

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Andrej ŠORGO

**RAČUNALNIŠKO PODPRT LABORATORIJ PRI POUKU
BIOLOGIJE V PROGRAMU GIMNAZIJE**

MAGISTRSKO DELO

**COMPUTERISED LABORATORY IN BIOLOGY LESSONS IN
GIMNAZIJA PROGRAMME**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2004

Magistrsko delo je zaključek podiplomskega izobraževanja iz smeri izobraževanje na Oddelku za biologijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Laboratorijska dela in njihovo preverjanje v praksi so bila izvedena na Prvi gimnaziji Maribor.

Senat Biotehniške fakultete je imenoval za mentorja doc. dr. Slavka Kocijančiča ter za somentorico prof. dr. Tatjano Verčkovnik.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: doc.dr. Andrej BLEJEC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- Član: doc.dr. Slavko KOCIJANČIČ,
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta
- Članica: prof.dr. Tatjana VERČKOVNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- Članica: prof.dr. Barbara BAJD
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Andrej Šorgo

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Md
DK	372.857:373.54:371.388:004.9(043.2)
KG	Računalniško podprt laboratorij, eksperiment, gimnazija, biologija, laboratorijske vaje, vmesnik
KK	
AV	ŠORGO, Andrej, univ. dipl. biol.
SA	KOCIJANČIČ, Slavko/VERČKOVNIK, Tatjana
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2004
IN	RAČUNALNIŠKO PODPRT LABORATORIJ PRI POUKU BIOLOGIJE V PROGRAMU GIMNAZIJE
TD	Magistrsko delo
OP	X, 108 str., 7 pregl., 40 sl., 4 pril., 92 vir
IJ	Sl
JI	sl/en
AI	Med leti 1999 in 2004 smo razvijali računalniško podprte laboratorijske biološke vaje in preverjali njihovo primernost v programu splošne gimnazije. Pri delu smo uporabljali računalniško podprta krmilna sistema CMC-S2 in CMC-S3 ter programska paketa ProLab in e-ProLab. Pri pouku v razredu ali kot individualno delo dijakov smo izvedli preko 30 različnih vaj, predvsem iz vsebin energijskih procesov in ekologije. Nekatere vaje so za našo šolsko prakso nove, nekatere pa so priredba obstoječih vaj novi tehnologiji. Ugotovili smo, da lahko s takšnim delom izboljšamo pouk biologije v gimnaziji. Z računalniki avtomatiziramo zajem merskih podatkov, rezultati se sproti izrisujejo na zaslonu, kar omogoča spremljanje tako zelo hitrih kot zelo počasnih sprememb. Možna je sočasna uporaba do osem različnih merilnikov, kar omogoča pestre kombinacije in s tem izvedbo zapletenih eksperimentov. Računalniško podprt laboratorij je izredno primeren za izvajanje problemskega pouka. Dijaki so pri takšnem delu aktivni, ga imajo radi, z njim pa dosegamo najvišje cilje v izobraževanju. Ob hkratni racionalizaciji potrebne opreme se vzpostavljajo še medredmetne povezave med naravoslovnimi predmeti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md
DC 372.857:373.54:371.388:004.9(043.2)
CX computerised laboratory, computer-based laboratory, experiment, gimnazija
programme, Biology, data acquisition system
CC
AU ŠORGO, Andrej
AA KOCIJANČIČ Slavko/VERČKOVNIK Tatjana
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY 2004
TI COMPUTERISED LABORATORY IN BIOLOGY LESSONS IN GIMNAZIJA
PROGRAMME
DT M. Sc. Thesis
NO X, 108 p., 7 tab., 40 fig., 4 ann., 92 refir
LA Sl
AL sl/en
AB Computerised laboratory experiments were developed and evaluated for the high school Gimnazija programme between years 1999 and 2004. We used CMC-S2 and CMC-S3 data acquisition and regulatory systems with the software ProLab and e-ProLab. More then 30 different laboratory works mostly from general physiology and ecology were performed in a classroom and as individual students work. Some of the laboratory works were new for our school practice, and others were modifications of old ones to the new equipment. Improvement of school laboratory work was recognised. With computers data acquisition was automatised, results are presented immediately on the computer screen, and very fast or very slow changes can be tracked. It is possible to collect data from up to eight different sensors, what results in diverse possible combinations and setups. In this fashion even complex experiments can be handled by high school students. The role of a computerised laboratory as a useful tool in problem based and inquiry teaching was recognised. Students were active by such work, and liked it. Even the highest pedagogical goals are easily achieved by such work. Rationalisation of equipment and cross curricular connections between subjects were established.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 POMEN EKSPERIMENTALNEGA IN LABORATORIJSKEGA DELA PRI POUKU BIOLOGIJE	4
2.2 LABORATORIJSKO IN TERENSKO DELO TER VAJE V PROGRAMU SPLOŠNE GIMNAZIJE	6
2.3 POMEN RAČUNALNIKOV V IZOBRAŽEVANJU	10
2.3.1 Računalnik kot učitelj (tutor)	11
2.3.2 Računalnik kot orodje (tool)	12
2.3.3 Računalnik kot učenec (tutee)	12
2.4 POLOŽAJ RAČUNALNIŠKIH ZNANJ V SPLOŠNEM GIMNAZIJSKEM PROGRAMU	12
2.5 RAČUNALNIŠKO PODPRTO LABORATORIJSKO DELO	13
2.6 INDIVIDUALIZACIJA LABORATORIJSKEGA DELA	15
2.7 PROBLEMSKO ZASNOVAN POUK	16
3 MATERIAL IN METODE DELA.....	21
3.1 Oprema potrebna za izvedbo laboratorijskega dela	21
3.1.1 Strojna oprema	23
3.1.2 Programska oprema	29
3.1.3 Laboratorijska oprema in testni organizmi	31
3.1.4 Oprema delovnega mesta namenjenega demonstracijam v biološki učilnici	32
3.1.5 Oprema namenjena samostojnemu delu dijakov	33
3.2 Izbira izobraževalnih ciljev	34
3.3 PROBLEMSKO zasnovano samostojno delo dijakov	34
3.4 izvedba problemsko zasnovane učne enote S CELIM RAZREDOM	36
3.5 Analiza rezultatov	37
4 REZULTATI.....	39
4.1 LABORATORIJSKA DELA IN VAJE	39
4.1.1 Vsebinski sklop: Uvod v biologijo	40
4.1.2 Vsebinski sklop: Organizacijski tipi živih bitij	43
4.1.3 Vsebinski sklop: Biologija človeka	46
4.1.4 Vsebinski sklop: Humana genetika	48
4.1.5 Vsebinski sklop: Zgradba celice	48
4.1.6 Vsebinski sklop: Delovanje celice	48
4.1.7 Vsebinski sklop: evolucija	61
4.1.8 Vsebinski sklop: ekologija	62
4.1.9 Izbirni del programa: Biološko laboratorijsko in terensko delo	70

