slika toka reke od izvira do delte in besedilo naloge pri nalogi P1.

Učenec nalogo pravilno reši, če: (1) s križcem označi mesto v zgornjem toku reke na črti, ki predstavlja reko, (2) s krožcem označi mesto med delto reke in morjem, (3) s puščico označi tok reke od izvira reke proti delti in (4) pripiše utemeljitev, da voda raztaplja mineralne snovi in je zato pri izlivu več kot pri izvira. Uspešnost in značilnosti reševanja naloge so podane v [Razpredelnici 13](#).

Na izseku zemljevida je pravilno označilo mesto ob izvira 54,9 % vseh učencev, 16,8 % pa tega vprašanja naloge ni niti poskusilo rešiti. Tudi oznako mesta z največ raztopljenimi snovmi v delti reke je pravilno rešil približno enak odstotek učencev (52,3 %) in podoben delež učencev vprašanja ni reševal (16,1 %). Če je odgovor na prvi dve vprašanji zahteval osnovno poznavanje raztapljanja snovi v tekočih vodah, je bilo pričakovano, da bo večina učencev iz slike razbrala, da reka teče »od izvira« do izliva v »morje« in bo pravilno označila smer toka reke. Pravilno je označilo tok reke 58,5 % učencev, kar 40,4 % pa toka reke ni označilo. Utemeljitev je pravilno zapisalo 6 % učencev, odgovorilo pa ni kar 75,4 % vseh učencev. To kaže, da učitelji pri pouku ne poudarjajo utemeljevanja rezultatov.

Primerjava eksperimentalne in primerjalne skupine pokaže, da so učenci obeh skupin približno enako reševali posamezne dele naloge. Izvir je pravilno označilo 57,4 % učencev eksperimentalne in 53,1 % primerjalne skupine.

kategorija	izliv reke	izvir reke	tok reke	utemeljitev
<b>brez odgovora VSI</b>	65 (16,8 %)	62 (16,1 %)	156 (40,4 %)	291 (75,4 %)
<b>brez odgovora ES</b>	25 (15,4 %)	24 (14,8 %)	65 (40,1 %)	127 (78,4 %)
	(6,5 % vseh)	(6,2 % vseh)	(16,8 % vseh)	(32,9 % vseh)
<b>brez odgovora PS</b>	40 (17,9 %)	38 (17,0 %)	91 (40,6 %)	164 (73,2 %)
	(10,4 % vseh)	(9,8 % vseh)	(23,6 % vseh)	(42,5 % vseh)
<b>pravilno VSI</b>	212 (54,9 %)	202 (52,3 %)	226 (58,5 %)	24 (6,2 %)
<b>pravilno ES</b>	93 (57,4 %)	81 (50,0 %)	96 (59,3 %)	7 (4,3 %)
<b>pravilno KS</b>	119 (53,1 %)	121 (54,0 %)	130 (58,0 %)	17 (7,6 %)

**Legenda:** VSI – vsi učenci, ES – učenci eksperimentalne skupine, PS – učenci primerjalna skupina, F – fantje, D – dekleta.

Razpredelnica 13: Odgovori učencev na vprašanja prve naloge predpreizkusa.

Podobne vrednosti so učenci posamezne skupine dobili pri označevanju izliva, in sicer 50,0 % v eksperimentalni in 54,0 % v primerjalni. Tok reke so učenci pravilno označili v nekaj manj kot 60 % (59,3 % in 58,0 %). Statistično pomembnih razlik med eksperimentalno skupino in primerjalno ter med spoloma ni. Ker je bilo skupno pri nalogi merjenih več kot pet postavk, so bile razlike določene s pomočjo t-testa med spoloma [ $t(384) = -0,379, p = 0,705$ ] in med skupinami [ $t(384) = -0,151, p = 0,880$ ].

Med tistimi, ki so nalogo reševali, vendar so dele naloge rešili napačno, so označili izvir v predelu delte (26,4 % učencev), v morju (trije učenci) in v zgornjem delu delte (dva učenca).

Pri opredelitvi izliva delte so učenci napačno označili predel pri izviru in ne izliv (22,5 %) ter mesto, ki je bilo precej odmaknjeno od delte reke (trije učenci). Tistim učencem, ki so izliv reke označili na kopnem ob delti, se je odgovor beležil kot pravilen (7,8 %). Učenci so pogosto navajali različne utemeljitve in pogosto tudi več utemeljitev hkrati. V nadaljevanju so zato povzeti le primeri in niso opredeljeni po pojavljanju.

(1) Pri utemeljevanju so nekateri učenci besedilo naloge razumeli drugače, kot je bilo pričakovano. Nekateri so nalogo povezali z onesnaževanjem.

- 301 Pri izviru voda ni onesnažena. Ko reka teče se različne odplake tudi raztopljene snovi iztekajo v reko, nato pa v morje.
- 310 Pri izviru ni veliko odpadkov, pri izlivu voda sproti smeti nabira in jih na koncu odnese v morje.
- 318 Kjer je označen je izvir in je voda zelo čista, kot bi se ponovno rodila, in ni onesnažena, ker ni tovarn.
- 319 V izlivu je voda prečiščena zaradi poljedelstva, pri izviru veliko različnih tokov skozi različne vasi.
- 351 V morje spuščajo snovi, ki škodujejo živim bitjem. Na izviru je voda zelo čista, ker še predeluje in teče čez kamne.

(2) Prav tako so bili pogosti odgovori učencev, ki so količino in vrsto raztopljenih snovi v vodi tolmačili glede na prostornino vode, v kateri so snovi raztopljene.

- 302 V morju je več raztopljenih snovi, ker je večja površina.
- 308 IZVIR: je bolj majhen, raztopljene snovi so bolj skupaj in jih je več. MORJE: je bolj veliko in raztopljene snovi se razpršijo.
- 304 V morju je veliko snovi, ki so raztopljene: voda, kisik oziroma plini, organske snovi, sol. Iz izvira prihajajo minerali.
- 315 Ker v izviru spira kamenje in v morja s snovi spira sol.
- 323 Ko je reka le v enem toku, je tam veliko raztopljenih snovi, ko pa je v več rokavih, pa je v vsakem manj.
- 324 Ko voda potuje pod zemljo, pobira razne raztopljene snovi, jih je v vodi največ v izviru, ko pa se reka razcepi je v njej najmanj snovi.
- 335 Mesto bliže morju ima več vode, drugo pa manj.
- 336 Morje vsebuje več različnih snovi.
- 344 Ob izviru voda ni slana, ob morju pa je.

(3) Učenci so navajali le smer toka reke, niso pa utemeljili, kje in zakaj je več raztopljenih snovi.

- 306 Ker od izvira gre voda v morje.
- 312 Morje zato, ker tam se snovi zberejo in raztopijo. Izvir zato, ker se tam snovi ne zberejo. Izvir teče v reke, reke pa v morje.

(4) Učenci so menili, da je večja količina raztopljenih soli ob izviru.

- 307 Največ raztopljenih snovi je ob izviru, najmanj pa ob morju.
- 309 Ko voda izvira ima veliko raztopljenih snovi. Voda potuje in snovi ostanejo na bregu. Ko pride v morje, je snovi zelo malo.
- 322 Ko izvira ima več neraztopljenih snovi, kot če teče.

(5) Med odgovori pa so tudi taki, ki jih v sedmem razredu osnovne šole ne pričakujemo.

- 328 Reka vedno ali vsaj običajno izvira v morje. Običajno tudi tečejo nekako navzdol, izjema je Nil, ki teče navzgor.

- 329 Voda, kjer ima največ raztopljenih snovi, je sivkaste barve, kjer se snovi med seboj pomešajo.  
 331 Zato ker se med tem raztopljene snovi že porabijo.  
 347 Več raztopljenih snovi je zaradi organizmov in rastlin.  
 349 Spodaj je več vode kot zgoraj.  
 356 Vedno več snovi priteka v vodo.

## Odgovori učencev pri 2. nalogi predpreizkusa

Druga naloga je izbirna naloga z enim pravilnim odgovorom. Vprašanje naloge zahteva opredelitev, kje odpadlo listje najhitreje razpade. Pravilna rešitev je odgovor (B) v tropskem gozdu. Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S011008).

### 2. Kje odpadlo listje najhitreje razpade?

A V puščavi.      B V tropskem gozdu.      C V tundri.      D V visokogorju.

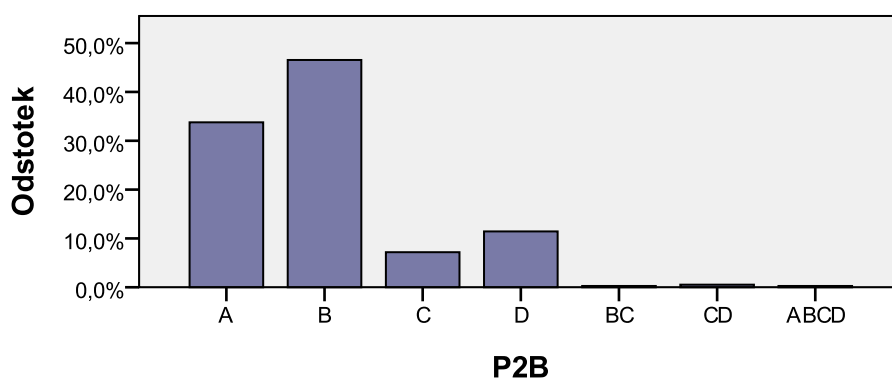


Diagram 6: Izbira odgovorov pri izbirni nalogi P2B z enim pravilnim odgovorom.

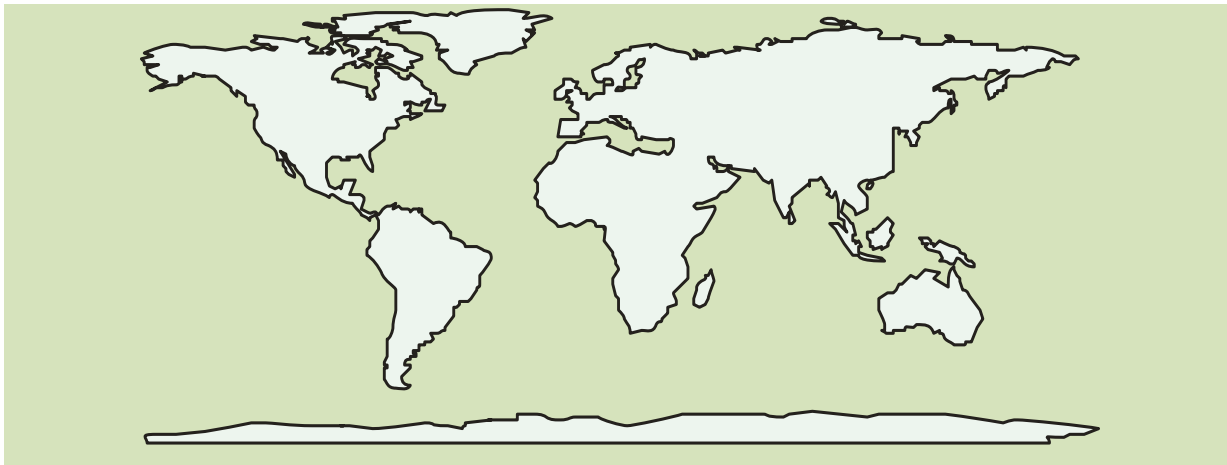
Učenci so v več kot 80 % izbrali možnosti A in B (slednja je pravilna izbira), možnosti C in D pa sta bili izbrani redkeje, in sicer v 7,0 % (C) in 11,1 % (D) (Diagram 6). Štirje učenci so izbrali dve možnosti kot odgovor naloge. Tak odgovor je bil neodvisno od kombinacije izbire obravnavan kot napačen.

Naloga ni reševalo le deset učencev (2,6 %), in sicer dva učenca eksperimentalne in osem učencev primerjalne skupine. Nalogo so uspešneje reševala dekleta (23,6 %) glede na fante (21,8 %). Razlika v uspehu pri reševanju te naloge med primerjalno in eksperimentalno skupino [ $\chi^2(1) = 0,388$ ,  $p = 0,533$ ] ter med spoloma [ $\chi^2(1) = 0,104$ ,  $p = 0,747$ ] statistično ni pomembna.

## Odgovori učencev pri 3. nalogi predpreizkusa

Pri tretji nalogi predpreizkusa učenci na sliki zemljevida Zemlje (Slika 2) označijo predel, kjer je povprečna letna temperatura ozračja najvišja. Na sliki je Zemlja izrisana v Mercatorjevi projekciji, kopno je svetlejše, predeli morja pa so brezbarvni (bela barva papirja). Učenec nalogo pravilno reši, če črtkano označi pas v območju ekvatorja čez celotno širino zemljevida, pri tem pa je širina pasu v mejah severnega (rakovega) in južnega (kozorogovega) povratnika ( $\varphi = 23^{\circ}27''$  S in J zemljepisne širine). Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S012007).





Slika 2: Zemljevid Zemlje pri nalogi P3 predpreizkusa in RS1 preizkusa.

Nalogo je reševalo 90,9 % vseh učencev, pravilno pa jo je skupno rešila slaba polovica (48,2 %) učencev. Naloga je statistično pomembno različna med eksperimentalno in primerjalno skupino [ $\chi^2(1) = 22,416$ ,  $p = 0,000$ ], saj so učenci eksperimentalne skupne nalogo rešili pravilno v 62,3 %, učenci primerjalne pa v 37,9 %. Delež učencev primerjalne skupine je v enkrat večjem odstotku nalogo izpustil pri reševanju [ES 6,2 %; PS 11,2 %]. Med spoloma ni pomembnih statističnih razlik [ $\chi^2(1) = 2,323$ ,  $p = 0,127$ ]

Med pogostejšimi napačnimi odgovori izstopajo predvsem označevanje Afrike, Azije in Avstralije kot območij, kjer je temperatura višja kot v domačih krajih. Celino Afriko je označilo kar 20,7 % vseh učencev in dodatnih 3,9 %, ki so ob Afriki označili še Azijo in Avstralijo, pogosto pa je bila označena kar celotna južna polobla (5,5 %).

### Odgovori učencev pri 4. nalogi predpreizkusa

Pri četrti nalogi predpreizkusa je treba odgovoriti na vprašanje, kakšna vrsta rastja oziroma rastlin je značilna za tropski deževni gozd. Na sliki (Slika 3) so narisane štiri značilne vrste rastja.



Slika 3: Slika različnih vrst rastja pri nalogi P4 predpreizkusa.

Na Sliki A je rastje narisano na tleh, jasno je izrisan kaktus, med otočki rastja pa je neporaščen prostor. Na Sliki B je narisanih več dreves, vsa pa so enaka, listasta z bujnimi krošnjami. Možnost C je sličica mešanega gozda, kjer prednjačijo iglasta drevesa, jasno je prikazano nizko listasto rastje, tla pa sicer



niso gosto poraščena. Zadnja možnost D je slika gosto poraščene območja s pestrim naborom drevesnih vrst, nizkega rastja in značilnih vzpenjavk. Učenec nalogo pravilno reši, če obkroži možnost D. Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S031287).

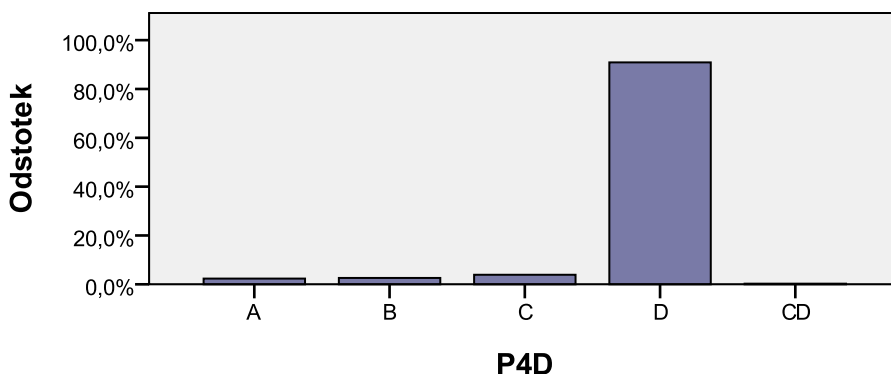


Diagram 7: Izbira odgovorov pri nalogi P4D z enim pravilnim odgovorom.

Naloga je bila za učence lahka, saj jo je pravilno rešilo 90,4 % učencev [ES 88,9 %; PS 91,5 %]. Razlika v uspehu pri reševanju te naloge med skupinama [ $\chi^2(1) = 2,319$ ,  $p = 0,128$ ] in med spoloma [ $\chi^2(1) = 0,750$ ,  $p = 0,387$ ] ni statistično pomembna.

### Odgovori učencev pri 5. nalogi predpreizkusa

Peta naloga je izbirna naloga v več pravih trditvah. Vprašanje naloge zahteva opredelitev, od česa je odvisna hitrost toka reke na nekem predelu. Naloga je idejno zasnovana glede na učni načrt za 5. razred. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnosti (b) od višinske razlike toka reke in (e) od globine reke.

#### Od česa je odvisna hitrost toka reke na nekem predelu?

- a Od sončne svetlobe.
- b Od višinske razlike toka reke.
- c Od raztopljenih snovi v vodi.
- d Od števila organizmov, ki živijo v reki.
- e Od globine reke.

Napišite črke pred pravih odgovori:

\_\_\_\_\_

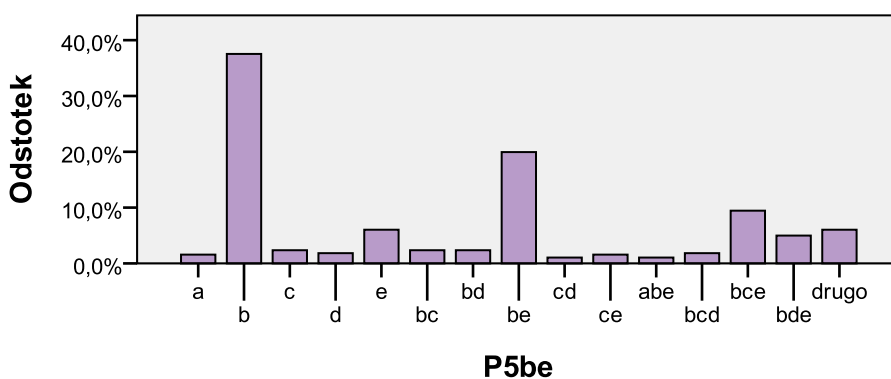



Diagram 8: Izbira odgovorov pri nalogi P5be z več pravih odgovori.

Nalogo so reševali vsi razen petih učencev. Nalogo so učenci delno pravilno oziroma pravilno rešili v 62,7 %. Precej bolje so na vprašanje odgovarjali učenci primerjalne skupine, ki so dosegli 67,0 % pravih odgovorov, učenci eksperimentalne skupine pa le 56,0 %.

Pri tej nalogi je zanimiva prav izbira odgovorov (b) ali (e), ki predstavljata delno pravilno rešitev, ter (be), ki predstavlja popolno pravilno rešitev. Učenci so bili opozorjeni, da je pri tej nalogi možnih več pravih odgovorov, kljub temu pa so pogosto izbirali le en odgovor. Razumljivo je, da je povezovanje globine reke s hitrostjo precej bolj težavno od povezovanja s padcem višinske razlike. Učenci eksperimentalne skupine so delno pravilno odgovorili v 34,0 %, popolnoma pravilno pa v 22,8 %, medtem ko so učenci primerjalne skupine delno pravilno rešili nalogo v 49,6 % in pravilno v 17,4 %. To se kaže tudi pri izračunu razlike med skupinami, saj je ta statistično pomembna [ $\chi^2(2) = 9,338$ ,  $p = 0,009$ ]. Statistično pomembne razlike med spoloma pri tej nalogi ni mogoče določiti [ $\chi^2(2) = 2,948$ ,  $p = 0,229$ ].

### Odgovori učencev pri 6. nalogi predpreizkusa

Naloga šest zahteva opredelitev življenjskega prostora glede na opredeljene lastnosti živali. Na sliki je narisana krta s čokratim telesom, ki je pokrito z dlako. Jasno so narisane okončine z močnimi kremplji.



**Zgradba telesa živali običajno omogoča njeno življenje v določenem okolju. Na sliki je žival, ki živi v tleh. Katera izrazita lastnost živali izdaja njen življenjski prostor?**

- A Gladka ravna dlaka.
- B Kratek rep.
- C Male slabo razvite oči.
- D Majhni uhlji.
- E Oblika prednjih okončin.

**Zakaj lahko to lastnost telesa povežemo z življenjskim prostorom živali?**

Slika 4: Slika krta in besedilo naloge pri nalogi P6 predpreizkusa.

Pripisano je besedilo, da zgradba telesa živali običajno omogoča življenje v določenem okolju in da žival na sliki živi v tleh. Sledi izbirno vprašanje z enim pravilnim odgovorom, katera izrazita lastnost živali izdaja njen življenjski prostor, temu pa podrejeno vprašanje za utemeljitev, zakaj lahko to lastnost telesa povežemo z življenjskim prostorom živali.

Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnost E in odgovor utemelji, da lopataste oblike okončine omogočajo kopanje skozi prst.

Naloga je prirejena po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S031284). Učenci so nalogo reševali glede na sliko, na kateri so prepoznali krta, kar je razvidno iz odgovorov na odprto vprašanje, ki sodi k nalogi.

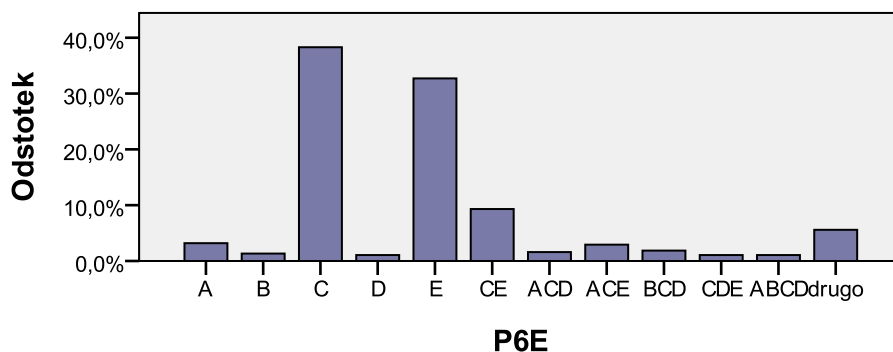


Diagram 9: Izbira odgovorov pri nalogi P6E z enim pravilnim odgovorom.

Na vprašanje ni odgovorilo 10 učencev, nalogo pa je pravilno rešilo le 31,9 % vseh učencev, od tega 30,9 % eksperimentalne in 32,6 % primerjalne skupine. Razlika med skupinami [ $\chi^2(1) = 0,129$ ,  $p = 0,720$ ] in med spoloma [ $\chi^2(1) = 2,462$ ,  $p = 0,117$ ] za izbirni del naloge statistično ni pomembna. Pri analizi utemeljitve k nalogi pa se je izkazalo, da obstaja statistično pomembna razlika med skupinama [ $\chi^2(1) = 10,464$ ,  $p = 0,001$ ], saj je kar 13 % več učencev primerjalne skupine pravilno utemeljilo odgovor v primerjavi z eksperimentalno skupino [ES 8,1 %, PS 17,1 %]. Razlika med spoloma statistično ni pomembna [ $\chi^2(1) = 0,993$ ,  $p = 0,319$ ].

Podrobni pregled odgovorov utemeljitve pokaže, da so učenci pogosto združevali odgovore in utemeljevali značilne dele telesa neodvisno od naloge. Odgovori so podani vsebinsko in niso številčno opredeljeni po pogostosti navajanja.

(1) Med utemeljitvami so odgovori, ki se navezujejo na ravno dlako živali.

- 101 Lažje drsi skozi zemljo, rov gladi dlako.
- 102 Ker živi na tleh, je podzemna žival.
- 103 Ker žival veliko spi in potrebuje kožo, da je ne zebe, dlaka mu da več toplote.
- 104 Dlaka ga ščiti pred vplivi okolja.

(2) Največ odgovorov je bilo vezanih na oči.

- 301 Ker je pod zemljo temno ne potrebujejo veliko oči. Nič ne vidi.
- 302 Ker dobro vidijo v temi, v prsti.
- 303 Ker večina teh živali malo, slabo vidi.
- 304 Če gre krt na svetlobo lahko umre/oslepi, če je pod zemljo, pa ne, ker je prilagojen na noč.
- 305 Male slabo razvite oči so značilne za živali, ki živijo v temi pod zemljo. Ta žival oči sploh ne potrebuje.
- 307 Zato ker je pod zemljo temno in ne bi videl tudi, če bi imel dobro razvite oči. Zato ima druga čutila bolj razvita.
- 312 Če bi živela na svetlobi, bi imela bolj velike in razvite oči.
- 313 Če bi imel slabo razvite oči, ne bi ničesar videl.
- 314 Če bi dobro videl, bi živel na kopnem.

(3) Pogoste so utemeljitve, ki so vezane na uhlje kot najpomembnejšo lastnost živali.

- 401 Majhni uhlji dobro sliši, se privadi na tišino.
- 402 Ker je skozi tema pa ni nič zvoka.

(4) Nekatere utemeljitve, ki so vezane na pravilno izbiro oblike prednjih okončin, vendar niso pravilne.

- 602 Ker je žival pod zemljo, mora tudi plezati, pri tem si pomaga s kremplji. Pregrizniti mora tudi korenino.
- 504 Zato ker si s takšno obliko nosu koplje zemljo, z nogami pa si pomaga, mora biti spreten.
- 507 Ker lahko koplje v zemlji (dolgi kremplji).
- 511 Ker se giblje naprej in ne nazaj.
- 512 Ker se s pomočjo okončin premika.
- 613 Ker se vidi, če žival uporablja okončine za kopanje, plavanje, letanje ali hojo.
- 650 Ker nima razvitih oči, lahko sklepamo, da živi pod zemljo in ker ima razvite sprednje okončine, da lahko koplje.
- 800 Ker pod zemljo ne vidi in zaradi prehranjevanja.

(5) Nekateri odgovori so opredeljevali lastnosti živali, ki so vezane na ekološko nišo živali in na ekološke dejavnike, ki so za žival značilne.

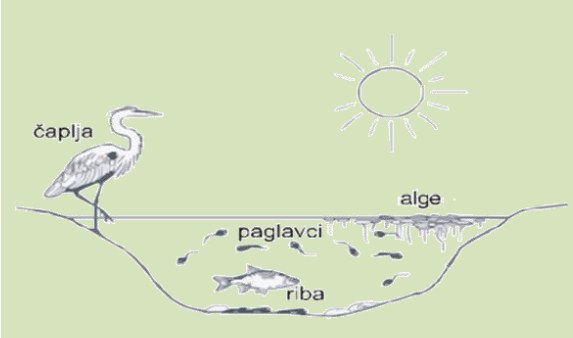
- 308 Na prostem bi jo požrle druge živali, pod zemljo je manj nevarno.
- 310 Ne rabi veliko svetlobe.
- 600 Prilagoditev na ekosistem, okolje.
- 601 Ker se je prilagodila na obliko, temperaturo in svetlobo, življenjskem okolju.
- 604 Ker krt živi pod zemljo, ima majhne slabovidne oči, ker vonja, ima majhne sprednje okončine, močne kremplje.
- 605 Ker v temi nič ne vidi in sliši, ampak voha in mora kopati zemljo.
- 606 Ker poznamo živali, ki imajo take dele telesa, in vemo, kje živijo.

(6) Druge utemeljitve so bile vezane na lastnost živali, ki so jo učenci poznali, a ni bila vezana na vprašanja naloge.

- 201 Da se lažje premika.
- 202 Ker je pod zemljo malo prostora.
- 311 Zato ker so voluharji.
- 702 Zato ker se temperatura zraka in svetloba spreminjata.
- 707 Deli telesa mu niso v napoto, majhno telo zavzame malo prostora.

## Odgovori učencev pri 7. nalogi predpreizkusa

Pri sedmi nalogi je treba opredeliti osnovno vrsto hrane določenega organizma. Na sliki je narisana ribnik in nekaj organizmov, ki živijo v njem in v njegovi bližini. Navodilo naloge pravi, da so narisani organizmi, ki so vključeni v isto prehranjevalno verigo, izbirna naloga pa zahteva izbor pravilnega odgovora na vprašanje, kaj je osnovna hrana paglavcev.



**Na sliki je prikazan ribnik in nekaj organizmov, ki živijo v njem in v njegovi bližini. Vsi narisani organizmi so vključeni v prehranjevalno verigo. Kaj je osnovna hrana paglavcev?**

- A Hrano dobijo s fotosintezo.
- B Prehranjujejo se z ribami.
- C So zajedavci v telesu čaplje.
- D Hranijo se z algami.
- E Prehranjujejo se s mineralnimi snovmi.

Slika 5: Slika ekosistema ribnika in besedilo naloge pri nalogi P7 predpreizkusa.

Na sliki je narisano prerez ribnika (Slika 5), ob robu stoji čaplja v značilnem položaju, pripisano pa je tudi ime. V vodi je narisana riba in več paglavcev, na gladini ribnika pa je narisana vodna leča. Tudi riba, paglavci in vodna leča so poimenovani. Na nebu nad ribnikom je narisano sonce. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnost D. Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S031338).

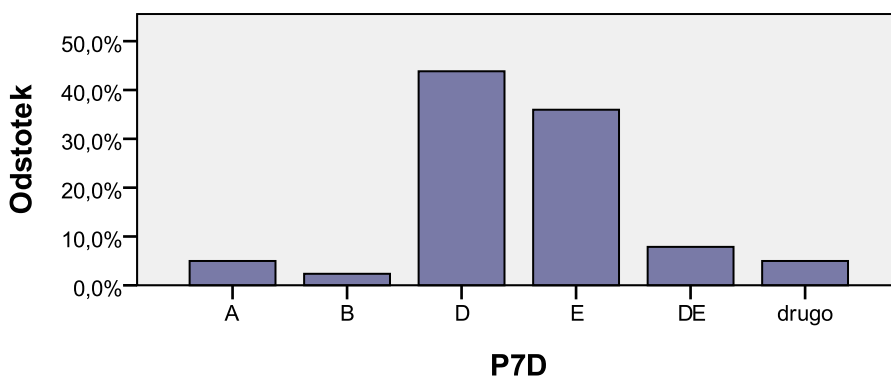


Diagram 10: Izbira odgovorov pri nalogi P7D z enim pravilnim odgovorom.

Nalogo je pravilno rešilo 43,3 % vseh učencev, od tega 39,3 % učencev primerjalne skupine in 48,8 % učencev eksperimentalne. Izkazalo se je, da so učenci ob pravilnem odgovoru (D) pogosto izbirali tudi možnost E. Učitelji povedo, da običajno med pomembnimi hranili omenijo tudi mineralne snovi, vendar pa pojma nikoli podrobno ne razložijo. Med pogovori z učitelji so ti izrazili presenečenje in začudenje, da učenci izberejo napačen odgovor (45,2 %). Na vprašanje sicer ni odgovorilo le 5 učencev, kar pomeni, da se učencem naloga ni zdela težka. Razlike v reševanju naloge med spoloma [ $\chi^2(1) = 1,486$ ,  $p = 0,223$ ] in med skupinami [ $\chi^2(1) = 3,442$ ,  $p = 0,64$ ] niso statistično pomembne.

### Odgovori učencev pri 8. nalogi predpreizkusa

Besedilo osme naloge začne z opisom, da je fant našel dva centimetra do tri centimetre velika semena, ki so bila videti tako, kot je narisano na Sliki A (Slika 6: zgoraj), ki pa so pod mikroskopom videti, kot je narisano na Sliki B (Slika 6: spodaj). Vprašanje izbirne naloge z več pravilnimi trditvami zahteva opredelitev, kaj je mogoče ugotoviti iz Slik A in B.

**Fant je našel dva centimetra do tri centimetre velika semena, ki so bila videti tako, kot je narisano na Sliki A. Pod mikroskopom je bil vrh semena videti tako, kot je videti na Sliki B. Kaj lahko ugotovite iz slike?**

- a Semena se prenašajo z vodo.
- b Semena se razširjajo z vetrom.
- c Rastline s takimi semeni oprašujejo čebele.
- d Semena se v vodi potopijo.
- e Razširjen zgornji del je namenjen oprijemu tal.
- f Semena so verjetno zelo lahka.

Slika 6: Makroskopska in mikroskopska slika semena in besedilo naloge pri nalogi P8 predpreizkusa.

Na Sliki A je narisanih nekaj plodov, ki so podobni plodovom s semeni navadnega regrata (*Taraxacum officinale* / Asteraceae). Razločno se vidi plodnica s semenom, nad njo pa je razvito značilno padalce. Na Sliki B je narisani gost preplet niti padalca, med katerimi je jasno prikazano veliko prostora. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnosti b in f. Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S031442).

Učencem se je zdel odgovor b najustreznejši, predvsem v kombinaciji bf, sicer pa je bilo skupaj izbranih kar 42 različnih kombinacij izbire od posamezne možnosti, pa do izbranih vseh šestih možnosti od izbire a do f.

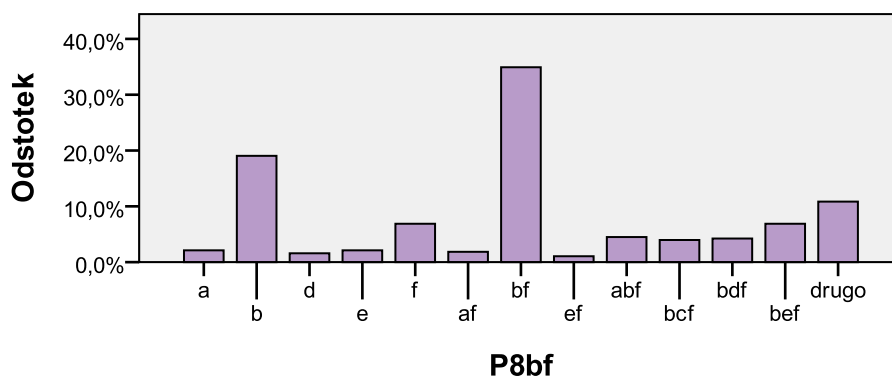


Diagram 11: Izbira odgovorov pri nalogi P8bf z več pravnimi odgovori.

Osme naloge ni reševalo le 8 učencev. Nalogo so učenci pravilno rešili v skoraj 60 % (59,6 %), in sicer eksperimentalna skupina v 56,2 % primerov, primerjalna pa v 62,1 %. Razlika statistično ni pomembna [ $\chi^2(2) = 4,700$ ,  $p = 0,095$ ], enako tudi razlika med spoloma [ $\chi^2(2) = 5,123$ ,  $p = 0,077$ ].

### Odgovori učencev pri 9. nalogi predpreizkusa

Deveta naloga zahteva odprt odgovor na dve vprašanji, ki sta opredeljeni glede na uvodno besedilo naloge. Besedilo pravi, da so znanstveniki primerjali dve območji morja in ugotovili, da sta obe območji neporaščeni z rastlinami.

Znanstveniki so primerjali dve območji morja. Prvo območje je bilo tik ob obali, kjer je povprečna globina 10 metrov, drugo območje pa na povprečni globini 900 metrov. Na obeh mestih je temperatura vode skozi celo leto med 14 °C in 20 °C, morski tokovi so šibki. Tudi v slanosti ni pomembnih razlik. Globinsko območje je močno razgibano, obrežno pa je peščeno. V obeh predelih so odkrili okoli 50 vrst živali.

Zakaj sta obe opisani območji neporaščeni z rastlinami?

Kateri izmed dejavnikov je omejujoč v obeh okoljih za rast in razvoj morskih rastlin?

Učenec nalogo pravilno reši, če na prvo vprašanje zapiše odgovor, da je prvo območje peščeno in je za pritrnitev rastlin neprimerna podlaga, drugo pa, da je morje pregloboko in ni svetlobe za rast in razvoj rastlin. Drugo vprašanje o omejujočem dejavniku za rast in razvoj morskih rastlin zahteva opredelitev dejavnika, ki je v prvem primeru (1) podlaga, v drugem pa (2) svetloba.

Naloga je bila pričakovano zahtevnejša, saj je treba vsebino in vprašanje naloge razumeti, hkrati pa podati opisni odgovor.

Podatki za temperaturo so k nalogi dodani zaradi opredelitve posamezne spremenljivke. Temperatura

je na 900 m (razen v redkih izjemah) precej nižja od v nalogi določene temperature, pri tem pa ni posebej naveden kraj. S tem so podani pogoji za natančno primerjavo območja. V kolikor bi naloga opredeljevala ustrežnejše temperaturno območje na taki globini med -5 in 5 °C, ki ustreza tudi površinski vodi bolj severnih območjih, bi učenci lahko navajali napačen odgovor zaradi meje 0 °C, pri kateri učenci vedo, da voda zmrzne.

Prvega vprašanja naloge ni poskusilo rešiti 39,9 %, drugega kar 68,7 % učencev, še višji delež pa je takih učencev, ki odgovora niso utemeljevali (63,5 % in 78,8 %). Pravilno je na prvo vprašanje odgovorilo 34,2 % učencev in na drugo v 19,9 % učencev. Po spolu in med skupinama ni pomembnih statističnih razlik pri reševanju posameznega vprašanja in reševanju naloge kot celote [ $\chi^2(1) = 4,181$ ,  $p = 0,124$ ], so pa pomembne razlike v reševanju naloge med eksperimentalno in primerjalno skupino [ $\chi^2(1) = 7,460$ ,  $p = 0,024$ ], saj so učenci eksperimentalne skupine nalogo rešili pravilno v 6,8 %, primerjalne pa kar več kot štirikrat bolje (26,7 %).

(1) Med odgovori so učenci navajali različne vzroke za odsotnost rastlin, pogosto pa so navajali več vzrokov, zato odgovori številčno niso opredeljeni. Med nepravilnimi odgovori obeh vprašanj je pogosto omenjen ekološki vidik.

17 Močna onesnaženost.

18 Mrzla voda.

(2) Pogosto je omenjeno neposredno posredovanje človeka.

11 Preveč ljudi.

13 Jih uničujemo.

15 Zaradi kopalcev, potapljačev, turistov.

(3) Učenci navajajo vključenost v prehranjevalno verigo kot vzrok za odsotnost rastlin.

12 Ker v teh območjih živijo živali, ki se z rastlinami hranijo.

49 Ker je veliko rib.

(4) Nekateri odgovori pa so nesmiselni in kažejo na nerazumevanje vprašanja.

28, 41 Ker ni dovolj vode, ker je preveč vode.

29 Ker ni prsti.

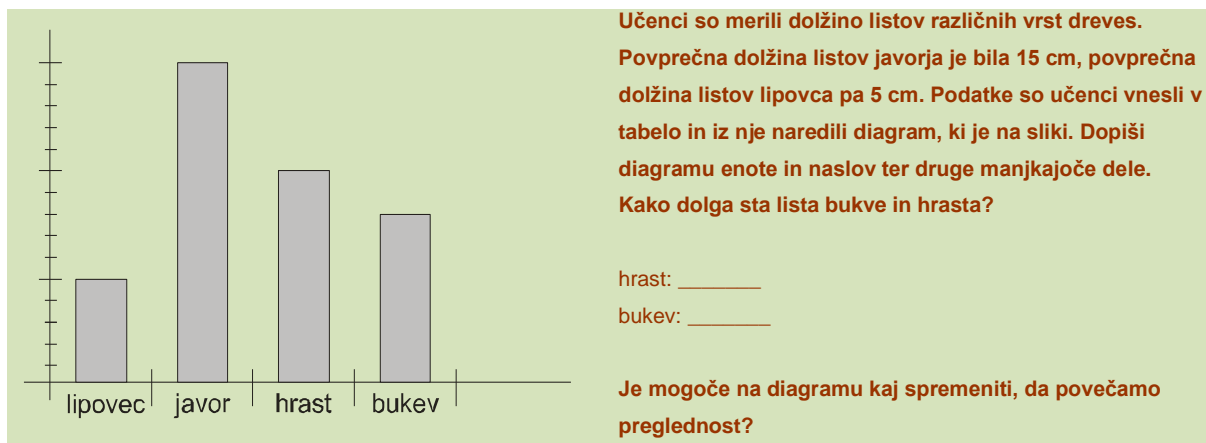
32 Ni padavin.

43 Ker v vodi ni dovolj snovi.

48 Ker je ob obali veliko soli.

## Odgovori učencev pri 10. nalogi predpreizkusa

Deseta naloga v uvodu opisuje šolsko dejavnost, pri kateri so učenci merili dolžino listov različnih vrst dreves. V besedilu je navedena ugotovitev, da je izmerjena povprečna dolžina listov javorja 15 cm, lipovca pa 5 cm, podatki so predstavljeni v stolpčnem diagramu (Slika 7) na sliki skupaj z bukvijo in hrastom. Naloga zahteva, da se na diagramu določijo enote na osi, naslov in drugi manjkajoči deli diagrama, med njimi vsaj eden. Sledi vprašanje, kako dolga sta lista bukve in hrasta, za vpis vrednosti je namenjeno posebno vpisno polje. Zadnje vprašanje naloge je, ali je mogoče na diagramu kaj spremeniti, da bi povečali preglednost diagrama.



Slika 7: Stolpčni diagram dolžine listov različnih vrst dreves in besedilo naloge P10 predpreizkusa.

Na sliki je narisana stolpčni diagram brez narisanih puščic osi, osi niso poimenovane, naveden pa tudi ni naslov stolpčnega diagrama. Ordinata je razdeljena na 15 enot s poudarjeno vsako peto enoto. Abscisa je razdeljena na štiri razdelke s posameznim stolpcem, prvi za izmerjeno povprečno velikost lista lipovca, drugi za javor, tretji za hrast, in četrti za bukev.

Učenec nalogo reši, če vpiše poljuben naslov stolpčnega diagrama, ki mora biti skladen z vsebino diagrama, poimenovati mora osi in na ordinati označiti enoto [cm, l/cm ...] in vrednosti na vsaj 5 cm. Narisati mora puščico na ordinati ter razbrati iz diagrama vrednost velikosti lista hrasta (10 cm) in bukve (8 cm). Navesti mora tudi prilagoditve diagrama, ki bi po njegovem mnenju povečali preglednost diagrama (npr.: dodamo mrežne črte, uporabili bi drugo vrsto prikaza diagrama, diagram bi obarvali in drugo).

kategorija	naslov	enote in osi	bukve/hrast	utemeljitev
brez odgovora VSI	347 (89,9 %)	347 (89,9 %)	11 (2,8 %)	146 (37,8 %)
brez odgovora ES	143 (88,4 %) (37,0 % vseh)	139 (85,8 %) (37,2 % vseh)	5 (3,1 %) (1,3 % vseh)	62 (38,3 %) (16,1 % vseh)
brez odgovora PS	204 (91,1 %) (52,8 % vseh)	213 (95,1 %) (55,2 % vseh)	6 (2,7 %) (1,6 % vseh)	84 (37,5 %) (21,8 % vseh)
pravilno VSI	34 (8,8 %)	17 (4,4 %)	313 (81,8 %)	62 (16,1 %)
pravilno vsi F	13 (6,8 %)	6 (3,1 %)	157 (81,8 %)	25 (13,0 %)
pravilno vsa D	21 (10,8 %)	11 (5,7 %)	156 (80,4 %)	37 (19,1 %)
pravilno ES	14 (8,6 %)	7 (4,3 %)	131 (80,9 %)	23 (14,2 %)
pravilno KS	20 (8,9 %)	10 (4,5 %)	182 (81,3 %)	39 (17,4 %)

Legenda: VSI – vsi učenci, ES – učenci eksperimentalne skupine, PS – učenci primerjalna skupina, F – fantje, D – dekleta.

Razpredelnica 14: Deleži odgovorov učencev in reševanje naloge P10 predpreizkusa.

Iz Razpredelnice 14 je razvidno, da so učenci praviloma izpustili prvi del naloge in stolpčnemu diagramu niso določili naslova, enot in osi. Vpisovanje naslova in enot se pri nalogi ne točkuje, zato odgovori na rezultat ne vplivajo, sicer pa se je izkazalo, da med skupinama ni pomembnih statističnih razlik pri opredeljevanju naslova [ $\chi^2(1) = 0,010$ ,  $p = 0,922$ ] in pri določanju dolžin listov hrasta [ $\chi^2(1) =$



3,414,  $p = 0,065$ ] ter bukve [ $\chi^2(1) = 0,009$ ,  $p = 0,924$ ]. Prav tako ni statističnih razlik med spoloma za iste postavke naslov [ $\chi^2(1) = 1,974$ ,  $p = 0,160$ ], hrast [ $\chi^2(1) = 0,117$ ,  $p = 0,732$ ] in bukev [ $\chi^2(1) = 0,116$ ,  $p = 0,733$ ].

Naloga kot celota ne kaže statistično pomembnih razlik med eksperimentalno in primerjalno skupino ter med spoloma. Ker je bilo skupno pri nalogi merjenih več kot pet postavk, so bile razlike določene s pomočjo t-testa med spoloma [ $t(384) = -0,664$ ,  $p = 0,507$ ] in med skupinami [ $t(384) = -1,125$ ,  $p = 0,262$ ].

### Odgovori učencev pri 11. nalogi predpreizkusa

Enajsta izbirna naloga je naloga z več pravnimi odgovori. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnosti b in d. Naloga je povzeta po ciljih učnega načrta predmeta Naravoslovje in tehnika.

#### Obkrožite pravilne trditve:

- a Zaradi vročine živali s kožuhom ne morejo živeti v vročih območjih.
- b Rastline, ki imajo debele mesnate liste, lažje zadržujejo vodo v telesu.
- c V Sahari zaradi vročine ne najdemo organizmov.
- d Vretenčarjev, ki nimajo stalne telesne temperature, ne najdemo na ledenikih.
- e Velike živali morajo neprestano dihati in dihajo hitreje kot majhne.

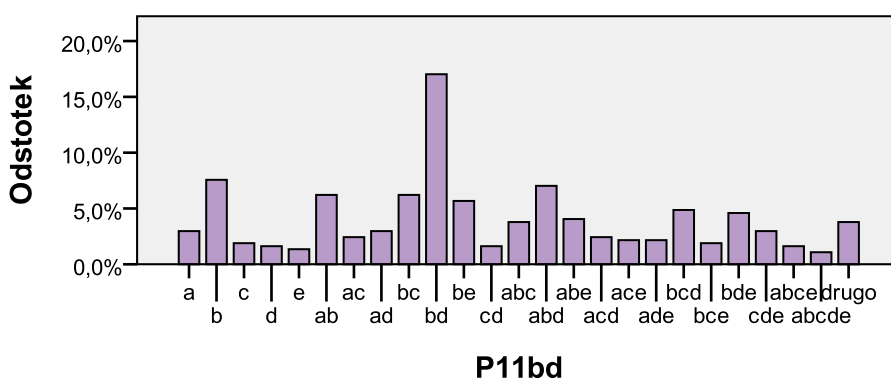


Diagram 12: Izbira odgovorov pri nalogi P11bd z več pravnimi odgovori.

Nalogo je reševalo 95,5 % vseh učencev, vendar pa je le četrtnina vseh (25,1 %) nalogo rešila povsem pravilno. Učenci so najpogosteje izbrali možnost b, in sicer skupaj v 69,9 %, možnost d v 48,5 %, ostale možnosti pa so bile zastopane med 30 % in 40 %, in sicer a 39,4 %, c 33,4 %, e 30,3 %. Skupaj so učenci dali 30 možnih kombinacij odgovorov. Med spoloma [ $\chi^2(1) = 1,027$ ,  $p = 0,599$ ] in med skupinami [ $\chi^2(1) = 1,050$ ,  $p = 0,592$ ] pri reševanju ni statistično pomembnih razlik.

### Odgovori učencev pri 12. nalogi predpreizkusa

Pri dvanajsti nalogi je treba zasnovati poskus, kako ugotoviti, koliko padavin (dežja, snega, toče) pade čez leto v okolici šole in kako ugotoviti razliko v količini padavin med posameznimi meseci leta.

Radi bi ugotovili, koliko padavin (dežja, snega, toče) pade čez leto v okolici šole. Kako bi zasnovali poskus, da bi lahko dokazali, da je opazna razlika v količini padavin med meseci? Napiši postopek zbiranja podatkov in nariši pripomočke, ki bi jih pri tem uporabil.

Naloga zahteva opis poskusa in pripomočkov, ki bi jih pri poskusu uporabili, ter opis pristopa k opazovanju in zbiranju podatkov. Osnova za to je raziskovalni pristop, ki ga učenci spoznavajo že od prvega razreda osnovne šole. Učenec nalogo pravilno reši, če omeni kakršenkoli zbiralnik padavin (1), poudari površino zbiranja padavin (2) in omejevanje izhlapevanja (3) ter določi čas in pogostost merjenja količine padavin preko celega leta (4).

Nalogo je reševalo 71,1 % vseh učencev, od katerih je bilo 51,0 % takih, ki so za odgovor prejeli točke. Pri tej nalogi so učenci navajali zelo različne utemeljitve in razlage, kar je povzročalo precej težav pri razvrščanju podatkov v kategorije. Učencem je bilo vprašanje najverjetneje videti lažje, kot se je kasneje pri analizi izkazalo. V prid učencem je bil odgovor opredeljen kot pravilen že, če učenci niso navedli napačnih trditev, četudi njihov odgovor ni bil popoln. Tako so učenci, ki so omenili zbiranje padavin in pozabili omeniti izhlapevanje ali pa zbiranje preko celega leta, pri nalogi dobili točko. Prav tako so točko dobili, če so pripravo za merjenje narisali, slika pa je po subjektivni oceni raziskovalca ustrezno predstavljala pripravo za merjenje padavin. Nekaj primerov odgovorov je navedenih spodaj, podatki pa niso količinsko opredeljeni, ker je veliko učencev navajalo več različnih odgovorov, včasih tudi nasprotujočih. Povsem pravilno z vsemi štirimi zahtevami naloge ni rešil noben učenec.

(1) Najustreznejši način so opisali učenci, ki so ob omenjanju posode določili tudi površino, na kateri se zbirajo padavine, oziroma so omenili izhlapevanje.

- 605 Iz ene polovice strehe bi izmeril površino, dali bi žleb povezan s sodom. S tem bi izmeril, koliko dežja pade. Površina 3 x 4 m na leto in bi s tem računal vodo v sodu po dežju.
- 613 NARISANO: posoda z lijem v katero pada dež, ki ga merimo; NARISANO: narisani diagram po mesecih.
- 623 Vzeli bi kad, ki meri en kvadrat, in jo nekje nastavili zunaj. Vse bi si zapisovali in po tem bi ugotovili, koliko dežja pada, ker bi rezultate pomnožili s številom kvadratov.
- 629 Na tla bi dal posodo in jo ob sončnem vremenu zaprli, da ne bi izhlapelo. Vsak mesec bi menjal.
- 646 Preko kapnice bi v posodo zbirali vodo. Posoda bi morala biti nepropustna, da voda ne bi izhlapela.
- 649 Sešteval bi količino padavin, ki bi padale v posodo 1 x 1 m.
- 658 Bazen, v katerega bi padal sneg, toča, dež, na koncu izmeriti, koliko je vode v njem. Bazen v senci, da voda ne izhlapeva.
- 320 NARISANO: merilnik in lij, kvader 1 x 1 m, PRIPISANO: voda bi se zbirala v tem zbiralniku in bi videli, koliko vode pade na kvadratni meter.

(2) Med kategorijami odgovorov, ki so bili prav tako opredeljeni kot pravilni, je večina omenjala le posodo, v kateri bi zbirali padavine (28,2 %), med vrstami podatkov so pogosto navedli tudi sneg, led in deževnico, pojavljali pa so se tudi odgovori, v katerih je učenec omenil tudi klimogram za predstavitev podatkov.

- 601 Postavil bi posodo, v katero bi padale padavine.
- 608 NARISANO: posoda, merilnik in radiator; PRIPISANO: dež bi pustil, da ostane, sneg bi stopil in bi se spremenil v dež, točo bi prav tako stopil in bi iz nje nastala voda.
- 632 Padavine bi izmeril tako, da bi uporabil merilni valj in odčital ter si zapisal podatke, nato pa bi vedno, ko bi padal dež, postopek ponovil in po enem letu zbiranja podatkov bi ugotovil, koliko je povprečno padavin.
- 636 Najprej bi od plastenke odrezala zgornji del in nanj napisala merilo. Ko bi to naredila, bi plastenko dala v majhno jamo, da se ne bi prevrnila in čez eno leto vzela ven iz luknje. Če pa bi se nabralo preveč vode, pa bi dala novo plastenko.
- 617 Na travniku bi postavili čase ustrezne oblike. Na koncu vsakega meseca bi pogledali, koliko je padavin. Podatke bi si zapisali in jih upodobili z grafom ali klimogramom.

(3) Nekateri neustrezni odgovori so bili podobni odgovorom v prvi skupini, vendar je namesto posode narisani meter. Učenci pri tem odgovoru niso omenili ali narisali posode. Učenci vedo, da višino vode v

strugi merimo z metrom, prav tako višino zapadlega snega, zato taki odgovori niso nepričakovani, vendar pa ti podatki niso dovolj za poskus, kot ga zahteva naloga.

603 NARISANO: meter in pripisano: za vse padavine (dežja, snega in toče).

604 NARISANO: meter in posoda.

621 NARISANO: merilni valj, meter, ravnilo, pripisano: z merilnim valjem bi meril vodo, z metrom sneg, z ravnilom točo.

(4) Učenci so pogosto za zbiranje padavin navajali »*drug*« vir podatkov, ki ni vedno naveden. Kategorija je bila zaradi odličnih idej določena kot ustrezen način za zbiranje podatkov. Takih učencev je bilo 3,6 %.

319 Zapičili palico in pogledali, koliko snega je zapadlo.

607 Za vsak mesec bi si zapisovali podatke o količini dežja, snega in toče. Podatke, ki smo jih dobili, bi prikazali z grafi.

647 Vreme in podatke bi spremljal preko televizije, interneta, pri vremenoslovcih, znanstvenikih.

(5) Učenci so navajali tudi nedoločeno »*opazovanje*« vremena, ki pa ne vodi v ustrezno zbiranje podatkov.

318 Dež in točo bi opazovali.

327 Vsak dan bi si zapisoval vreme in si zapisoval čas padanja.

333 NARISANO: koledar, v katerega zapisujemo vreme; PRIPISANO: na koncu leta padavine seštejemo.

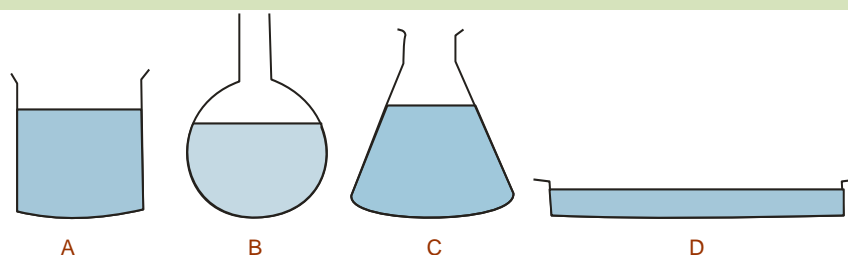
334 Opazujemo in dobimo vsaj približne podatke.

Pri reševanju te naloge pomembnih razlik med spoloma ni zaznati [ $\chi^2(1) = 1,498$ ,  $p = 0,221$ ], so pa te statistično pomembne pri primerjavi razlik med skupinama [ $\chi^2(1) = 9,992$ ,  $p = 0,002$ ]. Učenci eksperimentalne skupine so bili uspešni v 39,5 %, učenci primerjalne pa so bili uspešnejši z 55,8 % ustreznih odgovorov.

### Odgovori učencev pri 13. nalogi predpreizkusa

Trinajsta izbirna naloga z enim pravilnimi odgovorom je povezana s predhodnim vprašanjem o zbiranju podatkov padavin. Naloga zahteva odgovor na vprašanje, iz katere izmed narisanih posod na sliki bi izhlapelo največ vode, če bi posode postavili na sonce za en dan. V vseh posodah je pred poskusom 100 mL vode. Odgovor je treba utemeljiti. Na Sliki 8 so štiri posode, prve tri (A, B in C) ožje in višje, četrta (D) pa je nizka in dvakrat širša od prvih treh. V vsaki odprti posodi je s temnejšo barvo vrisana tekočina. Pod sliko je prostor za vpis utemeljitve za izbor odgovora. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnost D in izbor utemelji z največjo površino posode. Izbirni del naloge je reševalo kar 96,9 % vseh učencev, utemeljitev pa je navedlo v 89,9 % učencev.

V vsako od spodaj narisanih odprtih posod smo nalili 100 mL vode. Posode smo postavili za en dan na sonce. Iz katere posode je izhlapelo največ vode? Odgovor utemeljite.



Slika 8: Slika različnih posod pri nalog P13 predpreizkusa in besedilo naloge.

Možnost D je izbralo 79,8 % vseh učencev, ki so odgovarjali na vprašanje, sledila pa je možnost B z 8,3 %. Ostale izbire so bile pod 3 %. Če učencem izbor pravilne možnosti ni predstavljal težav, pa je bilo utemeljevanje bolj problematično. Povsem ustrezno utemeljitev je podalo 24,6 % učencev. Učenci eksperimentalne skupine so odgovor utemeljili ustrezno v 34,6 %, učenci primerjalne pa v 17,4 %. Pri tem je določena statistično pomembna razlika med skupinama na ravni  $p < 0,001$  [ $\chi^2(1) = 14,915$ ,  $p = 0,000$ ]. Dosežek je v primerjavi s predhodno nalogo zanimiv tudi, ker so učenci eksperimentalne skupine pri obeh nalogah dosegli približno enak rezultat [ES P12 39,5 %; P13U 34,6 %], učenci primerjalne skupine pa različnega [PS P12 55,8 %; P13U 17,4 %].

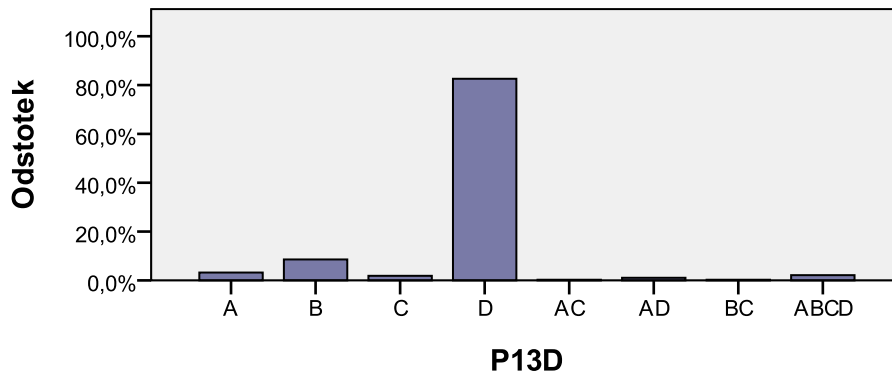


Diagram 13: Izbira odgovorov pri nalogi P13D z enim pravilnim odgovorom.

Med odgovori so zanimivejši primeri, ki kažejo nepopolno ali napačno razumevanje. Odgovori niso številčno opredeljeni, ker so učenci pogosto navajali več trditev.

(1) V prvi skupini so odgovori, ki navajajo namesto površine oziroma odprtosti posode drugo lastnost.

- 202 Iz posode, kjer je plitkejša.
- 203 Posoda je velika in pravokotna, zato izhlapi iz nje največ vode.
- 304 Najmanj vode.
- 206 Ker je najnižja, ker je najširša, najdaljša, največja.
- 307 Največ vode.

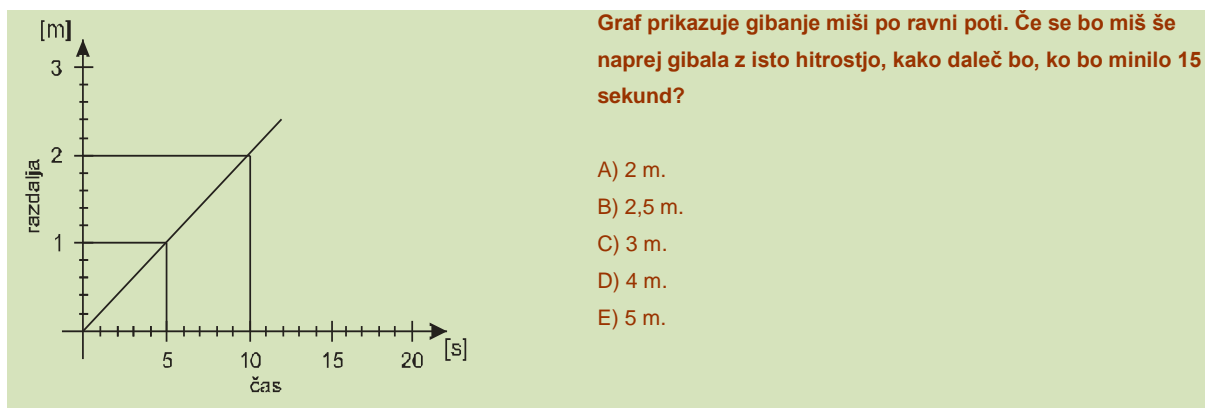
(2) Zanimivi so tudi napačni odgovori, v katerih učenci med posodami ne vidijo razlik oziroma teh ne povežejo z izhlapevanjem.

- 309 Iz vseh enako, ker je enako vode.
- 313 Manj je vode, v drugih posodah je enako.
- 314 Ker je posoda okrogla in bi bila najbolj na soncu.
- 316 Mislim, da je največ vode izhlapelo iz B, ker ima vrat, na katerega se nabira največ kondenza in vode, ki gre potem v ozračje.
- 317 Posoda B je bolj okrogla in ima vrat zaprt, se najbolj segreje, zato ima največje izhlapevanje vode.
- 219 Ker je površina popolnoma ravna.
- 220 Ker je posoda bolj odprta kot druge in v bolj zaprtih posodah sončno žarki težje pridejo do vode.

Med skupinami na izbirnem delu ni statistično pomembnih razlik [ $\chi^2(1) = 0,036$ ,  $p = 0,850$ ], prav tako jih ni po spolu niti na izbirnem delu naloge [ $\chi^2(1) = 0,003$ ,  $p = 0,959$ ] niti med utemeljitelji [ $\chi^2(1) = 0,088$ ,  $p = 0,767$ ].

### Odgovori učencev pri 14. nalogi predpreizkusa

Reševanje štirinajste naloge zahteva branje podatkov iz grafikona. Besedilo opredeli grafikon (Slika 9), ki prikazuje gibanje miši po ravni poti. Naloga zahteva določitev poti, ki jo bo miš naredila v 15 s, če se bo še naprej gibala z isto hitrostjo. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnosti C, tj. 3 m.



Slika 9: Grafikon pri nalogi P14 predpreizkusa in besedilo naloge.

Na sliki je narisano grafikon odvisnosti opravljene razdalje pri gibanju miši po času. Ordinarna os pomeni razdaljo in je razdeljena na 15 enot, vsake 5 pa predstavlja 1 m. Enota je opredeljena kot [m]. Abscisa pomeni čas in je razdeljena na 20 enot, vsaka enota pa določa 1 s. Enota je opredeljena kot [s]. Vrisan je linearen potek grafa in mrežne črte pri [1 m - 5 s] in [2 m - 10 s]. Učenci izbirajo med možnostmi: (A) 2 m, (B) 2,5 m, (C) 3 m, (D) 4 m in (E) 5 m.

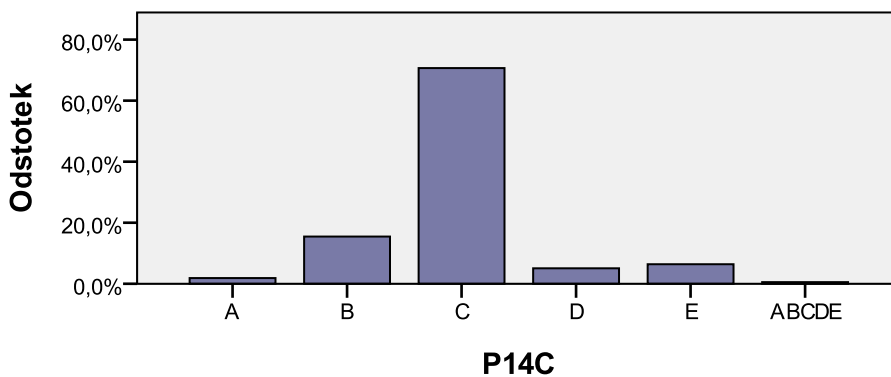


Diagram 14: Izbira odgovorov pri nalogi P14C z enim pravilnim odgovorom.

Naloga je bila vključena tudi z namenom preverjanja splošnega znanja učencev o razumevanju diagramov in grafov. Pričakovano je bilo, da bodo učenci nalogo v večini primerov rešili pravilno. Učenci so na vprašanje odgovarjali v 97,2 %, pri tem pa jih je 68,7 % nalogo rešilo pravilno. Med spoloma [ $\chi^2(1) = 0,381$ ,  $p = 0,537$ ] in med skupinama [ $\chi^2(1) = 0,175$ ,  $p = 0,692$ ] ni pomembnih statističnih razlik.

### Odgovori učencev pri 15. nalogi predpreizkusa

Predzadnja izbirna naloga zahteva opredelitev medsebojne odvisnosti med vodnimi organizmi; ribami, rastlinami in mikroorganizmi. Besedilo naloge pove, da čez dan organizmi oddajajo ali sprejemajo snovi

A in B, kot je prikazano s puščicami. Naloga zahteva izbor ene pravilne trditve. Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnost D (snov A je kisik, snov B ogljikov dioksid).



Slika 10: Slika ribnika in organizmov v njem in besedilo naloge pri nalogi P15D predpreizkusa.

Na Sliki 10 je narisana prezek ribnika, s temnejšo barvo so na dnu vrisane rastline, narisani sta dve ribi, s točkami pa so označeni mikroorganizmi. Odebeljeno so narisane puščice, kjer je puščica (a) na levi usmerjena (1) od rastlin do mikroorganizmov in (2) na desni od rastlin do ribe, puščici (b) pa vodita (3) na levi od mikroorganizmov do rastlin in (4) na desni od ribe do rastlin.

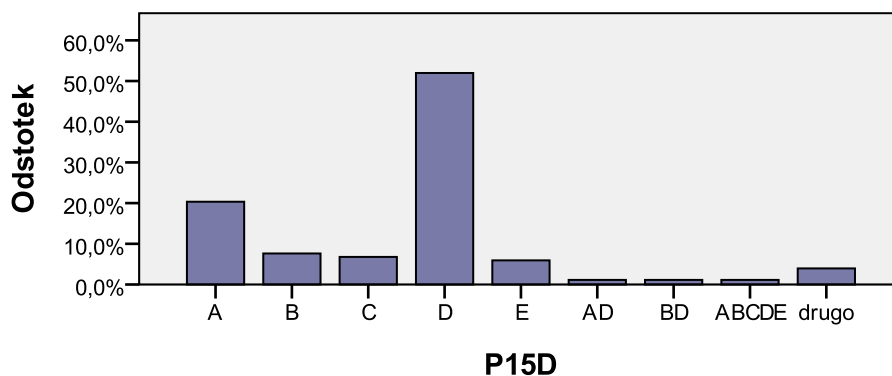


Diagram 15: Izбира odgovorov pri nalogi P15D z enim pravilnim odgovorom.

Nalogo je reševalo 91,0 % vseh učencev, pravilno pa jo je rešilo 47,7 % vseh učencev. Bistvenih statističnih razlik med spoloma [ $\chi^2(1) = 0,265$ ,  $p = 0,607$ ] in med skupinama [ $\chi^2(1) = 1,651$ ,  $p = 0,199$ ] ni. Učenci so pričakovano najpogosteje izbrali možnost D, in sicer v 47,7 %, skoraj 20 % (18,7 %) učencev pa je izbralo možnost A. Preostale možnosti so bile pod 10 %: B 7,0 %; C 6,2 % in E 5,4 %.

### Odgovori učencev pri 16. nalogi predpreizkusa

Zadnja naloga je odprta naloga, kjer je treba ugotoviti, kako bi preverili eksperimentalno domnevo.

**Deklica domneva, da rastline za rast potrebujejo vodo. V posodo s prstjo je posadila rastlino in jo zalila z vodo. Posodo je postavila na sončno svetlobo. Da bo lahko preverila svojo domnevo, mora uporabiti še eno rastlino. Kaj mora dati v drugo posodo, kamor bo posadila drugo rastlino, da bo domnevo zares lahko potrdila?**

Besedilo naloge pravi, da deklica domneva, da rastline za rast potrebujejo vodo in to domnevo želi potrditi.

Učenec nalogo pravilno reši, če navede, da mora uporabiti enako vrsto rastline, enako posodo, enako prst in mora rastlino postaviti na isto mesto kot prvo rastlino, vendar pa je ne sme zaliti. Posamezni odgovori so opredeljeni le vsebinsko, ker so učenci pogosto navajali nasprotujoče si trditve. Pogosto so učenci odgovor tudi narisali.

(1) Povsem pravilno utemeljitev so učenci navedli v 16,3 % primerov.

- 101 Deklica bo dala v drugo posodo rastlino, ne bo pa dodala vode, nato jo bo postavila na sončno svetlobo.
- 103 V drugo posodo mora dati enako rastlino in je ne zalivati z vodo. Tako bo rastlina ovenela in videla bo, da rastline res potrebujejo vodo.
- 108 V drugo posodo mora dati rastlino in suho prst, posodo postaviti na sončno svetlobo in je ne sme zaliti. Prst mora biti suha, ker drugače poskus ne bo uspel, ker bo že v prsti voda in bo potem imela v obeh posodah prst, rastlino in vodo.

(2) Učenci so pogosto izpuščali dejavnike. Odgovor, pri katerem so ustrezno opredelili vodo, rastlino in prst, niso pa omenili svetlobe, je bil ugotovljen v 9,3 %. Precej učencev (4,1 %) je navajalo možnost, da je treba v drugo posodo dati le vodo brez prsti ali obratno.

- 102 V drugo posodo mora dati vodo brez prsti.
- 110 V lonček bi dali vodo in vanj zeleno rastlino.
- 112 V drugo posodo mora dati pesek.

(3) Med učenci, ki niso dobro prebrali navodil naloge, pa je bilo tudi precej odgovorov, v katerih bi učenci rastlino dali v temo (7,0 %).

- 104 Dati mora v temo.
- 105 V drugo posodo lahko da vodo, vendar je ne sme postaviti na sončno svetlobo.
- 116 Ne sme ji omogočiti dobrih pogojev. To se pravi, da jo mora postaviti v omaro, tako da ne dobi nič svetlobe, pa tudi zaliti je ne sme.
- 119 Drugo rastlino mora dati v temo in je ne sme zalivati. Ko bo roža vzela, bo videla, da se je roža v temi in brez vode posušila, tista, ki je imela vodo, pa bo rasla naprej.

(4) Redkeje so se pojavljali tudi odgovori, iz katerih je razvidno, da imajo učenci nekatera napačna razumevanja o rasti rastlin.

- 109 Vse rastline ne potrebujejo vode. Na primer kaktus.
- 149 V drugo posodo mora dati rožo, potem pa jo močno zaliti in ker je na soncu toplo, bo deklica videla, kako bodo korenine pile vodo. Ker če rastlino damo v posodo in damo na sonce brez vode, se roža posuši.

Včasih pa so učenci pomešali zahteve poskusa.

- 111 V posodo s prstjo bi rožo zalila in dala na svetlobo.
- 113 V drugo posodo mora dati zemljo in vodo in seme rastline.
- 114 V drugo posodo ne sme dati nič.
- 126 Dala bo rastlino v prst, vendar je ne bo zalila, da bo videla, če rastline uspevajo brez svetlobe.
- 131 Mora dati v drugo posodo zemljo, zaliti z vodo in postaviti na sončno svetlobo.
- 156 Ena v temo, drugo na sonce.
- 157 Dati jo mora v senco.



Nalogo so učenci primerjalne skupine (4,9 %) reševali precej slabše od učencev eksperimentalne skupine (25,3 %) Razlika je statistično pomembna na ravni  $p < 0,001$  [ $\chi^2(1) = 33,556$ ,  $p = 0,000$ ]. Med spoloma razlik ni [ $\chi^2(1) = 1,328$ ,  $p = 0,249$ ].

### Ugotovljene značilnosti odgovorov reševanja nalog predpreizkusa

Pri prvi nalogi je mogoče sklepati, da vsi učenci niso natančno prebrali navodil in so zato nalogo rešili nepopolno. Sploh se to pomembno pokaže pri označevanju izvira, delte in smeri toka reke. Čeprav se zdi, da bi nalogo morali učenci rešiti v večini primerov, pa analiza odprtih odgovorov pokaže, da imajo učenci napačna razumevanja. Učenci kažejo značilno nerazumevanje pojma snovi (1. naloga - raztapljanje, 7. naloga - mineralne snovi). Posebno mesto predstavlja pojem »*mineralne snovi*«, ki ga učenci ne razumejo, čeprav se pogosto pojavlja pri opredeljevanju prehranjevanja in ga tudi pogosto uporabljajo. To pokažejo tudi pri sedmi nalogi, kjer izberejo možnost, da se organizem prehranjuje z mineralnimi snovmi v skoraj enakem deležu, kot da se prehranjuje z algami.

Pri tretji nalogi se je izkazalo, da učenci znajo uporabljati zemljevid in prepoznajo celine in značilna območja, manj pa znajo opredeliti območja glede na višino temperature. Učenci pogosto navajajo Afriko (posebej Saharo) kot območje z skrajno visokimi temperaturami, čeprav to območje v povprečju ni najtoplejše. Učenci tudi ne povezujejo biološke raznovrstnosti (2. naloga) z ustrežno temperaturo in vlago, ampak predvsem s temperaturo, čeprav s četrtim vprašanjem, pri katerem je treba s slike prepoznati tropski deževni gozd, nimajo težav (90,1 %). Tudi pri enajsti nalogi kot najpogostejšo izbiro izberejo možnost, da rastline, ki imajo debele mesnate liste, lažje zadržujejo vodo, te pa učenci prepoznajo kot rastline, ki običajno rastejo na sušnih območjih.

Pri šestem vprašanju je presenetil visok odstotek učencev, ki so kot izrazito lastnost krta prepoznali majhne slabo razvite oči in ne okončin, ki so bile na sliki tudi poudarjene. Mogoče je trditi, da učenci življenje v tleh najprej povežejo z odsotnostjo svetlobe, čeprav se krt pogosto giblje tudi na prostem in šele nato z značilnimi okončinami, ki mu omogočajo gibanje pod površino. Videti je, da učenci ne razmišljajo o telesni zgradbi in zgradbe ne povezujejo z okoljskimi pogoji, ampak predvsem enoznačno z dejavniki, ki jih pri pouku učitelji poudarjajo kot pomembne. Utemeljitev odgovora pokažejo napačna razumevanja in napačna tolmačenja. Če je bila možnost majhnih slabo razvitih oči med možnostmi poudarjena, učenci navajajo v utemeljitvi tudi ravno nasprotno. Ker krt živi pod zemljo, mora imeti dobro razvite oči. Prav tako utemeljujejo kožo in dlako kot pomembno za bivanje pod zemljo, saj je tam hladno.

Podobno dojemanje dejavnikov je mogoče zaslediti tudi pri deveti nalogi, pri kateri je treba prepoznati omejujoč dejavnik, enkrat podlago, na katero se rastline ne morejo pritrčiti, in drugič svetlobo, saj je območje pregloboko in ni svetlobe. Tudi tu učenci pogosto navajajo onesnaževanje ali pa antropogen vpliv, čeprav so dejavniki tisti, ki jih največkrat omenjajo. To je še posebej značilno za vpliv svetlobe na rast morskih rastlin. Učenci navajajo njihovo pojavljanje do globine 100–200 m, do koder sežejo svetlobni žarki, saj je tako zapisano v učbenikih za naravoslovje v sedmem razredu, ki so jih učitelji, vključeni v raziskavo, uporabljali (Rokus – 100m oziroma 40 v onesnaženem (stran 111), TZS – 200 m (stran 21), DZS – 200 m (stran 137), Modrijan – 200 m (stran 29)). Učenci ne razmišljajo, da so pri 200 m globine pomembni še drugi pogoji, kot so čistost morja, valovitost, drugi organizmi, relief podlage ipd.



Učenci znajo prebrati podatek iz grafikona, vendar pa jih drugi podatki, kot so naslov, enote, osi ipd., ki bi jih pričakovali na grafikonu ali diagramu v deseti in štirinajsti nalogi, ne zanimajo.

Dvanajsta, trinajsta in šestnajsta naloga so povezane z raziskovanjem in prepoznavanjem ustreznosti poskusa za preverjanje hipoteze ali raziskovalnega vprašanja. Mogoče je trditi, da so učenci v večini primerov razumeli, kaj naloge od njih zahtevajo, vendar odgovora niso znali ustrezno zapisati. Da je treba pri poskusu nadzirati spremenljivke sočasno, učenci navedejo, pozabijo pa povedati, da pogojev ne smemo spreminjati. Prav tako pri zasnovi svojega poskusa navajajo ustrezne rešitve, ne pomislijo pa na težave, ki se lahko pojavijo, če se okoljski pogoji spremenijo.

Nepričakovano nizki rezultati so zaznani pri sedmi, osmi in petnajsti nalogi, kjer je sicer nalogo reševalo nad 90,0 % učencev, vendar pa so jo uspešno rešili le v okoli polovici primerov.

Analiza predpreizkusa je na splošno pokazala, da sta eksperimentalna in primerjalna skupina primerljivi in med njima ni posebnih statistično pomembnih razlik. Enako velja za razlike v reševanju med spoloma. Predpreizkus je tudi statistično pomembno soodnosjen z zaključeno oceno pri predmetu Naravoslovje [ $r_{(p)} = 0,471$ ,  $N = 384$ ,  $p < 0,01$ ].

Zanimivo je, da so učenci primerjalne skupine pri reševanju in utemeljevanju pri štirih nalogah (naloge 5, 6, 9 in 12) dosegli statistično pomembno boljši rezultat kot učenci eksperimentalne skupine, ti pa so bili uspešnejši pri reševanju tretje, trinajste naloge in šestnajste naloge. Ker zaradi izpuščanja odgovorov utemeljitve niso bile točkovno opredeljene, to ni vplivalo na skupni rezultat preizkusa.

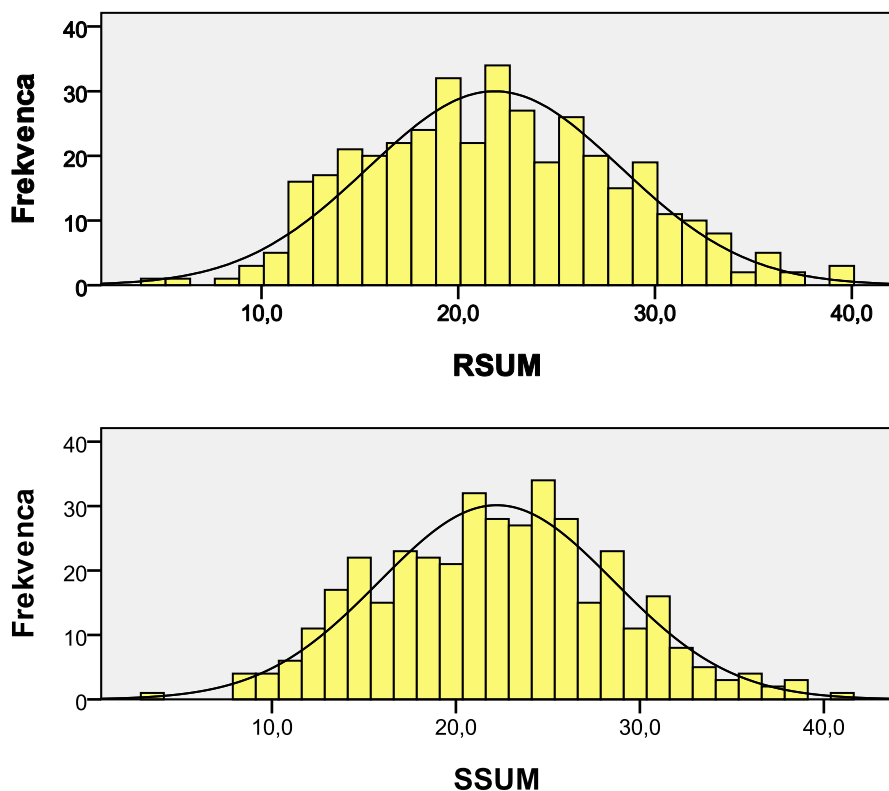
Preizkus enosmerne analize variance (ANOVA) med šolami s post hoc preizkusi je pokazal, da so med šolami razlike, da pa so pari šol, ki so določeni kot eksperimentalno-primerjalni pari, ustrezni.

### 3.3 Uspešnost učencev pri reševanju preizkusa in popreizkusa

Primeri nalog in rešitve obeh reševanj so priloženi v prilogi (Priloga B), merske in vsebinske značilnosti preizkusa pa so podane v poglavju priprave in izbora merskih pripomočkov (Poglavje III.2.2).

Vsebinsko je preizkus pojmovno skladen s predpreizkusom. Ker je bi preizkus sestavljen tako, da je posamezna naloga pogosto vključevala več vsebinsko povezanih vprašanj, je bilo mogoče pri vsaki nalogi doseči različno število točk. Utemeljivte vprašanj se niso točkovale, so pa bile analizirane za vpogled v razmišljanje učencev ob reševanju naloge in za opredelitev napačnih razumevanj.

Rezultat preverjanja normalnosti porazdelitve s statistiko Kolmogorov - Smirnov je pokazal, da je porazdelitev rezultatov celotnega preizkusa in popreizkusa normalna porazdelitev (Histogram 16). Izračunana vrednost statistične pomembnosti koeficienta  $K-S_{(n)} > 0,05$  za preizkus [ $K-S_{(n)}(386) = 0,32, p = 0,200$ ] in popreizkus [ $K-S_{(n)}(386) = 0,42, p = 0,105$ ]. Ustreznost normalnosti pokaže tudi Q-Q izris normalnega verjetnostnega grafa podatkov Q-Q in odstopanja od normalne vrednosti.



Histogram 16: Porazdelitev rezultatov učencev na preizkusu (zgoraj) in popreizkusu (spodaj).

V Razpredelnici 15 je predstavljena opisna statistika preizkusa in popreizkusa naravoslovnega znanja vseh učencev, ki so preizkusa reševali.

Učenci so bili pričakovano najuspešnejši pri reševanju 12. naloge, ki zahteva odgovor da/ne na 18 postavljenih splošnih naravoslovnih trditvev. Najslabše so učenci reševali 8. in 9. nalogo s prostim odgovorom, nepričakovano slabo pa so odgovarjali tudi na odprto vprašanje 11. naloge, čeprav je naloga zahtevala le navedbo vsaj treh različnih dejavnikov okolja, ki se dnevno spreminjajo.

Pri preostalih nalogah je bil delež učencev, ki so pravilno odgovorili na vprašanje, med 30 % in 60 %.

Pri vsaki nalogi je vsaj en učenec dosegel vse točke, prav tako pa je tudi pri vsaki nalogi vsaj en primer, ko učenec ni dosegel nobene točke.

Skupno so na preizkusu (R) v povprečju učenci dosegli 21,92 točk [ $\omega_R = 0,44$ ,  $SD_R = 6,29$ ] in na popreizkusu 21,60 točke [ $\omega_S = 0,43$ ,  $SD_S = 6,29$ ]. Soodnosnost med doseženimi rezultati preizkusu (R) in popreizkusu (S) je bila določena s Pearsonovim koeficientom, ki kaže na visoko, statistično pomembno pozitivno soodnosnost med spremenljivkami [ $r_{RS} = 0,654$ ,  $N = 384$ ,  $p < 0,01$ ]. Učenci, ki so dosegli visok rezultat na preizkusu, so dosegli visok rezultat tudi na popreizkusu.

<b>naloga</b>	<b>točke</b>	<b>iT</b>	<b>Ma</b>	<b>Me</b>	<b>Mo</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>	<b>kS</b>	<b>kA</b>
<b>R1</b>	2	0,58	1,15	1,5	1,5	0,60	0,03	-0,81	-0,40
<b>R2</b>	8	0,51	4,12	4	3,5	1,72	0,09	-0,43	-0,06
<b>R3</b>	3	0,34	1,02	1	1,5	0,66	0,03	-0,25	0,11
<b>R4</b>	4	0,22	0,86	0	0	1,52	0,08	0,10	1,36
<b>R5</b>	5	0,41	2,07	2	2,5	1,23	0,06	-0,60	0,04
<b>R6</b>	6	0,54	2,98	3	3	0,92	0,05	-0,10	-0,20
<b>R7</b>	2	0,34	0,69	0	0	0,95	0,05	-1,58	0,66
<b>R8</b>	2	0,06	0,11	0	0	0,46	0,02	12,79	3,84
<b>R9</b>	2	0,18	0,37	0	0	0,78	0,04	0,69	1,64
<b>R10</b>	5,5	0,47	2,56	2,5	0	1,56	0,08	-1,04	-0,04
<b>R11</b>	1,5	0,10	0,15	0	0	0,29	0,01	2,91	1,90
<b>R12</b>	9	0,69	5,84	6	7	1,53	0,08	2,36	-1,24
<b>(ΣR)</b>	50	0,47	21,92	21,75	20,5	6,29	0,32	-0,21	0,14

<b>naloga</b>	<b>točke</b>	<b>iT</b>	<b>Ma</b>	<b>Me</b>	<b>Mo</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>	<b>kS</b>	<b>kA</b>
<b>S1</b>	2	0,49	0,98	1	1	0,55	0,03	-0,72	0,20
<b>S2</b>	8	0,53	4,27	4,25	4	1,71	0,09	-0,46	-0,19
<b>S3</b>	3	0,36	1,08	1,5	1,5	0,63	0,03	-0,18	0,01
<b>S4</b>	4	0,19	0,76	0	0	1,46	0,07	0,72	1,57
<b>S5</b>	5	0,45	2,24	2,5	2,5	1,40	0,07	-0,88	-0,11
<b>S6</b>	6	0,59	2,96	3	2	1,05	0,05	-0,63	0,11
<b>S7</b>	2	0,28	0,57	0	0	0,90	0,05	-1,09	0,96
<b>S8</b>	2	0,06	0,11	0	0	0,46	0,02	12,79	3,84
<b>S9</b>	2	0,14	0,28	0	0	0,70	0,04	2,23	2,05
<b>S10</b>	5,5	0,45	2,47	2,25	2	1,53	0,08	-1,03	0,06
<b>S11</b>	1,5	0,12	0,12	0	0	0,25	0,01	2,98	1,95
<b>S12</b>	9	0,64	5,74	6	7	1,67	0,09	1,78	-1,02
<b>(ΣS)</b>	50	0,46	21,60	21,5	18,5	6,37	0,32	-0,27	0,26

**Legenda:** iT – indeks težavnosti, Ma – povprečni dosežek pri posamezni nalogi, Me – mediana, Mo – modus, SD – standardni odklon, SE – standardna napaka, kS – koeficient sploščenosti in kA – koeficient nesorazmernosti.

#### Razpredelnica 15: Opisna statistika preizkusa (R) in popreizkusa (S).

Primerjava eksperimentalne in primerjalne skupine pokaže, da so učenci eksperimentalne skupine na preizkusu (R) dosegli v povprečju 22,83 točk [ $SD_{R-ES} = 6,81$ ], učenci primerjalne skupine pa 21,27 točk [ $SD_{R-PS} = 5,81$ ]. Podoben rezultat so učenci obeh skupin dosegli na popreizkusu, in sicer učenci eksperimentalne skupine 22,7 točk [ $SD_{S-ES} = 6,89$ ], in primerjalne 20,79 točk [ $SD_{R-PS} = 5,85$ ]. Čeprav majhna, je razlika v uspehu reševanja (izračunana z neodvisnim t-testom) tako pri preizkusu kot pri popreizkusu med učenci eksperimentalne in primerjalne skupine statistično pomembna na ravni  $p <$

0,05 [ $t(384)_R = 2,348, p = 0,019$ ;  $t(384)_S = 3,028, p = 0,003$ ]. Z istim testom statistično pomembnih razlik med spoloma ni mogoče določiti [ $t(384)_R = -1,293, p = 0,197$ ;  $t(384)_S = 1,529, p = 0,127$ ].

■ - brez odgovora, ■ - nič doseženih točk, ■ - do 50 % doseženih točk, ■ - nad 50 % doseženih točk, ■ - vse točke.

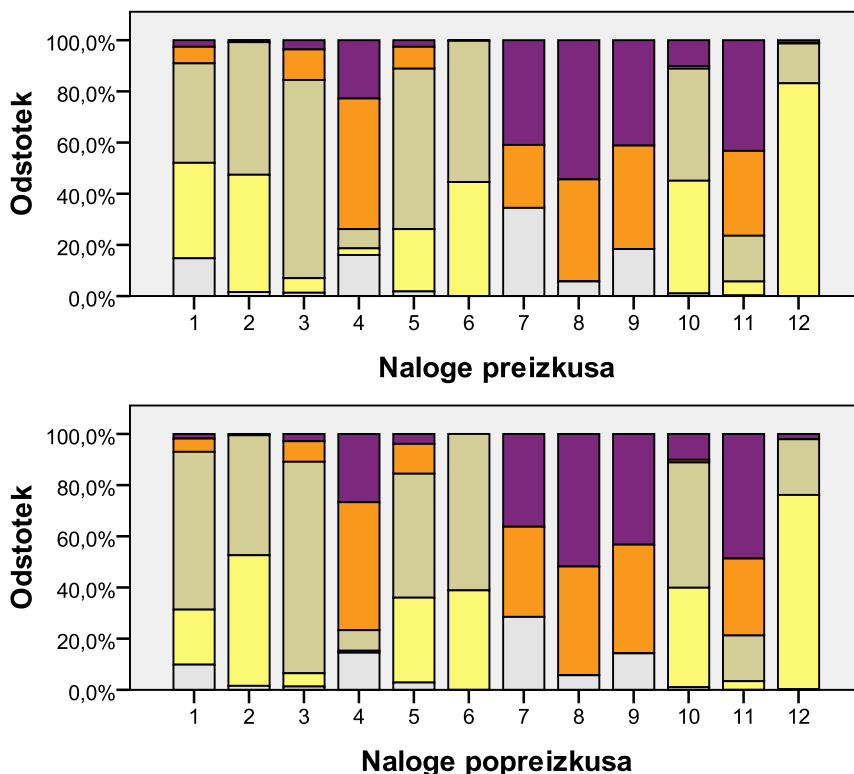


Diagram 17: Pregled uspešnosti reševanja posameznih nalog preizkusa in popreizkusa.

Statistična analiza *potrjuje hipotezo H1*: učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju preizkusa (R) naravoslovnega znanja. Prav tako *potrjuje hipotezo H2*: učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju popreizkusa (S) naravoslovnega znanja.

*Ni mogoče potrditi hipoteze H4*: učenci obeh skupin se po spolu statistično razlikujejo po uspešnosti reševanja preizkusa (R) in popreizkusa (S) znanja naravoslovnih vsebin.

Za primerjavo uspešnosti reševanja preizkusa (R) med učenci posameznih šol, ki so v raziskavi sodelovale, je bila uporabljena enosmerna analiza variance (ANOVA). Izračun variance preizkusa (R) je pokazal statistično pomembno razliko doseženih točk med dvema šolama [ $F(13, 372) = 2,190, p = 0,010$ ] z vrednostjo  $p < 0,05$ . Ta pomembna razlika v odstopanju se kaže pri obravnavi šole 'eivts' glede na šolo 'pevrd'. Vrednost velikosti učinka je visoka [ $\eta^2 = 0,131$ ]. Post hoc primerjava s Tukeyjevim testom (HSD) je pokazala, da je srednja vrednost šole 'eivts' [ $M = 26,04; SD = 7,168; N = 24$ ] statistično pomembno večja od srednje vrednosti 'pevrd' [ $M = 19,63; SD = 5,886; N = 48$ ]. Pri preostalih šolah statistično pomembne razlike niso zaznane. Levenov preizkus je pokazal, da ni kršeno predvidevanje homogenosti variance, saj je vrednost  $p > 0,05$  [ $L(13, 372) = 1,695, p = 0,060$ ].

Če je pri preizkusu (R) Tukeyjev test pokazal razlike med le dvema šolama, pa so na popreizkusu (S)

določene statistično pomembne razlike med devetimi šolami na ravni  $p < 0,0005$  [ $F(13, 372) = 5,155$ ,  $p = 0,000$ ] s srednjim učinkom [ $\eta^2 = 0,071$ ]. S preizkusom je ugotovljeno, da so bili učenci na šolah 'eivts' in 'eamsm' v povprečju najuspešnejši, učenci 'pevrd' pa so bili najmanj uspešni. Preglednica primerjave srednjih vrednosti med učenci posameznih šol na vseh treh preizkusih je vstavljena v Razpredelnici 16. Predvidevanje homogenosti variance tudi pri popreizkusu (S) ni kršeno [ $L(13, 372) = 0,978$ ,  $p = 0,472$ ].

	N	PSUM			RSUM			SSUM		
		Ma	SD	SE	Ma	SD	SE	Ma	SD	SE
eaped	34	13,94	3,94	0,67	22,52	6,50	1,11	22,03	6,00	1,03
eelav	11	14,66	4,16	1,25	21,20	3,36	1,01	20,43	4,95	1,49
eivts	24	14,52	5,19	1,06	<b>26,04</b>	7,17	1,46	<b>26,71</b>	7,35	1,50
eoguz	17	<b>11,37</b>	4,63	1,12	21,31	6,57	1,59	<b>19,63</b>	5,03	1,22
eevrd	31	13,64	5,42	0,97	21,41	7,85	1,41	20,07	7,25	1,30
eokon	13	<b>18,39</b>	4,14	1,15	24,33	7,10	1,97	22,71	6,70	1,86
eamsm	32	<b>18,38</b>	4,00	0,71	24,31	6,56	1,16	<b>26,88</b>	6,00	1,06
paped	44	16,61	4,16	0,63	22,24	4,56	0,69	<b>19,28</b>	5,03	0,76
pelav	9	14,94	3,82	1,27	24,19	3,68	1,22	22,42	6,29	2,10
poguz	38	13,38	5,97	0,97	21,88	6,52	1,06	20,81	5,53	0,90
pevrd	48	13,08	4,14	0,60	<b>19,63</b>	5,89	0,85	21,12	5,33	0,77
pokon	43	12,76	5,01	0,76	21,20	6,03	0,92	<b>19,61</b>	6,21	0,95
pamsm	25	16,09	5,86	1,17	23,95	7,39	1,48	24,97	6,79	1,36
pivts	17	17,07	4,85	1,18	20,75	4,87	1,18	22,69	5,79	1,40
skupaj	386	<b>14,69</b>	<b>5,09</b>	<b>0,26</b>	<b>22,22</b>	<b>6,39</b>	<b>0,33</b>	<b>21,85</b>	<b>6,42</b>	<b>0,33</b>

**Legenda:** N – število učencev, Ma – povprečni dosežek pri posamezni nalogi, SD – standardni odklon, SE – standardna napaka.

Razpredelnica 16: Opisna statistika predpreizkusov (P, R, S) za posamezno šolo.

Za ocenjevanje razlike v dosežkih pri reševanju preizkusa in popreizkusa je bil izveden parni t-test. Statistični preizkus je pokazal, da ni pomembne statistične razlike med rezultatoma preizkusa (R) [ $M_R = 21,92$ ;  $SD = 6,294$ ] in popreizkusa (S) [ $M_S = 21,60$ ;  $SD = 6,363$ ], in sicer [ $t(385) = 1,211$ ,  $p = 0,227$ ]. Vrednost učinka velikosti [ $\eta^2 = 0,004$ ] kaže na neznamenit učinek. Mogoče je zaključiti, da je znanje na vzorcu vseh učencev po preteku treh mesecev ostalo na enaki ravni.

Majhne in statistično nepomembne so tudi razlike v dosežkih učencev ločeno eksperimentalne [ $M_R = 22,83$ ;  $SD = 6,881$ ], [ $M_S = 22,72$ ;  $SD = 6,889$ ], [ $t(385) = 0,273$ ,  $p = 0,785$ ] in primerjalne skupine [ $M_R = 21,27$ ;  $SD = 5,818$ ], [ $M_S = 20,79$ ;  $SD = 5,847$ ], [ $t(385) = 1,364$ ,  $p = 0,174$ ]. Rezultat parnega t-testa kaže, da ni *mogoče potrditi hipoteze H6*: učenci primerjalne skupine na popreizkusu dosegajo statistično pomembno slabši rezultat kot na preizkusu naravoslovnega znanja. Pričakovali bi, da bo dosežek na popreizkusu, zaradi časovnega zamika reševanja slabši od dosežka na preizkusu, česar pa statistična analiza ni potrdila.

Primerjava doseženih rezultatov posameznih šol na vseh treh preizkusih pokaže nekaj odstopanj. Predvsem izstopajo rezultat šole 'eoguz', ki je na predpreizkusu dosegla najslabši rezultat med vsemi šolami, na preizkusu se je dosežen rezultat močno približal povprečni vrednosti, na popreizkusu pa je spet najslabši.

Šola 'eamsm', ki je na predpreizkusu dosegla najboljši rezultat, je bila tudi na preizkusu nadpovprečna,

na popreizkusu pa je bil njen dosežek drugi najboljši. Tudi pri šoli 'eokon« je rezultat preizkusa nadpovprečen, vendar pa na popreizkusu pade pod povprečje. Šola 'eivts' pa je iz povprečnega dosežka predpreizkusa prešla na najboljši rezultat tako preizkusa kot popreizkusa.