4.1.10	Maturitetni program	71
4.2	PREVERJANJE PRIMERNOSTI RAČUNALNIŠKO PODPRTEGA	
	LABORATORIJA PRI DELU V RAZREDU	71
4.2.1	Analiza vaje: Hitrost presnove v odvisnosti od temperature	71
4.2.2	Individualno problemsko zastavljeno delo dijakov	74
4.2.3	Primer problematskega zasnovanega pouka s celim razredom ob uporabi	
	računalniško podprtega laboratorija	77
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	83
5.1	Vpliv računalniško podprtih eksperimentov na kvaliteto pouka biologije	83
5.2	Prednosti računalniško podprtega laboratorija pri spremljanju bioloških procesov	88
5.3	Racionalizacija materialnih sredstev namenjenih pouku naravoslovja.	92
5.4	Računalniško podrti eksperimenti in medpredmetno povezovanje znanj	92
5.5	TEŽAVE	94
5.6	Pogled v prihodnost	95
6	POVZETEK (SUMMARY)	96
7	VIRI	100
	ZAHVALA	107
	PRILOGE	108

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: naslovi laboratorijskih del v programu splošne gimnazije	9
Tabela 2: Merilniki proizvajalca Vernier, ki smo jih uporabili pri laboratorijskem delu. ..	28
Tabela 3: Rezultati meritev koncentracije ogljikovega dioksida pridobljenih v vaji Lastnosti živega	42
Tabela 4: Izračun srednjih vrednosti odgovorov na vprašalnik o vaji.....	72
Tabela 5: Razlike v trditvah o laboratorijskem delu med dvema razredoma. Za pomen kratic za trditve (Trd1 – Trd7) glejte tabelo 4.	72
Tabela 6: Razlike v trditvah o laboratorijskem delu med fanti in dekleti. Za pomen kratic za trditve (Trd1 – Trd7) glejte tabelo 4.	73
Tabela 7: pH in prevodnost različnih tipov moke	76