### 3.4 Odgovori učencev pri reševanju posameznih nalog preizkusa in popreizkusa

V tem poglavju so primerjalno predstavljeni rezultati reševanja posameznih nalog preizkusa na obeh izvedbah (R) in (S). Pri analizi je posebej določena tudi primerjava po spolu in primerjava med eksperimentalno in primerjalno skupino. Primerjalno je opredeljena tudi povezava z vsebinsko podobnimi nalogami predpreizkusa. Naloge z odprtimi odgovori so opredeljene podrobno. Izbire odgovorov učencev pri vprašanjih z enim pravilnim odgovorom ali več pravilnimi odgovori so podane v razvrstilnih stolpčnih diagramih.

#### Odgovori učencev pri 1. nalogi preizkusa

Pri prvi nalogi je treba na zemljevidu Zemlje (Slika 2 v poglavju IV.2.2, 3. naloga) (1) pobarvati ali pa črtkano označiti predele, kjer je povprečna temperatura ozračja najnižja, (2) obkrožiti približno mesto tropskega gozda Afrike in (3) s piko označiti Slovenijo. Učenec nalogo pravilno reši, če črtkano označi pas nad severnim in pod južnim tečajnikom ( $66^{\circ}33''$  S in J) čez celotno širino zemljevida, če obkroži osrednji predel Afrike okoli ekvatorja, vendar ne cele celine, in če s piko označi približno lego Slovenije na zemljevidu. Na sliki je Zemlja izrisana v Mercatorjevi projekciji, kopno je svetlejše, predeli morja pa so brezbarvni (bela barva papirja). Naloga je povzeta po nalogi TIMSS 2003 za četrti razred (S012007) in je vsebinsko podobna 3. nalogi predpreizkusa. Zemljevid Zemlje je na obeh preizkusih enak.

Na splošno je nalogo povsem pravilno rešilo le 14,0 % učencev, več kot polovico točk pri nalogi pa je doseglo skupaj 51,1 % učencev. Največ težav so imeli učenci z drugim delom naloge, saj so na zemljevid napačno vrisovali položaj tropskega deževnega gozda.

Pri prvem delu naloge je povsem pravilno severno in južno območje označilo 34,7 % učencev, prav toliko (33,2 %) vseh pa je označilo le severni ali le južni pol. Statistično pomembnih razlik med spoloma [ $\chi^2(2) = 3,345$ ,  $p = 0,187$ ] in med skupinama [ $\chi^2(2) = 0,941$ ,  $p = 0,625$ ] ni. Statistično pomembne razlike tudi na popreizkusu (S) po spolu ni [ $\chi^2(2) = 0,953$ ,  $p = 0,621$ ], je pa pomembna razlika med skupinama [ $\chi^2(2) = 17,809$ ,  $p = 0,000$ ]. Učenci eksperimentalne skupine so v povprečju dosegli še enkrat boljši rezultat (40,1 %) v primerjavi s primerjalno skupino (21,4 %). Pri popreizkusu je pravilno nalogo rešilo dobrih 5 % manj učencev, se je pa povečalo število tistih, ki so označili le en pol (39,7 %). Prav to je vzrok za slabši rezultat.

Učenci so pravilno vrisali tropski deževni gozd na afriški celini le v 25,9 %. Med preostalimi 61 %, ki vprašanja niso izpustili, pa izstopa 26,7 % tistih, ki so označili le skrajno severni, vzhodni ali južni del Afriške celine, 5,9 % učencev, ki so označili območje Sahare, in 5,4 % takih, ki so označili kar celino.

Statistično pomembnih razlik na obeh preizkusih pri tem delu naloge po spolu [ $\chi^2_R(2) = 2,253$ ,  $p = 0,133$ ;  $\chi^2_S(2) = 0,970$ ,  $p = 0,322$ ] in med skupinama [ $\chi^2_R(2) = 1,219$ ,  $p = 0,270$ ;  $\chi^2_S(2) = 0,229$ ,  $p = 0,633$ ] ni mogoče določiti.

Prvi dve postavki prve naloge preizkusa sta vsebinsko povezani s tretjo nalogo predpreizkusa. V precej večji meri so jo takrat pravilno reševali učenci eksperimentalne skupine [ES 62,3 %; PS 37,9 %]. Ta

prednost se je do reševanja preizkusa izgubila, saj je uspešnost reševanja na okoli 28,5 % [SD = 3,38] za obe skupini [ $M_{R-ES} = 28,7$ ;  $M_{R-PS} = 33,0$ ;  $M_{S-ES} = 27,2$ ;  $M_{S-PS} = 25,0$ ]. Pri predpreizkusu so učenci primerjalne skupine pogosto narobe označili najtoplejši pas tako, da so označili le Afriko. Ta napaka pri učencih eksperimentalne skupine tokrat ni tako pogosta. Zanimivo je, da so učenci eksperimentalne skupine v času izvajanja modela poučevanja uporabljali tudi zemljevide, med katerimi sta bila satelitski posnetek Zemlje in pa zemljevid, na katerem so bile vrisane različne vrste rastja. Na obeh zemljevidih okoljskih dejavnikov je območje Afrike v predelu ekvatorja močno izstopajoče, saj je na severu značilno območje Sahare svetlo rjave barve, na vzhodu pa puščave v Etiopiji in Somaliji, na jugu pa redkeje poraščena področja Angole, Zambije in Tanzanije. Uporaba teh zemljevidov neposredno na reševanje naloge ni imela učinka.

Zadnji del naloge, oznaka Slovenije na zemljevidu, učencem ni predstavljal večjih težav, saj so nalogo rešili pravilno v več kot 70 %, s tem da 10,9 % učencev vprašanja ni reševalo. Pri reševanju preizkusa (R) je sicer določena pomembna statistična razlika med fanti in dekleti [ $\chi^2(2) = 6,544$ ,  $p = 0,011$ ;  $M_{RF} = 75,5$ ;  $M_{RD} = 62,4$ ], ki pa je pri reševanju popreizkusa ni več zaznati [ $\chi^2(2) = 3,497$ ,  $p = 0,061$ ]. Statističnih razlik med skupinama ni [ $\chi^2_R(2) = 1,332$ ,  $p = 0,249$ ;  $\chi^2_S(2) = 0,044$ ,  $p = 0,835$ ].

## Odgovori učencev pri 2. nalogi preizkusa

Pri drugi nalogi je osem vprašanj s petimi trditvami o spremembah in okoljskih dejavnikih. Prvih šest vprašanj so izbirna vprašanja z enim pravilnim odgovorom, zadnji dve vprašanji pa sta izbirni vprašanji z več pravilnimi odgovori.

<p><b>2.1 Kje odpadlo listje najhitreje razpade?</b></p> <p>A V puščavi, ker je povprečno najvišja temperatura.</p> <p>B V tropskem gozdu, ker je vlažno in toplo.</p> <p>C V tundri, ker tam rastejo iglasta drevesa.</p> <p>D V Sredozemlju, ker je veliko sončne svetlobe.</p> <p>E V jamah, kjer razpada ne prekine svetloba.</p>	<p><b>2.2 Kje je rast dreves najhitrejše?</b></p> <p>A V puščavi.</p> <p>B V gorah.</p> <p>C V tundri.</p> <p>D V Sredozemlju.</p> <p>E V tropskem gozdu.</p>	<p><b>2.3 Kje na Zemlji temperatura letno najmanj niha?</b></p> <p>A V puščavi.</p> <p>B V tropskem gozdu.</p> <p>C V tundri.</p> <p>D V Sredozemlju.</p> <p>E V jamah.</p>
<p><b>2.4 Kje bi namerili najvišji tlak?</b></p> <p>A Ob morju.</p> <p>B V jamah.</p> <p>C V morskih globinah.</p> <p>D V gorah.</p> <p>E Na ekvatorju.</p>	<p><b>2.5 Kje je letno največ padavin?</b></p> <p>A V puščavi.</p> <p>B V tropskem gozdu.</p> <p>C V tundri.</p> <p>D V Sredozemlju.</p> <p>E Na Arktiki.</p>	<p><b>2.6 Katera voda ima največ raztopljenih snovi?</b></p> <p>A Voda velike počasi tekoče reke.</p> <p>B Voda deževnice.</p> <p>C Voda jezera.</p> <p>D Voda gorskega izvira.</p> <p>E Voda Mrtvega morja.</p>
<p><b>2.7 Katera območja imajo letno malo padavin?</b></p> <p>a Arktika.</p> <p>b Tropski deževni gozd.</p> <p>c Sahara.</p> <p>d Mešani gozd.</p> <p>e Antarktika.</p>	<p><b>2.8 Kaj sodi med dnevne spremembe?</b></p> <p>a Nihanje temperature med jutrom in večerom.</p> <p>b Vrednost povprečnih mesečnih padavin.</p> <p>c Razlika tlaka vsakih sto metrov morske globine.</p> <p>d Letni prirast gozdov.</p> <p>e Dnevno odstopanje od povprečne mesečne temperature.</p>	

Učenec nalogo pravilno reši, če izbere pri nalogi 2.1 možnost B (v tropskem gozdu, ker je vlažno in toplo), pri vprašanju 2.2 E (v tropskem gozdu), pri 2.3 E (v jamah), pri 2.4 C (v morskih globinah), pri 2.5 B (v tropskem gozdu) in pri zadnji nalogi z enim pravilnim odgovorom 2.6 E (voda Mrtvega morja). Pri



nalogah z več pravnimi odgovori pa nalogo pravilno reši, če izbere pri 2.7 odgovore a (Arktika), c (Sahara) in e (Antarktika) in pri nalogi 2.8 odgovore a (nihanje temperature med jutrom in večerom) in e (dnevno odstopanje od povprečne mesečne temperature).

Prvo vprašanje (2.1) naloge je reševalo 98,0 % učencev, pravilno možnost B na preizkusu je izbralo 45,89 % učencev, na popreizkusu pa 50,3 %. V reševanju naloge ni posebnih statistično pomembnih razlik na preizkusu oziroma popreizkusu niti med spoloma [ $\chi^2_R(1) = 1,061$ ,  $p = 0,303$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,259$ ,  $p = 0,611$ ] niti med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 1,332$ ,  $p = 0,126$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,283$ ,  $p = 0,955$ ]. Pogostost odgovorov učencev na nalogo je podana na **Diagramu 18**.

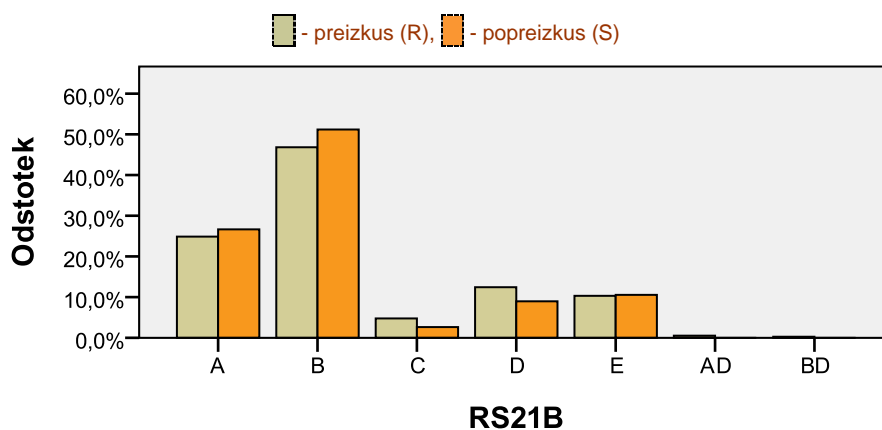


Diagram 18: Izbira odgovorov pri nalogi RS21B z enim pravnim odgovorom.

Drugo vprašanje (2.2) sta izpustila le dva učenca na preizkusu in le en na popreizkusu, sicer pa je pravilno možnost E na preizkusu izbralo 75,1 % učencev oziroma 76,4 % na popreizkusu. Pogostost izbiranja možnosti odgovorov je podana na **Diagramu 19**.

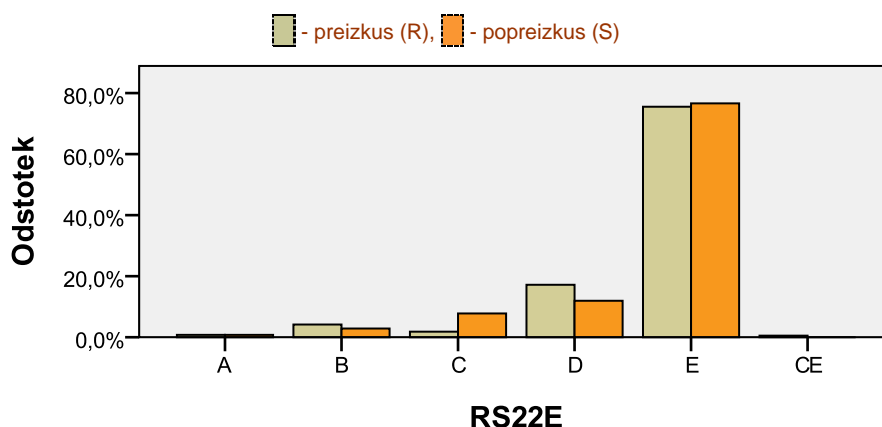


Diagram 19: Izbira odgovorov pri nalogi RS22E z enim pravnim odgovorom.

V reševanju naloge ni posebnih statistično pomembnih razlik na obeh preizkusih niti med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 1,263$ ,  $p = 0,261$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,193$ ,  $p = 0,660$ ] niti je ni med spoloma na preizkusu [ $\chi^2_R(1) = 1,263$ ,  $p = 0,261$ ], se je pa pokazala razlika med spoloma na popreizkusu [ $\chi^2_S(1) = 4,936$ ,  $p = 0,026$ ]. Dekleta so nalogo pravilno rešile v 71,6 %, boljši pa so bili fantje, ki so nalogo pravilno rešili v 81,3 %. Vprašanje je pričakovano lažje, saj učenci pravilno povezujejo bujnost rastja s hitrostjo rasti.



Vprašanje je povezano z drugo in četrto nalogo predpreizkusa. Da učenci prepoznajo rastje v tropskem gozdu, so potrdili med reševanjem četrte naloge predpreizkusa, saj so nalogo, pri kateri so morali na sliki prepoznati tropski deževni gozd, rešili pravilno v 90 % primerov. Pri drugi nalogi, ko so morali odgovoriti, kje odpadlo listje najhitreje razpade, so pravilno možnost izbrali le v slabi polovici primerov. Učenci ne povezujejo hitrosti rasti z hitrostjo razpadanja organske snovi oziroma s prisotnostjo različnih vrst organizmov.

Pri tretjem vprašanju (2.3) je pravilno možnost E na preizkusu pravilno izbralo 48,7 %, na popreizkusu pa nekoliko več učencev, in sicer 53,1 %. Učenci so ob pravilni izbiri pogosto izbirali tudi napačno možnost A v puščavi, in sicer 29,5 % učencev na preizkusu in 23,3 % na popreizkusu. Pogostost izbiranja možnosti odgovorov je podana na [Diagramu 20](#).

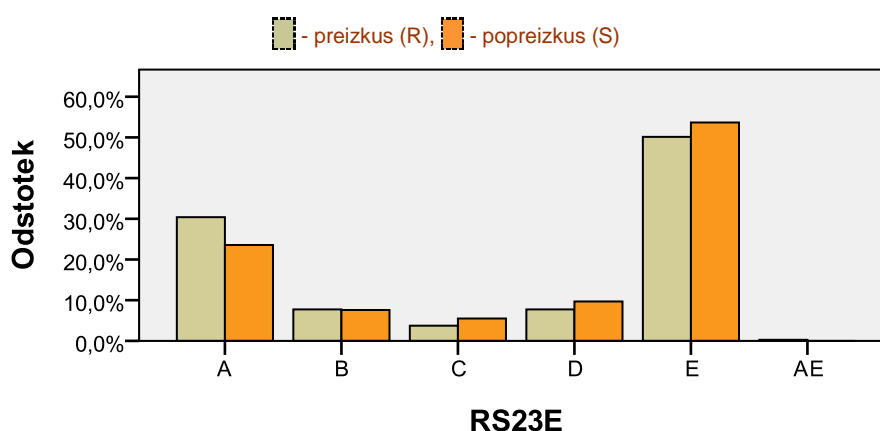


Diagram 20: Izbira odgovorov pri nalogi RS23E z enim pravilnim odgovorom.

Naloga je neposredno povezana z vsebinami modela poučevanja, saj je izbrani dejavnik eden ključnih, ki se pri modelu obravnava. Pri tem je posebej poudarjeno prav opredeljevanje dejavnikov. Pri analizi ni zaznati statistično pomembnih razlik v reševanju na obeh preizkusih niti med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 0,165$ ,  $p = 0,685$ ;  $\chi^2_S(1) = 1,107$ ,  $p = 0,293$ ] niti po spolu [ $\chi^2_R(1) = 0,039$ ,  $p = 0,843$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,512$ ,  $p = 0,474$ ]. Glede na dejavnosti modela bi te razlike pričakovali.

Četrto vprašanje (2.4) je reševalo 95,9 % vseh učencev, slaba polovica (45,3 %) je nalogo pravilno rešila (možnost C) na preizkusu in popreizkusu (42,5 %). Pogostost izbiranja možnosti odgovorov je podana na [Diagramu 21](#). Med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 2,450$ ,  $p = 0,118$ ;  $\chi^2_S(1) = 1,164$ ,  $p = 0,281$ ] ni statistično pomembnih razlik. Statistična razlika je zaznana med spoloma na preizkusu [ $\chi^2_R(1) = 5,017$ ,  $p = 0,025$ ], ne pa tudi na popreizkusu [ $\chi^2_S(1) = 0,249$ ,  $p = 0,618$ ]. Na preizkusu so učenke nalogo uspešno rešile v 25,4 %, fantje pa v 19,9 %.

Tudi ta naloga je neposredno povezana z modelom poučevanja in, zanimivo, ne kaže razlik v uspešnosti med skupinama. Učenci, ki naloge niso pravilno rešili, so druge možnosti izbirali v skoraj enakem deležu. Izstopa možnost D na popreizkusu, kjer so jo učenci izbrali v kar četrtini primerov. Dejstvo je zanimivo, saj učenci vedo, da je največji tlak na morskem dnu, vseeno pa precej pogosto izberejo ravno nasprotno možnost (v gorah).

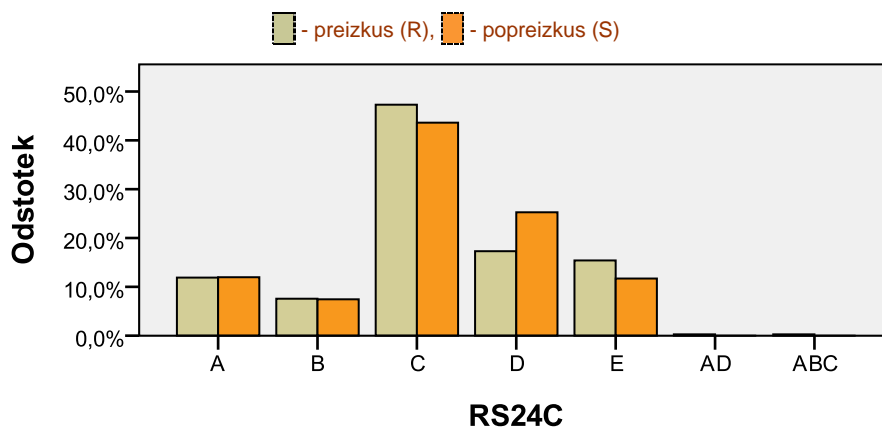


Diagram 21: Izbira odgovorov pri nalogi RS24C z enim pravilnim odgovorom.

Pri petem vprašanju (2.5) je možnost B izbralo 73,6 % učencev na preizkusu in 80,3 % na popreizkusu. Naloga se navezuje na predmet geografijo, saj pri tem predmetu obravnavajo klimograme različnih območji, prav tako pa je neposredno povezana z modelom poučevanja, saj so kot dolgotrajni poskus učenci merili količino padavin v okolici šole in meritve podali v razpredelnicah in diagramih. Pri nalogi ni mogoče zaznati statistično pomembnih razlik med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 0,648$ ,  $p = 0,421$ ;  $\chi^2_S(1) = 3,671$ ,  $p = 0,281$ ], so pa pomembne statistične razlike pri primerjavi po spolu pri reševanju preizkusa (R) [ $\chi^2_R(1) = 3,339$ ,  $p = 0,046$ ;  $\chi^2_S(1) = 1,195$ ,  $p = 0,274$ ]. Fantje so nalogo rešili pravilno v 84,4 %, dekleta pa v 76,3 %. Pogostost izbiranja možnosti odgovorov je podano na [Diagramu 22](#).

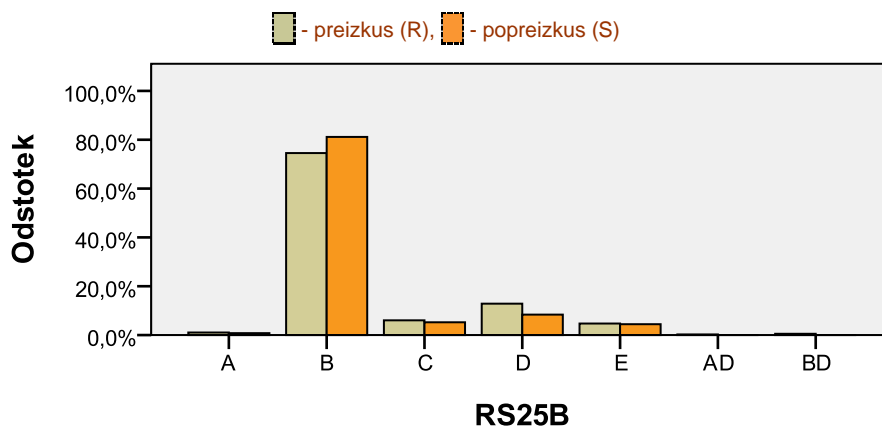


Diagram 22: Izbira odgovorov pri nalogi RS25B z enim pravilnim odgovorom.

Naloga je povezana z dvanajsto nalogo predpreizkusa, kjer so učenci odgovarjali na odprto vprašanje, kako bi merili količino padavin v okolici šole in z nalogo 2.7 na preizkusu. Pri tej nalogi, je vprašanje le obrnjeno, torej zahteva opredelitev, kje pade najmanj padavin. Pri uspešnosti reševanja dvanajste naloge predpreizkusa, so bile ugotovljene statistično pomembne razlike med skupinama [ $\chi^2(1) = 9,992$ ,  $p = 0,002$ ], saj so učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci primerjalne, nalogo reševali precej slabše (39,5 % in 55,8 %).

Šesto izbirno vprašanje (2.6) so učenci, ki so izbrali možnost E, pravilno rešili v 27,7 % na preizkusu in 28,8 % na popreizkusu (Diagram 23).

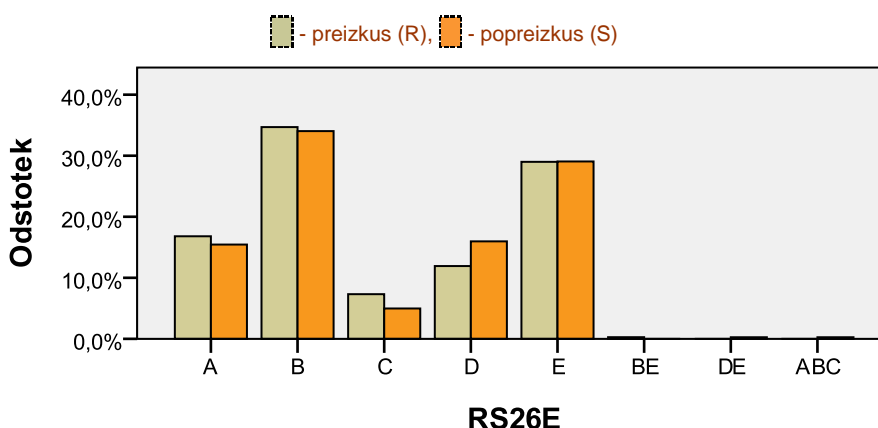


Diagram 23: izbira odgovorov pri nalogi RS26E z enim pravilnim odgovorom.

V nepričakovano visokem deležu so učenci izbirali tudi možnost B (deževnica), in sicer kar v 33,1 % na preizkusu in 33,7 % na popreizkusu. Prav deževnica ima pri poskusih dokazovanja trdote vode velik pomen in poskus učenci v šoli izvajajo večkrat v različnih razredih osnovne šole. Razlik med skupinami ni mogoče določiti [ $\chi^2_R(1) = 0,000$ ,  $p = 0,983$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,988$ ,  $p = 0,084$ ], so pa tudi pri tej nalogi statistično pomembne razlike med spoloma na preizkusu [ $\chi^2_R(1) = 4,944$ ,  $p = 0,026$ ;  $\chi^2_S(1) = 1,694$ ,  $p = 0,931$ ], saj so bili fantje z 32,8 % pravilnih odgovorov precej uspešnejši od deklet z 22,7 %.

Pri sedmem (2.7) vprašanju so učenci pravi izbor možnosti ace izbrali v 22,5 % primerih, delno pravilne možnosti (ac, ae, ce) v 30,1 %, samo možnost c pa je izbralo 23,1 % učencev. Prav izbira c je v vseh kombinacijah najpogostejša in se je zanjo odločilo 90,2 % učencev, najmanj ustrezna pa se jim je zdela možnost b, ki so jo izbrali le v 3,9 %.

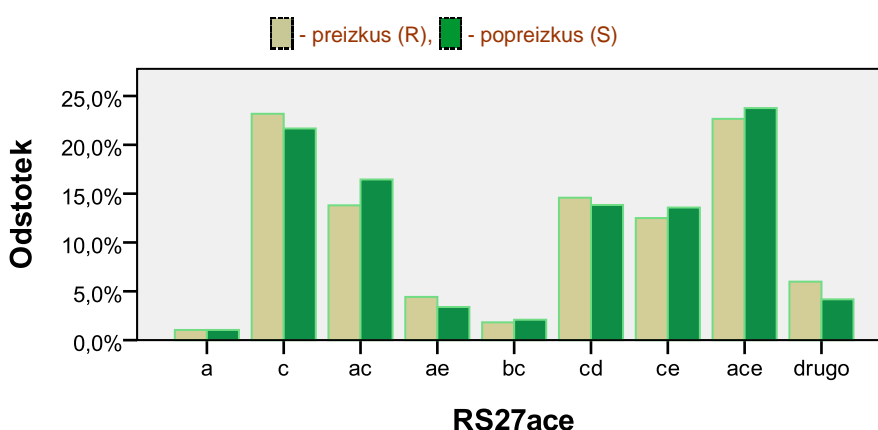


Diagram 24: Izbira odgovorov pri nalogi RS27ace z več pravilnimi odgovori.

Učenci vedo, da je v tropskem deževnem gozdu veliko padavin, saj je možnost b izbralo le 3,9 % učencev. Vedo, da je v Sahari padavin malo. Možnost c so učenci izbrali v več kot 89 %, kar je na obeh preizkusih najpogostejša izbira. Arktika in Antarktika kot skrajna primerja pa so učenci izbrali v 45,0 %

oziroma 42,0 %.

Pri nalogi statistično pomembnih razlik med skupinama [ $\chi^2_R(3) = 5,979$ ,  $p = 0,113$ ;  $\chi^2_S(3) = 2,013$ ,  $p = 0,507$ ] in med spoloma [ $\chi^2_R(3) = 3,643$ ,  $p = 0,303$ ;  $\chi^2_S(3) = 2,148$ ,  $p = 0,542$ ] ni mogoče določiti.

Osmo izbirno vprašanje z več pravnimi odgovori (2.8) je na preizkusu reševalo 96,9 % učencev, od tega pa jih je 44,1 % izbralo povsem pravilno izbiro ae, 14,8 % delno pravilno možnost a in 2,3 % delno pravilni e. Na popreizkusu je delež učencev, ki so nalogo reševali, še nekoliko višji (97,4 %), izbira možnosti ae, a in e pa je bila nekoliko nižja, vendar na primerljivi ravni (44,0 %, 13,2 % in 1,3 %). Pogostost odgovorov je podana na [Diagramu 25](#).

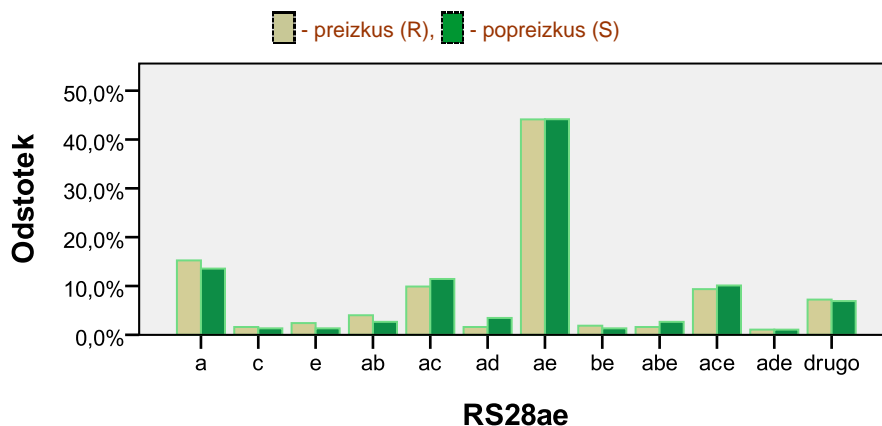


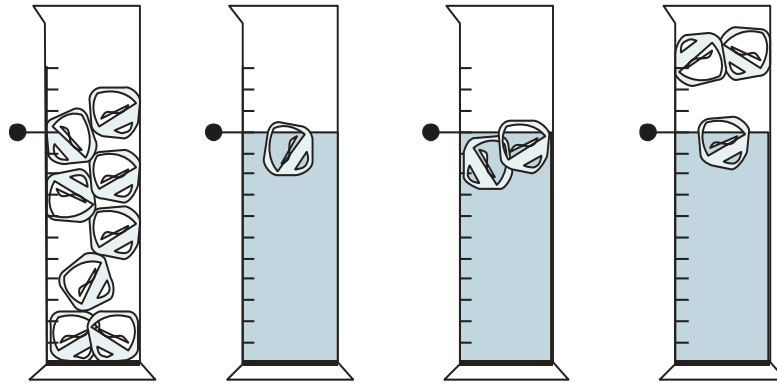
Diagram 25: Izbira odgovorov pri nalogi RS28ae z več pravnimi odgovori.

Statistične razlike niso pomembne niti med spoloma [ $\chi^2_R(2) = 2,042$ ,  $p = 0,360$ ;  $\chi^2_S(2) = 2,045$ ,  $p = 0,360$ ] niti med skupinama [ $\chi^2_R(2) = 0,998$ ,  $p = 0,610$ ;  $\chi^2_S(2) = 2,562$ ,  $p = 0,278$ ]. Navajanje in opredeljevanje sprememb v okolju je ključna točka vseh sklopov modela poučevanja, začeni s prvim sklopom, ki pojem spremembe obravnava na več načinov. Pričakovali bi, da bodo učenci eksperimentalne skupine nalogo rešili neprimerno bolje, vendar se to ni zgodilo. Naloga je neposredno povezana še z enajsto nalogo preizkusa, v kateri vprašanje od učencev zahteva, da navedejo vsaj tri dejavnike, ki se preko dneva spreminjajo, in tudi to nalogo so učenci reševali nepričakovano slabo.

### Odgovori učencev pri 3. nalogi preizkusa

V tretji nalogi je besedilo povezano s štirimi sličicami merilnih valjev ([Slika 11](#)).

V besedilu te naloge je najprej opredeljena prostornina posamezne ledene kocke, ki je narisana na sliki (10 mL). Opredeljena je velikost merila na merilnem valju. Vsaka črtica določa prostornino ene ledene kocke (10 mL). S črno piko je označena prostornina 110 mL. Navodilo naloge zahteva na črti označiti višino vode po tem, ko se bodo ledene kocke stalile v vseh štirih merilnih valjih. Dodano je vprašanje, zakaj ledene kocke plavajo na vodni gladini. Učenec nalogo pravilno reši, če na črto pod merilnim valjem (A) vpiše 80 mL, pod (B) 110 mL, pod (C) prav tako 110 mL in pod (D) 130 mL. Utemeljitev zahteva odgovor, da je gostota ledu manjša od gostote vode.



Slika 11: Slika štirih merilnih valjev pri nalogi RS3 preizkusov (A-D od leve proti desni).

Nalogo je na preizkusu reševalo 92,5 % učencev, povsem pravilno pa je nalogo rešilo le 1,2 % učencev, dva iz eksperimentalnih šol '*eivts*' in '*eamsm*' in trije iz primerjalne šole '*pamsm*'. Na popreizkusu je bil odstotek učencev, ki so nalogo reševali, 95,1 % in prav tako je le pet učencev pravilno rešilo to nalogo. Na šolah '*eivts*' in '*eamsm*' se je učencema, ki sta na preizkusu pravilno rešila nalogo, pridružil še en učenec na vsaki šoli, na šoli '*pamsm*' pa je od trojice, ki je na preizkusu pravilno rešila nalogo, na popreizkusu nalogo pravilno rešil le en učenec. Naloga je bila za učence zahtevna.

(1) Na prvi del naloge, v kateri je bilo treba utemeljiti, zakaj ledene kocke plavajo na vodni gladini, je pravilno utemeljitev podalo 58,8 % učencev (1).

100 Ledene kocke imajo manjšo gostoto od vode oziroma so redkejše.

(2) Redkeje so se pojavljali tudi odgovori, iz katerih je razvidno, da imajo učenci napačna razumevanja glede sestave in zgradbe ledenih kock. Predvsem izstopa odgovor »ker je v ledu zrak«, ki se je pojavil v 13,2 % primerov, ostali odgovori se pojavljajo redkeje.

101 Ker je v ledu zrak, je votel, v ledu je kisik.

106 Ker imajo goste vodne molekule.

205 Ker v njih ni kisika.

218 Ker vsebujejo razne druge snovi.

204 Ker so v vodi, ker so iz vode, ker so iz ledu, ker so mrzle.

209 Ker ledene kocke niso prazne.

207 Ker so iz zmrznjene vode, so ledene, led jih drži na vodi.

(3) Učenci so navajali tudi nasprotujoče si trditve.

107 Ker ima led večji volumen, prostornino.

208 Ker so gostejše od vode, ker so težje.

213 Ker zavzamejo manj prostora.

220 Ker imajo večjo površino kot voda.

222 Ker imajo manjšo površino kot voda.

Odgovarjanje na nadaljnja vprašanja, koliko vode bo v posameznem merilnem valju po tem, ko se led stali, so predstavljena v [Razpredelnici 17](#).

Glede na delež pravih odgovorov pri valju B in C lahko trdimo, da učenci v večini ne razumejo povezave med gostoto in prostornino. Učenci pravilno odgovarjajo, da je prostornina vode tudi v trdnem stanju enaka prostornini vode v tekočem stanju, vendar tega ne razumejo.

Rešitev	preizkus	valj A	delež	valj B	delež	valj C	delež	valj D	delež
pravilna rešitev	R	80 mL	61,7 %	110 mL	10,1 %	110 mL	6,5 %	130 mL	8,6 %
	S		72,8 %		10,1 %		5,6 %		7,3 %
napačne rešitve	R	130 mL	4,7 %	120 mL	66,3 %	130 mL	63,7 %	140 mL	61,4 %
	S		2,2 %		69,7 %		68,9 %		69,0 %
	R	190 mL	4,7 %	90 mL	1,0 %	120 mL	7,0 %	150 mL	3,9 %
	S		2,1 %		1,6 %		6,2 %		2,9 %
	R	110 mL	3,4 %					120 mL	3,1 %
	S		3,4 %						3,6 %
	R	drugo	18,0 %		15,4 %		15,3 %		8,0 %
	S		13,5 %		13,7 %		14,4 %		4,9 %
brez odgovora	R		7,5 %		7,2 %		7,5 %		8,0 %
	S		6,0 %		4,9 %		4,9 %		4,9 %

Razpredelnica 17: Vrednosti prostornine v merilnih valjih na preizkusu in popreizkusu.

Za merilni valj A je kar 61,7 % na preizkusu in celo 72,8 % učencev na popreizkusu pravilno ugotovilo, da je prostornina osmih ledenih kock po 10 mL enaka 80 mL tekoče vode. Tega sklepanja za naslednje merilne valje niso znali uporabiti, saj je na ta vprašanja pravilno odgovorilo 10 % in manj učencev na obeh preizkusih. Pri merilnem valju B in C je uporabljeno enako pravilo in pričakovali bi, da učenci, ki pravilno ugotovijo odgovor pri enem merilnem valju, pravilno odgovorijo tudi pri drugem. Izkaže se, da je takih učencev obeh skupin le 19 na preizkusu (4,9 %) in 23 na popreizkusu (6,0 %). Odgovore za zadnji merilni valj je s tega stališča še težje tolmačiti. Na to vprašanje je pravilno odgovorilo okoli 8 % učencev, za merilne valje B, C in D pa skupaj le 3,3 %. Čeprav učenci navajajo pravilne utemeljitve, ki temeljijo na znanju, pa tega znanja ne znajo uporabiti. Razlika med vedenjem in razumevanjem je v tem primeru očitna.

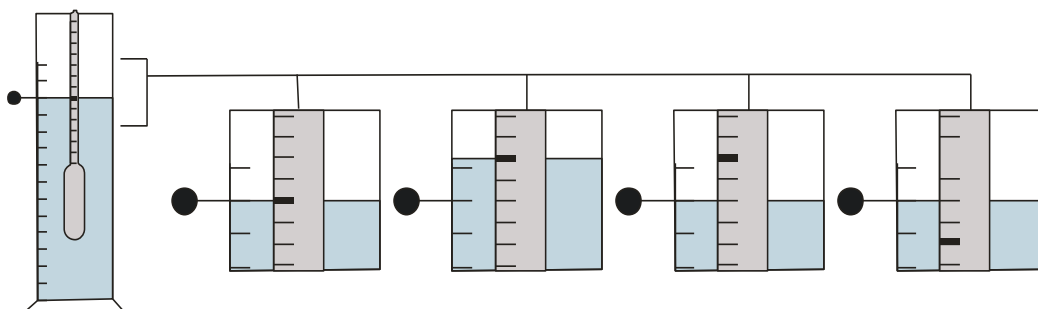
Naloga je povezana z dejavnostjo izdelovanja merilnikov, ki so jo učenci izvajali v sklopu modela poučevanja. Pričakovali bi, da bodo učenci, ki so dejavnost opravljali (ES), na to vprašanje odgovarjali v večji meri pravilno od učencev druge skupine. Statistični izračuni kažejo, da je med skupinama statistično pomembna razlika pri utemeljitvi. Učenci primerjalne skupine so pravilno odgovorili v 65,6 % (R) in 66,5 % (S), učenci eksperimentalne pa v 49,4 % (R) in 50,6 % (S). Sicer statističnih razlik med skupinama ni (RS3L [ $\chi^2_R(1) = 10,238$ ,  $p = 0,001$ ;  $\chi^2_S(1) = 9,891$ ,  $p = 0,002$ ], RS3A [ $\chi^2_R(1) = 0,035$ ,  $p = 0,851$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,045$ ,  $p = 0,362$ ], RS3B [ $\chi^2_R(1) = 0,016$ ,  $p = 0,900$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,045$ ,  $p = 0,576$ ], RS3C [ $\chi^2_R(1) = 0,045$ ,  $p = 0,831$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,045$ ,  $p = 0,058$ ], RS3D [ $\chi^2_R(1) = 0,180$ ,  $p = 0,671$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,045$ ,  $p = 0,620$ ]).

Tudi razlika med spoloma se je pokazala le v enem delu naloge. Dekleta so z 8,3 % veliko bolj odgovarjale na vprašanje za merilni valj C v primerjavi s fanti (3,6 %). Drugih statistično pomembnih

razlik ni mogoče določiti (RS3L [ $\chi^2_R(1) = 2,044$ ,  $p = 0,153$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,156$ ,  $p = 0,693$ ], RS3A [ $\chi^2_R(1) = 0,115$ ,  $p = 0,735$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,402$ ,  $p = 0,526$ ], RS3B [ $\chi^2_R(1) = 0,018$ ,  $p = 0,893$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,415$ ,  $p = 0,120$ ], RS3C [ $\chi^2_R(1) = 1,125$ ,  $p = 0,289$ ;  $\chi^2_S(1) = 3,846$ ,  $p = 0,050$ ], RS3D [ $\chi^2_R(1) = 0,333$ ,  $p = 0,564$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,572$ ,  $p = 0,449$ ].

### Odgovori učencev pri 4. nalogi preizkusa

Tudi pri četrti nalogi je besedilo vezano na sliko. Na sliki je merilni valj napolnjen s tekočino, v kateri je areometer, ki je potopljen do določene globine. Naloga pravi, da v merilni valj s tekočino (Slika 12) dodamo nekaj soli. Slike A, B C in D so povečani deli merilnega valja in dela merilnika gostote po tem, ko se je dodana sol raztopila. Obkrožiti je treba črko pod sliko, ki najbolj ponazarja položaj merilnika po dodatku soli. Vsak odgovor zahteva tudi utemeljitev.



Slika 12: Slika merilnega valja s povečavami pri nalogi RS4 preizkusov (A-D od leve proti desni).

Na merilnem valju je označena prostornina tekočine v valju (120 mL), na areometru pa je označena globina, do katere se je merilnik potopil v tekočino. Z merilnim valjem so povezane štiri sličice, ki predstavljajo približan del merilnega valja in areometra. Na prvi sličici (A) je gladina tekočine poravnana z oznako merilnega valja (črno piko) in z oznako na areometru. Na sličici (B) je oznaka areometra v višini gladine, vendar pa je gladina več kot 10 mL nad oznako merilnega valja. V tretjem primeru (C) je vodna gladina poravnana z oznako na merilnem valju, je pa oznaka areometra dve enoti nad gladino. V zadnjem primeru (D) je ravno obratno, saj je oznaka areometra dve enoti pod gladino, gladina pa je sicer poravnana z oznako na merilnem valju.

Učenec nalogo pravilno reši, če izbere možnost (C), ker je slana voda gostejša od vode in se zato areometer dvigne. Odgovor (A) je napačen, ker po dodatku soli ni spremembe, odgovor (B), ker se je povečala prostornina vode, ne pa njena gostota in (D), ker se je gostota vode po dodatku soli zmanjšala, kar ni res.

Nalogo je reševalo 77,2 % učencev na preizkusu in 73,3 % na popreizkusu, pravilno pa jih je odgovorilo 26,2 % na preizkusu in 23,3 % na popreizkusu.

Učenci so nepričakovano najpogosteje izbrali možnost A, kjer ni spremembe ne v prostornini ne v gostoti [R 23,3 %; S 24,4 %], pogosto pa so izbrali tudi možnost B, kjer se ob dodatku soli poveča prostornina raztopine, in sicer v kar 17,9 % učencev na preizkusu in 18,9 % učencev na popreizkusu. Izbor možnosti je podan v razvrstilnem stolpcnem Diagramu 26.

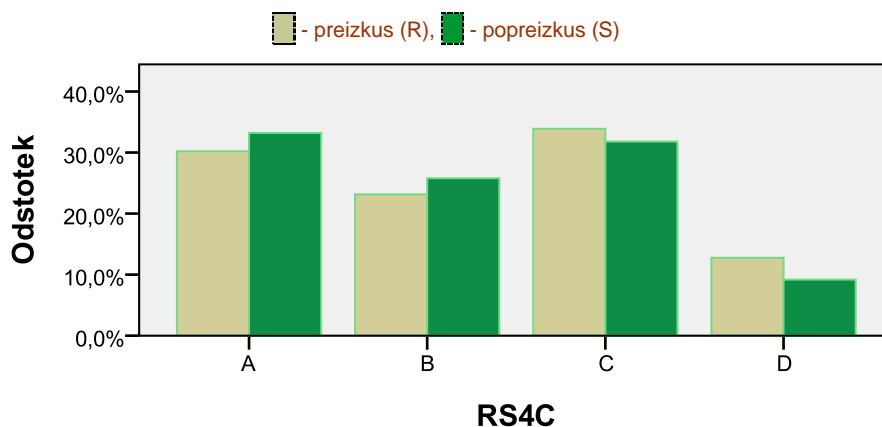


Diagram 26: Izbira odgovorov pri nalogi RS4C z enim pravilnim odgovorom.

(1) Utemeljitev, ki so bile obravnavane kot pravilne, so vključevale odgovore za vsako sliko posebej, teh pa je bilo 16,6 %.

- merilni valj 1 A1 Ni vidnih sprememb.
- merilni valj 2 B2 Dodali smo topno snov, zaradi soli se vodna gladina ne dvigne.
- merilni valj 3 C3 Sol se (raz)stopi in gostota se poveča, slana voda je težja, slana voda gostejša.
- merilni valj 4 D4 Gostota se ne more zmanjšati.

(2) Med preostalimi odgovori je več takih, ki kažejo na nerazumevanje pojma gostote. Nekateri učenci so poskušali prešteti črtice na areometru in podati številčen odgovor, čeprav na merilnem valju enote niso označene, spet drugi pa so pravilno sklepali, vendar izbrali napačno možnost ali pa obratno, napačno sklepali in izbrali pravilno možnost.

- 306 Ker se sol (raz)stopi ne dvigne in ne zniža gladine.
- 311 Sol vodo vsesa vase in se gladina zniža.
- 309 Sol se raztopi v vodi.
- 308 Je taka oz. ni taka kot na levi sliki.
- 310 Zaradi teže soli se voda dvigne, ne ostane ista in ne more upasti, sol izpodrine vodo.
- 312 Merilec bo gostejši, voda se bo razredčila, bo razredčila sol.
- 344 Večja gostota, merilec gre nižje.

Nekateri odgovori vsebinsko niso povezani z vprašanjem.

- 307 Sol ne vsebuje vode.
- 339 Slana voda hitreje izhlapeva.
- 330 Meri tlak.
- 331 Ima največ vode.

Naloga je povezana z modelom poučevanja, saj so učenci v drugem sklopu izdelovali tudi areometer. Učenci eksperimentalne skupine so s 31,5 % pravih odgovorov dosegli boljši rezultat kot učenci primerjalne skupine z 22,3 % na preizkusu in 34,6 % eksperimentalne skupine proti 15,2 % učencem primerjalne skupine na popreizkusu [ $\chi^2_R(1) = 4,083$ ,  $p = 0,043$ ;  $\chi^2_S(1) = 19,767$ ,  $p = 0,000$ ]. Pomembna razlika se pokaže pri izbiri odgovorov učencev primerjalne skupine. Če so odgovore B in D učenci obeh skupin izbirali primerljivo pogosto, pa so učenci primerjalne skupine pogosteje izbirali možnost A [ES 17,3 %; PS 27,7 %] na račun pravilne izbire C.



A izbira sama ne potrjuje večjega razumevanja učencev eksperimentalne skupine. Z analizo utemeljitev se pokaže, da so učenci eksperimentalne skupine ustrezno utemeljili vse štiri možnosti predstavljenih s slikami v 21,6 %, učenci primerjalne skupine pa le v 13,0 %. Med spoloma na preizkusu in popreizkusu ni statističnih razlik [ $\chi^2_R(1) = 0,964$ ,  $p = 0,326$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,034$ ,  $p = 0,854$ ].

## Odgovori učencev pri 5. nalogi preizkusa

Peta naloga je vezana na razumevanje nepristranskosti izvajanja poskusa. Pri nalogi je treba odgovoriti na štiri vprašanja povezana s poskusom z javanskim mahom oziroma algami in tremi posodami, ki so ga učenci eksperimentalne skupine izvajali v okviru modela. Nalogo lahko pravilno rešimo, četudi poskusa ne naredimo. Besedilo naloge pravi, da tri zaprte steklene posode z algami postavimo na okensko polico. Prvo posodo pustimo takšno, kot je, drugo zavijemo v prosojen bel papir, tretjo pa v debel, neprosojen črn papir. Odgovoriti je treba na tri vprašanja z enim možnim odgovorom in na eno vprašanje z več možnimi odgovori. Vprašanja 5.1 in 5.2 zahtevata tudi utemeljitev.

<p><b>5.1 Kaj skušamo pri tem poskusu ugotoviti?</b></p> <p>A Kako temperatura vpliva na rast?            B Kako se rast s tlakom spreminja?            C Koliko vlage je v posodah?            D Kako svetloba vpliva na rast?            E Kako se spreminja gostota v posodi?</p>	<p><b>5.2 Kako dolgo lahko vsakič pustimo črno posodo odvito, ko pregledujemo, kaj se spreminja?</b></p> <p>A Nekaj sekund v poltemi.            B Svetloba na spremembo ne vpliva takoj.            C Nekaj ur nima velikega vpliva.            D Paziti moramo samo, da ni preveč toplo.            E Posodo lahko odpremo zgodaj zjutraj.</p>	<p><b>5.3 Kateri dejavnik skušamo pri tem poskusu omejiti?</b></p> <p>A Svetlobo.            B Toploto.            C Tlak.            D Vlago.            E Gostoto.</p>
<p><b>Kakšne spremembe bi opazili v zakritem (črnem) kozarcu po šestih mesecih?</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><b>Razloži, zakaj!</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><b>5.4 Kako se dolžina noči spreminja?</b></p> <p>a Ob ekvatorju se preko leta močno spreminja.            b Na severnem polu je preko leta približno enaka.            c Ob ekvatorju je vedno približno dvanajst ur.            d Na severnem tečaju traja tudi do pol leta.            e Ob ekvatorju in na polih je približno enaka.</p>

Učenec prvi del naloge reši pravilno, če na vprašanje (5.1), kako svetloba vpliva na rast, izbere možnost D in pripiše utemeljitev, da bi po šestih mesecih opazili propadanje alg v povsem zaviti posodi in rast (ali vidno nobene spremembe) v odviti.

Nalogo je reševalo 95,1 % učencev, od tega pa jih je na preizkusu 66,8 % izbralo pravilno možnost D, na popreizkusu pa 62,2 %. Učenci so v precej visokem odstotku izbirali tudi možnost A, in sicer v 17,4 % in 17,9 % na preizkusu in popreizkusu. Izbira možnosti je predstavljena na [Diagramu 27](#).

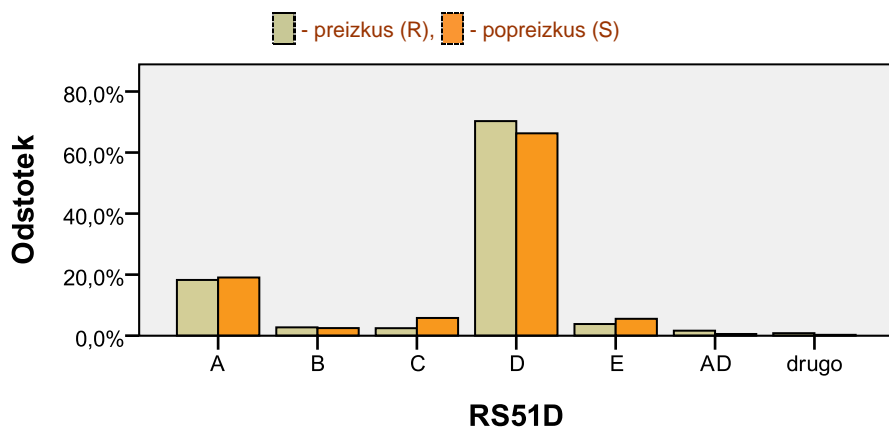


Diagram 27: Izbira odgovorov pri nalogi RS51D z enim pravilnim odgovorom.

Analiza je pokazala pomembne statistične razlike v reševanju med spoloma [ $\chi^2_R(1) = 78,310$ ,  $p = 0,004$ ;  $\chi^2_S(1) = 6,752$ ,  $p = 0,009$ ] in med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 24,774$ ,  $p = 0,000$ ;  $\chi^2_S(1) = 24,502$ ,  $p = 0,000$ ]. Nalogo so s 73,7 % (68,6 % na popreizkusu) proti 59,9 % (55,7 % na popreizkusu) bolje reševala dekleta, prav tako pa so bili z 80,9 % (76,5 % na popreizkusu) proti 56,7 % (51,8 % na popreizkusu) boljši učenci eksperimentalne skupine. Razlika v rezultatu med skupinama je pričakovana, saj je bila dejavnost neposredno povezana z modelom poučevanja, pa tudi sam poskus z algami je bil zasnovan kot dolgotrajni poskus in so zato učenci, ki so poskus izvajali, pogosto razmišljali o poskusu. Tudi utemeljitve so pokazale pomembno razliko med skupinama. Učenci eksperimentalne skupine so večkrat pravilno odgovorili [ES 55,6 %; PS 39,9 %] in redkeje utemeljitve niso navedli [ES 19,1 %; PS 34,4 %], učenci primerjalne skupine pa so navedli tudi več različnih utemeljitev. Slednje se kaže predvsem v tem, da so učenci ugibali utemeljitev ali pa navajali nesmisle.

Drugo vprašanje (5.2) kako dolgo lahko pustimo posodo odkrito, vključuje pet izbirnih možnosti. Učenec odgovori pravilno, če izbere možnost A, saj pri poskusu ugotavljamo, kako svetloba vpliva na rast, in zato je treba to neodvisno spremenljivko ohraniti konstantno. Pogostost izbire možnosti je podana v diagramu (Diagram 28).

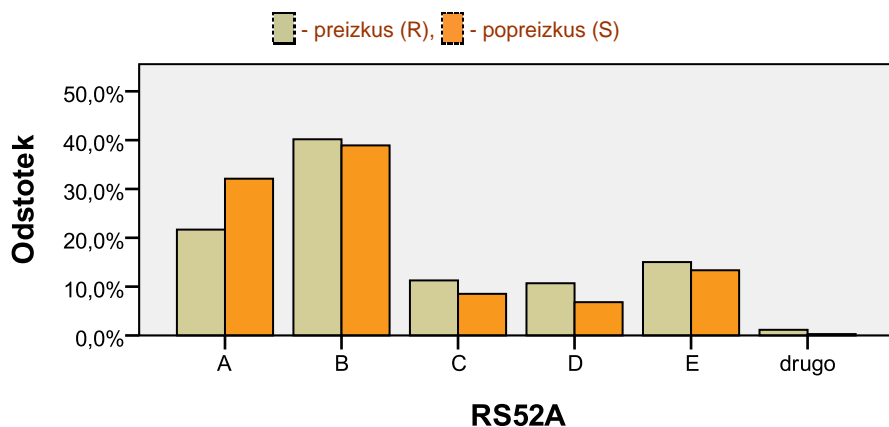


Diagram 28: Izbira odgovorov pri nalogi RS52A z enim pravilnim odgovorom.

Pri drugem vprašanju je presenetljiva pogostost izbire napačne možnosti B. Predvideti je mogoče, da učenci svetlobi pri poskusu ne pripisujejo najpomembnejše vloge oziroma pripisujejo odsotnosti svetlobe preveliko vlogo. Če je s stališča poskusa ključno, da postavk, ki jih merimo, ne spreminjamo pa se iz utemeljitev odgovorov zdi, da učenci verjamejo, da je že nekaj dni brez svetlobe za rastlino lahko pogubno. Podobne ugotovitve, kot so jih učenci navajali na preizkusih, je bilo mogoče slišati od učencev eksperimentalne skupine med izvajanjem modela. Učenci so večje spremembe pričakovali že po tednu dni. To je razumljivo, saj z rastlinami v temi običajno nimamo izkušenj.

Nalogo je reševalo 89,6 % učencev, pravilno pa je na vprašanje odgovorilo 19,4 % učencev na preizkusu in 29,3 % na popreizkusu. Med fanti in dekleti pri reševanju ni statistično pomembnih razlik [ $\chi^2_R(1) = 0,113$ ,  $p = 0,737$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,031$ ,  $p = 0,859$ ], ni pa razlik niti med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 0,417$ ,  $p = 0,519$ ;  $\chi^2_S(1) = 1,512$ ,  $p = 0,219$ ], čeprav bi glede na dejavnosti v okviru modela to lahko pričakovali.

Drugo vprašanje je neposredno povezano s tretjim vprašanjem (5.3), kateri dejavnik poskušamo pri tem poskusu omejiti. Izbire učencev so podane v Diagramu 29.

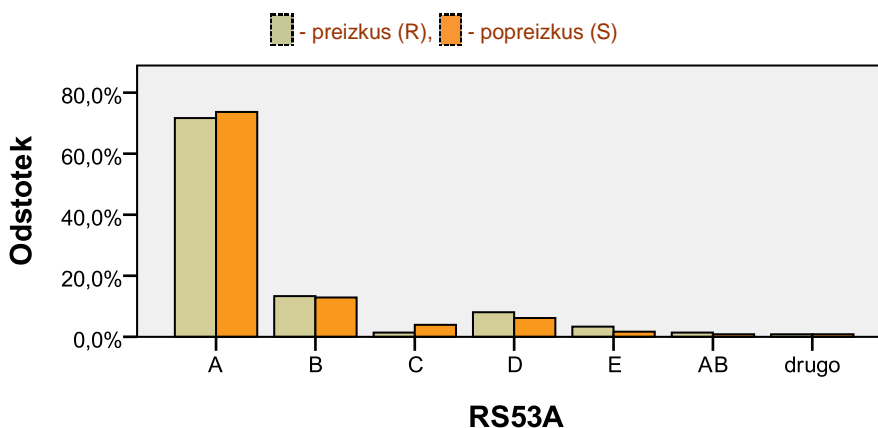


Diagram 29: Izbira odgovorov pri nalogi RS53A z enim pravilnim odgovorom.

Učenci so v 66,8 % in 68,3 % (R, S) izbrali pravilno možnost in potrdili, da je dejavnik, ki ga poskušamo omejiti pri poskusu svetloba. Naloga kaže statistično pomembne razlike pri reševanju med spoloma [ $\chi^2_R(1) = 4,071$ ,  $p = 0,044$ ;  $\chi^2_S(1) = 7,843$ ,  $p = 0,005$ ] in med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 22,641$ ,  $p = 0,000$ ;  $\chi^2_S(1) = 16,989$ ,  $p = 0,000$ ] na preizkusu in popreizkusu. Dekleta so v obeh primerih nalogo reševala veliko bolje od fantov [ $F_R$  62,0 %;  $D_R$  71,6 %;  $F_S$  61,5 %;  $D_S$  74,7 %], prav tako pa so nalogo veliko bolje rešili učenci eksperimentalne skupine [ $ES_R$  80,2 %;  $PS_R$  57,1 %;  $ES_S$  79,6 %;  $PS_S$  59,8 %].

Zadnje vprašanje (5.4), kako se dolžina noči spreminja, je vprašanje z več pravilnimi trditvami, učenec pa nalogo reši pravilno, če izbere možnosti c (ob ekvatorju je vedno približno dvanajst ur) in d (na severnem tečaju traja tudi do pol leta). Pogostost izbire možnosti je podana v diagramu (Diagram 30).

Nalogo je reševalo 83,2 % učencev od teh pa jih je na preizkusu 16,6 % nalogo rešilo povsem pravilno. Pravilna je kombinacija možnosti c in d. Le možnost c je zbralo 7,51 % učencev, le možnost d pa 7,25 % učencev.

V nepravilnih kombinacijah se v 50,8 % pojavlja možnost d, možnost c pa v 27,2 %. Presenetljiv je izbor para ad, ki je precej pogost (10,9 %), saj sta si izbrani možnosti nasprotujoči. Sicer so učenci izbrali 29 (25 na popreizkusu) različnih kombinacij med možnostmi.

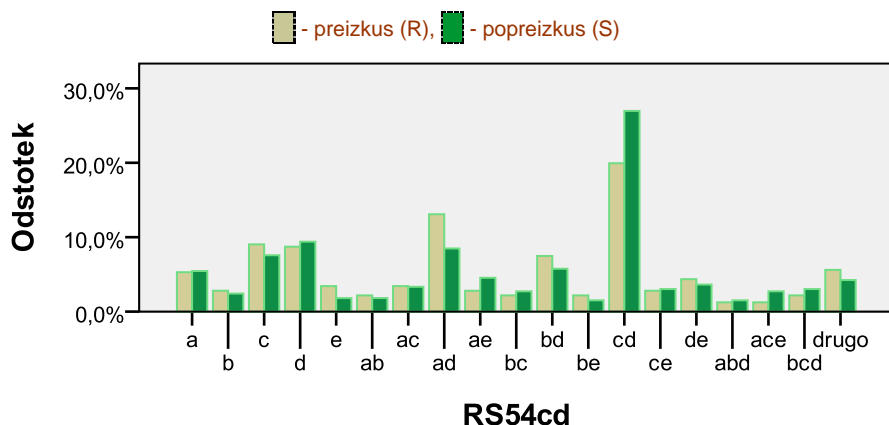


Diagram 30: Izbira odgovorov pri nalogi RS54cd z več pravilnimi odgovori.

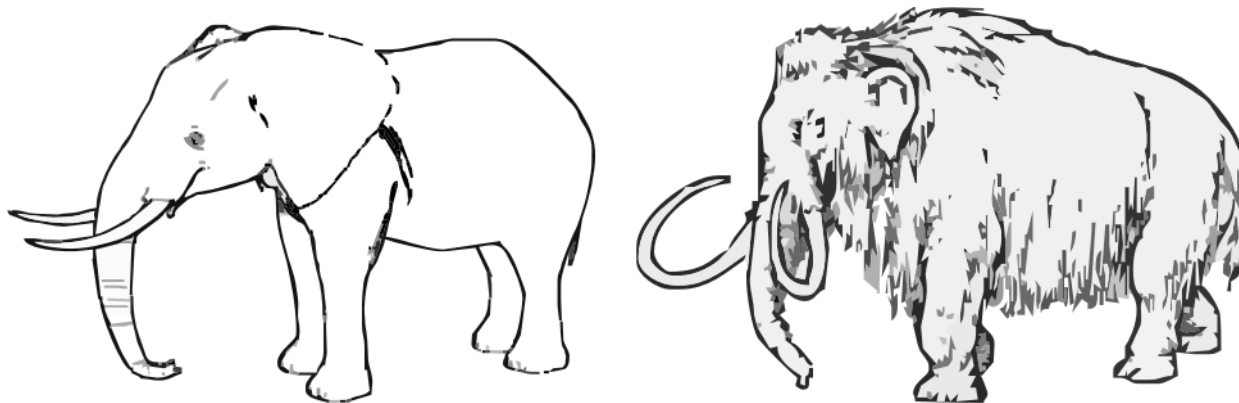
Na popreizkusu je delež učencev, ki so reševali nalogo, nekoliko višji (85,5 %), višji pa je delež tistih, ki so izbrali ustrezen par (23,6 %), oziroma je nižji v deležu neustrezen par ad 7,2 %. Naloga je vsebinsko vezana na predmet geografije.

Pri nalogi ni statistično pomembnih razlik med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 2,159, p = 0,340$ ;  $\chi^2_S(1) = 2,673, p = 0,263$ ] in po spolu [ $\chi^2_R(1) = 2,111, p = 0,348$ ;  $\chi^2_S(1) = 3,506, p = 0,173$ ].

### Odgovori učencev pri 6. nalogi preizkusa

Šesta naloga je povezana z dvema slikama različnih živali. Besedilo naloge pravi, da zgradba telesa omogoča življenje v določenem okolju. Narisani sta dve živali, ki živita v različnem okolju, vendar sta njuni zgradbi teles dokaj podobni. Obe živali je treba poimenovati in odgovoriti na šest vprašanj. Na sliki (Slika 13) sta narisana afriški slon (levo) (*Loxodonta africana* / *Elephantidae*) in pa dlakavi mamut (desno) (*Mammuthus primigenius* / *Elephantidae*).

Zgradba telesa živali ima običajno lastnosti, ki jim omogoča življenje v določenem okolju. Na sliki sta dve živali iz različnih okolij, vendar sta si po obliki precej podobni. Odgovorite na vprašanja za vsako žival posebej.



Slika 13: Slika slona (levo) in mamuta (desno) pri RS6 nalogi preizkusa.

Učenci so slona pravilno poimenovali v več kot 98 %, 1 % učencev imena ni navedel, v enem primeru pa je učenec zamenjal imeni. Mamuta je s slike prepoznalo več kot 92 % na preizkusu in 96 % na popreizkusu, sicer pa so mamuta učenci poimenovali še: slon, muflon, bivol, krava, bizon, nosorog in magmun. Slon in mamut sta izbrana zaradi izrazitih telesnih značilnosti pa tudi, ker je mamut učencem blizu tudi zaradi animiranih filmov. Učenci vedo, da je mamut živel na območjih z nizkimi temperaturami.

Pri obeh živalih je na sliki poudarjena oblika telesa značilna za družino slonov (*Elephantidae*). Pri mamutu so poudarjeni dolgi ukrivljeni okli in pa z dlako gosto poraščeno telo. Telo mamuta je narisano tudi bolj čokato. Slon ima narisana opazno večja ušesa.

V nalogi je šest vprašanj, ki se navezujejo na omenjeni živali. Naloga je sestavljena tako, da se ključni pojmi v vprašanjih ponavljajo. Prvo vprašanje se navezuje na žival, ki živi v hladnem podnebju, drugo vprašanje pa na žival, ki živi v vročih predelih. Tretje vprašanje zahteva opis živali, ki živi v vročih predelih in ga je mogoče razbrati iz slike. Vprašanje 6.5 išče odgovor na vprašanje, kje bi lahko živel mamut in za zbranega reševalca že izključuje prvi dve možnosti. Vprašanja štiri in šest zahtevata še razmišljanje o značilnosti obeh živali, zgradbi telesa obeh živali in o njunem življenjskem prostoru.

<p><b>6.1 Katera žival ima pod kožo več maščobnega tkiva?</b></p> <p>obkroži: A ali B</p>	<p><b>6.2 Katera žival živi v vročih predelih?</b></p> <p>obkroži: A ali B</p>	<p><b>6.3 Katere lastnosti živali, ki živi v vročih predelih kažejo na to kje živi?</b></p> <p>a Koža brez kožuha. b Košat rep. c Majhne oči. d Velika ušesa. e Trobec.</p>
<p><b>6.4 Kaj bi lahko trdili za obe živali?</b></p> <p>a Obe živali sta rastlinojedi. b Najbolj so ogroženi mladiči teh živali. c Rep uporabljata za vzdrževanje ravnotežja. d Gosta dlaka ju ščiti pred vodo. e Obe živali sta samotarski.</p>	<p><b>6.5 Kakšen bi bil življenjski prostor živali B?</b></p> <p>a Vroče in suho območje. b Vlažno in vroče območje. c Stalno ledeno območje. d Vlažno in hladno območje. e Ledeno in suho območje.</p>	<p><b>6.6 Kakšna je vloga velikih oklov?</b></p> <p>a Imajo vlogo pri parjenju. b Uporablja jih za kopanje jam. c Z njimi drobi hrano. d Z njimi se praska po hrbtu. e Namenjeni so obrambi.</p>

Prvo (6.1) vprašanje naloge zahteva le navedbo tiste živali, ki ima med njima več maščobnega tkiva. Učenci so na preizkusu v 75,1 % odgovorili pravilno, 12,7 % učencev pa na vprašanje ni odgovorilo. Na popreizkusu je delež pravilnih odgovorov še nekoliko višji (78,0 %) na račun izpuščanja odgovora. Da je slon žival z več maščobnega tkiva, se je na obeh preizkusih odločilo približno enako število učencev.

Drugo vprašanje (6.2), katera žival živi v vročih predelih, je neposredno povezano s predhodnim. Učenci vedo, da imajo sesalci, ki živijo v območjih z nizkimi temperaturami, običajno telo pokrito z gosto dlako, njihovo telo pa vsebuje tudi visok delež maščobnega tkiva, da preživijo pomanjkanje hrane in neugodne zimske razmere. Pričakovano je bilo, da bodo učenci zaradi obeh telesnih značilnosti izključili mamuta, kar je analiza potrdila. Na preizkusu je mamuta kot žival, ki živi v vročem podnebju, izbralo le 13 učencev (3,4 %), na popreizkusu pa 16 (4,2 %). Presenetljivo veliko učencev pa na vprašanje ni odgovorilo [R 10,7 %, S 17,1 %].

Izračun pokaže statistično razliko po spolu na preizkusu [ $\chi^2_{R}(1) = 8,290$ ,  $p = 0,004$ ;  $\chi^2_{S}(1) = 2,166$ ,  $p = 0,141$ ]. Fantje dosežejo [ $F_R$  71,9 %;  $D_R$  84,0 %] precej slabši rezultat od deklet. Enako velja za drugo vprašanje naloge na preizkusu [ $F_R$  80,7 %;  $D_R$  91,2 %] [ $\chi^2_{R}(1) = 8,855$ ,  $p = 0,003$ ;  $\chi^2_{S}(1) = 1,683$ ,  $p = 0,195$ ]. Med skupinama ni statistično pomembnih razlik ne pri prvem [ $\chi^2_{R}(1) = 0,109$ ,  $p = 0,741$ ;  $\chi^2_{S}(1) = 0,784$ ,  $p = 0,376$ ] ne pri drugem vprašanju [ $\chi^2_{R}(1) = 0,245$ ,  $p = 0,621$ ;  $\chi^2_{S}(1) = 0,022$ ,  $p = 0,883$ ].

Pri vprašanju (6.3) o značilnih lastnostih živali, ki živi v vročih predelih, je bila možnost a, tj. koža brez kožuha najustrežnejša. Izbrali so jo v 90,4 % (R) oziroma 91,2 % (S). Drugo pravilno možnost d, tj. velika ušesa so izbrali v 62,4 % in 61,1 % (S). Povsem pravilno je na vprašanje naloge odgovorilo 35,7 % (R) in 34,2 % (S) učencev.

Učenci so izbrali sicer 28 različnih kombinacij odgovorov. Izbire, ki so presegle 1 % pogostosti pojavljanja, so predstavljene v **Diagramu 31** za oba preizkusa. Naloge ni reševalo le 5 učencev na preizkusu in 1 na popreizkusu.

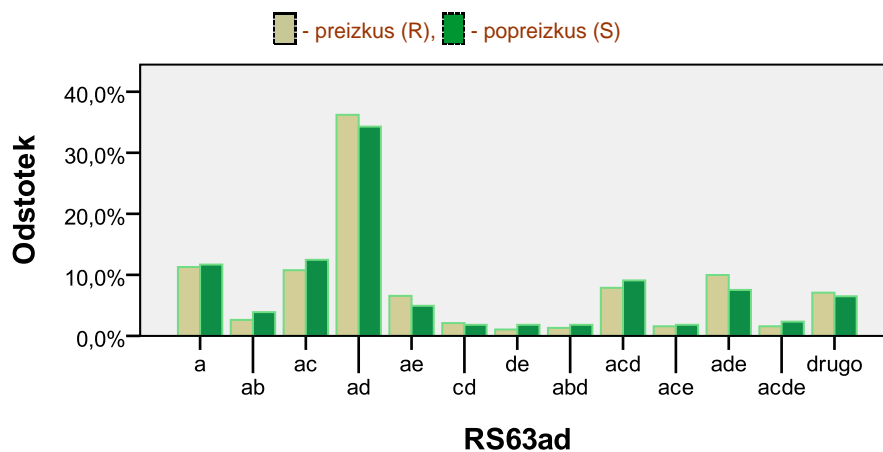


Diagram 31: Izbira odgovorov pri nalogi RS63ad z več pravilnimi odgovori.

Učenci so nepričakovano pogosto izbrali tudi možnost e (trobec), čeprav je na sliki ta narisan pri obeh živalih približno enako. Možnost je izbralo okoli 25 % učencev na obeh preizkusih. Primerjava med skupinama [ $\chi^2_{R}(1) = 8,415$ ,  $p = 0,005$ ;  $\chi^2_{S}(1) = 0,126$ ,  $p = 0,723$ ] in po spolu [ $\chi^2_{R}(1) = 1,741$ ,  $p = 0,155$ ;  $\chi^2_{S}(1) = 1,061$ ,  $p = 0,303$ ] je pokazala, da je statistično pomembna razlika med eksperimentalno in primerjalno skupino. Učenci eksperimentalne skupine so s 55,6 % pravih odgovorov bolje odgovarjali na vprašanje kot učenci primerjalne skupine s 40,6 % pravih odgovorov.

Vprašanje (6.4) zahteva izbor trditev, ki veljajo za obe živali. Med 25 izbranimi kombinacijami (**Diagram 32**) je 25,1 % (R) in 28,5 % (S) učencev pravilno izbralo par ab. Sicer se je učencem najustrežnejša zdela možnost a, ki so jo izbrali v okoli 80 % na obeh preizkusih [ $R$  78,8 %,  $S$  80,1 %], precej redkeje pa so izbirali možnost b, in sicer (R) 42,8 % in (S) 41,7 %. Med preostalimi možnostmi izstopa možnost e, tj. obe živali sta samotarski, ki so jo učenci izbrali v 38,6 % in 35,2 %. Trop slonov je ob velikih mačkah verjetno največkrat dokumentirana afriška značilnost, ki jo učenci nedvomno poznajo, zato je pogostost tega odgovora presenetljiva. Sloni živijo v tropu, v katerem je več starejših samic in en samec. Stare samice vodijo trop mladih samic in mladičev, ki so nebogljeni.

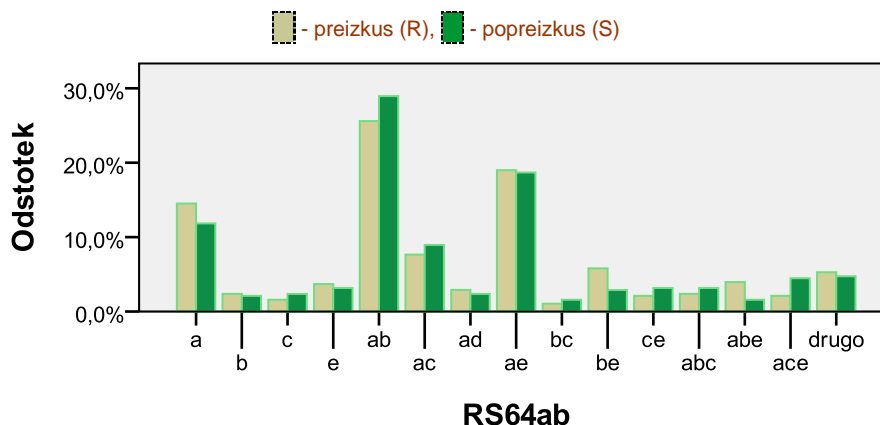


Diagram 32: Izbira odgovorov pri nalogi RS643ab z več pravilnimi odgovori.

Pri nalogi le šest oziroma sedem učencev na vprašanje ni odgovorilo, sicer pa po spolu [ $\chi^2_R(2) = 2,100$ ,  $p = 0,350$ ;  $\chi^2_S(1) = 0,236$ ,  $p = 0,889$ ] in med skupinama [ $\chi^2_R(2) = 0,794$ ,  $p = 0,672$ ;  $\chi^2_S(1) = 1,273$ ,  $p = 0,529$ ] ni statistično pomembnih razlik.

Pri predzadnjem vprašanju (6.5), kakšen bi bil življenjski prostor živali na Sliki B, je bilo mogoče izbrati več pravih možnosti (Diagram 33). Zaradi kože, pokritega z dolgo gosto dlako, je bilo pričakovano, da učenci prvih dveh možnosti, ki sta okolje opisovali kot vroče, ne bodo izbirali. Izkazalo se je, da so možnosti a in b učenci izbrali skupaj v različnih kombinacijah v petini primerov [R 10,1 % in 11,1 %; S 9,8 % in 7,5 %].

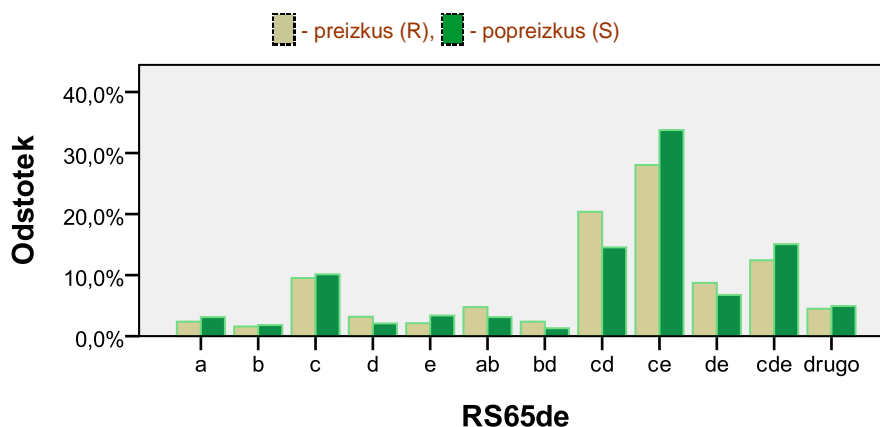


Diagram 33: Izbira odgovorov pri nalogi RS65de z več pravilnimi odgovori.

Možnost c stalno ledeno območje, ki je bila prav tako nepravilna izbira, so učenci izbrali v 9,3 % (R) in 10,1 % (S), v kombinaciji z drugimi možnostmi pa kar v 71,2 % oziroma 75,1 %. Stalno ledeno območje je neporaščeno in tam za rastlinojede živali ni hrane. Učenci so se osredotočili le na en dejavnik, tj. temperaturo, in zato pogosto izbirali napačno.

Posamezni pravilni možnosti d in e so v različnih kombinacijah učenci izbrali v 49,9 % in 42,2 % (d?) in 52,6 % oziroma 61,4 % (e?). Popolnoma pravilno možnost de je izbralo le 8,5 % na preizkusu in 6,7 % na popreizkusu, delno pravilni d in e pa v 3,1 % (2,0 %) in 2,0 % (3,3 %). Večina pravilne izbire teh dveh možnosti je ostala v nepravilni kombinaciji cde, ki so jo učenci izbrali v 12,2 % oziroma 15,0 %.

Nalogo je reševalo na obeh preizkusih več kot 98 % učencev, izbrali pa so 22 različnih kombinacij

odgovorov. Med učenci dveh skupin [ $\chi^2_{R(2)} = 1,631$   $p = 0,442$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 0,836$ ,  $p = 0,658$ ] in po spolu [ $\chi^2_{R(2)} = 5,474$   $p = 0,065$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 0,194$ ,  $p = 0,908$ ] ni statistično pomembnih razlik.

Zadnje vprašanje zahteva odgovor na vprašanje (6.6), kakšna je vloga velikih oklov, ki jih imata obe živali. Pogostost navajanja različnih kombinacij odgovorov je podana na **Diagramu 34**. Učenci so skupaj izbrali 20 različnih kombinacij odgovorov.

Nalogo je reševalo 96,6 % učencev na preizkusu in 99,7 % na popreizkusu, povsem pravilno (ace) pa je nalogo rešilo le osem (2,0 %) in 13 (3,4 %) učencev, delno pravilno z izbiro dveh možnosti (ae, ae, ce) 41,0 % in 43,7 % ter delno pravilno z izbiro ene možnosti (a, c ali e) 27,2 % in 21,0 % od vseh učencev.

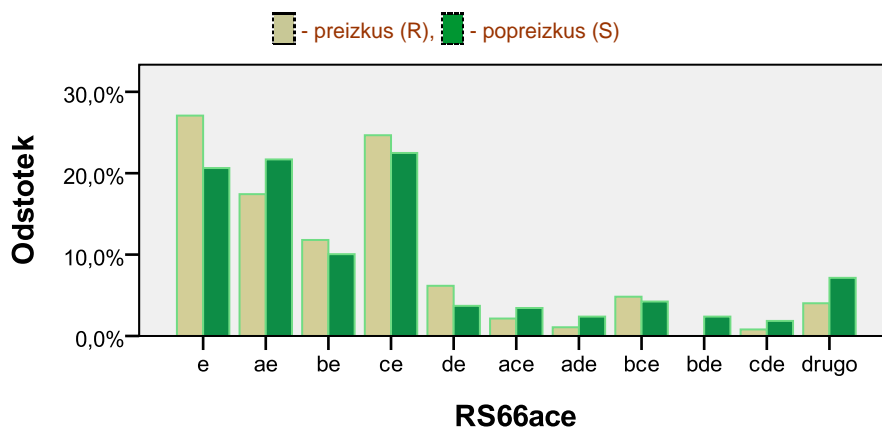


Diagram 34: Izbira odgovorov pri nalogi RS66ace z več pravilnimi odgovori.

Pričakovano je naloga zahtevnejša, saj nekaterih trditev učenci ne poznajo. Nepravilni trditvi sta napisani tako, da ju je mogoče izključiti že z enostavnim sklepanjem. Za praskanje po hrbtu so okli obrnjeni v napačno smer, si pa slon pri tem lahko pomaga z orodjem (palico). Oklov prav tako ne uporablja za kopanje v prst, čeprav s trobcem pogosto pogloblja jame rečnih kanalov v iskanju vode.

Med spoloma [ $\chi^2_{R(2)} = 5,981$   $p = 0,113$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 0,194$ ,  $p = 0,908$ ] ni statistično pomembnih razlik, prav tako pa jih ni med skupinama [ $\chi^2_{R(2)} = 4,688$   $p = 0,093$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 3,598$   $p = 0,106$ ] (vrednost  $\chi^2$ -testa je v tem primeru izračunana na združenih postavkah). Naloga je vsebinsko povezana s 6. nalogo predpreizkusa. Utemeljitev k nalogi so bolje napisali učenci primerjalne skupine.

### Odgovori učencev pri 7. in 8. nalogi preizkusa

Sedma in osma naloga sta vsebinsko podobni. Sedma zahteva pisno utemeljitev, kako ugotoviti raznolikost vrst rib v Blejskem jezeru, osma pa številčnost ene vrste. Razmišljanje o postopkih, kako to ugotoviti, je bilo tudi del tretjega sklopa modela, zato je bilo pričakovano, da bodo učenci primerjalne skupine nalogo uspešneje reševali. Učenci eksperimentalne skupine so poimensko navedli ustrezen način, vendar pa statistično pomembnih razlik v uspešnosti reševanja med skupinami ni.

**7. Na kakšen način bi praktično ugotovil, koliko različnih vrst rib je v Blejskem jezeru?**

**8. Kako bi čim bolj natančno določili številčnost ene vrste rib v Blejskem jezeru?**



Učenec pravilno reši sedmo nalogo, če navede, da je treba vsako vrsto rib najprej ujeti, da lahko sploh določimo vrsto, in osmo nalogo, če opiše metodo »ulova in ponovnega ulova«. Ribe je treba uloviti, jih označiti in ob ponovnem ulovu ugotoviti, kolikšen delež rib predstavljajo označene ribe. Na osnovi tega podatka je mogoče izračunati približek velikosti ribje populacije.

Sedmo nalogo je na preizkusu reševalo okoli 60 % učencev [R 59,1 %; S 63,7 %], osmo nalogo pa so učenci reševali na obeh preizkusih v več kot 45 % [R 45,6 %; S 48,2 %].

Sedmo nalogo so učenci rešili pravilno v 34,5 % (R) in 28,5 % (S) na posamezni izvedbi preizkusa, osmo pa v precej manjši meri, saj je na obeh preizkusih pravilno odgovorilo le dvaindvajset učencev (5,7 %).

Statistične razlike pri sedmi nalogi med skupinama [ $\chi^2_R(2) = 1,800$  p = 0,180;  $\chi^2_S(1) = 0,036$ , p = 0,846] in med spoloma [ $\chi^2_R(2) = 1,469$  p = 0,187;  $\chi^2_S(1) = 1,131$ , p = 0,288] ni. Pri osmi nalogi med skupinama statistične razlike ni [ $\chi^2_R(2) = 0,116$  p = 0,733;  $\chi^2_S(1) = 2,808$ , p = 0,094], je pa pomembna razlika med spoloma na preizkusu [ $\chi^2_R(2) = 9,295$  p = 0,002;  $\chi^2_S(1) = 0,171$ , p = 0,679], saj so bila dekleta z 9,3 % precej uspešnejša od fantov z 2,1 % pravih odgovorov.

Pri sedmi nalogi so bili odgovori učencev razvrščeni v 25 različnih kategorij. Ti odgovori se pogosto prepletajo tudi z odgovori za osmo nalogo.

(1) Med pravilne odgovore so šteli le tisti, s katerimi je učenec samostojno odgovoril na problemsko vprašanje. Pri tem izstopata odgovora 7-201 in 7-202. Učenci so vsakega izmed njih navedli v večini (17,1 %) pravih odgovorov.

- 201 Bi opazovali (pod vodo), določevali, snemali s kamero, fotografirali.
- 202 Ulovili bi jih, pogledali in vprašali ribiče, lovili bi na različnih delih jezera.
- 204 Veliko ljudi bi lovilo ribe in verjetno ulovilo veliko različnih.
- 205 Lovili bi jih z mrežo in tiste, ki bi jih že določili, dali v drugo jezero.

(2) Učenci so navajali neustrezne in praktično neizvedljive načine določevanja, ki bi sicer dali odgovor na vprašanje naloge.

- 302 Izsušila bi jezero in jih preštela, zbrala v bazenu.
- 604 V vodo bi spustil električni tok in ribe bi priplavale na površje.
- 611 Zastrupil bi ribe in ko bi prišle ven, bi jih preštel.
- 612 Ribe bi prefiltrirali.

(3) Učenci so včasih vrstno raznolikost hoteli določiti iz življenjskih pogojev in organizmov v jezeru ali pa so navajali drug vir podatkov.

- 206 Opazovanje okolja (temperatura, hrana voda, drstenje) in sklepanje na živali.
- 602 Ugotovil bi čistost morja in tako izločil vse ribe, ki v jezeru ne bi mogle živeti.
- 609 Glede na sestavo vode bi ocenila, kako so različne ribe prilagojene.
- 610 Zajameš vodo in jo podrobno pregledaš, saj so v njej ostanki, iztrebki ipd.
- 303 Poiskali bi podatke o tem, koliko jih na dan ulovijo in približno izračunali.
- 401 Drug vir (internet, literatura, oseba), kaj je, kaj bi lahko bilo.
- 605 Po barvi, obliki, sposobnostih, po načinu hranjenja bivanja, obnašanja.

(4) Precej učencev je podalo odgovor, ki je bolj ustrezen za osmo vprašanje.

- 301 Šel bi pod vodo in jih preštel, na 1 x 1, zbral s hranjenjem in preštel.

- 501 S sonarjem, s podmornico, z ladjo, senzor, ultrazvok, posebna mreža, stroj, čip, satelit.  
607 Pogledali bi, koliko rib živi v jezeru, nato pa bi pogledali še kolikokrat na leto in koliko rib nastane in koliko je vrst.

#### (5) Drugi nenavadni odgovori.

- 603 V Blejskem jezeru je samo ena vrsta rib, 6 vrst rib.  
608 V jezero bi dal različne vrste hrane, ko bi se zbrale, bi jih preštel.  
613 Z mikroskopom bi v jezeru določili.

Pri osmi nalogi učenci navedli odgovore, ki so bili razvrščeni v 34 različnih kategorij.

(1) Med pravilne odgovore so šteti tisti, v katerih so podani postopki za oceno številčnosti populacije rib. Postopek »ulova in ponovnega ulova«, kot je bil omenjen v modelu poučevanja, so opisali le trije učenci vsi iz eksperimentalne skupine (šoli 'eivts' in 'eaped').

- 300 Lov in ponovni ulov.  
302 Štetje na 1 x 1 (100 x 100) m<sup>2</sup> in preračunavanje (v vodi ali v mreži).  
305 Določevanje s sonarjem.  
308 Ocenjeval bi po pogostosti srečanja.  
316 Tistih, ki jih več ujamemo, tiste so številčnejše.  
317 Tiste, ki jo največkrat opazimo, tista je najštevilčnejša.

(2) Ustrezni, vendar neizvedljivi odgovori so bili obravnavani kot nepravilni, prav tako kot odgovori, ki so se sklicevali na delo ali ugotovitve drugih.

- 301 Šel bi pod vodo in jih preštel.  
303 Vprašali bi ribiče, znanstvenike, ki so jih najpogosteje ujeli, literatura za to območje.  
304 Lovili bi in številčili.  
307 Določevanje z radarjem, laserjem, podmornico.  
313 Pobarval bi vsako vrsto posebej, sortiral v posode.  
201 Bi opazoval (pod vodo) in sklepal na številčnost jate.  
206 Glede na količino njihove hran.  
212 Povprečno bi določili, koliko hrane poje ena riba, nato pa bi jim dali veliko hrane in bi izračunali, koliko so jo pojedle.

(3) Nekateri odgovori so vključevali dejavnike značilnosti okolja ali pa značilnosti organizma, kar naj bi pomembno vplivali na številčnost.

- 309 Izračunal bi površino in gladino morja in glede na te izračune in vrste rib, ki tam živijo, bi približno izračunal številčnost rib v jezeru.  
312 Vsako ribo bi počakal, da izleže jajčeca in potem bi vedel.  
314 Glede na prirastek in smrtnost bi ugotavljal.  
401 Po barvi, obliki in velikosti, po manjših in večjih ribah, po lepoti.

#### (4) Neustrezni načini določevanja.

- 310 Izsušil bi jezero.  
311 V vodo bi spustil električni tok in ribe bi priplavale na površje.  
613 Zastrupil bi vodo in bi mrtve ribe preštel.

#### (5) Nekateri odgovori učencev niso bili pričakovani.

- 601 To ni mogoče, ker ne moremo prešteti vseh rib.  
604 Pogledaš in vidiš, katerih malih rib je najmanj, in po navadi je tistih največ.  
608 V jezeru je 30, 50 vrst.  
610 Od vseh rib v jezeru bi delili s številom vrst.

611 Po prilagojenosti na vodo.

612 Ribo bi ulovili, jo dali v akvarij in ugotovili koliko rib izleže. Nato bi to številko pomnožili in ugotovili, koliko časa že ta riba živi v jezeru.

## Odgovori učencev pri 9. nalogi preizkusa

Deveta naloga je vezana na vsebine geografije, kjer učenci spoznavajo klimograme posameznih območij. Naloga z odprtim odgovorom zahteva opis, kako bi izdelali klimogram padavin in temperature za čas enega meseca. Postopek je treba podrobno opisati. Učenec nalogo pravilno reši, če opredeli (1) merjenje temperature s termometrom in (2) odčitavanje vrednosti vsak dan ob istem času in na istem mestu. Opisati mora tudi način merjenja padavin, navesti je treba površino posode, v kateri se zbira deževnica, in način, kako preprečiti, da padavine iz posode čim manj izhlapevajo.

**9. Kako bi zbiral podatke, če bi želel narediti klimogram padavin in temperature za določen mesec v okolici šole? Napiši čim bolj podroben postopek in razloži, zakaj.**

Naloga ni reševalo 41,2 % učencev na preizkusu in 43,3 % na popreizkusu. Odgovore, ki so jih učenci navajali, je bilo mogoče združiti v 16 kategorij, pri tem pa so bila dekleta neprimerno uspešnejša pri odgovarjanju kot fantje. Primerjava po spolu je pokazala, da je statistično pomembna razlika med fanti in dekleti na preizkusu ter popreizkusu [ $\chi^2_R(1) = 5,992$   $p = 0,014$ ;  $\chi^2_S(1) = 10,940$ ,  $p = 0,001$ ] Fantje so odgovorili pravilno v 13,5 % in 8,3 %, dekleta pa v 23,2 % in 20,1 %. Med izvajanjem modela poučevanja ni bilo ugotovljeno, da bi bila dejavnost med dekleti bolj priljubljena, nekaj fantov pa je izrazilo nezadovoljstvo nad dolgotrajnim izvajanjem poskusa. Deleži pravilnih odgovorov se v približno enakem razmerju razlikujejo med fanti in dekleti eksperimentalni ter primerjalne skupine, zato učinka dejavnosti na uspešnost reševanja ni mogoče potrditi. Med skupinama [ $\chi^2_R(1) = 0,727$   $p = 0,394$ ;  $\chi^2_S(1) = 3,048$ ,  $p = 0,081$ ] statistično pomembnih razlik ni.

(1) Med pravilnimi utemeljitvami so bili odgovori, ki so vključevali površino posode, na kateri so se zbirale padavine, merjenje temperature, omenjeno izhlapevanje in časovno odčitavanje (7,8 %) in pa odgovori, ki so vključevali vsaj tri od štirih ključnih točk.

700 Naredil bi veliko zgoraj odprto kocko z merami 1 x 1 in jo postavil pred šolo. Zapisoval bi si količino padavin na kvadratni meter, še preden bi padavine izhlapale, nato pa bi izračunal povprečje. Za temperaturo bi v okolici šole postavil termometer in določil povprečno temperaturo dneva.

702 V posodo bi zbiral padavine, v posodo določene mere, merjenje temperature.

704 V posodo bi zbiral padavine, v posodo določene mere, merjenje temperature, računanje povprečja, klimogram.

707 Vsak dan trikrat bi odčitaval temperaturo in količino padavin in računal povprečje.

(2) Najpogostejši so bili odgovori, ki so vključevali eno ali dve ključni točki.

703 V posodo določene mere bi zbiral padavine in meril temperaturo.

705 Sod, pokrit zaradi izhlapevanja, zapisovanje v tabelo.

(3) Učenci so pogosto navajali druge vire, kjer bi podatke pridobili in jih uporabili, čeprav iznajdljivo se odgovori niso šteli kot pravilni.

706 Opazoval bi kdaj dežuje in koliko časa je deževalo.

708 Zbiranje zapiskov iz časopisov za temperaturo in padavine na določenem področju. Vsak zapis bi vnesli v klimogram.

709 Temperaturo bi merili tako, da ne bi bil v senci, saj je tam temperatura nižja, padavine pa tako, da bi pokrili posodo s

pokrovom z majhno odprtino.

401 Drug vir (internet, literatura, oseba).

(4) Učenci so pogosto izpostavljali opazovanje kot ključno dejavnost za opravljanje naloge.

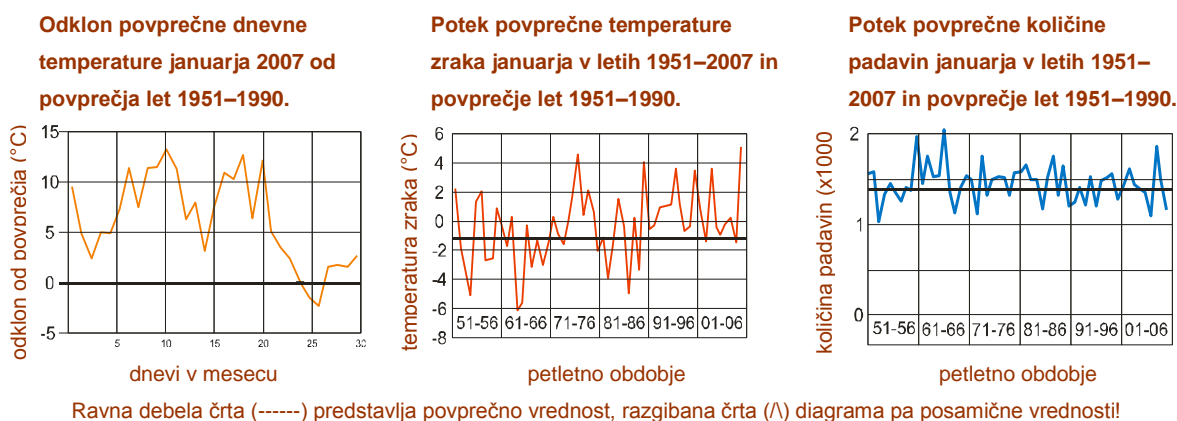
710 Vsak učenec bi en dan opazoval vreme, si zapisoval in bi na koncu poročal v razredu.

801 Opazovanje okolice.

### Odgovori učencev pri 10. nalogi preizkusa

Deseto nalogo sestavljajo trije grafikoni (Slika 14). Prvi kaže odklon povprečne dnevne temperature januarja 2007 od povprečja let 1951–1990, drugi povprečne temperature zraka januarja v letih 1951–2007 in povprečje let 1951–1990 in tretji povprečne količine padavin januarja v letih 1951–2007 in povprečje let 1951–1990. Pri vseh grafikonih so označene osi z vrednostmi in enotami. Naloga zahteva, da iz grafikonov učenci razberejo želene podatke. Učenec nalogo pravilno reši, če ugotovi, da je največji pozitiven odklon povprečne dnevne temperature od povprečja v januarju 10. januarja, ko je bil odklon  $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$  (pravilne so tudi vrednosti  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in če ugotovi, da je bil največji negativen odklon povprečne dnevne temperature od povprečja v januarju 26. januarja z odklonom  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (pravilne so tudi vrednosti  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Na vprašanje, ali je bilo v januarju 2007 več kot 20 dni toplejših od povprečja, je odgovor pritrdilen. Povprečna temperatura zraka januarja med letoma 1951 in 1990 je okoli  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , po letu 1991 pa so temperature januarja običajno višje od povprečja. Najnižje povprečne temperature niso bile izmerjene med leti 81–86, največ padavin v januarju je bilo med letom 1963 in letom 1964 in v Sloveniji v januarju nikoli ne pade manj kot 1000 mm padavin na kvadratni meter. Povišanje temperature ne vpliva na količino padavin v mesecu januarju. V Razpredelnici 18 je opredeljena uspešnost reševanja med eksperimentalno in primerjalno skupino ter podatek o statistični pomembnosti razlike v dosežkih.

10. Natančno si oglej diagrame za Slovenijo. Preberi naslove, imena osi in natančno odčitaj podatke.



Slika 14: Grafikoni s podatki o temperaturi in padavinah pri nalogi RS10.

Nalogo je reševalo 89,9 % vseh učencev. Učenci so najpogosteje izpustili vprašanja, ki se nanašajo na odčitavanje datuma in temperature iz grafikona. Odčitavanje teh podatkov so učenci izpustili v povprečju v 36,3 %, odčitavanje vrednosti, ki zahteva odgovor z da in ne, pa v 15,7 %. To kaže na

napihnjenost odgovorov te vrste vprašanj zaradi ugibanja, saj je zaradi izbire le dveh možnosti verjetnost pravilnega odgovora zelo velika.

naloga	pravilno	skupaj %	ES %	PS %	ES : PS $\chi^2 (1) [p]$	
						R
1 Največji pozitiven odklon povprečne dnevne temperature od povprečja v januarju je bil dne:  ko je bil odklon:  Največji negativen odklon povprečne dnevne temperature od povprečja v januarju je bil dne:  ko je bil odklon:  V mesecu januarju 2007 je bilo več kot 20 dni toplejših od povprečja. Povprečna temperatura zraka januarja med leti 51–90 je okoli: Po letu 1991 so temperature januarja običajno višje od povprečja.	10. jan	46,9	48,1	46,0	0,177 [0,674]	
		S	45,3	48,1	43,3	0,890 [0,345]
	+13 °C	R	46,1	48,8	44,2	4,286 [0,117]
		S	42,7	46,3	40,2	5,183 [0,075]
	26. jan	R	40,9	46,3	37,1	3,322 [0,068]
		S	28,2	33,3	24,6	3,576 [0,059]
	-2 °C	R	44,3	48,1	32,6	<b>21,024 [0,000]</b>
		S	40,7	42,0	39,7	1,087 [0,581]
	DA	R	70,7	69,8	71,4	0,127 [0,721]
		S	63,7	52,5	71,9	<b>15,316 [0,000]</b>
	-1 °C	R	34,5	38,9	31,3	2,481 [0,289]
		S	38,6	42,0	36,2	5,077 [0,079]
2 Najnižje povprečne temperature so bile izmerjene med leti 81–86.	DA	R	61,9	63,0	61,2	0,129 [0,719]
		S	60,9	62,3	59,8	0,252 [0,616]
3 Največ padavin v januarju je bilo med letoma 63 in 64.  V Sloveniji v januarju nikoli ne pade manj kot 1000 mm padavin.  Višanje temperature močno vpliva na količino padavin v mesecu januarju.	NE	R	59,1	59,9	58,5	0,076 [0,783]
		S	56,2	61,1	52,7	2,716 [0,099]
	DA	R	56,7	56,2	57,1	0,036 [0,849]
		S	61,1	63,0	59,8	0,391 [0,532]
	DA	R	38,1	36,4	39,3	0,327 [0,567]
		S	46,4	45,1	47,3	0,193 [0,660]
	NE	R	23,3	27,2	20,5	2,308 [0,129]
		S	30,3	32,7	28,6	0,765 [0,382]

**Legenda:** Eksperimentalna skupina (ES), primerjalna skupina (PS).

Razpredelnica 18: Primerjava uspešnosti reševanja naloge RS10 na preizkusu in popreizkusu.

Statistično pomembna razlika med skupinama je pri dveh trditvah, pri prvi je bilo treba odčitati odklon temperature v januarju od povprečja, pri drugi pa odgovoriti na trditev, da je bilo v januarju 2007 več kot 20 toplejših od povprečja. V prvem primeru so izstopali odgovori eksperimentalne skupine, v drugem pa odgovori primerjalne.

Presenetljivo pogoste so bile razlike med spoloma, ki so se pojavile pri štirih trditvah. Prvo [ $\chi^2_{R(1)} = 5,064$   $p = 0,024$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 6,068$ ,  $p = 0,014$ ] in drugo [ $\chi^2_{R(1)} = 7,919$   $p = 0,019$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 6,254$ ,  $p = 0,044$ ] trditev naloge so bolje pisala dekleta na preizkusu [ $F_{R1} 41,1$  %;  $D_{R1} 52,6$  %], [ $F_{R2} 40,1$  %;  $D_{R2} 47,5$  %] in popreizkusu [ $F_{S1} 39,1$  %;  $D_{S1} 51,5$  %], [ $F_{S2} 31,8$  %;  $D_{S2} 43,3$  %], zadnjo trditev preizkusa [ $\chi^2_{R(1)} = 8,674$   $p = 0,003$ ;  $F 29,7$  %,  $D 17,0$  %] in predzadnjo trditev popreizkusa [ $\chi^2_{R(1)} = 5,964$   $p = 0,015$ ;  $F 52,6$  %,  $D 40,2$  %] pa so bolje pisali fantje.

### Odgovori učencev pri 11. nalogi preizkusa

Pri enajsti nalogi je treba navesti čim več dejavnikov okolja, ki se tekom dneva spreminjajo. Učenec nalogo pravilno reši, če navede vsaj tri dejavnike okolja (npr. svetloba, temperatura, veter, tlak, oblačnost ...).

## 11. Naštej čim več dejavnikov okolja, ki se tekom dneva spreminjajo.

Ta naloga je neposredno povezana s prvim, drugim in tretjim sklopom modela, povezovanje dejavnikov z organizmi in značilnostmi okolja pa je obravnavano tudi v četrtem in petem sklopu. Odgovori učencev statistično ne kažejo razlik niti med spoloma [ $\chi^2_{R(2)} = 2,133$ ,  $p = 0,344$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 5,097$ ,  $p = 0,078$ ] niti med skupinama [ $\chi^2_{R(2)} = 0,304$ ,  $p = 0,859$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 0,878$ ,  $p = 0,645$ ] (vrednost  $\chi^2$ -testa je v tem primeru izračunana na združenih postavkah). Učenci eksperimentalne skupine so si zapisali vsaj dvajset različnih dejavnikov in jih razvrstili po trajanju.

Nalogo z odprtim vprašanjem je reševalo (R) 56,7 % oziroma (S) 51,3 % vseh učencev. Skupaj so navedli 36 različnih pojmov, od katerih je bilo 15 takih, ki so bili v preizkusu obravnavani kot ustrezni dejavniki okolja. Najpogosteje so na preizkusu učenci pričakovano navedli temperaturo (41,2 %), redkeje so navedli druge dejavnike, kot so: svetloba (19,7 %), padavine (15,2 %) vreme na splošno (13,4 %) in menjava dneva in noči (10,1 %). Preostali dejavniki so se pojavljali redkeje kot v 10 %, s tem da je le 22 učencev navedlo več kot en ustrezen dejavnik.

Na popreizkusu so učenci prav tako največkrat navedli temperaturo (38,9 %), sledi svetloba z enakim deležem kot v preizkusu (19,7 %), vreme (11,7 %) in padavine z (10,4 %). Preostali dejavniki so pod 10 %, več kot en dejavnik pa je navedlo le 13 učencev.

Med pravilnimi navedbami so bili tudi: veter, tlak, vlaga, letni časi, plimovanje z deleži okoli 5 %, med nepravilnimi navedbami pa so se pojmi pojavljali posamič: tovarne, škropiva, človek, čas in drugo.

## Odgovori učencev pri 12. nalogi preizkusa

Nalogo sestavlja osemnajst trditve, ki zahtevajo odgovor da/ne. Vprašanja so povezana z ostalimi nalogami preizkusa, trditve pa vključujejo splošne naravoslovne pojme. Ker je naloga te vrste enostavna za reševanje, je temu primerno majhen odstotek učencev, ki naloge niso reševali. Največ učencev je izpustilo 15. in 18. trditve (22 učencev) na preizkusu, sicer pa je v povprečju nalogo izpustilo 15 (R) oziroma 14 (S) učencev.

Po subjektivni oceni bi vprašanja glede na zahtevnost besedila lahko razdelili v dve skupini. Med lažje naloge bi sodile 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 14., 16., ki so pojmovno enostavne in zahtevajo le splošno naravoslovno znanje. Preostale naloge pa so vsebinsko zahtevnejše. Naloge na prvi ravni je pravilno rešilo 36,6 % (R) in 34,8 % (S), na drugi ravni pa manj; 28,3 % in 29,0 % učencev.

Statistično pomembna razlika med eksperimentalno in primerjalno skupino je le pri šesti trditvi: vse vrste ptic v Sloveniji se pozimi selijo na jug [ $\chi^2_{R(2)} = 4,346$ ,  $p = 0,037$ ;  $\chi^2_{S(1)} = 1,472$ ,  $p = 0,225$ ]. Učenci eksperimentalne skupine so izbrali pravilno možnost v 84,6 %, učenci primerjalne skupine pa v 75,9 %.

Statistično pomembne razlike so pri 13. nalogi preizkusa [ $\chi^2_{R(2)} = 6,450$ ,  $p = 0,011$ ;  $F_R$  79,2 %,  $D_R$  88,7 %] in pri 1. [ $\chi^2_{S(2)} = 4,690$ ,  $p = 0,030$ ;  $F_S$  55,2 %,  $D_S$  66,0 %], 6. [ $\chi^2_{S(2)} = 7,811$ ,  $p = 0,005$ ;  $F_S$  69,8 %,  $D_S$  82,0 %], 7. [ $\chi^2_{S(2)} = 5,702$ ,  $p = 0,017$ ;  $F_S$  72,9 %,  $D_S$  83,0 %] ter 13. [ $\chi^2_{S(2)} = 7,538$ ,  $p = 0,006$ ;  $F_S$  1,90 %,  $D_S$  83,5 %] nalogi popreizkusa. Zakaj učenke bolje odgovarjajo na določena vprašanja, ni mogoče ugotoviti, ker naloge ne vsebujejo utemeljitev, so pa naloge, kjer prednjačijo učenke iz obeh skupin zahtevnosti. V **Razpredelnici 19** je opredeljena uspešnost reševanja med eksperimentalno in primerjalno skupino in podatek o statistični pomembnosti razlike v dosežku.



naloga	pravilno		$\Sigma$	ES	PS	ES : PS
			%	%	%	$\chi^2 (1) [p]$
1 Med dnevom in nočjo se povprečna vlaga v jamah spreminja.	NE	R	54,9	58,6	52,2	1,560 [0,212]
		S	60,6	66,0	56,7	3,445 [0,063]
2 Temperatura močno vpliva na prilagajanje organizmov v morskih globinah.	NE	R	37,8	38,3	37,5	0,024 [0,877]
		S	40,7	37,7	42,9	1,055 [0,304]
3 V naših krajih je sprememba letne temperature večja kot sprememba dnevne.	DA	R	65,3	62,3	67,4	1,064 [0,302]
		S	66,1	67,9	64,7	0,421 [0,516]
4 Sončni žarki se na belih ledenih površinah odbijajo bolj kot na temnem asfaltu.	DA	R	64,0	66,7	62,1	0,868 [0,351]
		S	64,5	63,6	65,2	0,105 [0,746]
5 Značilnost tropskih gozdov sta visoka povprečna temperatura in velika količina padavin.	DA	R	80,3	82,7	78,6	1,021 [0,312]
		S	75,1	76,5	74,1	0,299 [0,585]
6 Vse vrste ptic v Sloveniji se pozimi selijo na jug.	NE	R	79,5	84,6	75,9	<b>4,346 [0,037]</b>
		S	75,9	79,0	73,7	1,472 [0,225]
7 Velikost in barva ptice lahko določata spol.	DA	R	72,0	73,5	71,0	0,286 [0,539]
		S	78,0	77,2	78,6	0,109 [0,741]
8 Na dveh otokih, ki sta si zelo blizu skupaj, lahko najdemo različne živalske vrste.	DA	R	76,7	80,2	74,1	1,982 [0,159]
		S	74,9	77,8	72,8	1,254 [0,263]
9 Kače živijo v hladnejših predelih zemlje.	NE	R	78,0	76,5	79,0	0,335 [0,563]
		S	73,1	73,5	72,8	0,023 [0,880]
10 Vroča voda na dnu in hladna voda na vrhu posode se mešata.	DA	R	59,6	61,1	58,5	0,270 [0,603]
		S	53,1	52,5	53,6	0,046 [0,830]
11 Na južnem tečaju najdemo organizme, ki živijo na kopnem.	DA	R	61,7	64,2	59,8	0,726 [0,383]
		S	60,6	60,5	60,7	0,002 [0,965]
12 Med plezanjem v gore ugotovimo, da je z višino vedno več mešanih gozdov.	NE	R	69,2	69,1	69,2	0,000 [0,990]
		S	64,0	67,3	61,6	1,315 [0,252]
13 Hitre in ostre spremembe ogrožajo živali in rastline.	DA	R	83,9	87,0	81,7	1,989 [0,158]
		S	77,7	78,4	77,2	0,073 [0,786]
14 S pretiranim sekanjem dreves v tropskem gozdu lahko uničimo življenjsko območje.	DA	R	86,8	86,4	87,1	0,033 [0,856]
		S	78,5	78,4	78,6	0,002 [0,967]
15 Vroči zrak pritiska k tlorju, zato je hladneje pod stropom sobe.	NE	R	57,3	58,0	56,7	0,068 [0,795]
		S	54,4	51,9	56,3	0,733 [0,392]
16 Gozd, ki ga je uničil požar, se lahko obnovi samo s pomočjo človeka.	NE	R	65,0	63,0	66,5	0,522 [0,470]
		S	58,0	59,9	56,7	0,390 [0,532]
17 Med suha območja štejejo tako Saharo kot Antarktiko.	DA	R	33,4	35,8	31,7	0,712 [0,399]
		S	46,4	45,7	46,9	0,054 [0,816]
18 Na morski gladini se slanost bolj spreminja kot v pršnem pasu.	NE	R	43,5	40,7	45,5	0,879 [0,348]
		S	47,4	51,9	44,2	2,210 [0,137]

**Legenda:** Eksperimentalna skupina (ES), primerjalna skupina (PS), preizkus (R), popreizkus (S).

Razpredelnica 19: Primerjava uspešnosti reševanja naloge RS12 na preizkusu (R) in popreizkusu (S).

### 3.5 Primerjava dosežkov reševanja preizkusa in popreizkusa

Pri prvi nalogi, pri kateri so imeli učenci največ težav z drugim vprašanjem, tj. označevanje tropskega deževnega gozda, bi pričakovali večjo uspešnost učencev eksperimentalne skupine. Pri obravnavi modela so ti učenci videli tudi satelitski posnetek Zemlje in se pogovarjali tudi o tem, kaj posamezna barva na zemljevidu predstavlja. Učenci so si med obravnavo ogledali zemljevide, na katerih je bila z

različnimi barvami označena pestrost rastja, in so jih po mnenju učiteljev in opazovanju raziskovalcev razumeli in pravilno tolmačili.

Pri reševanju druge naloge med skupinama niti pri enem vprašanju ni statistično pomembnih razlik, čeprav naloga vsebinsko temelji na spremembah, ki so bile vključene v vseh petih sklopih, temperaturo in padavine pa so merili tudi v okviru dolgotrajne dejavnosti.

Tretja naloga je bila povezana z dejavnostjo izdelave merilnikov, ki so jo učenci eksperimentalne skupine izvajali v sklopu modela poučevanja. Pričakovali bi, da bodo ti učenci na to vprašanje odgovarjali pravilno v večji meri od učencev druge skupine. Statistični izračuni kažejo ravno nasprotno. Med skupinama je statistično pomembna razlika pri utemeljitvi odgovora tretje naloge, saj so bili učenci primerjalne skupine uspešnejši na preizkusu in popreizkusu. Pri nalogi je treba razumeti povezavo med prostornino in gostoto.

Učenci eksperimentalne skupine so bili pričakovano statistično pomembno uspešnejši od učencev primerjalne skupine pri četrti nalogi z merilnim valjem in merjenjem gostote. To je tudi edina naloga, ki je povezana z modelom poučevanja, pri kateri so bili učenci eksperimentalne skupine veliko bolj uspešni pri reševanju od učencev primerjalne skupine.

Peta naloga je vezana na razumevanje nepristranskosti izvajanja poskusa. Pri nalogi je treba odgovoriti na štiri vprašanja, povezana s poskusom z javanskim mahom oziroma algami in tremi posodami. Pri vprašanjih 5.1 in 5.3 je statistično pomembna razlika v prid eksperimentalne skupine. Vprašnji, pri katerih se je razlika pokazala, sprašujeta, kaj skušamo z eksperimentom ugotoviti in kateri je dejavnik, ki ga želimo nadzirati. Vprašnji sta neposredno povezani z razumevanjem poskusa, ki je v uvodu naloge opisan. Za uspešno rešitev naloge je pomembneje razumeti izvajanje poskusa.

Učenci eksperimentalne skupine so statistično pomembno bolje reševali vprašanja o življenjskem prostoru živali na sliki (6. naloga). Skoraj vsi učenci so na sliki prepoznali dolgodlakega mamuta in bi pričakovali na to vprašanje večji delež pravilnih odgovorov od učencev, ki so na sliki prepoznali obe živali, saj slona značilno povežemo z vročim in mamuta s hladnim podnebjem.

Nepričakovano ni statistične razlike pri reševanju sedme in osme naloge, pri katerih so učenci ugotavljali vrstno in številčno pestrost rib v Blejskem jezeru. Dejavnost je bila vključena v tretji sklop modela poučevanja. Učitelji niso navajali težav pri podajanju te vsebine. Obe vprašanji sta naravoslovno logični in ju je mogoče rešiti zgolj z razmišljanjem.

Devete naloge ni reševalo nekaj manj kot polovica učencev, sicer pa so bila statistično pomembno uspešnejša dekleta, čeprav med izvajanjem modela ni bilo ugotovljeno, da bi bila dejavnost med dekleti bolj priljubljena. Med skupinama ni pomembnih statističnih razlik. Povsem ustrezno je nalogo rešila dobra desetina vseh učencev, ki so nalogo reševali.

Pri deseti nalogi so dosegli učenci eksperimentalne skupine le v dveh primerih statistično pomembno razliko. V obeh primerih je ključ za pravilno rešitev, odčitavanje podatka iz grafa.

Statistično pomembna razlika med eksperimentalno in primerjalno skupino pri 12. nalogi je bila ugotovljena le pri šesti trditvi, da se vse vrste ptic v Sloveniji pozimi selijo na jug. Vprašanje temelji na izkušnjah in razmišljanju. Učenci eksperimentalne skupine so izvajali dejavnosti, s katerimi so razvijali in utrjevali svoje razumevanje. Čeprav nekatere naloge ne kažejo neposredne povezave z modelom poučevanja, pa se ta pomembno kaže v učinku na naravoslovno razmišljanje. Učenci so zaradi ustrezne obravnave organizmov v povezavi z okoljskimi dejavniki bolje odgovarjali na ta vprašanja tudi takrat, ko ta niso bila povezana z dejavnostmi modela poučevanja.



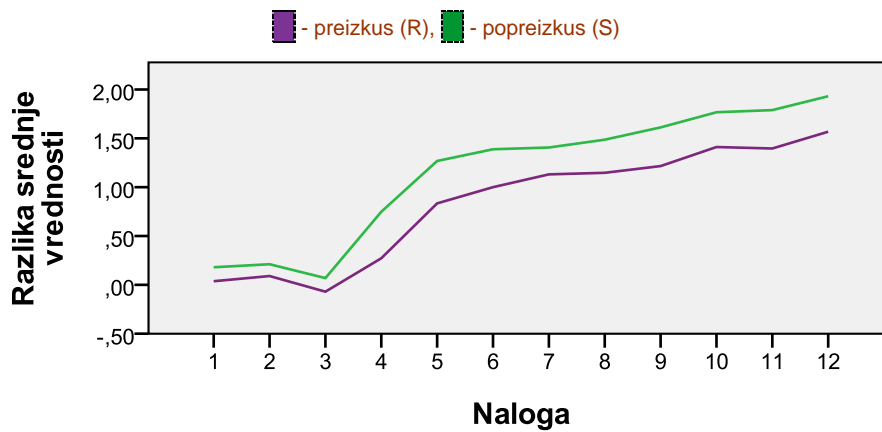
	naloga	F					ES		PS	
			t	$\chi^2$	df	p	M	SD	M	SD
1	R	5	0,596		384	0,552	<b>1,173</b>	0,572	1,136	0,614
	S	5	<b>3,230</b>		384	<b>0,001</b>	<b>1,086</b>	0,548	0,906	0,536
2	R	31	0,301		384	0,746	<b>4,148</b>	1,722	4,095	1,715
	S	32	0,172		384	0,863	<b>4,292</b>	1,749	4,261	1,693
3	R	7	<b>-2,346</b>		384	<b>0,020</b>	0,929	0,687	<b>1,089</b>	0,627
	S	7	<b>-2,191</b>		327	<b>0,029</b>	0,997	0,668	<b>1,138</b>	0,594
4	R	5	<b>2,138</b>		313	<b>0,033</b>	<b>1,059</b>	1,645	0,717	1,411
	S	4		<b>20,669</b>	2	<b>0,000</b>	<b>1,154</b>	1,684	0,475	1,190
5	R	11	<b>4,529</b>		384	<b>0,000</b>	<b>2,395</b>	1,194	1,833	1,211
	S	11	<b>3,649</b>		384	<b>0,000</b>	<b>2,540</b>	1,381	2,020	1,382
6	R	20	1,740		384	0,083	<b>3,077</b>	0,963	2,912	0,890
	S	18	1,113		384	0,266	<b>3,026</b>	1,086	2,906	1,015
7	R	2		1,800	1	0,180	<b>0,765</b>	0,975	0,634	0,933
	S	2		0,036	1	0,849	<b>0,580</b>	0,910	0,563	0,901
8	R	2		0,116	1	0,733	<b>0,123</b>	0,483	0,107	0,451
	S	2		2,808	1	0,094	<b>0,160</b>	0,545	0,080	0,394
9	R	2		0,727	1	0,394	<b>0,407</b>	0,808	0,339	0,752
	S	2		3,048	1	0,081	<b>0,358</b>	0,769	0,232	0,642
10	R	22	1,187		313	0,225	<b>2,674</b>	1,694	2,479	1,454
	S	22	0,978		323	0,329	<b>2,563</b>	1,632	2,408	1,460
11	R	4		0,872	3	0,832	0,139	0,274	<b>0,154</b>	0,299
	S	3		2,133	2	0,344	<b>0,136</b>	0,273	0,114	0,235
12	R	18	1,090		384	0,277	<b>5,944</b>	1,480	5,772	1,568
	S	18	0,823		384	0,411	<b>5,827</b>	1,655	5,685	1,684

**Legenda:** F – frekvenca točk naloge, t – vrednost t-testa pri nalogah s frekvenco točk 5 ali več,  $\chi^2$  – Pearsonov  $\chi^2$ -test pri nalogah s frekvenco točk od 2 do 4, M – srednja vrednost, SD – standardni odklon, R – preizkus, S – popreizkus.

Razpredelnica 20: statistična pomembnost med skupinama in povprečne vrednosti vsake naloge.

Če ni statističnih razlik med skupinama, pa so te pogosto med spoloma. Fantje so bolj odgovarjali na štiri vprašanja druge naloge (prvo, četrto, peto in šesto vprašanje) ter na dve vprašanji pri deseti nalogi, dekleta pa so bila boljša pri tretji nalogi, dveh vprašanjih pete naloge, enem vprašanju šeste naloge, pri dveh trditvah desete naloge ter pri petih trditvah dvanajste naloge. Prav tako so bila dekleta bolj uspešna pri osmi in deveti nalogi. Dekleta so bila pri reševanju preizkusa in popreizkusa uspešnejša. Pri večini vprašanj nalog preizkusa in popreizkusa je zanimivo, da učenci eksperimentalne skupine, čeprav so nekatere dejavnosti izvajali v okviru modela poučevanja, ne kažejo statistično pomembne razlike v uspešnosti glede na primerjalno skupino. V enem primeru je ravno obratno.

Med skupinama pogosto ni statistično pomembnih razlik za posamezne postavke nalog, so pa te pri prvi, tretji, četrthi in peti na ravni naloge. V [Razpredelnici 20](#) je za vsako nalogo podana statistična razlika med skupinama za celotno nalogo na preizkusu in popreizkusu, dodano pa je tudi povprečje doseženih točk posamezne skupine. Pri nalogah, ki imajo manj kot 5 različnih vrednosti odgovora, je uporabljen  $\chi^2$ -test, pri nalogah s pet ali več vrednosti pa neodvisni t-test.



Grafikon 35: Razlika srednjih vrednosti obeh skupin pri nalogah preizkusa in popreizkusa.

Iz razpredelnice je razvidno, da je statistično pomembna razlika pri reševanju pri treh nalogah preizkusa in pri štirih nalogah popreizkusa. Razlika v srednji vrednosti pa je pri vseh nalogah v prid eksperimentalne skupine, razen pri tretji nalogi na obeh preizkusih in pri enajsti nalogi preizkusa, pri kateri so bili uspešnejši učenci primerjalne skupine, v prid eksperimentalni. Skupno so v povprečju učenci eksperimentalne skupine dosegli 1,57 točke več na preizkusu in 1,93 na popreizkusu. Primerjava zbirnega sešteevka srednjih vrednosti je predstavljena tudi v [Grafikonu 35](#). Učenci eksperimentalne skupine so torej pri vseh nalogah, razen pri tretji, uspešnejši od učencev primerjalne skupine.

### 3.6 Povezave drugih spremenljivk z uspešnostjo na preizkusih

Analiza soodnosnosti dosežkov s Pearsonovim testom je pokazala, da so dosežki pri reševanju predpreizkusa, preizkusa in popreizkusa statistično pomembno soodnosni z zaključno oceno pri nekaterih predmetih 7. razreda. Vrednosti koeficientov so v [Razpredelnici 21](#) predstavljeni združeno za učence obeh skupin.

r(x)	dosežek na predpreizkusu (P)	dosežek na preizkusu (R)	dosežek na popreizkusu (S)
<b>Naravoslovje</b>	$r_{(P)} = 0,471, N= 376$	$r_{(R)} = 0,521, N= 376$	$r_{(S)} = 0,518, N= 376$
<b>Geografija</b>	$r_{(P)} = 0,417, N= 376$	$r_{(R)} = 0,494, N= 376$	$r_{(S)} = 0,465, N= 376$
<b>Tehnika</b>	$r_{(P)} = 0,339, N= 376$	$r_{(R)} = 0,352, N= 376$	$r_{(S)} = 0,363, N= 376$
<b>Slovenščina</b>	$r_{(P)} = 0,431, N= 380$	$r_{(R)} = 0,506, N= 380$	$r_{(S)} = 0,484, N= 380$
<b>Matematika</b>	$r_{(P)} = 0,449, N= 378$	$r_{(R)} = 0,549, N= 378$	$r_{(S)} = 0,484, N= 378$

**Legenda:**  $r_{(x)}$  – je Pearsonov koeficient soodnosnosti, **N** – število učencev, za katere so bili znani podatki o zaključni oceni. Vsi rezultati Pearsonovega testa so na ravni  $p < 0,01$ .

Razpredelnica 21: Statistična soodnosnost dosežkov preizkusov z nekaterimi predmeti v 7. razredu.

Preizkus in popreizkus sta z oceno iz naravoslovja močno soodnosna, predpreizkus pa kaže z oceno srednje močno povezanost. Povezava z geografijo je pomembna pri reševanju nalog na preizkusih (P, R, S), saj naloge, vključene v preizkuse, ki so povzete po raziskavi TIMSS 2003, vključujejo nekatere geografske vsebine. Vsi trije preizkusi v povezavi z geografijo in tehniko kažejo srednje močno soodnosnost z oceno.

Pri podrobnem ugotavljanju vpliva posameznih skupin vprašanj predpreizkusa in preizkusov, ki so vsebinsko (geografija, dolgotrajni poskusi in obravnava povezav organizmov z okoljem) ali vrstno (odprta vprašanja in utemeljitve, naloge z grafi, naloge z opredeljevanjem poskusa) povezana, so se pokazale nekatere pomembne povezave ([Razpredelnica 22](#)) med rezultati.

Seštevek točk nalog, ki so vključevale geografske vsebine, je močno soodnosna z doseženimi točkami na predpreizkusu in srednje močan pri preizkusu in popreizkusu, pri tem pa je mogoče zaznati trend padanja soodnosnosti. Vzrok padanja vrednosti pri vsaki naslednji izvedbi preizkusa, se lahko pripiše obravnavi nekaterih vsebin pri geografiji, ki jih učitelji z učenci obravnavajo v drugem delu šolskega leta. Ker pri raziskavi ni bilo posebej spremljano tudi delo pri tem predmetu, katere so te geografske vsebine, natančno ni mogoče opredeliti. Če so na predpreizkusu naloge z geografskimi vsebinami uspešno reševali predvsem učenci, ki so dosegli boljši skupni rezultat na predpreizkusu, pa so na popreizkusu te naloge uspešno reševali učenci skoraj neodvisno od skupnega rezultata.

Predmet geografije je na osnovi rezultatov analize mogoče povezati z znanjem naravoslovja, saj prispeva k rezultatom predvsem učencev, ki dosegajo slabši skupni rezultat. Povezava med ocenami teh dveh predmetov je statistično pomembna, soodnosnost pa je močna [ $r_{(S_{NG})} = 0,686, N= 373, p > 0,01$ ].

Naloge, ki so zahtevale odgovor na eksperimentalno vprašanje, ki vključuje tudi zasnovo poskusa, razmišljanje o nepristranskem poskusu pri določanju odvisnih in neodvisnih spremenljivk, so pri predpreizkusu sicer statistično pomembno povezane s skupnim dosežkom na predpreizkusu, vendar pa je soodnosnost nizka. Pri eni nalogi predpreizkusa je veliko učencev odgovor na vprašanja izpustilo. Na preizkusu in popreizkusu se kaže močna povezanost teh nalog s skupnim dosežkom.

Podobne povezave je mogoče zaznati tudi za naloge, ki so vezane na branje grafikonov in diagramov.

<b>r(x) N = 386 ES = 162, PS = 224</b>		<b>dosežek na predpreizkusu (P)</b>	<b>dosežek na preizkusu (R)</b>	<b>dosežek na popreizkusu (S)</b>
<b>1</b>	<b>vprašanja z geografskimi vsebinami</b>	<b>ES</b> 0,504 (25 %)	0,403 (16 %)	0,273 (7 %)
		<b>PS</b> 0,634 (40 %)	0,465 (22 %)	0,325 (11 %)
<b>2</b>	<b>vprašanja povezana z dolgotrajnimi poskusi</b>	<b>ES</b> 0,510 (26 %)	0,706 (50 %)	0,669 (45 %)
		<b>PS</b> 0,615 (38 %)	0,559 (31 %)	0,624 (39 %)
<b>3</b>	<b>odprta vprašanja in utemeljitve</b>	<b>ES</b> 0,554 (31 %)	0,736 (54 %)	0,622 (39 %)
		<b>PS</b> 0,626 (39 %)	0,603 (36 %)	0,553 (31 %)
<b>4</b>	<b>vprašanja povezovanja organizmov z okoljem</b>	<b>ES</b> 0,764 (58 %)	0,625 (39 %)	0,673 (45 %)
		<b>PS</b> 0,769 (59 %)	0,586 (34 %)	0,652 (43 %)
<b>5</b>	<b>eksperimentalne naloge</b>	<b>ES</b> 0,403 (16 %)	0,688 (47 %)	0,626 (39 %)
		<b>PS</b> 0,401 (16 %)	0,562 (32 %)	0,647 (42 %)
<b>6</b>	<b>naloge z grafi</b>	<b>ES</b> 0,606 (37 %)	0,628 (39 %)	0,703 (49 %)
		<b>PS</b> 0,632 (40 %)	0,595 (35 %)	0,673 (54 %)

**Legenda:**  $r(x)$  – je Pearsonov koeficient soodnosnosti, **N** – število učencev, za katere so bili znani podatki o zaključeni oceni. Vsi rezultati Pearsonovega testa so na ravni  $p < 0,01$ . Navedenim koeficientom soodnosnosti je v oklepaju pripisan tudi kvadrat vrednosti ( $r^2$ ), izražen v odstotkih, ki je po velikosti enak odstotku variacije prve spremenljivke, ki je povezana z variacijo druge spremenljivke. Vrednost pomeni odstotek skupne variabilnosti.

Vprašanja z geografskimi vsebinami: P1, P3, RS1.

Vprašanja povezana z dolgotrajnimi poskusi: P12, P13, RS5, RS9.

Vprašanja povezana z nepristranskim poskusom, zasnovu poskusa: P16, RS5, RS7, RS8.

Vprašanja povezav organizmov in okolja na predpreizkusu: P4, P6, P7, P9, P11, P15

Vprašanja povezav organizmov in okolja na preizkusih: RS2.1, RS6.2, RS6.3, RS6.5, RS12.2, RS12.5, RS12.8, RS12.9, RS12.13.

## Razpredelnica 22: Statistična soodnosnost nalog in dosežka na preizkusu in popreizkusu.

Primerjava soodnosnosti med eksperimentalno in primerjalno skupino pokaže zanimiv trend pri obravnavi dolgotrajnih poskusov. Pri učencih eksperimentalne skupine se po izvajanju modela povezave med nalogami, ki obravnavajo dolgotrajne poskuse, in skupnim dosežkom na preizkusih močno povečajo. Glede na primerjavo primerjalne in eksperimentalne skupine je mogoče ugotoviti, da izvajanje dolgotrajnih poskusov pomembno vpliva na razločevanje med boljšimi in slabšimi učenci. Pri analizi teh nalog posebnih statistično pomembnih razlik med skupinama ni bilo mogoče določiti, se pa pri učencih eksperimentalne skupine kaže močnejša soodnosnost v povezavi teh vprašanj s skupnim rezultatom na preizkusu in popreizkusu. Zelo podoben trend je tudi pri skupini vprašanj, ki so

vključevala utemeljitve k vprašanju in odprte odgovore. Učenci eksperimentalne skupine so pogosteje odgovarjali na odprta vprašanja in utemeljevali odgovore kot učenci primerjalne skupine. Učenci so bili pri izvajanju sklopov modela prisiljeni na vprašanja učiteljev utemeljevati svoje razmišljanje, kar se odraža tudi na preizkusih. Učenci primerjalne skupine med merjenji ostanejo na približno enaki ravni, učenci eksperimentalne pa izstopajo na preizkusu (R), ko je njihov način dela še močno povezan z modelom poučevanja. Pri popreizkusu se trend že obrne, saj se učitelji po treh mesecih vrnejo na običajni način dela v razredu. Pogosto zastavljanje vprašanj »zakaj« in predvsem zahtevanje odgovora v celem stavku pomembno vpliva na rezultate.

S tem je mogoče *potrditi hipotezo H5*: učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci primerjalne skupine dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju nalog, ki vključujejo razumevanje in izvajanje dolgotrajnih poskusov na preizkusu in na po popreizkusu naravoslovnega znanja.

Enako je mogoče tolmačiti tudi rezultat pri obravnavi vprašanj o povezanosti organizmov z okoljem. Če sta bili skupini na predpreizkusu izenačeni na močno statistično pomembni ravni, je na preizkusu razlika med skupinama izrazitejša. Višina vrednosti Pearsonovega koeficienta odraža tudi različna uravnoteženost nalog, zato je na predpreizkusu soodnosnost tako visoka.

S tem je mogoče *potrditi hipotezo H3*: učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri odgovarjanju na vprašanja preizkusa in popreizkusa o vsebinah povezovanja organizmov z okoljskimi dejavniki.

## 4 Pregled analize intervjujev in anket

Pri analizi intervjujev in anket je poudarek predvsem na ugotovitvah, ki kažejo, kako ravnatelji vidijo in rešujejo težave učiteljev pri pouku, njihov vidik pa je povezan z mnenjem učiteljev in z mnenji učencev. Nekatere značilnosti izvajanja modela poučevanja so opisane podrobno že v poglavju rezultatov in interpretacije »Izvedba raziskave« ([Poglavje IV.2](#)), zato so v tem delu le povzete.

Kako učenci dojemajo predmet Naravoslovje, je mogoče razbrati iz njihovih odgovorov na vprašanja o ocenjevanju njihovega znanja. Učencu, ki vsebine zna in razume ter nima drugih posebnih učnih potreb, ni pomemben način ocenjevanja, da dobi dobro oceno. Učenci, ki so raje vprašani, pogosto pričakujejo pomoč učitelja s podvprašanji, učenci, ki opredelijo pisno zbiranje ocen kot njim najustreznejše, pa potrebujejo čas za razmislek o vprašanju. Učitelji referate in druge izdelke le redko ocenjujejo s pomočjo vnaprej pripravljenih lestvic preverjanja in ocenjevanja znanja z merili in opisi (rubrike za ocenjevanje). Izkaže se, da so ti izdelki pogosto ocenjeni zgolj po videzu izdelka, ustreznosti in pravilnosti vsebine, sicer pa izdelava, zgradba pisnega izdelka, obseg, usklajenost naslova in vsebine in drugo niso del ocenjevalne lestvice. Priprava referatov, drugih pisnih izdelkov in predstavitev je zaradi prostosti pri izdelavi med učenci priljubljena oblika dela. Redki učitelji razmišljajo tudi o ocenjevanju praktičnega dela.

Drugi vidik učenčeve ocene pa imajo učitelji. Čeprav povedo, da je ustno ocenjevanje časovno zahtevno, na ta način radi pridobivajo ocene, ker lahko učenca podrobno izprašajo. Med opazovanjem ur pouka, pri katerih so učitelji tudi zbirali ocene, se izkaže, da so njihova vprašanja predvsem

faktografska, zato podvprašanj skoraj ni mogoče postaviti, hkrati pa učencem močno pomagajo pri odgovorih. Učenci priznajo, da se učijo šele tik pred tem, ko vedo, da bodo vprašani, čeprav jim učitelji spraševanje in pisno preverjanje znanja napovedo vsaj teden dni prej. Nezahtevnost vprašanj pogosto odraža tudi raven znanja, ki ga učitelji od učencev pričakujejo.

Učenci, ki so sodelovali v raziskavi, so mnenja, da najboljše ocene dobijo pri ustnem ocenjevanju (61,7 %) in pri referatih (47,9 %), precej manjši delež pa jih je mnenja, da najboljše ocene dobijo pri pisnem ocenjevanju (24,1 %). Oceno za sodelovanje pri pouku navaja 21,0 % učencev. Pri analizi intervjujev so učenci vseh šol povedali, da vedo, kaj morajo znati pri naravoslovju, oziroma kako dobiti dobro oceno. Ker učenci vedo, kaj in kdaj morajo znati, se temu primerno učijo. Večina učencev je na intervjuju navajala, da *»odprem zvezek, se vse naučim, potem pa zaprem in ponovim«, »si to v en zvezek zapišem, potem pa prepisujem«* ali pa *»se vsaj eno uro učim, potem pa me mami vpraša«*. Le redki navajajo, da se učijo tako, da tudi doma izvedejo kakšen poskus, nekaj učencev pa je navedlo, da se marsikaj naučijo tako, da gledajo dokumentarne filme. Učenci se najpogosteje učijo iz učbenika in zvezkov. Učijo se na pamet, saj pri naravoslovju pri ustnem ocenjevanju *»dobre ocene ni težko dobiti, če se učiš«*. Pomembno je tudi, da je nekaj učencev odkrito povedalo, da se učijo le dan ali dva pred pisanjem preizkusa, in se zavedajo, da bodo slabše ocenjeni, kot bi bili, če bi se zares učili.

Učenci jasneje izrazijo mnenje o učenju matematike, slovenščine in angleščine, ker se vsem učencem zdijo ti predmeti najtežji, pri njih pa navajajo tudi največ dela. Učencem se naloge pri naravoslovju ne zdijo pomembne, ker jih je v primerjavi z omenjenimi predmeti zanemarljivo malo. Učitelji so v vseh, razen enem primeru, ('eaped') povedali, da vsebine pogosto ne pregledujejo natančno in je tudi strogo ne zahtevajo. Naravoslovne vsebine se je po mnenju učencev lažje naučiti, ker je manj snovi in ni treba toliko razmišljati. Pri naravoslovju je dobra ocena nad štiri, to pa je tudi ocena, ki jo je po mnenju učencev mogoče doseči z ne preveč dela. Za odlično oceno se je treba tudi potruditi, vendar neprimerno manj kot pri treh najzahtevnejših predmetih.

Glede na dejavnosti, ki jih izvajajo pri pouku, učitelji učencem opredelijo tudi vprašanja, ki jih bodo postavili med spraševanjem, oziroma se bodo pojavila na preizkusu znanja. Učenci vedo, kaj morajo znati, in ločijo med lažjimi in težjimi vprašanji. Učenci na šoli 'eelav' in 'eokon' so med intervjujem govorili o težkih vprašanjih. Pri primerjavi vprašanj (1), pri katerih bi učitelj zahteval, da prepoznajo pet drevesnih vrst po listih, in (2) kako ugotoviti, koliko jabolk raste na drevesu, so se strinjali, da je drugo vprašanje težje, saj se ga ne moraš kar naučiti, *»ampak moraš najprej nekaj narediti, izmeriti«*. Učenci ločijo zahtevnost vprašanj podobno kot učitelj, ki vprašanja opredeli na enak način, razlika pa je, da učenci verjamejo tudi, *»da se je na pamet vse te rastline težko naučiti«,* in to *»je težje, kot nekaj narediti«*. Zahtevnost vprašanja pri učencih ni povezana z zahtevnostjo naloge, da dejavnost opravijo in odgovorijo na vprašanja, ampak s količino podatkov (ali po njihovi strani zvezka ali učbenika), ki se jih morajo naučiti, da bodo lahko prepoznali pet različnih listov dreves.

Učenci ločijo ure naravoslovja na *»navadne«, »ure, kjer delamo z živalmi«,* in *»tiste, pri katerih delamo poskuse«*. Podobne kategorije navajajo učenci vseh šol, pri tem pa se razlikujejo po tem, kateri kategoriji dajo prednost. Učenci, kjer eksperimente pri pouku izvajajo pogosto ('eivts'), poudarjajo kot najpomembnejše ure, pri katerih delajo z živalmi, učenci na šolah, kjer eksperimente izvajajo redkeje ('eamsm'), pa kot najpomembnejše izpostavljajo prav te ure. V tretjo kategorijo navadnih ur sodijo tiste,

pri katerih ni ne eksperimenta ne dela z živalmi. Na vprašanje, kaj delajo pri »*navadnih*« urah, učenci povedo, da se pogovarjajo in si zapisujejo v zvezek, na vprašanje, o čem se pogovarjajo, pa navedejo splošno vsebino, npr. »*o morju, o gozdu*«. Učenci tudi povedo, da učitelji (npr. na šoli '*eaped*') vsebine izvajajo tako, da »*smo prej bolj izvajali poskuse, zdaj pa delamo bolj z živalmi*«. Učenci vseh šol so povedali, da so jim bile dejavnosti, ki so jih izvajali v sklopu modela poučevanja, zanimive in vsi so navedli tudi, da je bilo delo, sploh v drugem eksperimentalnem delu, precej drugačno od običajnega. Najpomembnejše jim je, da je pouk vedno drugačen, da se dejavnosti ne prenehajo spreminjati in »*da nam je zanimivo*«, čeprav tega podrobno ne opredelijo. Zanimivo mnenje o pouku izrazi učenka na šoli '*eamsm*'. Pove, da bi bilo odlično, če bi »*bil pouk tak, kot je bil preizkus, ki smo ga pisali*« [Govori o predpreizkusu, preizkusu in popreizkusu.]. Po njenem mnenju so bila vprašanja »*taka, da je bilo treba misliti in ne samo nekaj vedeti. Tako, kot ste rekli na zadnji uri* [Op.: govori raziskovalcu.]. *Tudi drugi učitelji radi to rečejo, vendar se potem samo poskušam spomniti neke stvari iz zvezka. Pri tem preizkusu pa sta bila knjiga, pa tudi zvezek čisto brez veze*«. Učenka je večkrat izrazila navdušenje nad miselnimi izzivi, ki jih je našla v preizkusu, prav tako pa je s sodelovanjem izstopala pri urah modela poučevanja. Predvsem ji je bilo všeč, da je imela priložnost o vsebini razmišljati, saj »*običajno pri pouku tega ni*«. Pri tem pa je pomembno, da enake mere navdušenosti ni kazala nad izvajanjem posameznih sklopov modela, saj jo je pogosto motilo »*vzdušje v razredu, ker nekateri bi radi delali, drugi pa ne, pa tudi zanimivo ni bilo tako zelo*«.

Učencem se zdi najzanimivejše, kadar se učijo o živalih in rastlinah po svetu, »*ker bolje poznamo živali v Sloveniji, drugod pa bolj slabo*«. Le v dveh primerih učenca navedeta, da ju bolj zanimajo živali pri nas, saj »*je veliko takih, ki jih še ne poznamo*« ('*eokon*'), ena skupina učencev pa se je strinjala, da »*so zanimive živali tako pri nas kot drugod*« ('*eaped*'). Učenci gledajo dokumentarne oddaje, ki pogosto obravnavajo živali, ki jih je pri nas mogoče videti le v živalskem vrtu. Živali po svetu so »*bolj zanimive, saj v Sloveniji nimamo ravno pestre živalske skupnosti*« ('*eamsm*'). Z besedno zvezo »*delo z živalmi*« učenci opredelijo delo z živim materialom, čeprav se to izvaja redkeje, delo s preparati, kamor uvrščajo tako mikroskopiranje, npr. delo s školjkami, polžji hišicami, kostmi, levki ipd., tretja skupina pa je delo s slikovnim gradivom. Med učenci je najpogostejši odgovor, da radi delajo z živalmi, ker spoznajo, kako živijo, s čim se prehranjujejo in kakšne so njihove značilnosti. Pri tem jih ne moti, da se morajo te podatke tudi naučiti. Tudi mikroskopiranje učenci navajajo pogosto kot priljubljeno dejavnost, zakaj jim je priljubljena, pa je strnila učenka v misel, da »*vidiš to, česar v bistvu ne vidiš*«.

Učenci sedmih razredov, ki so sodelovali pri raziskavi [N = 192], imajo naravoslovje radi. Na anketno vprašanje, ali bi si želeli več ali manj naravoslovja, učenci odgovorijo, da več v 39,7 %, pri tem pa nekateri pogojujejo svoj odgovor tudi z zahtevami, da bi bilo več poskusov, več dela z živalmi, zanimivejše in brez spraševanja ter ocenjevanja. Skoraj polovica ali 45,9 % učencev verjame, da je naravoslovja v trenutni obliki dovolj, 12,0 % učencem pa se zdi, da ga je že sedaj preveč. Pri tem je pomembno, da to niso izključno učenci, ki imajo pri naravoslovju slabe ocene. Med odgovori na to vprašanje in skupnim dosežkom na preizkusu oziroma na oceni predmeta naravoslovja ni zaznati nobenih povezav.

Če je učencem ključno pestro in različno delo pri pouku, ki vključuje tudi delo z živalmi in eksperimentiranje, pa so mnenja učiteljev deljena. Tisti, ki pogosto izvajajo poskuse, navajajo, da bi jih še pogosteje, če bi imeli neposredno pomoč laboranta ali drugega učitelja in bi hkrati vedeli, da je



učinek izvedenih poskusov znaten, saj jih imajo učenci radi. Največ časa jim vzame priprava poskusov in preizkušanje novih. Tisti, ki poskuse izvajajo redko, pa so mnenja, da je lahko manj eksperimentalnega dela v tem primeru tudi dobro, ker se učenci tudi tega naveličajo. Poskusi so sicer zaželeni, vendar pa *»poskusi so jim seveda všeč, ampak to se zelo hitro [izgubi], tiste tri, petnajst minut, eno uro, potem pa ne bi več kaj dosti eksperimentirali. Razen seveda, če bi lahko vedno delali veliko teh poskusov sami, to bi moralo biti, potem pa ja. Najboljše bi bilo, da bi poskuse delali med poukom, ampak če jaz to delam, izgubim celo uro, izgubim dve uri. Jaz moram pa spraševati, iti s snovjo naprej, preveriti znanje in še poskuse izvesti praktično. Bilo bi odlično, če bi to naredili pri drugih predmetih« ('aah').*

Učenci res povedo, da jim je včasih praktičnega dela dovolj in bi raje kaj manj obremenjujočega, vendar pa je iz odgovorov mogoče ugotoviti, da to velja za tiste dejavnosti, ki so brez *»učinka«*. Primer take dejavnosti je recimo razvrščanje listov po značilnostih, razvrščanje živali v skupine, iskanje podatkov v literaturi ipd. To so dejavnosti, pri katerih učenci ne vidijo bistva in ne učinka, hkrati pa verjamejo, da učitelji pričakujejo, da bodo to tudi znali. Učenka na šoli 'eamsm' in učenec na šoli 'eaped' sta trdila, da so si morali zapomniti 20 vrst dreves po lubju in listih, učitelj pa je to znanje tudi ocenjeval. Učitelja sta dejavnost potrdila, sta pa povedala, da sta med spraševanjem zahtevala le nekaj najpogostejših vrst, ki rastejo v okolici, da, kot se izrazi učitelj 'eaped', *»učenci ne bodo hodili okoli, kot da imajo plašnice neprestano na glavi, ampak bodo včasih tudi pogledali levo in desno po poti v šolo in nazaj«*.

Pomemben vidik učiteljevega dela je sodelovanje. Učitelji so bili nad vprašanji, ali sodelujejo z drugimi učitelji na šoli, pogosto presenečeni, da pri tem sodelovanje ni omejeno samo na učitelje naravoslovnih predmetov, ampak na vse učitelje kolektiva. Učitelj tehnike na šoli 'aah' sodeluje z matematiki, ni pa razmišljal o sodelovanju z geografom in naravoslovcem, ker ne vidi povezave in ker z njune strani do sedaj ni bilo pobude. Enakega mnenja je bil učitelj geografije na isti šoli, ki pravi, da z učiteljem biologije zelo sodeluje, vendar pa je sodelovanje omejeno na časovno razporejanje vsebin in ne toliko na medpredmetno povezovanje. *»Na naši šoli, ker sva z učiteljem naravoslovja v stiku, do določene mere zelo v redu sodelujeva, čeprav jaz njihovega programa ne poznam. Tisto neko splošno znanje, ki ga vseeno imam, pa vem, da imajo to pri biologiji in ga vprašam.«* Zanimivo je, da po njegovem mnenju vsebine geografije kot predmeta niso povezane z naravoslovjem, so pa z biologijo. Učitelj npr. dejavnosti, pri katerih bi nekaj merili, prepušča matematiki in fiziki, pri biologiji in naravoslovju pa za to ni potrebe. Pri geografiji si za naloge učenci izmišljujejo podatke, kar ima po njegovem ob tem, da morajo narediti npr. izmišljen klimogram, še pomembno dodatno ozadje, tj., da si morajo učenci tudi ustrezno izmisliti podatke, ki so v skladu s klimogramom za izbrano področje. Na vprašanje, kaj bi učenci v sedmem razredu morali znati, pa pove med drugim tudi, da morajo poznati *»morje, vpliv morja, obvezno. Kakšna je razlika, če nekdo ob morju živi ali pa v notranjosti. Da znajo predvsem iz tega sklepati, kaj mislite, s čim se ljudje tam ukvarjajo, poznati morajo seveda podnebje in prsti«*. Učitelj pri tem navede, da ne ve, da je morje osrednja vsebina pri predmetu Naravoslovje ('aah'). Učitelji, ki so izvajali model ('eivts', 'eoguz', 'eevrd', 'eaped' in 'eokon'), navajajo sodelovanje, vendar pri tem omenijo enega ali dva učitelja naravoslovnih predmetov, če ne kar drugega učitelja naravoslovja, če je ta na šoli.



Izvajanje različnih oblik dela pri pouku so pomembne lastnosti posameznega učitelja. Ravnatelji so do dela učiteljev, čeprav trdijo, da delajo dobro, precej kritični, saj učitelji v večini neradi spreminjajo svoj način dela. To so tako ali drugače potrdili vsi ravnatelji. Ravnatelj na šoli 'eamsm' je mnenja, da »učitelji niso zagreti za vpeljevanje novosti in se enostavno izogibajo dodatnega dela in izobraževanja, saj kar ni zahtevano, ni interesantno«. Občutna je, kot pravi, razlika med mladimi in starimi učitelji, glavni problem pa niso učitelji, ampak nezainteresiranost, da se reši nedorečenost tega področja. Obvezno izobraževanje vidi kot prednost, saj naj bi bil to edini način, kako povečati udeležbo učiteljev. Manjka vsebinski nadzor nad delom in sumi, da bo v naslednjem desetletju na tem področju še več težav, saj se poudarja birokratski nadzor nad delom. To je, kot zaključijo, tudi vzrok za slabše sodelovanje učiteljev pri dodatnem izobraževanju. Birokratiziranje šolstva so poudarili vsi ravnatelji, so pa drugi odločitev za lastno izobraževanje prepuščali učiteljem, saj so po njihovem mnenju strokovnjaki na svojem področju.

Nekateri ravnatelji (šola 'eamsm' in 'eelav') so mnenja, da je prav dejavnost učitelja ključna za dejavnost učencev in s tem za kakovost njihovega dela. »Kakšni kadri se bodo morali spremeniti. Nekateri morda zaradi težav, nekateri pa zaradi pristopa, ker so sami zase lahko odlični učitelji, niso pa odlični za skupnost kot učitelji, ker so preveč zaverovani vase ... Kar se učitelj nauči v prvih letih dela na šoli, tako dela naprej.« Ker se učitelji manj dodatno izobražujejo, je njihov učinek z leti manjši in ne večji, kot poudarijo ravnatelji štirih šol. Kljub kritičnosti pa se izkaže, da tudi ravnatelji ne spremljajo dela učiteljev. Na vseh šolah eksperimentalne skupine, kjer je potekala raziskava, so ravnatelji pri delu spremljali le mlajše učitelje, starejših pa ne ali pa le občasno in predvsem pri birokratskem delu dela v šoli, torej pripravi ustreznih priprav. Na šoli 'eaped' ravnatelj pove, da spremlja predvsem pouk učiteljev začetnikov in je v zadnjem letu temu namenil okoli 60 ur, pri tem pa je opazoval delo dveh učiteljev. Spremljal bi tudi druge učitelje, vendar ob drugem ravnateljskem delu in spremljanju učiteljev začetnikov, zanje ne preostane veliko časa. Se pa z učitelji vedno pogovori, takoj ko nastopijo težave. Ravnatelji šol 'eamsm', 'eelav' in 'eoguz' so mnenja, da vsakemu učitelju posvetijo kar nekaj ur na leto, vendar pa se redkeje dotikajo vsebinskih vprašanj o pouku, saj so vedno najbolj pereči problemi starši, nadomeščanja in raziskovalno delo, ki ga predvsem učitelji naravoslovnih predmetov pogosto vključujejo v pouk za najboljše učence.

Vsi ravnatelji potrdijo, da imajo učitelji težave s spremljanjem navodil, ki jih izdaja vodstvo šole, saj so to vedno dodatne zadalžitve, ki se jim učitelji radi izognejo. Ravnatelji, ki prisegajo na red, povedo, da se učitelji sicer upirajo, vendar pa upor nima učinka in se na koncu navodila vedno izpolnijo. Drugi ('eaped') prisegajo na bolj zmeren pristop, saj »če hočemo izvajati kakovosten pouk, če hočemo delovati kot šola, potem smo dolžni upoštevati navodila, se pa usklajujemo in pogovarjamo. Pri tem direktive niso uspešne, vse je v pogovoru in kompromisu. To je bistvo«. Ravnatelj šole 'eoguz' povzame, da »včasih pravim, da so učitelji tako kot otroci. Kar jim je všeč, slišijo, kar jim pa ni, pa ne. Tako, da moramo velikokrat določene stvari ponoviti«. Naloge, ki so učiteljem odveč, so vedno naloge, ki niso povezane neposredno z njihovim delom, kot poučevanje pojmujejo sami, ampak vključujejo drugo delo na šoli, pogosto pa ni povezano s poukom.

Poseben odnos imajo učitelji do dodatnega izobraževanja. Učitelji to vrsto dodatnega dela gledajo praktično in iščejo predvsem korist, ki je pomembna njim samim, ali pa predmetu, ki ga poučujejo.

Seminarji in predavanja, ki neposredno ne prinašajo koristi, jih zanimajo le v manjši meri. Kot obliko dodatnega izobraževanja učitelji navajajo tudi sodelovanje pri raziskavah, vendar pa so le redko ('eivts' in 'eaped') oni pobudniki oziroma se raziskovanja lotijo sami.

Na vprašanje o časovnih zahtevah za dodatno izobraževanje ravnatelji povedo, da si res želijo imeti možnost, učiteljem omogočiti vsako izobraževanje, ki si ga zaželi, vendar pa so na prvem mestu finančne omejitve, na drugem pa kadrovske zahteve, saj je izvajanje izobraževanj običajno med tednom, pomembna pa je tudi oddaljenost kraja, kjer poteka izobraževanje. Pomemben je tudi vidik nadomeščanja. Učitelja zamenja drug učitelj, ki je trenutno prost. Če naj ta čas ne bo izgubljen, mora nadomestni učitelj poučevati isti predmet, sicer je treba učno uro nadomestiti.

Največ težav ravnatelji zaznajo pri sodelovanju med učitelji, ker se učitelji razvrščajo v skupine pogosto po osebnem znanstvu in ne po strokovni povezanosti. Ravnatelj šole 'eevrd' pove, da so pred leti pogosto učitelji podobnih strok spremljali pouk drugih učiteljev, kar se mu je zdelo odlično, *»učitelji pa so se med seboj tudi veliko pogovarjali in nastajale so dobre ideje, ko so jih potem poskusili razviti v projektno delo z učenci«*.

Sodelovanje ravnatelji in učitelji povezujejo tudi z obremenjenostjo učitelja v razredu. Če so ravnatelji mnenja, *»da smo v službi zato, da delamo«* in da *»to spada v delovno obveznost učitelja«*, pa učitelji sodelovanje, do katerega ne pride spontano, povezujejo z veliko količino dela, od katerega ne pričakujejo učinka. Ravnatelji sicer izpostavljajo na primer pestro sodelovanje, ki je bilo prisotno pri uvajanju devetletke ali pa pri različnih predmetnih tekmovanjih na državni ravni. Ravnatelj 'eoguz' pove, da se mu zdi, *»da je z uvedbo devetletke tega sodelovanja več, se pravi, da se dogaja od prvega razreda naprej, da se dela skupno, se pravi, prvi razred, drugi, tretji po triadah, potem pa na predmetni ravni. Se mi zdi, da je bilo včasih tega medsebojnega hospitiranja, nastopov za kolege nekoliko več kot sedaj. Mogoče pa je res, da je z uvedbo devetletke in diferenciacijo pouka prišlo tudi do tega, da imamo težave s prevozi, ker učijo učitelji na centralni šoli in na podružnicah. Kar pa se tiče samega strokovnega kolektiva kemija, biologija, naravoslovje in pa gospodinjstvo, v katerega je vključena tudi laborantka, mislim, da je tu dogovarjanja dosti več. Sami strokovni aktivni za sebe, ja, vmes nam pa malo zmanjkuje«*.

## **V. Sinteza rezultatov z razpravo**



Skupni pregled rezultatov raziskave je mogoče povzeti v nekaj točkah. Osnovni namen doktorske disertacije je ugotoviti težave, s katerimi se srečujejo učitelji pri prenosu modela poučevanja v prakso, ugotoviti težave z uvajanjem medpredmetnega povezovanja vsebin pri predmetu Naravoslovje, opredeliti značilnosti pojmovne in vsebinske obravnave naravoslovnih vsebin modela, določiti razumevanje naravoslovnih vsebin učencev sedmega razreda in njihovega odnosa do predmeta ter ugotoviti, ali pripravljen model poučevanja vpliva na znanje in razumevanje ter trajnost znanja naravoslovnih vsebin.

### **(1) Prenos pripravljenega modela poučevanja v prakso**

Pri poučevanju naravoslovnih vsebin opredelimo znanje in vsebine, ki jih želim podati in jih nato tako prilagoditi stopnji poučevanja, da jih bodo učitelji lahko izvajali (Taber, 2008)<sup>231</sup>. Ta pristop je bil upoštevan pri zasnovi modela. Vsebinske sklope v okviru modela so učitelji prilagodili svojemu načinu dela v razredu. V sklopih so bili podani cilji, ključne dejavnosti in zaporedje njihovega izvajanja, primeri vprašanj, dodatni podatki o vsebini in navodila. Učitelji so izbrali oblike dela, priredili navodila učencem in pripravili ustrezno delovno okolje za izvajanje vsebin. Kot navaja Taber (2008)<sup>231</sup>, proces oblikovanja vsebin za delo v razredu opredeljujeta dva vidika: (1) namensko poenostavljanje vsebin za delo v razredu in (2) nenamensko pretirano poenostavljanje vsebine in poenostavljanje opredelitve pojmov.

Pri izvajanju modela se je kot pomembno pokazalo, da učitelji niso usmerjeni v pojmovno opredeljevanje, z učenci pojmov ne poskusijo razvrščati v ustrezno pojmovno mrežo in pogosto dovolijo, da učenci uporabljajo strokovno napačen, laično opredeljen pojem (led se topi – prav led se tali, zamenjujejo pojma temperatura in toplota ipd.). Izkazalo se je, da so učitelji, ki so sicer vajeni vodenega dela, dosledno usmerjeni v izvajanje dejavnosti, ki jih model zahteva. Učitelji poudarjajo pomen podajanja zaključkov dejavnosti in ugotovitev poskusa, ne poudarjajo pa korakov oziroma postopka, ki je privedel do sklepa, čeprav je ta pomemben za razumevanje in pogosto tudi najdalgotrajnejši del dejavnosti ali naloge. Postopek je prvi korak, ki preko izkušnje omogoči refleksijo eksperimentalnega dela. Taber navaja, da tudi razumevanje korakov izvajanja poskusa vpliva na miselne predstave učencev o naravi in dejavnostih okolja. Pomembno je upoštevati učenca in ne le končnega znanja, ki ga vsebina določa. Učenec več časa porabi za izvajanje dejavnosti kot za opredelitev zaključnih ugotovitev, zato je refleksija o daljšem delu naloge lahko pomembnejša od končne ugotovitve. Pomembna je podrobna opredelitev vsebin in njenega podajanja, da v čim večji meri omogočimo oblikovanje učenčevega lastnega znanja (Taber, 2010)<sup>232</sup>.

Čeprav je iz analize rezultatov mogoče sklepati, da je pomembnejši del priprave modela na osnovi predloga temeljil na akcijskem delu, je pomemben del raziskave tudi uvajanje modela v prakso. Raziskave o uvajanju novosti v pouk kažejo, da učitelji večinoma ne sprejemajo novosti in jih ne uvajajo v pouk naravoslovja, če to ni zahtevano (Lemke, 1990; Tobin, 1998; Arora, Kean in Anthony, 2000)<sup>140,158,157</sup> in če ni ustreznega nadzora strokovnjakov, ki opozarjajo na probleme. Ob opozorilih pa je pomembna vloga strokovnjakov tudi pomoč pri razreševanju teh težav (Chin in Brewer, 1998; Keys in Kenedy, 1999; Back, Czerniak in Lumpe, 2000)<sup>159,160,161</sup>. Učitelji, ki so sodelovali pri uvajanju modela, so se za to odločili prostovoljno, a so nekateri potrdili, da je bilo v začetku delo strokovno in časovno zahtevno ter so večkrat razmišljali o prekinitvi sodelovanja. Problem vpeljevanja modela je bil predvsem v tem, da je večina učiteljev izkušenih, z večletno prakso in so težje sprejemali zahtevani način dela in

sosledje vsebin. Čeprav so imeli možnost vsebine prilagoditi svojemu načinu dela, to ni bilo dovolj, v kolikor so imeli težave z razumevanjem sosledja vsebin in natančnega pojmovnega opredeljevanja. Učitelji so bili razpeti med vlogi izkušenega učitelja in učitelja, ki je pod nadzorom raziskovalcev. Podobno kot pri nekaterih raziskavah (Black, 2004)<sup>154</sup> se je tudi v okviru raziskave pokazalo, da so bili ustrezno pripravljene za vodenje pouka po modelu, pogosto pa so bili slabo odzivni zaradi zahtevanega načina dela.

Hitrost prilagajanja na novosti pa je, kot kažejo raziskave, odvisna od dodatnega izobraževanja in sodelovanja s strokovnjaki (Skamp in Muller, 2001)<sup>155</sup>. Vsebinsko znanje učiteljev mora vključevati strokovno in pedagoško znanje za ustrezno profesionalno učenje (van Driel, Verloop in de Vos, 1998; Smith, 2000; Spalding idr., 2001)<sup>233,234,235</sup>. Kako pomembno se učenje kaže na kakovost dela v razredu, kažejo mnoge raziskave (Borko, 2004; Davis in Krajcik, 2005; Panayiotis, Kyriakides in Creemers, 2011; Niemi, 2011)<sup>236,237,238,239</sup> in pri tem poudarjajo učinek, ki ga je mogoče zaznati v kakovosti znanja učencev. Pri prenosu modela v šolsko prakso je imel veliko težav učitelj začetnik, čeprav bi pričakovali, da bo prav on tisti, ki bo najlažje sprejemal drugačen pristop k poučevanju in delu v razredu. Izkušnost drugih učiteljev se kaže tudi v prilagodljivosti, saj se učitelj z večletno prakso lažje posveti spremembam, sicer pa z delom v razredu nima težav. Najmanj težav z vpeljevanjem modela je bilo zaznati pri učiteljih z večletno prakso, ki tudi sicer pogosto sodelujejo s strokovnjaki in so vajeni pogostega spreminjanja dela v razredu. Ključ do celostnega profesionalnega učenja je dodatno predmetno vsebinsko izobraževanje in izobraževanje na področju didaktično-psihološko-pedagoških vidikov poučevanja in učenja, izmenjava izkušenj med učitelji in med učitelji in raziskovalci, izpopolnjevanje strokovnih vsebin, obravnava vsebinsko različnih strokovnih področij in vplivov delovnega okolja (Webster - Wright, 2009; Juriševič, 2010)<sup>240,241</sup>.

Ugotovitve mednarodne raziskave TALIS so pokazale, da se v kategoriji deleža slovenskih učiteljev, ki so se v 18-ih mesecih pred izvedbo raziskave udeležili strokovnega izpopolnjevanja, s 96,9 % uvrstila na visoko drugo mesto, takoj za Španijo, kjer so se v enakem časovnem obdobju v okviru različnih oblik strokovno izpopolnjevali prav vsi učitelji sodelujočih šol. Vendar pa so se v povprečju slovenski učitelji udeležili le 5,2 dni obveznega strokovnega izpopolnjevanja, kar je krepko pod povprečjem (8,9 dni) (največ Mehika s 24,6 dnevi izpopolnjevanja) (Sardoč idr., 2008: 71–74)<sup>242</sup>. Med slovenskimi učitelji, ki so sodelovali v raziskavi TALIS, je najpogostejša oblika strokovnega izpopolnjevanja neformalne narave (neformalni pogovori s sodelavci). Nizek je tudi delež učiteljev, ki so navedli, da tedensko na kakršen koli način sodelujejo z drugimi učitelji. Najpogosteje je to sodelovanje izmenjava učnega materiala s sodelavci (35 %) in udeleževanje na predmetnih aktivih (20 %). Redkeje je sodelovanje strokovno-pedagoške narave (hospitiranje v razredu, skupni projekti med razredi) (Sardoč idr., 2008: 117–119)<sup>242</sup>.

Učiteljeva lastna vključenost v dejavnosti profesionalnega učenja (še posebej v raziskovanje svojega dela s poudarkom na refleksiji dosežkov z učenci) je po raziskavi iskanja načinov izboljšanja učiteljeve dela (Thoonen idr., 2011)<sup>243</sup> najpomembnejši pokazatelj kakovosti učiteljeve poklicne prakse. Učiteljev občutek samozadostnosti je bistven dejavnik motiviranosti. Izsledki te raziskave presenetljivo poudarjajo tudi prednost eksperimentiranja in refleksije lastnega dela pred zgolj sledenju novostim in dodatnem izobraževanju, s tem da imajo učitelji, ki sledijo svojemu delu, tudi v večji meri izraženo željo po razvijanju strokovnega in poklicnega znanja. Prav refleksija lastnega dela je bila pri uvajanju modela močno poudarjena. Učitelji so morali po vsakem sklopu povzeti izvajanje pouka, napisati krajše poročilo

ali pa se pogovoriti z raziskovalcem. Pri tem so se pogosto izpostavile težave, ki so jih morali učitelji v nadaljevanju reševati. Te so bile včasih tudi take, da jih brez učiteljeve refleksije ne bi zaznali. Prednost pri raziskavi so imeli učitelji, ki so model izvajali v več razredih in so lahko težave prve izvedbe reševali pri drugi. Ti pogovori so pogosto kazali premalo ali še pogosteje preveč kritičnosti do izvajanja, nepopolno refleksijo dogodkov in pogosto strah pred strokovnimi napakami. Skleniti je mogoče, da učiteljev akcijski pristop v izvajanje pouka in refleksija (učinka) lastnega dela pomembno vplivata na kakovost dela v razredu.

## **(2) Uvajanje medpredmetnega povezovanja vsebin in sodelovanje med učitelji**

V okviru raziskave uvajanja modela se je izkazalo, da učitelji ne sodelujejo z drugimi učitelji tako pogosto, kot bi pričakovali. To velja tudi za učitelje sorodnih naravoslovnih ved. Še posebej je sodelovanje pomembno za preseganje »*enopredmetnosti*« (Spelt idr., 2009)<sup>244</sup> in pomembno vpliva na »*medpredmetnost razumevanja vsebin in razmišljanja o vsebinah*«. Bayer (2009)<sup>245</sup> v svoji raziskavi navaja rezultate, da učitelji na načelni ravni podpirajo sodelovanje z drugimi učitelji in so pripravljeni preizkušati nove pristope pri delu v razredu, a to razumejo na različne načine. Avtor navaja zanimivo razlikovanje dojemanja sodelovalnega in medpredmetnega pristopa k poučevanju, in sicer, da je medpredmetno povezovanje: (1) študij vsebin različnih ved, (2) študij vsebin s poudarkom na izkušnjah za učenje in (3) sočasna obravnava vsebine pri treh različnih predmetih (sodelovanje več učiteljev in en problem z več vidikov). V okviru evalvacijske študije Vpliv ocenjevanja znanja na kakovost znanja učencev in na njihov interes za naravoslovje (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup> je bilo ugotovljeno, da učitelji razumejo medpredmetno poučevanje drugače od strokovnjakov. Podobno je mogoče ugotoviti tudi pri izvajanju te raziskave. Učitelji, ki so sodelovali v raziskavi, menijo, da vsebine povezujejo medpredmetno, vendar pa to pogosto pomeni obravnavo fizikalnih in kemijskih vsebin med obravnavo bioloških vsebin na mestih, kjer jih je najenostavneje vključiti. Pogosto pomeni to ločeno obravnavo pojma z vidika posamezne vede in ne kot obravnavo določene vsebine tako, da se posamezne vede med seboj logično prepletajo in druga drugo podpirajo pri obravnavi posamezne vsebine.

Učitelji medpredmetne obravnave vsebin pogosto ne načrtujejo, ampak je ta v večini spontana (Štemberger, 2007)<sup>246</sup>. Pokazalo se je (Sicherl - Kafol, 2007)<sup>247</sup>, da 59,6 % učiteljev navaja, da vsebine medpredmetno povezuje pogosto oziroma zelo pogosto in da pogosto povezujejo učne cilje (46,7 % ) in učne vsebine (45,3 %). Pomembno je, da je polovica (53,3 %) učiteljev mnenja, da je za medpredmetno izvajanje vsebin ključna usposobljenost za medpredmetno povezovanje. T. Hodnik - Čadež (2007)<sup>248</sup> ugotavlja na osnovi več raziskav v okviru projekta partnerstva šol, da so učenci, ki so deležni medpredmetne obravnave vsebin, uspešnejši od vrstnikov. Spremembe v načinu izvajanja so načrtovane, učitelji pa so pozitivno sprejeli medpredmetni pristop in navajajo, da ga bodo tudi v prihodnje izvajali. Pri medpredmetnem povezovanju matematike in naravoslovja in tehnike (Bobnar, 2007)<sup>249</sup> se je povečala uspešnost pri reševanju nalog, ki so vključevala uporabna znanja. Učenci usvojeno znanje uspešneje uporabijo tudi pri drugih predmetih (Kalan in Mohorič, 2007; Lenček in Zorn, 2007)<sup>250,251</sup>, pri tem pa je uspešnost mogoče zaznati tudi pri slabših učencih. Podobno kažejo tudi nekatere tuje raziskave, pri tem pa poudarjajo tudi ohranjanje »*navdušenja*« nad delom in s tem povezanega povečanja sodelovanja med učenci (Bolak, Bialach in Duhnphy, 2005)<sup>252</sup>.

Pri naravoslovju v sedmem razredu je pomembno poudariti, da učitelji prednost pogosto pripisujejo biološkim vsebinam kot najpomembnejšim zgolj, ker so časovno najpogosteje opredeljene v učnem



načrtu za predmet Naravoslovje. Fizikalnim in kemijskim vsebinam sicer posvetijo zahtevan čas, vendar pa teh vsebin ne ponavljajo in jim posvečajo manj pozornosti. Pri obravnav bioloških vsebin je močno poudarjena obravnava organizmov.

Učitelji pogosto sodelujejo med seboj predvsem v okviru projektnega dela, pri katerem pa je sodelovanje pogojeno tudi z medosebnimi odnosi. Učitelji povedo, da v večini učnih načrtov, vsebin in dela pri drugih predmetih podrobno ne poznajo. Rezultati raziskave vpliva izvajanja medpredmetno povezanih vsebin na zanimanje za matematiko in naravoslovje (Michelsen in Sriraman, 2008)<sup>253</sup> kažejo pomemben učinek medpredmetno obravnavanih vsebin pri tistih učencih (študentih), ki so že v osnovi motivirani za naravoslovje. Taki učenci napredujejo v večji meri kot vrstniki, ki za naravoslovje ne kažejo zanimanja. Dodatno prispeva tudi vključevanje družbeno pomembnih problemov, kar lahko razširi sodelovanje med učitelji in strokovnjaki. Izbor vsebin se kaže kot ključen, izbiro pa v večini naredi učitelj. S tem postane učitelj pomemben soustvarjalec izvajanja vsebine in podpornik za ohranjanje zanimanja za izpostavljeno problemsko vsebino. Tudi Michelsen in Sriraman (2008)<sup>253</sup> ugotavljata, da učitelji različnih strok slabo poznajo učne načrte drugih predmetov in ne obravnavajo težav pri učenju v soodvisnosti in sodelovanju z drugimi učitelji, čeprav je povezava jasna (naravoslovni predmeti).

Pomemben učinek medpredmetnega povezovanja na učenje in razmišljanje kažejo tudi druge raziskave (Van Hecke idr., 2002)<sup>254</sup>. Učinek na razumevanje je mogoče povečati s spodbujanjem pristopov, ki prispevajo k povezanosti predmetov (Rutar - Ilc, 2010)<sup>255</sup>, pri tem pa mora biti v ospredju medpredmetnost in »*medkurikularne*« povezave, kjer dva ali več predmetov povezujejo skupni učni cilj. Prednost povezanosti predmetov kaže tudi analiza rezultatov raziskave TIMSS (Svetlik idr., 2008: 212)<sup>256</sup>. V državah, kjer naravoslovne vsebine poučujejo ločeno po predmetih, je v osmem razredu razlaga vsebin, ki se jo učijo, pogostejša pri vseh predmetih kot v državah, kjer poučujejo naravoslovje kot enovit predmet. To pomeni, da so dejavnosti načrtovanja poskusa ali raziskave ter eksperimentiranje in raziskovanje v manjših skupinah zastopane redkeje pri biologiji in vedah o Zemlji kot pri enovitem predmetu Naravoslovje (prav tam: 216)<sup>256</sup>. V osmem razredu imajo npr. slovenski učenci pri biologiji in fiziki manj priložnosti za eksperimentiranje in raziskovanje, kot je to v povprečju pri drugih državah, pri kemiji pa je to nad mednarodnim povprečjem. Deleži učencev, ki so deležni raziskovalnih dejavnosti, so v splošnem pod mednarodnim povprečjem (prav tam: 246)<sup>256</sup>.

Pri raziskavi se je izkazalo, da se učiteljem zdi »*medpredmetno povezovanje*« vsebin vsiljeno tudi, ker ni jasno, kako in pri katerih bioloških vsebinah naj bi fizikalne in kemijske pojme vključevali. To velja tudi za fizikalne in kemijske vsebine, izbrane v modelu, kjer je problem rešen tako, da učenci najprej obravnavajo fizikalne in kemijske vsebine in pojme, ki so neposredno povezani z dejavniki okolja. Obravnavani pojmi se pri nadaljnji obravnavi navezujejo na biološke vsebine, ki so problemsko podane ob raziskovalnem pristopu. Pristop obravnave naravoslovnih pojmov preko obravnave ekosistemov omogoča logično medpredmetno povezovanje (Odum, 1957; Cook, 1970; Knapp in D'Avanzo, 2010)<sup>257,258,259</sup> dejavnikov okolja in organizmov. Prepletenost povezav med pojmi na eni strani in analitično ter intuitivno razmišljanje učenca na drugi vplivajo na razumevanje naravoslovnih pojmov, kar je bolj pomembno kot količina naučenega znanja (Bruner, 1960, 1979)<sup>76,78</sup>. Spodbujanje dejavnega dela učencev pri pouku in raziskovalnega pristopa pomembno vpliva na znanje in razumevanje, na kritičnost razmišljanja in na poglobljeno dolgotrajno znanje (Klein, 1990; Papert in Harel, 1991; Michael, 2006)<sup>101,91,260</sup>.

Pri medpredmetnem delu pri pouku so učenci uspešnejši, natančnejši in imajo zaradi prepletene

obravnave vsebin manj napačnih razumevanj (Kirschner, Sweller in Clark, 2006)<sup>261</sup>.

V tej raziskavi je ugotovljen statistično pomemben učinek obravnave fizikalno-kemijskih vsebin, v prvih dveh sklopih modela poučevanja na znanje in razumevanje in da obravnava teh vsebin omogoči natančnejše opredeljevanje ekosistema. Na to kažejo dosežki učencev na preizkusu in popreizkusu. To velja predvsem za vprašanja, ki zahtevajo povezovanje organizmov z okoljem. Statistična analiza je potrdila *hipotezi H1 in H2*, da učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju preizkusa (R) in popreizkusa (S) naravoslovnega znanja ter *hipotezo H3*, da učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri odgovarjanju na vprašanja preizkusa in popreizkusa o vsebinah povezovanja organizmov z okoljskimi dejavniki. Iz podatkov je mogoče ugotoviti, da posamezne naloge statistično pomembnih razlik v večini ne kažejo, je pa pomemben zbirni seštevek točk vsake naloge in razlika v dosežkih učencev eksperimentalne in primerjalne skupine. Učenci eksperimentalne skupine so bili pri vseh, razen pri 3. nalogi, v povprečju uspešnejši pri reševanju. Razlika ni le pri nalogah, ki so pomembno povezane z modelom poučevanja, ampak je razlika pri vseh nalogah. K temu je pomembno prispevalo tudi izvajanje dolgotrajnih poskusov, katerih rezultati so podrobneje povzeti v naslednji točki.

### **(3) Dolgotrajni poskusi, eksperimentiranje in domača naloga**

Pri vprašanih v preizkusu in popreizkusu, ki obravnavajo izvajanje in zasnovo dolgotrajnih poskusov, se je pokazalo, da je učinek dolgotrajnih dejavnosti povezan s spremembo načina razmišljanja. Pri dolgotrajnih poskusih ni ključno pomemben rezultat, ki se oblikuje pri časovno daljšem zbiranju podatkov. Tega je mogoče med izvajanjem že do neke mere napovedovati. Pomembnejše je sodelovanje pri zbiranju podatkov in njihovo oblikovanje v grafične predstavitve. Dolgotrajne poskuse, ki so jih učenci izvajali v okviru modela, je mogoče na nek način povezati z vajeništvom (*apprenticeship*), kot ga opredeljuje Gardner (1995: 121)<sup>262</sup>. Šola posveča pretežni del časa učenju miselnih spretnosti in formalnega znanja, veliko manj pa je na osnovnošolski ravni poudarjeno reševanje problemov, usmerjeno v sposobnosti posameznika in v praktična znanja. Npr. zbiranje podatkov količine padavin v določenem časovnem obdobju in ob tem merjenje temperature je enostavna dejavnost, ki pa zahteva skrbnost pri merjenju in vpisovanju podatkov v razpredelnice in kasneje v klimogram, še posebej pa je pomembno tolmačenje rezultatov. Pregled na dejavnostjo ima učitelj, učenci pa dejavnost izvajajo. Vajeništvo bi moralo biti po Gardnerju vezano kar na tretjino vseh dejavnosti v šoli. Z obvladovanjem pravil dela se lahko razvijejo tudi pravila, ki so nova s stališča dejavnosti. S tem ko učenci postopno spoznavajo zbiranje in urejanje podatkov, se soočajo tudi s težavami branja diagramov. Kot navajajo raziskave (Friel, Curcio in Bright, 2001; Roth, 2002)<sup>263,264</sup>, so te manjše, če diagrame izdelajo učenci sami. Hkrati pa so grafi in diagrami tudi pomembno orodje za odkrivanje napačnih razumevanj (Merhar, Planinšič in Čepič, 2009)<sup>265</sup>.

Raziskave kažejo, da učenci pojmujejo poskus kot sledenje navodilom, ki vodijo do odgovora. Poskusi pogosto nimajo učinkov, ki jih učitelji pričakujejo (Hofsten in Mamlok - Naaman, 2007)<sup>266</sup>. Eksperimenti, ki niso povezani z vsebino, učencem niso razumljivi. Učenec mora razumeti problem, teoretično ozadje problema mora biti prilagojeno razvojni ravni učencev in postopku izvajanja poskusa, mora pa tudi poskus izvesti in zbrati podatke. Če želimo doseči te zahteve, je treba opredeliti (Laird, 2003: 93)<sup>59</sup>: (1)

kaj naj učenec naredi, (2) kriterije pri merjenju in (3) pogoje pri izvajanju poskusa. Pri eksperimentalnem delu v okviru modela poučevanja je bilo poudarjeno navodilo, ki mora biti učencu razumljivo, poudarjen je bil postopek merjenja, s katerim so učenci zaznali spremembo, pogoji izvajanja pa so bili z dolgotrajnimi poskusi spremenljivi in nepredvidljivi, da so učenci spoznali raven spremembe in tudi različne težave, ki se pri dolgotrajnem merjenju pojavljajo. Kot navaja Laird (1985: 93)<sup>59</sup>, mora učitelj posvetiti več časa tistim učencem, ki imajo pomanjkljivo znanje in nerazvite ter neučinkovite spretnosti.

V pripravljenem modelu so fizikalne in kemijske vsebine, ki so zastopane v učenem načrtu, zasnovane tako, da se izvajajo poglobljeno v začetku leta, pri obravnavi kasnejših učnih vsebin pa je predvideno navezovanje na snov s poudarkom na dolgotrajnih poskusih. Da tako zasnovan pristop ustreza, kaže tudi raziskava, pri kateri so ugotavljali, kako količina obravnavanih naravoslovnih vsebin vpliva na znanje teh vsebin (Schwartz idr., 2009)<sup>267</sup>. Pri raziskavi je bilo ugotovljeno, da so tisti, ki so obravnavali vsaj eno vsebino poglobljeno v časovnem obdobju enega meseca, dosegli pri naravoslovju boljše rezultate od tistih, ki so obravnavali več različnih vsebin, vendar nobene poglobljeno. To kažejo tudi rezultati te raziskave. Učenci eksperimentalne skupine so dosegli statistično pomembno boljši rezultat na obeh preizkusih, čeprav pri ključnih nalogah, ki so povezane z dejavnostmi modela poučevanja, teh razlik statistično pomembno ni mogoče potrditi. Učenci te skupine so pri skoraj vseh nalogah dosegli boljši povprečni dosežek kot učenci primerjalne skupine. Izvajanje nezahtevnih poskusov je pomembno vplivalo na razumevanje eksperimentalnega dela. Da so pomembne eksperimentalne dejavnosti, pri katerih se učenci ukvarjajo tudi s tehničnim ozadjem poskusa in poskušajo razrešiti težave, ki pri tem nastopijo, kažejo tudi raziskave (Kipnis in Nahum, 2011)<sup>268</sup>. S tem ko je učenec del skupine, v kateri išče rešitve skupaj z drugimi, je miselno vključen v dejavnost in s tem povezan z izvajanjem in ugotovitvami poskusa. Pri analizi rezultatov različnih eksperimentov, ki jih avtorja navajata, je izpostavljen tudi vidik napake, ki pomembno vpliva na razumevanje raziskovanja in učenja. Dolgotrajni poskusi imajo prednost, da so njihovi rezultati v svoji zasnovi nepredvidljivi in je zato treba pogosto podrobneje pojasniti vzroke in posledice, ki za izvajanje dejavnosti sicer niso ključno pomembne. Pojasnjevanje oziroma učna razlaga (*instructional explanations*) kot oblika akromatske učne metode s poudarkom na vzročno-posledičnem dokazovanju je učencem, ki imajo napačna razumevanja, lahko v korist, če napačna razumevanja poznamo, če vsebine pojasnimo nemudoma po odkritju napačnih razumevanj in če je pojasnjevanje podprto z eksperimentalnim delom, ki ga učenec pozna. Rezultati raziskav (García in Sánchez, 2010)<sup>269</sup> kažejo, da učencem, ki jim vsebine pojasnimo takoj po obravnavi in so te vezane na določen poskus ali drugo dejavnost, pojasnjevanje močno koristi, hkrati pa so učenci tudi pozornejši na pojasnila in na izvajanje dejavnosti. Avtorja ugotavljata, da to kaže, da se morajo učenci zavedati tudi lastnih nepopolnih razumevanj. Pri večini dejavnosti je čas, ki ga učenec nameni razmišljanju, omejen na čas izvajanja. Čas lahko podaljšamo z razvojem dolgotrajnega poskusa, kjer je učenec prisiljen vedno znova razmišljati o poskusu, hkrati pa tudi sproti preverjati svoje razumevanje pri tolmačenju trenutno zbranih podatkov. Nepopolna in napačna razumevanja učencev so pogosto posledica neučinkovite refleksije na izvajanje poskusa. Pri dolgotrajnih poskusih je zaradi ponavljanja zbiranja podatkov refleksija pogosto izrazitejša. S ponavljajočim opazovanjem, merjenjem, zbiranjem in tolmačenjem podatkov lahko učitelj z vprašanji vodi razmišljanje učenca do razumevanja sprememb in do rešitve problema (Horvat, 2011)<sup>270</sup>.

Analiza rezultatov raziskave je pokazala, da je mogoče potrditi *hipotezo H5*, da učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci primerjalne skupine dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju nalog, ki vključujejo razumevanje in izvajanje dolgotrajnih poskusov na preizkusu in na popreizkusu naravoslovnega znanja.

#### **(4) Eksperimentiranje in domača naloga**

Pri naravoslovju, kot je bilo ugotovljeno z analizo intervjujev, dajejo učitelji učencem domače naloge redko. V kolikor naloge učenci dobijo, so te nezahtevne. Podobne rezultate kaže tudi analiza vprašanj o domačih nalogah pri raziskavi TIMSS 2003 in 2007 (Svetlik idr., 2008: 284)<sup>256</sup>. Pri tej raziskavi je bila na osnovi učiteljevih podatkov o pogostosti in obsegu dodeljene domače naloge pri naravoslovju oblikovana lestvica, ki je učiteljevo merilo količine in zahtevnosti dodeljenih domačih nalog. Visoka vrednost pomeni, da so učenci porabili za domače naloge več kot 30 minut; dobili so jih pogosto, pri vsaj polovici ur. Učenci z nizko vrednostjo so imeli učitelje, ki so jim dajali relativno kratke domače naloge, manj kot 30 minut dela in to manj pogosto. Podatki kažejo, da slovenski učenci v četrtem in osmem razredu domače naloge pri naravoslovju ne dobijo pogosto, v primerjavi z letom 2003 pa avtorji ne navajajo pomembnih sprememb. Podobno so navajali tudi učenci v raziskavi.

Če že učitelji domačemu delu ne pripisujejo pomembne vloge za ponavljanje vsebin in učenje naravoslovja, bi domače naloge lahko izkoristili za spremljanje dela učencev pri izvajanju dolgotrajnih poskusov ali pa za iskanje in odpravljanje napačnih razumevanj. Učitelji pogosto spregledajo pomen pojmovnega opredeljevanja vsebine, pri tem je pomembna izgradnja pojmovnih mrež (Glažar in Kornhauser, 1990; Novak, 2008; Cardellini, 2010)<sup>226,271,272</sup> za obravnavo vsebine učne ure, v katere se lahko vključili tudi podatke eksperimentov in ne le vsebinsko povezanih pojmov. Cardellini (2010)<sup>272</sup> ob tem omenja tudi »*preizkus besednih zvez*«, s katerimi se lahko spremlja razhajanje med ustreznimi pojmovanji in napačnimi razumevanji po obravnavi določene vsebine. Preizkus je zasnovan na tehniki analize asociacij skupine – AGA (*associative group analysis*) (Szalay in Brent, 1967 v Glažar idr., 2005)<sup>1</sup> z razliko, da je tu ključni pojem naveden večkrat in ga je treba vsakič znova prebrati ter na črto vpisati »*besedo ali besedno zvezo*«, ki pride na misel v povezavi s posameznim pojmom. Pri preštevanju »*sprejemljivih*« miselnih zvez s posameznim pojmom se povzamejo ustrezne asociacije, pri »*nesprejemljivih*« pa tiste, ki neposredno kažejo na nerazumevanje pojma. Neustrezne pojmovne zveze v pogovoru z učenci pojasnimo. Ugotavljanje napačnih razumevanj lahko učitelj vključuje tudi v vprašanja v preizkuse in ugotavlja, kateri učenci delajo te napake. Predlog, ki je bil oblikovan že takoj v začetku opazovanja prvih ur izvajanja modela raziskave, je bil predstavljen le enemu učitelju, ki pa je predvideval, da je analiza odgovorov dolgotrajna, zato ni želel dodatne obremenitve. Ker bi dodatna vpeljava tega predloga zahtevala ponovno usklajevanje učiteljevih dejavnosti in bi pomembno vplivala na delu učiteljev po modelu, je bil predlog umaknjen.

Zanimiva ideja je tudi dejavnost »*izumi žival ali rastlino*« (Strgar, 2006)<sup>273</sup>. Pri tej dejavnosti učenci dobijo navodilo, da opredelijo žival, ki bi lahko živela v vodi, na kopnem in v zraku. Dejavnost od učencev zahteva domišljjsko opredelitev značilnosti živali glede na podane pogoje. Učenci morajo razmišljati o živalih, ki sicer živijo v teh okoljih, prepoznati njihove glavne značilnosti in te potem prenesti na novo domišljjsko žival.

## **(5) Pomen določanja in utemeljevanja napačnih in nepopolnih razumevanj**

Zanimiva je primerjava 3. in 4. naloge preizkusa in popreizkusa, katerih vprašanja so povezana z merjenjem gostote. Četrta naloga je bila povezana s pojmom gostote in dejavnostjo izdelave areometra. Učenci eksperimentalne skupine so dejavnost izvajali v drugem sklopu in so bili pri reševanju naloge pričakovano uspešnejši. Statistično pomembna razlika se je pokazala pri izbiri odgovorov, vendar pa ta sama ne potrjuje večjega razumevanja učencev eksperimentalne skupine. Z analizo utemeljitev se pokaže, da so učenci eksperimentalne skupine ustrezno utemeljili vse štiri možnosti v večjem deležu kot učenci primerjalne skupine. Pri tretji nalogi so morali učenci povezati gostoto ledenih kock s prostornino. Pričakovano je bilo, da bodo učenci, ki so izvajali dejavnosti izdelovanja merilnikov (ES), na to vprašanje odgovarjali pravilno v večjem deležu v primerjavi z učenci druge skupine. Statistični izračuni so pokazali, da je med skupinama statistično pomembna razlika le pri utemeljitvi in ne tudi pri določevanju količine tekočine v merilnem valju. Pri tem je pomembno, da so bili učenci primerjalne skupine uspešnejši od učencev eksperimentalne, kar je tudi edini primer med nalogami na preizkusu in popreizkusu.

Pri sledenju uram drugega sklopa je mogoče potrditi raziskavam (Mason, 1998)<sup>274</sup>, da je mogoče pri učencih o učni vsebini pri skupinskem delu zaznati »*izmenjavo razmišljanj*« o razlogih za podano hipotezo ali proti njej. Pri nalogi, ki je bila neposredno povezana z dejavnostjo, ki so jo učenci eksperimentalne skupine izvajali, so ti bolj podrobno utemeljevali svoje odgovore kot učenci primerjalne skupine. Pri nalogi, ki je niso izvajali, pa do izmenjave ni prišlo in so odgovori različni. Ugotovitve pri teh dveh nalogah je mogoče povezati z izsledki raziskave razumevanja gostote (Kang, Scharmann in Noh, 2004)<sup>275</sup>. Ugotovili so, da pri nekaterih učencih kognitivni konflikt ne vodi do spremembe mišljenja oziroma pojmovne spremembe v razumevanju pri obravnavi gostote. Pri učencih z visokimi sposobnostmi razmišljanja se kognitivni konflikt močneje izrazi kot pri učencih s slabšimi miselnimi sposobnostmi. Kot možno razlago izpostavijo nezmožnost ocenjevanja situacije. Raziskava je zanimiva, ker potrjuje dejstvo, da mora vsak posameznik izgraditi lastno znanje o svetu. Pri tem naravoslovni predmeti izstopajo po zahtevnosti, saj učenci pogosto v šolo prinesejo lastno pojmovanje vsebin in pojmov, ki so pogosto v nasprotju z ustreznim razumevanjem, ki ga bodo pri pouku spoznali. Lastna pojmovanja so pogosto naivna in pri naravoslovju zelo trdoživ način razmišljanja (Tsai, Chou, 2002; Hamza, Wickman, 2007; Gomez - Zwiép, 2008)<sup>276,277,278</sup>. Kot je zaključil Bruner (1960)<sup>76</sup>, učenje poteka z majhnimi koraki, zato velikega učinka ni mogoče pričakovati na hitro. Jasna in strokovno ustrezna predstavitev vsebin predmeta je pomembna, vendar ne nujno dovolj za učinkovito poučevanje, sploh če učitelj ne sledi napačnim razumevanjem in učence na ta ne opozarja.

Pri določevanju problemov pri poučevanju naravoslovnih predmetov (Ferk - Savec idr., 2007)<sup>279</sup> se je izkazalo tudi, da učitelji težave določijo šele takrat, ko so te opredeljene ozko vsebinsko. Na splošno povedo, da njihovi učenci le redko ne razumejo snovi, ki jim jo pri pouku podajajo, pri podrobnem izpostavljanju pojmov, pa učitelji prepoznajo težave pri vsebinah, ki se jih treba naučiti in jih tudi razumeti.

## **VI. Zaključki**





Predlog modela poučevanja vključuje pet medpredmetno povezanih sklopov vsebin, ki obravnavajo ekosistem morja, pri tem pa združujejo biološke, fizikalne, geografske in kemijske pojme. Sklopi so zasnovani tako, da učenci v začetku obravnavajo ključne pojme in dejavnike, ki opisujejo življenjsko okolje, v nadaljevanju pa izdelajo pripomočke za merjenje teh dejavnikov in jih tudi uporabijo. Z doživljanjem organizmov in nežive narave ter z usmerjenim vodenjem opazovanja okolja in vplivov dejavnikov učenci spoznajo, da sta zgradba organizma in njegovo življenjsko okolje neločljivo povezana. Model poudarja eksperimentiranje in zbiranje podatkov, pri tem pa uporablja dolgotrajne poskuse spreminjanja dejavnikov in vpliva dejavnikov na organizme. Pri zbiranju podatkov je v ospredju prepoznavanje spremenljivk in konstant ter razumevanje nepristranskega poskusa, urejanje podatkov in grafično oblikovanje podatkov v diagrame, s čimer učenci razvijajo tudi sposobnosti branja podatkov iz različnih virov. Pri dejavnostih je poudarjen raziskovalni pristop k učenju, pri katerem je več pravih odgovorov, učenci pa ocenjujejo ustreznost in uporabnost rešitev.

Vplivi okolja so pri modelu opredeljeni tudi geografsko, kar vsebine neposredno preplete tudi s predmetom Geografija. Pri tem učenci spoznajo razlike med krajevnimi značilnostmi in spremembami na eni in globalnimi na drugi strani.

Pri vpeljevanju modela v pouk je bil upoštevan učiteljev lastni pristop k delu z učenci. Učitelj je imel možnost prilagoditi dejavnosti po lastnem mnenju najustrežnejšim oblikam dela v razredu. Učitelju je bila prepuščena tudi odločitev o načinu izvajanja skupinskega dela, pripravi navodil in materiala za eksperimentalno delo, domače naloge in preverjanje znanja. Učitelj je imel tudi možnost posvetovati se z raziskovalcem oziroma drugimi strokovnjaki.

Učitelji in učenci sedmih šol so v štirih mesecih pisali predpreizkus znanja izvedli zahtevanih pet sklopov modela poučevanja ekosistema morje, pisali preizkus takoj po koncu izvajanja in popreizkus tri mesece kasneje ter na koncu raziskave sodelovali še pri intervjujih. Glede na zbrane podatke in kasnejše ugotovitve so podani rezultati raziskave, opredeljen skladno s cilji raziskave glede na raziskovalna vprašanja in hipoteze.