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Shematski prikaz računalniško podprtega merilnega sistema.....	22
Slika 2: Blokovna shema pretvorbe analogne količine v digitalno na primeru temperature.	23
Slika 3: Računalniško merilni krmilni sistem CMC-S2 z merilnikom temperature.....	25
Slika 4: Računalniško merilni krmilni sistem CMC-S3.	26
Slika 5: Premični računalnik namenjen pouku biologije na Prvi gimnaziji Maribor	33
Slika 6 : Prvi laboratorij za računalniško podprte meritve na Prvi gimnaziji Maribor leta 2001.	33
Slika 7: Merjenje koncentracije ogljikovega dioksida v testni posodi in primer grafikona	42
Slika 8: Postavitev laboratorijskega dela Pomen oblike organizma za izmenjavo snovi z okoljem.	45
Slika 9: Časovni potek električne prevodnosti vodne raztopine soli – več kot se je raztopilo soli, višja je prevodnost. Pri isti količini vode je prehod soli v vodo najhitrejši iz vzorca s površino 72, 4 cm ² (zgornja krivulja), sledi vzorec s površino 35,2 cm ² , in najpočasnejši pri vzorcu s površino 27,3 cm ² (spodnja krivulja).	45
Slika 10: Dijaki med izvajanjem meritve kisika v izdihanem zraku.	47
Slika 11: Časovni potek koncentracije kisika pred in po izdihu. Prvi grafikon je nastal, ko je bil dijak spočit, drugi pa neposredno po teku po stopnicah.....	48
Slika 12: Grafikon nastal pri vaji koagulacija beljakovin . Naraščajoča krivulja je temperatura, padajoča krivulja pa svetlobni tok, ki je prešel skozi čašo z beljakom. .	50
Slika 13: Skica eksperimenta s katerim ugotavljamo encimsko aktivnost katalaze.....	52
Slika 14: Grafikoni tlaka med sproščanjem kisika iz vodikovega peroksida pod vplivom encima katalaza pri nižji (levo) in višji (desno) temperaturi.	52
Slika 15: Slika in grafikon meritev temperature in s tem energije oreha v vaji Energijska vrednosti hrane.	53
Slika 16: Sočasna meritev koncentracije kisika v vodi (zgornja krivulja) in osvetljenosti (spodnja krivulja). Iz grafikona je razviden vpliv hitrih sprememb osvetljenosti na koncentracijo kisika.	55
Slika 17: Merjenje koncentracije ogljikovega dioksida v zaprtem sistemu. Sproščanje ogljikovega dioksida zelene rastline poteka v temi in njegova poraba na svetlem.	55
Slika 18: Fotografija postavitve in grafikon temperature pri vaji Proučevanje alkoholnega vrenja	57
Slika 19: Časovni potek pH vrednosti vode v treh čašah kot posledica uvajanja ogljikovega dioksida sproščenega pri alkoholnem vrenju. Vrenje (spodnja krivulja) je poteklo hitreje v steklenici s sadnim sokom, kakor vrenje glukoze (srednja krivulja). Zgornja krivulja je kontrola (kvasovke brez dodanega sladkorja).	57
Slika 20: Merjenje pH mleka v termostatirani vodni kopeli.	58
Slika 21: Časovni potek pH pri proučevanju mlečnokislinskega vrenja pri konstantni temperaturi. Levi grafikon je nastal pri dvodnevni meritvi z dvema merilnikoma, desni pa predstavlja štiridnevno meritev s tremi merilniki pH.....	59
Slika 22: Iz grafikona ugotovimo porabo kisika med dihanjem ajdovih semen pri dveh različnih temperaturah.	60
Slika 23: Meritev koncentracije ogljikovega dioksida sproščenega pri dihanju mokaerjev pri 37°C.....	61