### **(1) S kakšnimi težavami se srečujejo učitelj pri prenosu modela v prakso?**

Izsledki raziskave so pokazali, da:

- so učitelji dosledno izvedli zahteve modela, pogosto pa so imeli težave zaradi načina dela v razredu, ki ga sami običajno ne uporabljajo,
- učitelji večinoma ne sprejemajo novosti in jih ne uvajajo v pouk naravoslovja, če to ni zahtevano,
- učitelji se slabo odzivajo na reakcije učencev pri spremenjenem načinu dela,
- izkušnost učiteljev se kaže v prilagodljivosti, saj se učitelj z večletno prakso lažje sledijo spremembam in pri delu v razredu nimajo težav,
- najmanj težav z vpeljevanjem modela je bilo zaznati pri učiteljih z večletno prakso, ki tudi sicer pogosto sodelujejo s strokovnjaki.

### **(2) Kakšen je odnos učiteljev in učencev do prepletenega medpredmetnega poučevanja naravoslovnih vsebin?**

Izsledki raziskave so pokazali, da:

- učitelji ne sodelujejo z drugimi učitelji tako pogosto, kot bi pričakovali,

- učitelji razumejo medpredmetno poučevanje drugače od strokovnjakov,
- učitelji slabo poznajo učne načrte in vsebine in s tem metode dela pri drugih predmetih,
- pri obravnavi naravoslovnih pojmov preko obravnave ekosistemov je mogoče enostavno povezovanje dejavnikov okolja in organizmov.

### **(3) Ali je pouk naravoslovja ustrezno pojmovno in vsebinsko obravnavan?**

Izsledki raziskave so pokazali, da:

- učitelji niso usmerjeni v natančno definiranje pojmov in pogosto uporabljajo sopomenke, kar pogosto zmede učence,
- učitelji z učenci pojmov ne razvrščajo v ustrezne pojmovne mreže,
- dovolijo, da učenci uporabljajo strokovno napačne, laično opredeljene pojme, kar lahko vodi v trdoživa napačna razumevanja.

### **(4) Kako poučevanje po modelu vpliva na razumevanje poučevanih vsebin?**

Izsledki raziskave so pokazali, da:

- so bili učenci eksperimentalne skupine statistično pomembno uspešnejši pri reševanju nalog preizkusa in popreizkusa,
- učenci eksperimentalne skupine v večji meri uspešno utemeljujejo odgovore na postavljena vprašanja.

### **(5) Kako so učenci uspešni pri reševanju problemov, pri katerih je treba vsebine razumeti?**

Izsledki raziskave so pokazali, da:

- učenci eksperimentalne skupine v večji meri uspešno odgovarjajo na postavljena odprta vprašanja,
- razlika v uspešnosti med primerjalno in eksperimentalno skupino ni le pri nalogah, ki so pomembno povezane z modelom poučevanja, ampak je razlika pri vseh nalogah preizkusov znanja,
- učinek dolgotrajnih dejavnosti je povezan s spremembo načina razmišljanja in vpliva na razumevanje izbora načinov zbiranja in vrednotenja podatkov,
- pri dolgotrajnih poskusih je pomembno sodelovanje pri zbiranju podatkov in njihovo grafično predstavljanje, kar vpliva na razumevanje in uporabo grafov ter diagramov,
- z zbiranjem podatkov se razvijajo praktična znanja in sposobnosti posameznika, ki so pomembna za tolmačenje in vrednotenje rezultatov,
- rezultati dolgotrajnih poskusov so spremenljivi in nepredvidljivi, učenci spoznajo raven sprememb in tudi različne težave pri dolgotrajnem merjenju.

### **(6) Ali je mogoče napačna razumevanja odkriti med obravnavo snovi?**

Izsledki raziskave so pokazali, da:

- učitelji ne poudarjajo korakov oziroma postopka, ki privede do sklepa, zato pogosto spregledajo napačna razumevanja učencev, ki se pri tem pokažejo,
- učitelji ne spodbujajo refleksije učencev na opravljeno eksperimentalno delo,
- raziskava kaže, da je mogoče dolgotrajne poskuse uporabiti pri odkrivanju napačnih razumevanj, saj je refleksija pogosto izrazitejša,
- učitelji dajejo redko učencem domače naloge, čeprav so mnenja, da je domača naloga pomembna,

prav tako pa domače naloge ne uporabljajo za utrjevanje znanja in iskanje napačnih razumevanj.

### **(7) Kakšen je odnos učencev do naravoslovja?**

- učenci imajo pozitiven odnos do eksperimentalnih dejavnosti, zaželeno pa je pogosto spreminjanje dejavnosti in oblik dela v razredu, saj jim te sčasoma postanejo nezanimive,
- učenci različno doživljajo sodelovalno učenje in kot pozitivno navajajo porazdelitev dela, sproščenost in različnost idej, kot negativno pa različno dojemanje odgovornosti, heterogenost in pogoste težave v skupinah, kjer vsi učenci niso enako zavezani cilju.

### **Skladno z obravnavano problematiko in cilji:**

- je *potrjena hipoteza H1*: učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju preizkusa (R) naravoslovnega znanja;
- je *potrjena hipoteza H2*: učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju popreizkusa (S) naravoslovnega znanja;
- je *potrjena hipoteza H3*: učenci eksperimentalne skupine, v primerjavi z učenci primerjalne skupine, dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri odgovarjanju na vprašanja preizkusa in popreizkusa o vsebinah povezovanja organizmov z okoljskimi dejavniki;
- je *potrjena hipoteza H5*: učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci primerjalne skupine dosegajo statistično pomembno višji rezultat pri reševanju nalog, ki vključujejo razumevanje in izvajanje dolgotrajnih poskusov na preizkusu in na popreizkusu naravoslovnega znanja;
- ni potrjena hipoteza H4: učenci obeh skupin se po spolu statistično razlikujejo po uspešnosti reševanja preizkusa (R) in popreizkusa (S) znanja naravoslovnih vsebin;
- ni potrjena hipoteza H6: učenci primerjalne skupine na popreizkusu dosegajo statistično pomembno nižji rezultat kot na preizkusu naravoslovnega znanja.

Učitelje je priporočljivo seznaniti z izsledki raziskave, predvsem z vidika težav, ki so bile zaznane med akcijskim delom raziskave in delom pri uvajanju modela v pouk ter z vidika izrednosti uporabe modela. Pomembno je spodbujanje učiteljev k samostojnemu akcijskemu raziskovanju pouka, s čimer bi učitelji hitreje uvajali in vrednotili novosti. Pri tem je pomembno prizadevanje za pogostejše sodelovanje s strokovnjaki.

Sodelovanje je pomembno tudi na ravni šole. Poznavanje učnih načrtov drugih predmetov in predmetov na različnih ravneh osnovnošolskega izobraževanja je neposredno povezano s sodelovanjem učiteljev različnih predmetov. Pri medpredmetni obravnavi izbranih vsebin sodelovanje ne sme biti omejeno le na izvajanje projektnih nalog, ampak na obravnavo posameznih vsebin, saj se obravnava določene

vsebine pri enem predmetu odrazi kot ponavljanje iste vsebine pri drugem. Za naravoslovje je tako pomembno sodelovanje učiteljev vseh treh naravoslovnih predmetov, učitelja geografije, matematike in tehnike. Pri drugih predmetih so povezave redkejšje, vendar niso zanemarljive.

Pomemben vidik sodelovanja je tudi ustrezno natančno definiranje in razvrščanje pojmov, ki bi morale biti enotno pri vseh predmetih, saj uporaba nabora sopomenk vpliva na njihovo razumevanje. S spodbujanjem razvrščanja pojmov v ustrezne pojmovne mreže ustvarjamo pogoje za iskanje in odpravljanje napačnih razumevanj.

Pomemben vidik modela poučevanja je tudi vpliv na učenčevo delo. Izsledki raziskave so pokazali, da učenci eksperimentalne skupine v večji meri uspešno odgovarjajo na postavljena odprta vprašanja, navajajo daljše odgovore in kažejo spremembo načina razmišljanja o pomenu raziskovalnega pristopa z eksperimentiranjem. Ključen pri tem je vpliv na razumevanje zbiranja podatkov in njihovo vrednotenje. K temu pomembno prispevajo dolgotrajni poskusi, pri katerih imajo učenci čas razmišljati o poskusu in čas za poglobljeno refleksijo o poteku poskusa ter tolimačenju in vrednotenju ugotovitev, pomembnih za rešitev raziskovalnega problema. Dolgotrajni poskusi imajo pomembno vlogo tudi zaradi nepredvidljivosti, saj dejavnikov glede na izbran poskus ni mogoče vedno napovedovati, pri tem pa se pogosto pokažejo težave, ki jih morajo učenci sproti reševati. Koraki zbiranja podatkov so pomembni tudi za ugotavljanje napačnih razumevanj.

Ta pristop k eksperimentalnemu delu je lahko tudi podlaga za poskusno vpeljevanje kriterijev za ocenjevanje praktičnega dela, kar so učitelji med pogovori pogosto izpostavljali kot pomembno, hkrati pa je eksperimentalno delo mogoče vezati tudi na domačo nalogo, ki je sicer pri naravoslovju manj zahtevna in je tudi učenci ne izpostavljajo kot izrazito pomembno.

Za učence je zanimiv pester nabor različnih oblik dela, pogosto spreminjanje dejavnosti in praktično delo. Model poučevanja vključuje predloge dejavnosti, ki jih je mogoče preoblikovati in uporabiti tudi pri obravnavi drugih ekosistemov oziroma splošno pri obravnavi kateregakoli obravnavanega življenjskega okolja. S predlogom po vključevanju ključnih pojmov okolja, ki so skupni vsem obravnavanim ekosistemom, je podana podlaga za njihovo obravnavo.

Ključna spoznanja raziskave je mogoče opredeliti na dveh ravneh: prva je povezana z modelom poučevanja, druga pa z učiteljevim delom v razredu.

Pri naravoslovju je ključno medpredmetno povezovanje, ki omogoča učencem bolj poglobljeno razumevanje vsebin. Pri tem se povezujejo predvsem štiri stroke: biologija, fizika, kemija in geografija. Vsebine v modelu poučevanja so zasnovane problemsko in se navezujejo na okolje. Tako se pri obravnavi ekosistemov pojmi in pojavi navezujejo na življenjska okolja in posledično na organizme, kar pomembno prispeva k razvijanju odnosa učencev do okolja in vsebinskih vprašanj, povezanih z njegovim ohranjanjem.

Druga raven opredeljuje učiteljevo seznanjenost s pomenom raziskovanja poučevanja in refleksijo njegovega dela v razredu. Ta dejavnika pomembno prispevata k učiteljevemu dožemanju pouka.

Pri preizkusu modela v šoli so učenci sledili predpisanim dejavnostim in opravljali zahtevane naloge, pri čemer so pogosto navajali, da jim je tak pristop zanimiv. To je razvidno iz posnetkov pogovorov med učenci pri skupinskem delu, pogovorov z njimi po pouku in njihovih odgovorov na vprašanja

polstrukturiranih intervjujev. Uspešnost modela potrjujejo tudi rezultati raziskave, saj so bili učenci, ki so bili vključeni v eksperimentalno skupino z medpredmetnim podajanjem vsebin (kot je to opredeljeno v modelu poučevanja) na preizkusu in popreizkusu znanja uspešnejši od vrstnikov v primerjalni skupini. Zanimivo pa je, da so učitelji, ki so izvajali omenjeni model poučevanja in tudi prepoznali možnosti njegove uporabe pri vseh naravoslovnih vsebinah, menili, da tak pristop preveč posega v formalne zahteve izvajanja pouka in letni delovni načrt. Pomen medpredmetnega povezovanja naravoslovnih vsebin pri pouku bi bilo tako smiselno poudarjati na vseh ravneh izobraževanja za učitelje, tudi pri dodatnem izobraževanju v obliki seminarjev in delavnic, in sicer zato, da bi v prihodnje presegli njihovo trenutno, večinoma zgolj formalno razumevanje pomena takega povezovanja.



## **VII. Literatura in drugi viri**





- 93 Ackoff, Russell. L. (1989). From Data to Wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16: 3–9.
- 99 Anderson, Ronald D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, (13) 1: 1–12.
- 280 Angerer, Tatjana (1986). *Biologija za šesti razred OŠ*, 2. Natis. Ljubljana: DZS.
- 238 Antoniou, Panayiotis; Kyriakides, Leonidas; Creemers, Bert (2011). Investigating the Effectiveness of a Dynamic Integrated Approach to Teacher Professional Development. *CEPS Journal*, (1) 1: 13–39.
- 157 Arora, Anjana G.; Kean, Elizabeth; Anthony, Joan L. (2000). An Interpretive Study of a Teacher's Evolving Practice of Elementary School Science. *Journal of Science Teacher Education*, 11: 155–172.
- 66 Ausubel, David P. (1970). The Use of Ideational Organizers in Science Teaching. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED050930>].
- 161 Back, Judy; Czerniah, Charlene M.; Lumpe, Andrew T. (2000). An Exploratory Study of Teachers' Beliefs Regarding the Implementation of Constructivism in Their Classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 11: 323–343.
- 205 Backhoff, Eduardo; Larrazolo, Norma; Rosas, Martin (2000). The level of difficulty and discrimination power of the Basic Knowledge and Skills Examination (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2 (1). Spletni vir [12. 12. 2008 <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contents-backhoff.html>].
- 34 Bailin, Sharon (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, (11) 4: 361–375.
- 63 Bandura, Albert (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall.
- 64 Bandura, Albert (1994). Self-efficacy. V: Ramachandran, V. S. (ur.), *Encyclopedia of human behavior*, Vol. 4: 71–81. Spletni vir [13.11.2010 <http://www.des.emory.edu/mfp/BanEncy.html>].
- 90 Barab, Sasha; Squire, Kurt (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, (13) 1: 1–14.
- 195 Barton, John; Haslett, Tim (2007). Analysis, Synthesis, Systems Thinking and the Scientific Method: Rediscovering the Importance of Open Systems. *Systems Research and Behavioral Science*, (24): 143–155.
- 245 Bayer, John A. (2009). Perceptions of Science, Mathematics, and Technology Education Teachers on Implementing an interdisciplinary curriculum at Blaine Senior High, A research paper for master science degree. Spletni vir [13. 11. 2010 [www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2009/2009bayerj.pdf](http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2009/2009bayerj.pdf)].
- 102 Beane, James A. (1997). *Curriculum Integration: designing the core of democratic education*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- 282 Begon, Michael; Townsend, Colin R.; Harper, John L. (2006). *Ecology From Individuals to Ecosystems*. Malden, USA: Blackwell Publishing.
- 152 Ben - Chaim, David; Ron, Salit; Zoller, Uri (2000). The Disposition of Eleventh-Grade Science Students Toward Critical Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 9: 149–159.
- 51 Benziger, Katherine I. (2004). *Thriving in Mind: The Art and Science of Using Your Whole Brain*. KBA Publishing; Revised edition.
- 182 Beverly Clock (2009, 09. maj). Wikipedia, prosta enciklopedija. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Beverly\\_Clock](http://en.wikipedia.org/wiki/Beverly_Clock)].
- 227 Birbili, Maria (2006). Mapping Knowledge: Concept Maps in Early Childhood Education. *Early Childhood Research & Practice (ECRP)*, (8) 2. Spletni vir [13.11.2010 <http://ecrp.uiuc.edu/v8n2/birbili.html>].
- 154 Black, Kathie (2004). Science in the trenches: An exploration of four pre-service teachers' first attempts at teaching science in the classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2: 25–44.
- 249 Bobnar, Maja (2007). Medpredmetno povezovanje matematike in naravoslovja in tehnike. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 181–196.
- 131 Boddy, Naomi; Watson, Kevin; Aubusson, Peter (2003). Trial of the Five Es: A Referent Model for Constructivist Learning. *Research in Science Education*, 33: 27–42.
- 103 Bolak, Karen; Bialach, Donna; Dunphy, Maureen (2005). Standards-based, thematic units integrate the arts and energize students and teachers. *Middle School Journal*, (31) 2: 57–60.
- 252 Bolak, Karen; Bialach, Donna; Dunphy, Maureen (2005). Standards-based, thematic units integrate the arts and energize students and teachers. *Middle School Journal*, (31) 2: 57–60.
- 110 Booth, Sweeneya, L.; Stermana, John D. (2007). Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, (23) 2/3: 285–312.
- 236 Borko, Hilda (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, (33) 8: 3–15.
- 141 Boyd, Ronald T. C. (1989). Improving teacher evaluations. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 1. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://edresearch.org/pare/getvn.asp?v=1&n=7>].
- 75 Brown, John S.; Collins, Allan; Duguid, Paul (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, (18) 1: 32–42.
- 108 Browne, Neil M. (2002). The Mandate for Interdisciplinarity in Science. *Science & Education*, 11: 513–522.
- 151 Brumen, Milan; Glažar, Saša A.; Logaj, Vinko; Pufič, Tatjana; Verčkovnik, Tatjana; Zupan, Anka (1998). *Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Naravoslovje 7, Delovno telo za Naravoslovje v 6. razredu*, Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 76 Bruner, Jerome (1960). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- 78 Bruner, Jerome (1979). *On knowing: essays for the left hand*, razširjena izdaja. Cambridge, Massachusetts, London, England.
- 272 Cardellini, Liberato (2010). Acquiring and assessing structural representations of students' knowledge. V: Valenčič-Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 225–252.
- 165 Chang Shu-Nu; Chiu, Mei-Hung (2005). The Development of Authentic Assessments to Investigate Ninth Graders' Scientific Literacy: In the Case of Scientific Cognition Concerning the Concepts of Chemistry and Physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3: 117–140.
- 177 Chi, Michelene T. H.; Glaser, Robert; Rees, Ernest (1982). Expertise in problem solving. V: Sternberg, Robert J. (ur.), *Advances in psychology of human intelligence*, Vol. 1. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum: 7–75.
- 159 Chinn, Clark A.; Brewer, William F. (1998). Theories of knowledge acquisition. V: *International Handbook of Science Education*. Kluwer academic publishers: 97–113.
- 258 Cook, Wayne C. (1970). Ecosystem Approach in Teaching. *Journal of Range Management*, (23) 6: 387–391.

- 6 Costelloe, Timothy (2008). Giambattista Vico. V: Edward N. Zalta (ur.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/vico/>].
- 179 Crawford, Barbara A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, (44) 4: 613–642.
- 85 Crawford, Kathryn (1996). Vygotskian approaches to human development in the information era. *Educational Studies in Mathematics*, (31): 43–62.
- 220 Crow, Gary M.; Pounder, Diana G. (2000). Interdisciplinary Teacher Teams: Context, Design, and Process. *Educational Administration Quarterly*, (36) 2: 216–254.
- 237 Davis, Elizabeth A.; Krajcik, Joseph S. (2005). Designing Educative Curriculum Materials to Promote Teacher Learning. *Educational Researcher*, (34) 3: 3–14.
- 37 Davson - Gale, Peter (2002). Science, Values and Objectivity. *Science & Education*, 11: 191–202.
- 38 Davson - Gale, Peter (2004). Philosophy of Science, Critical Thinking and Science Education. *Science & Education*, 13: 503–517.
- 26 Davson - Galle, Peter (2004). Understanding: 'Knowledge', 'Belief' and 'Understanding'. *Science & Education*, 13: 591–598.
- 214 de Klerk, G. (2008). Classical test theory (CTT). V: M. Born; C.D. Foxcroft; R. Butter (ur.), *Online Readings in Testing and Assessment*. International Test Commission. Spletni vir [12. 12. 2008 <http://www.intestcom.org/Publications/ORTA.php>].
- 89 Design-Based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, (32) 1: 5–8.
- 52 Dewey, John (1938). *Experience & education*. New York: Kappa Delta Pi, Touchstone 1997 edition.
- 86 Driscoll, Marcy P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Needham, MA: Allyn & Bacon.
- 199 Driscoll, Marcy P.; Dick, Walter (1999). New research paradigms in instructional technology: An inquiry. *Educational Technology Research and Development*, (47) 2: 7–18.
- 146 Driver, Rosalind; Asoko, Hilary; Leach, John; Mortimer, Eduardo; Scott, Philip (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, (23) 7: 5–12.
- 139 Durham, Mary E. (1997). Secondary science teacher's responses to students questions. *Journal of Science Teacher Education*, 8: 257–267.
- 129 Ellis, Robert A.; Taylor, Charlotte E.; Drury, Helen (2005). Evaluating writing instruction through an investigation of students' experiences of learning through writing. *Instructional Science*, 33: 49–71.
- 148 Ferbar, Janez; Vodopivec, Irena; Cvetrežnik, Dragica; Glažar, Saša A.; Hostnik, Igor; Kralj, Metka; Novak, Marta; Velikonja, Anton (1998) *Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja*. Naravoslovje in tehnika, Predmetna kurikularna komisija za spoznavanje okolja. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 279 Ferk - Savec, Vesna, Dolničar, Danica, Glažar, Saša. A., Sajovic, Irena, Šegedin, Primož, Urbančič, Matej, Vogrinc, Janez, Vrtačnik, Margareta, Wissiak - grm, Katarina S., 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, 11–34.
- 39 Feynman, Richard P. (1969). What Is Science. *The Physics Teacher*, (7) 6: 313.
- 215 Finn, Hugh; Maxwell, Marika; Claver, Michael (2002). Why does experimentation matter in teaching ecology? *Journal of Biological Education*, (36) 4: 158–162.
- 194 Fisher, Kath; Bennett-Levy, James; Irwin, Ros (2003). What a GAS! Action research as a peer support process for postgraduate students. *UltiBASE article Resources*, 2003 (11). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://ultibase.mit.edu.au/Articles/nov03/fisher1.htm>].
- 136 Fošnarič, Samo; Osvald, Magda (2005). Težave učencev pri razumevanju naravoslovja na prehodu iz prve v drugo triado osnovne šole. *Sodobna pedagogika*, (56) 2: 94–103.
- 144 Fowler, Michael (2003). Galileo and Einstein: Using History to Teach Basic Physics to Nonscientists. *Science & Education*, 12: 229–231.
- 263 Friel, Susan N.; Curcio, Frances R.; Bright, George W. (2001). Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, (32) 2: 124–158.
- 84 Galloway, Chad. M. (2001). Vygotsky's Constructionism. V: M. Orey (ur.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://projects.coe.uga.edu/epltt/>].
- 269 García Rodicio, Héctor; Sánchez, Emilio (2010). Making Instructional Explanations Effective: The Role of Learners' Awareness of their Misunderstandings. V: Valenčič-Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana. Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 277–296.
- 262 Gardner, Howard (1995). *The unschooled mind: how children think and how schools should teach*, 1. izdaja. New York: Basic Books.
- 46 Gardner, Howard (1999). *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- 48 Gardner, Howard (2003). *Multiple Intelligences After Twenty Years*, Paper presented at the American Educational Research Association, Chicago, Illinois, April 21, 2003. Spletni vir [13. 11. 2010 [www.pz.harvard.edu/Pis/HG\\_MI\\_after\\_20\\_years.pdf](http://www.pz.harvard.edu/Pis/HG_MI_after_20_years.pdf)].
- 33 Gartmeier, Martin; Bauer, Johannes; Gruber, Hans; Heid, Helmut (2008). Negative Knowledge: Understanding Professional Learning and Expertise. *Journal Vocations and Learning*, (1) 2: 87–103.
- 11 Gelwick, Richard (2007). Fifty years of discovering personal knowledge, The rise and development of the Polanyi Society. *Tradition & Discovery: The Polanyi Society Periodical*, (34) 3: 18–30.
- 225 George, Adrian V.; Read, Justin. R.; Barrie, Simon. C.; Bucat, Robert. B.; Buntine, Mark. A.; Crisp, Geoffrey. T.; Jamie, Ian. M.; Kable, Scot. H. (2009). What makes a good laboratory learning exercise? Student feedback from the ACELL project, v Gupta-Bhowon, Minu (2009). *Chemistry Education in the ICT Age*: 363-376, DOI: 10.1007/978-1-4020-9732-4\_34.
- 80 Gil - Pérez, Daniel; Guisasaola, Jenaro; Moreno, Antonio; Cachapuz, Antonio; Pessoa De Carvalho, Anna M.; Martínez Torregrosa, Joaquín; Salinas, Julia; Valdés, Pablo; González, Eduardo; Gené Duch, Anna; Dumas-Carré, Andrée; Tricárico, Hugo; Gallego, Rómulo (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, 11, 557–571.
- 164 Glažar, Saša A. (2006). Preverjanje in ocenjevanje znanja v naravoslovju, *Naravoslovje v teoriji in šolski praksi: pogledi in izkušnje*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
- 226 Glažar, Saša A.; Kornhauser, Aleksandra (1990). *Pojmovne mape*. Vzgoja in izobraževanje, (21) 2: 8–20.
- 1 Glažar, Saša A.; Plut - Pregelj, Leopoldina; Pergar - Kuščer, Marjanca; Krnel, Dušan; Vogrinc, Janez; Urbančič, Matej; Hudošček, Milan (2005). *Evalvacijska študija: vpliv ocenjevanja znanja na kakovost znanja učencev in na njihov interes za naravoslovje: uvajanje novega učnega predmeta v 7. razredu in prizadevanja za kakovostno*

- naravoslovno znanje učencev: evalvacijska študija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- 278 Gomez - Zwiep, Susan (2008). Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for  
Practice and Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, (19) 5: 437–454.
- 74 Greeno, James G. (1994). Gibson's affordances. *Psychological Review*, (101) 2: 236–342.
- 28 Groves, Fred H.; Pugh, Ana F. (2002). Cognitive Illusions as Hindrances to Learning Complex Environmental Issues.  
*Journal of Science Education and Technology*, 11: 381–390.
- 230 Hammann, Marcus; Thi - Thanh; Phan H.; Ehmer, Maik; Grimm, Tobias (2008). Assessing pupils' skills in experimentation.  
*Journal of Biological Education*, 42 (2): 66-73, DOI=10.1080/00219266.2008.9656113.
- 277 Hamza, Karim M.; Wickman, Per-Olof (2007). Describing and analyzing learning in action: An empirical study of the  
importance of misconceptions in learning science. *Science Education*, (92) 1: 141–164.
- 125 Harlow, Ann; Jones, Alister (2004). Why Students Answer TIMSS Science Test Items the Way They Do. *Research in  
Science Education*, 34: 221–238.
- 120 Hastedt, D.; Sibberns, H. (2005). Differences between multiple choice items and constructed response items in the IEA  
TIMSS surveys. *Studies In Educational Evaluation*, 31: 145–161.
- 224 Hawkes, Stephen. J. (2004). Chemistry Is Not a Laboratory Science. *Journal of Chemical Education*, (81) 9: 1257
- 23 Hejný, Milan (2005). Understanding Students Understanding Mathematics, Reading and Writing for Critical Thinking  
International Consortium. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://ct-net.net/tc\\_sample\\_5-2](http://ct-net.net/tc_sample_5-2)].
- 207 Helberg, Clay (1995). Pitfalls of Data Analysis or How to Avoid Lies and Damned Lies. Spletni vir [12. 12. 2008  
<http://my.execpc.com/~helberg/pitfalls/>].
- 19 Hewstone, Miles; Fincham, Frank; Foster, Jonathan (2005). *Psychology*, BPS Textbooks in Psychology. The British  
Psychological Society and Blackwell Publishing Ltd.
- 133 Hin Wai Yung, Benny; Kee Tao, Ping (2004). Advancing Pupils within the Motivational Zone of Proximal Development: A  
Case Study in Science Teaching. *Research in Science Education*, 34: 403–426.
- 248 Hodnik - Čadež, Tatjana (2008). Učitelj kot raziskovalec medpredmetnega povezovanja. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v  
vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*.  
Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 131–149.
- 266 Hofstein, Avi; Mamlok - Naaman, Rachel (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry  
Education Research and Practice*, (8) 2: 105–107.
- 223 Högström, Per; Ottander, Christina; Beckert, Sylvia (2010). Lab work and learning in secondary school chemistry: The  
importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, (40) 4: 505–523.
- 270 Horvat, Barbara (2011). O refleksiji učencev pri pouku. *Sodobna pedagogika*, (62) 1: 142–158.
- 36 Höttecke, Dietmar (2000). How and What Can We Learn From Replicating Historical Experiments? A case study. *Science  
and Education*, 9: 343–362.
- 197 Hozjan, Dejan (2003). Različnost interpretacij objektivnosti v kvalitativnem pedagoškem empiričnem raziskovanju. *Sodobna  
pedagogika*, (54) 2: 124–136.
- 156 Hudson, Peter (2004). Toward Identifying Pedagogical Knowledge for Mentoring in Primary Science Teaching. *Journal of  
Science Education and Technology* (13) 2: 215–225.
- 92 Huitt, William G. (2001). Humanism and open education. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State  
University. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://chiron.valdosta.edu/~whuitt/col/affsys/humed.html>].
- 116 Japelj - Pavešič, Barbara; Magajna, Zlatan; Drobnič - Vidic, Andreja; Žakelj, Amalija; Čuček, Mojca; Brečko, Barbara N.;  
Perat, Zvonko; Makarovič, Matej; Klokočovnik, Alenka (2002). Tretja mednarodna raziskava matematike in  
naravoslovja IEA TIMSS in druga mednarodna raziskava o informacijski tehnologiji v izobraževanju IEA sites ter  
vključevanje izsledkov v slovenski izobraževalni sistem: poročilo projekta. Ljubljana: Center IEA raziskave,  
Pedagoški inštitut.
- 32 Jarvis, Peter (2003). Izkustveno učenje in pomen izkušnje. *Sodobna pedagogika*, (54) 1: 94–103.
- 172 Jenkins, Edgar W. (2000). Constructivism in School Science Education: Powerful Model or the Most Dangerous Intellectual  
Tendency?. *Science & Education*, 9: 599–610.
- 122 Jerald, Craig. D. (2006). "Teach to the Test?" Just Say No. Issue Brief, Center for Comprehensive School Reform and  
Improvement. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.centerforcsri.org>], 1–6.
- 18 Johnstone, Alex H. (2000). Teaching of Chemistry - Logical or Psychological?. *Chemistry Education Research and Practice  
in Europe*, (1) 1: 9–15.
- 178 Jonassen, David H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and  
Development*, (48) 4: 63–85.
- 240 Juriševič, Mojca (2010). Creativity in the zone of proximal motivational development. V: Valenčič - Zuljan, Milena; Vogrinc,  
Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana: Pedagoška  
fakulteta Univerze v Ljubljani: 415–429.
- 35 Kalman, Calvin S. (2002). Developing Critical Thinking in Undergraduate Courses: A Philosophical Approach. *Science &  
Education*, 11: 83–94.
- 275 Kang, Sukjin; Scharmann, Lawrence C.; Noh, Taehee (2004). Reexamining the Role of Cognitive Conflict in Science  
Concept Learning. *Research in Science Education*, 34: 71–96.
- 221 Kaufman, Dorit; Grennon Brooks, Jacqueline (1996). Interdisciplinary Collaboration in Teacher Education: A Constructivist  
Approach. *TESOL Quarterly*, (39) 2: 231–251.
- 95 Keating, Sarah B. (2006). *Curriculum Development and Evaluation in Nursing*. Lippincott Williams & Wilkins.
- 160 Keys, Carolyn W.; Kenedy, Virginia (1999). Understanding Inquiry Science Teaching in Context: A Case Study of an  
Elementary Teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 10: 315–333.
- 15 Kilgore, Deborah W. (2001). Critical and Postmodern Perspectives on Adult Learning. *New Directions for Adult and  
Continuing Education*, 89: 53–62.
- 268 Kipnis, Nahum (2011). Errors in Science and their Treatment in Teaching Science. *Science & Education*, (20) 7–8: 655–685,  
DOI: 10.1007/s11191-010-9289-0.
- 100 Kirschner, Paul A.; Sweller, John; Clark, Richard E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An  
Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching.  
*Educational Psychologist*, (41) 2: 75–86.
- 261 Kirschner, Paul A.; Sweller, John; Clark, Richard E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An  
Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching.  
*Educational Psychologist*, (41) 2: 75–86.
- 132 Klahr, David; Li, Junlei (2005). Cognitive Research and Elementary Science Instruction: From the Laboratory, to the  
Classroom, and Back. *Journal of Science Education and Technology*, (14) 2: 217–238.
- 101 Klein, Julie T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory and practice*. Detroit: Wayne State University Press.

- 259 Knapp, Alan K.; D'Avanzo, Charlene (2010). Teaching with principles: toward more effective pedagogy in ecology. *Ecosphere*, (1) 6. Spletni vir [30. 03. 2011 <http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/ES10-00013.1>].
- 67 Koffka, Kurt (1922). Perception: An introduction to the Gestalt-theorie, *Psychological Bulletin*. V: C. D. Green (ur.), *Classics in the History of Psychology*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://psychclassics.yorku.ca/Koffka/Perception/perception.htm>].
- 17 Kolb, David (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 21 Krathwohl, David R. (2002) A revision of Bloom's Taxonomy: an overview - Benjamin S. Bloom, University of Chicago, *Theory Into Practice*, Autumn, 2002. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m0NQM/is\\_4\\_41/ai\\_94872707](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0NQM/is_4_41/ai_94872707)].
- 115 Krnel, Dušan (1998). Razvoj pojma snovi: primerjava med ontogenezo in filogenezo: doktorska disertacija.
- 145 Krnel, Dušan (2001). Temelji naravoslovja (filozofija in zgodovina naravoslovja) kot del naravoslovnega kurikula. *Sodobna pedagogika*, (52) 1: 164–185.
- 204 Krnel, Dušan (2006). Pošten poskus ali zakaj so težave pri določanju spremenljivk in konstant. *Naravoslovna solnica*, (10) 2: 34–35.
- 147 Krnel, Dušan; Cunder, Karmen; Antić, Milica G.; Janjac, Marina; Rakovič, Darja; Velkavrh, Alenka; Vrščaj, Dušan (2005). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Spoznavanje okolja, Predmetna kurikularna komisija za spoznavanje okolja, 3. Natis. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 40 Kuhn, Thomas S. (1970 (1962)). *The Structure of Scientific Revolutions*, Second Edition. Chicago: The University of Chicago Press.
- 59 Laird, Dugan (2003). *Approaches to training and development: new perspectives in organizational learning, performance and change*, 3 izdaja. Cambridge, Mass: Basic Books.
- 219 Langer, Judith A. (1986). Learning through Writing: Study Skills in the Content Areas. *Journal of Reading*, 29 (5): 400–406.
- 12 Larkin, Jill H.; Simon, Herbert A. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. *Cognitive Science*, (11), 65–99.
- 113 Laugksch, Rüdiger C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84: 71–94.
- 88 Lavonen, Jari; Juuti, Kalle (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *Nordic Studies in Science Education*, (4) 1: 54–68.
- 68 Lehar, Steven (2003). Gestalt isomorphism and the primacy of subjective conscious experience: A Gestalt Bubble model. *Behavioral and brain sciences*, (26), 375–444.
- 140 Lemke, Jay L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. New York: Greenwood Press.
- 251 Lenčec, Lea; Zorn, Bernarda (2008). Akcijsko raziskovanje s področja medpredmetnih povezav v petem razredu. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnovne v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 406–416.
- 185 Lenski, Richard (2009). Long-term Experimental Evolution Project Site. Spletni vir [13. 11. 2010 <https://myxo.css.msu.edu/ecoli/overview.html>].
- 166 Levere, Trevor. H. (2006). What History Can Teach Us About Science: Theory and Experiment, Data and Evidence. *Interchange*, 37: 115–128.
- 138 Lin, Chongde; Hu, Weiping; Adey, Philip; Shen, Jiliang (2003). The Influence of CASE on Scientific Creativity. *Research in Science Education*, 33: 143–162.
- 196 Lincoln, Yvonna S.; Guba, Egon G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publications, Inc.
- 44 Lohman, David F. (1989). Human Intelligence: An Introduction to Advances in Theory and Research. *Review of Educational Research*, (59) 4: 333-373.
- 281 Lučovnik, Jurij (1978). *Razvojni nauk: biologija za 8. razred osnovne šole*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- 62 Malone, John C. (2003). Advances in Behaviorism: It's Not What It Used to Be. *Journal of Behavioral Education*, (12) 2: 85–89.
- 29 Marentič - Požarnik, Barica (2000). *Psihologija učenja in pouka*, učbenik. Ljubljana: DZS: 5.
- 169 Marentič - Požarnik, Barica (2003). *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS.
- 126 Marentič - Požarnik, Barica; Plut - Pregelj, Leopoldina (1980). Kakršno vprašanje takšen odgovor: priručnik o pedagoško-psiholoških osnovah zastavljanja kvalitetnih vprašanj pri pouku. Ljubljana: Zavod SR Slovenije za šolstvo.
- 130 Marentič - Požarnik, Barica; Plut - Pregelj, Leopoldina (2009) *Moč učnega pogovora: poti do znanja z razumevanjem*, 1. izd., 1. Natis. Ljubljana: DZS.
- 187 Marentič - Požarnik, Barica; Plut - Pregelj, Leopoldina (2009). *Moč učnega pogovora - Poti do znanja z razumevanjem*. Ljubljana: DZS.
- 82 Marentič Požarnik, Barica (ur.) (2004). *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Ljubljana: Filozofska fakulteta.
- 3 Markie, Peter (2008). Rationalism vs. Empiricism. V: Edward N. Zalta (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/rationalism-empiricism/>].
- 97 Marzano, Robert J. (2000). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- 96 Marzano, Robert J.; Zaffron, Steve; Zraik, Linda; Robbins, Sanford L.; Loon, Lois (1995). A new paradigm for educational change. *Education*, (116) 2: 162–173.
- 57 Maslow, Abraham H. (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, (50) 4: 370–96. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>].
- 128 Mason, Lucia; Boscolo, Pietro (2000). Writing and conceptual change. What changes? *Instructional Science*, 28: 199–226.
- 274 Mason, Lucija (1998). Sharing cognition to construct scientific knowledge in school context: The role of oral and written discourse. *Instructional Science*, 26: 359–389.
- 137 Mathews, Phillip S. C. (2000). Learning Science: Some Insights from Cognitive Science. *Science & Education*, 9: 507–535.
- 198 Maxwell, Joseph A. (1992). Understanding and Validity in qualitative research. *Harvard educational review*, 62: 279–300.
- 79 Mayer, Richard E. (2004). "Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction". *American Psychologist*, (59) 1: 14–19.
- 192 Mažgon, Jasna (2001). Utemeljevanje akcijskega raziskovanja na kritiki tradicionalne metodologije in postavkah 'spora okoli pozitivizma'. *Sodobna pedagogika*, (52) 2: 36–48.
- 193 Mažgon, Jasna (2006). Od monometod h kombiniranim raziskovalnim pristopom. *Sodobna pedagogika*, (57/123) 5: 98–109.
- 5 McCormick, Matt (2006). Immanuel Kant – Metaphysics. V: *The Internet Encyclopedia of Philosophy*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.iep.utm.edu/k/kantmeta.htm>].
- 106 McDaniel, Elizabeth A.; Colarulli, Guy C. (2000). Collaborative Teaching in the Face of Productivity Concerns: The Dispersed Team Model. *Innovative Higher Education*, (22) 1: 19–36.
- 9 McWilliams, Spencer A. (1992) Indeterminacy and the Construction of Personal Knowledge. *Tradition & Discovery: The Polanyi Society Periodical*, (19) 2: 5–12.



- 222 Mencigar, Anita (2010). Laborant in laboratorijsko delo v osnovnih in srednjih šolah: diplomsko delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- 265 Merhar, Vida Kariz; Planinšič, Gorazd; Čepič, Mojca (2009). Sketching graphs - an efficient way of probing students' conceptions. *European Journal of Physics*, (30): 163–175.
- 260 Michael, Joel (2006). Where's the evidence that active learning works?. *Advances in psychology education*, 30: 159–167.
- 253 Michelsen, Claus; Sriraman, Bharath (2008). Does interdisciplinary instruction raise students' interest in mathematics and the subjects of the natural sciences?. *ZDM Mathematics Education*, 41: 231–244, DOI 10.1007/s11858-008-0161-5.
- 114 Miller, Jon D. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, (112) 2: 29–48.
- 13 Miller, Kent D. (2008). Simon and Polanyi on Rationality and Knowledge. *Organization Studies*, Jul 2008 (29): 933–955.
- 250 Mohorič, Lidija; Kalan, Katarina (2008). Medpredmetno povezovanje med matemaiko, biologijo, kemijo in geografijo. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 314–335.
- 50 Morgan, Harry. (1996). An analysis of Gardner's theory of multiple intelligence. *Roeper Review*, 18, 263–270.
- 94 Moseley, David; Baumfield, Vivienne; Elliott, Julian; Gregson, Maggie; Higgins, Steven; Miller, Jen; Newton, Douglas P. (2005). *Framework for Thinking: A Handbook for Teaching and Learning*. Cambridge University Press.
- 109 Mulej, Matjaž (2007). Systems theory: a worldview and/or a methodology aimed at requisite holism/realism of humans' thinking, decisions and action. *Systems Research and Behavioral Science*, (24) 3: 347–357.
- 201 Mullis, I. V. S.; Martin, M. O.; Ruddock, G. J.; O'Sullivan, C. Y.; Arora, A.; Erberber, E. (2007). *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. V: *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*: 53–72.
- 188 Nacionalno poročilo PISA 2006: Naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev (2007). Ljubljana: Nacionalni center PISA, Pedagoški inštitut.
- 112 National Academies Press (1996). *National Science Education Standards, Principles and Definitions*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=4962](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4962)]: 19–26.
- 81 Niaz Mansoor; Abd – El - Khalick, Fouad; Benarroch, Alicia; Cardellini, Liberato; Laburú, Carlos E.; Marín, Nicolás; Montes, Luis A.; Nola, Robert; Orlik, Yuri; Scharmann, Lawrence C.; Tsai, Chin-Chung, Tsaparlis, Georgios (2003). *Constructivism: Defense or a Continual Critical Appraisal - A Response to Gil - Pérez et al.*. *Science & Education*, 12: 787–797.
- 239 Niemi, Hannele (2011). *Educating Student Teachers to Become High Quality Professionals – A Finnish Case*. *CEPS Journal*, (1) 1: 40–66.
- 118 Novak, Bogomir (2008). Vprašanje kriterijev merjenja dosežkov učencev v raziskavi PIRLS. *Sodobna pedagogika*, (59) 6 posebna izdaja: 88–102.
- 65 Novak, Joseph D. (1998). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Lawrence Erlbaum Associates. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://books.google.si/books?id=zQ\\_ZpfGFgIYC&hl=en](http://books.google.si/books?id=zQ_ZpfGFgIYC&hl=en)]: 49–79.
- 228 Novak, Joseph D.; Cañas, Alberto J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008. Florida Institute for Human and Machine Cognition. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>].
- 271 Novak, Joseph. D.; Cañas, Alberto J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>].
- 31 Novak, Marta (2005). *Vloga učitelja v devetletni osnovni šoli*. Nova Gorica: Melior, Založba Educa.
- 257 Odun, Eugene P. (1957). The Ecosystem Approach in the Teaching of Ecology Illustrated with Sample Class Data. *Ecology*, (38) 3: 531–535.
- 181 Oxford Electric Bell (2009, 18. maj). *Wikipedia, prosta enciklopedija*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Oxford\\_Electric\\_Bell](http://en.wikipedia.org/wiki/Oxford_Electric_Bell)].
- 124 Palinkaš, Ester (2011). *Pojmovna primerjava nalog TIMSS in učnih načrtov*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- 209 Pallant, Julie F. (2007). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis using SPSS for Windows*, 3 izdaja. Open University Press, McGraw-Hill.
- 91 Papert, Seymour; Harel, Idit (1991) *Situating Constructionism, Constructionism*. Ablex Publishing Corporation. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>].
- 184 Park Grass Experiment (2009, 12. maj). *Wikipedia, prosta enciklopedija*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Park\\_Grass\\_Experiment](http://en.wikipedia.org/wiki/Park_Grass_Experiment)].
- 104 Peers, Cheryl E.; Diezmann, Carmel M.; Watters, James J. (2003). Supports and Concerns for Teacher Professional Growth During the Implementation of a Science Curriculum Innovation. *Research in Science Education*, 33: 89–110.
- 153 Pell, Anthony; Jarvis, Tina (2003). Developing attitude to science education scales for use with primary teachers'. *International Journal of Science Education*, (25) 10: 1273–1295.
- 22 Pergar - Kuščer, Marjanca; Plut - Pregelj, Leopoldina (2006). *Razumevanje znanja pri razrednih in predmetnih učiteljih*. V: *Medved - Udovič, Vida; Cotič, Mara; Felda, Darjo* (ur.), *Zgodnje učenje in poučevanje otrok*. Koper: Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta, Založba Annales: 25-42.
- 173 Pergar - Kuščer, Marjanca; Razdevšek - Pučko, Cveta (2005). *Sodelovanje in tekmovanje v šoli*. *Sodobna pedagogika*, (56) 3: 98–109.
- 56 Perkins, David (1991). *Mindware and the metacurriculum*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://www.newhorizons.org/future/Creating\\_the\\_Future/cfut\\_perkins.html](http://www.newhorizons.org/future/Creating_the_Future/cfut_perkins.html)].
- 189 Phelps, Renata; Hase, Stewart (2002). Complexity and action research: exploring the theoretical and methodological connections. *Educational Action Research*, (10) 3: 507–524.
- 58 Phillips, Denis. C. (2008). *Philosophy of Education*. V: *Edward N. Zalta* (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/education-philosophy/>].
- 183 Pitch Drop Experiment (2009, 10. junij). *Wikipedia, prosta enciklopedija*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Pitch\\_drop\\_experiment](http://en.wikipedia.org/wiki/Pitch_drop_experiment)].
- 49 Plut - Pregelj, Leopoldina (1993). *Učenje z razumevanjem - temeljni cilji šole prihodnosti*. *Sodobna pedagogika*, (44) 9/10: 547–551.
- 27 Plut - Pregelj, Leopoldina (2004). *Konstruktivistične teorije znanja in šolska reforma: učitelj v vlogi učenca*. V: *Marentič Požarnik, Barica* (ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Ljubljana: Filozofska fakulteta, 17–40.
- 24 Plut - Pregelj, Leopoldina (2005). *Sodobna šola ostaja šola: kaj pa se je spremenilo?*. *Sodobna pedagogika*, (58) 3: 12–30.
- 83 Plut - Pregelj, Leopoldina (2008). *Ali so konstruktivistične teorije učenja in znanja lahko osnova za sodoben pouk?*. *Sodobna pedagogika*, (59) 6 posebna izdaja: 14–27.
- 8 Polanyi, Michael (1983). *The tacit dimension*. Gloucester (Mass.): Peter Smith Publisher Inc.

- 14 Popper, Karl (1978). Three Worlds: The Tanner lecture on human values. The University of Michigan. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.tannerlectures.utah.edu/lectures/documents/popper80.pdf>].
- 123 Pringle, Robert M.; Martin, Sarah C. (2005). The Potential Impacts of Upcoming High-Stakes Testing on the Teaching of Science in Elementary Classrooms. *Research in Science Education*, 35: 347–361.
- 186 Prosser, Michael; Martin, Elaine; Trigwell, Keith; Ramsden, Paul; Lueckenhausen, Gillian (2005). Academics' experiences of understanding of their subject matter and the relationship of this to their experiences of teaching and learning. *Instructional Science*, 33: 137–157.
- 162 Rasku-Puttonen, Helena; Eteläpelto, Anneli; Arvaja, Maarit; Häkkinen, Päivi (2003). Is successful scaffolding an illusion? - Shifting patterns of responsibility and control in teacher-student interaction during a long-term learning project. *Instructional Science*, 31: 377–393.
- 72 Reigeluth, Charles M. (1992). Elaborating the elaboration theory. *Educational Technology Research and Development*, (40) 3: 80–86.
- 210 Revelle, William; Zinbarg, Richard E. (2008). Coefficients Alpha, Beta, Omega, and the glb: Comments on Sijsma. *Psychometrika*, (74) 1: 145–154.
- 143 Riess, Falk (2000). History of Physics in Science Teacher Training in Oldenburg. *Science & Education*, 9: 399–402.
- 111 Riess, Werner; Mischo, Christoph (2010). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education* (32) 6: 705–725.
- 20 Ritter, Frank E.; Schooler, Lael J. (2001). The learning curve. V: W. Kintch; N. Smelser; P. Baltes, (ur.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://act-r.psy.cmu.edu/publications/pubinfo.php?id=408>], Oxford, UK: Pergamon: 8602-8605.
- 208 Roberts, Sarah J. (1978). Test Floor and Ceiling Effects. ESEA Title I Evaluation and Reporting System, RMC Research Corp. Spletni vir [12. 12. 2008 <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal>].
- 87 Roscoe, Keith (2004). Lonergan's Theory of Cognition, Constructivism and Science Education. *Science & Education*, 13: 541–551.
- 264 Roth, Wolff - Michael (2002). Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. *Journal of Curriculum studies*, (34) 1: 1–24.
- 16 Russell, Bertrand (1912). *The problems of philosophy*, 15. Izdaja (1989). Oxford University Press.
- 30 Rutar - Ilc, Zora (2003). *Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- 255 Rutar - Ilc, Zora (2010). *Medpredmetne in (kros)kurikularne povezave – priložnost za aktivnejšo vlogo učencev in dijakov. Vzgoja in izobraževanje*, 3–4: 6–12.
- 242 Sardoč, Mitja; Klepac, Luka; Rožman, Mojca; Vršnik Perše, Tina; Brečko, Barbara (2009). Mednarodna raziskava poučevanja in učenja TALIS: nacionalno poročilo. Ljubljana, Pedagoški inštitut. Spletni vir [13.11.2010 [http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna\\_dejavnost/TALIS/TALIS2008/TALIS2008porocilo.pdf](http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/TALIS/TALIS2008/TALIS2008porocilo.pdf)]
- 42 Scharmann, Lawrence C.; Smith, Mike U.; James, Mark C.; Jensen, Murray (2005). Explicit Reflective Nature of Science Instruction: Evolution, Intelligent Design, and Umbrellalogy. *Journal of Science Teacher Education*, 16: 27–41.
- 121 Schoultz, Jan; Sälljö, Roger; Wyndhamn, Jan (2001). Conceptual knowledge in talk and text: What does it take to understand a science question?. *Instructional Science*, 29: 213–236.
- 267 Schwartz, Marc S.; Sadler, Philip M.; Sonnert, Gerhard; Tai, Robert H. (2009). Depth versus breadth: How content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework. *Science Education*, (93) 5: 798–826.
- 98 Sicherl - Kafol, Barbara (2008). Medpredmetno povezovanje v osnovni šoli. *Didakta*, (18-19) 11: 7–09.
- 247 Sicherl - Kafol, Barbara (2008). Procesni in vsebinski vidiki medpredmetnega povezovanja. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 112–130.
- 211 Sijsma, Klaas (2008). On the Use, the Misuse, and the Very Limited Usefulness of Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, (74) 1: 107–120.
- 43 Sintonen, Matti. (1999). Why questions, and why just why-questions?. *Synthese*, 120: 125–135.
- 155 Skamp, Keith; Mueller, Andrea (2001). A longitudinal study of the influences of primary and secondary school, university and practicum on student teachers' images of effective primary science practice. *International Journal of Science Education*, (23) 3: 227–245.
- 2 Slovar slovenskega knjižnega jezika (2008). Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://bos.zrc-sazu.si/index.html>].
- 234 Smith, Deborah C. (2000). Content and pedagogical content knowledge for elementary science teacher educators: knowing our students. *Journal of Science teacher education*, (11) 1: 27–46.
- 47 Smith, Mark K. (2002). Howard Gardner and multiple intelligences. The encyclopedia of informal education. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>].
- 10 Smith, Mark K. (2003). Michael Polanyi and tacit knowledge. V: *The Encyclopedia of Informal Education*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.infed.org/thinkers/polanyi.htm>].
- 25 Smith, Mike U.; Siegel, Harvey (2004). Knowing, Believing, and Understanding: What Goals for Science Education?. *Science & Education* 13: 553–582.
- 107 Smylie, Mark A.; Perry, George S. (2005). *Restructuring Schools for Improving Teaching*. Fundamental Change.
- 206 Sočan, Gregor (2004). *Postopki klasične testne teorije*. Ljubljana: Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za psihologijo.
- 235 Spalding, Elizabeth; Klecka, Cari L.; Lin, Emily; Wang, Jian; Odell, Sandra J. (2001). Learning to Teach: It's Complicated But It's Not Magic. *Journal of Teacher Education*, (62) 1: 3–7.
- 244 Spelt, Elisabeth J. H.; Biemans, Harm J. A.; Tobi, Hilde; Luning, Pieterneel A.; Mulder, Martin (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychological Review*, 21: 365–378, DOI 10.1007/s10648-009-9113-z.
- 200 Statistični urad Republike Slovenije (2009). Učenci v 9-letnem programu osnovne šole po občini šole, vrsti šole, razredih, spolu in starosti, Slovenija, začetek šolskega leta, letno. Spletni vir [06. 06. 09 <http://www.stat.si/pxweb>].
- 229 Stein, Mary; Larrabee, Timothy G.; Barman, Charles R. (2008). A study of common beliefs and misconceptions in physical science. *Journal of Elementary Science Education*, (29) 2: 1–11.
- 45 Sternberg, Robert J. (1984). What Should Intelligence Tests Test? Implications of a Triarchic Theory of Intelligence for Intelligence Testing. *Educational Researcher*, (13) 1: 5–15.
- 4 Steup, Matthias (2008). Epistemology. V: Edward N. Zalta (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/win2008/entries/epistemology/>].
- 142 Stinner, Arthur; Mcmillan, Barbara A.; Metz, Don; Jilek, Jana M.; Klassen, Stephen (2003). The Renewal of Case Studies in Science Education. *Science & Education*, 12: 617–643.

- 61 Strand, Paul S.; Barnes-Holmes, Yvonne; Barnes-Holmes, Dermot (2003). Educating the Whole Child: Implications of Behaviorism as a Science of Meaning. *Journal of Behavioral Education*, (2) 12: 105–117.
- 212 Streiner, David L.; Norman, Geoffrey R. (1995). *Health Measurement Scales A Practical Guide to Their Development and Use*. New York: Oxford University Press, Inc.
- 273 Strgar, Jelka (2006). Primer oblikovanja bioloških pojmov pri pouku naravoslovja. V: Devatak, Iztok; Strgar, Jelka; Naji, Majda (ur.), *Naravoslovje v teoriji in šolski praksi - pogledi in izkušnje*. Ljubljana: ZRSS: 144–149.
- 163 Strmčnik, F. (2001). *Didaktika: osrednje teoretične teme*. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- 167 Strmčnik, Franc (2001). *Didaktika. Osrednje teoretične teme*. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- 168 Strmčnik, Franc (2003). Didaktične paradigme, koncepti in strategije. *Sodobna pedagogika*, (54) 4: 80–93.
- 170 Strmčnik, France (1976). Diferenciacija in individualizacija pouka. V: *Sodobno pedagoško delo*. Ljubljana: Zavod SR Slovenije za šolstvo: 101–161.
- 171 Strmčnik, France (1992). Zunanja ali storilnostna diferenciacija v osnovni šoli. *Sodobna pedagogika*, (43) 7/8: 356–369.
- 256 Svetlik, Karmen; Japelj - Pavešič, Barbara; Kozina, Ana; Rožman, Mojca; Šteblaj, Marjanca (2008). *Naravoslovni dosežki Slovenije v raziskavi TIMSS 2007*. Ljubljana: JRZ Pedagoški inštitut.
- 60 Šimenc, Marjan (1995). J. H. Mead: behaviorizem, sebstvo in posplošeni drugi. *Problemi*, (4) 5: 165–179.
- 150 Škvarč, Mariza; Glažar, Saša A.; Marhl, Marko; Skribe - Dimec, Darja; Zupan, Anka; Cvahte, Miroslav; Gričnik, Karmen; Danica, Volčini; Sabolič, Goran; Šorgo, Andrej (2011). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. *Naravoslovje 6 in 7, Predmetna komisija za Naravoslovje v 6. in 7. razredu*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Spletni vir [1. 8. 2011 [http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_naravoslovje.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje.pdf)].
- 53 Štefanc, Damjan (2011). Šola in pojmovanja znanja med pragmatizmom in konstruktivizmom. *Sodobna pedagogika*, (62) 1: 100–119.
- 246 Štemberger, Vesna (2008). Načrtovanje in izvajanje medpredmetnih povezav. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 93–111.
- 117 Štraus, Mojca; Repež, Maša; Štigl, Simona (2007). *Naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev: nacionalno poročilo*. Ljubljana: Nacionalni center PISA, Pedagoški inštitut.
- 231 Taber, Keith S. (2008). Towards a Curricular Model of the Nature of Science. *Science & Education*, (17) 2-3: 179–218.
- 232 Taber, Keith S. (2010). Preparing Teachers for a Research-Based Profession. V: Valenčič-Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana. Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 19–48.
- 77 Takaya, Keiichi (2008). Jerome Bruner's Theory of Education: From Early Bruner to Later Bruner. *Journal Interchange*, (39) 1: 1–19.
- 176 Tamir, Pinchas; Shcurr, Yoav (1997). Back To Living Animals: An Extracurricular Course for Fifth-Grade. *Journal of Biological Education*, (31) 4: 300–304.
- 180 Tamir, Pinchas; Stavy, Ruth; Ratner Niza (1998). Teaching science by inquiry: assessment and learning. *Journal of Biological Education*, (33) 1: 27–32.
- 243 Thoonen, Erik E. J.; Slegers, Peter J. C.; Oort, Frans J.; Peetsma, Thea T. D.; Geijsel, Femke P. (2011). How to Improve Teaching Practices: The Role of Teacher Motivation, Organizational Factors, and Leadership Practices. *Educational Administration Quarterly*, (47) 3: 496–536.
- 41 Thornton, Stephen (2008). Karl Popper. V: Edward N. Zalta (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/popper/>].
- 158 Tobin, Kenneth (1998). Issues and trends in teaching science. V: *International Handbook of Science Education*. Kluwer academic publishers: 129–151.
- 174 Tomažič, Iztok (2009). *Vpliv izkušenskega učenja na trajnost znanja in na spreminjanje odnosa do dvoživk pri učencih devetletne osnovne šole: doktorska disertacija*.
- 7 Tomić, Ana (1997). *Izbrana poglavja iz didaktike*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
- 175 Tomkins, Stephen P.; Tunnicliffe, Sue 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.
- 276 Tsai, Chien-Chung; Chou, Chien (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, (18) 2: 157–165.
- 217 Urbančič, Matej; Glažar, Saša A. (2007). Opazovanje razredne interakcije ter zbiranje, obdelava in interpretacija podatkov. V: Vrtačnik, Margareta (ur.), Devetak, Iztok (ur.), Sajovic, Irena (ur.). *Akcijsko raziskovanje za dvig kvalitete pouka naravoslovnih predmetov*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta: Pedagoška fakulteta, 11–34.
- 202 van der Ploeg, Rienk R.; Böhm, Wilhelm.; Kirkham, Mark B. (1999). On the Origin of the Theory of Mineral Nutrition of Plants and the Law of the Minimum. *Soil Science Society of America Journal*, (63) 9-10: 1055–1062.
- 233 van Driel, Jan H.; Verloop, Nico; de Vos, Wobbe (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of research in science teaching*, (35) 6: 673–695.
- 254 Van Hecke, Gerald R.; Karukstis, Kerry K.; Haskell, Richard C.; McFadden, Catherine S.; Wettack, Sheldon F. (2002). An Integration of Chemistry, Biology, and Physics: The Interdisciplinary Laboratory. *Journal of Chemical Education*, (79) 7: 837–844.
- 149 Verčkovnik, Tatjana; Zupan, Anka; Ferbar, Janez; Glažar, Saša A.; Harej, Vesna; Hostnik, Igor; Kregar, Mitja (1998). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. *Naravoslovje 6, Delovno telo za Naravoslovje v 6. razredu*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 54 Vidmar, Tadej (2011). Šola in pojmovanja znanja med pragmatizmom in konstruktivizmom. *Sodobna pedagogika*, (62) 1: 28–40.
- 213 Vodopivec, Blaž (1993). *Sodobno pojmovanje konstruktne veljavnosti*. *Psihološka obzorja*, (2) 2: 37–56.
- 191 Vogrinc, Janez (2008). Pomen triangulacije za zagotavljanje kakovosti znanstvenih spoznanj kvalitativnega raziskovanja. *Sodobna pedagogika*, (59) 5: 108–122.
- 190 Vogrinc, Janez; Valenčič - Zuljan, Milena; Krek, Janez (2007). Akcijsko raziskovanje kot del procesov zagotavljanja kakovosti dela v vzgojno-izobraževalni instituciji. *Sodobna pedagogika*, (58) 5: 48–67.
- 203 Watson, Rod; Goldsworthy, Anne; Wood - Robinson, Valerie (1999). What Is Not Fair with Investigations?. *School Science Review*, (80) 292: 101–106.
- 241 Webster - Wright, Ann (2009). Reframing professional development through understanding professional learning. *Review of Educational Research*, (79) 2: 702–739.
- 69 Weiner, Bernard (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92, 548–573.
- 70 Weiner, Bernard (1992). *Human motivation: metaphors, theories, and research*, 2. Izdaja. Newbury Park, London, New Delhi: Sage, cop.



- <sup>71</sup> Weiner, Bernard (2006). *Social motivation, justice and moral emotions: an attributional approach*. Lawrence Erlbaum Associates.
- <sup>216</sup> Wellington, Jerry; Osborne, Jonathan (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press, Buckingham [England], Philadelphia, PA.
- <sup>55</sup> Wiggins, Grant (1998). *Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance*. San Francisco: Jossey-Bass.
- <sup>73</sup> Wilson, Brent; Cole, Peggy (1992). A critical review of elaboration theory. *Educational Technology Research and Development*, (40) 3: 63–79.
- <sup>134</sup> Wing - Mui So, Winnie (2003). Learning Science Through Investigations: An Experience With Hong Kong Primary School Children. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1: 175–200.
- <sup>127</sup> Wolf, Dennis P. (1987). The Art of Questioning. *Academic Connections* (winter 1987): 1–7.
- <sup>135</sup> Yip, Din - Yan (2001). Assessing and Developing the Concept of Assumptions in Science Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 10: 173–179.
- <sup>119</sup> Yip, Din; Chiu, Ming; Ho, Esther (2004). Hong Kong Student Achievement in OECD-PISA Study: Gender Differences in Science Content, Literacy Skills, and Test Item Formats. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2: 91–106.
- <sup>218</sup> Zamel, Vivian (1982). Writing: The Process of Discovering Meaning. *TESOL Quarterly*, (16) 2: 195–209.
- <sup>105</sup> Zemplén, Gábor Á. (2007). Putting Sociology First - Reconsidering the Role of the Social in 'Nature of Science' Education. *Journal Science & Education*, (online) [13. 11. 2010 <http://www.springerlink.com/content/egh2322g25668342/>].

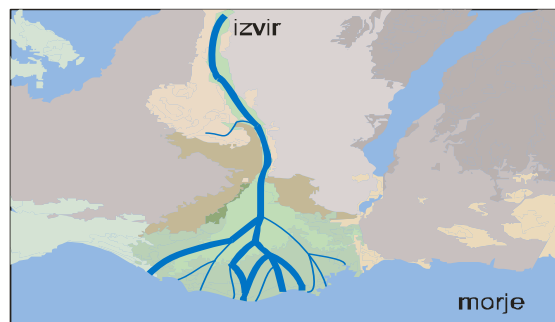
## **VIII. Priloge**



## Priloga A: Predpreizkus naravoslovnega znanja (oznaka P)

šola: \_\_\_\_\_ učenc: \_\_\_\_\_

1. Na sliki označite s krožcem (O) mesto, kjer se nahaja voda z največ raztopljenimi snovmi, in s križcem (X) mesto, kjer voda vsebuje najmanj raztopljenih snovi. Odgovor utemeljite.

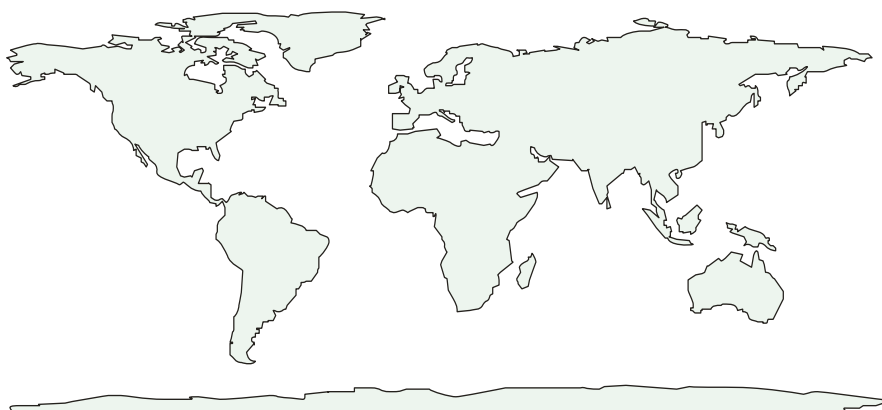


Označite smer toka reke.

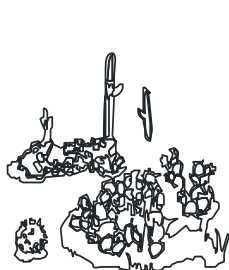
2. Kje odpadlo listje najhitreje razpade?

- A V puščavi.
- B V tropskem gozdu.
- C V tundri.
- D V visokogorju.

3. Označite predel Zemlje, kjer je povprečna letna temperatura ozračja najvišja.



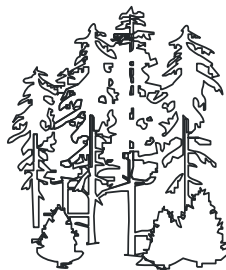
4. Katera vrsta rastja je značilna za tropski deževni gozd?



A



B



C



D

5. Od česa je odvisna hitrost toka reke na nekem predelu?

- a Od sončne svetlobe.
- b Od višinske razlike toka reke.
- c Od raztopljenih snovi v vodi.
- d Od števila organizmov, ki živijo v reki.
- e Od globine reke.

Napišite črke pred pravilnimi odgovori:

\_\_\_\_\_

6. Zgradba telesa živali običajno omogoča njeno življenje v določenem okolju. Na sliki je žival, ki živi v tleh. Katera izrazita lastnost živali izdaja njen življenjski prostor?



- A gladka ravna dlaka
- B kratek rep
- C male slabo razvite oči
- D majhni uhlji
- E oblika prednjih okončin

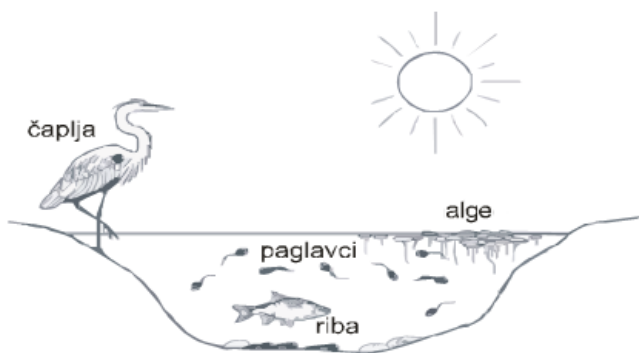
Zakaj lahko to lastnost telesa povežemo z življenjskim prostorom živali?

---



---

7. Na sliki je prikazan ribnik in nekaj organizmov, ki živijo v njem in v njegovi bližini. Vsi narisani organizmi so vključeni v prehranjevalno verigo. Kaj je osnovna hrana paglavcev?

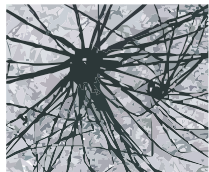


- A Hrano dobijo s fotosintezo.
- B Prehranjujejo se z ribami.
- C So zajedavci v telesu čaplje.
- D Hranijo se z algami.
- E Prehranjujejo se s mineralnimi snovmi.

8. Fant je našel dva centimetra do tri centimetre velika semena, ki so bila videti tako, kot je narisano na Sliki A. Pod mikroskopom je bil vrh semena videti tako, kot je videti na Sliki B. Kaj lahko ugotovite s slike?



A



B

- a Semena se prenašajo z vodo.
- b Semena se razširjajo z vetrom.
- c Rastline s takimi semeni oprahujejo čebele.
- d Semena se v vodi potopijo.
- e Razširjen zgornji del je namenjen oprijemu tal.
- f Semena so verjetno zelo lahka.

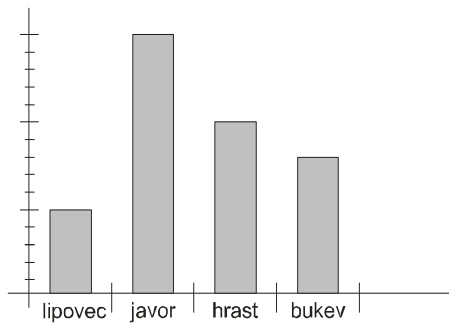
Izpišite črke pravih odgovorov: \_\_\_\_\_

9. Znanstveniki so primerjali dve območji morja. Prvo območje je bilo tik ob obali, kjer je povprečna globina 10 metrov, drugo območje pa na povprečni globini 900 metrov. Na obeh mestih je temperatura vode skozi celo leto med 14 °C in 20 °C, morski tokovi so šibki. Tudi v slanosti ni pomembnih razlik. Globinsko območje je močno razgibano, obrežno pa je peščeno. V obeh predelih so odkrili okoli 50 vrst živali.

Zakaj sta obe opisani območji neporaščeni z rastlinami?

Kateri izmed dejavnikov je omejujoč v obeh okoljih za rast in razvoj morskih rastlin?

10. Učenci so merili dolžino listov različnih vrst dreves. Povprečna dolžina listov javorja je bila 15 cm, povprečna dolžina listov lipovca pa 5 cm. Podatke so učenci vnesli v tabelo in iz nje naredili diagram, ki je na sliki. Dopiši diagramu enote in naslov ter druge manjkajoče dele.



Kako dolga sta lista bukve in hrasta?

hrast: \_\_\_\_\_ bukev: \_\_\_\_\_

Je mogoče na diagramu kaj spremeniti, da povečamo preglednost?

11. Obkrožite pravilne trditve:

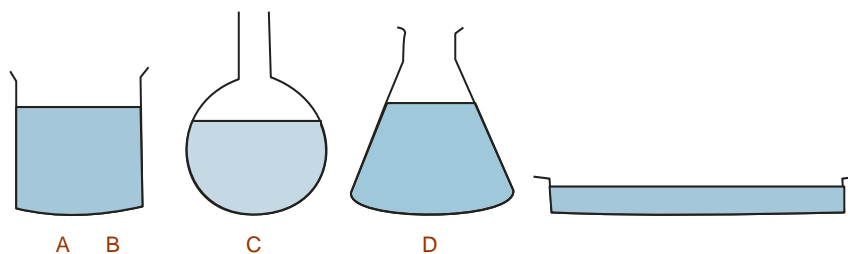
- a Zaradi vročine živali s kožuhom ne morejo živeti v vročih območjih.
- b Rastline, ki imajo debele mesnate liste, lažje zadržujejo vodo v telesu.
- c V Sahari zaradi vročine ne najdemo organizmov.
- d Vretenčarjev, ki nimajo stalne telesne temperature, ne najdemo na ledenikih.
- e Velike živali morajo neprestano dihati in dihajo hitreje kot majhne.

Izpišite črke pravih odgovorov: \_\_\_\_\_

12. Nov eksperiment

Radi bi ugotovili, koliko padavin (dežja, snega, toče) pade čez leto v okolici šole. Kako bi zasnovali poskus, da bi lahko dokazali, da je opazna razlika v količini padavin med meseci? Napiši postopek zbiranja podatkov in nariši pripomočke, ki bi jih pri tem uporabil.

13. V vsako od spodaj narisanih odprtih posod smo nalili 100 mL vode. Posode smo postavili za en dan na sonce. Iz katere posode je izhlapelo največ vode?



Odgovor utemeljite.

---

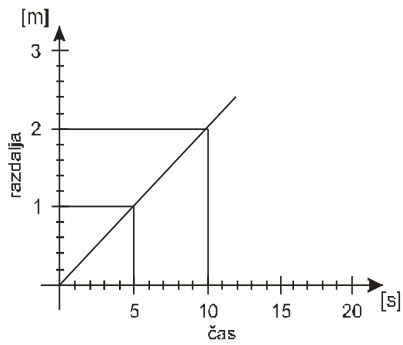


---



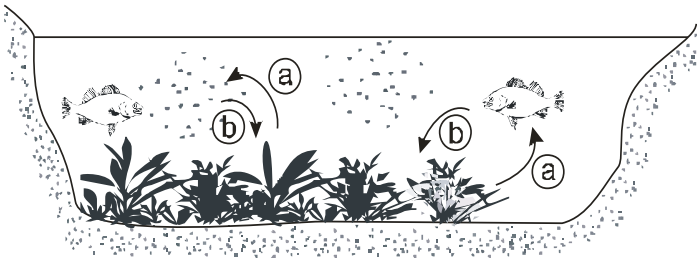
---

14. Grafikon prikazuje gibanje miši po ravni poti. Če se bo miš še naprej gibala z isto hitrostjo, kako daleč bo, ko bo minilo 15 sekund?



- A) 2 metra
- B) 2,5 metra
- C) 3 metre
- D) 4 metre
- E) 5 metrov

15. Slika prikazuje primer medsebojne odvisnosti med vodnimi organizmi: ribami, rastlinami in mikroorganizmi. Čez dan organizmi oddajajo ali sprejemajo snov A ali B, kot je prikazano s puščicami. Katera trditev velja?



- A Snov A je ogljikov dioksid, snov B kisik.
- B Snov A je kisik, snov B sladkor.
- C Snov A je dušik, snov B ogljikov dioksid.
- D Snov A je kisik, snov B ogljikov dioksid.
- E Snov A je ogljikov dioksid, snov B sladkor.

16. Deklica domneva, da rastline za rast potrebujejo vodo. V posodo s prstjo je posadila rastlino in jo zalila z vodo. Posodo je postavila na sončno svetlobo. Da bo lahko preverila svojo domnevo, mora uporabiti še eno rastlino. Kaj mora dati v drugo posodo, kamor bo posadila drugo rastlino, da bo domnevo zares lahko potrdila?



## Priloga B: Preizkus naravoslovnega znanja (oznaki R in S)

datum: \_\_\_\_\_ šola: \_\_\_\_\_ razred: \_\_\_\_\_ številka učenca v redovalnici: \_\_\_\_\_ spol: \_\_\_\_\_

### Navodilo!

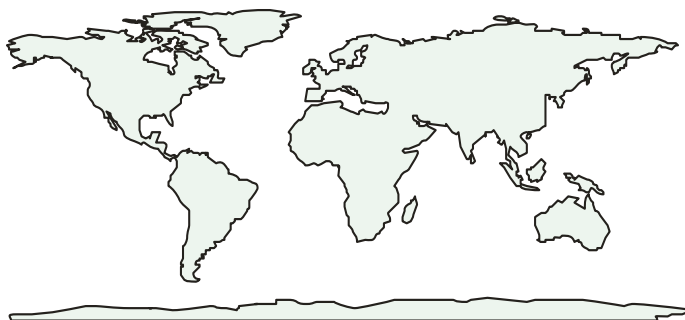
Natančno preberi navodila. Velike črke (A, B, C, D in E) pred trditvami predstavljajo vprašanja, pri katerih je možen samo en odgovor, pri malih črkah (a b, c, d in e) pa je možnih več odgovorov. Povsod, kjer naloga zahteva, da odgovor utemeljiš, je zelo pomembno, da napišeš, zakaj misliš, da je odgovor pravi. V ležečem tisku je opisana naloga, odbeljeno pa je označeno besedilo, ki je v nalogi zelo pomembno.

### 1. Na spodnji sliki označi:

1.1 Pobarvaj ali črtkano označi predele na Zemlji, kjer je povprečna temperatura ozračja najnižja.

1.2 Obkroži območje tropskega gozda Afrike.

1.3 S piko označi Slovenijo.



### 2. Obkroži pravilne trditve

2.1 Kje odpadlo listje najhitreje razpade?

- A V puščavi, ker je povprečno najvišja temperatura.
- B V tropskem gozdu, ker je vlažno in toplo.
- C V tundri, ker tam rastejo iglasta drevesa.
- D V Sredozemlju, ker je veliko sončne svetlobe.
- E V jamah, kjer razpada ne prekine svetloba.

2.2 Kje je rast dreves najhitrejše?

- A V puščavi.
- B V gorah.
- C V tundri.
- D V Sredozemlju.
- E V tropskem gozdu.

2.3 Kje na Zemlji temperatura letno najmanj niha?

- A V puščavi.
- B V tropskem gozdu.
- C V tundri.
- D V Sredozemlju.
- E V jamah.

2.4 Kje bi namerili najvišji tlak?

- A Ob morju.
- B V jamah.
- C V morskih globinah.
- D V gorah.
- E Na ekvatorju.

2.5 Kje je letno največ padavin?

- A V puščavi.
- B V tropskem gozdu.
- C V tundri.
- D V Sredozemlju.
- E Na Arktiki.

2.6 Katera voda ima največ raztopljenih snovi?

- A Voda velike počasi tekoče reke.
- B Voda deževnice.
- C Voda jezera.
- D Voda gorskega izvira.
- E Voda Mrtvega morja.

2.7 Katera območja imajo letno malo padavin?

- a Arktika.
- b Tropski deževni gozd.
- c Sahara.
- d Mešani gozd.
- e Antarktika.

2.8 Kaj sodi med dnevne spremembe?

- a Nihanje temperature med jutrom in večerom.
- b Vrednost povprečnih mesečnih padavin.
- c Razlika tlaka vsakih sto metrov morske globine.
- d Letni prirast gozdov.
- e Dnevno odstopanje od povprečne mesečne temperature.

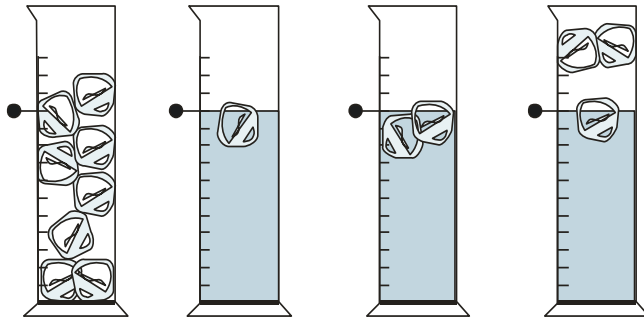
Napiši pravilne odgovore: \_\_\_\_\_

Napiši pravilne odgovore: \_\_\_\_\_

**3. Dobro si oglej spodnjo sliko in opis naloge.**

Vsaka ledena kocka je iz 10 mL vode. Prav tako vsaka črtica na merilnem valju določa 10 mL vode. Črna pika označuje 110 mL.

Na sliki s črto označi višino vode po tem, ko se bo led stalil v vsakem izmed merilnih valjih. Na črto pod merilnim valjem napiši, koliko mL vode bo po taljenju ledu v merilnem valju. Zakaj ledene kocke plavajo na vodi?



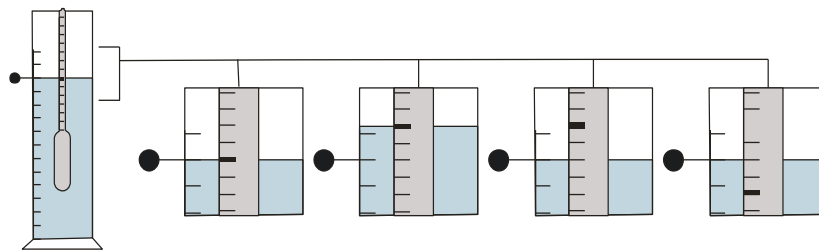
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

A \_\_\_\_\_ ml      B \_\_\_\_\_ ml      C \_\_\_\_\_ ml      D \_\_\_\_\_ ml

**4. V merilni valj (Slika 1), v katerem je merilec gostote umerjen za vodo, dodamo nekaj soli. Slike A, B C in D so povečave merilnega valja in dela merilca gostote po tem, ko smo v merilni valj dodali sol.**

Obkroži črko pod sliko, ki najbolj prikazuje položaj merilca po dodatku soli. Na črto pod njo pa napiši, zakaj misliš, da se je to zgodilo.



(slika 1)      A      B      C      D

Svojo odločitev utemeljite.

- 4.1 Pravilni odgovor je \_\_, ker \_\_\_\_\_
- 4.2 Odgovor\_\_ je napačen, ker \_\_\_\_\_
- 4.3 Odgovor\_\_ je napačen, ker \_\_\_\_\_
- 4.4 Odgovor\_\_ je napačen, ker \_\_\_\_\_

**5. Tri zaprte steklene kozarce z algami postavimo na okensko polico. Prvi kozarec pustimo takšnega, kot je, drugega zavijemo v prosojen bel papir, tretjega pa v debel črn papir. Odgovori na vprašanja.**

- 5.1 Kaj skušamo pri tem poskusu ugotoviti?
  - A Kako temperatura vpliva na rast?
  - B Kako se rast s tlakom spreminja?
  - C Koliko vlage je v posodah?
  - D Kako svetloba vpliva na rast?
  - E Kako se spreminja gostota v posodi?
- 5.2 Kako dolgo lahko vsakič pustimo črno posodo odvit, ko pregledujemo, kaj se spreminja?
  - A Nekaj sekund v poltemi.
  - B Svetloba na spremembo ne vpliva takoj.
  - C Nekaj ur nima velikega vpliva.
  - D Paziti moramo samo, da ni preveč toplo.
  - E Posodo lahko odpremo zgodaj zjutraj.

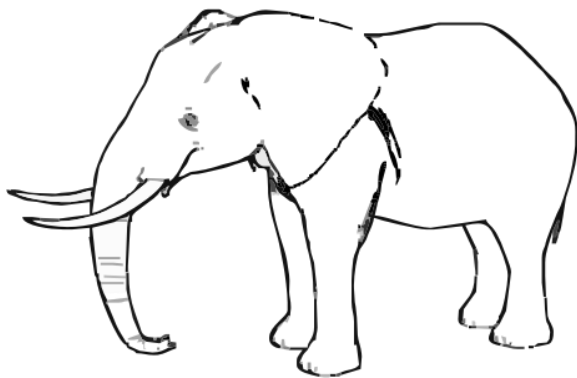
Kakšne spremembe bi opazili v zakritem (črnem) kozarcu po šestih mesecih?

Razloži, zakaj!

- 5.3 Kateri dejavnik skušamo pri tem poskusu omejiti?
  - A Svetlobo.
  - B Toploto.
  - C Tlak.
  - D Vlago.
  - E Gostoto.

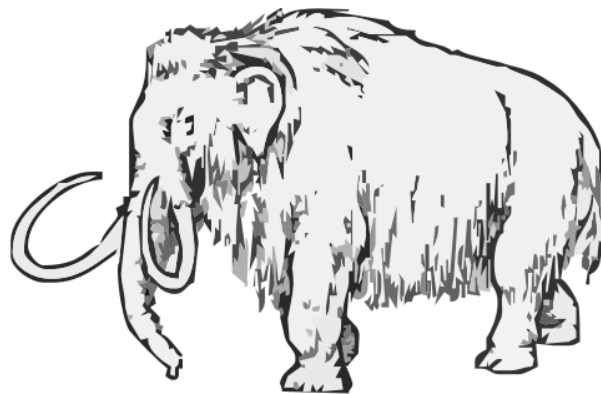
- 5.4 Kako se dolžina noči spreminja?
  - a Ob ekvatorju se preko leta močno spreminja.
  - b Na severnem polu je preko leta približno enaka.
  - c Ob ekvatorju je vedno približno dvanajst ur.
  - d Na severnem tečaju traja tudi do pol leta.
  - e Ob ekvatorju in na polih je približno enaka.

6. Zgradba telesa živali ima po navadi lastnosti, ki jim omogoča življenje v določenem okolju. Na sliki sta dve živali iz različnih okolij, vendar sta si po obliki precej podobni. Odgovorite na vprašanja za vsako žival posebej.



A

ime živali: \_\_\_\_\_



B

ime živali: \_\_\_\_\_

6.1 Katera žival ima pod kožo več maščobnega tkiva?  
obkroži: A ali B

6.2 Katera žival živi v vročih predelih?  
obkroži: A ali B

6.3 Katere lastnosti živali, ki živi v vročih predelih kažejo na to, kje živi?

- a Koža brez kožuha.
- b Košat rep.
- c Majhne oči.
- d Velika ušesa.
- e Trobec.

6.4 Kaj bi lahko trdili za obe živali?

- a Obe živali sta rastlinojedi.
- b Najbolj so ogroženi mladiči teh živali.
- c Rep uporabljata za vzdrževanje ravnotežja.
- d Gosta dlaka ju ščiti pred vodo.
- e Obe živali sta samotarski.

Napiši pravilne odgovore: \_\_\_\_\_

Napiši pravilne odgovore: \_\_\_\_\_

6.5 Kakšen bi bil življenjski prostor živali B?

- a Vroče in suho območje.
- b Vlažno in vroče območje.
- c Stalno ledeno območje.
- d Vlažno in hladno območje.
- e Ledeno in suho območje.

6.6 Kakšna je vloga velikih oklov?

- a Imajo vlogo pri parjenju.
- b Uporablja jih za kopanje jam.
- c Z njimi drobi hrano.
- d Z njimi se praska po hrbtu.
- e Namenjeni so obrambi.

Napiši pravilne odgovore: \_\_\_\_\_

Napiši pravilne odgovore: \_\_\_\_\_

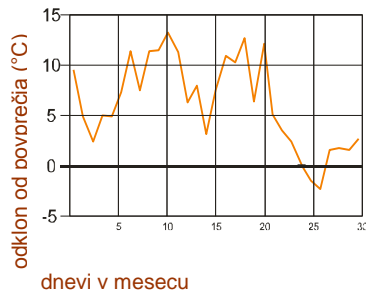
7. Na kakšen način bi praktično ugotovil, koliko različnih vrst rib je v Blejskem jezeru?

8. Kako bi čim bolj natančno določili številčnost ene vrste rib v Blejskem jezeru?

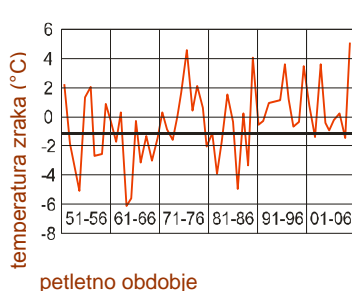
9. Kako bi zbiral podatke, če bi želel narediti klimogram padavin in temperature za določen mesec v okolici šole? Napiši čim bolj podroben postopek in razloži, zakaj.

**10. Natančno si oglej diagrame za Slovenijo. Preberi naslove, imena osi in natančno odčitaj podatke.**

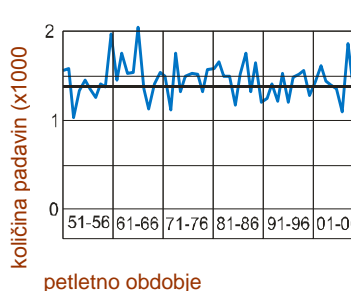
Odklon povprečne dnevne temperature januarja 2007 od povprečja let 1951–1990



Potek povprečne temperature zraka januarja v letih 1951–2007 in povprečje let 1951–1990



Potek povprečne količine padavin januarja v letih 1951–2007 in povprečje let 1951–1990



Ravna debela črta (-----) predstavlja povprečno vrednost, razgibana črta (/) diagrama pa posamične vrednosti!

Obkroži odgovor na desni strani ali pa dopiši manjkajoče besede

Največji pozitiven odklon povprečne dnevne temperature od povprečja v januarju je bil dne, \_\_\_\_\_ (datum), ko je bil odklon \_\_\_\_\_°C.

Največji negativen odklon povprečne dnevne temperature od povprečja v januarju je bil dne, \_\_\_\_\_ (datum), ko je bil odklon \_\_\_\_\_°C.

V mesecu januarju 2007 je bilo več kot 20 dni toplejših od povprečja.	DA	NE
Povprečna temperatura zraka januarja med leti 51–90 je okoli: _____ °C		
Po letu 1991 so temperature januarja običajno višje od povprečja.	DA	NE
Najnižje povprečne temperature so bile izmerjene med leti 81–86.	DA	NE
Največ padavin v januarju je bilo med letoma 63 in 64.	DA	NE
V Sloveniji v januarju nikoli ne pade manj kot 1000 mm padavin.	DA	NE
Višanje temperature močno vpliva na količino padavin v mesecu januarju.	DA	NE

**11. Naštej čim več dejavnikov okolja, ki se tekom dneva spreminjajo.**

**12. Ovrednoti trditve:**

Med dnevom in nočjo se povprečna vlaga v jamah spreminja.	DA	NE
Temperatura močno vpliva na prilagajanje organizmov v morskih globinah.	DA	NE
V naših krajih je sprememba letne temperature večja kot sprememba dnevne.	DA	NE
Sončni žarki se na belih ledenih površinah odbijajo bolj kot na temnem asfaltu.	DA	NE
Značilnost tropskih gozdov sta visoka povprečna temperatura in velika količina padavin.	DA	NE
Vse vrste ptic v Sloveniji se pozimi selijo na jug.	DA	NE
Velikost in barva ptice lahko določata spol.	DA	NE
Na dveh otokih, ki sta si zelo blizu skupaj, lahko najdemo različne živalske vrste.	DA	NE
Kače živijo v hladnejših predelih zemlje.	DA	NE
Vroča voda na dnu in hladna voda na vrhu posode se mešata.	DA	NE
Na južnem tečaju najdemo organizme, ki živijo na kopnem.	DA	NE
Med plezanjem v gore ugotovimo, da je z višino vedno več mešanih gozdov.	DA	NE
Hitre in ostre spremembe ogrožajo živali in rastline.	DA	NE
S pretiranim sekanjem dreves v tropskem gozdu lahko uničimo življenjsko območje.	DA	NE
Vroči zrak pritiska k tlom, zato je hladneje pod stropom sobe.	DA	NE
Gozd, ki ga je uničil požar, se lahko obnovi samo s pomočjo človeka.	DA	NE
Med suha območja štejemo tako Saharo kot Antarktiko.	DA	NE
Na morski gladini se slanost bolj spreminja kot v pršnem pasu.	DA	NE

## Priloga C: Vprašalnik za učence

Šola \_\_\_\_\_ številka v redovalnici: \_\_\_\_\_ spol: \_\_\_\_\_

### Navodilo!

Preberi vprašanje in označi pravi odgovor.

1. Ob koncu leta bom pri naslednjih predmetih ocenjen (če si med oceno, napiši višjo oceno):

naravoslovje	neocenjen	2	3	4	5
matematika	neocenjen	2	3	4	5
geografija	neocenjen	2	3	4	5
tehnika	neocenjen	2	3	4	5
slovenski jezik	neocenjen	2	3	4	5
angleški jezik	neocenjen	2	3	4	5

2. Ne glede na oceno pri teh predmetih pa mislim, da si pri teh predmetih zaslužim oceno:

naravoslovje	neocenjen	2	3	4	5
matematika	neocenjen	2	3	4	5
geografija	neocenjen	2	3	4	5
tehnika	neocenjen	2	3	4	5
slovenski jezik	neocenjen	2	3	4	5
angleški jezik	neocenjen	2	3	4	5

3. Pri naravoslovju sem dobil najnižjo oceno \_\_\_\_ (napiši oceno) in najvišjo oceno \_\_\_\_ (napiši oceno).

4. Najboljše ocene dobim pri (obkroži):

- a Ustnem ocenjevanju.
- b Pisnem ocenjevanju.
- c Pri referatih ali drugem delu.
- d Med sodelovanjem pri pouku.

5. Pri naravoslovju si želim več (napiši čim več stvari, ki so ti pri naravoslovju všeč):

---

---

6. Mislim, da bi bilo dobro, če bi bilo naravoslovja:

- a več.
- b več, a le, če (dopiši) \_\_\_\_\_.
- c dovolj ga je.
- d manj, ker (dopiši) \_\_\_\_\_.
- e manj.

7. Kateri poskus, ki ste ga delali pri kateremkoli predmetu, ti je ostal najbolj v spominu? Na kratko opiši poskus.

---

---

# Priloga Č: Vprašanja polstrukturiranega intervjuja za učence

## I. Uvodna vprašanja

- (1) Kakšne hobije imate?
- (2) Imate kakšne naravoslovne hobije?
- (3) Kako se učite?
- (4) Kaj se najraje učite?
- (5) Ali gledate poljudno znanstvene oddaje?
- (6) Katere so vam ostale v spominu?
- (7) Imate doma živali?
- (8) Bi hoteli postati znanstveniki? Kdo je znanstvenik?

## II. Uvod v Naravoslovje

- (9) Kako všeč vam je predmet naravoslovje?
- (10) Kaj pri naravoslovju delate?
- (11) Kaj vam je najbolj všeč pri naravoslovju?
- (12) Kaj bi se najraje učili pri naravoslovju?
- (13) Ali vam učiteljica pove, kaj morate znati pri naravoslovju?
- (14) Ali veste, kaj se pri naravoslovju ocenjuje?
- (15) Se vam zdi, da je pri naravoslovju težko dobiti dobro oceno?
- (16) Ali je naravoslovje težko?
- (17) Kako pogosto greste pri naravoslovju ven v naravo, na travnik, v gozd? Letos?
- (18) Kako pogosto delate poskuse pri naravoslovju?
- (19) Se spomnite kak poskus, ki ste ga delali, oziroma jih lahko nekaj naštejete?
- (20) Ali lahko opišete kako delate poskuse pri naravoslovju?
- (21) Kaj vam je bolj všeč: samostojno delo, v dvojicah ali skupinsko?
- (22) Vam je skupinsko delo všeč? (+)
- (23) Ali je pri skupinskem delu pomembno s kom ste v skupini?
- (24) Ali ste kdaj pri naravoslovju delali z živalmi?
- (25) Delate z živimi ali s preparati?
- (26) Koliko domače naloge dobite pri naravoslovju?
- (27) Ali kdaj doma izvajate kak poskus? kateri?

## III. Povezovanje drugih predmetov

- (28) Ali se vam zdi, da vam gredo ročna dela dobro od rok?
- (29) Ali se vam zdi, da se nekatere vsebine povezujejo tudi z geografijo? Katere?
- (30) Ali se vam zdi, da se nekatere vsebine povezujejo tudi s tehniko? Katere?
- (31) Kje je največ dela? Pri NAR, MAT, GEO, TEH, SLO ali ANG?
- (32) Ali kdaj pri pouku naravoslovja uporabljate internet? Kje?
- (33) Kaj pa doma? Kdaj delate tudi z internetom? Kaj?

## IV. O modelu poučevanja

- (34) Kakšne so se vam zdele ure, kjer ste delali metre?
- (35) So bile drugačne kot običajno?
- (36) So se vam zdela navodila pri eksperimentih in drugih nalogah dobra ?
- (37) Je bilo težko narediti termometer/areometer/manometer?
- (38) Ste kaj kdaj prinesli v šolo na ure naravoslovja? Kaj?
- (39) Kaj je bolj zanimivo – učiti se o živalih in rastlinah v Sloveniji ali po svetu, v tropih, Antarktiki?
- (40) Kaj je bolj zanimivo ugotavljati – kakšni so pogoji (padavine, tlak, temperatura) v Sloveniji ali po svetu?

## **V. Vprašanja o sklopih**

- (41) Kaj se spreminja?
- (42) Na kaj vplivajo te spremembe?
- (43) Kje se pogoji počasi/hitro spreminjajo?
- (44) Kaj mislite, da je omejujoč dejavnik ekosistema?
- (45) Kaj se zgodi, če damo v posodo z vodo veliko kocko ledu?
- (46) Kaj bi lahko ugotovili, če bi vsak dan beležili temperaturo in tlak?
- (47) Kako bi ugotovili, kako voda izhlapeva od jutra do večera?
- (48) Se temperatura vode globoko na morskem dnu veliko ali malo spreminja?
- (49) Ali živali vplivajo na okolje ali samo okolje na živali?
- (50) Ali alge vplivajo na okolje? Kako?
- (51) Iz katerih delov je sestavljen termometer?
- (52) Če želite ugotoviti, koliko vrst rastlin raste v okolici šole, kaj storite?
- (53) Če želite ugotoviti, koliko plodov ima jabolana, kaj storite?
- (54) Kako bi merili koliko dežja pade v Sloveniji?
- (55) Kaj si predstavljate pod pojmom "segrevanje planeta"?

## **VI. Zaključna vprašanja**

- (56) Kaj bi spremenili pri naravoslovju?
- (57) Kaj bi spremenili pri urah, pri katerih sem sodeloval?
- (58) Kaj bi spremenili pri naravoslovju v šoli?
- (59) Kaj bi spremenili pri nalogah in domačih nalogah?
- (60) Kdo je odgovoren za vaše znanje?

## Priloga D: Vprašanja polstrukturiranega intervjuja za učitelje

### I. Uvodna vprašanja

- (1) Kaj se učenci najraje učijo?
- (2) Kako se učijo?
- (3) Ali spremljate poljudno znanstvene oddaje? Katere so vam ostale v spominu v zadnjem obdobju?
- (4) Ali kdaj opomnite učence na poljudne oddaje na televiziji?
- (5) Kakšno obliko dela najraje uporabljate: samostojno, v parih ali skupinsko?
- (6) Katera oblika dela vam je najbolj všeč?
- (7) Je pri skupinskem delu pomembno, s kom sedijo učenci v skupini?
- (8) Vam je skupinsko delo kot način dela v razredu všeč? Zakaj?
- (9) Imate doma živali?

### II. Uvod v Naravoslovje

- (10) Katere eksperimente ste letos izvajali pri naravoslovju?
- (11) Katere vsebine najraje poučujete pri naravoslovju?
- (12) Katere vsebine mislite, da so najbolj všeč učencem?
- (13) Ali mislite, da učenci vedo, kaj morajo znati pri naravoslovju?
- (14) Kako pogosto peljete pri naravoslovju učence v naravo, na travnik, v gozd?
- (15) Koliko domače naloge dobijo učenci pri naravoslovju?
- (16) Ali kdaj dajete učencem naloge, pri katerih poskus izvedejo doma? Katere?
- (17) Kako mislite, da obremenite učence z naravoslovjem?
- (18) Ali učencem pregledujete in ocenjujete zvezke?
- (19) Ali učenci delajo referate, ki jih vi ocenite? Kakšni so kriteriji?
- (20) Bi lahko dobil fotokopijo enega zelo dobro in enega slabo ocenjenega referata?
- (21) Kako samostojni so ti o učenci?
- (22) Kako dobro učenci sledijo navodilom pri pouku naravoslovja?
- (23) Kako dobro učenci sledijo navodilom pri eksperimentalnem delu?
- (24) Ali se vam zdi sledenje navodilom težavno?
- (25) Ali prinesete živali v šolo? Katere ste letos?
- (26) Ali živali gojite na šoli? Katere?
- (27) Uporabljate predvsem žive organizme ali preparate?
- (28) Ali je izkušnja doživljanja organizmov pomembna?
- (29) Kaj menite o sodelovanju učencev pri pouku?
- (30) Kje in kako naj bi po vašem mnenju sodelovali?
- (31) Ali ugotavljate učenčeve interese in kdaj?
- (32) Kako ugotavljate učenčevo predhodno znanje o obravnavani temi?
- (33) Kaj je po vašem mnenju cilj pouka naravoslovja v 7. razredu?
- (34) Kako se pouk naravoslovja razlikuje od pouka biologije, kemije in fizike?
- (35) Kaj menite o učnem načrtu predmeta?
- (36) Na razpolago je več učbenikov za ta predmet. Kateri učbenik uporabljate? Zakaj?
- (37) Ali ste se udeležili dodatnega izobraževanja/usposabljanja za ta predmet?
- (38) Katera institucija ga je organizirala?
- (39) Ustreznost usposabljanja na vaše potrebe: dobre strani, pomanjkljivosti?

### III. Povezovanje drugih predmetov

- (40) Kako sodelujete z drugimi učitelji na šoli?
- (41) Kako ste se povezovali z geografom?
- (42) Ste k sodelovanju povabili še kakega drugega učitelja?
- (43) Ali poskušate interdisciplinarno povezovati vsebine z drugimi predmeti?



- (44) Ali kdaj pri naravoslovju delate tudi z internetom?
- (45) Ali zahtevate kdaj domače delo z internetom?
- (46) Bi želeli vodeno sodelovanje med učitelji?
- (47) S katerimi učitelji ni mogoče sodelovati? (predmet)
- (48) Kakšno je vaše mnenje o koristnosti laboranta? Kje je dobro in kaj slabo?

#### **IV. O modelu poučevanja**

- (49) Kakšne so se vam zdele ure, pri katerih sem bil prisoten?
- (50) So se vam zdele drugačne kot običajno?
- (51) So se vam zdela navodila dobra pri eksperimentih in drugih nalogah?
- (52) Ste kaj kdaj prinesli v šolo na ure naravoslovja? Kaj?
- (53) Je učencem bolj zanimivo učiti se o organizmih v Sloveniji ali v tropih, Antarktiki? Kaj pa vam?
- (54) Je učencem zanimiveje ugotavljati, kakšni so pogoji (padavine, tlak, temperatura) v Sloveniji ali po svetu? Kaj pa vam?
- (55) Kako na šoli opozarjate na okoljske probleme, npr.: "segrevanje planeta"?
- (56) Kje ste začutili največ problemov v modelu?
- (57) Se vam zdi, da je model primeren za vse učitelje?
- (58) Ali so učenci želeli delati vse eksperimente?
- (59) Se vam zdi, da ste sprejeli bistvo modela poučevanja?
- (60) Bi model izvajali ponovno?
- (61) Ste bili močno obremenjeni pri modelu? Kdaj je bilo največ dela?
- (62) Ste mnenja, da je model dosegel želene cilje?
- (63) Kaj se vam je zdelo neprimerno?

#### **V. Vprašanja o sklopih**

- (64) Kako so učenci naštevati spremembe?
- (65) Je bilo težko narediti termometer/areometer/manometer?
- (66) Kako koristni so bili zemljevidi okoljskih dejavnikov?
- (67) Kolikokrat ste dolgotrajne eksperimente ponovili (mah, temperatura, tlak)?
- (68) Kako je uspel poskus z rastlinami? Po koliko časa je bila sprememba?
- (69) Se vam zdijo dolgotrajni eksperimenti smiselni?
- (70) Kaj se vam zdi za učence težje: razumeti tlak ali temperaturo?
- (71) Se vam zdi, da so učenci spoznali dejavnike, ki so bili predstavljeni v modelu?
- (72) Se vam zdi pomembno, da učenci spoznajo dejavnike pred obravnavo ekosistemov?

#### **VI. Zaključna vprašanja**

- (73) Ali se vam zdi, da namerno ali nenamerno delite učence na boljše in slabše?
- (74) Kaj bi spremenili pri urah, pri katerih sem sodeloval?
- (75) Kaj bi spremenili v šoli?
- (76) Kdo je odgovoren za znanje učencev?

## Priloga E: Vprašanja polstrukturiranega intervjuja za ravnatelje

### I. Uvodna vprašanja

- (1) Kaj ste študirali in kje diplomirali?
- (2) Koliko let ste že na šoli?
- (3) Kakšno je po vašem mnenju sodelovanje s kolegi na šoli?

### II. Uvod v Naravoslovje

- (4) Kako pomembno se vam zdi naravoslovje?
- (5) Kako ocenjujete opremljenost naravoslovne učilnice?
- (6) Kako pogosto učitelji pridejo do vas s prošnjami za nabavo materialov?
- (7) Če bi učitelj prišel do vas s prošnjo za pripomoček v vrednosti 100 €, kako izvedljiva bi bila taka nabava?
- (8) Ali dovolite, omogočite učiteljem da na šoli gojijo živali za delo pri pouku?
- (9) Ali imate na šoli živali?
- (10) Kakšen se vam pri tem zdi vpliv staršev na delo na šoli?
- (11) Ali na šoli (knjižnica) kupuje poljudne dokumentarne oddaje za učence?
- (12) Ali kdaj na šolo hodijo agenti, ki ne prodajajo samo knjig?
- (13) Kako se vam zdi pomembno ozaveščanje o okoljskih problemih?
- (14) Kaj vi storite na tem področju na šoli?

### III. Povezovanje drugih predmetov

- (15) Se vam zdi, da osebno favorizirate katerega izmed predmetov? Zakaj?
- (16) Ali spremljate delo učiteljev v razredu? Naravoslovja?
- (17) Pri katerem predmetu se vam zdi eksperimentalno delo pomembno?
- (18) Ali na kak poseben način spodbujate sodelovanje med učitelji?
- (19) Pri katerem predmetu menite, da so učenci najbolj obremenjeni z delom?
- (20) Kakšen dostop do interneta imate?
- (21) Kako se vam zdi, da učitelji sledijo navodilom?
- (22) Kaj na splošno menite o sodelovanju učencev?

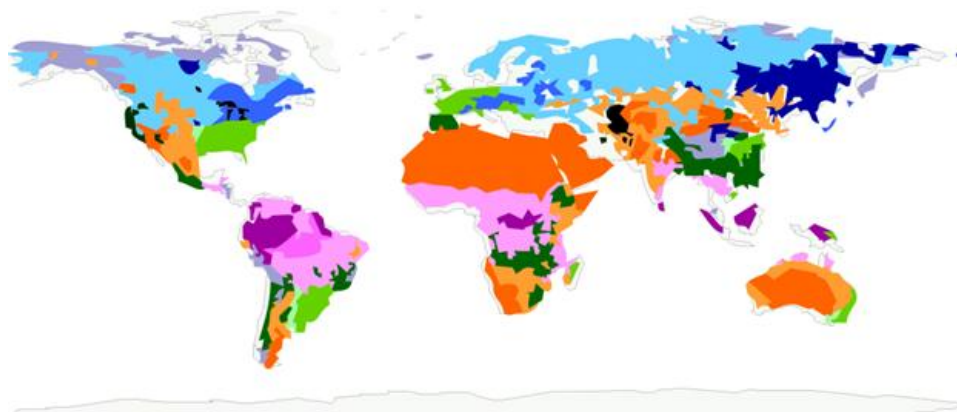
### IV. O modelu poučevanja

- (23) Se vam zdi, da je bil učitelj pri tej raziskavi preveč dodatno obremenjen?
- (24) Je učitelj prišel do vas z zahtevami po potrebščinah?
- (25) Se vam zdi smiselno razvijati interes za naravoslovje?

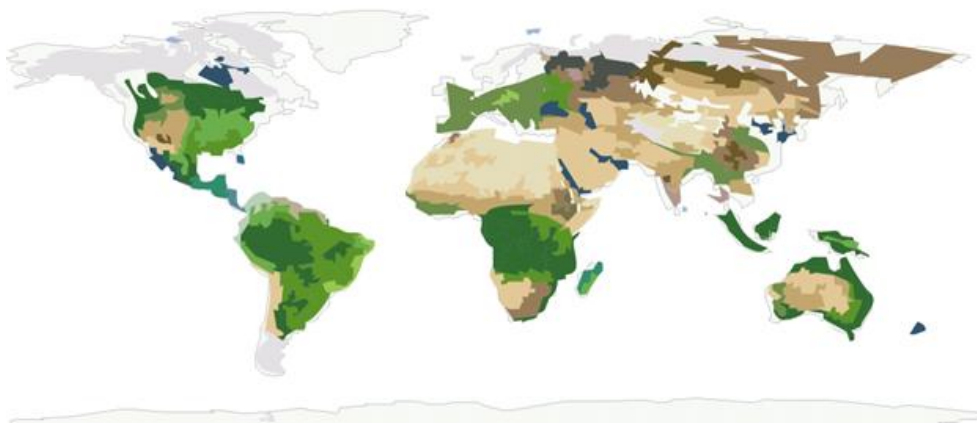
### V. Zaključna vprašanja

- (26) Kaj bi spremenili na šoli?
- (27) Kaj bi spremenili v šolstvu, če bi imeli vso moč odločanja?
- (28) Kdo je odgovoren za znanje učencev?

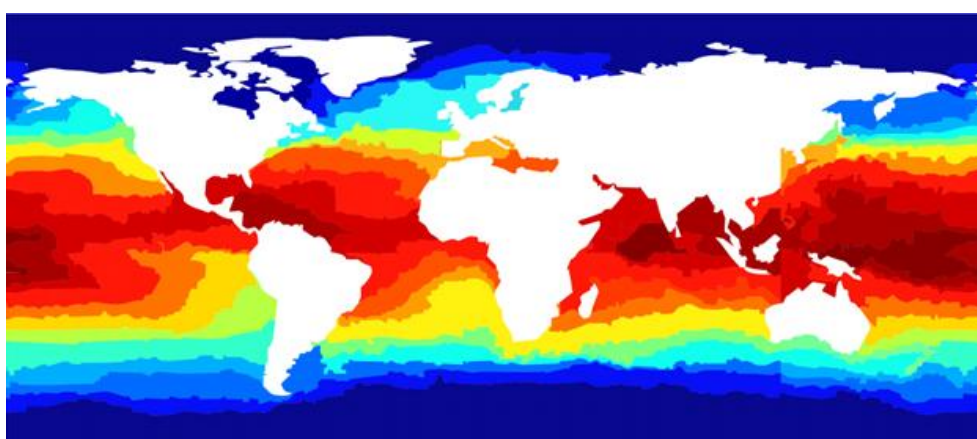
## Priloga F: Naravoslovni zemljevidi okoljskih dejavnikov



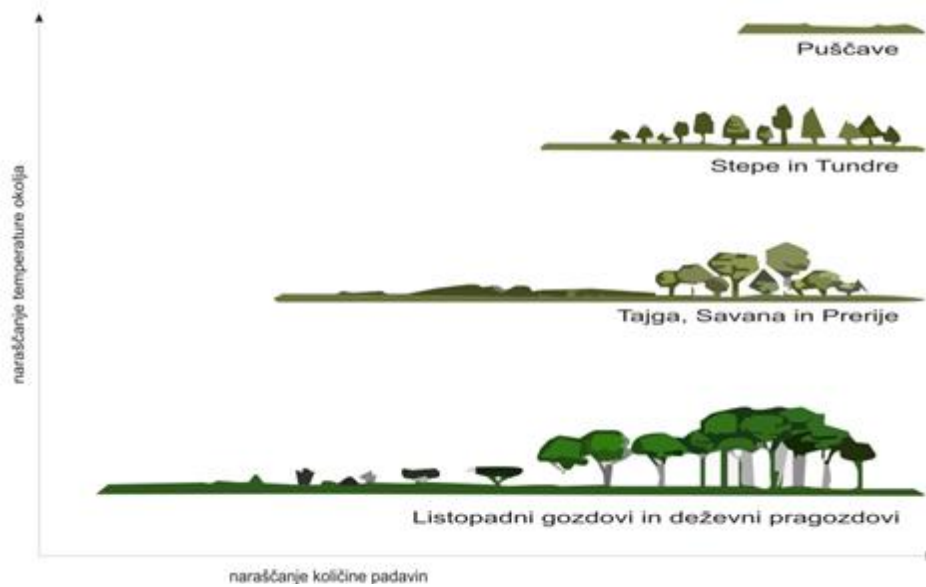
Slika 15: Naravoslovni zemljevid podnebnih območij Zemlje.



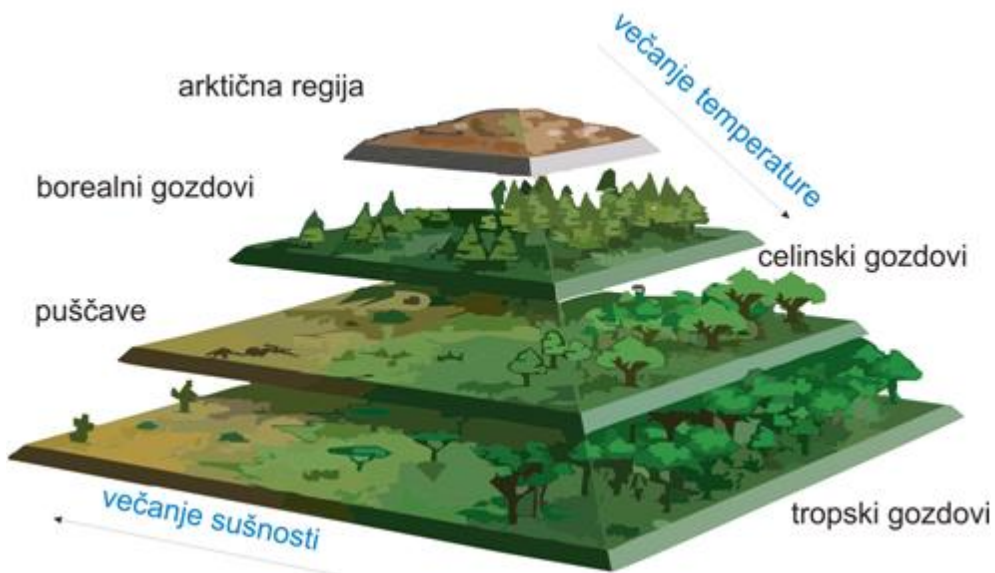
Slika 16: Naravoslovni zemljevid rastja Zemlje.



Slika 17: Naravoslovni zemljevid temperaturnih območij Zemlje.



Slika 18: Naravoslovni zemljevid življenjskih območij Zemlje I.



Slika 19: Naravoslovni zemljevid življenjskih območij Zemlje II.



Slika 20: Naravoslovni zemljevid Satelitska slika Zemlje.



Slika 21: Naravoslovni zemljevid morski tokovi.



## Priloga G: Priprava in optimizacija predloga modela poučevanja

Akcijski del raziskave je potekal v obdobju med majem in julijem leta 2006. V tem delu sta sodelovali dve šoli (šola 'aah' in šola 'aiv'), na katerih je potekalo izvajanje modela poučevanja z zamikom dveh tednov. Ugotovitve izvajanja na prvi šoli so bile prenesene na drugo. Z učiteljema je bil po izvedenju vsakega sklopa izveden pogovor, pri katerem sta lahko soočila videnje poteka ure z raziskovalcema. Učitelja o delu drug drugega nista bila seznanjena.

### G.1 Šolsko okolje in značilnosti delovnega okolja v razredu

Na obeh šolah so bili omogočeni vsi pogoji za izvajanje predloga modela poučevanja, kot je to zahteval učitelj skladno z zahtevami modela. Učenci obeh sedmih razredov so bili seznanjeni s potekom raziskave in so s podpisi staršev potrdili sodelovanje pri raziskavi in dovoljenje za zvočno snemanje opazovanih ur pouka in intervjujev z izbranimi učenci.

#### G.1.1 Opis šole 'aah' in učilnice pred izvedbo modela

Šola 'aah' je osnovna šola v osrednje slovenski regije z okoli 500 učenci. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 25 učencev (9 fantov in 16 deklet) enega sedmega razreda. Zgradba šole je v večjem naselju večjega mesta. Šola je bila zgrajena v sedemdesetih letih in se razen prenove knjižnice, telovadnice ter gradnje manjšega prizidka ni spreminjala, močno pa se je spremenila namembnost prostorov in šolskih površin. Oddelki za najmlajše so ločeni v prizidku in imajo lasten vhod. Garderobni prostori so hkrati tudi zaklonišča, šolski del pa je omejen od prostorov uprave in učiteljev. Vtis o šoli je, da je urejena in dobro opremljena. Zdi se, da vodstvo šole in zaposleni dobro poznajo širše šolsko okolje, učence in starše, kar se po pričevanju vodstva odraža tudi na sodelovanju vseh strani na različnih področjih. Okoliš je kulturno in versko raznolik, izobrazbena struktura prebivalcev pa je zelo pestra. Bližnji šolski okoliš je večinoma pozidan s stolpnici, je pa na eni strani šole obrežje reke, manjši gozd, močvirnat predel in park, kar je zelo priročno za nabiranje različnega biološkega materiala in za delo na prostem.

Na šoli je bil v času raziskave pretežno mlad kolektiv učiteljev. Ravnatelj v pogovoru navede, da podpira vse oblike sodelovalnega dela na šoli, poseben poudarek pa je na dodatnem izobraževanju učiteljev, ki svoje novo znanje delijo z vsemi učitelji šole. Ravnatelj pravi, da si čas za obiskovanje zunanjih seminarjev učitelji enostavno med seboj razdelijo. Enkrat imajo prednost eni, drugič drugi, zahteva pa, da se mladi še posebej pogosto udeležujejo seminarjev in projektov, saj s tem doprinesejo h kakovosti dela na šoli in vplivajo na dobro ime šole. Podpira tudi sodelovanje znotraj šole, vendar pa se zaveda, da je to odvisno predvsem od učiteljev samih in mu je včasih žal, da nekateri med seboj enostavno ne najdejo vezi. Sam sicer nikoli ni vsiljeval sodelovalnega dela, pričakuje pa, da ga učitelji po potrebi izvajajo sami. Po njegovem je naklonjen naravoslovju, kar potrjuje tudi opremljenost naravoslovnih učilnic, pravi pa tudi, da je veliko odvisno od učitelja in njegovih jasno izraženih zahtev po opremljenosti z učili in materiali. Na šoli imajo šolsko knjižnico z velikim številom naravoslovnih knjig in učenci imajo vedno možnost dostopa do računalnika. Same uporabe pripomočkov in učil pa podrobno ne nadzira, razen pri mlajših učiteljih; pri njihovih urah pogosto sodeluje in podrobneje



spremlja njihovo delo in profesionalni razvoj.

Učilnica naravoslovja je bila ob prvem obisku bolj ali manj prazna, vendar urejena, saj so jo nedavno obnovili. Na eni izmed sten je bilo obešenih nekaj plakatov z naravoslovno vsebino, ki pa so bilo postavljeni tako, da je treba plakat pred uporabo pri pouku sneti z nosilca. Na okenskih policah je bilo nekaj okrasnih rož. Učiteljeva klop in vse ostale šolske klopi so bile enake, brez ustreznih priklopov za gorilnik in električno. Vsi pripomočki in steklovina za izvajanje poskusov so bili pospravljeni v novih omari v kabinetu v zadnjem delu učilnice. Na šoli ni zaposlenega laboranta.

Kabinet naravoslovne učilnice je bil kabinet učiteljev naravoslovja, učitelji drugih naravoslovnih predmetov so imeli svoje kabinete. Da je bil kabinet nedavno obnovljen, je bilo videti tudi po opremljenosti, saj večino materiala še ni bilo urejenega in razvrščenega na police v omarah, prav tako pa je bilo nekaj omar še povsem praznih. Učitelj je bil z novo učilnico zelo zadovoljen. Z obnovo učilnice in kabineta je za predmet pridobil tudi novo opremo.

### G.1.2 Opis šole 'aiv' in učilnice pred izvedbo modela

Druga šola, vključena v akcijski del, je šola 'aiv' gorenjske regije, v kateri je skupno z vsemi podružničnimi šolami okoli 800 učencev. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 24 učencev (12 fantov in 12 deklet) enega sedmega razreda. V šoli je tudi več oddelkov vrtca. Zgradba matične šole je postavljena na obrobju mesta z dobrimi cestnimi povezavami. Okoli širšega območja šole so starejše stanovanjske vile, ki dajejo občutek prometne zaprtosti, čeprav je promet v prometnih konicah na območju precej zgoščen. Šola ima veliko dvorišče s tekaško stezo ter igrišča za nogomet in košarko. Občutek zaprtosti območja omogoča živahnost šolskega prostora predvsem med daljšimi odmori, saj učenci pogosto čas med odmori preživijo zunaj, v času pouka pa so igrišča namenjena šolskemu delu. V širši okolici šole je tudi nekaj poslovnih zgradb in manjših trgovin. Razen gostega prometa v konicah je okolica šole precej mirna in na videz urejena. Šolo obiskujejo predvsem otroci iz mesta in bližnje primestne okolice. Med okoliškimi prebivalci so pretežno obrtniki. V času raziskave na šoli je bil kolektiv učiteljev starostno precej raznolik. Ravnatelj učitelje podpira, vendar pa daje prednost starejšim učiteljem, saj naj bi ti s sodelovanjem z mlajšimi kolegi prenašali izkušnje na slednje. Sodelovanje med učitelji podpira, vendar prepusti to nalogo učiteljem. Ravnateljev odnos do posameznega predmeta je odvisen od učitelja in njegovega odnosa do predmeta. Ravnatelj spodbuja različne vrste dela, vendar je učitelj tisti, ki naj predstavi zahteve in potrebe na ustrezen način.

V učilnici so bili na stenah obešeni plakati z naravoslovno vsebino, na okenskih policah je bilo veliko rož in rastlin, ki so jih učenci z učiteljem načrtno vzgajali in jih pogosto uporabili kot vir za šolske raziskave. Ob učiteljevi mizi je bil postavljen prirejen delovni pult za izvajanje poskusov. Ostale mize v razredu so bile običajne šolske klopi, brez ustreznih priklopov za gorilnik in električno, zato je bilo skupinsko izvajanje poskusov po besedah učitelja omejeno na enostavnejše poskuse. V razredu je bila tudi kovinska omara s ključavnico za shranjevanje kemikalij, ki jih je učitelj naravoslovja pogosteje uporabljal pri pouku. Steklovina in ostalih pripomočki za eksperimentiranje so bili pospravljeni v omari v učilnici. Preostali material, ki ga je učitelj uporabljal pri pouku, je bil shranjen v kemijskem kabinetu na glavni šoli. Iz glavne šole na podružnično kemikalije pripelje laborant.



Kabinet na šoli je bil skupen vsem učiteljem naravoslovnih predmetov. V njem so bile omare s steklovino, biološkimi didaktičnimi materiali in pripomočki za izvajanje poskusov, na omarah pa so bile naložene knjige in večinoma biološki didaktični modeli. Učitelju pri delu pomaga laborant, ki je polovično zaposlen na šoli. Ta je učitelju po potrebi priskrbel zahtevane materiale in je na željo učitelja sodeloval pri izvajanju pouka.

## G.2 Značilnosti učiteljev obeh šol in njunega dela na šoli

V tem poglavju je podan opis pogovorov z učiteljema, ki sta sodelovala v akcijskem delu raziskave doktorske disertacije in pa analiza ur pouka pred začetkom izvajanja predloga modela poučevanja.

### G.2.1 Opis učitelja 'aah'

Sodelovanje z učiteljem naravoslovja na šoli 'aah' je bilo dogovorjeno kmalu po koncu evalvacijske študije (Glažar idr., 2005)<sup>1</sup>. Ob prvem obisku v novem šolskem letu, med pripravo akcijskega raziskovanja, pa se je izkazalo, da učitelj, s katerim je bilo sodelovanje že dogovorjeno, ne poučuje več predmeta Naravoslovje, namesto njega pa je ure predmeta prevzel učitelj, ki je na tej šoli do takrat sicer poučeval predmet Biologijo. Tudi drugi učitelj je pristal na sodelovanje, vendar pa je pred dokončno odločitvijo zahteval podrobno predstavitev raziskave in tudi izsledke evalvacijske študije. Zahteval je tudi omejitve njegovega dela na pripravo, izvedbo in analizo izvedenih ur, sprejel je snemanje pogovorov, zavrnil pa je pisanje poročil zaradi (po njegovem mnenju) preveč pisanja. Poročila so bila zato izvedena kot intervjuji po koncu pouka. Novi učitelj je imel dokončan dveletni študij na Pedagoški akademiji v Ljubljani in se je redkeje udeleževal izobraževanj. Ravno v času raziskave je čakal v vrsti za dodatno izobraževanje kemije in fizike za poučevanje naravoslovja. Zanimivo pri tem je, da je zamenjal učitelja, ki je vse zahtevane obveznosti za poučevanje naravoslovja že opravil, hkrati pa je imel tudi visoko izobrazbo. Novi učitelj se je sicer udeležil seminarja sodobnega poučevanja biologije, bil je tudi povabljen k sodelovanju pri pripravi učbenika za naravoslovje ene izmed založb, vendar pa je povabilo zavrnil zaradi preveč dela. Do raziskave je poučeval dobrih 25 let na različnih šolah, predvsem biologijo, v zadnjem obdobju pa tudi predmet Naravoslovje. Na tej šoli je bil učitelj zadnjih 15 let. Pri svojem delu je v okviru predmeta Naravoslovje poudarjal uporabo tudi starih učbenikov za biologijo (Angerer, 1986; Lučovnik, 1978)<sup>280,281</sup>, sicer pa je pri pouku od učencev zahteval uporabo Rokusovega učbenika, ker je bil ta učbenik izbran v učbeniški sklad. Njegovo mnenje o učbeniku je bilo sicer dobro, bi pa najraje uporabljal kombinacijo vseh treh učbenikov (Rokus, Modrijan in DZS) skupaj s starim učbenikom za biologijo za šesti razred.

Po učiteljevem mnenju je naravoslovje težko, ključni problem pa je vključevanje pojmov kemije in fizike, saj »je zelo težko fizikalne in kemijske vsebine na strokoven način predstaviti in z njimi obremenjevati učence. Preveč je osnov kemije in fizike in vse se tako čudno zmeša«. Najlažje so po njegovem mnenju vsebine o morju, saj učenci o tem veliko vedo, hkrati pa je mogoče vsebine dobro opredeliti in razporediti v sistematično celoto v sedmem razredu devetletke. Učitelj poudarja in zagovarja biološko sistematiko, ki jo vpeljuje tudi v naravoslovje. »To mi je zelo domače. Prej, ko je bila še stara biologija, je bil tisto šesti razred, živalski svet, sedmi razred je bilo človeško telo. Ko pa je prišel na vrsto razvojni nauk v osmem razredu, pa tega nihče ni maral, saj ni bilo ničesar konkretnega. Učenci imajo radi konkretno, da vidijo žival, da govoriš o njej, jo opisuješ, opišeš njene značilnosti, zgradbo,

*razmnoževanje. To jim je zelo domače in lažje. Raje imajo to, potem pa je tudi meni toliko lažje.*»

Učiteljevo mnenje o eksperimentalnem delu je, da je za učence moteče. Pravi, da se učenci eksperimentiranja hitro naveličajo. Veliko bolj uporabni se mu zdijo demonstracijski poskusi, vendar pa je teh manj, ker učencev s kemijo in fiziko ne želi preveč obremenjevati, eksperimenti na biološkem področju pa so običajno zasnovani tako, da se izvajajo zunaj v naravi. Veliko večji poudarek dá izkušnjskemu učenju, zato med pogovorom poudarja delo z živimi organizmi. *»Žival bo že poznal kot tako, ampak odnos do živali, da jo razume, zakaj se na tak ali na oni način giblje v prostoru, v katerem je, ali pa naravo kot tako, da res razume pojave in vse, kar sodi zraven.»* V času raziskave razen kuncev in kače, ki jih gojijo na šoli, in živali, ki so bile predstavljene tekom raziskave izvajanja modela poučevanja, učenci niso bili v stiku z nobenim drugim organizmom, niti jih pri pouku ni posebej omenjal. Tudi projektnega dela, pri katerem bi lahko učenci sami doma izvajali določene dejavnosti, ni uvajal, saj je bil mnenja, da delo učencev potem preveč sloni na delu staršev in zato ocene niso ustrezen odraz učenčevega dela. Med kolegi učitelji je najpogosteje sodeloval z učiteljem tehnike, s katerim je izpeljal različne skupne dejavnosti, redkeje pa z drugimi učitelji naravoslovnih predmetov.

Učitelju naravoslovja so bili v dveh šolskih urah uvodnih pogovorov predstavljeni sklopi predloga modela, potem pa je imel na voljo teden dni časa, da si sklope dobro pogleda in jih prilagodi lastnemu načinu dela. Za vprašanja se je lahko kadarkoli obrnil na raziskovalca. Učitelj se je odločil, da bo, kot je povedal, izvedel predlog modela čim bolj po pripravljenih točkah. Ob lastnih pripravah za pouk je imel tudi nalogo, da zapiše vprašanja in mnenja, ki se mu med pripravljanjem pojavljajo. Tudi teh vprašanj ni bilo veliko, je pa pogosto tolmačil svoje razumevanje modela in skušal s tem sam sebi razložiti razloge za oblikovanje smernic in ciljev modela. Največkrat je učitelj zahteval dodatno teoretično razlago o poskusih. Najbolj ga je motila oblika zapisa sklopov, saj je vsak sklop na začetku vključeval teoretični uvod in je bil zato po njegovem mnenju nepregleden. Na vprašanja, ali ve, kaj je od njega zahtevano, je vedno odgovoril pritrdilno in je suvereno na kratko povzel odgovor, pogosto tudi opisal, kaj pričakuje, da se bo ob posameznem vprašanju v razredu dogajalo. Problematična se mu je zdela tudi časovnica. Po njegovem mnenju je *»preveč vsega«* za posamezno šolsko uro. Učitelj je brez težav sprejel tudi sodelovanje drugega raziskovalca, ki je opazoval pouk nekaj ur pred in tudi med izvajanjem sklopov predloga modela.

Opazovanje ur pred izvajanjem modela poučevanja je pokazalo, da je učitelj pri svojem delu tradicionalen in uporablja predvsem frontalno obliko dela v razredu, zastavlja enostavna vprašanja, učenci pa nanje odgovarjajo z dvigovanjem rok in bolj ali manj z enobesednimi odgovori. Pri prvih opazovanih urah ni bilo eksperimentalnega dela pri pouku, prav tako ni bilo posebnega učnega materiala in pripomočkov razen učbenika, ki bi bil v pomoč pri delu v razredu, enkrat pa je med učence razdelil tudi stare učbenike za šesti razred osnovne šole. Ure tega učitelja je mogoče razdeliti na šest časovnih delov: vpisovanje učencev v redovalnico, ocenjevanje znanja enega učenca, skupinsko ponavljanje, obravnava nove snovi, zaključek vsebine in povzetek ure ter domača naloga. Vse opazovane ure pri tem učitelju so sledile temu vzorcu. Posebej zanimiva in izstopajoča pa je bila ura preverjanja in ocenjevanja znanja, pri kateri je učitelj celotno uro namenil zbiranju ocen učencev. Med opazovanjem te ure je postalo jasno, da učenci vrste vprašanj in nalog, s katerimi se bodo srečali v okviru modela poučevanja in tudi na preizkusih, niso vajeni. Analiza ene izmed uvodnih ur je pokazala,

da so učenci med uro govorili petkrat manj časa kot učitelj. V slabih štiridesetih minutah posnetega pouka je učitelj izgovoril okoli 2500 besed, vsi učenci skupaj pa so jih izgovorili dobrih 500 in so govorili malo več kot 7 minut. Učitelj je dovolil enobesedne odgovore na vprašanja, brez dodatnega utemeljevanja odgovora. Del tipkopisa pogovora med zadnjo uro spraševanja pred začetkom izvajanja predloga modela poučevanja je zapisan spodaj. Besedilo je napisano tako, kot je potekal pogovor.

U: Največji ekosistem. Kateri misliš, da je? Pa tudi ostali razmišljajte.

T: Gozd.

U: OK, dobro je, gozd je eden izmed teh večjih ekosistemov. Česa pa je največ na Zemlji?

T: Morja.

U: E, morja. O tem smo že govoril, pa hitro še enkrat hitro ponovimo. Lahko greš tja [k plakatu morja], pa mi pokažeš, katere dele morja poznamo, kaki so pogoji, pa kakšnega predstavnika omeni.

T: Tukaj je pršni pas, tukaj je ...

U: No?

T: Pas bibavice.

U: Pas bibavice, dobro. No?

T: Obrežni pas.

U: Obrežni pas. Pa? Še dva.

T: Morska voda.

U: Morska voda, ne.

T: Globinsko dno.

U: Pa globinsko dno. No, sedaj mi povej, do kod seže obrežni pas. Smo rekli.

T: Do dvesto.

U: Česa?

T: Metrov.

U: Do dvesto metrov globine. O tem smo se že pogovarjali pa poudarili smo ... Ali je svetlobe povsod enako, na tristotih metrih, na petnajstih metrih?

mp - aah sprasevanje: tipkopis: ura ocenjevanja znanja na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Ob koncu zadnje ure pred začetkom izvajanja sklopov je učitelj učencem povedal le, da bodo naslednjič pouk izvajali malo drugače in da pričakuje sodelovanje vseh prisotnih učencev, tudi tistih, ki so običajno bolj tiho. Po odhodu učencev iz razreda je učitelj tudi izrazil zaskrbljenost pred izvajanjem prvega sklopa. Zaskrbljenost je bilo mogoče pripisati tremi pred »*prvim nastopom*«, sicer pa je bil na izvajanje videti pripravljen. Pripravil je vse zahtevane pripomočke za vseh pet predvidenih ur, nekatere pa si je pripravljene tudi sposodil. Pripravil je oporne točke na manjših lističih, besedilno gradivo pa je pripravil tudi na prosojnicah.

## G.2.2 Opis učitelja 'aiv'

Učitelj, ki je sodeloval v raziskavi na šoli 'aiv', je profesor biologije in kemije ter ima končan podiplomski študij naravoslovne usmeritve. Učitelj pogosto sodeluje v različnih projektih in na konferencah, dejavno sodeluje z različnimi raziskovalnimi in izobraževalnimi ustanovami. Njegov pouk odraža razgibanost in pestrost, ki ga omogoča sodelovanje z zunanjimi strokovnjaki. To se odraža predvsem v novostih, ki jih uvaja in izvaja v razredu. Opravil je tudi dodatno izobraževanje iz fizikalnih vsebin za poučevanje predmeta Naravoslovja. Učitelj v pouk pogosto vključuje eksperimentalno delo. Nabor izbranih poskusov presega zahteve učnega načrta in učbenika, ki ga uporablja. V kolikor je mogoče, pri obravnavi vsebin poučevanje podkrepi s poskusom, pogosto pa poskuse izvajajo tudi učenci sami, skupinsko ali samostojno. Učitelj v razredu deluje energično in daje vtis navdušenja nad naravoslovjem,

kar vpliva tudi na učence in njihov pozitiven odnos do dela med poukom. V pouk pogosto vključuje učence, ki mu pomagajo pri zbiranju materiala, pri pomivanju steklovine, izvajanju poskusov ipd. Do raziskave je poučeval slabih 10 let na tej šoli, predvsem biologijo in naravoslovje. Pri svojem delu uporablja Rokusov učbenik, pogosto pa učencem posebej pripravi delovne liste.

Po učiteljevem mnenju je naravoslovje zelo pomembno za splošno izobrazbo posameznika. Ob tem se učitelju zdi naravoslovje tudi zahtevno, saj se zaveda, da »*veliko eksperimentalnega dela, ki je sestavni del vsake naše ure, od učencev zahteva zbranost, samostojnost in razumevanje. Učenci lahko kadarkoli postavijo vprašanje za dodatno razlago. Zavedam pa se, da je nekaterim to samoumevno, drugim pa zelo težko in zato tudi pri preverjanju in ocenjevanju upoštevam različne sposobnosti in različen interes učencev do predmeta*«.

Pravi, da so učencem poskusi všeč, še posebej, če se kaj nenavadnega zgodi in da po njihovem teh nikoli ni preveč. Vseeno pa se drži mere, da preveč poskusov vpliva tudi na slabše znanje, saj učenci o poskusih po uri redko sami razmišljajo in brez ustreznega ponavljanja veliko tudi pozabijo. Ob poskusih pa učitelj poudarja tudi delo z živimi organizmi, ki jih v pouk vpelje, kadarkoli je to mogoče in poudari, da si učenci marsikaj zapomnijo le zato, ker svoje znanje navežejo na organizem. Organizem je ključna beseda, ki jih opomni na dejavnost, ki so jo z njim izvajali.

Učitelj je po neformalnem pogovoru o raziskavi sam izrazil željo za sodelovanju in sprejel pogoje dela, samostojno pa je pripravil tudi vse za obveščanje staršev o raziskavi in o intervjujih. Sklope modela poučevanja je vključil v letni delovni načrt in obvestil ravnatelja o dejavnostih, ki bodo potekale pri pouku.

Opazovane ure pouka pred izvajanjem po modelu so bile usmerjene v dejavnosti učencev, ki so bili videti vajeni dela v skupinah. Učitelj je prevzel nalogo opazovalca in je v delo skupine posegel le, če je kazalo, da je ta skrenila z začrtane poti ali če je znotraj skupine prišlo do nesoglasij. Na vprašanja učencev je pogosto odgovarjal z novimi, bolj usmerjenimi vprašanji. Ponavljanje vsebin je potekalo frontalno in pogosto je zahteval podrobno razlago in navajanje poskusov, s katerimi so razlage prejšnjih ur dokazovali. Pogosto pa je izpostavljala posamezne učence, ki so na vprašanja odgovarjali. Običajno so bili to učenci, ki jim je bilo naravoslovje v veselje, nekajkrat pa je učitelj na ta način izpostavil tudi učence, ki pouku niso sledili.

Pri pripravi na izvajanje sklopov je pogosto zahteval podrobno razlago in zahteval povratni odziv na posamezne pripravljene točke dela. Mnenje o vsebinski zasnovi modela je izrazil kot »*lahko bi celo leto delal samo po tem modelu, saj ponuja veliko možnosti in lahko veliko dejavnosti pripraviš samo iz tega modela. Povedati moram, da sem se pri pripravi močno zadrževal nazaj, čeprav bi lahko še veliko bolj podrobno izpostavil ključne pojme*«. Samostojno je poiskal pomoč pri drugih učiteljih naravoslovnih predmetov, predvsem pri učitelju fizike in učitelju tehnike ter se podrobno seznanil s teoretičnimi osnovami posameznih eksperimentov. Sklope je v pripravi prilagodil delu šestih šolskih ur s tem, da je med tretjim in četrtem sklopom naredil enotedenski premor in potem nadaljeval s četrtem sklopom. V vmesnih treh urah, ki niso bile začrtane po predlogu modela, je izvedel poskuse, s katerimi je še dodatno opredelil pojme, obravnavane med izvajanjem modela, si vzel dodaten čas za pripravo dejavnosti okoli poštenega poskusa in refleksijo učencev na ure izdelovanja merilnikov. Po učiteljevem mnenju so nekateri eksperimentalni deli modela tako zahtevni, da »*vsaj četrtnina učencev teh poskusov sama ne bi bila sposobna izvesti*«.

V tednu dni, ko je učitelj preučil skope predloga modela poučevanja, je večkrat zahteval dodatna pojasnila, čeprav je bilo v začetku dogovorjeno, da naj najprej pregleda vse sklope in nato zahteva podrobnosti. Učitelju se je zdelo, da s pripravo ne more nadaljevati, če ne razume vsebine in je raje sproti iskal odgovore na vprašanja. Najraje je vprašanja zastavil preko elektronske pošte, da je potem odgovore kar natisnil in jih dodal kot opombe v lastno pripravo. Večkrat je izrazil dvom, da morda *»nisem prava oseba za izvajanje tega modela, ker je vse tako natančno opredeljeno in se mi zdi, da tega ne bom uspel narediti tako, kot se to zahteva.«* Po njegovih besedah ga najbolj obremenjuje prav usklajenost sklopov in pa sosledje, saj ugotavlja, da moraš *»dobro izvesti vsak sklop, da se lahko nadejaš uspeha celote«*. Na njegovo željo so bile prosojnice zemljevidov predelane v računalniško predstavitev, ki bi jo lahko s projektorjem projiciral na steno učilnice, pripravljene pa je imel tudi prosojnice. Časovnica se mu ni zdela problematična, saj je v podaljšanju izvajanja sklopov videl prednost za izvajanje različnih dodatnih dejavnosti.

### G.3 Pilotska izvedba predloga modela na dveh šolah (akcijski del)

V tem poglavju je podan opis izvajanja predloga modela poučevanja na obeh šolah, ki sta bili vključeni v akcijski del raziskave. Pri opisu so poudarjene situacije v razredu, ki so pomembno vplivale na kasnejše oblikovanje in prilagajanje modela poučevanja.

#### G.3.1 Akcijska raziskava na šoli 'aah'

##### **Akcijska raziskava na šoli 'aah' – prva ura**

Prva ura v bloku dveh ur izvajanja modela v razredu je razkrila precej težav, ki jih pri zasnovi ni bilo mogoče predvideti. Ker je bil zaplet učitelja pri izvajanju prvega sklopa na začetku povsem nepričakovan in je pomembno vplival na nadaljnji način uvajanja učiteljev v eksperimentalnem delu raziskave, je zato v nadaljevanju začetek prve ure pouka po predlogu modela opisan podrobneje. Zaradi snemanja v razredu je učitelj dobil navodilo, da odgovore, ki jih povedo učenci, ponovi, saj snemalnik pogosto ne zabeleži odgovorov, ki jih učenci povedo preveč tiho oziroma ko govori več učencev hkrati. Ura se vmes konča, učenci imajo odmor, nato pa sledi drugi del blok ure.

Oddana priprava je natančno sledila zastavljenim točkam posameznega sklopa, vprašanja, ki so bila kot pomoč navedena, pa si je učitelj postavil kot oporne točke. Začel naj bi z lastnim uvodom, s katerim naj bi povezal dosedanje delo, takoj nato pa naj bi nadaljeval z opredelitvijo pojma sprememba, kot je opredeljeno v modelu. Zapisal je tiste okoljske spremembe, za katere je bil mnenja, da jih učenci morajo poznati, vse pa so bile skladne z zahtevami modela. Dan prej je obnovil vrstni red točk, ki se jih mora držati. Znova je bil posebej opozorjen, da mora od učencev čim večkrat dobiti tudi daljše odgovore in ne le kratkih enobesednih odgovorov. Predlagano mu je bilo, da to stori z vprašanjem zakaj, če bo imel občutek, da učenci ne razmišljajo o vsebini. Razloženo mu je bilo, da je mogoče le iz poglobljenih odgovorov narediti ustrezno analizo in tudi odkriti težave učencev v razumevanju.

Na dan prve ure izvajanja modela so bili učitelj in učenci v razredu že pred zvonjenjem. Učitelj je že dan prej pripravil vse zahtevane pripomočke za delo pri pouku in jih uredil na mizi pred šolsko tablo. Raziskovalec in opazovalec sta sedela v ozadju učilnice in zapisovala dogajanje. Po začetnem vpisovanju učencev v dnevnik je začel uro s ponavljanjem predhodne snovi.

U: No, zdaj pa dajmo. Lepo se pogovorimo, tako kot smo rekli. Danes, pač to, kar imamo za opraviti, naredimo. Najprej bomo mi, na nekakšen način kot vedno, pa čeprav danes na specifičen način, se začeli tudi s stvarmi ukvarjat'. Naredimo pregled za nazaj, poudarek na ekologiji, na ekosistemu kot takem. A je v redu? Saj to poznate vsi. No, in zdaj, če govorimo o ekosistemi. Kakšne ekosisteme poznamo? [Učenka dvigne roko.] Reci.

T: Popolne pa nepopolne.

U: Popolne pa nepopolne. Ampak sicer pa, katere pa poznamo?

T: Mlake.

U: No.

T: Morja, mlaka, jama, gozd, travnik.

U: Dobro, to so tudi, pa recimo, to so vsi naravni. Ali poznamo kakšen umeten ekosistem?

T: Njive.

U: Njive. Dobro, v redu. In zdaj, če so ti ekosistemi, ste rekli popolni in nepopolni.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Da bo učitelj v uvodu podrobno ponovil vsebine prejšnjih ur, ni bilo dogovorjeno, niti ni posebej tega zapisal. Omenjal je »prehod« med prejšnjimi obravnavanimi snovmi. Čeprav nepričakovano, pa v tistem trenutku ta sprememba ni bila videti v neskladju s pripravo, saj bi lahko učitelj s tem naredil prehod med urami, pri katerih so obravnavali pojme, ki se bodo pojavili v nadaljevanju pri obravnavi sklopov modela. Čeprav je bila zahteva po odgovorih v daljši obliki posebej poudarjena, takoj v uvodu učitelj ni spremenil svojega običajnega načina dela in je dovolil kratke enobesedne odgovore učencev. Omeniti je treba, da sta posebej izstopala pojma »popolni in nepopolni ekosistem«. Učitelj v pogovoru po uri opredeli popoln ekosistem kot tisti, v katerem najdemo razkrojevalce, potrošnike in proizvajalce. V kolikor ena izmed treh skupin organizmov manjka, je sistem nepopoln. Vsi skrajni ekosistemi (visokogorje, jame, morske globine, puščave) so po tej opredelitvi nepopolni ekosistemi, običajno zaradi odsotnosti proizvajalcev, torej zelenih rastlin. Čeprav je ta delitev znana in zakoreninjena v slovenskem osnovnošolskem sistemu, je izraz nepopoln ekosistem zavajajoč. Nepopolnost zanika opredelitev ekosistema, saj je ta po sebi popoln, samozadržljiv. Definicija ekosistema določa biološko združbo in nebiološko okolje, v katerem biva. Ekosistem vključuje proizvajalce, različne vrste razkrojevalcev, odmrlo organsko snov, rastlinojede in mesojede živali, parazite in fizikalno kemijsko okolje, ki omogoča življenjske pogoje in deluje hkrati kot vir in odlagališče energije in snovi (Begon, Townsend in Harper, 2006: 499–500)<sup>282</sup>. Posebej pomembno je omeniti to situacijo tudi zato, ker je to delitev učitelj omenil že med pripravami, čeprav vsebinsko nepovezano z modelom. Namesto opredelitve »popolnosti« je bil podan predlog, da je manj problematično, v kolikor je uporabljena besedna zveza »skrajnost ekosistema« kot vidik, ki pomembno prispeva k razumevanju ekosistema, življenjskih združb v njem in povezljivosti med njimi. Da sistem ne more biti nepopoln, je mogoče sklepati že po tem, da obstaja. Drugi opazovalec je dodal, da je pojmovna nedoslednost tega primera neustrezna tudi zato, ker »v Sahari, kjer ni proizvajalcev, [snovi] pridejo v sistem od drugod«. Ta vidik oziroma učiteljeva izpuščena priložnost ure je najpomembnejša, saj je s tem mogoče opredeliti tudi kroženje snovi, ki je za razumevanje ekosistemov ključnega pomena.

U: Dobro, evo, tako in zdaj kakorkoli so ekosistemi takšni in drugačni, kamorkoli se obrnemo, povsod se nekaj dogaja in se tudi nekaj spreminja. Se spreminja?

T: Se.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.



Prva pomembna točka modela, do katere se morajo dokopati učenci sami, je, da se vse spreminja. Vprašanje, ki ga je imel učitelj kot oporo napisanega na lističu, je bilo »*Kaj se spreminja?*«, v oklepaju pa je imel omenjene dnevne, mesečne in letne spremembe, ki jih mora zbrati v razpredelnici, ki jo zapisuje na tablo. S svojo opredelitvijo, da »*se povsod nekaj dogaja in se tudi nekaj spreminja*«, je že odgovoril na vprašanje, še preden ga je sploh zastavil in s potrditvijo, da se to dogaja, onemogočil učencem, da o tem razmišljajo in sami oblikujejo tak sklep. Razmišljanje o tem, kaj se spreminja, je predpogoj razmišljanja o časovnem trajanju sprememb in njihovi intenzivnosti. Prav to pa je učitelj z nepremišljenim odgovorom onemogočil.

U: Se. A je kakšna stvar, ki je skoz ista, konstanta in se nič ne spremeni, v tisočih letih se ne spremeni, na Zemlji? [premor]

T: Ne.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj prehitro zaključi tudi drugi del razmišljanja. V kategoriji počasnih sprememb so tudi take, pri katerih so opazne spremembe v daljšem obdobju. Šolski primer je običajno jamski ekosistem, ki je ločen od neposrednega zunanjega vpliva in so zato življenjske razmere bolj ali manj stalne. Podobno opredelimo tudi morske globine, kjer so spremembe zelo počasne, že najmanjša sprememba pa lahko močno vpliva na življenje tamkajšnjih organizmov. Učenci, ki so na zgornje vprašanje učitelja v en glas odgovorili z »ne«, tega vprašanja niso razumeli, saj so že v naslednjih dveh vprašanih odgovorili povsem nasprotujoče.

U: Načeloma, da bi mi rekli, nič. A so se rastline kaj spremenile v tisočih letih napram danes?

T: Ja.

U: Človek se je kaj spremenil, naši predniki, do danes?

T: Ja.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

In ravno rastline in človek se opazno (sploh telesno) v zadnjih tisoč letih niso spremenili. Pri človeku lahko ugotavljamo npr. kulturni, sociološki in znanstveni napredek, pri rastlinah pa določamo razširjenost vrst, saj so ljudje različne rastlinske vrste razširili izven njihovih naravnih meja. V zadnjih tisoč letih bi lahko učitelj iskal vzporednice z vplivom človeka na okolje, človekovo spreminjanje bivalnega okolja ipd. Učitelj pravzaprav ni dobil odgovora, ali se je, kaj se je in zakaj se je kaj spreminjalo. Kljub temu nadaljuje in strne spremembe v vzročnost.

U: Je. Še vse to. Zakaj pa mislite, da je prišlo do vsega tega spreminjanja, al pa da prihaja do tega, da se to dogaja? Razlog, vsaj en.

T: Drugačne razmere.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

»*Drugačne razmere*« so ključ do razumevanja sprememb organizmov in okolja, vendar pa je vzroke za drugačne razmere treba šele poiskati. Učenci so v tem trenutku en korak pred učiteljem. Spreminjanje enega dejavnika vpliva na spreminjanje drugega. Razmere in dejavnike je v tem primeru mogoče enačiti kot sopomenke, čeprav to niso. Razmere so posledica spreminjanja dejavnikov.

U: *Drugačne razmere. Dobro, še kaj? Katere so pa te drugačne razmere, pa da se potem to spreminja? Ja, to pa smo se enkrat pogovarjal'. Zakaj pa sploh nenehno to spreminjanje? Razloga sem navedel dva. Najbolj poglobilna. Enega ste rekli sedaj zaradi ...*

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli '*aah*'. U - učitelj, T - učenec.

V tem trenutku je bilo jasno, da je učitelj izgubil rdečo nit izvajanja prve ure, kar je pogosto pokazal tudi s pogledom proti raziskovalcu in drugemu opazovalcu. Kljub temu je nadaljeval z uro v svojem slogu. Večkrat je dobil namig, naj se drži napisanega, saj si je vrstni red na pripravi začrtal tako jasno, da ni bilo vidnega razloga, da bi mu izvedba ušla iz rok.

T: *Vremena. Podnebja.*

U: *Vpliva okolja. Na splošno smo rekli, potem smo pa točno preciziral. Ja? In drugo?*

T: *Količina hrane.*

U: *No, sej, to je to, pa še en, kar smo se pogovarjal pri razmnoževanju. Kaj smo rekli o razmnoževanju, kolk vrst razmnoževanja poznamo?*

T: *Dva. Spolno in nespolno.*

U: *No, in kateri ima prednost?*

T: *Spolno.*

U: *Zdaj pa veste. Veste pa, zakaj?*

T: *Ker se večja raznolikost.*

U: *Ker se večja raznolikost. E, vidiš, pa smo prišli do tega, da se ta sprememba dogaja, al pa da se sprememba neprestano zaradi načina razmnoževanja, pa vplivov okolja. Zdaj pa vpliv okolja. Kateri je tisti, ki pa res povzroči neposredno spremembo?*

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli '*aah*'. U - učitelj, T - učenec.

Razmnoževanje med pogovori ni bilo nikoli omenjeno in prav tako tega ni bilo navedenega v navodilih, ki jih je učitelj dobil, niti v pripravi, ki jo je učitelj oddal. Količina hrane pa je bila v sklopih omenjena s posebej določenim ciljem. V tem trenutku ni bilo jasno, kako se je učitelj lahko tako zapletel, jasno pa je bilo, da si želi najti rdečo nit, vendar je ne najde.

T: *Toplota.*

U: *Toplota. Ena stvar, druga?*

T: *Svetloba.*

U: *Svetloba. Tretja?*

T: *Temperatura.*

U: *Temperatura, no saj, svetloba, toplota, temperatura, sej svetloba in temperatura, da rečeva.*

T: *Poplave. Padavine.*

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli '*aah*'. U - učitelj, T - učenec.

Zdi se, da so učenci sami kljub vsemu spoznali, kaj učitelj z vprašanjem želi, čeprav je bilo to zastavljeno na povsem napačen in neobičajen način. Učitelj je slišal učence in sprejel napačno



pojmovanje toplote in temperature, vendar se ob omembi ni ustavil, da bi razčlenil pomen ali pa jih na nedoslednost vsaj opozoril. Na vprašanje po uri, zakaj se ni odločil podrobneje razložiti teh dveh pojmov, je odgovoril, da se mu »*ni zdelo tako pomembno*« in dodal, da je imel »*preveč dela z drugimi stvarmi*«. Omenil je, da je »*razumel, da se mora držati navodil in v tem pogledu je prvi del zgoj naštavanje. Nisem želel spreminjati poteka ure.*« V tem pogovoru je povedal tudi, da se mu je zdel potek ure zadovoljiv, četudi ni sledil načrtani poti in je samokritično izvedbo ocenil šele, ko je drugi opazovalec med pogovorom o končani uri omenil očitno razhajanje poteka ure od priprave, ki jo je učitelj sam napisal. V nadaljevanju ure je vodenje postalo nejasno, učitelj pa je postajal zmeden.

U: No, zdaj pa, kakšne padavine so kdaj? V kakšnem predelu? Kje pa, smo se tudi pogovarjali, kje pa je najtežje, v bistvu, za organizme živeti? Katere so tiste skrajne razmere? Kje se to dogaja? Sem prav vprašal?

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelje se je v nadaljevanju ure obrnil proti raziskovalcema na koncu razreda. Minilo je šele dobrih pet minut prve ure in že je postalo jasno, da se učitelj v tej vlogi kljub ustrezno narejenim pripravam ne počuti najbolje. Raziskovalca sta bila nad tem precej presenečena, saj je med pripravljanim zadrževal, da ve, kaj mora storiti, da si je dobro pogledal navodila in da se mu zdi sistem dovolj dober, da ga bo le po potrebi spremenil. Tudi na vprašanja o poteku, o strokovnem ozadju pojmov in o pripravah je odgovarjal zelo samozavestno in dajal vtis, da mu spreminjanje lastnega načina poučevanja in dela v šoli ne predstavlja težav. Posebej je izpostavil izvajanje poskusov, pri katerih mu je bila obljubljena pomoč, saj naj ciljev nekaterih poskusov ne bi razumel najbolje, še posebej pa ga je skrbelo praktično izvajanje, češ da gre lahko pri poskusih vedno kaj narobe. Učitelj je med uro znova dobil znak, naj začne od začetka, vendar tokrat po pripravljenih točkah, na kar je prikimal, vendar nadaljeval v svojem slogu.

T: Gore.

U: No, spreminja se to s ... čim?

T: Višino.

U: Z nadmorsko višino. So povsod enaki na Zemlji pogoji življenjski?

T: Ne.

U: Kje pa so zelo težki, pa da je zelo malo živali, zelo malo rastlin.

T: V gorah.

U: No, v gorah, pa še kje?

T: Na Antarktiki.

U: No, tako, na južnem in na severnem tečaju. Je res? Kaj se pa tam nahaja?

T: Večni led.

U: No, tako, večni led je tam. Podnebje je tudi tisto, ki povzroča te spremembe in tako to naprej. Ja, toplota lahko spremeni in povzroči določene spremembe, svetloba tudi. Kako lahko svetloba določa oziroma spreminja te pogoje, da se potem lahko živali ali pa rastline odzivajo?

T: [nerazumljiv odgovor]

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

V tem trenutku se zdi uporaba besedne zveze »*večnega ledu*« ponesrečena, še posebej, ker jo učitelj potrди kot povsem ustrezen odgovor na podano vprašanje. Celotni uvod te ure temelji na iskanju okoljskih sprememb in ideji, da se okolje spreminja. Prenesen pomen besedne zveze večnega ledu je v

nasprotju z osnovno paradigmo, ki jo je učitelj med pripravami sprejel. Na vprašanje, zakaj ni posegel v to pomensko neskladje in dovolil brez opombe to ljudsko poimenovanje ledenikov na obeh tečajih, je enostavno odgovoril, da je to dovolil, ker je to splošno reklo. O tem kasneje ni več ni razmišljal. Pojmovanje je zanimivo tudi zato, ker učenci vedo, da v preteklosti Antarktika ni bila pokrita z ledom.

U: No, kaj smo rekli, da ...? Pa na glas lepo v celem stavku povej, da se bo to vedelo. Reci no, kaj si hotela povedat.

T: [Učenka odgovori zelo tiho.]

U: Kdo?

T: [Učenka odgovori tiho, vendar jo učitelj sliši.]

U: No, ja, ne uspevajo zelene rastline. Zakaj pa ne uspevajo zelene rastline v temi? Reci.

T: Zaradi tega, ker fotosinteza potrebuje svetlobo.

U: No, tako, to je zdaj to. To je ena od teh stvari. Govoril smo o toploti, ste rekli, da se spreminja. Rekli smo pa tudi, da se je življenje začelo na Zemlji. Predvideva se in pa ugotavlja, zakaj je prišlo do tega, da se to skoraj sigurno ve, kje, najbolj oziroma smo govorili, kje so najbolj idealni pogoji?

T: V morju.

U: V morju. Zakaj ravno voda, morje, ocean, zakaj ravno bolj idealno voda kot kopno? Smo že tu, če govorimo o razmerah in o spreminjanju, a ne? Živali in rastlin. Skoz. [Učenka dvigne roko.] Reci.

T: Zaradi tega je morja tudi največ, pa v morje pač prodre svetloba pa rastline pač [nerazumljivo].

U: No, pa svetloba v morju prodre do kod samo?

T: Do 200 metrov.

U: Največ do kod? In zato smo rekli, da je tam tudi ...

T: Popoln ekosistem.

U: Tisti del imenujemo popolni ekosistem. Ja, pa še nekaj je, no, reč.

T: Ker se temperatura počasi spreminja.

U: E, tu je pa to tako. In zdaj 'mamo, počasi se temperatura spreminja samo lahko v takem prostoru, kot je to voda oziroma morje. Nihanje temperatur so v tem prostoru nekje do našega, če govorimo o morju, je veliko počasnejše in umirjeno kot na kopnem. A se spomnite, ko sem na tablo delal tisto razliko a ne, ko smo merili ...?

T: Ja.

U: ... in si domišljali, da nismo imel' tega zmerjeno še od prej, kako to, kako pa zdaj bi bilo, ko vodijo točno to evidenco, pa točno veste, kako se to razlikuje ta vrsta nihanj v naravi, na kopnem ali pa v morju? Zdaj, a je še kakšna taka stvar za reči?

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Zadnji povzetek, ki ga je učitelj naredil, je nerazumljiv in je vprašanje, ali so učenci sledili njegovi razlagi. V manj kot desetih minutah je bilo jasno, da je ura povsem skrenila iz smeri. Učitelj je sam sebi odgovarjal na zastavljena vprašanja in navajal pomembne podrobnosti, ki bi jih sicer morali navajati in ugotavljati učenci sami. Po razporedu poteka ure, kot si jo je zamislil učitelj, je ure že konec, čeprav se časovno ni še niti začela. V potek ure je bilo treba poseči in prevzeti vlogo ter se nekako vrniti v okvir modela poučevanja, saj se vse naslednje ure ključno navezujejo na opredelitev spremembe v prvem sklopu. Čeprav je bilo v tistem trenutku vsakršno poseganje v potek izvajanja v škodo raziskavi, je bilo jasno, da nadaljevanja ne bo mogoče izvesti brez ponavljanja ure, če najpomembnejših pojmov učenci ne opredelijo. Raziskovalca sta se strinjala, da je v uro treba poseči (M: raziskovalec) in zagotoviti nadaljevanje izvajanja preostalih sklopov predloga modela. Raziskovalec se ni posebej pripravljala na vodenje razreda in je bil v dejanje prisiljen.

M: Kaj pa, če bi poskušali ugotoviti, zakaj je do te spremembe prišlo? Zakaj se temperatura spreminja?

U: No, lepo v stavku povej, kar sam povej, kar reci, kje je.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, M - raziskovalec.

Učiteljeva pomoč in zahteva odgovora v celem stavku je bila v tistem trenutku zanimiva, saj ne prej in ne kasneje učitelj odgovora v celem stavku ni zahteval. Videti je bilo, da raziskovalčev poseg v pouk učencev ni motil, jim pa je bilo nenavadno, »čisto drugače«, kot so povedali sami po koncu ure na vprašanje, ali jih je motilo in kako se jim je zdelo, da je uro vodil nekdo drug. Bolj problematično je bilo raziskovalčevo vodenje in sledenje dogajanju v razredu, saj je, kot je po uri poudaril drugi opazovalec, zadnja vrsta povsem prenehala z delom in se zabavala po svoje. Jasno pa je bilo, da neusklajeno vodenje dveh oseb ni priporočljiv način vodenja pouka. Ker učitelj kot strokovnjak vodenja in izvajanja pouka ni sledil začrtanim ciljem, je pa na svoj način uspešno vodil razred, se je z vstopom nove osebe v vodenje razreda stanje ravno obrnilo. Raziskovalec je lahko sledil ciljem, ni pa ustrezno in učinkovito vodil razreda. Kot se je izkazalo med analizo, je raziskovalec zaradi neučinkovitosti dela povsem zanemaril zadnji del razreda.

T: Podnebje.

U: No, podnebje je že en tak razlog, da se temperatura spreminja.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Čeprav učitelj učencu pritrdi, to ni pričakovani razlog. Zanimivo je, da je bil učitelj videti zadovoljen s posredovanjem v potek ure in se mu je zdelo združeno vodenje celo odlično, kar je poudaril tudi v pogovoru po koncu druge ure. Prav tako pa je bil vsakokrat zadovoljen s prvim kratkim odgovorom učencev, čeprav je bilo med pripravo večkrat poudarjeno, da je zelo pomembno iskanje odgovora, po katerem vemo, da je učenec razumel, kar je povedal. Zapletu ni bilo videti konca, ker so učenci v začetku skakali med vprašanji učitelja in raziskovalca. Vprašanja raziskovalca so učence morda tudi nekoliko begala, saj so pogosto naredili premor pred odgovorom, sodelovati pa so začeli nekateri učenci, ki so bili sicer do tega trenutka večinoma tiho.

M: Zakaj se pa podnebje spreminja? [premor] No, pa če poveste, kje pa je zelo toplo?

T: V savni.

M: Kje pa je na Zemlji zelo toplo?

T: Ja, tam, kjer ekvator [nerazumljivo].

M: Kje je pa zelo mrz?

T: Ja, Antarktika. Tam, kjer je visoko [nerazumljivo].

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. M - raziskovalec, T - učenec.

Kljub izgubljenim desetim minutam je bilo pomembno preostanek ure izvesti čim bolj po učiteljevih pripravah, da bi učenci dosegli zastavljene cilje in bi lahko nadaljevali z urami preostalih sklopov. Ker je prvi del učne ure, ko so učenci navajali spremembe, dobesedno izgubljen, je nadaljevanje ure potekalo od te točke naprej. Opredelitev sprememb je bila zato prilagojena že podanim odgovorom učitelja. Učenci so navedli vrsto različnih sprememb in jih tudi ustrezno opredelili, čeprav tega kljub dogovoru niso zapisali na tablo. Sami so ugotovili, da je mogoče nekatere spremembe v okolju razvrstiti v več časovnih kategorij hkrati, nedvomno najbolj pa so bili presenečeni nad podatki o skrajnih razmerah v Sahari in na tečajih, v morskih globinah, geizirjih in drugih, kar se je izkazalo pri delu s prosojnicami.

Čeprav se je učitelj umaknil in prepustil vodenje ure raziskovalcu, je bilo vseeno videti, da skuša pokazati, kako veliko njegovi učenci znajo in kaj vse so pri pouku že delali in je zato kar namesto njih odgovarjal na vprašanja. Njegov način spraševanja je predvidljiv in učenci so na njegova vprašanja odgovarjali pravilno. Je pa učitelj neverjetno učinkovit pri zagotavljanju razredne klime, saj so učenci (razen tistih, ki niso sledili) spremljali učiteljevo razlago in z dvigovanjem rok sodelovali v pogovoru. Izkazalo se je, da sistem spraševanja, pri katerem se išče odgovor v potankosti, učence moti. Pri delu s prosojnicami, kjer so morali sami opisati, kaj vidijo, so v začetku odgovarjali v kratkih stavkih in previdno. Nihče si ni upal odgovora kar izreči, čeprav so bila nekatera vprašanja tako enostavna, da bi bilo že nenavadno, če nanje ne bi pravilno odgovorili. Pri delu s prosojnicami so morali na primer povezati barvo z višino temperature (rdeče – toplo, modro – hladno) ali pa barvo z rastjem (temnozeleno – pragozd, zeleno – gozdovi zmerne pasu, rjava – brez rastja). Učitelj je pri tem preveč poudarjal nepomembnosti in s tem izgubljal čas. Pri vprašanju, ali vedo, kje leži na satelitskem posnetku Slovenija, je bil raziskovalec zadovoljen z odgovorom »*tam pri škornju*«, učitelj pa je zahteval še podroben opis in na koncu celo poklical učenko k tabli, da je na prosojnici pokazala ustrezno mesto na zemljevidu. Pri delu s prosojnicami se je izkazalo tudi, da učenci ne povezujejo predhodnih ugotovitev z novimi. Na prosojnici, na kateri je bilo prikazano rastje na Zemlji, je bilo okoli ekvatorja veliko zelene barve in učenci so pravilno ugotovili, da je tam tropski deževni gozd in da je tam tudi veliko dežja. Ni pa jim uspelo povezati teh ugotovitev z visoko povprečno temperaturo tega območja na naslednji prosojnici oziroma ugotoviti, da je povprečna temperatura po večini preko celega leta gosto poraščenega območja presega 20 °C.

Ker učenci v začetku niso navajali dejavnikov in jih zapisovali v razpredelnico, kasneje teh ni bilo mogoče povezovati. Pri analizi ure se je izkazalo, da bi bilo verjetno učinkoviteje, če bi raziskovalec uro začel znova. Z istimi učenci žal ni mogoče izvajati istega sklopa. Učitelj se je čez čas odmaknil in je delo v razredu prepustil raziskovalcu. Učenci, vajeni učiteljevega načina zastavljanja vprašanj, so se s težavo prebijali skozi vprašanja, ki so zahtevala končni pravilni sklep in kot je ob koncu ure opozoril drugi raziskovalec, je to tudi vplivalo na sodelovanje učencev. Nekateri iz zadnjih klopi poteku učne ure niso sledili. Učenci v prvih klopeh pa so vztrajali v pogovoru in iskanju ustreznega odgovora.

Med določevanjem pogojev različnih predelov morja je pri opisovanju razlike pogojev pršnega pasu in pasu bibavice potekal naslednji pogovor.

M: Kje je potem bolj slano? Tam, kjer je voda neprestano, ali tam, kjer voda včasih je in včasih ni?

T: Tam, kjer niha. Kjer je neprestano.

M: Slišim dva različna odgovora. Kje zdaj?

T: Tam, kjer je neprestano, je manj.

M: [Več učencev govori.] Torej, tam, kjer je voda neprestano, je manj slano, kot tam, kjer voda niha. Enkrat je, enkrat pa je ni. A se kdo ne strinja s tem?

T: Ne.

M: Zakaj ne?

T: Zato, ker voda pač, ja ta sol se nabira.

M: Tam se nabira sol. Se pravi ...

T: Sej voda zmeri ostane isto slana.

M: A je zmeraj isto slana?

T: [nerazumljivo] Voda izhlapi in ostane sol.

M: No, pa obrnimo to vprašanje. Se pravi, če na nekem območju voda je, je nekaj časa ni, a bo bolj slano al manj slano?

T: Bolj.

M: Bolj slano. No, sedaj si pa zamislimo organizem, ki tam živi. Katerikoli. Školjko, polžka. Kakšne

probleme ima, če hoče na tistem območju živet'?

T: Ja, bolj je slano.

M: Razlika je v slanosti. Kaj še?

T: Nima zmeraj vode.

M: Nima zmeraj vode. Kaj še?

U: Bravo, odlično.

M: Še kaj?

T: [nerazumljivo] Nima hrane. Ker voda hrano pripelje.

M: Nima neprestano hrane. Kaj še? Saj je že nekdo povedal.

T: Ja, pa se hitreje ohlaja.

M: Se pravi, je večja razlika v spremembi česa?

T: Temperature.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. M - raziskovalec, U – učitelj, T - učenec.

Tudi učitelj je bil presenečen nad odgovarjanjem in ugotovitvami učencev. To ni kazal samo s občasnimi pripombami, ampak tudi z gestami, saj je nemalokrat jasno pokazal, da je z odgovori učencev zelo zadovoljen in celo, da ga presenečajo. Proti koncu je večkrat prevzel pobudo in učence tudi kaj dodatno vprašal, tik pred zvonjenjem pa se je odločil učencem povzeti uro v svojem slogu: *»Vrnimo se nazaj, tam, kjer smo, ste se pogovarjali o slanosti, o koncentraciji, to se pravi o količini snovi. Če je enkrat na suhem, potem pa pod vodo. Pa sedaj, če je zelo plitko, pa tista sol postaja. Voda polije spet nazaj, pa je tam večja količina snovi not. Zakaj tu, ko pa tam, ko pa tam, kjer do tega na pride, pa je slanost manjša? Kaj mislite, tista voda, če ni teh bazenčkov, pa če ne bi tam voda izhlapevala? Tam, kjer je voda bila, pa je sol. Spet voda pride, pa prinese isto določeno količino snovi že itak, a je tako? Na dnu je spet sol. Voda priteče, je kaj, koncentracija ta se večja ali manjša s tem? Spet je večja, ker je tista sol bila na dnu. Tam, kjer pa ni, pa voda vedno vse odnese pa prinese. Nikdar ni tiste soli nabrane, da bi to povzročalo bolj kot to slanosti, kot sicer. V tem je ta stvar. A je? Bom potem to povedal. In da se lahko tudi to spreminja in se zaredi tega tudi spreminja. Ta koncentracija ali pa količina soli. Najboljši je postopek. Ja? Sedaj ne vem, če sem prav to jim povedal. A ste me razumeli, kaj sem hotel s tem povedat'?»*

Najpomembnejša ugotovitev zadnjega dela pogovora o slanosti je, da učenci, ki niso vajeni odgovarjati na vprašanja v celih stavkih, odgovore na dodatna vprašanja učitelja podajajo po delih, da sproti preverijo pravilnost odgovora in dobijo potrditev učitelja. Seveda pa je pričakovati, da je sodelovanje učencev večje tudi zato, ker jih vodi njim neznana oseba in si lahko tako več dovolijo.

Prva ura akcijske raziskave ni bila izvedena ustrezno in ni bilo mogoče pričakovati, da bodo učenci dojemali pomen spremembe kot osrednjega pojma dejavnikov, ki vplivajo na življenje. Čeprav je mogoče težave pripisati učitelju in njegovi *»nepripravljenosti na spreminjanje lastnega načina dela v razredu«*, pa je toliko pomembnejši njegov doprinos k oblikovanju navodil za učitelje, kako naj ti oblikujejo priprave za delo v šoli, da bo iz njih mogoče sklepati, ali učitelj razume pristop, ki ga delo z modelom zahteva in ga je pripravljen sprejeti in izvajati v skladu z zahtevami. Ker sta bila prvi in drugi sklop izvedena v blok uri, učitelju ni bilo mogoče takoj zastaviti vprašanj o prvi uri in vseh nepričakovanih dogodkih, vključno s prevzemom vodenja. Ura se je brez postanka za učitelja in raziskovalca nadaljevala v odmor in v drugo uro.

## Akcijska raziskava na šoli 'aah' – druga ura

Učenci so nekaj navodil za eksperimentalno delo v drugi blok uri dobili že proti koncu prve ure, tik pred odmorom. Za delo so bili razvrščeni v skupine, opozorjeni pa so bili tudi na navodila za izdelavo merilnikov. Čeprav so navodila dobili v pisni obliki, je raziskovalec za vsako skupino posebej pokazal postopek sestavljanja merilnika in jim dovolil, da si materiale ogledajo. Največ zanimanja so učenci pokazali za dejavnost izdelave merilnika gostote in so z delom pričeli, še preden se je druga ura sploh dobro začela. Ker so najbolj zagreti učenci iz prvih klopi odmor kar izpustili, se je raziskovalec odločil odgovarjati na njihova vprašanja. Na vprašanje, ali mislijo, da se bo kapalka napolnjena s peskom potopila, so učenci navajali različna ugibanja.

T: Ja. Vedno bolj bo šlo. Ne.

T: Ne. Čisto na vrhu bo. Tako.

T: Čisto na dno bo šla.

M: Takole? [Raziskovalec navidezno potopi kapalko v čašo.]

T: Ne, na dno bo šla, ker se bo napolnila vode. Ne, šla bo dol.

T: Na dno bo šla.

M: Šla bo dol?

T: Šla bo, ker se bo napolnila vode.

M: Takole? [Raziskovalec spet navidezno potopi kapalko v čašo.]

T: Potopila se bo.

M: No, bomo videli. Sedaj imamo štiri različne odgovore. Ali se bo potopil (do dna) ali bo ostal nekje na sredini ali se bo dvignil ali pa bo čisto na vrhu, ne. Ampak imamo pa še en problem. Kako bomo pa vedeli, kakšna je ta vrednost? Kako bomo mi vedeli, kakšna je razlika, če se spremeni gostota?

T: Ja, označimo, potem pa izmerimo.

M: Zmerimo s čim?

T: Z ... [smeh]

M: Areometrom.

mp – aah, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aah'. M - raziskovalec, T - učenec.

Med odmorom učitelj predlaga, da skupine sestavi on, ker bo drugače prišlo do trenj med učenci. Učitelj pove, da v prvih klopih sedijo »*pridni učenci*«, v zadnjih pa tisti, ki pogosto ne sledijo pouku. Povedal je, da ima v mislih predvsem skupino štirih fantov, ki pogosto motijo delo ostalih. Prestavljanje miz je povzročilo nemalo ogorčenja, saj je vsak sedel na mesto, kjer je imel svoje stvari, učitelj pa je predlagal bolj mešane skupine in predvsem ločene štiri učence iz zadnje klopi. Priprava na začetek ure je trajala kar 11 minut, čeprav čas ni bil izgubljen, ker se je preurejanje začelo že med odmorom. Ko so se učenci s posredovanjem učitelja razdelili v skupine, so najprej dobili navodilo, da si postopek izdelave merilnikov podrobno preberejo iz navodil in šele potem postavljajo vprašanja.

Že v začetku se je izkazalo, da je razred brez ustreznega učiteljevega nadzora zelo razpuščen. Ker je učitelj v prvi uri prepustil vodenje raziskovalcu, je v razredu na trenutke postalo preglasno, učitelj pa se je le redko odločil posredovati. Prav tako je bilo izvajanje poskusov v skupinah zastavljeno s predpostavko, da bo izvajanje vodil učitelj in temu primerno poskrbel za ustrezne delovne pogoje in delovno vnašo. To pa ni bil edini problem. Med izvajanjem poskusov se je izkazalo tudi, da je za učence tehnična in časovna zahtevnost izdelave posameznih merilnikov različna. Učenci so merilnik za tlak in za gostoto sestavili zelo hitro, v nekaj minutah, merilnik za temperaturo pa so sestavljali več kot petnajst minut, s tem da so porabili še deset minut, da so ga umerili. Prav merilnik za temperaturo so



tudi narobe sestavili. Skupine so dobile navodila, vendar sodeč po zapletih med izvajanjem ta za njih niso bila dovolj natančna. Učenci so veliko spraševali o postopkih dela, čeprav so bila navodila pripravljena posebej z namenom, da do tega ne bi prišlo. Vzrok za to je lahko tudi nevarnost praktičnega dela, saj učitelj poskuse običajno izvaja demonstracijsko, učenci pa jih le opazujejo.

Zasnova poskusa je vključevala tudi čas za razmislek o poskusu in o merilniku, saj so učenci za izdelavo različnih merilnikov potrebovali različno veliko časa. Tako so učenci pri izdelovanju merilnika za temperaturo zahtevali veliko več pojasnil o umerjanju in natančnosti meritve ter o samem zbiranju podatkov. Ta poskus ni bil natančno izveden. Delno je vzrok tudi neustrezno raziskovalčevo vodenje razreda. Pri eni izmed skupin so učenci manj zagreto opravljali delo kot bi ga sicer, ker se jim zadolžitev ni zdela pomembna, saj je ni zahteval učitelj. Ti učenci so bili najglasnejši in kljub posredovanju drugega opazovalca niso izvajali poskusa po navodilih.

Ura izvajanja poskusov izdelave merilnikov je pokazala na težave pri izvajanju na šolah, kjer skupinsko praktično delo učencev ni pogosto oziroma kjer učenci niso vajeni samostojnega izvajanja dela. Čeprav običajno pripisujemo praktičnost učencem, so se v tem primeru kot bolj praktične izkazale učenke.

Poskusi niso problematični, saj so učenci svoja pričakovanja izrazili pravilno, četudi jih niso zasnovali na znanju. V primeru termometra so pravilno sklepali na spremembo višine stolpca tekočine v slamici, čeprav niso utemeljili, zakaj se spremembe izrazijo na tak način. Enako velja za gostoto, kjer so pravilno predvidevali, da se bo v tekočini z večjo gostoto merilnik dvignil, in pri izdelavi merilnika količine padavin, da je problem merilnika izhlapevanje vode v času, ko ni padavin. Pri tem poskusu so bila dodana tudi navodila merjenja vlage. Čeprav merilnika za vlago niso izdelovali, so hitro sami našli vire, kjer bi do teh podatkov prišli. V vseh primerih so učenci navedli radijska poročila, kjer povedo tudi značilnosti trenutnega vremena in s tem podatke o temperaturi (°C), tlaku (mmHg, hPa) in vlagi (%). En učenec je izpostavil tudi vidljivost (m). Tudi grafične predstavitve teh podatkov učenci poznajo in v skupini, ki je pregledovala grafične predstavitve z branjem grafikonov in diagramov, je bilo zaznati veliko težav pri tolmačenju grafičnih podatkov in pripravi grafičnih predstavitev zbranih podatkov. Prav nič ni pomagalo, da podatke v grafikone oblikujejo tudi pri drugih predmetih. Učitelj geografije na šoli, ki je v nekaterih točkah sodeloval pri poteku raziskave z učiteljem naravoslovja, je povedal, da *»80 % otrok popolnoma sledi in ve, kako narediti klimogram in ga znajo narediti tako, kot ga jaz zahtevam. Vedo, da uporabljamo modro barvico za stolpce, rdečo za temperaturo, vedo, kje morajo biti meseci«* itn., česar pa ni bilo mogoče zaznati pri našem delu. Predpostavljeno je, da učitelj na poseben način predstavi podatke, ki jih učenci potem oblikujejo v ustrezno obliko, ki jo učitelj pričakuje, ne da bi dejansko vedeli ali pa razmišljali, kaj in zakaj to delajo. Pri izvajanju dejavnosti v okviru ure so imeli učenci nalogo tudi napisati poročilo o delu, če bodo meritve vsakodnevno izvajali doma in jih potem z učiteljem geografije tolmačili in pregledali pri njegovih urah. Dogovorjeno je bilo, da mora poročilo biti čim bolj popolno in mora vključevati čas, meritve tlaka, vlage, temperature, količino padavin in splošni opis vremena. Največ nerazumevanja so učenci pokazali pri izdelavi merilnika tlaka, kjer se je ustavilo že pri navodilih, zakaj je treba zapreti eno izmed strani cevke. Čeprav so s poskušanjem ugotovili, da merilnik deluje le, če je cev na eni strani zaprta, jim brez razlage ni uspelo skleniti, da mora biti cevka na eni strani zaprta, sicer merilnik ne deluje.

### Akcijska raziskava na šoli 'aah' – tretja ura

Problem druge ure in izvajanja poskusov izdelovanja merilnikov je bil predvsem v tem, da učenci merilnika termometra niso sestavili dovolj hitro. Po analizi druge ure se je izkazalo, da bi bilo v začetku tretje ure dobro ta poskus ponoviti, vendar ga izvesti tako, da učenci sledijo natančnim navodilom in sočasnem prikazu sestavljanja merilnika. Druga pomembna odločitev za tretjo uro pa je bila, da bo vodenje organizmov prevzel drugi opazovalec, ki ima veliko izkušenj z vodenjem doživljanja organizmov in bo za pripravo in izvajanje porabil najmanj časa, učinek pa bo večji. Navodila izdelovanja merilnikov s sočasnim prikazovanjem sestavljanja so vključevala navodila, ki so jih skupaj z raziskovalcem izvajali učenci: (1) odpiranje steklenice, (2) polnjenje steklenic z vodo do vrha, (3) vstavljanje slamice skozi že narejeno luknjico v pokrovčku, (4) privijanje pokrovčka in (5) zatesnitev vrzeli med slamico in luknjo pokrovčka s plastelinom. Zadnji korak je vključeval preizkus merilnika in umerjanje, kar je bilo izvedeno tako, da so izdelan merilnik učenci potopili v posodo z vodo, katere temperatura je bila znana, da so umerili svoje merilnike in ga nato postavili na okensko polico in počakali, da se je temperatura spremenila.

Na ta način vodenja so vsi učenci merilnike temperature sestavili in umerili v manj kot devetih minutah. Nadaljevanje ure je bilo namenjeno izkustvenemu doživljanju živali s poudarkom na določanju značilnosti okolja, v katerem ti organizmi živijo. Po začetnem razporejanju učencev v polkrog na sredini učilnice je drugi opazovalec učence najprej opozoril, da bodo delali z nečim »*nenavadnim*«. Učenci so pričakovali delo z živalmi, čeprav niso vedeli, s katerimi, še manj pa, kako bo doživljanje potekalo. Po učiteljevih besedah učenci pogosto delajo z živalmi, vendar jim te le pokaže in o njih pove različne podatke. V primeru tega načina vodenja pa je bilo pričakovati, da bodo učenci spodbujeni tudi k dotikanju in rokovanju z živalmi. Najprej je odločitev prepuščena učencem samim, kasneje pa so vsi pozvani, da se poskusijo neposredno srečati z živaljo. Učence, ki so se preveč negativno čustveno odzvali, je opazovalec pomiril. »*Videl sem, da vas je zelo strah, a ste videli le del telesa [živali]. Jaz bi zaradi živali in ne zaradi vas prosil, da ste čim bolj mirni. Poskrbel bom, da bo vse v redu. Žival bom prinesel med vas in jo dal na tla.*« Kljub strahu učenci želijo, da žival odloži na tla. Skupaj opazujejo dele telesa, gibanje na kopnem in v vodi, opozorjeni so na ustrezno rokovanje. Po nekaj minutah se učenci seznanijo še z drugo živaljo. Tudi pri tej najprej opazujejo dele telesa s poudarkom na plavalni kožici zadnjih nog. V tem drugem krogu se skoraj vsi učenci dotaknejo živali.

Ključni del spoznavanja živali je opredelitev živali glede na življenjsko prostor. Čeprav živali še niso poimenovali in obe živali učenci poimenujejo »*žaba*« na podlagi znakov, ki so jih opazili, skušajo ugotoviti, ali »*ta žival dobro plava*«. Prav različna mnenja učencev so pogoj, da to preizkusijo tudi praktično, četudi so med učenci taki, ki pravilno sklepajo, da prva žaba ne plava dobro, ker nima plavalne kožice, druga, ki jo ima, pa plava dobro. Ob plavalni kožici so učenci povedali, da je bila prva krastača, ki ima slabo razvito plavalno kožico, ker večino časa preživi na kopnem, druga pa rjava žaba, ki ima dobro razvito plavalno kožico, manj robustno telo in močnejše zadnje noge, saj jih uporablja za plavanje, telo pa mora v vodi ustvariti čim manj trenja. Sklepali so tudi, da mora krastača živeti na kopnem tudi zato, ker je njena koža na otip bolj suha in bolj hrapava. Kljub vsemu pa učenci vedo, zakaj morata biti obe vrsti žab v stiku z vodo.

O: Ampak obe morata priti k vodi. Zakaj?

T: Zaradi tega, ker obe dihata skozi kožo in mora biti ta vlažna.



O: Ja, koža mora biti vlažna. Pa še zakaj mora k vodi ali mlaki spomladi?

T: Zato ker dajo mrest v vodo.

mp – aah, sklop III.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. O - opazovalec, T - učenec.

Odgovora na vprašanje učenci poznajo, ker se o žabah pogosto pogovarjajo v šoli. Ključno pa je, da so v tem primeru vsi imeli neposredno potrditev njihovega znanja na dejanskem primeru. Čeprav je pričakovati, da so se vsi učenci v svojem življenju že srečali z žabo ali s krastačo, najverjetneje do sedaj še niso imeli možnosti doživeti obeh hkrati in primerjati njune zgradbe, gibanja in vedenja, pa tudi vedenja o njunem naravnem okolju. Mestni otroci imajo do žab in krastač še posebej problematičen odnos, saj kot kažejo raziskave, učenci precej burno reagirajo nanje in imajo še posebej odklonilen odnos, ki se kaže predvsem v agresiji do teh živali. Po končanem doživljanju so bili učenci pozvani, da si ogledajo, kaj se je zgodilo s termometri, ki so jih v začetku ure znova sestavljali. Pri vseh skupinah je bilo opazno zvišanje vodnega stolpca in učenci so pravilno sklepali, da je temperatura narasla, več težav pa so imeli odgovoriti na vprašanje, zakaj se je to zgodilo.

M: Ugotovili ste, da se je zvišal, treba pa je še ugotoviti, zakaj se je zvišal.

T: Zaradi pritiska vode.

M: Pritiska vode?

T: Ja, ker je večji k je stolpec, toplejši je.

M: Kaj pa se zgodi z vodo, če jo segrevamo?

T: Hitreje izpareva.

mp – aah, sklop III.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. M - raziskovalec, T - učenec.

Učenci učinek pripišejo povečanju tlaka, vendar je iz njihovih odgovorov razvidno, da tega ne razumejo, drugi pa učinek pripisujejo izhlapevanju. Med prvotnimi predlogi modela je bil pripravljen tudi poskus z obročem in kovinsko kroglico, ki, kadar je segreti, ne gre skozi obroč. S tem dokažemo, da se med segrevanjem snovi razširjajo. Poskus bi pokazal, da je mogoče razteznost pripisati tudi tekočinam pri segrevanju. Ker je bilo pričakovati, da bo časa za še en poskus premalo, je bil poskus opuščen. Razmišljanje učencev je bilo prednostno usmerjeno v ugotavljanje, ali bi lahko iz obstoječega merilnika temperature naredili tak merilnik, ki bi ga bilo mogoče uporabiti tudi za merjenje temperature pod vodo. Ker učenci niso ugotovili, da se zaradi povišanja temperature razširi tudi snov, drugi del poskusa ni bil zaključen. Učenci so bili zadovoljni z odgovorom, da je merilnik mogoče uporabiti pod vodo, ker je slamica na vrhu »zamašena in voda ne bo stekla v slamico«. V nadaljevanju so z merilnikom v hladni vodi ugotovili, da se višina stolpca vode v slamici spremeni tudi, če je slamica zamašena. Ni bilo mogoče pričakovati, da bodo učenci ozadje poskusa razumeli, je pa bilo pomembno, da so ugotovili, da je slamica le »merilo«, kjer odčitamo razliko, in so razumeli, da ima vsak termometer širši del, kjer je kapljevina, ki se s temperaturo razširja, in ožji del, kjer se sprememba izrazi in jo lahko natančno odčitamo. Zdelo se je, da učenci ne vedo, da so plini stisljivi, tekočine in trdne snovi pa ne. V ta namen je bil pripravljen poskus stisljivosti z brizgami s plinom, tekočino in trdno snovjo. Učenec in učenka sta izvedla poskus, ostali pa so izvajanje opazovali in pravilno sklepali, da mora biti v slamici zračni stolpec, če naj se sprememba spremembe tlaka pokaže.

M: Ali jo lahko do konca iztisneš?

U: Ne, ker je zamašena.

M: A smo vodo lahko stisnili?

T: Ne.

M: Pri merilnikih, ki ste jih vi naredili, če [slamico] zamašimo, pa če jo potopimo pod vodo. Na račun česa se bo stolpec vode spremenil?

T: A če bo zamašeno?

M: Ja.

T: Mora biti zrak notri.

mp – aah, sklop III.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. M - raziskovalec, T - učenec.

Zadnji poskus v uri je bil poskus z javanskim mahom, ki ga v treh steklenih posodah enkrat pustimo na svetlobi, drugič ovijemo z belim prosojnim papirjem in tretjič zavijemo v črn neprosojen papir.

M: Kaj mislite, kaj se bo zgodilo, recimo do ponedeljka?

T: Ta, ki nima svetlobe, bo odmrla, posušila se bo.

M: Posušila?

T: Zgnila. Da ne bo imela več te barve, ta, ki bo ostala ista, ta, ki je v brisači, pa malo manj. Prva bo ostala ista, druga bo tako, tako.

M: Koliko pa je do ponedeljka? Ali mislite, da je to dovolj časa, da ta rastlina propade?

T: Je.

M: Je? Koliko pa bi bilo premalo časa?

T: En dan.

M: Koliko bi bilo pa preveč?

T: Pet dni.

M: Torej smo se zmenili kar v redu, ker je 3 dni na sredini?

T: Ja.

mp – aah, sklop III.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. M - raziskovalec, T - učenec.

Učenci sklepajo presenetljivo natančno, nimajo pa ustrezne časovne predstave, kar je sicer razumljivo in pričakovano. Čas, ko lahko opazijo spremembe, je namreč desetkrat daljši. V treh dneh med rastlinami v posameznih posodah ni bilo spremembe. Pri poskusu je prvi korak zasnovan tako, da učenci sami opazijo spremembo oziroma je ne opazijo. Naslednjo šolsko uro posode, ki so zavite, odkrijemo in pustimo učencem, da sami ugotovijo, da spremembe ni in da znova sami določijo čas, ko na osnovi novih zbranih zaključkov pričakujejo spremembe. Ugotoviti morajo tudi, da bo poskus potekal od začetka.

### Akcijska raziskava na šoli 'aah' – četrta ura

Dogovorjeno je bilo, da bo uro spet poskusil izvajati učitelj, vendar pa se mora natančno držati priprave in navodil, kot jih je dobil dan prej. Takoj v začetku četrte ure učitelj najprej napove spraševanje za naslednje ure, saj mora zbrati ocene. Izvajanje vsebin četrtega sklopa pa začne tako, da spomni učence na doživljanje živali.

U: Poglejte, sedaj pa nadaljujemo s tistim, z zgodbo, ki ste jo delali v četrtek, če se kaj spomnite. Govorili ste, imeli ste neke živali, ki ste jih opazovali. Se še spomnite?

T: Ja.

U: Kam jih uvrščamo?

T: Dvoživke.

U: A se jih še tako bojite? Zdaj, če bi danes prinesel tisto žabo, bi vas bilo še strah, a bi bilo isto? Bi

tako proč letel?

T: Ne. Da.

U: Ne bi več, še vedno strah? A dej. A res? Pa, če bi kačo prinesel? A kače pa bolj? Prosim. Dobro. Jaz mislim, da bi se malo bolj navadili, a ne? No, potem ste delal' tukaj in se pogovarjali o izhlapevanju. Napravljen je eksperiment. Posode nastavljene. Vi ste rekli, da voda izhlapeva, a ne da? In če je posoda večja, večja površina, da voda hitreje ali počasneje izhlapeva?

mp – aah, sklop IV.: tipkopolis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Učiteljev slog dela je v njemu zakoreninjen in ga ne spreminja. Učitelj je dobil natančna navodila z vprašanji in predvidenimi odgovori učencev. Ni pa bilo zapisano, da učencem ponovi ugotovitve predhodne ure. Drugi opazovalec je pripomnil, da je učitelj v tem trenutku morda prestrašil učence z mislijo, da se nekateri učenci kač bojijo. Učitelj je v vprašanju, ali na večji površini »voda hitreje ali počasneje izhlapeva«, učencem dal več namigov, ki pa jih tisti, ki so najhitreje odgovarjali, niso razumeli.

T: Počasneje.

U: Če je večja površina?

T: Hitreje.

U: Hitreje. Od česa je še odvisno, da voda počasneje ali hitreje izhlapeva?

T: Toplote, svetlobe.

mp – aah, sklop IV.: tipkopolis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj se takoj za tem pripravi na izvajanje pristranskega poskusa, tj. poskusa z javanskim mahom, ki ga želi spremeniti. To naj bi najprej storil tako, da po pregledu sprememb v črn papir ovije tisto posodo, ki je bila do sedaj odkrita, brez ovoja pa pusti posodo, ki je bila do sedaj ovita v črn papir. Pričakovano je, da bodo učenci temu ugovarjali in zahtevali, da se poskus izvaja naprej na enak način.

Med opazovanjem sprememb učenci že pred odvijanjem posode s črnim papirjem napovedo, da se je verjetno nekaj spremenilo, ne povedo pa natančno, kaj mislijo. Učitelj učence opozori na mehurčke, ki izhajajo iz listov. Prvi učenec mu odgovori, da je to ogljikov dioksid, drugi učenec pa ga popravi, da je to kisik, ki je nastal pri fotosintezi, in sklene, da »rastlina oddaja v ozračje kisik, porablja pa ogljikov dioksid«. Pri podrobnem pregledovanju vseh treh posod se izkaže, da opazne spremembe ni, čeprav nekateri učenci trdijo, da jo opazijo. Ti učenci povedo, da je tista rastlina, ki je bila v povsem črnem ovoju, »šla nekoliko bolj skupaj«, s čimer hočejo povedati, da zaseda manjši del posode. Razlike v barvi rastlin med posodami ne opazijo. Dozdeva se jim, da so morda rastline v eni izmed posod nekoliko svetlejšje. Učitelj predlaga, da bi zamenjali posode in pokrili do takrat odkrito posodo.

U: Recimo, da sedaj malo pokrijem tisto, ki je bila sedaj odkrita. Kaj pa se bo sedaj to zgodilo, ste rekli?

T: Popravila se bo.

U: To se prav', se bo stvar spet obrnila in se bo stvar nekak' popravila oziroma bo rastlina tisto stvar nekako nadoknadila, ker je bila zdaj nekaj časa deloma brez svetlobe. Se pravi, stvar tu upočasnji razvoj in se bo ta verjetno pospešil.

mp – aah, sklop IV.: tipkopolis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Učenci ugotovijo, da spremembe niso izrazite in da morajo, če jih želijo dobro videti, poskus nadaljevati. To pomeni, da morajo posode zapreti in prvo pustiti brez ovoja, drugo oviti v bel ovoj in tretjo v črnega ter rezultate znova pregledati po enem tednu. Če so v začetku v večini pričakovali spremembe po treh dneh, se tokrat o trajanju poskusa niso takoj zedinili. Odločijo se, da bodo poskus izvajali en teden, če sprememb ne bo, pa bodo počakali še dodaten teden. Problem takega načina ugotavljanja rezultatov poskusa je v regeneraciji rastline, ki ni bila izpostavljena svetlobi, saj lahko učenci, če učitelj ni previden, pustijo rastlino na svetlobi predolgo. Eden izmed učencev predlaga celo, da bi pustili poskus teči kar do konca šolskega leta. Učitelj ponovi njegovo mnenje, vendar pa možnosti ne upošteva.