Slika 24: Meritev koncentracije kisika, osvetljenosti in temperature v akvariju.....	63
Slika 25: Naraščanje tlaka ogljikovega dioksida zaradi vrenja kvasovk pri 4° C (levi grafikon) in 37° C (desni grafikon).	64
Slika 26: Iz grafikona so razvidne različne spremembe tlaka, kar je posledica fermentacije sladkorja pri različnih temperaturah.	64
Slika 27: Preverjanje Glogerjevega pravila in in rezultati.....	67
Slika 28: Primerjava ohlajanja s puhom izoliranega in golega telesa.	67
Slika 29: Postavitev in grafikon pridobljen v eksperimentu Učinek tople grede.....	68
Slika 30: Meritev v vodi raztopljenega kisika v čisti in onesnaženi vodi	69
Slika 31: Merjenje koncentracije ogljikovega dioksida v razredu	70
Slika 32: Grafikon pridobljen z laboratorijskim delom Zaklejitve škroba Zaklejitev se je začela pri okoli 60°C.	75
Slika 33: Časovni potek prevodnosti vode med difuzijo elektrolitov iz ajde.....	75
Slika 34: Grafikon pridobljen pri vaji Rast bakterijske kulture	76
Slika 35: Aparatura, ki jo je skonstruirala dijakinja, da bi ugotovila povezavo med globino vode in jakostjo svetlobe ter pridobljeni grafikon.	77
Slika 36: Trije najpogostejši tipi krivulj, s katerimi so dijaki napovedali padec kisika v ribnikih z različno biomaso rib.....	78
Slika 37: Krivulja, s katero so dijaki napovedali dogajanje v ribnikih z različno biomaso rib in različnima temperaturama.	79
Slika 38: Napoved časovnega poteka koncentracije kisika v ribnikih. pri različnih pogojih.	80
Slika 39: Koncentracija kisika v akvariju z eno (zgornja krivulja) in dvema ribama (spodnja krivulja).....	81
Slika 40: Grafikon porabe kisika (konc.) v akvariju z nižano in povišano temperaturo (T). Pri nizki temperaturi je koncentracija kisika ostala več ali manj enaka, pri višji pa je padla.	82

KAZALO PRILOG

Priloga A: Anketa, ki so jo izpolnjevali dijaki po opravljenih vajah

Priloga B: Delovni list za problemsko zasnovano učno enoto

Priloga C: Vaja : Seznanjanje z računalnikom in izvedba prve meritve

Priloga D: Primer delovnega lista za vajo

1 UVOD

Le domnevamo lahko, katera bodo v prihodnosti tista ključna temeljna znanja in spretnosti, ki naj bi jih že sedaj vsakemu posamezniku posredovala šola in mu s tem soustvarjala pogoje za kvalitetno bivanje, uspešno poklicno kariero in delovanje v družbi. Verjetno bi se le malo zmotili ob ugotovitvi, da bodo ključnega pomena spretnosti in znanja povezana z razreševanjem problemov v znanih in neznanih situacijah - predvsem v slednjih (Šorgo in Keuc, 2001; Šorgo in Kocijančič, 2003a). Mnogi problemi, s katerimi se vsakodnevno soočamo, ne zahtevajo le ravnanja po ustaljenih vzorcih ali po natančnih navodilih, temveč terjajo izvirne in inovativne pristope (Hills in Tedford 2003). Prav tako zahteva zapletenost mnogih problemov tvorno sodelovanje in partnerski odnos med vsemi vpletenimi. Izobraževanje v prihodnosti naj bi bilo usmerjeno v pridobivanje socialne in akcijske kompetence, saj omogoča le to ustrezno ravnanje v novih situacijah. Za uspešno razreševanje kompleksnih problemov je potrebno povezano znanje, ki praviloma presega omejitve, ki jih šolajočemu nudi na posamezne predmete razdeljeno šolsko znanje. Prav razhajanje med delom v šoli in dejanskimi potrebami posameznika pa je ena od največjih vrzeli v pedagoški praksi pri nas (Bajd in Artač, 2002). Ob tem pa naj bi znanje, ki bi ga pridobili udeleženci izobraževanja, moralo omogočati njegovo stalno obnavljanje in nadgradnjo v vseživljenjskem izobraževanju (Svetlik, 1997).

Laboratorijsko in eksperimentalno delo je za pouk biologije nenadomestljivo. Z laboratorijskim in eksperimentalnim delom je mogoče doseči razumevanje mnogih procesov ter mnoge empirične cilje (Eschenhagen in sod., 1998), ki so z drugimi metodami dela težje dosegljivi ali celo nedosegljivi. Prav laboratorijsko, terensko in projektno delo omogoča boljše povezovanje teoretičnih znanj s prakso in s tem pridobitev več življenjskega in manj faktografskega znanja (Verčkovnik, 2000). Laboratorijsko delo je lahko učinkovitejše s stališča trajnosti znanja od drugih oblik dela, saj mora dijak vključiti več senzomotoričnih funkcij kot npr. pri enostavnem poslušanju. Ker poteka v dobršni meri individualizirano, je praviloma tudi interakcija z učiteljem pogostejša.