Učitelj nadaljuje z drugim delom pristranskega poskusa in poskusi učence zavesti k sočasnemu poskusu s slano vodo. Učitelj predlaga, da v posodo z javanskim mahom, ki ni ovita v ovoj, doda sol. Pove, da bodo v treh posodah sočasno izvedli dva poskusa, prvi bo vpliv svetlobe na rast rastlin, drugi pa vpliv slanosti na rast sladkovodne rastline. Učenci ugotovijo, da bi se rastlina v slani vodi »*posušila*«. Učitelju se izbor besede ne zdi nenavaden in ne opozori učencev na ustrezno rabo besede, da se rastlina, ki naj bi rastle v vodi, ne more posušiti. Sicer ponovi, da bi se rastlina »*posušila oziroma spremenila*«. Učitelj kljub navodilom, kako naj poskus izvede, z dodatnim vprašanjem o načinu primerjave namigne na pravičen odgovor in učenka pravilno zaključi, da bi z dodatkom soli spremenili pogoje prvega poskusa.

U: Če jaz zdaj tu noter dam sol, tako pustim to zdaj lepo pokrito, tu noter pa dam zdaj sol in potem sol stresem, zdaj je sol notri, čez tri dni, en teden, pa pogledam. Kaj pa zdaj? Kako bom pa potem to primerjal? Če je ta slika al' pa ni?

T: Tista ima pa druge pogoje.

mp – aah, sklop IV.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj je zadovoljen z ugotovitvijo učenke, da poskusa tako ne sme izvesti. K šolski tabli pokliče drugo učenko, da nariše razpredelnico, v katero bodo zapisali predvidevanja, kaj se bo zgodilo z rastlinami v posodah vsak teden posebej. Žal je ugotavljanje barve rastlin v posamezni posodi subjektivna ocena in je bolje rastline med seboj primerjati. Učitelj je bil med izvajanjem poskusa na to opozorjen in je navodila prilagodil. Na koncu poskusa učitelj objubi tudi pregled rastlin pod mikroskopom, kar učenci pozdravijo z odobravanjem.

V nadaljevanju je bilo treba izvesti poskus mešanja tople in hladne vode, ki ga je učitelj večkrat med pripravami izpostavil kot zahtevnega. Tudi po pouku je, čeprav je bil poskus izveden ustrezno in je bil želen učinek dosežen, izrazil precej negativen odnos do izvedbe.

U: Bomo mi naredil' poskus, če bi bila topla voda, dva kozarčka dam skupaj, vročo pa mrzlo vodo. Položim, da bi bila zgoraj mrzla voda, spodaj pa topla. Kaj mislite, da bi se zgodilo? Bi ta mrzla voda šla proti topli? Se zmešala z njo?

T: Ne. Mogoče.

U: Obrnem okrog, topla voda je zgoraj, mrzla spodaj. Gre dol topla proti mrzli? Se hitro zmeša?

T: Bolj počasi.

mp – aah, sklop IV.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Pri poskusu uporabimo dve enaki posodi z ozkim vratom, različno obarvano toplo in hladno vodo ter trši

tanek karton. V prvo posodo zvrhano vlijemo toplo vodo, v drugo pa hladno. Vrat ene posode pokrijemo s kartonom in jo previdno poveznemo na drugo posodo. Karton, ki je med posodama, izvlečemo, pri tem pa pazimo, da sta vratova obeh posod natanko en nad drugim, da voda ne steče iz poveznjene posode.

Učitelj po navodilih obarva eno izmed tekočin in povezne posodo s toplo vodo na posodo s hladno. Pri tem učencem večkrat pove, da je poskus zahteven, da morajo biti učenci mirni in da ne ve, če mu bo poskus uspel. Ko izvleče karton, ki je ločeval posodi in s tem povezal tekočini obeh posod, ga učenci nagradijo z bučnim odobravanjem in ploskanjem. Učenci ugotovijo, da se obarvana toplejša zgornja in hladna voda spodaj ne mešata. Učitelj previdno obrne posodici tako, da je hladnejša voda zgoraj in vodi se začneta v trenutku mešati. Učitelj povzame ugotovitve poskusa zelo nerazumljivo, vendar dajejo učenci vtis, kot da sledijo razlagi.

U: No, zdaj naredimo zaključek. Zdaj smo vse dokazal': da se voda, ne glede na barvo, da je bolj gosta. To ste lepo povedal', da bi se voda v bolj gosti tekočini ... Vedno bolj gosta tekočina izpodrine manj gosto tekočino in gre pač v tisto nasprotno smer in potem bi jo izpodrinila. In zdaj tu pri nas ne moremo reč', da je veliko težja, ker je bila večja količina, ampak po tej svoji lastnosti, kjer je hladna.

mp – aah, sklop IV.: tipkopis: izvajanje tretjega sklopa na šoli 'aah'. U - učitelj, T - učenec.

Po uri je med pogovorom učitelj izpostavil poskus z mešanjem kot izvedbeno zahteven poskus. Učitelj je dobil še posebej natančna navodila, saj se je že izkazalo, da navodil pogosto ne razume oziroma da se jih ne drži. Na vprašanje raziskovalca, kako je dojel delo po natančno določenih navodilih, učitelj pove, da je bil obremenjen le z izvedbo, saj je poskus mešanja tople in hladne vode večkrat poskusil izvesti doma, pa mu nikakor ni uspelo. Pri poskusu z rastlinami v slani vodi pa je razmišljal, da bi najprej izvedel poskus in se potem o njem pogovoril. Učitelj pove, da so bila navodila ustrezno napisana, korak za korakom, prav tako tudi vprašanja, ki jih je pa priredil malo po svoje. Ob tem sta raziskovalca ugotavljala, da se učitelj sploh ni držal navodil, kar pa je po njegovem pričakovano, saj »*tako po navodilih pa nerad delam*«.

#### **Akcijska raziskava na šoli 'aah' – peta ura**

Zadnji sklop modela poučevanja je učitelj izvedel po taboru, ki so ga obiskali učenci. Ker je zadnji sklop mogoče prilagoditi frontalnemu delu, učitelj nanj ni imel pripomb, hkrati pa je sklop vsebinsko zelo podoben vsebinam, ki jim sam posveča največ pozornosti. Prav tako pa je sklop najzanimivejši za učence, saj se obravnavajo skrajni pogoji okolja, ti pa se učencem zdijo zelo zanimivi. Pri uri je učitelj sklopu namenil le slabih dvajset minut, preostanek ure pa je porabil za spraševanje učencev in zbiranje ocen, medtem ko so preostali učenci iskali podatke po pripravljeni literaturi. Največ časa je porabil pri fotosintezi in kisiku, ki ga rastline proizvajajo, živali pa porabljajo. Učencem je dal na voljo stare knjige za biologijo za šesti razred in jim dal nekaj minut, da so poiskali podatke, ki jih je želel izpostaviti. Pogojev, ki omejujejo pestrost, ni posebej omenjal, prav tako ni omenjal tudi prilagoditev živali na te pogoje.

### G.3.2 Akcijska raziskava na šoli 'aiv'

#### Akcijska raziskava na šoli 'aiv' – prva in druga ura

Prva ura raziskave pri drugem učitelju je bila pripravljena tako, da je bil učitelj še posebej pozoren na način postavljanja vprašanj pri izvajanju prvega sklopa. Pri akcijski izvedbi modela na šoli 'aah' je učitelj ta del izvedel tako, da ni bilo mogoče dovolj natančno analizirati izvajanja. Prav to je bil tudi vzrok, da je bilo že pred uro mogoče čutiti učiteljevo nelagodje pri izvajanju ur, za katere ve, da so zvočno posnete. To je učitelj izpostavil tudi večkrat med izvajanjem raziskave in tudi po koncu izvajanja raziskave. Učitelj je namreč mnenja, da je njegov način govora »*obupen*«, saj rad po svoje oblikuje stavke, ki se potem, ko jih poslušajo, slišijo neustrezno. Učitelj v uvodu ure pozove učence, da »*dvigate roke, če imate kaj za povedati*« in da ne govorijo eden preko drugega, kot naj bi bila sicer običajna praksa. Učitelj pogosto ponavlja enaka navodila, da učenci ne bi mislili, »*da bodo pravila dela danes kaj drugačna*«. Učenci so bili seznanjeni z izvajanjem raziskave in zvočnim snemanjem pouka, vendar pa niso vedeli, kdaj se bo to zgodilo. Učitelj je predvideval, da bi si učenci dovolili več kot sicer le zato, da bi bili njihovi glasovi na zvočnem zapisu. Takoj na začetku izvajanja prvega sklopa na vprašanje, kaj menijo, da se spreminja, učenci navedejo spreminjanje letnih časov, človeka, vremena, drevesnih listov, temperature, življenja, eden izmed učencev pa povzame razmišljanje in sklene, da se spreminja pravzaprav vse.

T: Pa saj se vse.

U: Kaj se še spreminja? En je rekel vse.

T: Ja, sej se.

U: Ampak jaz bi pa rad izvedel, kaj je to vse bolj natančno.

mp – aiv, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj, T - učenec.

Učence s tem, da želi vedeti natančno, kaj hočejo povedati, spodbudi k razmišljanju in ti navedejo spreminjanje narave, vode, zraka, snovi, temperature in podnebja. Učitelj je spremembe sočasno z naštevanjem zapisoval na tablo. Zapisovati je začel z zamikom, kar je utemeljil, da »*od učencev sem pričakoval, da bodo sami iskali pojme in ne bodo usmerjeni na tisto, kar je že zapisano na tabli. Iskal sem raznolikost pojmov. Hotel sem hkrati obdržati stik z učenci in dobiti odgovore od ne vedno istih učencev*«. Odgovor, da se vse spreminja, je bil predviden tudi v pripravah in učitelj je vedel, da ne sme dovoliti, da pri tem neopredeljenem odgovoru ostane, ampak da mora dobiti od učencev čim več različnih primerov. Učenci nadaljujejo z navajanjem primerov in omenijo še agregatna stanja snovi, osebno razpoloženje, planet Zemljo, plimovanje, rastline, morje in človeka. Eden izmed učencev navede tudi znanost, ki se spreminja zaradi človeka. Najpogosteje pa so navedene tiste spremembe, ki se dogajajo neodvisno od človeka, zato znanost v tem naboru pojmov izstopa. Učitelj je nekatere pojme v pripravi posebej izpostavil in je večkrat med naštevanjem preveril, ali jih učenci že niso navedli. Eden izmed takih je omemba človeka.

U: Ampak, sedaj pa smo do ene točke prišli, ko vas pa moram jaz malo povprašat!. Na kakšen način se spreminja po vašem mnenju, tako kot ste mi rekli, človek?

mp – aiv, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj.



Spreminjanje človeka učenci dojemajo v prvi meri biološko in bi namesto človeka lahko izbrali katerokoli drug organizem. Prednost iskanja sprememb pri človeku v primerjavi z drugimi živimi organizmi pa je, da imamo o sebi posebno socialno védenje in osebne izkušnje, ki jih lahko prenesemo tudi na druge in s tem razumemo tudi doživljanje življenja drugih. Prenos podobnega razumevanja na živali ni mogoč. Učenci povedo, da so najznačilnejše spremembe pri človeku rast, staranje in celo spreminjanje načina razmišljanja. Eden izmed učencev navede tudi spreminjanja svojega razmišljanja in spreminjanja razmišljanja drugih.

Učenci navedejo v začetku skupaj 56 različnih pojmov, ki jim lahko pripišemo spreminjanje, razmišljajo pa široko o okolju, o živalih, rastlinah in o človeku. Ker učenci naštevajo primere le v eni skupni smeri, učitelj pogosto vsili vprašanje, da spremeni tok razmišljanja učencev. Način postavljanja vprašanj, kot ga zahteva predlog modela, učitelju ne dela težav, videti je tudi, da so učenci že sicer vajeni podrobnega iskanja odgovorov.

**U: Prehranjevalni spleti. V katerem primeru pa se prehranjevalni splet lahko spremeni?**

**T: Če ena izmed teh izumre.**

**mp – aiv, sklop I.: tipkopis:** izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj razmišlja prehitro in učencem včasih ne da dovolj časa za razmišljanje. Načeloma o prehranjevalnih spletih govorimo kot o nečem, kar je, nekaj natančnega in nespremenljivega. Redkeje pa se izpostavijo primeri, kot je ta odgovor učenca, saj v primeru izumrtja neke vrste, ki je temeljni prehranjevalni vir druge vrste, ta ne izumre čez noč, kar pomeni, da se tudi drugi organizem prilagodi na pomanjkanje, najverjetneje pa se spremeni prehranjevalni vir. Zanimivo bi bilo slišati, kako bi svoj odgovor utemeljil učenec. Učitelj se ne zaustavi ob tej trditvi, ampak konča s pohvalo učencu za dober odgovor. Za uvod učitelj porabi sedem minut časa.

Nadaljevanje ure z razvrščanjem pojmov v različna časovna obdobja in različen čas trajanja učitelj preloži na učence v obliki samostojnega in hkrati skupinskega dela. To pomeni, da je zadolžitev samostojna, učitelj pa dovoli, da se o pojmi učenci pogovarjajo med seboj v ožjem krogu, kar učenci seveda z veseljem izkoristijo. Pojmi so napisani na tabli, učitelj pa jim pripravi razpredelnico, v katero morajo pojme razvrstiti glede na to, ali se spreminjajo dnevno, mesečno, letno ali pa da jim ne moremo določiti spremembe, torej so nepričakovane in ne vemo, kdaj bo do njih prišlo.

Pomemben zasuk ure je, da učenci ob spremembah ugotovijo, da je nekatere mogoče razvrstiti v več časovnih polj. Učenec že takoj na začetku ugotovi, da mora nekatere zapisati dvakrat, v različna polja razpredelnice. Zelo težko je najti spremembo, ki je hkrati v vseh časovnih kategorijah, čeprav ni nemogoče. Vreme kot pojem trenutnega stanja v neposrednem okolju posameznika se, kot ugotavlja učenec, spreminja dnevno, tedensko, mesečno, letno, stoletno, pa tudi včasih »*kar naenkrat*«. Učitelj pohvali to razmišljanje.

Učenci so imeli nekaj težav z navodili. Učitelj je povedal, da so učenci spraševali, ali je treba vse, kar je na tabli, vpisati v razpredelnico. Problem, ki ga imajo, je, da želijo vse zapisati in razvrstiti pravilno. Čeprav je pri tem mogoče primere opredeliti za vsak primer ločeno, učenci zahtevajo, da odgovore in nalogo rešijo tako, da bo povsem pravilno zapisano tudi v razpredelnici njihovih zvezkov.

U: Rekel sem vam, da vam ne bom povedal, kaj je prav in kaj narobe. O tem se bomo pogovorili v nadaljevanju.

T: [Odgovora učenca, ki sedi zadaj, ni mogoče razbrati, ga pa učitelj povzame.]

U: Potem pa tako napiši. Ko človeka povozi avto, je to trenutna sprememba.

mp – aiv, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj, T - učenec.

Med pojmi, ki so jih navedli učenci, ni bilo nekaterih, ki jih je učitelj zapisal kot ključne pojme. Ker učencem ni hotel neposredno namigniti, kateri so ti pojmi, se je med uro odločil, da bo učence vodil v razmišljanju tako, da bodo pozorni na spremembe, ki jih zaznamo s čutili. Naveden primer kaže, kako je učitelj poskušal učence pripeljati, da bi pomislili na spremembo dneva in noči.

U: Kaj bi rekli, če bi se tako postavili, ne vem, pod eno drevo, pa bi vam dal nalogo, da razmišljate o tem, kaj se spreminja? Kaj bi mi še rekli?

T: Na primer zvoki, zvok se spreminja.

U: Na kakšen način?

T: Ja, da se, ptički pojejo [smeh v razredu], ne vem, avtomobili pa avioni. Pol pa dol pade.

U: Bi še kaj opazili? Kaj pa če bi vam rekel, da ne smete poslušat', ampak samo opazovati? Kaj bi zaznali z očmi?

T: Ja, premikanje.

U: Premikanje česa?

T: Listov, sonca.

U: Premikanje sonca bi zaznali.

T: [Več učencev govori hkrati.] Nihanje.

U: Nihanje bi opazil.

T: [Več učencev govori hkrati.] Da se stemni.

U: Kako pa temu rečemo, ko se začne temnit'?

T: Mrak.

U: Mrak. A pa ima mrak kakšno nasprotje?

T: [Več učencev govori hkrati.] Jutro. Noč, dan.

U: Kako? Noč, dan. V redu, noč, dan. Kam bi uvrstili noč, dan? Uvrstite nekam noč dan.

mp – aiv, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj, T - učenec.

Učencem se zdi naštevavanje enostavno, vendar pa je čutiti, da jih moti to, da ne vedo, kaj bodo s pojmi kasneje počeli. Učitelj se hitro odziva na njihovo navajanje, pogosto presliši pripombe, ki jih, kot pravi sam, »razumem kot zabavo učencev in humoristične vložke«. Učitelj pove, da se pretirano šaliti skupaj z učenci ne upa, saj se je že zgodilo, da so potem porabili preveč časa, da so se umirili. Učinkoviteje se mu zdi preslišati neumestne pripombe učencev in nadaljevati z uro ter pri tem paziti, da je dejaven čim večji del učencev v razredu. Vsi vedno ne sodelujejo, nekatere, običajno boljše učence pa občasno tudi prepusti samim sebi in se posveti učencem, ki imajo z razumevanjem težave. Tudi pri tej uri nastopi zaplet s temperaturo in toploto. Učenci naštevajo spremembe v okolju.

T: V temperaturi.

U: V temperaturi. V čem še?

T: Toplota.

U: To je [premor], to približno ni isto, ampak dobro. Po čem še?

mp – aiv, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj, T - učenec.



Učitelj naleti na problem razumevanja pojmov temperature in toplote. Čeprav pri uri ni bilo pričakovati, da si bo učitelj vzela čas za obravnavo razumevanja teh dveh pojmov, je na vprašanje, ali se mu zdi pomembno razložiti razliko pojmov, odgovoril, da *»misli, da je treba ločevati med tema dvema pojmom, vendar tega pri tej uri nisem naredil, ker nisem bil prepričan vase. Zdelo se mi je zelo pomembno in nameraval sem ta dva pojma osvetliti v naslednjih urah. Ker je bila to priložnost, bi morda moral to storiti v tej uri. Kako točno bi to naredil, ne vem, v tistem trenutku nisem našel primerne pristopa in se raje nisem lotil. Morda sem se malo tudi bal, da bi izbral napačen nestrokovni primer«*. Učitelj večkrat pokaže nelagodje, ker ve, da se ura zvočno snema. Za razliko od prve šole, kjer je potekala akcijska raziskava, pri tem učitelju uvodne ure pred izvajanjem modela niso bile posnete in se učitelj tako ni privajal na zvočni snemalnik in ni že prej spoznal, kako snemanje poteka. Kljub težavam, ki jih je učitelj izpostavil zaradi snemanja, pa med uro učence motivira tudi tako, da jih spodbuja k odgovarjanju na vprašanja.

U: Kako se pa vaš učitelj naravoslovja spreminja?

T: Stara se [smeh].

U: Stara se. Kaj še?

T: Ja, bolj ko [je človek] star, bolj [je] tečen.

U: Aha, vidim, da sem vedno bolj tečen. Treba je še razrešit', ali sem vsako uro bolj ali dnevno, tedensko.

T: Ne, glede na vreme.

U: A glede na vreme sem tečen?

T: Ne [Več učencev govori hkrati].

U: Čakaj, čakaj, se pravi, staram se, pa vedno bolj tečen postajam. Kaj še?

T: [Več učencev govori hkrati.] Bolj natančen.

U: Bolj natančen sem pri spraševanju. A tako?

mp – aiv, sklop I.: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'aiv'. U - učitelj, T - učenec.

Z vprašanjem o svojem staranju je učitelj vsekakor popestril uro. Vprašanje je slišati kar drzno, še posebej zato, ker je v razredu nekaj učencev, ki so brez dlake na jeziku in rečejo tudi kaj takega, kar po učiteljevem mnenju ne sodi v razred. Kako se na posamezne besede učencev učitelj odzove, je, kot pravi sam, precej odvisno tudi od njegovega razpoloženja. Zanimivo je, da so odgovori učencev zelo odprti do učitelja in ima učitelj v razredu malo disciplinskih težav. S takim odnosom učitelj ohranja odprt odnos med seboj in učenci in s tem dejavnejši pogovor. Učitelj si dovoli veliko šale na svoj račun in učenci to sprejemajo. Med pripravljanim grafoskopom je v razredu veliko govorjenja in učitelj še potencira razpuščeno vzdušje. Pravi, da je dobro, da učenci malo *»pare sprostijo takrat, ko je za to priložnost«*.

Nadaljevanje ure učitelj usmeri v razlago prosojnic, ki so pripravljene na temo sprememb v okolju. Učitelj učence pri vsaki prosojnici vpraša, ali mu lahko sami brez njegovega posredovanja in brez poznavanja naslova prosojnice povedo, kaj je na prosojnici predstavljeno. Učenci brez težav vsakič opišejo vsebino prosojnice, opredelijo pomen barv (na primer na prosojnici temperaturnih območij) in poimenujejo tiste celine, ki jih učitelj izpostavi. Tudi tu najdejo učenci Slovenijo po *»škornju«*. Problem zemljevidov na prosojnicah je bil izpostavljen že pri prvem učitelju. Videti je, da imajo učenci veliko manj težav s tem, kaj je dober zemljevid kot učitelji. V igri, kjer učitelj namerno kaže napačne celine in jih napačno poimenuje kaže, da se učenci radi odzivajo na tak način vodenja pouka. Učitelj da učencem

navodilo, da si za podroben pregled prosojnice vzamejo minuto časa, vendar učenci takoj povedo, da časa za to ne rabijo in opišejo zemljevid. Učitelj pove, da so učenci »*presegli pričakovanja in sem jih nekako podcenil. Nisem vedel, da bodo to tako hitro razbrali zahtevane podatke*«. Učitelj zamenja prosojnico temperatur s prosojnico rastja in gozdnatih površin in učenci ju primerjajo. Učitelj poskuša prosojnice postaviti eno na drugo, vendar zemljevidi okoljskih dejavnikov niso povsem usklajeni za prekrivanje.

Z vodenjem učitelja učenci puščave povežejo s količino padavin in z visoko temperaturo. Učitelj to opredelitev začasno pusti, vendar se kasneje vrne na problem suhih območij planeta Zemlje. Kljub vsemu pa ne opredeli severnega oziroma južnega pola kot prav tako sušnega območja.

V nadaljevanju ure učitelj izvede poskus z javanskim mahom v treh posodah. Zaplet nastane, ko učenka trdi, da v posodi, ki je zavita v povsem črn papir, rastlina ne bo rasla, ker ni kisika. Učenci na vprašanje učitelja, ali je njeno sklepanje pravilno, odgovorijo, da ni, vseeno pa imajo nekaj težav z utemeljitvijo, kaj s poskusom sploh hočemo dokazati. Učenci navedejo toliko napačnih trditev, da učitelj enostavno pozabi, kaj je želel izvedeti. Na vprašanje, kaj s tem poskusom preverjamo, učenci ugibajo, da ugotavljamo: (1) ali nastaja kisik, (2) koliko je ogljikovega dioksida, (3) hrano rastline in (4) ali rastline dihajo. Učitelj je razočaran in pogovor enostavno prekine: »*Postavite [posode] na okensko polico. Razočarali ste me!*«. O poskusu so znova razmišljali naslednjo uro.

Učenci po sebi opredelijo najugodnejše območje in najugodnejše razmere za življenje na Zemlji. Zaželeno spremembo okolja opredelijo kot počasne in nikoli skrajne. Ko se razmere spreminjajo, je dobro (za ljudi), da se spreminjajo počasi. Strinjajo se tudi, da se organizmi na skrajne razmere lahko prilagodijo.

### **Akcijska raziskava na šoli 'aiv' – tretja ura**

Na težave z navodili pri sestavljanju merilnikov je bil učitelj posebej opozorjen, vendar je po podrobnem pregledu sklenil, da ne pričakuje težav, saj so učenci vajeni dela v skupinah, tudi potek dela se mu ne zdi problematičen. Najbolj ga je skrbelo le to, da bo moral sam spremljati delo skupin in odgovarjati na vprašanja učencev. Kot pove, bodo učenci postavljali vrsto vprašanj, nekatera zahtevna in se boji, da s tem, ko bo odgovarjal na vprašanja eni skupini, ne bo uspel nadzirati dela drugih skupin. Takrat laborant, ki ga šola sicer ima, ni bil na voljo.

Učitelj je imel prav v obeh pogledih. Učenci niso imeli težav s sestavljanjem merilnikov in so pogosto postavljali vprašanja. Skupine so bile razdeljene po učiteljevih zahtevah. V vsaki skupini so bili tako »*teoretiki*« kot »*praktiki*«, seveda pa je bil učitelj pozoren tudi na to, da so bili nekateri učenci med seboj ločeni. Na ta način si je, kot pove, zagotovil mir v razredu in hkrati ravno pravšnjo mero tekmovalnosti. Ker so imeli učenci manj težav z samo izvedbo poskusov, so bila tudi temu primerno enostavnejša vprašanja o poskusih. Pri skupini, ki je sestavljala merilnik za merjenje tlaka, so eno stran takoj po vlivanju tekočine v cev zamašili in zapleta, ali merilnik deluje, če je cev odprta na obeh straneh, ni bilo. Učenci so preverjali delovanje merilnika tako, da so na eni strani cevi v cev pihali in tako ugotavljali spreminjanje. Pri termometru so merilnik z dopolnjenimi navodili sestavili brez večjih težav, v podrobnosti delovanja pa se niso posebej poglobljali. Za učence je bilo zanimivo, kako se stolpec pri različnih temperaturah spušča in dviga kot stolpec v pravem termometru. Poskus, podoben poskusu izdelave merilnika za gostoto, so že izvajali, merjenje količine padavin pa so spoznali že pri geografiji. Tudi s klimogrami učenci niso imeli težav in so jih sami narisali. Učitelj je zbral izdelke vseh učencev in

jih priložil kot prilogo v poročilu. Iz izdelkov je mogoče razbrati, da učenci razumejo klimograme in navajajo, da so »*nekaj podobnega*« že delali pri geografiji. Učitelj sicer drugih učiteljev na šoli kljub pobudi in spodbujanju raziskovalcev ni želel obremenjevati z raziskavo.

Pomembna točka te ure so delovni listi, ki so jih učenci prejeli. Učitelj je ob navodilih za učence dodal tudi vprašanja. Poskusu z izdelavo termometra so bila na primer dodana vprašanja, v kakšnih enotah merimo temperaturo, ali vedo, kako so lestvico termometra določili in ali se jim zdi sprememba temperature za eno stopinjo veliko ali malo. Zadnje vprašanje je bilo namenjeno domači nalogi. Posebej zanimivo je vprašanje o velikostnem razredu ene stopinje, saj je že v prvem sklopu treba opredeljevati spremembe tudi opisno, torej navesti, ali (v primeru temperature) sprememba ene stopinje močno vpliva na spremembe v okolju. Prav to vprašanje je prava nadgradnja prvega sklopa, saj morajo učenci razmisliti, ali se sprememba ene stopinje izrazi kot velika sprememba ali pa kot neopazna. Pri spremembi temperature med 1 °C in 0 °C v okolju se spreminja voda v led, pri povišanju telesne temperature za eno stopinjo se spremeni stanje med dobrim počutjem in vročičnim stanjem, po drugi strani pa se voda med 35 °C in 38 °C opazno ne spremeni kljub večji temperaturni razliki. Te spremembe temperature na koži v večini ne občutimo, saj je to temperatura okoli telesne temperature. Še manj pomembna je ena stopinja, kadar opazujemo skrajnosti, kot je temperatura površine sonca, ki je okoli 5500 °C ali pa najhladnejšega izmerjena temperatura na Kredarici med leti 1961 in 1990, ki je bila -28.3 °C.

Drugih odstopanj od predloga ni mogoče opredeliti z izjemo delovnega okolja učencev. Učenci so bili pri teh dejavnostih zelo glasni in zato s posnetka ure pogovorov med skupinami ni bilo mogoče razbrati. Za nadaljnje vpeljevanje modela je bil zato pripravljen tudi drugi snemalnik, ki bi ga lahko opazovalci nosili okoli in posneli pogovore znotraj skupin. Izkazalo se je, da so v tej obliki in z natančnimi navodili vsi poskusi izvedljivi v eni šolski uri in lahko učenci manjkajoče obveznosti končajo doma, izdelke pa pokažejo učitelju.

#### **Akcijska raziskava na šoli 'aiv' – četrta ura**

Pri izvajanju tretjega skopa v četrti uri se je izkazalo, kako pomembno je za učiteljev profesionalni razvoj, da pogosto sodeluje z zunanjimi strokovnjaki in se sam dodatno izobražuje. Tudi pri izvajanju doživljanja živali je pri pouku sodeloval drugi opazovalec in prav tako doživljanje izvajal s krastačo in rjavo žabo. Učenci tega razreda so se vsi že srečali s tema organizmoma in je zato dejavnost potekala hitreje kot na šoli 'aah'. Učenci so na vprašanja o živalih odgovarjali tako, da so navajali ugotovitve, ki so jih ugotovili pri predhodnem doživljanju. Ker so učenci veliko manj burno in bolj odobravalno spremljali dogajanje, se je raziskovalec šele kasneje zavedel, da ni bil pozoren, ali so se vsi učenci dotaknili živali ali ne. Taki, ki jim ni do tega, se v množici učencev, kjer nihče ne izstopa z negativnim odnosom, zlahka skrijejo. V primerjavi s šolo 'aah' so tu učenci zahtevali »*doživljanje*« živali pogosteje sami od sebe. Zaradi dejstva, da so žabo in krastačo učenci že poznali, učinek doživljanja ni bil tak, kot bi ga želeli. Raziskovalec in opazovalec sta se strinjala, da bi bilo bolje pri eksperimentalnem delu raziskave uporabiti za doživljanje tak par živali, ki ga učenci ne poznajo dovolj dobro.

Eksperiment z javanskim mahom in soljo je bil izveden po doživljanju. Po opazovanju sprememb v treh posodah z javanskim mahom (odviti, zaviti v bel papir, zaviti v črn papir) so učenci ugotovili, da razlike po enem tednu med posodami pravzaprav ni, niso pa časovno opredelili, kdaj pričakujejo, da bi bila sprememba očitna. Izvajanje nepristranskega poskusa s soljo se je zapletlo, ker učencev ni motilo, da

se odvita posoda z javanskim mahom uporabi sočasno še za poskus s soljo. V pogovoru, ki ga iz posnetka ni mogoče natančno prepisati, učenci sploh ne poskušajo razmišljati o tem poskusu. Učitelj je po uri povedal, da je nad razpletom sicer precej razočaran, da pa učenci enostavno niso bili »*ta pravi*«. Za ponovno izvajanje je v tej uri zmanjkalo časa. Ker je bilo že v prvi akciji na šoli '*aah*' jasno, da je poskus enostaven in ne zahteva posebne pozornosti, se je učitelj po dogovoru z raziskovalcem odločil, da ga ne bo ponavljal. Učitelj je po koncu poteka raziskave nepristranski poskus izvedel znova. Povedal je, da so bili takrat učenci precej bolj razpoloženi in z ugotavljanjem nepoštenosti niso imeli večjih težav, so pa prav tako pri nepoštenem poskusu najprej »*spreglejali nepoštenost*« poskusa in ga izvedli kot vse druge eksperimentalne dejavnosti.

### **Akcijska raziskava na šoli '*aiv*' – peta in šesta ura**

Peta in šesta blok ura zaradi tehničnih težav nista posneti in ni tipkopisa. V začetku ure je učitelj najprej izvedel poskus mešanja tople in hladne vode. Poskus je bil zasnovan kot demonstracijski poskus. Vsi učenci so bili povabljeni k učiteljevi mizi, da si dogajanje ogledajo. Učitelj je imel nekaj težav, ko je bilo treba eno posodo povezniti na drugo. Zaplet, da papir ni dovolj dobro zaprl odprtine, je mogoče pripisati izboru papirja, saj je bil ta mehak in se je hitro zmočil. V drugem poskusu je učitelju uspelo povezniti eno posodo na drugo.

Ker ni tipkopisa, je podrobna analiza izpuščena. Ura je potekala v obliki nekakšnega kviza, kjer so učenci tekmovali v odgovarjanju na pripravljena vprašanja. Dejavnost je bila raztegnjena preko obeh blok ur, vprašanja pa so se nanašala na vse točke modela poučevanja, dodanih pa je bilo precej vprašanj, ki jih je učitelj navezoval na predhodno obravnavane snovi. Pri tem so bile uporabljeni tudi zemljevidi okoljskih dejavnikov, ki jih je učitelj projiciral na steno, in pa drug slikovni material, ki mu je bil na voljo. Učenci so se najdlje zadržali pri pogovoru o tem, kako se voda v morju segreva in o kroženju vode na Zemlji. Nekateri učenci vedo, da morska voda kroži, saj so o tem gledali dokumentarne oddaje na televiziji. Posebej zanimiv jim je bil podatek, da voda za en krog tokov na Zemlji porabi približno 1000 let. Dejavnosti, pri katerih je bilo v okviru modela priporočeno delo v dvojicah in skupinska obravnava posameznih predelov morja, so učenci izvajali samostojno, vendar so se lahko kot običajno s sosedi pogovarjali. Na voljo so imeli različne knjige in učbenike. Z vprašanji četrtega sklopa so se prepletala vprašanja petega sklopa. Učenci tega razreda vedo, kako se različni organizmi (predvsem sesalci) pripravljajo na zimo in temu primerno opredelijo razliko v količini hrane med letnimi časi. Ker so nekateri izmed učencev tega razreda doma iz vaškega okolja, povedo tudi, katere vire hrane imajo lahko živali na voljo v različnih časih, saj jih na kmetijah gojijo. Precejšen del ure je bil posvečen vplivom človeka na okolje.

## Priloga H: Eksperimentalno izvajanje modela poučevanja

V drugem delu raziskave, ki zajema preizkus modela v šoli, je bilo vključenih 7 šol s skupno 325 učenci (oznake šol: *eaped* 37, *eamsm* 48, *eevrd* 38, *eelav* 12, *eivts* 25, *eoguz* 21 in *eokon* 23 učencev).

Po skupnem sestanku in pogovoru o raziskavi ter predstavitvi izsledkov akcijskega dela učiteljem, vključenim v eksperimentalni del raziskave, so imeli ti čas natančno pregledati vsebinske sklope in preostalo razpoložljivo gradivo ter pripravljene pripomočke za izvajanje poskusov in izdelavo merilnikov. Čeprav jim je sodelovanje v raziskavi predstavljalo dodatno delo, so vsi učitelji zahtevane naloge opravili v dogovorjenem času. Organizacijo obiskov raziskovalcev med izvajanjem modela na šoli so prevzeli učitelji po posvetu z ravnateljki šol. Ob prvem obisku raziskovalcev so bili po opazovanju ur pouka izvedeni tudi intervjuji (ravnatelj, učitelji po izvajanju, pogovori z učenci, laboranti, tehniki), narejen je bil tudi splošni opis šole in šolske okolice, učilnice, kabinetov učitelja in drugih prostorov na šoli. V nadaljevanju so ti opisi podani za vsako šolo posebej.

### H.1 Šolsko okolje in značilnosti delovnega okolja v razredu

V tem poglavju so vključeni opisi okolice šol eksperimentalne skupine, značilnosti šolskega posloplja, naravoslovne učilnice in opis primerjalne šole. Podani so tudi podatki o razredih in številu učencev. Podatki o šolah so omejeni na splošne značilnosti zaradi zagotavljanja brezimnosti udeleženih učiteljev.

#### H.1.1 Opis šole '*eaped*' in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Prva šola, vključena v eksperimentalni del raziskave, je šola '*eaped*' primorske regije, v kateri je skupno z vsemi podružničnimi šolami okoli 300 učencev. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 34 učencev (16 fantov in 18 deklet) dveh sedmih razredov.

Notranjost nedavno obnovljene šole daje občutek sterilnosti, saj so bile v času obiska stene še sveže prepleskane, na njih pa so bili majhni natančno razporejeni in urejeni panoji, namenjeni razstavljanju likovnih del učencev. Urejenost je na šoli že tradicionalna, saj jo zahteva ravnatelj. Po ravnateljevih besedah »*urejenost zahteva urejenost*«, kar pomeni, da so učenci, ki se učijo v urejenem okolju, pri svojem delu urejeni, to pa je, po njegovem mnenju, »*prva zahteva*« uspešnega šolanja. Ob stenah hodnikov so tudi klopi, na katerih lahko sedijo učenci med odmori, saj je tekanje strogo prepovedano predvsem zaradi strmih stopnic. Vrata učilnic so ves čas pouka odklenjena. Za red med odmori skrbijo dežurni učitelji. Zaposleni na šoli opišejo učence kot »*prijazne*« in povedo, da pravih problemov z učenci na šoli nimajo, kar pripisujejo strogosti in natančnosti ravnatelja.

Pouk naravoslovja poteka v učilnici, ki je v osnovi namenjena pouku fizike, včasih pa to učilnico uporabljajo tudi za pouk matematike. Učilnica je zelo velika in v zadnjem delu prostora ni miz in omar, zato lahko ta del učilnice učitelji uporabljajo za dejavnosti, ki jih je mogoče izvajati prosto. V tem delu je tudi kletka, v kateri so pogosto živali, namenjene pouku, zraven pa so rože, za katere skrbijo člani naravoslovnih krožkov. Ob steni nasproti oknom so omare z dolgim delovnim pultom in dvema lijakoma, nad njimi pa plakati z naravoslovno vsebino. Ti so obešeni tudi pod stropom na posebni kovinski letvi. Pred tablo ob učiteljevi mizi je visok demonstracijski pult, namenjen učitelju. Klopi so razporejene v vrstah, med njimi pa so energetske otoki z elektriko in plinom. Iz učilnice vodijo vrata v dva kabineta, v

zadnjem delu v kabinet matematike in fizike, v sprednjem delu pa v prostoren kabinet kemije in biologije.

V neposredni okolici šole je več zgradb za različne javne dejavnosti in nizki stanovanjski bloki, v neposredni bližini šole pa je tudi avtobusna postaja. Šola je zadnja zgradba v kraju, zato je z ene strani omejena s travniki in pašniki. V bližini šole teče tudi potok, ki se v poletnih mesecih pogosto izsuši. Učitelj je zelo vesel, da *»do materiala za delo res nimam daleč, pogosto pa zaposlim kar učence naravoslovnega krožka, ki mi pri zbiranju materiala za pouk pomagajo«*. Rad si vse pripravi za delo naslednjega dne že dan prej, zato je pogosto na šoli do poznih popoldanskih ur. Pomembno se mu zdi, da je pred poukom povsem pripravljen na delo, zato pogosto dejavnosti razvrsti tako, da lahko isti material uporabi v več različnih razredih. Ni nenavadno, da poskus, namenjen sedmošolcem, izvajajo, *»seveda z drugimi cilji in na bolj zahtevni ravni«*, tudi učenci osmega ali devetega razreda.

Zaradi neposredne bližine ceste je igrišče z zunanjimi športnimi površinami na eni strani obdano z visoko žičnato ograjo, sicer pa je dostop na igrišče preko dneva prost. Posebej je ograjeno le igrišče vrtca, ki je del poslopja šole, čeprav je pogosto v uporabi tudi v popoldanskem času.

Večina otrok se v šolo vozi iz bližnjih krajev. Za prevoz otrok je organiziran šolski avtobus, nekaj otrok pa pripeljejo tudi starši, ki gredo v službo v bližnjo tovarno. Starši, ki niso zaposleni v tej tovarni, so zaposleni v tovarni v sosednjem kraju. Večina je proizvodnih delavcev, ki delajo izmensko, ob službi pa se ukvarjajo še s kmetijstvom ali z delom v gozdu. To se pozna tudi pri vzgoji otrok in njihovem domačem delu za šolo. Učitelj pove, da okolje za učenje *»ni ravno spodbudno in le redki po končani srednji šoli odidejo na fakultete. Večina teh verjame, da izobrazba nima pomena in od malih nog vedo, da bodo delo našli v tovarnah okoliških krajev«*. Vendar pa, kot pravi učitelj, to ne vpliva na delo v šoli. Starši otrok sicer ne pripisujejo velikega pomena šolanju, vseeno pa sodelujejo s šolo in z učitelji, kadar je treba.

Primerjalna šola '*paped*' je bila izbrana prednostno zaradi krajevne podobnosti, podobna pa je tudi velikost razredov in število učencev na šoli. Učitelj naravoslovja na primerjalni šoli je sodelovanje v raziskavi v eksperimentalni skupini že v začetku dogovarjanj zavrnil, je pa sam ponudil sodelovanje učencev v primerjalni skupini. Večino pogovorov z učiteljem je bilo izvedenih preko elektronske pošte ali preko telefona. V primerjalni skupini je bilo 44 učencev (19 fantov in 25 deklet) v dveh sedmih razredih.

### H.1.2 Opis šole '*eamsm*' in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Druga šola, vključena v eksperimentalni del raziskave, je šola '*eamsm*' v osrednji slovenski regiji. Šolo obiskuje okoli 400 učencev. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 32 učencev (16 fantov in 16 deklet) dveh sedmih razredov.

Posebni značilnosti šole sta mestni okoliš in mestni učenci. Ti so se že ob prvem obisku izkazali za res *»drugačne, bolj drzne«*, kot se je kasneje izrazil učitelj naravoslovja, ki je predlog modela izvajal. Drznost izhaja predvsem iz *»zahtevnih staršev, torej tistih staršev, ki svojim otrokom tudi po pouku ne dajo miru, ampak jih do poznih večernih ur vozijo po različnih interesnih dejavnostih«*. Ravnatelj zahteve in pritiske staršev prenaša na učitelje, ki so na šoli v določene dejavnosti, če se ravnatelju zdijo pomembne, enostavno prisiljeni. Ravnatelj pove, da se *»učitelji sami ne bi lotili ničesar, tega pa si šola ne more privoščiti«*. Po drugi strani pa imajo učitelji vso njegovo podporo in tudi zaščito če starši



zahtevajo preveč. Ravnatelj daje vtis, da se da z njim vse uskladiti. Tudi vsi učitelji, ki so prišli v stik z raziskovalcem, imajo o njem tako mnenje.

Šola je sicer v starejši, vendar večkrat obnovljeni zgradbi v več nadstropjih, v katerih je osrednji del širok hodnik, ob straneh pa so učilnice. Skupni prostor hodnika je v vsakem nadstropju preurejen v »*galerijo*«, kjer različni učenci pri različnih predmetih razstavljajo izdelke, risbe, besedila, plakate, pesmi in slike, ob stenah pa so v nekaterih nadstropjih tudi steklene vitrine z razstavljenimi diplomami, nagradami in pokali, ki so jih učenci šoli priborili pri različnih dejavnostih in tekmovanjih. Na hodnikih so tudi velike klopi, kjer učenci lahko med odmori posedijo, če se že ne selijo iz enega nadstropja v drugega, kjer imajo nadaljevanje pouka.

Naravoslovna učilnica je ločena od kabinetov, zato laborant v razred pripomočke pripelje na posebnem vozičku. Učilnica je temna, zato morajo biti tudi podnevi prižgane luči. Okna so sicer ustrezne velikosti, vendar pred njimi rastejo velika drevesa, ki na severni in južni strani okna povsem zakrijejo. Z zunanje strani je drevored videti urejen, z vidika dela v razredih pa je to nedvomno težava, saj učenci nikdar dela v šoli ne opravljajo pri dnevni svetlobi.

Učilnica je polna plakatov učencev in učnih plakatov, ki so obešeni na stenah. Živega biološkega materiala sicer v času obiska ni bilo mogoče videti, je pa bila v naravoslovni učilnici zbirka preparatov organizmov, ki jih je prejšnji učitelj na šoli zbral. Razredi niso opremljeni za eksperimentalno delo, učilnice pa so tudi precej kratke, tako da učenci ponekod sedijo tudi obrnjeni bočno na tablo. Na okenskih policah so rože, ki pa so okrasne in jih ne uporabljajo za delo v šoli. Starejši učitelj in laborant sta mnenja, da šola ni dobro opremljena, »*čeprav bi si glede na uspehe in pa mesto*« to nedvomno zaslužila. Laborant doda, da včasih kak pripomoček za delo prinese tudi iz druge, primestne šole, ki je veliko bolje opremljena za delo. Največji problem pa so blok ure, ki si jih vsi naravoslovci želijo, na šoli pa te možnosti ni. Ravnatelj poudarja, da je šola na delu mesta, kjer lahko srečamo »*brezdomce in odvetnike, bančnike, javne osebe in politike*«. Starši učencev so predvsem izobraženi strokovnjaki, ki jasno izražajo svoje zahteve in imajo pogosto moč, da te zahteve tudi uresničujejo. Ravnatelj v tem vidi prednosti in slabosti, poudarja pa, da so v odnosu do učencev to predvsem slabosti, saj se »*učenci pogosto še predbro zavedajo svojih pravic, manj pa so se jim zdijo pomembne njihove dolžnosti*«.

Celotno šolsko območje je ločeno od okoliških zgradb z ograjo, prehod na območje šole pa je strogo prepovedan. V poslopje šole je mogoče stopiti le mimo varnostnika, ki vsakogar poimensko zapiše v dnevnik in navede namen obiska. Učenci območja šole v času pouka ne smejo zapuščati, če pa so na ograjenem dvorišču, pa mora biti prisotna odgovorna oseba, ki jih pri igri nadzira. Okoliške stavbe so visoke, stare stanovanjske meščanske hiše, v pritličjih je veliko različnih trgovin, pisarn, storitvenih dejavnosti ter lokalov in gostiln. V neposredni okolici so tudi višje stolpnice. Problem območja je stoječi promet, saj so vse ulice okoli šole hkrati tudi parkirišča. Temu primerna je tudi frekvenca prometa, čeprav so hitrostne omejitve ostre. Šola ima obnovljeno telovadnico, v katero je dostop prav tako strogo nadzorovan, enako velja za jedilnico.

Kot primerjalna šola je izbrana šola '*pamsm*', ki je prav tako šola osrednje slovenske regije, vendar je krajevno iz blokovega stanovanjskega mestnega okolja, je pa izobrazbena struktura staršev učencev precej podobna, podoben pa je tudi način dela v šoli, zahteven ravnatelj, omejeno gibanje v šoli in število učencev. Na tej šoli sta bila v raziskavo vključena dva razreda s skupaj 25 učenci, ki so reševali vse tri preizkuse (8 fantov in 17 deklet).



### H.1.3 Opis šole 'eelav' in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Tretja šola je manjša šola 'eelav' pomurske regije, ki jo obiskuje okoli 100 učencev. Na šoli jih je v raziskavi sodelovalo 11 (6 fantov in 5 deklet) v enem sedmem razredu.

Osnovna šola leži nekaj kilometrov stran od manjšega mesta in ob krajevni cesti. V neposredni okolici šole se nahaja zdravstveni dom, policijska postaja ter stanovanjske hiše. Poslopje šole je v obliki črke L in ima eno nadstropje. V prvem kraku so učilnice, v drugem pa telovadnica. S sprednje strani, kjer je vhod v šolo, je igrišče za košarko in nogomet ter manjši park s klopmi. Celotno igrišče je obdano z visoko ograjo, ki je s prednje strani zasajeno tudi z visokimi drevesi. Za šolo je peskovnik za najmlajše otroke. Del šole je posebej ločen, v njem pa sta dva oddelka vrtca. Učenci nižjih razredov so v pritličju, višji pa v prvem nadstropju, kjer je tudi šolska knjižnica. V pritličju ob vhodu so klopi in obešalniki za odlaganje garderobe in telovadnica. V pritličju je tudi zbirni prostor šole, ob njenih stenah so mize in stoli za strežbo malice in kosila. Skupni prostor se uporablja tudi za proslave in druge prireditve.

Glavni hodnik v nadstropju vodi v večnamenski prostor, kjer se učenci zadržujejo med odmori. Tu je tudi manjši razstavni prostor za izdelke likovne vzgoje. Sam hodnik je le z zunanjo svetlobo slabo osvetljen. Svetloba je speljana preko svetlobnih kupol skozi jašek v strehi v sam prostor. Tudi ob opoldanskem soncu je osvetlitev zelo slaba, zato so luči neprestano prižgane.

Učilnica naravoslovja je v prvem nadstropju, z velikimi okni. Ob učilnici je manjši kabinet za odlaganje učnih pripomočkov za izvajanje poskusov. Ob stenah učilnice so omare, na stenah pa razni plakati, ki so jih izdelali učenci. O opremljenosti učilnice ni mogoče govoriti, saj v učilnici razen plakatov ni drugih pripomočkov. Oprema šole je zastarela, zato se že v letošnjem šolskem letu predvideva obnova nekaj učilnic, med drugim tudi naravoslovne. Šola sledi priporočilom prijazne šole, zato nima šolskega zvonca.

Kot manjša šola regije, kjer gospodarstva tako rekoč ni, se šola poskuša posodabljeti v okviru različnih projektov manjših krajevnih gospodarstev in pa z oddajanjem prostorov. Okoliško prebivalstvo se ukvarja predvsem s kmečko-gozdarskimi dejavnostmi, zato denarja ni veliko, potrebe po prostorih šole pa prav tako ne.

Gostota poseljenosti območja je nizka, zato se vsi med seboj poznajo. To je po ravnateljevem mnenju prednost, saj *»se vse hitro zmenimo in načeloma v odnosu do šole ni nekih nepričakovanih dejavnikov«*. Ravnatelj izpostavi problem z občino in županom, saj je večino dejavnosti kraja vpetih v občinske dejavnosti. Pri tem ravnatelj poudarja, da je *»to območje zelo nevhvaležno za zaposlitve in večina odhaja na delo drugam, v druge, večje kraje. V šoli imamo prednost, saj je interes za delo v šoli večji, kot so potrebe. Vztrajam, da mora vsak delavec šole narediti čim več za šolo in si vzeti čim več časa za šolo, torej tudi sodelovati pri različnih raziskavah. Če si ne želi, lahko vedno najdemo drugega, za delo bolj zavzetega učitelja«*. Da je ravnatelj avtoritativen, poudari tudi učitelj naravoslovja. Pove, da ravnatelj vztraja pri čim več dela, čim več dejavnostih, čim več sodelovanja, učitelj pa si mora v tem *»čim več vsega«* izboriti svoj prav. Čeprav je odnos do zaposlenih oster, ravnatelju po besedah učitelja naravoslovja, nekorektnosti ni mogoče očitati.

Šola, ki je bila izbrana kot primerjalna šola, je krajevno na povsem primerljivem območju pomurske regije. Pravzaprav je edina razlika med šolami bližina večjega mesta. Na šoli 'pelav' je v raziskavi sodelovalo 9 učencev (4 fantje in 5 deklet). Učitelj naravoslovja eksperimentalne šole opravlja

dejavnosti tudi na primerjalni šoli, vendar ne kot učitelj naravoslovja in ne z učenci sedmih razredov. Pri sledenju poteka raziskave ni bilo sporov z delom na raziskavi in delu učitelja.

Presenetljiva je bila tudi komunikacija med obema šolama. Na primerjalni šoli so o izvajanju raziskave vedeli že pred prvim obiskom. Prav zaradi tesnega sodelovanja med šolami je bil posebej poudarjen režim izvajanja raziskave. Na obeh šolah sta ravnatelja podrobno sledila vsem korakom in ob koncu zahtevala tudi, da ju o poteku raziskave in izsledkih obvestimo. Ravnatelj eksperimentalne šole je še po koncu zbiranja podatkov za raziskavo večkrat povprašal o stanju in rezultatih.

#### H.1.4 Opis šole 'eevrd' in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Četrta šola je podružnična šola 'eevrd' savinjske regije, ki jo obiskuje okoli 200 učencev. Podružnica je sicer precej odmaknjena od glavne šole, ki ima skoraj 500 učencev. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 31 učencev (18 fantov in 13 deklet) enega sedmega razreda.

Podružnica sodi med večje podružnice v Sloveniji. Stoji v centru manjšega kraja ob lokalni cesti. Poleg šole je vrtec, športna dvorana z igriščem, v neposredni bližini pa so tudi stanovanjski bloki in stanovanjske hiše. Stavba šole je že stara, vendar lepa.

Na podružnični šoli sta po eden do dva oddelka na razred, zato večina pedagoških delavcev predmetne stopnje poučuje na matični in podružnični šoli. Na dvorišču pred šolo in pred samim vhodom v šolo se v popoldanskem času in zvečer zbirajo bivši učenci in tu preživljajo prosti čas, nemalokrat ob cigaretah in alkoholu ter za seboj puščajo veliko nesnago. To opazi vsak obiskovalec in delavci šole se zaradi tega počutijo nelagodno. Prav obiski starih učencev so razlog, da ima šola vratarja, ki je zaposlen preko javnih del in izdaja »*nalog za obiskovalce*«, ki ga potem podpiše oseba, h kateri so namenjeni, nakar nalog predloži ob izhodu iz šole. S tem se vodi nadzor obiska v šoli. Brez vednosti vratarja vstop v poslopje šole ni mogoč, prav tako pa je brez posredovanja odgovornih oseb šolo težko zapustiti. Ravnatelj se zaveda težav zadrževanja pred poslopjem šole, vendar pove, da do sedaj še niso našli učinkovitega načina, da bi se težava odpravila, razen vratarja, ki pa je žal na šoli le v času pouka.

Hodniki šole so urejeni, stene pa popestrijo slikarije bolj nadarjenih učencev. Hodniki so čisti in urejeni, saj te med odmori nadzirajo učitelji, ki so zadolženi za red in varnost ter skrbijo za izvajanje pravil hišnega reda. Pri tem je zanimivo, da ravnatelj ne daje vtisa strogosti in natančnosti. Ravnatelj pove, da »*se učitelji veliko bolje počutijo v šoli, če je ta urejena in čista, zato tudi sami vztrajajo pri neprestanem nadzoru*«. Ravnatelj v izgubljenih učencih, ki so že končali osnovno šolo, vendar se še vedno vračajo pred njena vrata, vidi »*izgubljene posameznike*«, ki si v tem industrijskem delu Slovenije z osnovno izobrazbo enostavno ne morejo najti služb, za odhod iz kraja v drug, perspektivnejši kraj pa se zaradi staršev, ki jih živijo, ne odločijo sami.

Učilnica naravoslovja je na matični šoli sredi hodnika v drugem nadstropju. V učilnici so velika okna, ki pokrivajo celo zunanjo steno in dajejo prostoru dovolj svetlobe. V prednjem delu učilnice je mali učiteljev kabinet, kamor odlaga material in drugo gradivo, »*če ga ne pusti kar v razredu ali hodniku*«. Mize so postavljene v vrstah po pet miz, ki so razporejene po celotni učilnici. Ob stenah učilnice so omare, učni plakati in posterji, ki so jih izdelali učenci pri referatih. Kadar v učilnici ni pouka naravoslovja, se tu odvija pouk drugih predmetov, npr. likovne vzgoje, matematike, spoznavanja družbe. Učilnica je prostorna in svetla, z velikim številom okrasnih rastlin na policah. Učilnica ima tudi

digestorij, ki je vgrajen v steni med učilnico in kabinetom. Na šoli je zaposlen laborant, ki skrbi za vse naravoslovne predmete in z učitelji na njihovo željo sodeluje tudi pri pouku. V okviru raziskave je laborant prevzel izvajanje vseh eksperimentalnih delov modela poučevanja, saj verjame, »*da je to moja naloga*«.

Čeprav je šola podružnična, ima svojo telovadnico, kuhinjo in jedilnico, urejen okoliš za športne dejavnosti učencev in večji namenski prostor za srečanja in predstave. Nedaleč od šole je industrijsko območje z gospodarsko dejavnostjo širšega pomena, kar vpliva tudi na finančno stanje okoliških družbenih ustanov. Podjetje, ki z zaposlovanjem pomembno vpliva na izobrazbeno strukturo prebivalstva (predvsem delavstvo), sodeluje tudi pri financiranju vzgojno-izobraževalnih zavodov, katerih prostore (večje učilnice, telovadnice in namenski prostor) uporablja tudi za namene podjetja, predvsem v popoldanskem času.

Šola, ki je bila izbrana kot primerjalna šola, je krajevno na primerljivem območju savinjske regije. Na šoli '*pevrd*' je v raziskavi sodelovalo 48 učencev (25 fantov in 23 deklet). Tudi ta šola leži na industrijskem območju in je primerljiva po izobrazbeni strukturi staršev otrok, velikosti in sodelovanju z okoliškimi podjetji.

#### H.1.5 Opis šole '*eivts*' in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Peta šola je podružnična šola '*eivts*' gorenjske regije, ki jo obiskuje okoli 700 učencev. Na šoli je v raziskavi 24 učencev enega sedmega razreda reševalo vse tri preizkuse in anketo (12 fantov in 12 deklet).

Zgradba matične šole je na obrobju mesta. Okoli šole so stanovanjske hiše in nekaj drugih poslopij, kjer se odvijajo poslovne dejavnosti. Šola ima igrišči za nogomet in košarko. Pred glavnim vhodom v šolo je tudi urejen del, kjer se lahko zbirajo učenci med odmori, pred poukom in po njem. Okolica šole je mirna in na videz urejena. Šolo obiskujejo predvsem mestni otroci, nekaj pa je tudi primestnih učencev in učencev iz okoliških vasi. Šoli je priključenih tudi nekaj oddelkov vrtca, ki so fizično ločeni od šole.

Okoliški prebivalci so pretežno obrtniki. V dopoldanskem času so nekateri dejavni v obrtniških delavnicah lastnih hiš, zato je pri šoli mogoče slišati delovne stroje in orodja.

Šola daje občutek dinamičnosti, dejavnosti in odprtosti. Vstop v šolo je v času pouka sicer skozi stranski vhod, vendar je ta odprt in obiskovalci se morajo sami znajti na šoli. Hodniki so dolgi in bolj temni, saj so na obeh straneh dostopi do učilnic. Na stenah hodnika je nekaj izdelkov učencev, pri vhodu pa je tudi poseben pano, na katerem so obešena obvestila za učence, učitelje in starše.

Šola sodeluje pri različnih projektih, odločitev za sodelovanje pa je prepuščena učitelju samemu. V večnamenskem prostoru je razstavljenih tudi nekaj nagrad in pokalov, ki so jih učenci osvojili. Mesto, kjer so postavljeni, je bolj skrito, so pa veliko bolj izpostavljene slike, ki so jih učenci narisali pri likovnem pouku. V tem prostoru je tudi »*dežurni učenec*«, ki v času pouka poskrbi za obiskovalce in si zapisuje dogajanje.

V učilnici so na stenah obešeni plakati z naravoslovno vsebino. Na okenskih policah je veliko rož in rastlin, ki so jih učenci vzgojili in jih pogosto uporabljajo tudi za šolske eksperimente pri biologiji in naravoslovju. Šolske klopi so brez ustreznih priklopov za gorilnik in elektriko. Material za delo v šoli dobi učitelj iz glavne šole, pripelje pa ga laborant. Učilnica naravoslovja je širša in krajša, kar daje precej nenavaden občutek ob prihodu v razred. Oblika daje občutek, da vsi učenci ne morejo spremljati zapisa

na tabli, saj je ta pomaknjena proti oknom, pred njo pa je miza učitelja. Pri opazovanju pouka ni videti, da bi se nad postavitvijo učenci pritoževali, niti da jih mesto moti. Prednost oblike učilnice pa je nedvomno ta, da je pri oblikovanju skupin za delo te mogoče postaviti precej narazen in zato druga druge ne motijo in ne ovirajo pri delu.

Naravoslovni kabinet je kabinet učiteljev fizike, kemije, biologije in naravoslovja. V njem so omare s steklovino, veliko je bioloških didaktičnih materialov in pripomočkov za izvajanje poskusov, veliko je tudi strokovnih knjig in knjig s praktičnimi vajami za delo pri pouku. Nekaj je izposojenih v knjižnici, večji del pa so knjige učiteljev. Čeprav učitelju pri izvajanju pouka in eksperimentalnega dela pomaga laborant, je ta zaposlen le polovično in je zato pogosto nedosegljiv.

Učitelj naravoslovja poudarja, da *»je korektno delo z učenci vedno poplačano«*. Učenci sodelujejo pri pouku, s starši ni večjih težav, se pa je treba po njegovih besedah, včasih *»kar potruditi«*, da te ne pohodijo tako starši kot učenci. Učitelj je mnenja, da je največji problem na šoli *»ravnateljevo različno obravnavanje učiteljev in predmetov«*, saj daje ta pogosto *»prednost drugim predmetom in učiteljem drugih predmetov in ne naravoslovju in naravoslovcem«*. Ti so namreč po učiteljevem mnenju prepuščeni svoji iznajdljivosti in lastni delovni vnemi. Pomoč laboranta, ki je pogosto udeležen pri dejavnostih tudi pri predmetih, ki niso naravoslovni, je tako zanemarljiva, da učitelj z veseljem sprejme študente na prakso, ker jih potem *»lahko izkoristim tudi za pouk«*. Študenti, ki so z učiteljem sodelovali, povedo, da se z veseljem udeležujejo teh ur pouka kljub občasnim dodatnim laborantskim nalogam. Ravnatelj je mnenja, da med predmeti ne dela razlik, se pa zaveda, da je dejavnost učiteljev precej različna in so *»nekateri bolj samostojni kot drugi«* in je zato morda videti, da obstaja neskladje med naravoslovci in drugimi učitelji. Laborant je zaposlen toliko, kolikor ga je mogoče zaposliti, njegove dejavnosti pa so razporejene med vse učitelje, ki njegovo pomoč rabijo oziroma zahtevajo.

Šola, ki je bila izbrana kot primerjalna šola, je krajevno na primerljivem območju in je skladna po številu učencev in tudi po izobrazbeni ter zaposlitveni strukturi staršev učencev. Na šoli *'pivts'* je v raziskavi sodelovalo 17 učencev (9 fantov in 8 deklet), ki so reševali vse zahtevane preizkuse in anketo.

#### H.1.6 Opis šole *'eoguz'* in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Šesta šola, vključena v eksperimentalni del raziskave, je šola *'eoguz'* savinjske regije, v kateri je skupno z vsemi podružničnimi šolami okoli 700 učencev, od tega na matični šoli okoli 500. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 17 učencev (9 fantov in 8 deklet) enega sedmega razreda.

Osnovna šola stoji v samem centru manjšega slovenskega mesta. V neposredni okolici je nekaj stanovanjskih blokov in stolpnic, večino okoliških zgradb pa sestavljajo poslovna poslopja ter gostinski in trgovinski obrati. Temu primeren je tudi vrvež v sami okolici, ki nikoli ne zamre. Mimo šole vodi precej prometna krajevna cesta.

Šola je površinsko omejena na manjše območje, zgradba pa je v dveh nadstropjih. Šola je zgrajena v obliki črke Z. Prvi krak določajo učilnice razredne stopnje, drugi krak predmetna stopnja, knjižnica in pisarne, tretjega pa telovadnica, pod katero je tudi nova kuhinja z jedilnico. Med razredno in predmetno stopnjo je šola s prilagojenim programom, ki deluje kot samostojna enota. Pred kuhinjo je zunanje igrišče, ki je razdeljeno na igrala in peskovnik za najmlajše ter igrišči za košarko in nogomet. Celotno

igrišče je obdano z visoko ograjo, vstop na to območje je mogoč tudi izven pouka za mlajše otroke v spremstvu staršev. V neposredni bližini šole je tudi več različnih športnih površin in zgradb.

Učitelji šole pogosto sodelujejo pri pouku podružničnih šol, zato se vsi učitelji, četudi živijo v bližini šole, pripeljejo z avtomobilom. Šolsko parkirišče je vedno polno. Precej veliko število učencev zahteva zaposlitev vratarja, ki zapisuje prihode in odhode gostov šole ter je na šoli zaposlen preko javnih del.

Hodniki šole so urejeni, na stenah so razobešene slike. Hodnike med odmori nadzirajo učitelji in učenci reditelji, ki med drugim vodijo skupine na malico in nazaj v razrede, saj je jedilnica ločena in se nahaja v kletnih prostorih šole, ob kuhinji in razdeljevalnici hrane.

Lega šole omogoča naravoslovne dejavnosti na zunanjih prostih šolskih območjih in te tudi pogosto izvajajo, če je vreme primerno. Pri naravoslovju pogosto izvajajo poskuse, saj je na šoli zaposlen laborant, ki sodeluje z vsemi naravoslovnimi učitelji in jim pomaga pri pripravi materialov in pripomočkov. Pri dejavnostih zastavlja učitelj učencem veliko vprašanj, na katere usmerjeno išče odgovore in s tem na eni strani motivira, po drugi pa tudi prisili učence k sodelovanju. Učitelj pove, da je na šoli »*več motečih*« učencev, ki motijo pouk in jih poskuša umiriti tudi z glasnostjo. Učitelj tudi sam deluje strogo in se vede uradno tako do učencev kot tudi do drugih učiteljev, ravnatelja in do vseh obiskovalcev.

V učilnici naravoslovja so velika okna, ki pokrivajo večji del zunanje stene. V prednjem delu učilnice je manjši naravoslovni kabinet. Mize so postavljene v več vrstah, kot je učencev v razredu. Ob stenah učilnice so omare, razstavljeni so učni plakati in posterji, ki so jih naredili učenci. Učilnica ni namenjena le naravoslovju, ampak v njej občasno gostijo tudi druge predmete. V okviru raziskave je laborant prevzel izvajanje vseh eksperimentalnih delov modela poučevanja, učitelj pa je izvajal preostalo delo.

Šola ima telovadnico in urejene športne površine za dejavnosti učencev in drugih obiskovalcev igrišč. Nedaleč od šole je območje, kjer se izvajajo gospodarske dejavnosti. V času pouka igrišča uporabljajo tudi drugi uporabniki, kar nekatere učenci med poukom sili, da jih opazujejo.

Šola, ki je bila izbrana kot primerjalna šola, je krajevno na primerljivem območju in je skladna po izobrazbeni strukturi staršev učencev. Šola '*poguz*' je zaradi večjega števila okoliški vasi, katerih otroci obiskujejo šolo, številčno večja. V raziskavi je sodelovalo 38 učencev (23 fantov in 15 deklet), ki so reševali vse zahtevane preizkuse in anketo.

### H.1.7 Opis šole '*eokon*' in učilnice ter izbor njene primerjalne šole

Zadnja, sedma šola je šola '*eokon*' manjšega mesta pomurske regije, ki jo obiskuje s podružnico vred, kjer so le učenci razredne stopnje, okoli 450 učencev. Na šoli je v raziskavi sodelovalo 13 učencev (8 fantov in 5 deklet) enega sedmega razreda.

Večnadstropna šola stoji ob glavni prometni cesti. Obdajajo jo stanovanjske hiše, v bližini so trije lokali, dijaški dom in zasebna trgovina. Nad dvoriščem je urejen zeliščni vrt in večja zelena površina, za njo pa je večnamensko igrišče za nogomet, košarko in roket, urejena je atletska steza, za najmlajše pa je postavljenih nekaj lesenih igral in peskovnik. Igrišče je obdano z žičnato ograjo, ki jo prekriva zelenje.

Šola '*eokon*' je pomembna ustanova mesta in okolice. V šoli se odvijajo različne šolske in obšolske dejavnosti, pri katerih so pogosto vključeni krajani. Kot izobraževalna ustanova ima posebno

pomembno vlogo središča znanja o zdravem načinu življenja in ekološke ozaveščenosti na krajevni ravni. Preko ekoloških dejavnosti, ki jih občina izvaja z učenci šole, si je ta pridobila naziv raziskovalne šole. Prehod v devetletko je šola opravila v prvem krogu, tako da v času raziskave na šoli ni več nobenega oddelka osemletnega programa.

Šolo obdajajo zelenice z grmi in drevesi, kar daje šoli v samem središču mesta poseben vtis. Na šoli za oskrbovanje zunanjih zgradb in telovadnice skrbi oskrbnik športnih objektov, ki je zaposlen na šoli preko javnih del, za urejanje in obnovo pa skrbi občina. Preko javnih del je na šoli zaposlen tudi vratar informator. Jedilnica, ki je tudi kot večnamenski prostor, je opremljena s panoji s plakati za zdravo in eko-šolo ter s panojem za vsa obvestila (okrožnice, urniki, tekmovanja, interesne dejavnosti ...), vse skupne dele šole pa krasijo izdelki učencev. Odpadke razvrščajo v jedilnici in v razredih.

Učitelj in ravnatelj soglašata, da *»šola dobro sodeluje s starši in širšo lokalno skupnostjo«*. Učitelj uspešnost pripisuje dejavnostim šole, ki so zasnovane tako, da *»pogosto zahtevajo sodelovanje staršev in zunanjih sodelavcev, kar vpliva na to, da delo na šoli bolj ali manj vsi, ki so z njo povezani, dobro poznajo«*. Ravnatelj potrjuje *»široko sodelovanje«*, vendar pa je mnenja, da je to predvsem odraz *»odprtosti šole, ki sprejema vsakogar«*. Ob prihodu na šolo je bilo mogoče videti, da so *»drugačni«* res del celote. Običajno opredeljevanje romskih otrok in slike, ki jih običajno povezujemo z njihovo kulturo, tu ne veljajo. Otroci romskih staršev so po obleki, obnašanju in *»znanju«*, kot zatrjuje ravnatelj, povsem enaki drugim učencem. Ravnatelj je na to dejstvo in na širši okrajni odnos do te problematike ponosen. Šola je po mnenju učitelja dobro opremljena z didaktičnimi in AV pripomočki za delo v razredu.

Razred naravoslovja je v pritličju in je v neposredni bližini kuhinje in jedilnice, kar se zdi učitelju *»naravnost odlično za dejavnosti, ko potrebujemo več prostora«*. Prav tako se mu zdi odlično, da lahko prehranske materialne za delo v razredu shranjuje kar v kuhinji oziroma jih iz kuhinje dobi. Čeprav večkrat poskusijo, pa se učitelju zdi delo na prostem problematično, ker je območje šole ob cesti, ki je tudi zaradi šolskega zidu povsem nepregledna in zato dela zunaj s tako *»živimi učenci«* ni mogoče nadzorovati.

Pouk v učilnici je mogoče zastaviti zelo dinamično, saj je na eni strani velika jedilnica, na drugi pa je prehod na manjšo zeleno površino ob šoli, ki jo pogosto uporabljajo. Učilnica sama je svetla in običajne velikosti, ob stenah je nekaj nižjih omar, v katerih so spravljene didaktični pripomočki za delo pri pouku. Na stene, kjer ni omar, so pritrjeni zeleni panoji, kamor učenci obešajo svoje izdelke, kjer so obvestila in naloge za učence in celo lestvica, na kateri se ti samodejno ocenjujejo. Učitelj pove, da se vse dejavnosti učencev ocenjujejo. Z dobro oceno se učenec na lestvici povzpne, s slabo pa pade. V razredu po tej lestvici pravzaprav ni slabih učencev. Vsi so ocenjeni povprečno oziroma bolje. Učitelj pove, da se to zdi učencem včasih tako pomembno, da ima zaradi tega več dela. Učenci ne sprejmejo slabih ocen in so vedno pripravljeni naloge popraviti ali pa jih narediti znova. Ocene, ki jih ni več mogoče spreminjati, so tiste, ki jih po uradni poti zbere učitelj. *»To je neke vrste vzgajanje za odgovornost do dela in hkrati zavedanja, da je mogoče nekatere napake popraviti, spet drugih pa ne.«*

Šola '*pokon*', ki je bila izbrana kot primerjalna šola, je krajevno na primerljivem območju in je skladna po izobrazbeni strukturi staršev učencev, je pa številčno precej večja. V raziskavi je sodelovalo 43 učencev (19 fantov in 24 deklet) te šole, ki so reševali vse zahtevane preizkuse in anketo.



## H.2 Značilnosti dela učiteljev sedmih šol in delo na šoli

### H.2.1 Učitelj 'eaped'

Učitelj je dobro leto pred začetkom raziskave končal Pedagoško fakulteto v Ljubljani in si pridobil naziv profesor kemije in biologije. Diplomsko je opravljal pri predmetu Biološka didaktika, raziskoval je odnos učencev do živali. Že v času študija je na šoli blizu domačega kraja občasno nadomeščal učitelje v odsotnosti pri kemiji, biologiji in delno pri gospodinjstvu. Takrat je na šoli vodil tudi tečaj prve pomoči. V preteklem šolskem letu se je vpisal na dopolnilni študij kemije na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo. Z dodatnim izobraževanjem za pouk predmeta Naravoslovje naj bi pričel v začetku novega šolskega leta. Tik pred začetkom izvajanja raziskave je opravil tudi strokovni izpit.

Prva redna zaposlitev na tej šoli je bila izvajanje podaljšanega bivanja. V začetku je opravljal predvsem dela laboranta, vodil naravoslovni in raziskovalni krožek, pripravljal učence na tekmovanje iz znanja biologije, nudil dodatno strokovno pomoč za kemijo v osmem razredu ter sodeloval pri izvajanju pouka pri naravoslovju in družbi. Ob tem je enkrat tedensko poučeval naravoslovje na eni izmed ustanov za poučevanje odraslih. V tistem času je nato nadomestil učitelja kemije in biologije na šoli.

V letu raziskave je bil zaposlen na šoli za poln delovni čas in je poučeval naravoslovje ter tehniko, naravoslovje, izbirna predmeta poskusi v kemiji in družabni plesi, opravljal je delo laboranta, predstavljal živali otrokom v vrtcu, vodil štiri skupine naravoslovnega krožka, pripravljal učence na tekmovanje iz znanja biologije in uvajal projekt »*ekošola kot način življenja*«.

Učitelj je mnenja, da sodi med učitelje začetnike in se zaveda, da je šele na začetku svoje strokovne poti. Pravi, da v tem delu uživa, ker poučuje področje, za katerega se zanima. Pravi, da rad dela z mlajšimi učenci, ki so bolj motivirani za naravoslovje in učenje nasploh kot pa njihovi starejši vrstniki, ki so jim druge stvari pomembnejše. Učencem se trudi pokazati čim več konkretnega materiala in jih spodbuja ter navaja na samostojno izvajanje laboratorijskih vaj, saj je prepričan, da si tako bolje zapomnijo obravnavano vsebino. Vsaj eno oceno letno dobijo učenci pri ocenjevanju praktičnih veščin. Na pouk se pripravlja sproti, pri pripravi dnevne priprave si pomaga z letnim delovnim načrtom. Tega si je že pred začetkom šolskega leta na novo pripravil.

Med raziskavo je učitelj zamenjal učiteljsko delovno mesto za mesto na drugi šoli. Ker je bil njegov odhod pričakovan, vendar takrat še časovno neopredeljen, se je učitelj z ravnateljem dogovoril, da bo raziskavo izvedel v celoti, dolgotrajne poskuse pa bo namesto njega izvedel učitelj, ki ga bo nadomestil. Učitelj je mnenja, da »*je za učence pri naravoslovju v sedmem razredu najpomembnejše, da razumejo ravnovesje v naravi. Ekologija! Kaj se zgodi, če povzročiš eno spremembo?*«. Pri tem poudarja vestnost učencev pri delu in učenju. Pove, da učencem pogosto da naloge, ki jih doma rešujejo, in prizna, da imajo učenci s tem veliko dela. Če učenci ne dobijo posebnih zadolžitev za domače delo, jim da naloge iz učbenika (Rokus) ali delovnega zvezka. Učitelj pove, da so učenci pri naravoslovju zelo dejavni, saj so vajeni dela, ki jih veseli. »*Najbolj pomembno je, kako jim to delo predstaviš. Od učitelja je odvisno, kako učencem snov približa in s kakšnim navdušenjem jo podaja. Če pomislim na kemijo, potem itak so [vsem učencem] poskusi najbolj všeč. Pa ne, ker bi potem od poskusa kaj silno znali, ampak zato, ker še zmeraj mislijo, da je tistih pet minut namenjeno gledanju v zrak. Jaz mislim, da sedaj že vejo ti moji, da poskusi niso sami sebi namen, pa imajo še vedno radi poskuse.*«



## H.2.2 Učitelj 'eamsm'

Sodelovanje pri raziskavi je na tej šoli potrdil ravnatelj brez predhodnega pogovora z učiteljem, je pa takoj napovedal težave zaradi staršev, ki so »*bolj pri pouku kot njihovi otroci*«. Učitelj bi sodelovanje s tehtnimi argumenti lahko tudi zavrnil, brez njih pa ne, saj ravnatelj vztraja pri čim več sodelovanja z različnimi ustanovami. Med prvim srečanjem z učiteljem ta ni kazal navdušenja nad raziskavo, vendar je zagotovil, da bodo vse dejavnosti izvedene v skladu z navodili modela poučevanja. Povedal je, da »*karkoli novega običajno pokvari plan dela in zato nerad spreminjam sistem, ki deluje*«. Še preden je bil podrobno seznanjen z zahtevami, pa je sporočil, da mora na zahtevnejšo operacijo, zaradi katere bo dalj časa odsoten. Učitelj je zato odpovedal sodelovanje. Ravnatelj, ki je medtem pripravljaval zamenjavo, je za sodelovanje predlagal mlajšega učitelja, ki je na šoli tedaj sodeloval kot laborant in je tudi običajno v času odsotnosti starejšega učitelja naravoslovja večkrat pouk tudi izvajal. Učitelj laborant je študiral za profesorja biologije in kemije, vendar še ni zagovarjal diplomskega dela, čeprav je od zadnjega izpita minilo že šest let, prav toliko časa pa je bil tudi že zaposlen na delovnem mestu laboranta. Med pogovorom z ravnateljem ta niti ni imel možnosti zavrniti sodelovanja pri raziskavi. Ravnatelj je bil mnenja, da bo sodelovanje lahko še toliko boljše, saj naj bi laborant imel že v osnovi manj obremenitve kot učitelj. Laborant je bil na tej šoli zaposlen dva dni na teden, preostali čas pa je bil zaposlen na drugi, manjši primestni šoli kot laborant drugem učitelju. Laborant pove, da »*v zadnjem času, ko se izvaja kar nekaj projektov, pogosto izvajam pouk na tej šoli, opravljam pa seveda tudi vse naloge laboranta*«. Pouk je izvajal po navodilih starejšega učitelja, ki ga je že vrsto let opazoval. O delu v razredu pove, da pri pouku naravoslovja strogo sledijo učnemu načrtu, uporabljajo Rokusov učbenik in izvajajo zelo malo poskusov z učenci. Na vprašanje, katere poskuse običajno izvajajo, laborant pove, da je eksperimentalno delo z učenci res redko in se sploh ne spomni, kateri je bil zadnji, ki so ga učenci izvajali, čeprav vedno on pripravlja poskuse. Pove tudi, da je večino konkretnih izkušenj pridobil na drugi šoli, kjer je delo z učiteljem veliko bolj sodelovalno in zato pri praktičnem delu oba sodelujeta.

Težave s starši, ki jih je predvidel ravnatelj, so se res pojavile že takoj v začetku pri zbiranju soglasij. Nekateri starši učencev naj bi zahtevali izvajanje dela strogo po pripravah in po učbeniku, model poučevanja pa je zahteval nekaj sprememb v letni pripravi. Ravnatelj je zato predlagal, da se k obvestilu staršem doda tudi izjava z njegovim načelnim strinjanjem z raziskavo.

Med pripravami za delo z laborantom ta pove, da so pri naravoslovju ekosistemi obravnavani po vrsti »*najprej gozd, potem morje v zimskem času, sledijo pa celinske vode*«, s tem da »*še nikoli odkar sem tu nismo končali vse zahtevane snovi*«. Učenci ob koncu leta najpogosteje pišejo referate, s katerimi starejši učitelj pokrije manjkajoči del ur. Vsake toliko za naravoslovje pripravi krajši demonstracijski poskus, ki je določen v učbeniku. »*Glavno je delo po učbeniku, starejši učitelj pa pogosto pove, da morajo učenci znati učbenik uporabljati in ga morajo zato dobro poznati*«. Večino laborantskega dela na tej šoli je vezanega na kemijo, kjer pa učitelj kemije izvaja zelo veliko eksperimentalnega dela z učenci. To se pozna tudi laborantu, ki mu izvajanje poskusov ne predstavlja nikakršnih težav.

Učitelj laborant pogosto poudarja pomen poskusov za razvoj naravoslovnega razmišljanja. Sam o sebi včasih izraža dvom, »*nimam dovolj izkušenj in zato niti ne morem ovrednotiti in primerjati dela drugih. Trenutno primerjam način dela in vzdušje v razredu med različnimi učitelji, s katerimi sodelujem, in ne učinka na znanje učencev. Če bi ocenjeval učinek, potem bi šoli, kjer nikoli ne izvajajo eksperimentalnega dela, pripisal najboljše ocene. Zavedam se, da na tej šoli ni potek pouka tisti, ki*

*naredi razliko, ampak zahtevnost staršev. To se pozna tudi na učencih! Ti so pogosto nesramni in žaljivi, česar na drugi šoli recimo nikoli ne doživim*«. Zaveda se, da je na začetku svoje strokovne poti in upa, da bo nekoč učitelj in v smehu pove, da *»obljubim, da bom sam sebi laborant*«. Videti je, da je predan delu laboranta in se med svojimi delovnimi obveznostmi odlično znajde. Pogosto opisuje izvajanje poskusov v podrobnosti in hkrati opisuje, kako bi on sam izvajal kakšen poskus pri pouku. Veliko boljši odnos ima do dela na primestni šoli, kjer ga obravnavajo *»bolj enakovredno*« kot na tej šoli. Ker je njegova zaposlitev tu le dva dni na teden, nekaterih učiteljev sploh ne pozna. Pogosto pokaže, da se obremenjuje zaradi nedokončanega študija. Diplomsko naj bi imel že tudi napisano, vendar se ne odloči za zadnji korak.

### H.2.3 Učitelj 'eevrd'

Učitelj naravoslovja na tej šoli je končal višješolski študij biologije in kemije na Pedagoški akademiji in nato še univerzitetni program na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. V času svojega službovanja je le v prvem letu delal na drugi, bližnji šoli, sicer pa je od takrat zaposlen na tej šoli oziroma na njenih podružnicah. Poučuje naravoslovje, kemijo, biologijo in spoznavanje narave in sodeluje pri naravoslovnih dejavnostih, ki jih imajo na šoli. Že več let uspešno pripravlja učence na tekmovanja za Preglovo priznanje, kjer je bil vrsto let tudi član komisije. Dejavno je vključen tudi v prenovo naravoslovja v 7. razredu. V preteklih letih je vodil tudi strokovni šolski aktiv ter sodeloval na študijskih skupinah in drugih oblikah izobraževanja za učitelje biologije, naravoslovja in kemije. V okviru priprav na poučevanje novega predmeta naravoslovja je pred dvema letoma opravil tudi dodatno izobraževanje iz fizike. Nekaj let je tudi pomočnik ravnatelja na podružnični šoli.

Priprave za pouk pripravlja s kolegom, ki prav tako poučuje naravoslovje. *»Pozvetujeva se, kako najbolje izpeljati določeno uro, si izmenjava izkušnje in skupaj izoblikujeva po najinem mnenju najboljši način*«. Priprave ima narejene za celo leto, vendar jih datumsko po potrebi prerazporeja. Pravi, da *»načeloma nisem ujet v vrstni red izvajanja vsebin, ampak ga sproti prilagajam in menjam glede na trenutno situacijo*«. Šola pogosto sodeluje z zunanjimi sodelavci, zato učitelju po njegovem zatrjevanju sodelovanje ne predstavlja posebne obremenitve.

Učitelj pove, da imajo na šoli proste roke za izvajanje različnih dejavnosti in da ravnatelj običajno podpira vsakršno delo, s katerim bi dodatno dvignili kakovost pouka na šoli. Pove tudi, da se ravnatelj običajno ne vmešava v delo v razredu, dokler ni težav in vse poteka po pričakovanjih. Učitelju se zdi sodelovanje laboranta pri pouku *»samoumevno*« in si ne predstavlja, kako bi bilo, če pomoči ne bi imel. Hkrati namigne, da je laborant, ki je zaposlen na šoli *»malce preveč samosvoj in je sodelovanje z njim precej težavno*«. To je zanimivo tudi zato, ker ima tudi laborant podobno mnenje o učitelju. *»Ko se zmenimo, se zmenimo, žal pa je dogovarjanje preveč žolčno in vse skupaj traja predolgo*«. Kaj je pravzaprav problem med njima, ni povsem jasno. Laborantu se zdi, da učitelj misli, da preveč posega v njegovo delo, učitelj pa je mnenja, da laborant ne opravlja svojega dela in je zato pogosto nedosegljiv. Kot drugod je tudi tu delovno mesto laboranta sistematizirano tako, da ta opravlja več različnih nalog. Laborant je sicer študent molekularne biologije, končano pa že ima fakulteto družboslovne smeri. Oba sta mnenja, da pouk kljub nedorečenemu odnosu izvajata usklajeno.

Ker je v učilnici digestorij, so pri pouku izvajali tudi že zahtevnejše poskuse, za katere učitelj pravi, da naredijo močan vtis na učence. Ker te izvaja laborant, ima učitelj več možnosti natančno usmerjati

učence v opazovanje in lahko sočasno z izvajanjem preverja, ali učenci sledijo poskusu in tudi ali razumejo, kaj se dogaja. Čeprav odnos ni najboljši, učitelj zaupa laborantu, saj si vzame čas za pripravo poskusa in ga prej običajno tudi večkrat preizkusno izvede, s čimer zagotovi tisti učinek, ki bo motiviral učence za nadaljnje delo. Način dela tudi po mnenju laboranta odraža »*dodatno izobraževanje za laboranta, pri katerem se naučiš biti pozoren na malenkosti, ki jih drugi ne vidijo*«.

Učitelj je prepustil del izvajanja poskusov laborantu. Pri opazovanju ur je bilo opaziti, da učitelj nekatere učence včasih namerno prezre ali pa jih izpostavi pred razredom. Vzame si čas za preverjanje razumevanja učencev in jih z dodatnimi vprašanji pogosto vodi do odgovora, ki ga želi slišati. Učitelj je mnenja, »*da si za učence vzamem toliko časa, kolikor ga ti potrebujejo in opravljam z njimi več dejavnosti, kot bi jih sicer bilo treba za enak učinek na znanje*«. Sicer pa verjame, da je njegova zavzetost za delo ključ do uspešnosti posameznikov in hkrati priznava, da včasih pri katerem izmed učencev izgubi upanje vanj in ga prepusti »*učnim uram življenja*«.

#### H.2.4 Učitelj 'eelav'

Učitelj je končal visokošolski študijski program biologije in kemije na Pedagoški fakulteti Univerze v Mariboru. Po študiju je najprej eno leto učil na osnovni šoli s prilagojenim programom, kasneje pa se je zaposlil na osnovni šoli, kjer že 3. leto poučuje spoznavanje narave, gospodinjstvo, naravoslovje, biologijo in kemijo. Enkrat tedensko poučuje tudi v oddelku podaljšanega bivanja na drugi šoli, ki je oddaljena nekaj kilometrov stran. Je razrednik enega razreda in vodja šolske prehrane. Sodeloval je pri študijskih skupinah in drugih oblikah izobraževanja za učitelje naravoslovja, ki jih organizira Zavod RS za šolstvo. V letošnjem šolskem letu čaka tudi na dodatno izobraževanje za poučevanje predmeta Naravoslovje v šestem in sedmem razredu devetletne osnovne šole na Pedagoški fakulteti Univerze v Mariboru (modul za fiziko).

Učitelj verjame, da »*dobro sodelujem z drugimi učitelji, predvsem z učiteljema fizike in tehnike, s katerima tudi skupaj izvajamo naravoslovne in tehniške dneve na šoli*«. Ima občutek, da se učenci sedmega razreda zanimajo za predmet Naravoslovje in radi sprejemajo naloge in vaje v okviru predmeta. Že v lanskem šolskem letu so sodelovali pri raziskavi projektnega dela v okviru naravoslovnih vsebin. Učitelj pove, da »*opaža veliko motiviranost za delo pri učencih v 8. razredu, učenci 9. razreda pa so nekoliko manj motivirani za naravoslovne vsebine*«.

Večino priprav ima učitelj narejenih za celo leto, vendar jih pogosto še dopolnjuje in poskuša izboljšati ter popestriti. Zaporedje učnih vsebin je pri naravoslovju spremenil za potrebe raziskave, za kar nima zadržkov. Pravi, da bo morda naslednje šolsko leto to zaporedje učnih vsebin vključno s sklopi modela poučevanje celo obdržal. Ideje modela za izvedbo učnih vsebin se mu zdijo zelo izvirne in verjame, da učitelji potrebujejo prav to, da njihovo delo ne postane monotono. Učitelj pri delu uporablja Rokusov učbenik.

Učitelj pove, da bi »*blazno rad eksperimentiral*«, vendar te možnosti praktično nima. Kot pove, se pogosto zgodi, da enostavno nima pripomočkov in materiala za kaj novega. Kar je v skladu z učnim načrtom, dobi, vse ostalo pa je bolj ali manj nedostopno. Na šoli denimo ni termometra, ki bi bil uporaben za delo pri kemiji. Pove, da je o tem že govoril z ravnateljem, vendar pa se »*denar na tako majhni šoli enostavno predolgo zbira, saj ni finančnih virov*«. To potrди tudi ravnatelj, ki pove, da najnujnejše učitelji vedno dobijo, da pa je od njih odvisno, ali kaj dodatnega zahtevajo ali ne. Ravnatelj

pove, da so želje učiteljev omejene in da zato enkrat prednost enim, drugič drugim. V naslednjem krogu, po njegovih besedah, pridejo na vrsto naravoslovni predmeti, ki tega še niso bili deležni. Ravnatelj pove tudi, da se mu zdi, da so učitelji, ki so preveč samostojni, pogosto prikrajšani, saj si pripomočke priskrbijo raje sami, kot da bi jih zahtevali. Natanko to je po njegovem tudi problem pri temu učitelju in pri predmetu Naravoslovje. »*Učitelj je iznajdljiv in učinkovit, pa se mu vztrajati pri meni ni ni da.*«

Učitelj ve, da je začetnik pri svojem delu, vendar verjame, da bo prav na tej šoli v nekaj letih poskusil vse, kar je sploh poskusiti mogoče. Večkrat pove, da je delo na tej šoli časovno zelo obremenjujoče, saj ravnatelj zahteva vedno nove dejavnosti in vedno večji učinek dela.

### H.2.5 Učitelj 'eivts'

Učitelj, ki je sodeloval v raziskavi, je po osnovni izobrazbi profesor biologije in kemije, ima pa končan naravoslovni študij na podiplomski ravni. Opravljeno je imel tudi že dodatno izobraževanje iz fizike za poučevanje predmeta Naravoslovje. Zadnjih deset let je poučeval na tej šoli, predvsem biologijo in naravoslovje, včasih pa je nadomeščal tudi pouk drugih naravoslovnih učiteljev, predvsem kemije. Pri svojem delu, v okviru predmeta Naravoslovje, uporablja Rokusov učbenik, pogosto pa učencem posebej pripravi delovne liste z nalogami. Učitelj v pouk pogosto vključuje eksperimentalno delo, ki ga običajno pripravi tako, da poskuse izvajajo učenci sami, demonstracijsko pa izvaja poskuse, pri katerih uporablja nevarnejše snovi. Pri pripravi in zbiranju materiala za pouk pogosto vključi za naravoslovje bolj motivirane učence, ki včasih izvajajo tudi demonstracije.

Po učiteljevem mnenju je naravoslovje zelo pomembno in vpliva na splošno razgledanost posameznika, vendar hkrati priznava, da se mu zdi »*naravoslovje težko prav zaradi eksperimentalnega dela, ki od učencev terja zbranost in samostojnost*« dela. Nekaterim učencem je to zelo težko, zato poskuša upoštevati različne sposobnosti in tudi zanimanje za predmet. Sicer pove, da so učencem poskusi vedno všeč, še posebej, če pri poskusu ne poteče vse po načrtih ali pa se kaj presenetljivega zgodi. Pravi, da bi učenci z veseljem vsako uro izvajali poskuse. Čeprav so ti pri praktičnem delu običajno uspešni, pa po učiteljevem mnenju hitro pozabijo vsebine in je z njimi treba snov ponavljati. Učitelj velik pomen pripisuje tudi doživljanju organizmov, saj si predvsem živali učenci zelo dobro zapomnijo in pogosto predlagajo, da se take ure ponavljajo. Učitelj te želje izkoristi kot pomembno »*mnemonično pomagalo*« za zapomnjenje drugih pojmov ali dejavnosti.

Učitelj je material za raziskavo pripravljal sočasno s pogovori z raziskovalcem o posameznih sklopih modela. Te je dodal v letni delovni načrt dela in je o posameznih izvedbenih zahtevah obvestil ravnatelja.

Pri določenih sklopih je pogosto postavljajl vprašanja, saj je verjel, da je model poučevanja vsebinsko zgrajen tako, da omogoča »*veliko ciljnih dejavnosti pri pouku*«. Pri strokovnih nejasnostih se je pogosto obrnil na učitelja fizike, ki mu je pomagal pojasniti teorijo, vključeno v poskusih.

Učitelj pogosto sodeluje pri različnih projektih in z različnimi ustanovami, kar po njegovem »*vpliva na moj način dela v šoli in predvsem na odnos do znanja*«. Pravi, da se neprestano ukvarjanje z različnimi dejavnostmi, ki jih spozna pri delu drugih in med sodelovanjem pri različnih projektih, odraža na novostih, ki jih občasno preizkusi v razredu. Zaveda se, da je isti učinek pri učencih mogoče doseči na

različne načine in da je treba način dela v razredu pogosto spreminjati in predlagati učencem, saj se učenci tudi »*zanimivih enoličnosti počasi navadijo in zato te postanejo manj razburljive*«. O sebi verjame, da je pri delu uspešen, oceno pa opredeli na odzivih učencev. Hkrati verjame, da je treba za dober pouk trdo delati, prav tako pa morajo za delo in učenje poprijeti tudi učenci.

Kot največjo oviro za izvajanje eksperimentalnega pouka učitelj izpostavi sodelovanje laboranta. »*Če bi bil laborant na voljo vsakič, ko bi ga lahko uporabil, bi se nedvomno lotil tudi izvedbeno bolj zahtevnih dejavnosti. Pogosto se zgodi, da izkoristim družinske člane, znance ali pa kar študente in učence, vendar pa to ni tisto, kar bi lahko izrabil do konca. Na srečo vse delo v razredu ni eksperimentalno, za druge dejavnosti pa je običajno dovolj časa za pripravo in izvedbo.*«

## H.2.6 Učitelj 'eoguz'

Učitelj je končal višješolski študij biologije in gospodinjstva na Pedagoški akademiji, po tem pa je študij nadaljeval na univerzitetni ravni na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Na šoli, kjer je začel svojo strokovno pot, poučuje že petindvajset let. Poučuje naravoslovje in gospodinjstvo, sodeluje pa tudi pri različnih naravoslovnih dejavnosti, ki potekajo na šoli v sodelovanju z drugimi učitelji. Več let že pripravlja učence na tekmovanja iz znanja o sladkorni bolezni, pripravlja jih tudi na tekmovanja iz biologije. V času prenove je bil dejaven pri oblikovanju smernic za poučevanje naravoslovja 7. razredu. Zadnjih nekaj let je vodja strokovnega aktiva učiteljev naravoslovja na šoli in organizira študijske skupine za izobraževanje učiteljev biologije, naravoslovja in gospodinjstva v okviru Zavoda za šolstvo. Končano ima tudi dodatno izobraževanje iz modulov kemije in fizike, s čimer si je pridobil ustrezna znanja za poučevanje naravoslovja.

Priprave za poučevanje naravoslovja oblikuje v sodelovanju s kolegi učitelji 7. razredov. Po njegovem so prav učenci sedmih razredov najbolj navdušeni nad naravoslovjem in dobro sprejemajo naloge in vaje v okviru predmeta. Pri njih opaža tudi veliko motivacije za domače in projektno delo pri naravoslovnih vsebinah. Mnenja je, da so učenci pri delu zelo počasni in imajo velike težave z razumevanjem določenih naravoslovnih pojavov in vsebin. Pravi, da je treba vložiti »*veliko truda v to, da se učence ustrezno pripravi na delo v skupinah in da eksperimentalno delo dojemajo kot del učnega procesa, iz katerega se morajo nekaj naučiti in ne le kot golo igrčkanje pri pouku*«.

Naravoslovje poteka v blok uri, kar je po mnenju učitelja »*edini pravi način izvajanja praktičnega pouka*«. Pravi, da za demonstracijski poskus včasih z vsemi nalogami, ki jih dobijo učenci, porabi več kot eno uro in si brez dveh zaporednih ur eksperimentiranja sploh ne predstavlja. Prav tako pa si ne predstavlja resnega dela brez tradicionalnega pristopa s tablo in kredo. Najpomembnejše je, da imajo učenci po izvajanju dejavnosti možnost razmisliti o svojem delu v šoli in vprašati, če česa ne razumejo. Prav tako pa »*mora imeti učitelj možnost preveriti znanje učencev in ugotoviti učinek, ki ga je delo pri pouku imelo*«. Učitelj ima možnost sodelovanja z laborantom, ki svoje obveznosti opravlja tudi na več podružničnih šolah. Po njegovem je laborantovo delo »*preveč razpršeno*«, vendar pa vseeno zahteva njegovo sodelovanje. Ker je več učiteljev naravoslovnih predmetov na različnih podružnicah, ti dejavnosti in eksperimentiranje med seboj usklajujejo. Med pogovorom o laborantu in njegovem delu se je pokazalo, da učitelj o njem nima dobrega mnenja in ga moti predvsem njun odnos. Učitelj zahteva bolj urejen način sodelovanja, laborant pa je zaradi različnih obveznosti bolj prilagodljiv.