V zadnjih desetletjih so se računalniki umestili v vse pore našega življenja, od zabave, preko pisarniških in informacijskih orodij, do upravljanja zapletenih tehnoloških procesov. Zaradi njihove vsesplošne razširjenosti pa z njimi ne upravljajo več le posebej usposobljeni strokovnjaki, temveč je postalo ravnanje z njimi tudi pomemben del splošne izobrazbe. Pomembno mesto v posredovanju računalniških znanj ima šola. Ugotoviti pa moramo, da naš izobraževalni sistem ne predvideva mnogih načinov uporabe, ki so sicer običajni v znanosti in tehnologiji. Dijaki se predvsem pri predmetu Informatika seznanijo z uporabo računalnika kot pisalnega stroja ter pripomočka za iskanje, obdelavo in predstavitev podatkov. Naučeno lahko nato s pridom uporabijo pri drugih predmetih, tudi biologiji, za iskanje informacij, izdelavo seminarskih in raziskovalnih nalog ter pripravo poročil in referatov. Računalnik, opremljen z vmesnikom za merjenje in krmiljenje, je osnova računalniško podprtega laboratorija. Dopolnjen z elektronskimi merilniki temperature, pH, osvetljenosti, itd., dobi vlogo avtomatiziranega merilnega sistema, ki ga lahko dopolnjuje tudi krmiljenje procesov. Z računalniško podprtim laboratorijem se učenci le redko srečajo, pa še to večinoma le kot opazovalci demonstracijskih eksperimentov, kot je bilo ugotovljeno s krajšo anketo (Kocijančič 1998a, Kocijančič 2002a).

Z računalniško podprtimi eksperimenti smo želeli doseči več ciljev:

- posodobiti laboratorijsko in eksperimentalno delo pri pouku biologije,
- uvesti v pedagoško prakso nove eksperimente,
- povečati kompetenco dijakov za razreševanje problemov,
- bolje povezati vsebine naravoslovnih predmetov med seboj,
- uvesti računalniško podprto tehnologijo v razrede.

Hipoteze, ki smo si jih zastavili pred pričetkom dela na osnovi pregledane literature in predhodnih izkušenj z drugimi oblikami uporabe računalnika pri pouku biologije (Šorgo in Logar 1999), so bile:

- ustrezno pripravljeni in izvedeni računalniško podprti eksperimenti lahko izboljšajo pouk biologije tako, da učenci usvojijo več znanj in spretnosti ter pridobijo pozitiven odnos do dela;

- z računalniško podprtimi eksperimenti in meritvami lahko pri pouku predstavimo procese, ki jih z drugimi metodami dela ne moremo, ali to napravimo le težko;
- računalniško podprt laboratorij lahko prispeva k racionalizaciji materialnih sredstev namenjenih pouku naravoslovja;
- računalniško podrti eksperimenti prispevajo k medpredmetnemu povezovanju znanj.

Delo, ki smo ga izvedli, se je vključevalo v mednarodni projekt: Računalniško podprt laboratorij pri pouku naravoslovja in tehnologije (Computerised laboratory in science and technology teaching, »ComLab-SciTech«) (<http://www.e-prolab.com/comlab/>).

2 PREGLED OBJAV

Ob posodobitvi ali vpeljavi nove metode v šolsko prakso se učitelj praktik najde na presečnem področju, na katerem je potrebno v smiselno celoto združiti vsebine strokovnega (predmetnega) področja, splošne in specialne didaktike, tehnologije ter materialno tehnične in etične omejitve izbrane metode.

2.1 POMEN EKSPERIMENTALNEGA IN LABORATORIJSKEGA DELA PRI POUKU BIOLOGIJE

Eksperimentalno in laboratorijsko delo ima poseben položaj v splošni didaktiki. Medtem ko so mnoge druge metode poučevanja (npr. predavanja, seminarji) skupne vsem predmetnim področjem, je eksperimentalno in laboratorijsko delo predvsem domena naravoslovja (Eschenhagen in sod., 1998). Ta ugotovitev daje naravoslovju, ki bi bilo utemeljeno ali podkrepljeno z laboratorijskim in eksperimentalnim delom, še dodaten pomen v procesu pridobivanja znanja. Eksperimentalno delo namreč poleg formalnih znanj omogoča neposredno pridobivanje znanj in spretnosti, ki jih bodo lahko učenci uporabili pri nadaljnjem študiju ali na delovnih mestih.

Blosserjeva (1999) navaja, da so ameriški srednješolski učitelji že v 19. stoletju izvajali laboratorijske vaje v srednješolski kemiji in fiziki. Harvardska univerza je celo predpisala spisek fizikalnih eksperimentov, ki so jih morali na svoji šoli opraviti bodoči študentje, če so se želeli vpisati na to univerzo. Razlogi, ki so jih vodili k tej odločitvi, so bili, da se učenci na ta način vadijo v opazovanju, dobijo natančne informacije in v njih se vzbuja zanimanje. Po več kot sto letih lahko še vedno pritegnemo tem ugotovitvam.

Shulman in Tamir (1973, cit. po Blosser, 1999) navajata pet skupin ciljev, ki jih je mogoče doseči z laboratorijskim delom:

- spretnosti, kot so manipulacija, iskanje informacij, raziskovanje, organiziranje, komunikacija;
- koncepti, kot so hipoteze, teoretični modeli, taksonomske kategorije;

- kognitivne sposobnosti, kot so kritično mišljenje, razreševanje problemov, uporaba, analiza, sinteza;
- razumevanje narave znanosti, kot je znanstveno čudenje, delo raziskovalca, obstoj raznolikih znanstvenih metod, povezanost med znanostjo in tehnologijo;
- zavzemanje stališč, radovednost, sprejemanje rizika, objektivnost, natančnost, zadovoljstvo, dvom, odgovornost, konsenz, sodelovanje in veselje do znanstvenega dela.

Mogoča kritika laboratorijskega dela bi lahko bila, da v primerjavi z ostalimi oblikami dela (pri tem mislimo predvsem na frontalno obliko), z laboratorijskim delom ne moremo prenesti dijakom enakih množin informacij. Pickering (1980) je opozoril na dva napačna koncepta povezana z laboratorijskimi vajami. Prvi je, da laboratorijske vaje na nek način ilustrirajo predavanja. Sam meni, da naj predavanja ilustrirajo druge oblike prezentacij, kot so demonstracije ali avdiovizualni pripomočki. Drugi koncept je povezan s trditvijo, da z eksperimentalnim delom dijaki pridobivajo pomembne manipulativne spretnosti. Trditev utemeljuje s tem, da večine spretnosti dijaki v svoji nadaljnji študijski ali poklicni karieri ne bodo nikoli potrebovali. Še več, večina šolskih metod se v sodobnih laboratorijih sploh ne uporablja. Če so takšne spretnosti že potrebne za izvedbo vaje, naj bodo le sredstvo za doseg drugih ciljev, povezanih z raziskavo, in ne cilj same po sebi.

Laboratorijsko in eksperimentalno delo v biologiji ima v slovenskem prostoru solidno osnovo. Prvi učni načrti po prvi svetovni vojni so bili še podedovani od Avstro-Ogrske ter zasnovani izrazito faktografsko. V letu 1936 je bila izpeljana reforma in učni načrt že vključuje zanimive metodične napotke. Zanj je značilno, da je metodika naprednejša kot vsebina. Tako ta učni načrt predvideva mikroskopiranje, vivaristiko ter posamezna laboratorijska dela. Leta 1961 se je stanje na področju samostojnega dela učencev poslabšalo. Učni načrt je bil preobremenjen z vsebinami, zato so učitelji poiskali izhod v podajaju snovi, ki je bilo izrazito faktografsko, lastnih iniciativ in laboratorijskega dela pa je bilo malo. Od leta 1968 do 1976 je potekala prenova pouka biologije, ki je z deskriptivnega prehajala na procesni način poučevanja. Laboratorijsko delo se je z vpeljavo usmerjenega izobraževanja zelo okrepilo in doseglo svoj največji razmah v

laboratorijskem delu v srednjih naravoslovnih šolah. Po opustitvi usmerjenega izobraževanja in ponovni vpeljavi gimnazij so pri eksperimentalnem delu pridobile predvsem družboslovne šole, medtem ko so naravoslovne šole nekaj izgubile. Iz programa je moral predmet »biološko in laboratorijsko eksperimentalno delo«, katerega so smiselno nasledile vaje, ki jih opravljajo dijaki, ki se pripravljajo na maturo iz biologije. Laboratorijsko delo je obvezen sestaven del maturitetnega programa biologije (Biologija. Predmetni izpitni katalog za maturo leta 2002)¹. Ključni vpliv na vsebino in marsikdaj tudi izvedbo laboratorijskega dela pa gre pripisati zbirki vaj, ki je nastala za potrebe izobraževanja na pedagoški smeri Oddelka za biologijo, Biotehniške fakultete (Verčkovnik ex. Knez, 1975). Mnoge takrat pripravljene vaje so se ohranile v skoraj nespremenjeni obliki do danes (Drašlar in sod., 2004; Pevec, 2004).