Učitelj pove, da ima precej stikov tudi s starši učencev, predvsem na sestankih ter skupnih in



individualnih govorilnih urah. Starši imajo po njegovem ključno vlogo pri razvoju delovnih navad učencev in njihove vestnosti do dela. Prav zaradi tega učitelj pogosto sodeluje s starši in jih tudi večkrat povabi na pogovor.

Že pri prvem stiku se je izkazalo, da učitelj zelo vestno opravlja svoje delo in raje kot da zamuja z obveznostmi, že prej napove, da v določenem času naloge ne bo uspel opraviti. Hkrati tudi pove, do kdaj pričakuje, da bo naloga opravljena. Izkazalo se je, da se tega pričakovanja tudi drži.

Učitelj je mnenja, da so pridobljene izkušnje ključ do uspešnega dela v razredu. Čeprav priznava, da velik del odnosa do naravoslovja pri učencih gradi učitelj, verjame, »*da je pomembno tudi, koliko dela in truda v svoje znanje vloži učenec*«. Po njegovem pomeni več dela, več znanja, več znanja pa večji interes.

### H.2.7 Učitelj 'eokon'

Učitelj je končal višješolski študij biologije in gospodinjstva na Pedagoški akademiji v Ljubljani. Njegova poklicna pot se je začela na podeželski osnovni šoli, ki jo je v mladosti obiskoval tudi sam. Poučeval je biologijo, kasneje pa je delal tudi v šolski knjižnici in v podaljšanem bivanju. Po petih letih se je zaposlil na mestni šoli, kjer poučuje še danes. Trenutno poučuje naravoslovje, biologijo, gospodinjstvo, prehrano in izbirni predmet zdrava šola. Bila je vodja naravoslovnega aktiva, sodeloval je pri pripravi razstav v šoli in izven nje, vodil je mentorsko mrežo za naravoslovje in gospodinjstvo, bil je mentor učencem na geografsko-ekološkem taboru in taboru ekošol. Od samega začetka je tudi razrednik in vodja šole v naravi. V zadnjem letu je opravil tudi dodatnega izobraževanje za izvajanje pouka naravoslovja. Učitelj pove, da v začetku šolskega leta učencem predstavi program dela. V zvezek si narišejo svojo ređovalnico in zapišejo svoje cilje, ki jih želijo doseči. V ređovalnico si sproti zapisujejo ocene in opisne opombe, ki jih dobijo za izvajanje dejavnosti v šoli in za izdelovanje izdelkov. Učenci tako »*v vsakem trenutku vedo, kako so uspešni. Ničesar ne skrivamo in vsak učenec ve, kako napreduje*«. Zelo dobro sodeluje s knjižničarko, z računalniškim skrbnikom, pa tudi z drugimi sodelavci na šoli. V veliko pomoč mu je predvsem laborant, s katerim skupaj pripravljata material za delo v razredu in za obšolske dejavnosti. Učitelj poskuša pri svojem delu učence navaditi na samostojnost pri delu. Pomembno se mu zdi, da »*s svojimi izkušnjami pridejo do znanja, eksperimentirajo, zapisujejo, brskajo po različnih virih in si s tem pridobivajo znanja in veščine*«.

Po učiteljevem mnenju je učiteljsko delo pestro, zanimivo in nikoli dolgočasno. Vsako delo, ki ga opravijo učenci, izkoristi kot možnost za pridobivanje ocen. Ocene ti pridobijo, ustno, pisno, iz praktičnih vaj, s plakati, z referati in računalniškimi predstavitvami in drugo. »*Nekatera znanja presegajo zahteve šole, vendar pa se lahko v posameznikovem življenju izkažejo kot pomembna za njegove nadaljnje odločitve in tudi pri teh, čeprav neformalno, izrazim svoje mnenje*«. Kriteriji ocenjevanja so vedno izobešeni v učilnici, saj »*nas pri delu vodi moto, da je življenje učna ura in učna ura je življenje*«, zato vzgaja učence za vseživljenjsko učenje.

Učitelj je mnenja, da je pri svojem delu uspešen, ker so uspešni tudi učenci. Učinek njegovega dela kažejo kazalci zunanjih preverjanj znanja in pa občasna preverjanja znanja, pri katerih njegovi učenci sodelujejo v okviru raziskav. Pomembno mu je tudi počutje učencev v šoli in ti, kot pravi, pogosto povedo, da jim šola ni v breme in jo radi obiskujejo.

Pripravo naredi za celo leto naenkrat, sproti pa se podrobneje posveča delovnim listom in posameznim

vajam, s katerimi želi doseči zastavljene cilje. Pomembno pri tem pa vidi tudi sodelovanje s starši, ki se vključujejo v življenje in delo šole. Starši pogosto pomagajo izvajati določene dejavnosti, kot so npr. organizirani ogled in doživljanje parkov ter drugih znamenitosti z vodniki. Starši so v vlogi skrbnikov in hkrati vodniki. Po besedah učitelja je ta način sodelovanja pomemben. Pomembno je tudi, da vodstvo šole podpira različne oblike dela v razredu in izven njega. Sodelovanje znotraj šole se mu zdi samoumevno in verjame, da so podobnega mnenja tudi drugi učitelji. *»Odkar delam tu, se še ni zgodilo, da bi nekdo zavrnil sodelovanje ali pomoč drugemu učitelju.«*

### H.3 Izvedba modela poučevanja (eksperimentalni del raziskave)

Pri vsaki izmed sedmih šol je podano splošno poročilo o izvajanju raziskave na šoli, opis priprave s poudarkom na posameznih rešitvah, ki so značilne za posameznega učitelja, sledi analiza posnetih ur pouka s poudarkom na zanimivejših situacijah pri pouku, ki pomembno vplivajo na razumevanje dela učitelja, na koncu pa je povzeto mnenje učitelja o modelu, njegova refleksija na izvajanje sklopov modela in o izvajanju posamezne šolske ure. Pri šolah, kjer je posnetih več ur, je analiza osredotočena na drugi, eksperimentalni sklop, pri katerem so učenci izdelovali merilnike, lahko pa so omenjeni tudi pomembnejši dogodki drugih posnetih ur pouka.

#### H.3.1 Izvajanje modela na šoli 'eaped'

##### Izvajanje modela na šoli 'eaped' – splošni opis

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja, so bile na šoli posnete 4 ure (2 x 2 blok uri) pouka v dveh sedmih razredih (7. A in 7. B), v katerih je učitelj izvajal pouk. Posneta je bila izvedba prvega sklopa v obeh razredih. Šolsko uro prej so učenci reševali predpreizkus (P), pri katerem ni navajal težav, o nadaljnjem delu pa jim je učitelj povedal le, da bo pri uri opazovalec in da bodo te ure zvočno posnete. Med izvajanjem prvega sklopa je učitelj učencem omenil tudi reševanje ene naloge predpreizkusa. *»Včeraj sem prelistal vaše preizkuse. Veste, kaj sem opazil? Da vas je bilo precej takih, ki ste Afriko pobarvali, da je najbolj toplo, povsod tam [op. druga območja kopnega okoli ekvatorja] pa ste pa pozabili!«* Pripomba je pri nekaj učencih sprožila glasno pogovarjanje, sicer pa ni bilo videti, da bi se s tem obremenjevali.

Po opazovanih blok urah prvega sklopa je učitelj preostale štiri sklope poskušal izvesti strnjeno, vsakega v eni šolski uri, kot je to navedel v pripravi, vendar mu to ni povsem uspelo. Zaradi zapletov pri izvajanju poskusov so v enem razredu te izvajali v dveh ločenih urah, v vmesnem času pa je bil učitelj tudi en dan na bolniški. Po učiteljevem mnenju tretji sklop ni posebej problematičen in ga je mogoče izvesti hitro. Po izvedenih sklopih je učitelj zamenjal delovno mesto na tej šoli za mesto učitelja na drugi šoli.

Med raziskavo je za potrebe modela sodeloval z učiteljem geografije, s katerim sta pregledala priprave, ki so bile vsebinsko vezane na ta predmet, prav tako pa je učitelj geografije pregledal domačo nalogo izdelave klimogramov. Učitelj tehničnega pouka je pomagal pri pripravi pripomočkov za izdelavo termometra.

Učitelj pove, da se mu zdi, *»da bi najlažje naredil priprave, če bi dobil 15 ciljev, ki bi jih po lastni presoji razporedil v 5 ur, nato pa bi sam poiskal načine, da te cilje uresničim«*. Kot pomoč za delo na modelu bi



mu prišli prav namigi za izvedbo ure, kar opiše kot »*predlog priprave*« in ne le vsebinski zapis sklopov. Pogrešal je tudi podrobno mnenje raziskovalca o pripravah, čeprav se je zavedal, da to ni namen raziskave. V primeru modela je imel občutek, da mora natančno slediti zapisani ideji sklopov, ki pa mu ni bila vedno najbolj pisana na kožo. Sklene, da ga je najbolj motilo prav to, da je imel proste roke pri sestavljanju priprav in sprejemanju odločitev o izvajanju vsebin.

Pravi, da bi sam verjetno obravnaval veliko manj sprememb in s tem tudi manj razporejanja pri prvem sklopu, »*samo toliko, da dobijo občutek*«, ostale primere pa bi omenil ob drugi priliki; zasnove sklopov za drugo in tretjo uro ne bi spreminjal; pri četrtem sklopu bi obravnaval samo poskus z mahom; prilagoditve organizmov iz četrte ure pa bi obravnaval v peti uri skupaj z vsebinami petega sklopa, vendar na številčno manj primerih.

Učitelj ne verjame, »*da bodo rezultati na preizkusu bistveno drugačni od rezultatov drugih šol*«. Delno to pripisuje sami izvedbi modela, ki jo poimenuje »*padalska*«, saj je moral sklope izvesti pred zamenjavo službe, načrte mu je prekrižalo tudi zdravje. Neučinkovitost lastnega dela pripisuje tudi odločitvi, da vsebine zadnjega dela sklopov nekoliko strne in si s tem pridobi tudi čas, da razred in drugo delo na šoli preda učitelju, ki bo to delovno mesto zasedel za njim. Dobre rezultate pričakuje le v eksperimentalnem delu (uporaba merilnikov), ker so te dejavnosti vsi učenci praktično odlično izvedli in naredili temeljite povzetke dejavnosti. Najpomembnejše pri tem pa je, kot pravi učitelj, »*da na njih [merilnike] še ne pozabiš tako hitro, če imaš osebno izkušnjo*«.

## **Priprava**

Učitelj je kot prvo točko v pripravi za delo z učenci navedel, da morajo učenci ugotoviti, kaj se spreminja, kakšne vrste sprememb poznamo in da morajo najti ustrezno razlago za pojem spremembe. Kot ključne pojme, ki jih je treba vpisati v razpredelnico, navede: dan – noč, zora – mrak, letni časi, vreme, življenjski cikli (telesna temperatura, menstruacija ...) in postavi zahtevo na 20 ali več pojmov. V pripravi pove, da učenci pojme zapisujejo na delovne liste s pripravljeno razpredelnico, v katero bodo vpisovali spremembe glede na trajanje in pogostost ponavljanja. Na osnovi zbranih pojmov poiščejo vplive vsakega posebej na okolje. Na koncu zbiranja te pojme (spremembe) učenci poskusijo določiti kot dejavnike (dogodek oziroma sprememba, ki na nekaj vpliva), njihove vplive pa ponazorijo s kompletom pripravljenih prosojnic in predstavitev Microsoft Powerpoint.

V nadaljevanju bodo učenci ugotavljali, kje se pogoji bolj in kje manj spreminjajo (temperatura, tlak, svetloba, količina hrane).

Sledi vodeno pripravljeno poskusa vpliva svetlobe na rast rastlin z uporabo zelenih alg, ki uspevajo v vodi, in določevanje časovnega okvira trajanja poskusa. Pomemben poudarek je na opredelitvi spremenljivk in pojma omejujočega dejavnika. Ugotovitve in odgovore na vprašanja zapišejo na delovne liste. V drugem sklopu izdelave in merjenja najpomembnejših dejavnikov s preprostimi inštrumenti začne učitelj s ponavljanjem snovi s poudarkom na opredelitvi sprememb glede na trajanje oziroma pogostost ponavljanja. Predvidi tudi pregled poskusa z algami. Eksperimentalni del učitelj začne z vprašanji, kako bi izmerili temperaturo in ali so se že kdaj vprašali, kako je narejen termometer. Učencem prepusti minuto za razmišljanje, nato pa napove cilj ure. Pokaže izvedbo vsakega merilnika, nato pa z žrebom razdeli učence v skupine, ki bodo vsakih 15 minut zamenjale mesto. Izdelavo termometra začne skupina s merjenjem temperature (tri čaše, leva roka v topli, desna v hladni, po dveh minutah obe v srednjo čašo, v kateri je mlačna voda). Navodila za merilnike so povzeta po predlogu.

V začetku tretje ure povzamejo spoznanja prejšnjih ur. Določiti poskusijo natančnost čutil in poiskati primere, ko čutila niso natančna. Nadaljujejo z merjenjem dejavnikov z merilniki, ki so si jih pripravili v prejšnji uri, poudarek pa je na načinu predstavitve podatkov v razpredelnicah in grafikonih.

V četrtem sklopu skušajo določiti, kdaj merijo neposredno in kdaj je treba rezultate dobiti posredno z računanjem. Pregledajo poskus z algami in nadaljujejo z nepoštenim poskusom.

Zadnji sklop začnejo s problemom omejujočega dejavnika posameznega okolja. Nadaljujejo z vplivom okolja na živali in živali na okolje.

#### **Potek opazovane ure: (mp – eaped, 1. skl., 7. B I)**

Pred začetkom prve ure je bilo čutiti napetost učitelja. Čeprav je imel vse pripravljeno za izvajanje prvega sklopa, si je zadnjih nekaj minut pred uro vzel čas za razmislek. Sedel je na stolu v svojem kabinetu in nepremično strmел skozi okno. Takoj ob prihodu v razred in po pregledu prisotnih učencev je začel z vprašanjem učencem, ali lahko naštejejo čim več sprememb v naravi. Učenci navajajo spremembe, učitelj pa jih zapisuje v razpredelnico v računalniškem programu, ki je projicirana na šolsko tablo. Učenci navedejo pline, ki se krčijo in raztezajo, letne čase, spremembo dneva in noči, vreme in temperaturo. Učenci tako odločno navajajo spremembe, da učitelj ne more skriti presenečenja in navdušenja: »*Odlično! Kaj ste se vi že vnaprej učili, al' kaj?*«

Med pogovorom tik pred uro je izrazil zaskrbljenost nad tem, da bi učenci za navajanje sprememb porabili preveč časa in se jim samim ne bi uspelo dokopati do teh ključnih pojmov, ki so osnova za nadaljevanje dela po modelu. Čeprav se je že pri akcijskem preverjanju predloga modela na šolah '*aah*' in '*aiv*' izkazalo, da učenci, čeprav verjetno ne razumejo vseh pojmov in pogojev, te navajajo v velikem številu in tudi z ustreznim nasprotjem (na primer, dan – noč, visok – nizek tlak ...) ter ponudijo zadovoljivo vsebinsko razlago (plin se razteza pri višji temperaturi). Učitelj pri iskanju odgovora ne pokliče vedno učenca, ki ima dvignjeno roko, ker kot sam pravi, hoče videti, da sodelujejo vsi. Med opazovanjem se je pokazalo, da tudi učenci, ki ne dvigajo rok, poznajo pravilen odgovor na vprašanje. Pri naštevanju sprememb je bilo videti, da ima bolj ali manj vsak učenec pripravljen odgovor, ki ga uporabi, če bo vprašan.

V nadaljevanju pri navajanju in razvrščanju sprememb učenci ugotovijo, da bi bilo mogoče nekatere spremembe uvrstiti v novo, še neobstoječo kategorijo.

**U: Ni problema! Med mesečno in letno si naredite še en stolpec, malo zožite tista dva stolpca, pa naredite še en stolpec, pa dodajte sezonske spremembe.**

**mp – eaped, 1.skl., 7. B I: tipkopolis:** izvajanje prvega sklopa na šoli '*eaped*'. U - učitelj.

Dober primer sezonskih sprememb so padavine, ki jih prikažemo v klimogramu. Razlike v količini padavin se spreminjajo mesečno, opaziti pa je mogoče pomembno razliko tudi med letnimi časi.

Ker so učenci sami ugotovili, da bi kategorijo lahko dodali, je zanimivo, da te kategorije niso znali vstaviti v razpredelnico. Učenci so dobili navodilo, da obstoječa stolpca »mesečno« in »letno« zožijo ter črte narišejo tako, da bo vmes še stolpec »sezonske«. Čeprav učitelj natančno pove, kako to narediti, vendar učenci tega ne naredijo takoj, saj bi s tem pokvarili svojo razpredelnico. Nekateri jo začnejo risati v novo razpredelnico.

U: Dolžina dneva in noči. Kakšna sprememba je to?

T: Dnevna sprememba.

U: Dolžina dneva in noči?

T: Mesečne. [več učencev skupaj]

U: Mesečne.

T: Sezonske. Mesečne.

U: Zakaj sezonske in zakaj mesečne?

mp – eaped, 1.skl., 7. B I: tipkopolis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Z zadnjim vprašanjem učitelj od učencev zahteva, da natančno opredelijo razloge za svoje navedbe in hkrati ponovno premislijo o vseh kategorijah razvrščanja, ki so na voljo. V tem trenutku je učitelj za hip prenehal voditi razvrščanje in to dejavnost prepustil učencem. Vremenski pojavi so nazoren primer sprememb, ki jih je mogoče razvrstiti v več kategorij. Vreme se spreminja trenutno, dnevno, tedensko, mesečno, sezonsko, letno, desetletno, stoletno. Čeprav trdimo, da nekaterih ni mogoče natančno opredeliti, obstaja verjetnost glede na letni čas, kako pogosto se bo določena sprememba zgodila. Zmrzovanje vode je pogosto predvsem pozimi, vendar je povsem mogoče krajevno zaslediti tak dogodek tudi poleti. Nazoren je primer kraja v Avstraliji, kjer so imeli v novembru 2006 (poletni čas) snežne meteže, čeprav tam že več desetletij ni snežilo.

Učenec v nekem trenutku ugotovi, da v razpredelnico niso zapisali še niti ene same trenutne spremembe.

T: Nimamo nobene trenutne spremembe!

U: Pa dejmo se spomniť kakšno trenutno spremembo.

T: Valovanje.

U: Ja, valovanje, če nekdo skoči v vodo.

T: Govorjenje. Lulanje.

U: Prav, to so biološke potrebe. Lulanje, kakanje, pa še naštejemo. Kaj pa, če ti pade jabolko na glavo?

mp – eaped, 1. skl., 7. B I: tipkopolis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Ugotavljanje, kaj sodi v kategorijo trenutnih sprememb, je učitelj izkoristil za sprostitev, saj so se ob navajanju teh učenci smejali in razživali.

V nadaljevanju učenci učitelju povedo, da so klimograme že spoznali pri geografiji pri prikazovanju prosojnic, pa samostojno opredelijo tako pomen barv tematskih zemljevidov kot tudi celine in pomembnejše kraje, po katerih učitelj sprašuje. »*Tam, kjer je bolj temno, je globlje, tam, kjer je pa svetlo, pa plitvo.*« Uro ob zvonjenju učitelj prekine za nekaj minut, da se učenci sprostijo, nato pa nadaljuje pouk z ugotavljanjem pomena barv na zemljevidu temperaturnih območij Zemlje.

Da se učenci včasih manj zapletajo v lastne misli kot učitelj, je pokazalo obravnavanje zemljevida podnebnih področij, ki se je zdel učitelju nepregleden že pri sestavljanju priprav. Svoj dvom o zemljevidu je učitelj izrazil pred začetkom, med uro je v dvomu vprašanje postavil učencem, po uri pa je o njem izrazil presenečenje, da »*se očitno slika zdi nepregledna samo meni*«.

U: Še eno stvar imam za pokazati'. Podnebna območja. Kaj nam kaže ta slika? Boste vi mene sedaj malo naučili, ker si jaz nisem najbolj na jasnem?

T: Količine padavin, pa podnebje, pa toplo, mrzlo.

U: Aha. In kaj predstavlja ta del?  
T: Da je zelo vroče, da je visoka temperatura.  
U: Zelo vroče. Še tukaj, tukaj, tukaj.  
T: To prikazuje povprečno temperaturo.  
U: A podnebje je temperatura in padavine?  
T: Kjer pade dosti padavin in je dovolj toplo.  
U: Aha, tam je najbolj vroče. Ja, to pa drži, to pa je res.

mp – eaped, 1. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Druga, po učiteljevem mnenju »nepregledna« prosojnica pa je bila prosojnica s piramido, kjer so bila prikazana območja rastja glede na količino padavin in temperaturo.

U: Kaj je zdaj s to piramido?  
T: Prikazuje življenjska območja.  
U: Življenjska območja. In kako je z življenjskimi območji?  
T: Tule kaže vlago.  
U: Aha, v to stran kaže vlago. Kaj kaže pa v višino?  
T: Pa temperaturo.  
U: Z manjšanjem vlage so manjši gozdovi.

mp – eaped, 1. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Pravilno sklepanje učencev učitelj povzame v podrobnem odgovoru, za konec pa jim pokaže še prosojnico s satelitsko sliko, kjer ugotovitve preverijo.

U: Zdaj pa dobro poslušat'. Tukaj bi vas opozoril na to, da je lahko enaka temperatura po vseh območjih, pa imamo bujen gozd ali puščavo. Odvisno je od količine padavin. Ja? Nimamo puščave samo v Afriki, ampak jo imamo še kje drugje in vedno na zahodni strani celine, tako kot je že prej Mojca povedala, na vzhodni strani dež pade na celino, na zahodni strani je pa pogosto suša. Dobro. To si tudi zapomnite. No, tako pa zgleda, če bi šli Zemljo slikati z vesolja.

mp – eaped, 1. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Po pregledu prosojnic učitelj nadaljuje z eksperimentalnim delom pouka s poskusom določanja odvisnosti rasti od količine svetlobe in pa s pripravo na izdelavo merilnikov temperature. Učitelj se strogo drži priporočila, da naj učenci sami zasnujejo poskus, za kar pa porabi več časa, kot je pričakoval. Učenci po zaključni zgodbici, ki jo pove kot primer poskusa, hitro ugotovijo, kaj pri njihovi zasnovi ne deluje.

U: Kako bi ugotovili, da rastline (za rast) potrebujejo svetlobo? Razmišljat', vsi razmišljat'.  
T: Da bi rastlino dali v prostor, kjer ni svetlobe.  
U: V redu. Bi jo dali v prostor, kjer ni nobene svetlobe. In kaj pričakujete, da bi se zgodilo?  
T: Umrla bi, ovenela.  
U: Ovenela. Lahko bi ovenela, ker ste jo pozabili zalit'.  
T: Ne ... lahko bi namočili, pa potem dali v temo.  
U: In kaj bi potem ugotovili?  
T: Da, ne raste brez svetlobe, ker ni fotosinteze.  
U: Pa jaz lahko še vedno trdim, da je umrla, ker je nisi zalila. Kako me boš prepričala, da je bila res svetloba kriva?

T: Dali bi jo v veliko posodo z vodo.

U: Ja, potem bi pa rekel, da si jo pa preveč zalival. Nisi me prepričal. Bo treba malo drugače razmišljat'.

Učenci ne povežejo dveh spremenljivk, zato se učitelj odloči spremeniti tok misli učencev s primerom, ki navidezno nima povezave.

U: Čakaj, samo malo zdaj. Je bila ena mama na kavi z eno drugo mamo, pa je rekla: »Ti, veš, kako pa je naš fant priden. Tok je priden, same dvojke ima.« Pa prav druga mama: »Ti, je pa res priden, naš pa ima same cveke, naš ni za nikamor.« Potem pa je šla na kavo z drugo mamo, pa se spet pohvali: »Ti veš, kolk je naš fant priden, same dvojke ima.« Pa prav ta tretja mama: »Ti ne vem, če je res, naš ima same petice.« Kaj sem hotel povedat'? Kolk sinov je bilo tukaj, v tej zgodbi?

T: Trije. Dva.

U: Koliko pa ste vi imeli v vaši zgodbi?

T: Enega.

U: Pa kaj se vam zdaj kaj svita?

T: Ja! Enega bi morali dati na sonce, enega v temo, pa bi potem videli!

U: Odlično, Aleš.

mp – eaped, 1. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj Aleša povabi k tabli, da bo z njim pripravil poskus z algami. Med pripravo se prepričajo, da so v posodo dali enako količino vode, da je v vsaki posodi približno enako veliko rastlin in da je druga posoda dobro zavita in skozi aluminijast ovojni papir ne prehaja nič svetlobe.

Ob koncu druge blok ure učitelj pove, da bodo v naslednji uri izvajali poskuse v skupinah. Pripravljenih bo pet pladnjev in skupine bodo krožile med delovnimi točkami, zamenjava pa bo na znak, ko bo učitelj mnenja, da so vse skupine zaključile delo. Pred podrobnejšimi navodili učitelj učencem še enkrat povzame vsebino današnje ure in poskuša ugotovitve povezati z merilniki, ki jih bodo v naslednji uri naravoslovja izdelovali. Povzame, da so ugotavljali, kateri so »*dejavniki, ki potem vplivajo na vse te spremembe in na življenje*«, in da bodo »*te dejavnike merili s pripravljenimi instrumenti*«.

Tik pred zvonjenjem učitelj ugotovi, da mu še niso povedali, kaj pričakujejo, da se bo z mahom zgodilo. Učenci spremembe na rastlinah napovedo za štirinajst dni.

### Učiteljeva analiza lastnega dela

Po uri učitelj skuša opisati svoje doživljanje med delom v razredu. Kot pove, so učenci že med odmorom opazili, da se pripravlja nekaj posebnega in so bili polni pričakovanj in radovednosti. Bal se je, da teh pričakovanj ne bo dosegel. »*Pred uro sem bil zelo nemiren, saj sem imel občutek, da nisem dovolj pripravljen, geografske vsebine mi ne ležijo, hitel sem s pripravo pripomočkov, ki naj bi jih učenci uporabili pri praktičnem delu v skupinah, poleg tega pa sem imel tremo pred raziskovalcem.*«

Čeprav je bil učitelj mnenja, da je sicer zelo učinkovit, kadar je pod pritiskom, prizna, da v tem primeru ni imel dovolj časa za pripravo in je uspel končati priprave šele nekaj minut pred začetkom pouka.

Po njegovem videnju je šlo naštevaje sprememb učencem zelo dobro, precej več težav pa je bilo z razvrščanjem sprememb glede na pogostost pojavljanja. Ta del je bil še toliko bolj nedorečen, ker »*včasih še sam nisem bil prepričan, kako pogostost ponavljanja sprememb razvrstiti*«. Kot pove, je med pripravo imel občutek, da »*moram vse spremembe natančno razvrstiti in pogosto se mi je zdelo, da je razvrstitev prej odvisna od vsebine in ne toliko od pojmov samih*«. Edina rešitev je bila, da za vsako razvrstitev poiščejo utemeljitev, kar pa je po njegovem vzelo precej časa.

Če je bil problem pojmov razvrščanje, pa kot največji problem izvedbe navede prosojnice, ki so *»očitno res namenjene učencem, saj z njimi niso imeli prav nobenih težav«*.

Pri poskusu z mahom so po učiteljevem mnenju učenci z veseljem načrtovali poskus in spremljali njegovo izvedbo.

Prvi sklop je učitelj izvedel isti dan še v drugem sedmem razredu. Tudi te ure so bile posnete, vendar zaradi podobnosti izvajanja sklopa niso posebej navedene. Omeniti je treba, da je pri drugem izvajanju učitelj nekatere zaplete že sproti pričakoval, predvidel je dodatne kategorije pri razvrščanju in pričakoval zaplet pri zasnovi poskusa. Učitelj še pove, da so pri drugem izvajanju učenci prišli od športne vzgoje in so bili precej nemirni, pogosto so prosili, če gredo lahko spit nekaj vode. Ugotavljal je tudi, da so učenci želeli narediti vtis na raziskovalca in so zato dajali neprimerne pripombe. Glede na to, da je učitelj sklop izvajal drugič, *»sem želel pri njeni ponovitvi skrajšati uvodni del naštevanja in razvrščanja sprememb in hitreje analizirati prosojnice«*. To mu, kot pove, ni uspelo, saj so bili učenci zelo nezbrani in jim naštevanje sprememb ni šlo, pa tudi z razvrščanjem so imeli težave. Namesto da bi se skrajšal, se je ta del zavlekel, prav tako pa je bila ta delovna vnema drugačna kot v prvem razredu in drugačna kot je običajna za ta razred. To je po njegovem vplivalo tudi na njegovo vodenje dela v razredu.

Pri ostalih urah izvajanja sklopov modela (drugi do peti sklop) je učitelj posebej izpostavil, da je pri drugem sklopu začel s ponavljanjem predhodnih ur, nato so ponovili navodila za izvedbo poskusov, se razdelili v skupine in nemudoma pričeli so z delom. V prvi uri jim je do konca uspelo izvesti le en poskus, zato so s poskusi nadaljevali v naslednji uri. Sicer pa je praktično delo potekalo umirjeno, pove, da so bili učencem poskusi všeč, ker pogosto praktično izvajajo dejavnosti, pa tudi z vodenjem ure ni bilo posebnih težav. V drugem razredu je pri istem sklopu prav tako najprej ponovil že obravnavane vsebine, nato so ponovili navodila za izvedbo poskusov in začeli z delom. Tudi njim je bilo izvajanje teh dejavnosti v veselje, zato pri vodenju teh ur ni zaznal večjih težav. V tem razredu so vse skupine končale vse poskuse v namenjenem času. Izkazalo se je le, da bi pri izdelavi merilnika temperature potrebovali več časa, saj učenci niso uspeli dovolj natančno preveriti delovanja termometra. Po vseh dejavnostih so uro zaključili z analizo poskusov, pregledali so vse zapise na delovnih listih in se pogovorili o rezultatih in izkušnjah pri izvajanju.

Tretji in četrti sklop je tako učitelj začel z določitvijo števila organizmov na določenem območju. Dejavnost je izvajal tako, da so učenci najprej sami predlagali načine zbiranja podatkov, nato pa so se o rešitvah, ki so jih predlagali, pogovarjali skupinsko. Podatke iz tabel so učenci oblikovali v grafikon in v razpredelnico. Ta dejavnost je bila učencem po učiteljevem dožemanju všeč. Učitelj pove, da se je izkazalo, *»da imajo šibkejši učenci pri risanju grafov in njihovem branju veliko težav«*.

Nadaljevali so z opazovanjem poskusa z mahom. Pri izvajanju drugega dela poskusa z dodajanjem soli v posode z algami učenci kljub vztrajanju učitelja pri napačnem (nepoštenem) poskusu na zasnovi niso imeli pripomb in se jim je rešitev zdela dobra. Ko je učitelj opisal poskus do konca in narisal razpredelnico za vnos rezultatov, so nekateri ugotovili, da je z drugim delom poskusa nekaj narobe. Skupaj so prišli do rešitve. Učitelj pove, da je izpustil poskus z mešanjem barvne vode, čeprav je dejavnost predvidel v pripravi. Prav tako so pri obravnavi prilagoditev organizmov na razmere v okolju vsebine obdelali manj natančno, kot je bilo prvotno predlagano v pripravi.

V drugem razredu je ura potekala primerljivo, pomembna razlika pa je bila, da so v drugem razredu učenci prej ugotovili, da je s poskusom s soljo nekaj narobe in so sami popravili poskus.



Na splošno o sklopih učitelj pove, »*da je imel največ težav z določitvijo ciljev posamezne ure*«. Čeprav je bilo »*vse povedano in zapisano so mi bila navodila za prvo in drugo uro najbolj jasna, za ostale tri ure pa se mi je zdelo, kot da so stvari malo nametane in da ne vem prav dobro, kako jih povezati*«. Pri tretji uri se po učiteljevem mnenju lepo povezuje zbiranje podatkov z njihovo predstavitvijo (določanje št. organizmov ter risanje in branje grafikonov), doživljanje živali pa se mu je zdelo pri izvajanju tega sklopa vsebinsko nepovezano. Pri četrtem in petem sklopu so prilagoditve organizmov ustrezno povezane, vsebinsko nepovezano pa se mu je zdelo načrtovanje poskusov in njihovo natančno opisovanje. Učitelj sklene razmišljanje, da so bili cilji kljub vsemu »*zastavljeni preširoko za pet ur pouka*«, kolikor si jih je vzel za izvajanje.

Učitelj pove, da je med izvajanjem modela »*potrdil lastno razmišljanje, da je treba otroke učiti naravoslovje na vzročno-posledični način, da iz pogojev sklepajo na prilagoditve in da je dokončno spoznal, da vprašanj »zakaj« ni nikoli preveč*«. Učitelju so bile zelo všeč ideje za izvedbo poskusov oziroma pripravo enostavnih merilnih inštrumentov.

### H.3.2 Izvajanje modela na šoli 'eamsm'

#### Izvajanje modela na šoli 'eamsm' – splošni opis

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja, je bilo na šoli posnetih 7 ur pouka v dveh sedmih razredih. Zaradi bližine šole je bilo usklajevanje časa za obisk pouka enostavno, zato je bilo dogovorjenih več obiskov. V prvem (7. A) razredu so bile posnete ure izvajanja vseh petih sklopov, v drugem razredu (7. B) pa le drugi, eksperimentalni sklop in četrti sklop značilnosti morja kot življenjskega prostora. Eno šolsko uro pred začetkom izvajanja so učenci reševali predpreizkus (P), o nadaljnjem delu pa jih je zaradi zahtev staršev podrobno med poukom obvestil ravnatelj. Povedano jim je bilo, da bodo naslednjih nekaj ur sodelovali pri raziskavi, da bo uro vedno vodil učitelj laborant in da bodo pri nekaterih urah sodelovali tudi zunanji opazovalci. Učitelj laborant opozori, da pogosto sodeluje v 7. razredu in zadovoljivo vzdržuje disciplino v razredu, da pa »*izpadov učencev*« ne more nadzorovati. Pri opisu izvajanja modela poučevanja na tej šoli je podrobno opisan le drugi, eksperimentalni sklop, pri preostalih urah pa so omenjene le posebne razredne situacije.

Učitelj večkrat pove, da si je izvajanje sklopov predstavljal precej drugače, kot so bili sicer izvedeni. »*Čisto drugače sem si predstavljal uro, da bo šlo to hitreje. Že pri naštevanju sprememb so take čvekali vmes, da sem jih moral opomniti, da se osredotočijo na naravoslovje*.« Med opazovanjem se je pogosto pokazalo, da učitelja zelo motijo tisti učenci, ki jih ni uspel povsem motivirati za delo v razredu in so pogosto skakali učitelju in drugim učencem v besedo. S pripravo poskusov in izvajanjem po njegovem mnenju ni imel posebnih težav, vendar pa je tudi po izvajanju drugega eksperimentalnega sklopa potožil, da učenci dejavnosti izvajajo prepočasi in mu zato pogosto zmanjka časa. Učenci po njegovem mnenju sicer dobro sodelujejo pri izvajanju dejavnosti, vendar pa se zaveda, da nekaterih učencev v razredu niti ne opazi, prav tako pa tudi njihove odgovore presliši. Zaveda se, da potek ure pogosto prepusti odgovorom, ki jih povedo glasnejši učenci. Učitelj je mnenja, da učenci bolje odgovarjajo ustno kot pa pisno na preizkusih znanja.

O modelu poučevanja učitelj pove, da je sistem, ki je za izvajanje zahtevan, drugačen, kot ga je vajen izvajati sam. »*Ko sem pred leti poučeval biologijo, si nisem nikoli tako pripravil učne ure v tem smislu,*



*da bi si v naprej postavil vprašanja na cilje, ki jih moram obdelati. Mogoče je tak način tudi dober, spet pa je odvisno za kakšno snov gre.*» Učitelj pove, da je vedno opredelil cilje, ki jih je potem oblikoval v dejavnosti. Ni si posebej zapisoval nalog učitelja in učenca, poudaril pa je rezultate dejavnosti, s katerimi je cilje učne ure dosegal. Pri modelu ga je najbolj presenetila vnaprejšnja priprava vprašanj pri prvem sklopu, eksperimentalni del pa se ni bistveno razlikoval od njegovega siceršnjega načina dela. Učitelj je bil mnenja, da bo imel za izvajanje sklopov dovolj časa, vnaprej pa je predvidel, da bo učencem iz dejavnosti, ki jih bodo izvajali v šoli, pripravil tudi nekaj posebnih vaj za domače delo. Učitelj si je domače naloge pripravil vnaprej, ali bo učencem domačo nalogo dal, pa se je odločil v trenutku izvajanja pouka, če je videl, da mu časa primanjkuje.

Po mnenju učitelja so učenci počasni, kadar je treba prepisovati besedilo, npr. s šolske table, zato se za tak način dela raje ne odloči. Prav tako je večkrat izrazil zaskrbljenost zaradi eksperimentiranja, saj ti učenci v tem šolskem letu še niso eksperimentirali. Predvidel je, da bi vsaka skupina izvedla svojo vajo, izsledke pa bi potem predstavili razredu. Pri sestavljanju skupin učencev so ti glasno izražali nestrinjanje z učiteljevo odločitvijo, da skupine sestavi on in ne učenci sami. Pri tem so bili včasih nesramni in so z glasnostjo in nasprotovanjem onemogočali nadaljnje izvajanje dejavnosti.

### **Priprava**

Učitelj je za izvajanje vseh petih sklopov v pripravi predvidel pet šolskih ur. Pri prvem sklopu je učitelj poudaril časovni potek ure in je za vsakega izmed delov ure (ugotavljanje sprememb, razvrščanje, določevanje trajanja) določil časovni okvir. Prav tako je časovno natančno določil izvajanje eksperimentalnega dela v drugem sklopu (navodila, izvedba, poročanje).

V prvi uri predvidi v uvodu ure opredelitev pojma spremembe in navajanje sprememb, ki jih nato učenci razvrstijo v razpredelnico, ki jo učenci prepisujejo v zvezke. Skupaj nato skušajo ugotoviti, kako te spremembe vplivajo na okolje (prosojnice zemljevidov), nato pa sledijo glavna vprašanja o hitrosti in trajanju sprememb. Za domačo nalogo je vsak učenec dobil naključni grafikon, ki ga doma (s starši) poskuša natančno opisati.

V drugi uri predvidi hiter potek ure, saj učencem materiale za merilnike pripravi vnaprej (lesena plošča že ima držala za plastično cev, kapalke so že prirezane, slamica ima že ovit plastelin), prav tako pa sočasno med izdelavo učencem pokaže, kako merilnik sestaviti. Ker ni vsak dan na šoli, se boji, da naloge merjenja temperature in količine vode ne bo uspel izvesti po zahtevanih navodilih modela, zato celo predlaga, da bi poskus z učenci izpustil. Sklenjen je dogovor, da skrb za izvajanje te dejavnosti prepusti učitelju geografije za dni, ko sam ni na šoli. Učenci bodo zbirali podatke vsak dan, v klimogram pa jih bodo vpisovali pri urah naravoslovja. Za 45-minutni eksperimentalni del drugega sklopa je učitelj porabil dve uri priprav.

Tretji sklop se začne s pregledovanjem rezultatov tretje ure in z vpisovanjem podatkov v klimogram, sledi pregledovanje domače naloge opisovanja grafikonov, preostanek ure pa je namenjen doživljanju in primerjavi različnih organizmov (material si ga je sposodil pri biologiji: morski, kopenski polži, školjke). Za domačo nalogo si morajo učenci izmisliti primer merjenja (karkoli: čas, količina obroka, pogostost pitja, dolžina spanja ...) in meritve izvesti do naslednje ure naravoslovja.

Četrty sklop se začne s pregledom eksperimenta alg, takoj za tem pa je predvideno nadaljevanje poskusa alg z vzporednim poštenim poskusom. Sledi poskus mešanja tople in hladne vode, na koncu pa je predvidena dejavnost iskanja organizmov v posameznem predelu morja v literaturi (učbeniki za

naravoslovje, naravoslovne knjige, revija Proteus).

Zadnja ura je namenjena ugotavljanju razlik med spreminjanjem organizmov zaradi počasnih sprememb v okolju in spreminjanju organizmov zaradi hitrih sprememb ter spreminjanju okolja zaradi delovanja organizmov, hkrati pa je predvidena ponovitev vseh predhodnih štirih ur in poskusov, ki so jih izvedli.

**Potek opazovane ure:** (mp – eamsm, 2. skl., 7. A I)

V začetku ure učitelj preveri, ali so učenci naredili domačo nalogo in jih prosi, da nalogo prinesejo s seboj naslednjo uro, saj danes za pregled ni časa. Opomni tudi učence, ki naloge še niso naredili.

Pri podajanju navodil naloge prejšnje ure učitelj ni dovolj natančno opredelil, katere podatke naj učenci poiščejo. Ena izmed učenek ugotovi, da je zračna vlaga lahko največ 100 %.

T1: Učitelj, ali ste vi rekli največja vlažnost ali nekaj takega? Ker je stooostotna, kadar dežuje!

U: Nisem rekel največja vlažnost.

T1: Ja, pa ste!

U: Najvišji tlak, pa najnižji tlak.

T2: Ja, temperaturo, pa tlak, pa svetloba, pa količina padavin!

T1: Ja, pa vlažnost je tudi rekel!

T2: Ne, pa ni!

U: Rekel sem, da poiščite podatke za najmanjšo in najvišjo temperaturo, tlak, območje za največ svetlobe in najmanj ter mesto z največ in najmanj padavinami.

mp – eamsm, 2. skl., 7. A I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eamsm'. U - učitelj, T - učenec.

Učenka si je napačno zapisala vprašanje in je zato veliko časa porabila za iskanje odgovora, ki nima posebne vrednosti. Problem njenega razumevanja je v absolutni in relativni vrednosti. V zraku se v različnih razmerah pojavlja voda v plinastem, tekočem in trdnem snovnem stanju, vsa tri stanja pa določajo količino vlage v zraku, ki se spreminja s temperaturo zraka. Toplejši je zrak, več vodne pare ostane v ravnotežju z ostalimi plini. Ko se zrak ohlaja, se iz zraka vodna para izloči kot kapljice ali kot ledeni kristali. Postopku pravimo kondenzacija. Učitelj bi lahko izkoristil trenutek in poudaril razliko med absolutno vlago [ $\text{gm}^{-3}$  zraka] in relativno vlago [%], ki je odstotni delež vlage glede na največjo mogočo količino vlage v zraku pri danih pogojih. Učenka je med iskanjem našla opredelitev za relativno vrednost, ne pa tudi za absolutno, zato na vprašanje ni našla odgovora. Na vprašanje, zakaj je situacijo prezrl, pove, da se do raziskovalčevega vprašanja tega zapleta ni niti zavedal.

Med izvajanjem dejavnosti je potekal zanimiv pogovor med raziskovalcem in učenci, ki so izdelovali manometer. Čeprav so dobili navodila napisana, so zadnja dva koraka zamenjali in so tako najprej zamašili eno izmed strani cevi in šele nato vlili vodo v cev. Ker je bil krak cevi zamašen, se stolpec ni poravnal s stolpcem drugega kraka.

R: Kako ste dali pa vodo v cev?

T1: Ja, vlili smo jo.

R: Pa te to, da (stolpca zraka) nista enaka na obeh straneh, nič ne moti?

T1: Tukaj je višji, tukaj pa nižji [op. stolpec zraka]. Bi moralo biti enako.

R: Kaj bi se pa zgodilo, če bi plastelin umaknili?

T1: Ja, bi šla voda tule [op. pri nižjem stolpcu] gor.

T2: Ja, bi se izenačilo.

R: Kako bi bilo to videti?

T: Stolpca bi bila enaka.  
R: Kaj bi bilo, če bi bil zunaj večji zračni tlak?  
T: Tukaj bi bila večja razlika, tu pa bi bil stolpec [op. zraka] nižji.  
R: Kdaj pa pričakujete visok tlak?  
T: Kadar je lepo vreme.

mp – eamsm, 2. skl., 7. A I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eamsm'. R - raziskovalec, T - učenec.

Učenci so razumeli, kaj so storili narobe in tudi kaj bi se zgodilo, če bi v trenutku, ko so že pripravili merilnik, plastelin odstranili. Ker s stališča merjenja res ni pomembno, kje postavimo izhodiščno točko, so učenci lahko nadaljevali z izdelanim merilnikom, saj so pokazali, da razumejo, kaj se s stolpci zraka dogaja pri spremembi zunanje tlaka. Pri ostalih skupinah med izvajanjem dejavnosti ni bilo problemov. Videti je bilo, da učenci razumejo navodila dovolj dobro, da sestavijo posamezni merilnik. Med poročanjem skupina, ki je izdelovala termometer, pove, da bi se s pripravo dalo natančno meriti le v nekem ozkem temperaturnem območju. Proti koncu ure učitelj burno reagira na po njegovem zelo nesramen odnos nekaterih učencev do drugih učencev, vmes pa poudari tudi, da se učenci glede na odnos do dela ne zavedajo, da je tudi ta učna snov, čeprav je obravnavana v okviru raziskave, učna snov, ki jo bodo morali znati.

U: Kako ste lahko tako nepošteni do sošolcev? Povem vam, da boste morali to znati, da tega ne delamo brez veze danes. Začnite se zavedeti, da tudi eksperimentalno delo spada v okvir naravoslovja. Naslednje leto, ko boste imeli kemijo, boste veliko tega delali in nič vam ne bo škodilo, če se tega naučite. Pri kemiji bo eksperimentalno delo tudi del ocene.

mp – eamsm, 2. skl., 7. A I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eamsm'. U - učitelj.

To, da učitelj podpira predlog, da bi se ocenjevalo tudi eksperimentalno delo, večkrat jasno izrazi. Zdi se mu, da prav poudarjanje tega vidika eksperimentalnega dela pomembno vpliva na razumevanje in na odnos do naravoslovja in uporabe raziskovalnega pristopa. Po njegovem »*se je res lepo igrati z živalcami, vendar pa je pravo eksperimentalno delo vse prej kot božanje živalic. Zahteva natančnost, spretnost in predvsem voljo do eksperimentiranja, ki pa je večina učencev nima. Tisti redki, [ki jo imajo,] tistih pa pač nihče ne pogleda*«. Učitelj za domačo nalogo naroči, naj učenci razmislijo, kako bi doma izmerili količino padavin. Eden izmed učencev vpraša, ali mora upoštevati tudi, koliko padavin izhlapi. Učitelj navdušeno potrdi njegovo idejo in poudari, da bi bilo še posebej odlično, če bi ugotovil, kako bi poskus izvedli, da bi se izognili tej težavi pri merjenju.

### **Učiteljeva analiza lastnega dela**

Po izvajanju drugega sklopa učitelj povzame, da imajo učenci najmanj težav pri izdelavi termometra, sicer pa so bili pri skupini, ki je izdelovala areometer premalo natančni pri odčitavanju in označevanju. »*Sama ura mi je bila vseč, motilo pa me je, da sem jim moral dati na začetku ure veliko navodil in sem s tem porabil preveč časa. Prav tako so se morali tudi razdeliti v skupine in pripraviti klopi.*« Učitelj sklene, da sama dejavnost ni tako zahtevna, kot so priprave za njihovo izvajanje. »*Če jim navodil ne bi dal tako podrobno, pa mislim, da bi šlo samo delo bistveno počasneje.*« Pri pripravi za delo je bilo po njegovem preveč hrupa. Učitelj predvideva, da je vnema, ki so jo učenci pokazali, odraz tega, da so

imeli v letošnjem šolskem letu premalo eksperimentalnega dela, »*zato tega niso vajeni in se ne znajdejo najboljše*«. Prav pri tej uri pa poudari tudi, da nekateri učenci pogosto motijo pouk in s tem tudi njega, ker mora delo prekinjati in vzdrževati disciplino. Vse to pa pomeni manj časa za delo. »*Učenci se ne zavedajo, da je eksperimentalno delo pomembno, zato ga ne jemljejo kot del učnega procesa. Če bi se tudi praktično delo ocenjevalo, bi imeli lahko učitelji drugačen pristop, učenci pa povsem drugačen odnos.*« Učitelj pove, da na drugi šoli, kjer je sam laborant, učitelj dvakrat letno oceni eksperimentalno delo in je zato pri tistih učencih odnos do dela veliko boljši.

### H.3.3 Izvajanje modela na šoli 'eevrd'

#### Izvajanje modela na šoli 'eevrd' – splošni opis

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja sta bili na šoli posneti dve šolski uri (blok ura) pouka v enem sedmem razredu, kjer je učitelj izvajal drugi sklop modela poučevanja. Predpreizkus (P) so učenci pisali en teden prej, sledila je ura pridobivanja ocen in po tej izvajanje prvega sklopa. Učenci so za predpreizkus porabili 20–25 minut, nejasnosti glede vprašanj po učiteljevem pričanju ni bilo. Sklopi modela so bili izvedeni v sedmih urah, saj je učitelju kar dvakrat zmanjkalo časa za vse, kar si je v pripravi za pet ur zastavil. Kot pove, so časovne težave reševali uspešno le zaradi blok ur. Učitelj je imel namen podrobno pokazati izdelovanje merilnikov, da bi delo potekalo hitreje. Učitelj pove, da je včasih bolje »*porabiti malce več za navodila*«, saj se hitro zgodi, da morajo zaradi neustreznega eksperimentalnega dela dejavnost ponavljati. Med opazovanjem se je izkazalo, da je navodil enostavno preveč in da so preveč natančna. Zaradi tega je bil časovno izgubljen pomemben del ure. Učitelj tudi vedno natančno pregleda domačo nalogo in zahteva, da jo učenci naredijo do dogovorjenega dne. Tisti, ki je nimajo, pa so deležni stroge kritike, ki jo slišijo pred vsemi v razredu. Za natančnost učitelj porabi veliko časa. Značilnost učitelja je tudi, da učencem vedno pusti, da povedo svoje izkušnje v podrobnosti, zato ti opisujejo najrazličnejša doživetja, ki so sicer zanimiva, vendar k uri ne prispevajo bistveno.

Učitelj pove, da je bila ura, kjer sta bila prisotna opazovalca, precej drugačna glede na običajno obnašanje učencev. Ti so bili po besedah učitelja zelo disciplinirani in se tudi bolj kulturno obnašali. »*Običajno imajo učenci veliko pripomb med poukom, velikokrat tudi neprimernih za v razred, med samim poukom se lotijo besednih dvobojev.*« Drug drugega naj bi sicer pogosto zmerjali, da lažje o svojih izkušnjah, da pretiravajo, da to sploh niso njihove izkušnje, ampak izkušnje tretje osebe ali pa da česa takega še niso slišali, videli ali doživeli. Pri drugih šolah, vključenih v raziskavo, so učitelji navajali običajno ravno nasprotno. Pogosto so izpostavljali, da so učenci bolj živahni in ne bolj disciplinirani.

Učitelj je za izvajane sklope pripravil dodatne domače naloge.

Doživljanje živali je učitelj priredil v dejavnost opazovanja pestrosti živih organizmov v listnem opadu. To je bila v tistem obdobju zaradi mile zime in ugodnih vremenskih razmer res zelo veliko.

#### Priprava

Učitelj je v pripravi navedel, da ima za prvi sklop kot pomoč pri navajanju in razvrščanju pripravljeno prosojnico (sestavljanko) z vrisano razpredelnico in odrezke prosojnice, na katerih so spremembe zapisane. V kolikor bi nastopile težave pri navajanju, bi učitelj spremenil dejavnost in vodeno razvrščal

pojme, enak sistem predvidi tudi pri obravnavanju pripravljenih prosojnic – zemljevidov. V pripravi je pogosto uporabljal tujke in strokovne izraze, ki jih običajno v razredu ne navajamo, ker so učencem tuje. Na opozorilo učitelj odgovori, da *»v priprave večkrat zapišem bolj strokovne izraze, ki so namenjeni meni, učencem pa pojme razložim na bolj preprost način z ustreznimi pojmi«*. V pripravi učitelj predvidi krožno izvajanje poskusov, pri katerih bo v vsaki skupini za vsak poskus odgovoren drug učenec. S tem poskuša učitelj prerazporediti delo bolj motiviranih posameznikov na vse člane skupine. Učitelj z učenci v prvi uri izvede po navodilih na delovnem listu motivacijski poskus in skupaj odgovorijo na vprašanja. Po uvodni minuti nadaljujejo z izvajanjem prvega sklopa, kjer učitelj zavede šest ključnih točk oblikovanih v vprašanja: (1) kaj se spreminja, (2) pogostost spreminjanja, (3) vpliv spremembe, (4) ugotavljanje predelov s počasnimi in (5) hitrimi spremembami ter (6) določevanje velikosti spremembe. Pri vsakem vprašanju učitelj predvidi najprej navajanje pojmov, opredelitev trajanja in pogostosti ter nato razvrščanje, sledi vpliv teh sprememb in na koncu določevanje območij, kjer so te spremembe najbolj opazne.

Zbiranju in razvrščanju pojmov sledi izvedba eksperimenta s tremi posodami alg, kjer je prva posoda odkrita, druga ovita v prosojne bele papirnate brisače za roke, tretja pa je ovita v neprosojen ovoj. Poseben poudarek učitelj v pripravi določi za opredelitev omejujočega dejavnika ekosistema. Cilj je pri učencih doseči razumevanje, da s spremembo omejujočega dejavnika povsem spremenimo ekosistem in to z ugotovitvijo, da je dejavnik, ki je v okolju najizrazitejši, tisti, ki najbolj omejuje pestrost življenja.

Učitelj predvidi domačo nalogo, pri kateri učenci poskušajo opisati neko geografsko območje.

Drugi sklop začne učitelj s podrobnimi navodili za izvajanje dejavnosti izdelovanja merilnikov in z določitvijo skupin, v kateri so po štirje učenci. Ti bodo z učiteljem in z laborantom pripravili tudi vse pripomočke za izvajanje poskusov. Vsaka skupina bo izvajala le en poskus, o poskusu pa bo skupina poročala razredu. Prva skupina je skupina za določevanje lastnosti svetlobe, druga temperature, tretja gostote, četrta tlaka in peta količina padavin/izhlapevanje. Obravnava grafikonov je predvidena kot domača naloga z navodili, da učenci s pomočjo časopisov, TV, spletnih strani in drugih virov spremljajo in si zapisujejo podatke za tlak, vlago, temperaturo ali vrednosti količine padavin za en teden in narišejo grafikon. V nekaj stavkih morajo napisati tudi poročilo. Učenci, ki doma nimajo ustreznih pripomočkov (za merjenje temperature, vlage in tlaka), bodo te podatke spremljali v šoli. Inštrumenti so v učilnici. S podatki preko spleta in časopisov pa ugotavljajo in primerjajo, če so njihove izmerjene vrednosti skladne z javno objavljenimi podatki. Eksperiment gostote je laborant dopolnil še s poskusom čudežnega praška, ko v posodo s potopljenim jajcem dodamo sol in jajce splava na površje.

Naslednjo uro je v začetku predviden podroben pregled domače naloge. Tretji sklop, pri katerem so obravnavane prilagoditve organizmov na življenje v določenem okolju, učitelj začne z dejavnostjo opazovanja in doživljanja ter primerjave organizmov v listnem opadu. Naloga učencev je, da opišejo njihove življenjske pogoje in značilno zgradbo posameznih organizmov in na osnovi izsledkov pripravijo kviz za preostale skupine.

Četrta in peti sklop sta oblikovana povsem po modelu. Učitelj prične s poskusi z algami in naredi nepošteni del poskusa, sledi pa izvajanje poskusa mešanja tekočin, s katerim predstavimo mešanje vode. S pomočjo ustrezne prosojnice učenci sklepajo, kako se meša voda v morju. Peti sklop je zasnovan kot dejavnost učencev, pri kateri odgovore na vprašanja poiščejo v literaturi, ki jo priskrbi učitelj.

**Potek opazovane ure:** (mp – eevrd, 2. skl., 7. A I in II)

Po uvodnem preverjanju prisotnosti in razvrščanju učencev v skupine učitelj ponovi vsebine prejšnje ure, ko so pri pouku obravnavali pojem spremembe. Značilno je, da učenci odgovarjajo na vprašanja z eno besedo. Bolj opredeljene odgovore dobi učitelj šele pri ponavljanju poskusa s tremi posodami in algami. Učitelj z učenci obnovi poskus prejšnje ure. Čeprav so učenci napovedali spremembe šele po enem tednu, se učitelj odloči te preveriti v tej uri, torej komaj tri dni kasneje. Na vprašanje, zakaj se je tako odločil, učitelj pove, da je očitno napačno tolmačil časovne zahteve modela.

Zanimiv je pogovor okoli vprašanja, ali se temperatura v globinah morja spreminja. Učitelj dobi odgovor, da je temperatura v globinah stalnejša, kar po učenčevem razumevanju pomeni, »*da se organizmom ni treba prilagajati*«. Čeprav je stalnost pogojev merilo le specializacije organizmov, je hkrati očitno, da večina organizmov odprtega morja ni omejenih le na nek ozek predel, ampak se gibljejo med različnimi območji temperature in tlaka. Učitelj razlago preskoči in nadaljuje s povezanim vprašanjem.

U: Kaj bi se zgodilo z neko globokomorsko ribo, če bi jo potegnili v višje plasti vode?

T: Ne bi preživela.

U: Ne bi znala preživeti. Kaj bi se potem zgodilo, če bi jo potegnili ven?

T: Poginila bi.

U: Ja. Kaj mislite, zakaj bi pa poginila?

T: Zato, ker ni vajena na svetlobo, pa od hrane ... in ker je navajena.

U: Kaj smo rekli, če ni svetlobe, ne morejo rastline uspevat'. To se pravi, da je druga. Še kaj? Kaj je pa tisti glavni vzrok?

T: Temperaturni šok.

U: Dobro, lahko bi bil tudi temperaturni šok. Se pravi velika sprememba temperature, da bi vplivala slabo na ribo. Kaj še?

T: Pritisk.

U: Bolj gremo na gladino, nižji je. In ta sprememba pritiska bi najbolj slabo vplivala na ribo in bi verjetno riba poginila. Zadnjič smo si pogledali še tole prosojnico.

mp – eevrd, 1. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje prvega sklopa na šoli 'eaped'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj se pri tem ustavi in nadaljuje z drugimi vprašanji. Med navedbami učencev je le sprememba tlaka tista, ki jo res lahko opredelimo kot pomembno za življenjske pogoje organizma, če je sprememba velika. Ker ribe v globinah niso odvisne od svetlobe, bi učitelj lahko sklenil, da jim svetloba ni odločujoči življenjski pogoj. Podobno razmišljanje je mogoče tudi za kopenske živali, ki se skrivajo v jamah in luknjah. Ne moremo trditi, da imajo težave z odsotnostjo svetlobe in ne moremo trditi, da jim svetloba kratkoročno neposredno škodi.

Po uvodnem ponavljanju učitelj nadaljuje z eksperimentalnim delom. Učitelj napove dejavnost vsake skupine, eden izmed učencev pa pri laborantu prevzame material in ga odnese do svojega mesta. Laborant nato podrobno pove, kaj od skupine pričakuje in katere ugotovitve si morajo učenci zapisati. Za razdelitev nalog učitelj porabi slabih petnajst minut. V tem času so skupine, ki so prve prevzele material, že začele z delom in zato ne sledijo razlagi. Učitelj vmes večkrat zahteva, da sledijo navodilom in da bodo potem izvajali poskuse, vendar jih učenci, sploh v zadnjih klopeh, ne upoštevajo. Eden od opazovalcev zapiše, da so »v zadnji klopi, čisto pri meni, sedijo učenci, ki najmanj sodelujejo že od začetka ure in ne sledijo navodilom, vendar so vseeno videti zelo zainteresirani za delo, saj nprestano preverjajo, kaj so dobili na pladnju in sami brez navodil nekaj poskušajo«.



Posebnost izvedbe je v tem, da so bili merilniki za temperaturo že pripravljene in so jih učenci morali le razstaviti, naliti vodo in nazaj sestaviti. Pri tem je pomembno tudi, da je med podajanjem navodil za poskuse laborant povedal veliko preveč podrobnosti o delu, na kar je bil po uri opozorjen. Pri tej skupini so torej učenci že vnaprej vedeli, kaj se bo dogajalo pri različnih temperaturah in kakšni bodo rezultati. Tudi v tem razredu se pojavi problem razlikovanja med pojmom temperature in toplote. Niti učitelj niti laborant se na pojma ne odzoveta. Laborant pove strokovno ozadje eksperimenta in zato navodila na koncu izpadejo kot neke vrste predavanje.

Ko vsi učenci dobijo navodila in pripomočke, začnejo z delom. Pri delu so dejavni in sodelujejo z učiteljem in laborantom. Tudi pogovori znotraj skupine so usmerjeni ciljno v nalogo, ki jo morajo opraviti. Laborant vodi delo levega dela učilnice, učitelj pa desnega, a nista pozorna na vse dogajanje v razredu. Pri skupini, ki je merila gostoto, učenci v merilni valj stresejo sol, kot je navedeno v navodilih, vendar raztopine ne premešajo. Učencev ni motilo, da je na dnu veliko neraztopljenih soli, in zato ugotovijo, da ob dodatku soli pravzaprav ni velike spremembe v gostoti.

Učenci so za eksperimentiranje potrebovali nekaj več kot 15 minut, nato pa je učitelj naredil premor za odmor. V drugi uri učenci nadaljujejo z izvajanjem poskusov, po tem pa sledi poročanje. Med poročanjem skupine, v kateri so izvajali poskus s temperaturo, je učenec, ki je poročal, med predstavitvijo eksperimenta skupine tudi demonstriral. Po uri je povedal, da se mu je poskus zdel zelo zanimiv in da so se mu zdeli zanimivi tudi drugi poskusi. Izrazil je obžalovanje, da vseh poskusov ne bo izvajal sam. Za skupino, ki je izvajala poskus z gostoto, je opazovalec zapisal, da je pri *»tretji skupini, ko so določali gostoto, učitelj neprestano ponavljal trditve učencev in jim dajal dodatna vprašanja, s katerimi naj bi preveril njihovo razumevanje. V tem trenutku se je zazdelo, da to ni poročanje o delu, ampak pravo zaslíševanje.«*

Med poročanjem skupine, ki je merila tlak, učitelj ne pusti, da bi učenci sami razložili, kaj so ugotovili, ampak jim pogosto skače v besedo. Opazovalec zapiše, da je imel občutek, da *»je učitelj to delal zaradi opazovalcev, saj se mu morda zdi, da mora pokazati učence v dobri luči«*. Opazovalca sta bila sicer mnenja, da je tak način dela bolj obremenjujoč za učitelje kot za učence.

Za konec ure učitelj napove demonstracijski poskus z jajcem, ki pa ni najbolje zasnovan oziroma ga pred uro učitelj in laborant nista poskusno izvedla. Čeprav v posodo z jajcem laborant strese veliko soli, jajce ne splava na površino. Zaradi zapleta je laborantu neprijetno in to tudi pove. Šele čez čas, ko laborant opazi namig raziskovalca, da je treba raztopino premešati, in to stori, se jajce začne počasi dvigovati. Običajno je priporočljivo, da se za poskus uporabi topla voda, v kateri se sol hitreje raztoplja. Šele po koncu ure opazovalca opazita, da je laborant posode pri poskusu odvisnosti rasti od svetlobe pozabil nazaj zakriti. V eni uri, kolikor so bile posode odkrite, so rastline dobile dovolj svetlobe, da je treba poskus začeti od začetka. Učitelj in laborant sta bila na to opozorjena.

Po končanem opazovanju je opazovalec izrazil dvom o izvedbi, da učenci izvajajo le en eksperiment namesto vseh pet eksperimentov, čeprav so preostali omenjeni med poročanjem. Opazovalcu se je zdela odločitev za tak način nerazumna. *»Če primerjam izvedbo eksperimentov tega učitelja in učitelja neke druge šole, ki je prav tako sodeloval pri raziskavi in je pouk zasnoval tako, da so vsi učenci izvajali vse poskuse, lahko ugotovim, da je za učinkovitost odločilna organiziranost učitelja. Na drugi šoli so v eni šolski uri izvedli vse eksperimente z vsemi učenci, učitelj pa je poudaril manj podrobnosti. Na tej šoli je šel čas, ki so ga tu porabili za pripravo, praktično v nič in bi bil lahko porabljen bolj koristno. Kakšen bo učinek ene in druge izvedbe, prepuščam analizi. Učenci so bili videti zelo zagreti za ta način dela,*



*vendar tudi hitro izgubijo interes, če se nič ne dogaja, kar se je zgodilo pri tej izvedbi. Kroženje skupin in omejevanje navodil na zgolj nujni tehnični del je dovolj za uspešno izvajanje teh poskusov.*» Ker je učitelj izbral tak način izvajanja poskusov, je moral zagotoviti, da bo dejavnosti merjenja, ki bodo sledile v nadaljevanju, vodil tako, da se bodo vsi učenci srečali z vsemi merilniki in jih tudi uporabljali.

### **Učiteljeva analiza lastnega dela**

Učitelj pove, da je opazil, da so bili učenci navdušeni nad dejavnostjo izdelovanja merilnikov. Poudari, da jim je bilo všeč, ker so eksperimentirali sami. Enemu izmed učencev je dedek tudi doma naredil pripravo za merjenje tlaka in temperature po navodilih, ki jih je prejel v šoli, in je nato doma opazoval in si zapisoval meritve. Učitelj pove, da je učenec vsak teden svoje ugotovitve predstavil v šoli in jih primerjal z napovedmi, ki so bile objavljene v časopisih.

Pri obravnavi posameznih sklopov učitelj pove, da mu je bilo še posebej zanimivo, kako so učenci navajali spremembe v prvem sklopu. Izpostavi primer opredelitve in utemeljevanja problema onesnaževanje zraka. Učenci so spremembo opredelili kot nedoločljivo, trenutno, dnevno in letno spremembo, pri tem pa se je razvil zanimiv pogovor med njimi. Po učiteljevem mnenju so take ure učencem zanimive, »*saj lahko povedo veliko svojih izkušenj in razmišljanja*« in se razlikujejo od učenca do učenca.

Učitelju se zdi, da se učenci najraje učijo o živalih in o človeku, pri tem pa jih zanimajo »*številčni podatki, kako je velika in težka žival, pri paglavcih smo gledali, koliko časa traja razvoj*« ipd. Prav to je bil razlog, da je podatke o spremembah, ki so bili v modelu navedeni kot zanimivi skrajni okoljski podatki, podal na prosojnici. Z delom v drugem sklopu, kjer je bilo zaželeno skupinsko delo, pa je imel učitelj dvom že pred začetkom izvajanja. Pri skupinskem delu so nekateri učenci lahko nedejavni, delo vsakega zase pa je problematično predvsem zato, ker »*se je treba potem posvetiti vsakemu posamezniku*«, za kar pa ni dovolj časa. Tudi če so navodila oblikovana tako, da težav ni, pa pri nalogah pogosto »*ne vedo, kaj delajo in jim moraš zato pomagati*«. Pri delu v skupinah zato te oblikuje vedno sam in to tako, »*da so nekateri učenci vedno narazen, drugi pa vedno skupaj*«.

Učitelj je bil mnenja, da je pouk izvedel skladno s pripravo in da je sledil navodilom modela. Pove, da se mu je marsikatera dejavnost zdela pretežka in da brez laboranta teh dejavnosti ne bi uspel opraviti. Pri obravnavi sklopov so učenci po besedah učitelja pogosto potrebovali tudi pomoč. Izpostavi delo z grafikoni, merjenjem in uporabo zemljevidov. Čeprav so nekateri učenci razumeli zemljevide, se je učitelj odločil, da bo na zemljevidih okoljskih dejavnikov označil kraje, kjer je največ (najmanj) padavin, največji (najnižji) tlak, največ (najmanj) svetlobe, najnižja (najvišja) temperatura in drugo. Pri tem pove, da so se nekateri učenci spomnili, da so že pri geografiji slišali za te podatke.

Eksperiment mešanja tekočin je učitelj izvedel sam brez pomoči, vendar poudari, da je za izvajanje treba imeti posode s širokim vratom.

### **H.3.4 Izvajanje modela na šoli 'eelav'**

#### **Izvajanje modela na šoli 'eelav' – splošni opis**

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja je bila na šoli posneta ena šolska ura pouka v enem sedmem razredu. Posneta je bila izvedba četrtega sklopa. Zaradi oddaljenosti šole obiska pri izvajanju

drugega sklopa časovno ni bilo mogoče uskladiti. Šolsko uro prej so učenci reševali predpreizkus (P), pri katerem učitelj ni navedel težav. Učenci so za predpreizkus porabili 30 minut, nejasnosti glede vprašanj po učiteljevem mnenju ni bilo. Sklopi modela so bili izvedeni v petih urah, učitelj ni navedel časovnih težav niti težav zaradi izvajanja sklopov brez blok ur.

Učitelj pove, da se je tako njemu kot tudi učencem model poučevanja naravoslovja zdel zanimiv in je popestril vsakdanji pouk, saj je bilo delo drugačno. Pri pripravi na izvajanje je imel nekaj težav pri izposoji pripomočkov za eksperimentalno delo. Prav tako je bil zaradi številčno majhnega razreda delo prisiljen izvajati v treh skupinah; v vsaki skupini so bili štirje učenci. Čeprav bi pričakovali, da bo prav majhnost skupin omogočila, da bodo učenci dejavnosti izvedli hitro, učitelj pove, da je imel težave pri izvajanju pouka zaradi učencev samih. Čeprav zanimiv, se je *»učencem model poučevanja zdel prezahteven, saj so le s težavo razumevali osnovne pojme«*. Učitelj razloge poveže s povprečnimi sposobnostmi posameznikov razreda, v katerem ni nikogar, ki bi izstopal po znanju ali pa po motiviranosti za naravoslovje. Na vprašanje, kateri pojmi so bili tisti, ki so učencem povzročili največ preglavic, učitelj navede predvsem pojme, ki so vezani na eksperimentalni sklop, torej tlak, gostoto, temperaturo in *»vse, kar je povezano z grafi«*. Poudari tudi, da so učenci večino dejavnosti izvajali skladno z navodili, da pa sklepov brez njegove pomoči niso uspeli navesti. Po opazovani učni uri učitelj pove, *»da je bila ura občutno drugačna, saj je zunanji opazovalec s svojo prisotnostjo vplival na učence in zato vzdušje v razredu ni bilo sproščeno. Obisk je imel vpliv tudi name, saj sem imel občutek, da mi bo primanjkovalo časa za izvedbo vseh zahtevanih dejavnosti«*.

## Priprava

Učitelj takoj v uvodu predvidi vprašanje o tem, kaj je sprememba, sledi pa razvrščanje sprememb glede na trajanje, skupaj z učenci pa tudi določijo pa vpliv sprememb s posebnim poudarkom na vplivu na človeka. Sledi pregled prosojnic, sočasno pa poskušajo ugotoviti, kateri predeli na Zemlji so značilni po počasno oziroma hitro spreminjajočih se pogojih. Pri pregledu zadnje prosojnice s satelitsko sliko učitelj predvidi tudi iskanje najvišje in najnižje točke na zemeljski površini, opredelitev oceanov in iskanje območij na Zemlji, kjer je bila izmerjena najnižja oziroma najvišja temperatura, največji oziroma najnižji tlak, območja z največ oziroma najmanj svetlobe in območja z malo in veliko padavin. Sledi opredelitev pojma omejujočega dejavnika. Z domačo nalogo (poročila o opazovanju prosojnic) učitelj strne prvi sklop. V drugem izvede predvidene eksperimente, uporabi pa pripravljena navodila. Učence razdeli v tri skupine in vse skupine izvajajo vse dejavnosti.

Tretji sklop učitelj začne z navodili za merjenje temperature, tlaka in vlage v zraku ter zapisovanje podatkov v razpredelnico. Učencem razloži tudi, kako podatke predstaviti v grafikonu. Sledi poskus z mahom, pri katerem natančno opredeli vprašanja, ki jih bo v razredu postavil, temu sledi doživljanje organizmov, kjer učitelj izbere dve kopenski rastlini, značilni za območja, kjer je veliko in kjer je malo razpoložljive vode. Na koncu ure z učenci preverijo domačo nalogo in za sklep odigrajo kviz o značilnosti vrst živali na morskem dnu. Čeprav je imel učitelj možnost sam izbrati organizme, ki jih bo primerjal, je v tem primeru na izbor organizmov vplivala *»zaposlenost«*. Učitelj pove, da enostavno ni imel časa razmišljati o bolj ustreznih organizmih.

Četrty sklop, ki obravnava značilnosti morja kot življenjskega prostora, začnejo z pregledovanjem rezultatov v treh posodah z mahom. Sledil je demonstracijski poskus mešanja vode in pregled kroženja vode v okolju, temu pa opis življenjskih predelov v morju in ob njem. Zadnji sklop se začne s ponovnim

preverjanjem rasti mahu v treh posodah, sledi ugotavljanje spreminjanja organizmov zaradi počasnih sprememb v okolju, nato spreminjanje organizmov zaradi hitrih sprememb v okolju in na koncu še spreminjanje okolja zaradi delovanja organizmov.

**Potek opazovane ure:** (mp – eelav, 4. skl., 7. A)

Pred začetkom prve ure je bilo čutiti pričakovanja učitelja in učencev. Učence naj bi le redko kdo obiskal in zato po učiteljevem prepričanju učenci niso vajeni obiskovalcev. Napovedani dogodek obiska se jim je zdel nekaj posebnega in so ga nestrpnost pričakovali. Napetost je bilo čutiti tudi pri učitelju, ki se mu ni uspelo zbrati in je uro vodil drugače, kot je predvidel v pripravi. Predvsem mu je vsaka dejavnost vzela nepričakovano veliko časa, zaradi številčno majhnega razreda pa je bilo tudi videti, kot da se v razredu prav nič ne dogaja. Napetost je učitelj stopnjeval tudi tako, da je veliko govoril in učencem ni dal možnosti, da bi razmislili o vprašanju in šele nato odgovorili.

U: Vidite. Prvi eksperiment je v bistvu primerjava poskusov v teh treh posodah, kjer ugotavljamo, kako vpliva svetloba na rast mahu. Pri drugem poskusu pa ugotavljamo razlike v rasti mahu v loncu z soljo. Pa vi zapišite vaša predvidevanja. [premor] Torej tam, kjer piše, pri prvem eksperimentu »posoda tema«, to je tista, ki je pokrita z barvnim papirjem, posoda, kjer je malo svetlobe, je tale. Kaj torej predvidevate, da se bo zgodilo po daljšem času, mogoče po enem ali pa po dveh tednih? Bomo tudi kasneje pogledali, kaj bo se zgodilo po enem tednu, če pa se takrat ne bo nič, pa še kasneje. [premor] No, tukaj malo na mizo tudi poglejte, ne, kaj smo naredili, da vam bo v pomoč. Ste že mogoče kaj opazili? Ste zapisali?

T: Ne.

U: Ste si zapisali?

T: Ja.

U: In kaj ste ugotovili pri prvem eksperimentu, kjer ste morali primerjat' odvisnost svetlobe?

T: Da ni večjih sprememb.

U: Ja, to si ti napisal predvidevanja, kaj se bo zgodilo, pa ste opazili, da se nič ni zgodilo. To ste rekli na začetku ure. Da se do zdaj še ni nič zgodilo, kajne. Mi pa bomo pogledali čez en teden al pa čez dva tedna, pa bomo takrat pogledali, kaj bo se zgodilo.

mp – eelav, 4. skl., 7. A: tipkopis: izvajanje četrtega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj takoj v uvodu podrobno opiše poskus in učencev v svoje razmišljanje ne vključi. Če so učenci poskus izvedli, potem morajo imeti mnenje, predvidevanje, kaj je namen poskusa in kaj lahko pričakujejo, da se bo zgodilo v posamezni posodi. Učitelj ne upošteva lastne priprave, kjer je navedel vrsto vprašanj. Četudi je pri predhodni uri, kjer je poskus izvajal, vsa vprašanja tudi postavil, je nenavadno, da podobnega preverjanja razumevanja poskusa učitelj ni izpeljal tudi uro kasneje. Na vprašanje, zakaj je tako pohitel s ponavljanjem, učitelj pove, da ga je bilo strah poskusa mešanja tople in hladne vode, ki sledil poskusom tretjega sklopa. Če jim je v uvodu vse vnaprej povedal, pa se je takoj zatem skušal vrniti na v modelu pripravljen način dela, kjer je predvidel več vprašanj, s katerimi bi preveril razumevanje.

U: Ste ugotovili? Koliko posod je tam zapisanih pri prvem eksperimentu?

T: Tri.

U: Pa imamo tri?

T: Ja.

U: V prvi vrsti je prvi eksperiment. Ja. No, je v redu potem tisto napisano? Tretja posoda.

T: Ne.

U: Kje pa smo uporabili tisto tretjo posodo?

T: Pri prvem poskusu za primerjavo.

U: Ne, pri prvem, pri drugem eksperimentu, ne? Ja. Torej tisto ni dobro. Torej pri prvem smo v bistvu dali stran tisto posodo, v katero smo dodali sol in smo jo uporabili pri drugem eksperimentu. Razumete?

mp – eelav, 4. skl., 7. A: tipkopis: izvajanje četrtega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Učenci tega niso razumeli. Čeprav so sledili poskusu, ki ga je učitelj prejšnjo uro izvajal, ga niso razumeli. O poskusu niso razmišljali tako kot učitelj. Učitelj je hotel problem rešiti z dodatno razlago poskusa, ki pa pri učencih ni imel učinka. Za učenca, ki je na neustrezno postavljeno vprašanje učitelja odgovoril, da so tretjo posodo uporabili pri prvem poskusu, je mogoče trditi, da je morda poskus razumel bolje, kot je učitelj predvideval. Tretja posoda je pravzaprav res namenjena primerjavi, saj je to posoda, ki je nismo zakrili in je bila nato pri drugem poskusu s soljo uporabljena kot glavna eksperimentalna posoda. Učitelj učenčevu razlago zavrne in ponudi svojo napačno razlago.

U: Torej tista primerjava ni dobra. Pri drugem eksperimentu moramo še enkrat narediti. Kaj moramo narediti pri drugem eksperimentu? S čim bomo lahko potem primerjali, da bomo ugotavljali razlike v rasti, če imamo tukaj v tej posodi soljeno vodo?

T: Vodo.

U: Tako. No, kaj pa bomo dali v tistega?

T: Navadno vodo.

U: Tako.

mp – eelav, 4. skl., 7. A: tipkopis: izvajanje četrtega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj pove, da morajo pripraviti »še eno posodo« za navadno vodo (brez soli), kar pa ne sledi iz navodil poskusa. Pripravili bodo še eno posodo, ki bo namenjena eksperimentu s soljo. Prva posoda se ne sme spreminjati, saj je primerjalna posoda pri prvem poskusu. Učitelj poenostavi pravila, zato se sam zaplete v razlagi in presliči učenčev napačen argument, da v posodi z vodo ne bo večjih sprememb, v posodi s slano vodo pa »bo voda izhlapela«. Čeprav najprej učencu pove, da si bodo spremembe ogledali naslednjič, namigne, da je logično pričakovati rast rastline in takoj zatem trditev obrne v vprašanje in tudi poda potrditev, da sprememba bo.

U: Navadno vodo, ne. Zdaj lahko ugotavljamo, kakšne so razlike v rasti teh dveh mahov pri drugem eksperimentu. To imate zapisano tudi na delovnih listih. Ste našli? [premor] No, pa zdaj poskusite zapisati, kaj predvidevate, kaj se bo zgodilo v posodi, kjer je soljena voda oziroma v posodi, kjer je navadna voda. Kaj predvidevate, da se bo zgodilo? Torej vi morate zapisat predvidevanja o rasti mahu, v posodi s slano vodo oziroma v posodi z navadno vodo. Kaj predvidevate? Kaj ste zapisali?

T: Nekaj sem se zmotila [nerazumljivo].

U: Al' pa kdo je že kemik?

T: Z navadno vodo ne bo večjih sprememb, lonček s slano vodo pa bo voda izhlapela. Ne dokončno nekaj [nerazumljivo] opazujemo.

U: Ja, bomo to si pogledali drugič, ko bomo, ne, videli. Normalno je, da v posodi z navadno vodo, da bo, kaj bo tam. Bo rasel ali ne?

T: Ja.

U: Seveda bo, ne. Kaj pa tu, pa kjer je soljena voda?

T: Ne.

U: To si bomo potem kasneje pogledali. Po enem tednu bomo videli. Zdaj ste vi zapisali samo vašo predvidevanja, kaj vi predvidevate, ne.

mp – eelav, 4. skl., 7. A: tipkopis: izvajanje četrtega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Po izvajanju dejavnosti z mahom učitelj izvede s pomočjo učencev poskus mešanja tople in hladne vode brez zapletov. Učenci takoj opazijo pričakovane spremembe in jih ustrezno opišejo. Učiteljev strah pred poskusom se je izkazal kot neutemeljen, kar tudi sam potrdi in pove, da je pri pripravi uporabljal drugačne posode, ki se niso dobro prekrivale. Na vprašanje, zakaj ni poskusa izvedel prej tudi z novimi posodami, odgovori, da mu je zmanjkalo časa in je raje pripravljaj delovne liste. Poskus je zelo enostaven in ga je mogoče izvesti v dveh minutah, če imamo ustrezne pripomočke.

Učitelj nadaljuje s pregledom prosojnic mešanja morskih tokov in predelov morja, kar se zdi učencem zanimivo in na vprašanja odgovarjajo pravilno. Učenci pravilno opišejo gibanje morskih tokov proti polom. Učitelj preveri, ali razumejo, da se količina svetlobe v morju z globino manjša in da z globino tlak raste. Vsak učenec dobi nalogo poiskati in opisati enega izmed predelov morja. Pregledati ima namen tudi nalogo, ki so jo učenci dobili pred tednom dni. Pregledati in dopolniti jo morajo skupaj z učiteljem geografije. Med pregledovanjem postane jasno, da tega z geografom niso naredili tako, kot je učitelj zahteval, zato naloge niso med seboj primerljive. Učitelj ne skriva začudenja zaradi neopravljene domače naloge, saj naj bi od geografa dobil drugačen odgovor. Kljub temu se z zapletom ne ukvarja in se posveti nalogi opisovanja morskih predelov. Učitelj v navodilih za to dejavnost določi, da bodo poiskali organizme, ki so značilni za posamezno področje, področje pa morajo tudi opisati. Med poročanjem pa učitelj poudari naštevanje organizmov in značilnosti okolja namerno prezre.

U: Tak', ste zdaj, ne, poiskali vsi, za posamezne pasove. Naj nekdo prebere.

T: Za morsko dno. Školjka srčanka, tuna, sardela [nerazumljivo].

U: Bi kdo še kaj drugega dodal? Tisti, ki ste tudi to iskali. Poglejte. Ste še kaj dodali drugega, katere druge živali? Pršni pas, kdo je imel pršni pas?

T: Midva. Tla so močno slana.

U: Ja, saj ni treba tega, ne, to tak' vsi vemo, ne. Katere živali so tam najpogosteje?

T: Glive in bakterije slanost bolje prenašajo, zato jih je v pršnem pasu veliko.

mp – eelav, 4. skl., 7. A: tipkopis: izvajanje četrtega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Vse nadaljnje skupine naštejejo različne organizme, nekateri navedejo tudi zelo eksotične, nobena skupina pa ne navede značilnosti, katerim so ti organizmi prilagojeni. Učitelj se proti koncu vrne k nalogi, ki naj bi jo učenci izvedli skupaj z učiteljem geografije. Učenci potrdijo, da so nalogo reševali v šoli, in povedo, da je učitelj na tablo narisal primer in ga razložil. Pri tem je nenavadno, da ima vsak učenec nalogo rešeno drugače. Učenci so prepisovali s table, vendar pa temu niso namenili cele ure. Učitelj pove, da sta bila dogovorjena, da »si bodo za te grafe vzeli čas in jih skupaj rešili v zvezke, *podrobne opise pa naj bi učenci naredili sami*«.

### Učiteljeva analiza lastnega dela

Po uri učitelj skuša opisati svoje doživljanje med delom v razredu. Ker je pri tem učitelju opazovanje potekalo pri četrtem sklopu, je podrobno opisal tudi svoje občutke pri izvajanju eksperimentalnega dela v tem sklopu.

Učitelj pove, da že pri naštevanju sprememb v prvem sklopu z odgovori učencev ni bil povsem zadovoljen. Pri naštevanju sprememb v okolju niso sodelovali vsi učenci, ob tem pa je moral tudi večkrat poseči v naštevanje z razlago, npr. kako opredeliti dnevne spremembe, letne čase, vremenske

pojave in podobno. Učitelj pove tudi, da je moral pri razvrščanju sprememb glede na trajanje posamezne kategorije razložiti, saj so učenci kriterije za čas trajanja teh sprememb zamenjevali. *»Moral sem razložiti, da so trenutne spremembe tiste, ki nas presenetijo, se zgodijo v trenutku, dnevne, kjer je sprememba opazna v enem dnevu, mesečne, kjer so spremembe občutne v enem ali več mesecih, letne spremembe, ki se izvršijo v času enega leta, pri nedoločljivih spremembah pa so učenci zaradi mojega preveč ozkega vprašanja navajali le katastrofe, ki se dogajajo na zemlji, npr. potresi, poplave, vulkani.«* Čeprav se je zdelo, da učenci ne sledijo popolnoma delu, učitelj pove, da je bil presenečen nad tem, da so učenci pravilno opredelili in razbrali podatke iz prosojnic, ki jih je pokazal. Učenci so po učiteljevem videnju brez težav prepoznali topla in hladna območja Zemlje, pravilno so poimenovali označene celine, določili gozdne površine in jih povezali s temperaturnimi spremembami in količino padavin. Prav tako so presenetljivo dobro opredelili poskus z mahom in napovedali spremembe. *»Čeprav je bilo videti, da razmišljajo v pravi smeri, niso uspeli ugotoviti, kaj je omejujoč dejavnik, ki so ga imenovali »manjkajoči« dejavnik.«* Učitelj pove, da se mu po izvedenih sklopih zdi, da je bilo učne snovi posameznega sklopa preveč za eno učno enoto. *»Moral bi načrtovati dve učni uri za spremembe v okolju, tako bi imel več časa za voden razgovor in bi učenci v večji meri sami ugotavljali in poskusili razumeti spremembe v okolju, prav tako pa tudi za drugi sklop, kjer bi vse lahko potekalo malo manj intenzivno.«*

Čeprav posebnih težav ne navaja, ugotavlja, da učenci brez posredovanja ne ugotovijo, da mora biti areometer prosto potopljen v tekočino in se ne sme dotikati dna posode. Učitelju se je zdelo tudi, da so učenci pri izvajanju eksperimentalnega dela zelo počasni.

Največ nezadovoljstva pa učitelj pokaže prav pri sklopu, ki ga je opazoval raziskovalec. Ne samo, da je bilo vse bolj napeto, tudi učenci so bili nedejavni. *»Potem ko sem odkril prvo posodo in hotel dodati sol za drugi del eksperimenta, učenci niso sami ugotovili, da pri prvem poskusu manjka ena posoda in zato primerjava ni mogoča. Zdi se mi, da sem preveč hitel in si nisem vzela več časa za ustrezno vodenje pogovora. Nekako sem raje sam povedal odgovor. Učenci so se mi namreč zdeli pasivni in zdelo se mi je, da brez odgovorov ne pridem nikamor.«*

Zelo zanimivo se je učitelju zdelo, da učenci med naštevanjem organizmov največkrat omenjajo le živali. Učiteljevo običajno delo v razredu je zasnovano tako, da že sam pripravi pester nabor organizmov in zato še ni naletel, da bi učenci naštevali le živali. Še posebej je to prišlo do izraza med ugotavljanjem trajanja sprememb in vpliva na organizme, saj učenci med navajanjem niso niti omenili rastlin. V intervjuju učitelj pove, da učenci poznajo pomen rastlin, niso pa našli ustreznih primerov. Rastline so najbolj očiten primer vpliva organizmov na okolje, učenci pa tudi pojem fotosinteze že poznajo. Prav tako učenci vedo, da so rastline *»proizvajalci«* hrane in kisika za druge organizme, ki so *»potrošniki«*. Učitelj sklone z mislijo, da *»so učenci pokazali presenetljivo veliko zanimanja za prav te spremembe v okolju«*.

Učitelj pove, da se mu zdita sama izkušnja iz modelom in sodelovanjem z zunanjimi raziskovalci ter še posebej izkušnja o načinu dela v razredu zelo pomembna. Posebej meni, da je sodelovanje dveh strok pri pouku pripomore h kvalitetnejši in pestrejši učni uri. Učne ure so bile po njegovem mnenju dobro načrtovane, le izvajanje je potekalo prehitro, še premalo je bilo vodenega razgovora, učenci pa na trenutke niso dovolj sodelovali.



### H.3.5 Izvajanje modela na šoli 'eivts'

#### Izvajanje modela na šoli 'eivts' – splošni opis

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja je bilo na šoli posnetih sedem šolskih ur pouka v sedmem razredu. Posnete so bile izvedbe vseh petih sklopov. Šolsko uro pred začetkom izvajanja prvega sklopa so učenci reševali predpreizkus (P), pri katerem učitelj ni zapisal težav. Učitelj je izrazil zanimanje za analizo posnetih ur pouka in pogosto zahteval mnenje o tem, kako je bila ura videti zunanjim opazovalcem. Ker mnenja zaradi narave raziskave ni bilo mogoče podati, je bilo učitelju omogočeno poslušanje njegovih posnetih ur pouka. Učitelj je povedal, da do takrat samega sebe še ni slišal v taki vlogi in po poskušanju dodal, da bi bilo koristno, če bi se tudi sam kdaj posnel in analiziral svoje ure pouka in svoj govor. Učitelj eksperimentalno delo v razredu opredeli kot zelo pomembno. Zdi se mu, da bi lahko poskuse modela razporedili bolj enakomerno, čeprav razume, zakaj je treba eksperimentalni sklop izvesti na začetku. Pove, da je poskus tisti dejavnik, ki učence ohranja zbrane in razbija enoličnost ure. Prav zaradi tega je čutil potrebo, da med sklope doda krajše poskuse, ki ohranjajo rdečo nit, hkrati pa vzdržujejo »*stanje pričakovanja pri učencih*«. Med pogostimi vprašanji o sklopih je postalo jasno, da učitelj razmišlja o poskusu kot o dogodku v razredu, ki ga je treba vedno ustrezno razložiti in vsebinsko in pojmovno opredeliti ter povezati z drugimi poskusi, pojmi, dogodki in izkušnjami. Učitelj je dejavnosti navajal tako podrobno in pri tem opisoval vzročnost, da je včasih prehitel izvajanje sklopov. »*Svetlobo bi razložil s stališča energije in barv, to pa bi povezal z življenjem – svetloba, energija, toplota, razlago bi nadaljeval s stališča rastlin, ki svetlobno energijo spreminjajo v kemijsko, torej sladkor, plodovi, semena, ipd. za živali. Pretvorjene energije, ki je ne porabijo, skladiščijo, npr. v lesu, kar pa mi, enako kot semena, spet uporabimo ...*«. Učitelj je svojo začetno razumevanje modela poučevanja opredelil sklop po sklop in ne kot celote, saj se je pogosto izkazalo, da so dejavnosti, ki bi jih učitelj izvajal »*sproti*« opredeljene v tretjem, četrtem in petem sklopu. Ker je bil vrstni red predviden in pomemben, je učitelj dejavnosti razdelil na »*prej*« in »*kasneje*«. Najprej je izvedel zahteve modela, nato pa je predvidel pri obravnavi drugih sklopov še podrobni pregled povezav s predhodnimi sklopi. Učitelj pove, da si je vse vsebine najprej prebral, potem pa je »*tiste ključne stvari, ki jih nisem hotel pozabiti ... Sem si posebej zabeležil*«, saj je poskuse preizkušal doma, ker v šoli ni imel časa. Ker je model dojemal kot »*izhodišče, na katerem bi lahko delal celo leto in ne samo tistih nekaj ur*«, je imel precej težav omejiti svoj način dela. Prednost modela je videl predvsem v tem, da so se učenci na dejavnosti odzivali pozitivno in ga običajno sami opomnili, da morajo dokončati izvajanje nekega poskusa, pregledati rezultate drugega ali pa tudi spraševali, ali so njihova predvidevanja o poskusu pravilna ali ne.

Tretji sklop učitelj začne z risanjem grafov, nato pa sledi poskus z mahom, kjer predvidi, da bodo poskus načrtovali učenci sami. Pove, da se mu pogosto pri pouku zgodi, da »*enostavno ne morem slediti učencem, saj imajo dobre ideje, sam pa sem preveč osredotočen na izvajanje poskusa in jih preprosto preslišim*«. To se še posebej pogosto zgodi takrat, kadar mora poskus izvajati natančno po navodilih in to je bilo opazno tudi pri izvajanju sklopov. V takih situacijah si želi sodelovanje laboranta, ker bi le tako lahko natančno spremljal pestro dogajanje pri učencih.

Učitelj naredi napako pri izvajanju drugega poskusa z mahom, saj na del poskusa s soljo pozabi in ugotavljanja pristranskosti poskusa s spreminjanjem pogojev ne izvede po navodilih. Učitelj to povsem



spregleda, si pa zabeleži izvajanje »*ugotavljanja poštenosti poskusa*« in ga nezavedno vseeno izvede, vendar pri poskusu z gostoto, ki so jo učenci merili z izdelanimi merilniki. Učitelj namreč učence pri izvajanju tega poskusa namerno zavede in jih vodi tako, da namesto odčitavanja vrednosti na merilniku (kako globoko je potopljen) ugotavljajo, kako visoko v merilnem valju se zaradi merilnika dvigne gladina. Ker je bilo vedno nekaj razlike, se učenci niso ukvarjali s »*pravilnostjo*« meritve oziroma »*velikostjo odčitane vrednosti*«. Meritve je v začetku izvajal kar učitelj sam, da se je lahko vedno »*pravilno*« zmotil. *»Sem jih res dolgo zavajal. Šlo je tako daleč, da so to neumnost naredili tudi sami in nihče ni pomislil, da dela karkoli narobe. Kar je bilo pa še bolj noro, pa je to, da tudi iz podatkov, ki smo jih zbrali, niso ugotovili, da je nekaj narobe. Naslednjo uro še enkrat postavimo poskus, uro pa sem začel z vprašanjem, ali mi kot učitelju vedno vse verjamejo. Vsi razen enega so rekli, da, nakar prav temu učencu povem, da sem razočaran, ker mi nekaj ne verjame, a ni ugotovil, da je bil en poskus izveden narobe.«* Po pogovoru so nekateri učenci pravilno ugotovili, da niso imeli istega merilnika, da meniskus ni bil pri vseh enak, tretje napake, odčitavanja, pa nihče ni ugotovil. Po ponovni demonstraciji učitelja nekdo le ugotovi napačnost odčitavanja meritve. Učitelj pove, da so bili učenci »*zelo žalostni, pa ne nad mano, ampak nad sabo in bi se kar potopili pod klopi. Sploh me niso upali pogledati v oči. V bistvu sem jim naredil slabo vest*«. Učitelj je bil mnenja, da je bil dogodek zelo poučen za učence in je zaznal bolj zbran odnos do izvajanja poskusov pri naslednjih urah.

## **Priprava**

V prvem sklopu učitelj v začetku predvidi poskus priprave kruha, kjer moko, sladkor, kvas in toplo vodo zgnete in razdeli na dva dela. En del postavi na radiator, drugega pa pusti na pultu. Učenci opazujejo in opažanja zapisujejo v zvezek. Učitelj pove, da se mu zdi pomembno, da opazovanje naveže na pogovor o tem, »*koliko časa bosta oba kosa testa potrebovala, da bo testo začelo vzhajati, poudariti pa skušam, zakaj je nekje pričelo vzhajati kasneje. Vsebinsko lahko navežem še na sproščanja ogljikovega dioksida, nadaljevali pa bomo s primerjavo surovega testa s pečenim testom*«. S tem poskusom učitelj pričakuje, da bodo učenci ugotovili ključno besedo: sprememba. Za vsak primer pa učitelj pripravi tudi nadomestni poskus z rdečim zeljem in spreminjanjem barve pri različnem pH. Pri slednjem poskusu učitelj že ve, da bodo učenci zagotovo uporabili iskano besedo. Po uvodnem motivacijskem poskusu učitelj predvidi nadaljevanje z vprašanjem, kaj se spreminja. Nadaljnje delo prvega sklopa teče po predvidenih korakih iskanja sprememb, razvrščanja po trajanju in nato vpliv sprememb na okolje in organizme. Učitelj učencem razpredelnico za vpisovanje pojmov pripravi vnaprej, kar pa se izkaže kot napaka, saj učenci sami »*odkrijejo*« tudi druga časovna obdobja (sezonsko). Sledi opredelitev pojma dejavnika in pregled prosojnic. Drugi eksperimentalni sklop, za katerega učitelj predvidi dve šolski uri, učitelj začne z zanimivostmi, ki so povezane s pojmi, ki jih bodo spoznali. Pri gostoti poveže dejavnost z gostoto človeškega telesa, ki je blizu gostote vode (kadar v pljuča vdihnemo zrak, je povprečna gostota telesa manjša od gostote vode, zato plavamo, če zrak iz pljuč izdihnemo, pa je gostota telesa večja, zato potonemo), pri tlaku naveže vsebinsko na pihanje balonov ali pa pihanje v spirometer (naprava za merjenje prostornine zraka v pljučih), pri temperaturi pa na segrevanje črne in bele ploščice na soncu in ugotavljanje prevodnosti toplote s čutili. V eksperimentalnem sklopu izvede »*nepošten poskus*« z gostoto, ki ga v drugi uri popravi, vsebine pa nato v nadaljevanju poveže s poskusom z mahom, doživljanjem organizmov, pri čemer za doživljanje živali predvidi zeleno žabo in krastačo.