2.2 LABORATORIJSKO IN TERENSKO DELO TER VAJE V PROGRAMU SPLOŠNE GIMNAZIJE

Laboratorijskemu in terenskemu delu ter vajam je v programu splošne gimnazije namenjena približno tretjina vseh z učnim načrtom predvidenih ur. Učni načrt za biologijo (Verčkovnik in Škornik, 1998)² ločuje med laboratorijskim delom ter vajami in terenskim delom.

V učnem načrtu predmeta biologija v gimnaziji so laboratorijska dela opredeljena z besedami: »Ta dela so zasnovana tako, da so vanje vključene vse faze raziskovalnega eksperimenta. Posamezno delo načrtujemo v sklopih po približno dve šolski uri. Dijaki oddajo o njih pisna poročila. V celotnem obveznem programu (210 ur) je 13 laboratorijskih in 4 demonstracijska laboratorijska dela. Laboratorijska dela so izhodišče za uresničevanje ciljev pri pouku biologije in so zato obvezni del programa.« Nekaj laboratorijskih del je vključenih še v program, namenjen pripravi na maturo iz biologije (105 ur), in dodatnemu izbirnemu programu za splošne gimnazije (35 ur), ki pa nista obvezna za vse gimnazije.

¹ V nadaljnjem besedilu bomo uporabljali okrajšavo maturitetni katalog.

Vaje se od laboratorijskih del razlikujejo ne toliko po vsebini, kakor po ciljih, ki jih z njimi poskušamo doseči. Če citiramo zapis v učnem načrtu: »Vaje so namenjene ponazoritvam, konkretnim predstavam, urjenju veščin itd. Praviloma obsegajo le del šolske ure in so vanjo integrirane.«

Vsebina terenskega dela ni povsem jasno opredeljena. Citirano po učnem načrtu: »Učitelj mora v 210-urnem programu izpeljati 10 ur terenskega dela. Predlagana terenska dela so v sklopu ekologije. Učitelj lahko izvaja terenska dela tudi v okviru drugih sklopov, vendar pa mora uresničiti zastavljene cilje.«

Laboratorijsko in terensko delo je pomemben element maturitetnega programa biologije (Tabela 1). Eksperimenti so kompleksnejši, dijak pa mora o njih izdelati poročila. Dijaki morajo do z maturitetnim koledarjem določenega roka oddati deset laboratorijskih del, napisanih v skladu z navodili objavljenimi v maturitetnem katalogu. Poročila oceni učitelj, pridobljena ocena pa predstavlja petinski delež skupne maturitetne ocene.

Do leta 2001 je bila preverjanju vaj in eksperimentalnega dela namenjena posebna maturitetna pola, od leta 2002 pa se eksperimentalna znanja ne preverjajo več ločeno, temveč so integrirana v obe maturitetni poli³. Doseganje ciljev eksperimentalnega dela preverjajo s posameznimi nalogami objektivnega tipa na prvi maturitetni poli ter nalogami ali deli strukturiranih nalog na drugi maturitetni poli.

Zamenjavo ali dopolnitev posameznih laboratorijskih del ali njihovih delov omogoča zasnova učnega načrta V učnem načrtu je zapisano: »Učitelj lahko predlagana dela zamenja z alternativnimi, vendar s podobnimi cilji. Bistveno je, da ob koncu 210-urnega programa uresniči cilje, ki so zapisani v učnem načrtu. Laboratorijska dela lahko učitelj poljubno premika in jih vključuje v učni načrt na mestih, kjer se ta dela najboljše vključujejo v njegov koncept pouka. Ne more pa jih izvajati povsem ločeno od pouka (na primer v kurzu), ker se s tem izgubi njihova povezanost z učno snovjo.«

² V nadaljnjem besedilu bomo uporabljali okrajšavo učni načrt.

³ Maturitetno preverjanje znanja iz biologije sestavljata dve poli. V prvi poli je 40 vprašanj izbirnega tipa. Vsak pravilni odgovor je ocenjen z eno točko. Dijaki imajo za reševanje na voljo 90 minut časa. Drugo polo sestavlja devet strukturiranih nalog, od katerih je vsaka vredna osem točk. Dijak izbere za reševanje pet nalog.