Četrti in peti sklop učitelj združi v dejavnosti treh zaporednih ur, kjer najprej obravnavajo značilnosti

morja kot življenjskega prostora, vključi poskus mešanja tople in hladne vode in pregled kroženja snovi v naravi, vmes pa pregledajo rezultate poskusa z mahom. Vsebine poveže z ugotavljanjem spreminjanja organizmov zaradi sprememb v okolju, na koncu pa doda dejavnosti, s katerimi ugotavljajo spreminjanje okolja zaradi delovanja organizmov.

**Potek opazovane ure:** (mp – eivts, 2. skl., 7. A II\*)

Po izvajanju poskusov izdelave merilnikov imajo učenci nekaj minut časa, da zapišejo ugotovitve in se pripravijo, da bodo poročali učitelju in drugim učencem. Učitelj preveri, ali si te vsi učenci zapisujejo v zvezek, pri tem pa dovoli, da imajo učenci namesto napisanega odgovor narisane. Slika je podobna sliki, ki jo je učitelj narisal na tablo. Učitelj sicer zahteva natančne odgovore in učence prekine, če povedo odgovor »*po domače*«.

Učitelj večkrat pove, da ima v razredu nekaj »*brihtnih glav*«, ki jih obravnava drugače od ostalih. Pri teh učencih učitelj dovoli njim lasten pristop k delu, zapisovanju, poročanju, pa tudi eksperimentiranju, pri ostalih pa sledi pravilom, da morajo imeti zapisano tako, kot on potrdi oziroma povzame, čeprav jim besedila posebej ne narekuje in morajo poskuse izvajati po navodilih, korak za korakom. Pove tudi, da teh nadarjenih učencev običajno ne izpostavlja niti jih ne izbira za odgovor, če se izkaže, da na vprašanje želi odgovoriti drug učenec.

U: To, kar bo eden povedal, in bom potrdil, da je prav, boste morali imeti tudi ostali napisano. Vesna, ostali pa poslušajte.

T: Nisem končala, ker bom potem prepisala.

U: Tukaj nimate ničesar napisanega. [Pogleda k drugemu učencu.] Zelo malo. To niso dobre ugotovitve. Dejmo, dejmo. Ne pa, da klepetate. [Pogleda k učenki, ki ima ugotovitve narisane.] Tudi tako lahko narediš, če veš, kaj boš potem odgovorila.

mp – eivts, 2. skl., 7. A II\*: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Po učiteljevem mnenju ima z učenci v razredu neke vrste dinamičen odnos, saj jim dovoli, da se razživijo, dokler njihova vnema ne preide v nenadzorovano kričanje. S tem, ko jih pusti razmišljati, pogosto pri učencih vzbudi nova vprašanja o poskusih.

T: Učitelj, ampak tukaj pa je šla voda gor.

U: Ja, počakaj, bomo skupaj povedali, kaj se je zgodilo. Bomo zapisali.

T1: V slamici je voda počasi lezla po kapljicah.

T2: Jaz bi ta poskus z vodo, samo rabiva kozarec, krožnik pa svečo, a lahko tudi drugače narediva?

U: Vem, kaj misliš. Dobro.

mp – eivts, 2. skl., 7. A II\*: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj učencu dovoli, da ugotovitve zapiše tudi tako, da merilnik segreje s svečo in ne v večji posodi s toplo vodo, kot so to naredili pri pouku. Čeprav je bila sveča navedena kot pripomoček, se je učitelj odločil spremembi slediti na manj očiten način, saj učenci že vedo, da ogenj segreva posodo, da pa posodo segreva tudi topla voda, pa vsem učencem ni jasno. Med pogovorom učenec ob razlagi kaže na merilnik, zato pogosto stavka ne pove v celoti. V besedilu so zato navedene opombe za lažjo predstavo.

U: No, sedaj pa, prosim. Povej, kaj si zapisala, kaj si ugotovila in zakaj se je to zgodilo. Prosim.

T: Ugotovili smo, da lahko s pomočjo posode, slamic in plastelina ugotovimo, koliko je, am, katera voda je toplejša.

U: Kako pa to ugotovimo?

T: Da imamo posodo z mrzlo in toplo vodo, no, da imamo dve različni vodi.

U: Se pravi, dve vodi, ki imata različno temperaturo.

T: Ja, ki imata različno temperaturo. Potem pa damo [op. merilnik] notri in tista, ki ima višje "hmm" [op. stolpec vode v slamici], je toplejša, tista, kjer je [op. stolpec vode v slamici] skozi' bolj nizko, je pa hladnejša.

U: No, dve stvari je hotela povedati. [Učitelj nariše na tablo shemo dveh posod s termometri.] Če imate v tej posodi mrzlo vodo, v posodi, kamor postavite merilno napravo, pa toplo vodo, ugotovite kaj?

T: V steklenički [op. stolpec vode v slamici] gre voda gor, ker je ta voda [op. voda večje posode] topla voda in segreva mrzlo vodo [op. v steklenički], topla voda pa gre vedno gor.

U: Potem se pa ta voda, kaj?

T: Razširi.

U: Voda lahko rečemo, da se razširi.

mp – eivts, 2. skl., 7. A II\*: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Ustrezen pojem za opis te spremembe je raztezanje vode. Pri temperaturah nad 4 °C se prostornina voda s porastom temperature večja, pravimo, da se voda razteza. Enako ugotovimo pri večini drugih snovi. Voda pa ima anomalijo v temperaturnem območju od 4 °C navzdol do temperature tališča, saj se v tem območju razteza med ohlajanjem. Voda je tako najgostejša pri približno 4 °C. Ta značilnost ima pomemben učinek v različnih vodnih ekosistemih, saj pri običajno nizkih temperaturah pozimi voda npr. v jezerih ne zmrzne po celotni globini, ampak le na površini. Voda se na gladini ohladi, postane gostejša in se spusti na dno pri temperaturi 4 °C. Hladnejša voda na površini zmrzne, na dnu pa je temperatura okoli 4 °C, kar omogoča preživetje vodnih organizmov.

Podroben zapis te ugotovitve je zanimiv, ker je učitelj uro prej v prvem sklopu pri obravnavi sprememb ekstremnih pogojev učencem dal nalogo, da ugotovijo prav to, da ima voda največjo gostoto nekaj stopinj nad lediščem, čeprav tega ni navedel v pripravi. Učitelj pove, da se je tako odločil pred uro. Čeprav učitelj popravi svoj prvotno uporabljeni napačni pojem »razširjanja vode«, dovoli, da učenci uporabljajo tudi neustreznega.

T1: Peter je rekel, da [op. tekočina] postane redkejša in da bo rabila več prostora.

U: Se razširja, no, razteza. Razširja, razteza. Dajmo to še enkrat ponovit'. Lepo si povedal, Peter. Če damo našo napravo iz posode z mrzlo vodo v posodo s toplo vodo, se zgodi, kaj?

T1: Voda se je dvignila! [Pokaže, da se je voda v slamici dvignila.]

U: Zakaj pa se je dvignila?

T1: Topla voda je segrevala to in ta se je razširjala.

U: Topla voda je segrevala to mrzlo vodo in se je razširjala. To ste pravilno ugotovili.

T1: Kaj bi se pa zgodilo, če bi imeli [v posodi] vročo vodo, ali bi šla potem dol?

U: Kje bi imeli vročo vodo?

T1: V posodi. Kam bi šla voda [v slamici], če bi bila v [posodi] hladni vodi?

T2: Ja, če bi se pri topli raztegnila, bi se pri hladni skrčila.

U: No, odlično.

mp – eivts, 2. skl., 7. A II\*: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eelav'. U - učitelj, T - učenec.

Učitelj zaključi poročanje o poskusu z nekaj vprašanji, nato pa dovoli, da mu učenci postavijo vprašanja, če mislijo, da je ostalo še kaj nerazumljivega. Učenec vpraša, zakaj človek ne zmrzne, če stoji več ur na -10 °C, kar učitelj izkoristi, da učencem razloži funkcijo tresenja telesa pri organizmih s stalno telesno

temperaturo in pomena oblačil za ohranjanje toplote.

### **Učiteljeva analiza lastnega dela**

Učitelj pove, da mu je kljub natančno pripravljenemu modelu pogosto zmanjkovalo idej, ker so bili nekateri pojmi za učence popolnoma novi. *»Če so učenci določene pojme že slišali, pa dvomim, da jih razumejo.«* Učitelj kot primere navede pojme, kot so *»dejavnik«*, ki se mu zdi precej splošen, vendar pa je v modelu opredeljen zelo namensko, prav tako verjame, da učenci ne razumejo pojmov *»življenjski pogoji«*, *»ekosistem«*, ki je nov izraz za večino učencev, pričakuje da bodo z razumevanjem *»gostote«* težave ipd. Ker je predvidel, da bodo res le *»najbolj brihtne glave«* razumele vsebine brez težav, je pogosto iskal primere, ki bi učencem pomagali pojme razumeti. Pri nekaterih pojmi, ki jih je izpostavil (npr. ekosistem), je bil opozorjen, da pojem sam po sebi ni ključen, da pa se mora osredotočiti na pogoje, ki so značilni za ekosistem in namesto imena ekosistem raje opisati.

Učitelj verjame, da je pri pouku zbran cel čas, da pa mu dejavnosti vzamejo včasih preveč časa. Zaveda se, da bi lahko veliko dejavnosti izpustil, vendar jih noče, ker verjame, da z njimi vpliva na odnos teh učencev do naravoslovja, vedoželjnosti in postavljanja vprašanj o okolju, v katerem živijo. Kot učitelj, ki je študiral tudi na podiplomski ravni, se zaveda, da je kakovost učiteljevega dela odvisna od lastnega izobraževanja in izpopolnjevanja, predvsem pa tudi od sodelovanja s strokovnjaki izven šole. *»Kako pester bo pouk, je odvisno od količine idej, ki jih slišiš, vidiš ali pa jih dobiš sam. Najhuje je, če ti pri tem delu postane dolgčas. Če so ti dolgočasne tudi tvoje ure.«* Učitelj ne verjame, da je bilo delo po modelu drugačno od dela, kot ga sicer izvaja sam, potrdi pa, da je vsekakor z modelom v pouk naravoslovja prišlo veliko novih in drugačnih idej, ki jih je preizkusil, in bo tako kot z vsemi ostalimi idejami, s katerimi se sreča, te prevetрил, ugotovil učinek in naslednje leto uporabil, v kolikor se izkažejo za dobre. Verjame, da ni samo ene poti učenja in poučevanja, je pa nedvomno ena pot, ki posameznemu učencu najbolj ustreza, verjetno pa obstaja tudi taka, ki najbolj ustreza tudi učitelju.

### **H.3.6 Izvajanje modela na šoli 'eoguz'**

#### **Izvajanje modela na šoli 'eoguz' – splošni opis**

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja sta bili na šoli posneti dve šolski uri (blok ura) pouka v enem sedmem razredu med izvajanjem drugega sklopa modela poučevanja. Predpreizkus (P) so učenci pisali uro pred začetkom izvajanja sklopov, med reševanjem pa ni bilo vprašanj ali nepričakovanih težav. Sklopi modela so bili izvedeni v sedmih urah, čeprav je učitelj predvidel izvajanje v šestih urah. Časovno je učitelj moral razširiti izvajanje prvega sklopa, za katerega mu je v pripravi zmanjkalo časa. Večino dejavnosti je učitelj izvajal v blok urah. Med izvajanjem prvega sklopa se je izkazalo, da *»bo treba za izvedbo tega sklopa porabiti dve uri in ne samo ene, kot sem prvotno načrtoval. Na srečo smo imeli isti dan na urniku tudi razredno uro, tako da smo v tej uri dokončali zastavljene cilje«*. Učitelj pove, da je navajanje dejavnikov zamudno, zamudno pa je tudi, da učenci sami razvrščajo pojme, saj pogosto ne vedo natančno, kako morajo pojme uvrstiti. Prigovarjanje učencem, da je opredelitev odvisna od tolmačenja, pri njem, kot pravi, ne pomaga. Učitelj je tudi mnenja, da učenci ne poslušajo zbrano navodil in razlage. Med opazovanjem ure sta opazovalca opazila, da je v razredu nad naravoslovjem navdušenih veliko učencev, ki so samo čakali na tovrstne

dejavnosti, nasprotno pa je učitelj v njih videl učence, ki pouk motijo. Zanimive so bile situacije z učenci, ki so bili po besedah učitelja slabši učenci, prav nasprotno pa sta njihovo vlogo v razredu zapisala opazovalca. Ti učenci so postavljali veliko dodatnih, z dejavnostmi povezanih vprašanj, pravilno odgovarjali na učiteljeva vprašanja in pogosto navajali lastne izkušnje. Učiteljev vidik, da so ti učenci moteči, temelji na tem, da so pri odgovarjanju precej glasni, pogosto vzamejo besedo drugim učencem, nekateri pa tudi v zagnanosti pozabijo, da so v razredu in zato pogosto vstajajo, hodijo bližje k učitelju, da bi jih ta slišal in celo glasno napadajo tiste, ki odgovorijo narobe. Učiteljev odnos do teh učencev je vezan na njihovo pretirano živahnost in ne na znanje.

Učitelj pripravi podrobna navodila za izdelovanje merilnikov, s katerimi poskuša skrajšati čas, ki ga učenci rabijo za delo. Navodila na delovnih listih je podrobno opisal tudi laborant, ki je pripravil zahtevan material in je pri uri sodeloval z učiteljem. Učitelj pove, da učenci slabo sledijo navodilom, »*sploh, če je navodilo v pisni obliki*«, zato pogosto pisna navodila dopolni z ustno razlago. Tudi sicer laborant sodeluje pri vseh eksperimentalnih dejavnostih, saj pri pouku izvajajo poskuse, ki so navedeni v delovnem zvezku.

Dejavnosti, ki jih učitelj izvaja, so časovno zahtevne. Tudi tombola, ki je bila po mnenju obeh opazovalcev zanimiva dejavnost, je zasnovana tako, da učenci z izvajanjem porabijo preveč časa. Učitelj je v uvodu pokazal prosojnico z dvanajstimi različnimi pojmi, ki naj bi jih učenci vpisali v razpredelnico z devetimi polji. Pri tem ni pomembno, katere pojme izberejo, saj bodo odgovori, kot pri pravi tomboli, izžrebani. V zasnovi je bilo pričakovati, da bo dejavnost kratka, vendar se je pokazalo ravno nasprotno. Učenci so imeli najprej težave z oblikovanjem razpredelnice, nato niso vedeli, kako odgovore vpisovati, na koncu pa tudi na vprašanja niso znali odgovoriti. Po pravilih igra je tisti, ki je najprej v vrsti vodoravno, diagonalno ali navpično zapolnil tri odgovore med izbranimi pojmi, dobil tombolo. Zaradi časovno neučinkovite dejavnosti je najbolj trpelo poročanje ob koncu ure. Sicer pa je dejavnost, ko so obšli začetne težave, tekla hitro.

Dejavnosti, pripravljene v okviru modela, učitelj prav tako opiše kot »*še eno igrico*«, kar sproži med učenci v začetku nekaj negodovanja. Nezadovoljstvo je bilo nedvomno povezano s predhodno igro »tombolo«, s katero so imeli učenci težave. Učitelj učence razdeli v skupine po lastni presoji. Po odzivih učencev so nekateri zelo zadovoljni s skupinami, drugi malo manj, ostala pa je učenka, ki so si jo nekaj časa skupine dobesečno podajale med seboj, dokler je učitelj ni določil eni izmed skupin. Situacija je bila vsekakor neprijetna za učenko. Po koncu ure učitelj pove, da je učenka bolj samotarska in jo žal tako obravnavajo tudi drugi učenci. Videti je bilo, da učenci natančno spremljajo navodila in ti pričnejo z delom takoj, ko je material razdeljen. Vtis, da učenci komaj čakajo na delo, se je potrdil ob začetku. Med delom so bili dejavni in osredotočeni na vaje. Kljub odmoru učenci brez izjeme nadaljujejo z delom.

## **Priprava**

V uvodu v prvi sklop učitelj predvidi uvodni motivacijski eksperiment „živahne rozine“, ki naj bi ga učenci izvajali po skupinah. Nadaljnji potek ure je bil zasnovan frontalno kot pogovor o spremembah v okolju. Učenci naj bi na tablo zapisali več sprememb, pri tem pa je učitelj pazil, da se bodo »*pred tablo zvrstili vsi učenci*«. Sledi razvrščanje pojmov glede na trajanje in obravnava zemljevidov dejavnikov in eksperiment s tremi posodami alg.

Izvajanje drugega sklopa se začne s pregledom domače naloge opisovanja grafov. Za uvodno motivacijo učitelj uporabi vrečo, v kateri je v gozdu nabran material (storž, goba, listi, vejice, mah).

Učenci naj bi s tipanjem ugotovili, kje je bil material nabran in kaj si predstavljajo, da predmeti so. Za pogovor o prilagoditvah organizmov na življenjske razmere v okolju učitelj uporabi film Potovanje cesarskega pingvina, ki so si ga lahko učenci ogledali pred kratkim. Sledi nadaljevanje poskusa z algami v treh posodah in nato pogovor o trajanju sprememb in vplivu na organizme. Pred eksperimentalnim delom izdelovanja merilnikov učitelj izvede tombolo, nato pa sledi praktično delo, pri katerem vsi učenci izvajajo vse poskuse. Učitelj predvidi skupine po štiri učence, pri tem pa vodstvo pri izvajanju vsakega poskusa določi drugemu učencu v skupini. Dejavnost učitelj vodi s pomočjo laboranta, ki sodeluje s skupinami.

V tretjem sklopu učitelj predvidi pogovor, skupinsko delo, eksperimentiranje in zapis podatkov ter doživljanje živali s poudarkom na zapisovanju lastnosti okolja, v katerem živijo. Učitelj v ta namen predvidi opazovanje organizmov gozdnih tal. Pri dejavnostih je poudarjeno opazovanje in primerjava organizmov ter opisovanje življenjskih pogojev zanje. Učenci morajo na osnovi opažanj pripraviti vprašanja za kviz, s katerim bodo skupinsko tekmovali. Vse skupine imajo enak material, zato so ugotovitve primerljive.

Četrty sklop začne učitelj s poskusom s tremi posodami alg in dodajanjem soli. Zadnji sklop je zasnovan frontalno, točke izvajanja pa sledijo modelu.

#### **Potek opazovane ure:** (mp – eoguz, 2. skl., 7. A I in II)

Med izvajanjem drugega sklopa so bili v razredu ob opazovalcih še laborant in študentka na praksi, ki je spremljala izvajanje sklopov. Pri delu v razredu ni sodelovala. Drugi sklop je učitelj začel s pregledom domače naloge, kjer so učenci opisovali neko življenjsko območje in ugotovitve predstavili na kratko pri uri. Učitelj postavi vprašanja, na katere dobi enobesedne odgovore ali pa odgovore učenci preberejo iz zvezka. Eden učenec pove, da »*znam na pamet povedati, kaj je Triglav*«, kar je pomenilo, da odgovora ne bo prebral iz zvezka, ampak se ga je naučil povedati na pamet. Učenka opiše pojem puščave, ki pa se učitelju ne zdi zadovoljiv, zato zahteva pojasnilo. Učitelj se osredotoči na omejujoč dejavnik, zaradi katerega je puščava pokrajina, ki prejme zelo malo padavin in ima izjemno suho, peščeno ali kamnito področje z redkimi oblikami življenja. Pri tem je treba omeniti, da se med tem pogovorom projicira zemljevid satelitske slike, na katerem se jasno vidi, da ob ekvatorju večinoma ni puščave.

T: Puščava je območje, kjer je zelo vroče podnebje. Leži ob ekvatorju. Tam ne rastejo drevesa, ampak le malo grmičevje. Ljudje so tam velikokrat lačni. Ker je tam veliko sonca, se voda izsuši in ljudje umirajo.

U: Ja, zelo lepo si opisala, le to me je malo zmotilo. Ali je puščava res samo ob ekvatorju?

T: Ne, puščava je tudi v puščavi Gobi.

U: Tudi tam je, a ne. Tako, da bi bilo bolj natančno, da je tudi drugje lahko puščava. Tam, kjer gre za pomanjkanje enega dejavnika. Kateri dejavnik pa je?

T: Rastlinstvo.

U: Zakaj pa rastlinstvo? Zakaj pa ni rastlinstva tam?

T: Zaradi tega ker ni vode.

U: Ker ni vode.

T: Pa ker je preveč sonca.

U: Dobro.

T: Pa puščave so tudi na severnem in južnem polu, ker tam tudi ni rastlin.

U: V redu. In tudi vlaga je tam problem.

mp – eoguz, 2. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eoguz'. U - učitelj, T - učenec.



Učenci povezujejo puščavo najprej s pomanjkanjem rastlin in šele preko teh s pomanjkanjem padavin. Po njihovem razumevanju je puščava tudi na polih (vode primanjkuje, ker je v obliki ledu, vendar sami spet izpostavijo odsotnost rastlin) in v jamah, čeprav so te običajno vlažne in vode sploh ne primanjkuje.

Ura se nadaljuje s ponavljanjem vsebine prvega sklopa.

Sledila je skupinska dejavnost izdelovanja merilnikov. Učitelj pove, da bodo igrali igrico, kje bodo »*opazovali, merili in zapisovali svoja opažanja*«. Med oblikovanjem skupin laborant eno od skupin opredeli kot tisto, ki bo dobila največ materiala, zato med učenci nastane prepir. Vsi si željo »*največ*« materiala. Med predstavitvami dejavnosti in skupin laborant pove vse, kar morajo vedeti in tudi kaj bodo lahko opazili. Pri tem je pomembno dodati, da laborant pogosto uporablja nestrokovne pojme, kar učitelja ne moti.

L: Poznate termometer? Za kaj se uporablja termometer?

T: Za vročino meriti.

L: Za vročino meriti, ja. Ali bi lahko z njim tudi izmerili vročino, če jo imamo ali ne?

mp – eoguz, 2. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eoguz'. L - laborant, T - učenec.

Pri analizi posnetka se je izkazalo, da laborant uporabo termometra poveže s pojmi temperatura, toplota in vročina. Iz vsebine govora je razvidno, da laborant pojmovno pravilno loči med temperaturo in toploto, ni pa povsem jasno, če razliko razume. Pojem vročine poveže z bolezenskim stanjem. Laborant pove, da se do opozorila tega lastnega opredeljevanja besed ni zavedal. Zelo podrobno opiše tudi zasnovano poskusa, kar je pogosto dolgotrajno.

L: Termometer smo naredili sami, in sicer kako. V tale kozarec smo nalili obarvano vodo, notri smo dali slamico, ki je tukaj notri zavita, samo se ne vidi, ker je voda obarva. Potem sva učitelja tehnike prosili, da nama izvrtata luknjo in vanjo, potem, da je slamica v pravilni višini, sva s plastelinom obdali tole odprtino. Potem pa je bilo treba umeriti na sobni temperaturi. Tlele gor je šla tekočina na sobni temperaturi do določene višine. Tale termometer je malo pokvarjen od prejšnje skupine zaradi tega, ker jim je slamica ušla notri. Eden je preveč porinil in smo morali na novo narediti. Naredili sva dva. Poskusili bomo oba, ugotoviti, kaj se, kako se to meri. Kaj je torej termometer, na čem temelji? Kaj mislite?

T: Na temperaturi.

L: Na temperaturi, ki je odvisna od lastnosti neke snovi. Je tako? Staro ime za termometer je toplomer. Zakaj ta izraz ni ustrezen? Zakaj je ta izraz zavajajoč? Toplomer!

T: Zato, ker toploto meri.

L: Kaj pa mi merimo?

T: Temperaturo.

L: Tako, mi merimo pa temperaturo.

mp – eoguz, 2. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eoguz'. L - laborant, T - učenec.

Ni mogoče trditi, da učenci ločijo med pojmom toplota in temperatura. Toplota je energija, ki zaradi razlike v temperaturi dveh teles prehaja iz toplejšega telesa (izmerjena višja temperatura) na drugo telo (z izmerjeno nižjo temperaturo). Skladno s prvim zakonom termodinamike je sprememba notranje energije toplotno izoliranega telesa enaka vsoti prejetega ali oddanega dela in toplote. Te pa ne moremo izmeriti neposredno, ampak le posredno preko povzročene temperaturne spremembe.

Pri podajanju navodil za izdelavo merilnika gostote laborant natančno opiše, kako naj učenci



uporabljajo merilnik gostote, čeprav se je kasneje izkazalo, da učencem uporaba merilnika ni povsem razumljiva. Prav tako ni povsem razumljivo, kaj hoče laborant od učencev izvedeti, saj jim večino podrobnosti o poskusu pove pred izvedbo. Na koncu, ko je učencem pravzaprav odgovoril že na vsa vprašanja, pa ga na pretirano natančnost pri razlagi poskusov opozori tudi učitelj.

Laborant se izraža zelo neprecizno in strokovno sporno, učitelj pa se na to ne odzove. Podobno natančno laborant opiše tudi poskus izdelovanja merilnika tlaka, kjer pove, da bodo »*razliko tlakov odčitavali preko razlike višin tekočine teh stolpcev*«. Nadaljuje z opozorilom, da je bilo treba stolpce prej umeriti z vodovodno vodo, ker se »*jih danes nikakor ni dalo spraviti na to višino* [višino, ki jo je kot izhodiščno točko ugotovil dan prej], *zato sem ga odmeril še enkrat*«. Učitelj se je na laborantov opis moral odzvati, saj je laborant povedal nekaj, kar bi morali učenci šele ugotoviti.

L: Naprava za merjenje gostote, višina nepotopljenega dela pokaže, kakšna je gostota. To je preprost pripomoček, drugače se pa v praksi uporabljata dve napravi za merjenje gostote in ene uporabljajo za tekočine, ki so lažje od vode, in pa tiste, ki so težje od vode. Če bomo dali mi sol notri, ali bo težje ali bo lažje?

T: Težje.

L: No, slanica je težja od vode ali lažja?

T: Težja.

L: Težja, težja.

U: Boste ugotovili ali ne?

L: Hja, vam ne smem vse na pladnju prinesiti, ne? Vam lahko pladenj samo ponudim.

mp – eoguz, 2. skl., 7. B I: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eoguz'. U - učitelj, L - laborant, T - učenec.

Učitelj pove, da se mu zdi, da je laborant preveč natančno opisoval vsak poskus, hkrati pa je velikokrat neustrezno opisal svoja opažanja ali pa je s preveč podrobnim opisom nenamerno zmedel učence. To je po učiteljevem mnenju storil tudi pri razlagi, da je moral manometer umeriti na »*vodovodno vodo*«. Pri razlagi je navajal podatke, ki presegajo zahteve osnovne šole in so bili v modelu zavedeni kot pomoč učiteljem. Prav tako sta oba z učiteljem navodilo tudi priredila, saj je bil poskus zastavljen kot dolgotrajni poskus in bi morali učenci tekom daljšega obdobja »*umeriti*« merilnik na zunanje pogoje. Učitelj razlago konča tako, da pove, da je, »*na dan, ko smo to napravo delali, deževalo*«, laborant pa zaključi, »*da vremenske razmere tudi vplivajo na spremembo*«.

Ko učitelj pove, da je čas, da se lotijo dela, učenci vzamejo pripomočke in začnejo z delom. Učitelj in laborant obiščeta vsako skupino posebej. Z izvajanjem poskusov ni težav, videti je, da so natančna navodila pomembna in vse skupine učencev vedo, kako narediti inštrument, zdi se, da tudi brez večjih težav primerjajo podatke različnih meritev.

### Učiteljeva analiza lastnega dela

Učitelj pove, da so bili učenci pri urah dejavni. Zdi se mu, da je pri eksperimentalnem delu »*prišlo do izraza njihovo logično razmišljanje, skupine so bile dobro oblikovane, kar je verjetno pripomoglo k dobremu delu*«. Najbolj ga moti časovnica, ki se je ni uspel držati. Učitelj pove, da je časovni problem morda nastal tudi zaradi motivacijskih poskusov, ki jih je v modelu poučevanja dodal na lastno odločitev. Ker je učitelj vedel, da je priprava njegova odgovornost, je zaključil, da odločitev glede na vse

ostale vključene dejavnosti ni bila najboljša. Mnenja je, da je v začetku težko sledil navodilom za izvajanje sklopov, ker si jih lahko vsak predstavlja po svoje. *»Ko greš dvakrat skozi navodila, potem pa, aha, saj to je pa čisto enostavno. Imaš neke svoje predstave, ki motijo to, da bi razumel tisto, kar se pričakuje.«* Mnenja je, da so na splošno učenci dobro sprejeli tudi dejavnosti, sicer pa ure niso bile drugačne, kot jih izvaja sam.

Pri izvajanju poskusa z algami je bil opozorjen na napačno izvedbo. Učitelj pove, da je verjetno napačno tolmačil izvajanje poskusa z algami in je zato posode, napolnjene z vodo, pustil odprte. Iz odkritih posod je izhlapevala voda, zato so bili rezultati problematični s stališča poštenosti poskusa, saj sta bila pri tem opazovana dva različna dejavnika. Kljub vsemu pa so alge v pokriti posodi pobledele, alge v odkriti posodi pa so ostale zelene.

### H.3.7 Izvajanje modela na šoli 'eokon'

#### Izvajanje modela na šoli 'eokon' – splošni opis

V okviru izvajanja sklopov modela poučevanja je bilo na šoli posnetih pet šolskih ur pouka v enem sedmem razredu. Posneta je bila izvedba vseh sklopov. Šolsko uro prej so učenci brez zapletov reševali predpreizkus (P) znanja.

Učitelj izvajanje modela poučevanja predvidi v sklopu posebnega *»naravoslovnega dne«*, kjer bodo imeli učenci en dan namenjen zgolj naravoslovnim dejavnostim, ki so opredeljene s sklopi modela poučevanja. Za izvajanje učitelj nameni 5 šolskih ur, čeprav ima možnost, *»v kolikor se kaj zatakne«*, izvajanje podaljšati za največ dve uri. Čeprav vsebine sklopov skoraj ne spremeni, pa vsakemu sklopu priredi ime, ki ga bodo učenci zapisali v zvezke, v katere bodo nato vstavili delovne liste. Te je učitelj pripravil prav za ta naravoslovni dan v obliki zvezkov za vsako uro (vsak sklop) posebej. Kot ključne dejavnosti učitelj izpostavi samostojno sklepanje (na osnovi znanja in izkušenj) o pogojih v okolju (slanost, svetloba, hrana, kisik, številčnost organizmov, tlak, temperatura); opazovanje, spoznavanje in raziskovanje ekosistema morje; preučevanje morja s pomočjo videoposnetkov, stalnih šolskih zbirk preparatov, akvarija, strokovne literature in drugega materiala ter eksperimentiranje za ugotavljanje fizikalnih in kemijskih dejavnikov.

Učitelj pove, da se mu zdi, da z izvajanjem ne bo imel težav, ker je pouk *»naravoslovnega dne«* *»priredil tako, da bodo lahko hitrejši [učenci] delali več in naprej, tisti počasnejši pa bodo opravili vse, kar je nujno zahtevano«*, čeprav slabih učencev pravzaprav sploh ni. So le taki, ki jim je naravoslovje bližje in taki, ki jim je bližje kakšen drug predmet. Pove tudi, da je *»model zgrajen logično in je mogoče eno dejavnost preplesti z drugo, en sklop z drugim, hkrati pa lahko učenci, ki hočejo prehitovati izvajanje dejavnosti, to tudi naredijo«*. Učitelj pričakuje resno delo, ker ve, da se učenci zavedajo pomembnosti znanja in razen *»otroške vihravosti, ki jih včasih malo odpihne«*, z njimi ni težav. Edini problem z enodnevnim izvajanjem modela poučevanja je izvajanje dolgotrajnih poskusov, pri katerih naj bi učenci po daljšem času opazovanja poskusa opazili oziroma opredelili spremembe. Zaradi skupnega izvajanja sklopov to na predviden način ni mogoče. Učitelj je zagotovil, da bodo vse dolgotrajne dejavnosti izvajali še po naravoslovnem dnevu, ker *»pravzaprav ni razlike, saj bi moral tudi sicer te dejavnosti izvajati še nekaj mesecev po koncu izvajanja modela«*. Edina zavedena sprememba v načinu izvajanja modela je izvajanje poštenega poskusa z algami, ki ga z učenci izvede že en teden

pred naravoslovnim dnem, pri tem pa se osredotoči izključno na spremenljivke poskusa, pogoji in spremembe pa bodo opredeljene po koncu izvajanja prvega sklopa, ko bodo poskus z učenci še enkrat pregledali in nato izvedli nepošten poskus. Učenci naj s poskusom ne bi imeli težav.

### **Priprava**

Učitelj v prvem sklopu začne z opredelitvijo sprememb v okolju, povezanih z dnevnimi spremembami in letnimi časi ter geografskim položajem območja. Pri tem poudari pojem spremembe. Učitelj izpostavi spremembo kot temeljni pogoj za razumevanje vsebin drugega sklopa določevanja dejavnikov. Če v prvi stopnji opredeli fizikalno-kemijske dejavnike, ki jih je mogoče zaznati v okolju, pa se v drugi uri osredotoči na praktično izvedbo merjenja predlaganih poskusov izdelovanja merilnikov in ponovni pregled poskusa z algami. Učitelj poudari, da so »*poskusi enostavni, vendar z njimi lahko le določamo spremembo, za podrobno delo pa uporabimo prave instrumente za merjenje*« temperature, tlaka in gostote. Tretjo uro in tretji sklop učitelj začne z zapisovanjem vrednosti temperature, tlaka in vlage v diagram – klimogram, sledi doživljanje in primerjava različnih vodnih organizmov ter doživljanje živali (krastača, sekulja, zelena rega) in opisovanje njihovih življenjskih pogojev, za konec pa predvidi pregledovanje domače naloge, opisovanje diagramov in zaključni kviz.

Četrty sklop učitelj nadaljuje s povezovanjem izsledkov poskusa z okoljem (alge). Učitelj v petem sklopu predvidi dejavnosti o vplivu dejavnikov na organizme in organizmov na okolje, kot je opredeljeno v navodilih sklopov.

Iz delovnih listov je razvidno, da je učitelj za vsak korak izvajanja dejavnosti oblikoval vprašanja z odprtimi odgovori ali razpredelnice, kamor so morali učenci zapisati ugotovitve oziroma podati mnenje. Pri vsaki točki dela so imeli tudi možnost odgovore poiskati v različni literaturi, ki jim je na voljo. Učitelj tudi z zapisanimi vprašanji spodbuja navajanje izkušenj in opomni učence na dejavnosti, ki so jih že izvajali pri pouku in v šoli v naravi. Pri poskusih, ki so bili zastavljeni kot dolgotrajni poskusi, učitelj navede odprta vprašanja, kamor učenci zapišejo predvidevanja o času spremembe, ki jih namerava v urah po dejavnostih upoštevati. Iz delovnih listov je tudi razvidno, da učitelj veliko pozornosti nameni risanju klimogramov, učencem opredeli točke, na katere morajo biti pozorni, da bo diagram pregleden, hkrati pa tudi z vprašanji zahteva primerjanje meritev in opredelitev povezave z drugimi pogoji.

### **Potek opazovane ure: (mp – eokon, 2. skl., 7. B)**

Učitelj v uvodu pred prvo uro predstavi obiskovalca in raziskovalca, ki sta sedela v zadnji vrsti in spremljala izvajanje, ter povzame, kaj bodo danes delali. Opredeli delovne liste in posamezen sklop, ki ga morajo opraviti v eni uri, da bodo vse dejavnosti končali v predvidenih petih urah, poudari pomembnost vpisovanja odgovorov za nadaljnje delo, da navodila za uporabo navodil, ki so zapisana v delovnih listih, in pove, da je za vse dejavnosti več kot dovolj časa. Pri tem jih pomiri, naj ne skrbijo, če bodo imeli pri katerem vprašanju težave. Na voljo jim je za kakršnakoli vprašanja, pomagal pa bo tudi laborant, ki bo podrobno spremljal izvajanje skupinskih poskusov. Ker so učenci večino navodil dobili v pisni obliki, je kot uvod v drugi sklop učitelj še sam povzel navodila učencem, da med izvajanjem ne bi prišlo do nepričakovanih težav.

U: Poglejte, imate tematiko napisano, o čem bo potekala vaja, na kratko predstavitev, pribor in natančna navodila. Sledite navodilom, potem izvedite poskus in zapišite ugotovitve ob opazovanju. Vsaka skupina dobi svojo nalogo, potem pa bomo liste zamenjali z drugimi skupinami.

mp – eokon, 2. skl., 7. B: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eokon'. U - učitelj.

Učitelj si vzame približno pet minut za razlago. Pove, da lahko prosijo za pomoč in naj naloge in vprašanja natančno preberejo ter da verjame, da bodo vse uspeli narediti sami. Učitelj doda še nekaj besed o pomembnosti vseživljenjskega učenja, o pomembnosti sodelovanja in o medpredmetnem povezovanju vsebin. O vsebini ne pove ničesar, prav tako pa poskuse le omeni kot dejavnosti, ki so pomembne, da bodo lahko natančno izpolnili razpredelnice in odgovorili na vprašanja v naravoslovnem snopiču, kakor poimenuje delovne liste. Po tem so učenci prepuščeni samostojnemu delu, učitelj pa hodi med skupinami in po svoji presoji odgovori ali pa tudi ne odgovori na vprašanja učencev, če oceni, »da učencem odgovor pri delu ne bo koristil«.

#: [Učenci pokličejo učitelja, da preveri ugotovitve poskusa.]

T: **Smo to prav naredili?**

U: Zapišite, zapišite.

#: [Učenci se ob prihodu učitelja umaknejo, da lahko pogleda zapisane ugotovitve.]

U: Lepo. Lepo. Je bilo težko odgovoriti?

#: [Učenec dvigne posodo z oljem, skupaj z merilnikom gostote.]

U: No, lepo bo tako. Da se ne boš umazal. No, napišite svoje ugotovitve.

#: [Učence vpraša, zakaj v diagram podatkov niso vrisali od začetka.]

U: Zakaj pa to ne gre?

T: **Ker smo diagram začeli risati od prvega, podatke imamo pa od 13. dalje.**

U: Ja, bravo, ja, super.

mp – eokon, 2. skl., 7. B: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eokon'. U – učitelj, T – učenec.

Med delom učitelj večkrat vzame delovne liste katere izmed skupin in jih prinese pokazat raziskovalcu. Pri pregledu se pokaže, da učenci upoštevajo navodilo o zaporednem reševanju nalog in da odgovore zapišejo pravilno. Učitelj pove, da vedno natančno spremlja izvajanje poskusov, zato pogosto ugotovi, da se učencem tudi malenkostne tehnične težave včasih zdijo nepremostljive. Čeprav je bil laborant na voljo in jim je pomagal izvajati poskuse, je imel navodila učitelja, da jim lahko pomaga le z dodatnimi navodili, ne sme pa jim pomagati merilnika sestaviti. Pri merilniku temperature, razen s pritrjevanjem slamice na preluknjan zamašek, ni bilo težav, so pa učenci zaradi pripravljenih pripomočkov merilnik narediti tako, da je pri večjem povečanju temperature obarvana tekočina stekla na vrhu slamice. Veliko večje težave so imeli učenci pri sestavljanju merilnikov gostote in tlaka.

Pri poskusu tlaka je prvi del vključeval del navodila »*pritrđiti cev v obliki črke U na leseno podlogo*«, kar učenci niso uspeli narediti.

U: Torej, katero vajo delate?

T: **Tretjo.**

U: Dobro. No, kako piše? Po vrsti delate.

T: **Cev zavijemo v obliki črke U, jo pritrđimo.**

U: No, kako bomo pa pritrđili?

T: **Pitrđiti jo moramo pa kot** [Učenec pokaže, kako.] ...

U: Kako boste potem pritrdili?

T: Ja, pritrdili jo bomo tako dol.

U: No? Kako?

mp – eokon, 2. skl., 7. B: tipkopis: izvajanje drugega sklopa na šoli 'eokon'. U - učitelj, T - učenec.

Laborant je za »*pritrđitev*« plastične cevke predvidel žeblice, za »*zamašitev*« eno izmed strani cevi pa plastelin. Učenci so napačno poskušali cev pritrditi s plastelinom, a je bila ta pretrda in se je zaradi napetosti v ukrivljeni cevi vsakič znova odtrgala od podlage. V kolikor bi uporabili žeblice, bi cev ostala pritrjena. Učitelj jih opozori, da imajo za pritrjevanje tudi druge možnosti. Učencem tudi žeblic ne uspe zabiti pravilno, zato jim na koncu pomaga laborant. Ko so pribili zgornje štiri žeblice, ki so držale ustji cevi na mestu, so učenci delo nadaljevali sami.

Težave so imeli učenci tudi pri uporabi merilnika gostote. Če so merilnik hitro pripravili za uporabo, pa jim zaradi napake laboranta gostote olja ni uspelo izmeriti. Laborant je izbral namesto predvidenega merilnega valja zelo nizko posodo. Pri merjenju gostote olja je merilnik prišel do dna posode in so učenci zato izmerili napačno vrednost. Laborant pove, da se je zavedel napake šele, ko so v tej posodi delali poskus učenci. Namesto da bi poiskal višjo posodo, se je raje odločil »*popraviti*« merilnik in iz njega stresel nekaj mivke in odrezal vrhni del, da je merilnik plaval in se ni prevrnil. Na vprašanje, kako laborant vidi te poskuse, pove, da »*je snov, ki je učenci še niso obravnavali*«, zato se mu zdijo prezahtevni, potrdi pa, da so bili večinoma vsi učenci dejavni in so vsi merilnike izdelali. Sklene, da za učence izdelava merilnikov ni bila prezahtevna naloga. Pri tem potrdi učiteljeve besede, da bi delo teklo verjetno bolj gladko, če bi učence na izvajanje sklopov pripravila. Zdi se mu tudi, da bi bile vaje učinkovitejše, če bi bile v učnem načrtu in bi se nanje pripravili že prej. Kljub vsemu je zanimivo, »*kaj vse se lahko iz učenca potegne*«, s čimer misli predvsem na znanje, ki ga od učencev v 7. razredu nihče ne pričakuje. V pogovoru po uri, ko je bilo že jasno, da so vse skupine končale poskuse, se je izkazalo, da smo vsi opazili, da so tri skupine delovale zelo usklajeno, pri eni pa so se vedno znova pojavljale težave pri izvajanju poskusov in jim je zato laborant pogosto pomagal. Učitelj pove, da so nekateri učenci bolj praktični kot drugi, da pa so se v skupine razvrstili sami, saj jim tega veselja ni želel vzeti. V skupini, ki je z delom zaostajala, so bile same učenke, ki, kot je omenil laborant, »*tudi pri tehniški raje naredijo referat kot pa izdelek*«.

### **Učiteljeva analiza lastnega dela**

Učitelj pove, da nerad napove učencem, kaj bodo delali, saj se napovedi pogosto ne uresničijo in pride do sprememb, sicer pa rad vse vnaprej pripravi. Na vprašanje, kaj je učencem povedal o »*naravoslovnem dnevu*«, pove, »*da jim nisem dosti povedal, želel sem le, da vedo, da bomo delali poskuse ..., da bomo poskušali ponoviti vse, kar že vemo ..., da bodo dobili navodila na listih, ki jih bodo potem reševali, in to je vse*«. Po učiteljevem mnenju »*se učenci najraje učijo prek laboratorijskega dela, prek opazovanja in pa pri delu z računalnikom*«. V tem pogledu je model poučevanja po njegovem mnenju zasnovan dobro. Če v razredu učenci niso dejavni, potem so običajno »*nemirni, ne poslušajo in ni učinka. Pri izvajanju dejavnosti po modelu so te zasnovane tako, da učenci morajo slediti dogodkom*« iz enega sklopa v drugega, ker je učna ura zasnovana kot celota in tako izgubijo rdečo nit. »*Zato je toliko bolj pomembno, da so dejavnosti same po sebi zanimive*«. Najpomembnejši je prav poudarek »*na medpredmetnem povezovanju vsebin*«. Učitelj po prvem sklopu opozori raziskovalca, da učenci

nadaljujejo z delom, čeprav je prve ure konec in bi lahko imeli odmor. Učitelj pove, da je to pri njih običajno, da pa pogosto naleti na začudenje obiskovalcev. Učenci te šole vedo, zakaj se učijo, hkrati pa jim učitelji in šola ne dovolijo, da bi to pozabili. Edini odmor, ki so si ga učenci vzeli, je bil odmor za malico. Učitelj pove, da je pričakoval težave pri uporabi prosojnic in zemljevidov, saj ni vedel, kako jih bodo učenci razumeli. Izkazalo se je, da učenci z branjem zemljevidov niso imeli težav, »*je pa res, da na zemljevidu razen barv ni bilo drugih oznak*«. To, da vedo, kje je so celine, se po njegovem mnenju v sedmem razredu od njih že pričakuje, presenetilo pa ga je, da razumejo pomen povprečne temperature in jo znajo povezati z rastjem posameznih območij in s količino padavin. »*To pa je več, kot sem pričakoval.*«





## Literatura, razvrščena po pojavljanju v besedilu.

- 1 Glažar, Saša A.; Plut - Pregelj, Leopoldina; Kuščer - Pergar, Marjanca; Krnel, Dušan; Vogrinec, Janez; Urbančič, Matej; Hudošček, Milan (2005). Evalvacijska študija: vpliv ocenjevanja znanja na kakovost znanja učencev in na njihov interes za naravoslovje: uvajanje novega učnega predmeta v 7. razredu in prizadevanja za kakovostno naravoslovno znanje učencev: evalvacijska študija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- 2 Slovar slovenskega knjižnega jezika (2008). Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU. Spletni vir [13. 11. 2010 [http:// bos.zrc-sazu.si/ index.html](http://bos.zrc-sazu.si/index.html)].
- 3 Markie, Peter (2008). Rationalism vs. Empiricism. V: Edward N. Zalta (ur.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/ entries/rationalism-empiricism/](http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/rationalism-empiricism/)].
- 4 Steup, Matthias (2008). Epistemology. V: Edward N. Zalta (ur.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://plato.stanford.edu/archives/ win2008/ entries/ epistemology/](http://plato.stanford.edu/archives/win2008/entries/epistemology/)].
- 5 McCormick, Matt (2006). Immanuel Kant – Metaphysics. V: The Internet Encyclopedia of Philosophy. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.iep.utm.edu/k/kantmeta.htm>].
- 6 Costelloe, Timothy (2008). Giambattista Vico. V: Edward N. Zalta (ur.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition). Spletni vir [13. 11. 2010 [http://plato.stanford.edu/archives/ fall2008/ entries/vico/](http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/vico/)].
- 7 Tomić, Ana (1997). Izbrana poglavja iz didaktike. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
- 8 Polanyi, Michael (1983). The tacit dimension. Gloucester (Mass.): Peter Smith Publisher Inc.
- 9 McWilliams, Spencer A. (1992) Indeterminacy and the Construction of Personal Knowledge. *Tradition & Discovery: The Polanyi Society Periodical*, (19) 2: 5–12.
- 10 Smith, Mark K. (2003). Michael Polanyi and tacit knowledge. V: The Encyclopedia of Informal Education. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://www.infed.org/ thinkers/ polanyi.htm](http://www.infed.org/thinkers/polanyi.htm)].
- 11 Gelwick, Richard (2007). Fifty years of discovering personal knowledge, The rise and development of the Polanyi Society. *Tradition & Discovery: The Polanyi Society Periodical*, (34) 3: 18–30.
- 12 Larkin, Jill H.; Simon, Herbert A. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. *Cognitive Science*, (11), 65–99.
- 13 Miller, Kent D. (2008). Simon and Polanyi on Rationality and Knowledge. *Organization Studies*, Jul 2008 (29): 933–955.
- 14 Popper, Karl (1978). Three Worlds: The tanner lecture on human values. The University of Michigan. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.tannerlectures.utah.edu/lectures/documents/popper80.pdf>].
- 15 Kilgore, Deborah W. (2001). Critical and Postmodern Perspectives on Adult Learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 89: 53–62.
- 16 Russell, Bertrand (1912). *The problems of philosophy*, 15. Izdaja (1989). Oxford University Press.
- 17 Kolb, David (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 18 Johnstone, Alex H. (2000). Teaching of Chemistry - Logical or Psychological?. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, (1) 1: 9–15.
- 19 Hewstone, Miles; Fincham, Frank; Foster, Jonathan (2005). *Psychology*, BPS Textbooks in Psychology. The British Psychological Society and Blackwell Publishing Ltd.
- 20 Ritter, Frank E.; Schooler, Lael J. (2001). The learning curve. V: W. Kintch; N. Smelser; P. Baltes, (ur.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://act-r.psy.cmu.edu/ publications/ pubinfo.php?id=408](http://act-r.psy.cmu.edu/publications/pubinfo.php?id=408)], Oxford, UK: Pergamon: 8602-8605.
- 21 Krathwohl, David R. (2002) A revision of Bloom's Taxonomy: an overview - Benjamin S. Bloom, University of Chicago, *Theory Into Practice*, Autumn, 2002. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://findarticles.com/ p/articles/ mi\\_m0NQM/ is\\_4\\_41/ ai\\_94872707](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0NQM/is_4_41/ai_94872707)].
- 22 Pergar - Kuščer, Marjanca; Plut - Pregelj, Leopoldina (2006). Razumevanje znanja pri razrednih in predmetnih učiteljih. V: Medved - Udovič, Vida; Cotič, Mara; Felda, Darjo (ur.), *Zgodnje učenje in poučevanje otrok*. Koper: Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta, Založba Annales: 25-42.
- 23 Hejny, Milan (2005). Understanding Students Understanding Mathematics, Reading and Writing for Critical Thinking International Consortium. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://ct-net.net/tc\\_sample\\_5-2](http://ct-net.net/tc_sample_5-2)].
- 24 Plut - Pregelj, Leopoldina (2005). Sodobna šola ostaja šola: kaj pa se je spremenilo?. *Sodobna pedagogika*, (58) 3: 12–30.
- 25 Smith, Mike U.; Siegel, Harvey (2004). Knowing, Believing, and Understanding: What Goals for Science Education?. *Science & Education* 13: 553–582.
- 26 Davson - Galle, Peter (2004). Understanding: 'Knowledge', 'Belief' and 'Understanding'. *Science & Education*, 13: 591–598.
- 27 Plut - Pregelj, Leopoldina (2004). Konstruktivistične teorije znanja in šolska reforma: učitelj v vlogi učenca. V: Marentič Požarnik, Barica (ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Ljubljana: Filozofska fakulteta, 17–40.
- 28 Groves, Fred H.; Pugh, Ana F. (2002). Cognitive Illusions as Hindrances to Learning Complex Environmental Issues. *Journal of Science Education and Technology*, 11: 381–390.
- 29 Marentič - Požarnik, Barica (2000). Psihologija učenja in pouka, učbenik. Ljubljana: DZS: 5.
- 30 Rutar - Ilc, Zora (2003). Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- 31 Novak, Marta (2005). Vloga učitelja v devetletni osnovni šoli. Nova Gorica: Melior, Založba Educa.
- 32 Jarvis, Peter (2003). Izkusveno učenje in pomen izkušnje. *Sodobna pedagogika*, (54) 1: 94–103.
- 33 Gartmeier, Martin; Bauer, Johannes; Gruber, Hans; Heid, Helmut (2008). Negative Knowledge: Understanding Professional Learning and Expertise. *Journal Vocations and Learning*, (1) 2: 87–103.
- 34 Bailin, Sharon (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, (11) 4: 361–375.
- 35 Kalman, Calvin S. (2002). Developing Critical Thinking in Undergraduate Courses: A Philosophical Approach. *Science & Education*, 11: 83–94.
- 36 Höttecke, Dietmar (2000). How and What Can We Learn From Replicating Historical Experiments? A case study. *Science and Education*, 9: 343–362.
- 37 Davson - Gale, Peter (2002). Science, Values and Objectivity. *Science & Education*, 11: 191–202.
- 38 Davson - Gale, Peter (2004). Philosophy of Science, Critical Thinking and Science Education. *Science & Education*, 13: 503–517.
- 39 Feynman, Richard P. (1969). What Is Science. *The Physics Teacher*, (7) 6: 313.

- 40 Kuhn, Thomas S. (1970 (1962)). *The Structure of Scientific Revolutions*, Second Edition. Chicago: The University of Chicago Press.
- 41 Thornton, Stephen (2008). Karl Popper. V: Edward N. Zalta (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/popper/>].
- 42 Scharmann, Lawrence C.; Smith, Mike U.; James, Mark C.; Jensen, Murray (2005). Explicit Reflective Nature of Science Instruction: Evolution, Intelligent Design, and Umbrellaology. *Journal of Science Teacher Education*, 16: 27–41.
- 43 Sintonen, Matti. (1999). Why questions, and why just why-questions?. *Synthese*, 120: 125–135.
- 44 Lohman, David F. (1989). Human Intelligence: An Introduction to Advances in Theory and Research. *Review of Educational Research*, (59) 4: 333-373.
- 45 Sternberg, Robert J. (1984). What Should Intelligence Tests Test? Implications of a Triarchic Theory of Intelligence for Intelligence Testing. *Educational Researcher*, (13) 1: 5-15.
- 46 Gardner, Howard (1999). *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- 47 Smith, Mark K. (2002). Howard Gardner and multiple intelligences. *The encyclopedia of informal education*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>].
- 48 Gardner, Howard (2003). Multiple Intelligences After Twenty Years, Paper presented at the American Educational Research Association, Chicago, Illinois, April 21, 2003. Spletni vir [13. 11. 2010 [www.pz.harvard.edu/Pis/HG\\_MI\\_after\\_20\\_years.pdf](http://www.pz.harvard.edu/Pis/HG_MI_after_20_years.pdf)].
- 49 Plut - Pregelj, Leopoldina (1993). Učenje z razumevanjem - temeljni cilji šole prihodnosti. *Sodobna pedagogika*, (44) 9/10: 547–551.
- 50 Morgan, Harry. (1996). An analysis of Gardner's theory of multiple intelligence. *Roeper Review*, 18, 263–270.
- 51 Benziger, Katherine I. (2004). *Thriving in Mind: The Art and Science of Using Your Whole Brain*. KBA Publishing; Revised edition.
- 52 Dewey, John (1938). *Experience & education*. New York: Kappa Delta Pi, Touchstone 1997 edition.
- 53 Štefanc, Damjan (2011). Šola in pojmovanja znanja med pragmatizmom in konstruktivizmom. *Sodobna pedagogika*, (62) 1: 100–119.
- 54 Vidmar, Tadej (2011). Šola in pojmovanja znanja med pragmatizmom in konstruktivizmom. *Sodobna pedagogika*, (62) 1: 28–40.
- 55 Wiggins, Grant (1998). *Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance*. San Francisco: Jossey-Bass.
- 56 Perkins, David (1991). *Mindware and the metacurriculum*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://www.newhorizons.org/future/Creating\\_the\\_Future/cfut\\_perkins.html](http://www.newhorizons.org/future/Creating_the_Future/cfut_perkins.html)].
- 57 Maslow, Abraham H. (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, (50) 4: 370–96. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>].
- 58 Phillips, Denis. C. (2008). Philosophy of Education. V: Edward N. Zalta (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/education-philosophy/>].
- 59 Laird, Dugan (2003). *Approaches to training and development: new perspectives in organizational learning, performance and change*, 3 izdaja. Cambridge, Mass: Basic Books.
- 60 Šimenc, Marjan (1995). J. H. Mead: behaviorizem, sebstvo in posplošeni drugi. *Problemi*, (4) 5: 165–179.
- 61 Strand, Paul S.; Barnes-Holmes, Yvonne; Barnes-Holmes, Dermot (2003). Educating the Whole Child: Implications of Behaviorism as a Science of Meaning. *Journal of Behavioral Education*, (2) 12: 105–117.
- 62 Malone, John C. (2003). Advances in Behaviorism: It's Not What It Used to Be. *Journal of Behavioral Education*, (12) 2: 85–89.
- 63 Bandura, Albert (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall.
- 64 Bandura, Albert (1994). Self-efficacy. V: Ramachaudran, V. S. (ur.), *Encyclopedia of human behavior*, Vol. 4: 71–81. Spletni vir [13.11.2010 <http://www.des.emory.edu/mfp/BanEncy.html>].
- 65 Novak, Joseph D. (1998). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Lawrence Erlbaum Associates. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://books.google.si/books?id=zQ\\_ZpfGFglYC&hl=en](http://books.google.si/books?id=zQ_ZpfGFglYC&hl=en)]: 49–79.
- 66 Ausubel, David P. (1970). The Use of Ideational Organizers in Science Teaching. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED050930>].
- 67 Koffka, Kurt (1922). Perception: An introduction to the Gestalt-theorie, *Psychological Bulletin*. V: C. D. Green (ur.), *Classics in the History of Psychology*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://psychclassics.yorku.ca/Koffka/Perception/perception.htm>].
- 68 Lehar, Steven (2003). Gestalt isomorphism and the primacy of subjective conscious experience: A Gestalt Bubble model. *Behavioral and brain sciences*, (26), 375–444.
- 69 Weiner, Bernard (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92, 548–573.
- 70 Weiner, Bernard (1992). *Human motivation: metaphors, theories, and research*, 2. Izdaja. Newbury Park, London, New Delhi: Sage, cop.
- 71 Weiner, Bernard (2006). *Social motivation, justice and moral emotions: an attributional approach*. Lawrence Erlbaum Associates.
- 72 Reigeluth, Charles M. (1992). Elaborating the elaboration theory. *Educational Technology Research and Development*, (40) 3: 80–86.
- 73 Wilson, Brent; Cole, Peggy (1992). A critical review of elaboration theory. *Educational Technology Research and Development*, (40) 3: 63–79.
- 74 Greeno, James G. (1994). Gibson's affordances. *Psychological Review*, (101) 2: 236–342.
- 75 Brown, John S.; Collins, Allan; Duguid, Paul (1989). *Situated Cognition and the Culture of Learning*. *Educational Researcher*, (18) 1: 32–42.
- 76 Bruner, Jerome (1960). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- 77 Takaya, Keiichi (2008). Jerome Bruner's Theory of Education: From Early Bruner to Later Bruner. *Journal Interchange*, (39) 1: 1–19.
- 78 Bruner, Jerome (1979). *On knowing: essays for the left hand*, razširjena izdaja. Cambridge, Massachusetts, London, England.
- 79 Mayer, Richard E. (2004). "Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction". *American Psychologist*, (59) 1: 14–19.
- 80 Gil - Pérez, Daniel; Guisasola, Jenaro; Moreno, Antonio; Cachapuz, Antonio; Pessoa De Carvalho, Anna M.; Martínez

- Torregrosa, Joaquín; Salinas, Julia; Valdés, Pablo; González, Eduardo; Gené Duch, Anna; Dumas-Carré, Andrée; Tricárico, Hugo; Gallego, Rómulo (2002). *Defending Constructivism in Science Education*. *Science & Education*, 11, 557–571.
- 81 Niaz Mansoor; Abd – El - Khalick, Fouad; Benarroch, Alicia; Cardellini, Liberato; Laburú, Carlos E.; Marín, Nicolás; Montes, Luis A.; Nola, Robert; Orlik, Yuri; Scharmann, Lawrence C.; Tsai, Chin-Chung, Tsaparlis, Georgios (2003). *Constructivism: Defense or a Continual Critical Appraisal - A Response to Gil - Pérez et al.*. *Science & Education*, 12: 787–797.
- 82 Marentič Požarnik, Barica (ur.) (2004). *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Ljubljana: Filozofska fakulteta.
- 83 Plut - Pregelj, Leopoldina (2008). *Ali so konstruktivistične teorije učenja in znanja lahko osnova za sodoben pouk?. Sodobna pedagogika*, (59) 6 posebna izdaja: 14–27.
- 84 Galloway, Chad. M. (2001). *Vygotsky's Constructionism*. V: M. Orey (ur.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://projects.coe.uga.edu/epltt/>].
- 85 Crawford, Kathryn (1996). *Vygotskian approaches to human development in the information era*. *Educational Studies in Mathematics*, (31): 43–62.
- 86 Driscoll, Marcy P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Needham, MA: Allyn & Bacon.
- 87 Roscoe, Keith (2004). *Lonegan's Theory of Cognition, Constructivism and Science Education*. *Science & Education*, 13: 541–551.
- 88 Lavonen, Jari; Juuti, Kalle (2006). *Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology*. *Nordic Studies in Science Education*, (4) 1: 54–68.
- 89 Design-Based Research Collective (2003). *Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry*. *Educational Researcher*, (32) 1: 5–8.
- 90 Barab, Sasha; Squire, Kurt (2004). *Design-based research: Putting a stake in the ground*. *The Journal of the Learning Sciences*, (13) 1: 1–14.
- 91 Papert, Seymour; Harel, Idit (1991) *Situating Constructionism, Constructionism*. Ablex Publishing Corporation. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>].
- 92 Huit, William G. (2001). *Humanism and open education*. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/affsys/humed.html>].
- 93 Ackoff, Russell. L. (1989). *From Data to Wisdom*. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16: 3–9.
- 94 Moseley, David; Baumfield, Vivienne; Elliott, Julian; Gregson, Maggie; Higgins, Steven; Miller, Jen; Newton, Douglas P. (2005). *Framework for Thinking: A Handbook for Teaching and Learning*. Cambridge University Press.
- 95 Keating, Sarah B. (2006). *Curriculum Development and Evaluation in Nursing*. Lippincott Williams & Wilkins.
- 96 Marzano, Robert J.; Zaffron, Steve; Zraik, Linda; Robbins, Sanford L.; Loon, Lois (1995). *A new paradigm for educational change*. *Education*, (116) 2: 162–173.
- 97 Marzano, Robert J. (2000). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- 98 Sicherl - Kafol, Barbara (2008). *Medpredmetno povezovanje v osnovni šoli*. *Didakta*, (18-19) 11: 7–09.
- 99 Anderson, Ronald D. (2002). *Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry*. *Journal of Science Teacher Education*, (13) 1: 1–12.
- 100 Kirschner, Paul A.; Sweller, John; Clark, Richard E. (2006). *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching*. *Educational Psychologist*, (41) 2: 75–86.
- 101 Klein, Julie T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory and practice*. Detroit: Wayne State University Press.
- 102 Beane, James A. (1997). *Curriculum Integration: designing the core of democratic education*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- 103 Bolak, Karen; Bialach, Donna; Dunphy, Maureen (2005). *Standards-based, thematic units integrate the arts and energize students and teachers*. *Middle School Journal*, (31) 2: 57–60.
- 104 Peers, Cheryl E.; Diezmann, Carmel M.; Watters, James J. (2003). *Supports and Concerns for Teacher Professional Growth During the Implementation of a Science Curriculum Innovation*. *Research in Science Education*, 33: 89–110.
- 105 Zemplén, Gábor Á. (2007). *Putting Sociology First - Reconsidering the Role of the Social in 'Nature of Science' Education*. *Journal Science & Education*, (online) [13. 11. 2010 <http://www.springerlink.com/content/egh2322g25668342/>].
- 106 McDaniel, Elizabeth A.; Colarulli, Guy C. (2000). *Collaborative Teaching in the Face of Productivity Concerns: The Dispersed Team Model*. *Innovative Higher Education*, (22) 1: 19–36.
- 107 Smylie, Mark A.; Perry, George S. (2005). *Restructuring Schools for Improving Teaching*. *Fundamental Change*.
- 108 Browne, Neil M. (2002). *The Mandate for Interdisciplinarity in Science*. *Science & Education*, 11: 513–522.
- 109 Mulej, Matjaž (2007). *Systems theory: a worldview and/or a methodology aimed at requisite holism/realism of humans' thinking, decisions and action*. *Systems Research and Behavioral Science*, (24) 3: 347–357.
- 110 Booth, Sweeney, L.; Stermana, John D. (2007). *Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems*. *System Dynamics Review*, (23) 2/3: 285–312.
- 111 Riess, Werner; Mischo, Christoph (2010). *Promoting Systems Thinking through Biology Lessons*. *International Journal of Science Education* (32) 6: 705-725.
- 112 National Academies Press (1996). *National Science Education Standards, Principles and Definitions*. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=4962](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4962)]: 19–26.
- 113 Laugksch, Rüdiger C. (2000). *Scientific Literacy: A Conceptual Overview*. *Science Education*, 84: 71–94.
- 114 Miller, Jon D. (1983). *Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review*. *Daedalus*, (112) 2: 29–48.
- 115 Krnel, Dušan (1998). *Razvoj pojma snovi: primerjava med ontogenezo in filogenezo: doktorska disertacija*.
- 116 Japelj - Pavešič, Barbara; Magajna, Zlatan; Drobnič - Vidic, Andreja; Žakelj, Amalija; Čuček, Mojca; Brečko, Barbara N.; Perat, Zvonko; Makarovič, Matej; Klokočevnik, Alenka (2002). *Tretja mednarodna raziskava matematike in naravoslovja IEA TIMSS in druga mednarodna raziskava o informacijski tehnologiji v izobraževanju IEA sites ter vključevanje izsledkov v slovenski izobraževalni sistem: poročilo projekta*. Ljubljana: Center IEA raziskave, Pedagoški inštitut.
- 117 Štraus, Mojca; Repež, Maša; Štigl, Simona (2007). *Naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev: nacionalno poročilo*. Ljubljana: Nacionalni center PISA, Pedagoški inštitut.
- 118 Novak, Bogomir (2008). *Vprašanje kriterijev merjenja dosežkov učencev v raziskavi PIRLS*. *Sodobna pedagogika*, (59) 6 posebna izdaja: 88–102.
- 119 Yip, Din; Chiu, Ming; Ho, Esther (2004). *Hong Kong Student Achievement in OECD-PISA Study: Gender Differences in Science Content, Literacy Skills, and Test Item Formats*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2: 91–106.

- 120 Hastedt, D.; Sibberns, H. (2005). Differences between multiple choice items and constructed response items in the IEA TIMSS surveys. *Studies In Educational Evaluation*, 31: 145–161.
- 121 Schoultz, Jan; Säljö, Roger; Wyndhamn, Jan (2001). Conceptual knowledge in talk and text: What does it take to understand a science question?. *Instructional Science*, 29: 213–236.
- 122 Jerald, Craig. D. (2006). "Teach to the Test?" Just Say No. Issue Brief, Center for Comprehensive School Reform and Improvement. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://www.centerforcsri.org>], 1–6.
- 123 Pringle, Robert M.; Martin, Sarah C. (2005). The Potential Impacts of Upcoming High-Stakes Testing on the Teaching of Science in Elementary Classrooms. *Research in Science Education*, 35: 347–361.
- 124 Palinkaš, Ester (2011). Pojemovna primerjava nalog TIMSS in učnih načrtov. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- 125 Harlow, Ann; Jones, Alister (2004). Why Students Answer TIMSS Science Test Items the Way They Do. *Research in Science Education*, 34: 221–238.
- 126 Marentič - Požarnik, Barica; Plut - Pregelj, Leopoldina (1980). Kakršno vprašanje takšen odgovor: priročnik o pedagoško-psiholoških osnovah zastavljanja kvalitetnih vprašanj pri pouku. Ljubljana: Zavod SR Slovenije za šolstvo.
- 127 Wolf, Dennis P. (1987). The Art of Questioning. *Academic Connections* (winter 1987): 1–7.
- 128 Mason, Lucia; Boscolo, Pietro (2000). Writing and conceptual change. What changes? *Instructional Science*, 28: 199–226.
- 129 Ellis, Robert A.; Taylor, Charlotte E.; Drury, Helen (2005). Evaluating writing instruction through an investigation of students' experiences of learning through writing. *Instructional Science*, 33: 49–71.
- 130 Marentič - Požarnik, Barica; Plut - Pregelj, Leopoldina (2009) Moč učnega pogovora: poti do znanja z razumevanjem, 1. izd., 1. Natis. Ljubljana: DZS.
- 131 Boddy, Naomi; Watson, Kevin; Aubusson, Peter (2003). Trial of the Five Es: A Referent Model for Constructivist Learning. *Research in Science Education*, 33: 27–42.
- 132 Klahr, David; Li, Junlei (2005). Cognitive Research and Elementary Science Instruction: From the Laboratory, to the Classroom, and Back. *Journal of Science Education and Technology*, (14) 2: 217–238.
- 133 Hin Wai Yung, Benny; Kee Tao, Ping (2004). Advancing Pupils within the Motivational Zone of Proximal Development: A Case Study in Science Teaching. *Research in Science Education*, 34: 403–426.
- 134 Wing - Mui So, Winnie (2003). Learning Science Through Investigations: An Experience With Hong Kong Primary School Children. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1: 175–200.
- 135 Yip, Din - Yan (2001). Assessing and Developing the Concept of Assumptions in Science Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 10: 173–179.
- 136 Fošnarčič, Samo; Osvald, Magda (2005). Težave učencev pri razumevanju naravoslovja na prehodu iz prve v drugo triado osnovne šole. *Sodobna pedagogika*, (56) 2: 94–103.
- 137 Mathews, Phillip S. C. (2000). Learning Science: Some Insights from Cognitive Science. *Science & Education*, 9: 507–535.
- 138 Lin, Chongde; Hu, Weiping; Adey, Philip; Shen, Jiliang (2003). The Influence of CASE on Scientific Creativity. *Research in Science Education*, 33: 143–162.
- 139 Durham, Mary E. (1997). Secondary science teacher's responses to students questions. *Journal of Science Teacher Education*, 8: 257–267.
- 140 Lemke, Jay L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. New York: Greenwood Press.
- 141 Boyd, Ronald T. C. (1989). Improving teacher evaluations. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 1. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://edresearch.org/pare/getvn.asp?v=1&n=7>].
- 142 Stinner, Arthur; Mcmillan, Barbara A.; Metz, Don; Jilek, Jana M.; Klassen, Stephen (2003). The Renewal of Case Studies in Science Education. *Science & Education*, 12: 617–643.
- 143 Riess, Falk (2000). History of Physics in Science Teacher Training in Oldenburg. *Science & Education*, 9: 399–402.
- 144 Fowler, Michael (2003). Galileo and Einstein: Using History to Teach Basic Physics to Nonscientists. *Science & Education*, 12: 229–231.
- 145 Krnel, Dušan (2001). Temelji naravoslovja (filozofija in zgodovina naravoslovja) kot del naravoslovnega kurikula. *Sodobna pedagogika*, (52) 1: 164–185.
- 146 Driver, Rosalind; Asoko, Hilary; Leach, John; Mortimer, Eduardo; Scott, Philip (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, (23) 7: 5–12.
- 147 Krnel, Dušan; Cunder, Karmen; Antić, Milica G.; Janjac, Marina; Rakovič, Darja; Velkavrh, Alenka; Vrščaj, Dušan (2005). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Spoznavanje okolja, Predmetna kurikularna komisija za spoznavanje okolja, 3. Natis. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 148 Ferbar, Janez; Vodopivec, Irena; Cvetrežnik, Dragica; Glažar, Saša A.; Hostnik, Igor; Kralj, Metka; Novak, Marta; Velikonja, Anton (1998) Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Naravoslovje in tehnika, Predmetna kurikularna komisija za spoznavanje okolja. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 149 Verčkovnik, Tatjana; Zupan, Anka; Ferbar, Janez; Glažar, Saša A.; Harej, Vesna; Hostnik, Igor; Kregar, Mitja (1998). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Naravoslovje 6, Delovno telo za Naravoslovje v 6. razredu. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 150 Škvarč, Mariza; Glažar, Saša A.; Marhl, Marko; Skribe - Dimec, Darja; Zupan, Anka; Cvahte, Miroslav; Gričnik, Karmen; Danica, Volčini; Sabolič, Goran; Šorgo, Andrej (2011). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Naravoslovje 6 in 7, Predmetna komisija za Naravoslovje v 6. in 7. razredu. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Spletni vir [1. 8. 2011 [http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_naravoslovje.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje.pdf)].
- 151 Brumen, Milan; Glažar, Saša A.; Logaj, Vinko; Pufič, Tatjana; Verčkovnik, Tatjana; Zupan, Anka (1998). Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Naravoslovje 7, Delovno telo za Naravoslovje v 6. razredu, Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 152 Ben - Chaim, David; Ron, Salit; Zoller, Uri (2000). The Disposition of Eleventh-Grade Science Students Toward Critical Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 9: 149–159.
- 153 Pell, Anthony; Jarvis, Tina (2003). Developing attitude to science education scales for use with primary teachers'. *International Journal of Science Education*, (25) 10: 1273–1295.
- 154 Black, Kathie (2004). Science in the trenches: An exploration of four pre-service teachers' first attempts at teaching science in the classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2: 25–44.
- 155 Skamp, Keith; Mueller, Andrea (2001). A longitudinal study of the influences of primary and secondary school, university and practicum on student teachers' images of effective primary science practice. *International Journal of Science Education*, (23) 3: 227–245.
- 156 Hudson, Peter (2004). Toward Identifying Pedagogical Knowledge for Mentoring in Primary Science Teaching. *Journal of*



- Science Education and Technology (13) 2: 215–225.
- 157 Arora, Anjana G.; Kean, Elizabeth; Anthony, Joan L. (2000). An Interpretive Study of a Teacher's Evolving Practice of  
Elementary School Science. *Journal of Science Teacher Education*, 11: 155–172.
- 158 Tobin, Kenneth (1998). Issues and trends in teaching science. V: *International Handbook of Science Education*. Kluwer  
academic publishers: 129–151.
- 159 Chinn, Clark A.; Brewer, William F. (1998). Theories of knowledge acquisition. V: *International Handbook of Science  
Education*. Kluwer academic publishers: 97–113.
- 160 Keys, Carolyn W.; Kenedy, Virginia (1999). Understanding Inquiry Science Teaching in Context: A Case Study of an  
Elementary Teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 10: 315–333.
- 161 Back, Judy; Czerniah, Charlene M.; Lumpe, Andrew T. (2000). An Exploratory Study of Teachers' Beliefs Regarding the  
Implementation of Constructivism in Their Classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 11: 323–343.
- 162 Rasku-Puttonen, Helena; Eteläpelto, Anneli; Arvaja, Maarit; Häkkinen, Päivi (2003). Is successful scaffolding an illusion? -  
Shifting patterns of responsibility and control in teacher-student interaction during a long-term learning project.  
*Instructional Science*, 31: 377–393.
- 163 Strmčnik, F. (2001). Didaktika: osrednje teoretične teme. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- 164 Glažar, Saša A. (2006). Preverjanje in ocenjevanje znanja v naravoslovju, Naravoslovje v teoriji in šolski praksi: pogledi in  
izkušnje. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
- 165 Chang Shu-Nu; Chiu, Mei-Hung (2005). The Development of Authentic Assessments to Investigate Ninth Graders' Scientific  
Literacy: In the Case of Scientific Cognition Concerning the Concepts of Chemistry and Physics. *International  
Journal of Science and Mathematics Education*, 3: 117–140.
- 166 Levere, Trevor. H. (2006). What History Can Teach Us About Science: Theory and Experiment, Data and Evidence.  
*Interchange*, 37: 115–128.
- 167 Strmčnik, Franc (2001). Didaktika. Osrednje teoretične teme. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- 168 Strmčnik, Franc (2003). Didaktične paradigme, koncepti in strategije. *Sodobna pedagogika*, (54) 4: 80–93.
- 169 Marentič - Požarnik, Barica (2003). Psihologija učenja in pouka. Ljubljana: DZS.
- 170 Strmčnik, France (1976). Diferenciacija in individualizacija pouka. V: *Sodobno pedagoško delo*. Ljubljana: Zavod SR  
Slovenije za šolstvo: 101–161.
- 171 Strmčnik, France (1992). Zunanja ali storilnostna diferenciacija v osnovni šoli. *Sodobna pedagogika*, (43) 7/8: 356–369.
- 172 Jenkins, Edgar W. (2000). Constructivism in School Science Education: Powerful Model or the Most Dangerous Intellectual  
Tendency?. *Science & Education*, 9: 599–610.
- 173 Pergar - Kuščer, Marjanca; Razdevšek - Pučko, Cveta (2005). Sodelovanje in tekmovanje v šoli. *Sodobna pedagogika*, (56)  
3: 98–109.
- 174 Tomažič, Iztok (2009). Vpliv izkušenskega učenja na trajnost znanja in na spreminjanje odnosa do dvoživk pri učencih  
devetletne osnovne šole: doktorska disertacija.
- 175 Tomkins, Stephen P.; Tunnicliffe, Sue 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.
- 176 Tamir, Pinchas; Shcurr, Yoav (1997). Back To Living Animals: An Extracurricular Course for Fifth-Grade. *Journal of  
Biological Education*, (31) 4: 300–304.
- 177 Chi, Michelene T. H.; Glaser, Robert; Rees, Ernest (1982). Expertise in problem solving. V: Sternberg, Robert J. (ur.),  
*Advances in psychology of human intelligence*, Vol. 1. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum: 7–75.
- 178 Jonassen, David H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and  
Development*, (48) 4: 63–85.
- 179 Crawford, Barbara A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research  
in Science Teaching*, (44) 4: 613–642.
- 180 Tamir, Pinchas; Stav, Ruth; Ratner Niza (1998). Teaching science by inquiry: assessment and learning. *Journal of  
Biological Education*, (33) 1: 27–32.
- 181 Oxford Electric Bell (2009, 18. maj). Wikipedia, prosta enciklopedija. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Oxford\\_Electric\\_Bell](http://en.wikipedia.org/wiki/Oxford_Electric_Bell)].
- 182 Beverly Clock (2009, 09. maj). Wikipedia, prosta enciklopedija. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Beverly\\_Clock](http://en.wikipedia.org/wiki/Beverly_Clock)].
- 183 Pitch Drop Experiment (2009, 10. junij). Wikipedia, prosta enciklopedija. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Pitch\\_drop\\_experiment](http://en.wikipedia.org/wiki/Pitch_drop_experiment)].
- 184 Park Grass Experiment (2009, 12. maj). Wikipedia, prosta enciklopedija. Spletni vir [13. 11. 2010 [http://en.wikipedia.org/wiki/Park\\_Grass\\_Experiment](http://en.wikipedia.org/wiki/Park_Grass_Experiment)].
- 185 Lenski, Richard (2009). Long-term Experimental Evolution Project Site. Spletni vir [13. 11. 2010 <https://myxo.css.msu.edu/ecoli/overview.html>].
- 186 Prosser, Michael; Martin, Elaine; Trigwell, Keith; Ramsden, Paul; Lueckenhausen, Gillian (2005). Academics' experiences of  
understanding of their subject matter and the relationship of this to their experiences of teaching and learning.  
*Instructional Science*, 33: 137–157.
- 187 Marentič - Požarnik, Barica; Plut - Pregelj, Leopoldina (2009). Moč učnega pogovora - Poti do znanja z razumevanjem.  
Ljubljana: DZS.
- 188 Nacionalno poročilo PISA 2006: Naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev (2007). Ljubljana:  
Nacionalni center PISA, Pedagoški inštitut.
- 189 Phelps, Renata; Hase, Stewart (2002). Complexity and action research: exploring the theoretical and methodological  
connections. *Educational Action Research*, (10) 3: 507–524.
- 190 Vogrinc, Janez; Valenčič - Zuljan, Milena; Krek, Janez (2007). Akcijsko raziskovanje kot del procesov zagotavljanja  
kakovosti dela v vzgojno-izobraževalni instituciji. *Sodobna pedagogika*, (58) 5: 48–67.
- 191 Vogrinc, Janez (2008). Pomen triangulacije za zagotavljanje kakovosti znanstvenih spoznanj kvalitativnega raziskovanja.  
*Sodobna pedagogika*, (59) 5: 108–122.
- 192 Mažgon, Jasna (2001). Utemeljevanje akcijskega raziskovanja na kritiki tradicionalne metodologije in postavkah 'spora okoli  
pozitivizma'. *Sodobna pedagogika*, (52) 2: 36–48.
- 193 Mažgon, Jasna (2006). Od monometod h kombiniranim raziskovalnim pristopom. *Sodobna pedagogika*, (57/123) 5: 98–109.
- 194 Fisher, Kath; Bennett-Levy, James; Irwin, Ros (2003). What a GAS! Action research as a peer support process for  
postgraduate students. *UltiBASE article Resources*, 2003 (11). Spletni vir [13. 11. 2010 <http://ultibase.rmit.edu.au/Articles/nov03/fisher1.htm>].
- 195 Barton, John; Haslett, Tim (2007). Analysis, Synthesis, Systems Thinking and the Scientific Method: Rediscovering the

- Importance of Open Systems. *Systems Research and Behavioral Science*, (24): 143–155.
- 196 Lincoln, Yvonna S.; Guba, Egon G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publications, Inc.
- 197 Hozjan, Dejan (2003). Različnost interpretacij objektivnosti v kvalitativnem pedagoškem empiričnem raziskovanju. *Sodobna pedagogika*, (54) 2: 124–136.
- 198 Maxwell, Joseph A. (1992). Understanding and Validity in qualitative research. *Harvard educational review*, 62: 279–300.
- 199 Driscoll, Marcy P.; Dick, Walter (1999). New research paradigms in instructional technology: An inquiry. *Educational Technology Research and Development*, (47) 2: 7–18.
- 200 Statistični urad Republike Slovenije (2009). Učenci v 9-letnem programu osnovne šole po občini šole, vrsti šole, razredih, spolu in starosti, Slovenija, začetek šolskega leta, letno. Spletni vir [06. 06. 09 <http://www.stat.si/pxweb>].
- 201 Mullis, I. V. S.; Martin, M. O.; Ruddock, G. J.; O'Sullivan, C. Y.; Arora, A.; Erberber, E. (2007). TIMSS 2007 Assessment Frameworks. V: *International Association for the Evaluation of Educational Achievement: 53–72*.
- 202 van der Ploeg, Rienk R.; Böhm, Wilhelm.; Kirkham, Mark B. (1999). On the Origin of the Theory of Mineral Nutrition of Plants and the Law of the Minimum. *Soil Science Society of America Journal*, (63) 9-10: 1055–1062.
- 203 Watson, Rod; Goldsworthy, Anne; Wood - Robinson, Valerie (1999). What Is Not Fair with Investigations?. *School Science Review*, (80) 292: 101–106.
- 204 Krnel, Dušan (2006). Pošten poskus ali zakaj so težave pri določanju spremenljivk in konstant. *Naravoslovna solnica*, (10) 2: 34–35.
- 205 Backhoff, Eduardo; Larrazolo, Norma; Rosas, Martin (2000). The level of difficulty and discrimination power of the Basic Knowledge and Skills Examination (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2 (1). Spletni vir [12. 12. 2008 <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contents-backhoff.html>].
- 206 Sočan, Gregor (2004). *Postopki klasične testne teorije*. Ljubljana: Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za psihologijo.
- 207 Helberg, Clay (1995). *Pitfalls of Data Analysis or How to Avoid Lies and Damned Lies*. Spletni vir [12. 12. 2008 <http://my.execpc.com/~helberg/pitfalls/>].
- 208 Roberts, Sarah J. (1978). *Test Floor and Ceiling Effects*. ESEA Title I Evaluation and Reporting System, RMC Research Corp. Spletni vir [12. 12. 2008 <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal>].
- 209 Pallant, Julie F. (2007). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis using SPSS for Windows*, 3 izdaja. Open University Press, McGraw-Hill.
- 210 Revelle, William; Zinbarg, Richard E. (2008). Coefficients Alpha, Beta, Omega, and the glb: Comments on Sijsma. *Psychometrika*, (74) 1: 145–154.
- 211 Sijsma, Klaas (2008). On the Use, the Misuse, and the Very Limited Usefulness of Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, (74) 1: 107–120.
- 212 Streiner, David L.; Norman, Geoffrey R. (1995). *Health Measurement Scales A Practical Guide to Their Development and Use*. New York: Oxford University Press, Inc.
- 213 Vodopivec, Blaž (1993). *Sodobno pojmovanje konstruktne veljavnosti*. Psihološka obzorja, (2) 2: 37–56.
- 214 de Klerk, G. (2008). *Classical test theory (CTT)*. V: M. Born; C.D. Foxcroft; R. Butter (ur.), *Online Readings in Testing and Assessment*. International Test Commission. Spletni vir [12. 12. 2008 <http://www.intestcom.org/Publications/ORTA.php>].
- 215 Finn, Hugh; Maxwell, Marika; Claver, Michael (2002). Why does experimentation matter in teaching ecology? *Journal of Biological Education*, (36) 4: 158–162.
- 216 Wellington, Jerry; Osborne, Jonathan (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press, Buckingham [England], Philadelphia, PA.
- 217 Urbančič, Matej; Glažar, Saša. A. (2007). Opazovanje razredne interakcije ter zbiranje, obdelava in interpretacija podatkov. V: Vrtačnik, Margareta (ur.), Devetak, Iztok (ur.), Sajovic, Irena (ur.). *Akcijsko raziskovanje za dvig kvalitete pouka naravoslovnih predmetov*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta: Pedagoška fakulteta, 11–34.
- 218 Zamel, Vivian (1982). Writing: The Process of Discovering Meaning. *TESOL Quarterly*, (16) 2: 195–209.
- 219 Langer, Judith A. (1986). Learning through Writing: Study Skills in the Content Areas. *Journal of Reading*, 29 (5): 400–406.
- 220 Crow, Gary M.; Pounder, Diana G. (2000). Interdisciplinary Teacher Teams: Context, Design, and Process. *Educational Administration Quarterly*, (36) 2: 216–254.
- 221 Kaufman, Dorit; Grennon Brooks, Jacqueline (1996). Interdisciplinary Collaboration in Teacher Education: A Constructivist Approach. *TESOL Quarterly*, (39) 2: 231–251.
- 222 Mencigar, Anita (2010). *Laborant in laboratorijsko delo v osnovnih in srednjih šolah: diplomsko delo*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- 223 Högström, Per; Ottander, Christina; Beckert, Sylvia (2010). Lab work and learning in secondary school chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, (40) 4: 505–523.
- 224 Hawkes, Stephen. J. (2004). Chemistry Is Not a Laboratory Science. *Journal of Chemical Education*, (81) 9: 1257
- 225 George, Adrian V.; Read, Justin. R.; Barrie, Simon. C.; Bucat, Robert. B.; Buntine, Mark. A.; Crisp, Geoffrey. T.; Jamie, Ian. M.; Kable, Scot. H. (2009). What makes a good laboratory learning exercise? Student feedback from the ACELL project, v Gupta-Bhowon, Minu (2009). *Chemistry Education in the ICT Age: 363-376*, DOI: 10.1007/978-1-4020-9732-4\_34.
- 226 Glažar, Saša A.; Kornhauser, Aleksandra (1990). *Pojmovne mape. Vzgoja in izobraževanje*, (21) 2: 8–20.
- 227 Birbili, Maria (2006). Mapping Knowledge: Concept Maps in Early Childhood Education. *Early Childhood Research & Practice (ECRP)*, (8) 2. Spletni vir [13.11.2010 <http://ecrp.uiuc.edu/v8n2/birbili.html>].
- 228 Novak, Joseph D.; Cañas, Alberto J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008*. Florida Institute for Human and Machine Cognition. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>].
- 229 Stein, Mary; Larrabee, Timothy G.; Barman, Charles R. (2008). A study of common beliefs and misconceptions in physical science. *Journal of Elementary Science Education*, (29) 2: 1–11.
- 230 Hammann, Marcus; Thi - Thanh; Phan H.; Ehmer, Maike; Grimm, Tobias (2008). Assessing pupils' skills in experimentation. *Journal of Biological Education*, 42 (2): 66-73, DOI=10.1080/00219266.2008.9656113.
- 231 Taber, Keith S. (2008). Towards a Curricular Model of the Nature of Science. *Science & Education*, (17) 2-3: 179–218.
- 232 Taber, Keith S. (2010). *Preparing Teachers for a Research-Based Profession*. V: Valenčič-Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 19–48.
- 233 van Driel, Jan H.; Verloop, Nico; de Vos, Wobbe (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of research in science teaching*, (35) 6: 673–695.

- 234 Smith, Deborah C. (2000). Content and pedagogical content knowledge for elementary science teacher educators: knowing our students. *Journal of Science teacher education*, (11) 1: 27–46.
- 235 Spalding, Elizabeth; Klecka, Cari L.; Lin, Emily; Wang, Jian; Odell, Sandra J. (2001). Learning to Teach: It's Complicated But It's Not Magic. *Journal of Teacher Education*, (62) 1: 3–7.
- 236 Borko, Hilda (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, (33) 8: 3–15.
- 237 Davis, Elizabeth A.; Krajcik, Joseph S. (2005). Designing Educative Curriculum Materials to Promote Teacher Learning. *Educational Researcher*, (34) 3: 3–14.
- 238 Antoniou, Panayiotis; Kyriakides, Leonidas; Creemers, Bert (2011). Investigating the Effectiveness of a Dynamic Integrated Approach to Teacher Professional Development. *CEPS Journal*, (1) 1: 13–39.
- 239 Niemi, Hannele (2011). Educating Student Teachers to Become High Quality Professionals – A Finnish Case. *CEPS Journal*, (1) 1: 40–66.
- 240 Jurišević, Mojca (2010). Creativity in the zone of proximal motivational development. V: Valenčič - Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 415–429.
- 241 Webster - Wright, Ann (2009). Reframing professional development through understanding professional learning. *Review of Educational Research*, (79) 2: 702–739.
- 242 Sardoč, Mitja; Klepac, Luka; Rožman, Mojca; Vršnik Perše, Tina; Brečko, Barbara (2009). Mednarodna raziskava poučevanja in učenja TALIS: nacionalno poročilo. Ljubljana, Pedagoški inštitut. Spletni vir [13.11.2010 [http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna\\_dejavnost/TALIS/TALIS2008/TALIS2008porocilo.pdf](http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/TALIS/TALIS2008/TALIS2008porocilo.pdf)]
- 243 Thoonen, Erik E. J.; Slegers, Peter J. C.; Oort, Frans J.; Peetsma, Thea T. D.; Geijssel, Femke P. (2011). How to Improve Teaching Practices: The Role of Teacher Motivation, Organizational Factors, and Leadership Practices. *Educational Administration Quarterly*, (47) 3: 496–536.
- 244 Spelt, Elisabeth J. H.; Biemans, Harm J. A.; Tobi, Hilde; Luning, Pieter A.; Mulder, Martin (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychological Review*, 21: 365–378, DOI 10.1007/s10648-009-9113-z.
- 245 Bayer, John A. (2009). Perceptions of Science, Mathematics, and Technology Education Teachers on Implementing an interdisciplinary curriculum at Blaine Senior High, A research paper for master science degree. Spletni vir [13. 11. 2010 [www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2009/2009bayerj.pdf](http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2009/2009bayerj.pdf)].
- 246 Štemberger, Vesna (2008). Načrtovanje in izvajanje medpredmetnih povezav. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 93–111.
- 247 Sicherl - Kafol, Barbara (2008). Procesni in vsebinski vidiki medpredmetnega povezovanja. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 112–130.
- 248 Hodnik - Čadež, Tatjana (2008). Učitelj kot raziskovalec medpredmetnega povezovanja. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 131–149.
- 249 Bobnar, Maja (2007). Medpredmetno povezovanje matematike in naravoslovja in tehnike. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 181–196.
- 250 Mohorič, Lidija; Kalan, Katarina (2008). Medpredmetno povezovanje med matematika, biologijo, kemijo in geografijo. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 314–335.
- 251 Lenček, Lea; Zorn, Bernarda (2008). Akcijsko raziskovanje s področja medpredmetnih povezav v petem razredu. V: Krek, Janez idr. (ur.), *Učitelj v vlogi raziskovalca: akcijsko raziskovanje na področjih medpredmetnega povezovanja in vzgojne zasnove v javni šoli*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta: 406–416.
- 252 Bolak, Karen; Bialach, Donna; Dunphy, Maureen (2005). Standards-based, thematic units integrate the arts and energize students and teachers. *Middle School Journal*, (31) 2: 57–60.
- 253 Michelsen, Claus; Sriraman, Bharath (2008). Does interdisciplinary instruction raise students' interest in mathematics and the subjects of the natural sciences?. *ZDM Mathematics Education*, 41: 231–244, DOI 10.1007/s11858-008-0161-5.
- 254 Van Hecke, Gerald R.; Karukstis, Kerry K.; Haskell, Richard C.; McFadden, Catherine S.; Wettack, Sheldon F. (2002). An Integration of Chemistry, Biology, and Physics: The Interdisciplinary Laboratory. *Journal of Chemical Education*, (79) 7: 837–844.
- 255 Rutar - Ilc, Zora (2010). Medpredmetne in (kros)kurikularne povezave – priložnost za aktivnejšo vlogo učencev in dijakov. *Vzgoja in izobraževanje*, 3–4: 6–12.
- 256 Svetlik, Karmen; Japelj - Pavešič, Barbara; Kozina, Ana; Rožman, Mojca; Šteblaj, Marjanca (2008). Naravoslovni dosežki Slovenije v raziskavi TIMSS 2007. Ljubljana: JRZ Pedagoški inštitut.
- 257 Odun, Eugene P. (1957). The Ecosystem Approach in the Teaching of Ecology Illustrated with Sample Class Data. *Ecology*, (38) 3: 531–535.
- 258 Cook, Wayne C. (1970). Ecosystem Approach in Teaching. *Journal of Range Management*, (23) 6: 387–391.
- 259 Knapp, Alan K.; D'Avanzo, Charlene (2010). Teaching with principles: toward more effective pedagogy in ecology. *Ecosphere*, (1) 6. Spletni vir [30. 03. 2011 <http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/ES10-00013.1>].
- 260 Michael, Joel (2006). Where's the evidence that active learning works?. *Advances in psychology education*, 30: 159–167.
- 261 Kirschner, Paul A.; Sweller, John; Clark, Richard E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, (41) 2: 75–86.
- 262 Gardner, Howard (1995). *The unschooled mind: how children think and how schools should teach*, 1. izdaja. New York: Basic Books.
- 263 Friel, Susan N.; Curcio, Frances R.; Bright, George W. (2001). Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, (32) 2: 124–158.
- 264 Roth, Wolff - Michael (2002). Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. *Journal of Curriculum studies*, (34) 1: 1–24.
- 265 Merhar, Vida Kariz; Planinšič, Gorazd; Čepič, Mojca (2009). Sketching graphs - an efficient way of probing students' conceptions. *European Journal of Physics*, (30): 163–175.
- 266 Hofstein, Avi; Mamlok - Naaman, Rachel (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry*



- 
- Education Research and Practice, (8) 2: 105–107.
- <sup>267</sup> Schwartz, Marc S.; Sadler, Philip M.; Sonnert, Gerhard; Tai, Robert H. (2009). Depth versus breadth: How content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework. *Science Education*, (93) 5: 798–826.
- <sup>268</sup> Kipnis, Nahum (2011). Errors in Science and their Treatment in Teaching Science. *Science & Education*, (20) 7–8: 655–685, DOI: 10.1007/s11191-010-9289-0.
- <sup>269</sup> García Rodicio, Héctor; Sánchez, Emilio (2010). Making Instructional Explanations Effective: The Role of Learners' Awareness of their Misunderstandings. V: Valenčič-Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 277–296.
- <sup>270</sup> Horvat, Barbara (2011). O refleksiji učencev pri pouku. *Sodobna pedagogika*, (62) 1: 142–158.
- <sup>271</sup> Novak, Joseph. D.; Cañas, Alberto J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Spletni vir [13. 11. 2010 <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>].
- <sup>272</sup> Cardellini, Liberato (2010). Acquiring and assessing structural representations of students' knowledge. V: Valenčič-Zuljan, Milena; Vogrinc, Janez (ur.), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani: 225–252.
- <sup>273</sup> Strgar, Jelka (2006). Primer oblikovanja bioloških pojmov pri pouku naravoslovja. V: Devetak, Iztok; Strgar, Jelka; Naji, Majda (ur.), *Naravoslovje v teoriji in šolski praksi - pogledi in izkušnje*. Ljubljana: ZRSS: 144–149.
- <sup>274</sup> Mason, Lucija (1998). Sharing cognition to construct scientific knowledge in school context: The role of oral and written discourse. *Instructional Science*, 26: 359–389.
- <sup>275</sup> Kang, Sukjin; Scharmann, Lawrence C.; Noh, Taehee (2004). Reexamining the Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. *Research in Science Education*, 34: 71–96.
- <sup>276</sup> Tsai, Chien-Chung; Chou, Chien (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, (18) 2: 157–165.
- <sup>277</sup> Hamza, Karim M.; Wickman, Per-Olof (2007). Describing and analyzing learning in action: An empirical study of the importance of misconceptions in learning science. *Science Education*, (92) 1: 141–164.
- <sup>278</sup> Gomez - Zwiép, Susan (2008). Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for Practice and Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, (19) 5: 437–454.
- <sup>279</sup> Ferk - Savec, Vesna, Dolničar, Danica, Glažar, Saša. A., Sajovic, Irena, Šegedin, Primož, Urbančič, Matej, Vogrinc, Janez, Vrtačnik, Margareta, Wissiak - grm, Katarina S., 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, 11–34.
- <sup>280</sup> Angerer, Tatjana (1986). *Biologija za šesti razred OŠ, 2. Natis*. Ljubljana: DZS.
- <sup>281</sup> Lučovnik, Jurij (1978). *Razvojni nauk: biologija za 8. razred osnovne šole*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- <sup>282</sup> Begon, Michael; Townsend, Colin R.; Harper, John L. (2006). *Ecology From Individuals to Ecosystems*. Malden, USA: Blackwell Publishing.