Rešitev povzema zasnova mature iz biologije. V maturitetnem katalogu je zapisano: »V katalogu so laboratorijska in terenska dela, ki imajo celovito postavljene cilje. Ta dela lahko nadomestimo s katerimi koli drugimi laboratorijskimi oziroma terenskimi deli s podobnimi cilji.«

Poleg programa splošne gimnazije obstajajo še programi klasične, tehniške, ekonomske in umetniške gimnazije. Ker so bili učni načrti predmeta biologija zasnovani modularno, med programi z izjemo števila ur namenjenega biologiji in izbora modulov, ni večjih vsebinskih razlik. Vsi programi namreč omogočajo dijaku, da se ob izboru dodatnih ur lahko udeležijo mature iz biologije.

Tabela 1: naslovi laboratorijskih del v programu splošne gimnazije

Table 1: Titles of laboratory works in Gimnazija programme

Zap. št	Laboratorijsko delo
1	Raziskovanje neznane snovi
2	Kako merimo?
3	Mikroskop in mikroskopiranje
4	Lastnosti plazmaleme
5	Razmerje med hitrostjo difuzije in velikostjo celice
6	Delovanje encimov
7	Proučevanje alkoholnega vrenja
8	Barvila v zelenih listih
9	Fotosinteza in dihanje rastlin
10	Določevalni ključi
11	Raziskovanje razširjenosti bakterij
12	Zgradba cveta kritosemenk
13	Razvojni krog žuželk
14	Transport snovi po rastlinah
15	Obtok krvi v kapilarah
16	Določanje količine ogljikovega dioksida v izdihanem zraku
17	Prebava ogljikovih hidratov
18	Oko sesalca
19	Delovanje čutil v koži
20	Kemoreceptorji
21	Vpliv količine kisika na hitrost rasti in na razmnoževanje celic
22	Vpliv slanosti na izleganje solinskih rakcev
23	Vpliv okolja na rodnost (nataliteto)
24	Raziskovanje modela genov
25	Raznolikost znotraj vrste (bršljanovi listi ali drugi objekti)
26	Pasteurjev poskus
27	Razvoj rastlinskega zarodka
28	Delovanje rastlinskih hormonov
29	Gibanje pri rastlinah
30	Razmerje med strukturo in funkcijo
31	Terensko delo

2.3 POMEN RAČUNALNIKOV V IZOBRAŽEVANJU

Računalniki danes niso več stroji, s katerimi znajo upravljati le posebej izurjeni profesionalci, temveč so postali del vsakdanjega življenja. Vzporedno z vse bolj splošno uporabo računalnikov pa se povečuje prepad med tistimi, ki jih znajo uporabljati, in tistimi, ki teh znanj nimajo. V tem kontekstu mnogi celo uporabljajo termin »računalniška pismenost« (Eisenberg in Johnson, 1996; McCade, 2001).

Mnogi so se dovolj zgodaj zavedli, da računalniki šol ne bodo mogli obiti, in iščejo ustrezne rešitve, kako optimalno vpeljati informacijsko in komunikacijsko tehnologijo (IKT) v šole (Harris, 1994; Rodrigues, 1997; Mills, 2000; Selwyn, 1997, 2000). Učenci se jo praviloma učijo uporabljati znotraj specializiranih predmetov (informatika, računalništvo) in z uporabo računalnikov pri ostalih šolskih predmetih. Deleži računalniških znanj, ki jih pridobijo na en ali drugi način, pa se med seboj razlikujejo.

Pomen posameznega znanja lahko ocenjujemo s treh stališč (Eschenhagen in sod., 1998): relevantnosti za učenca (Schuellerrelevanz), relevantnosti za družbo (Gesellschaftsrelevanz) in relevantnosti za znanost (Wissenschaftsrelevanz). Naučiti učenca dela z računalnikom ustreza vsem trem kriterijem. Učenci imajo praviloma pozitiven odnos do dela z računalniki, delovno okolje, v katerega bodo vstopali brez računalnikov, skorajda ne funkcionira več, kar pa še posebej velja za znanost, kjer je raziskovalec – znanstvenik, ki pri svojem delu ne bi uporabljal računalnika vsaj kot pisalni stroj ali komunikacijsko sredstvo, izumirajoča posebnost.

Uporaba računalnikov si je izborila svoje mesto v izobraževanju. Njihova uporaba v izobraževanju pa je tako pestra, da je praktično nemogoče navesti vse možne računalniške aplikacije in načine njihove rabe. Taylor (1980, 2003) je zato vpeljal klasifikacijo, ki vsakršno uporabo računalnika v izobraževanju obravnava v eni od treh vlog. Računalnike obravnava v vlogi učitelja (tutor), orodja (tool) in učenca (tutee). Merrill in sodelavci (1996) so njegovo delo nadgradili tako, da so osnovne tri kategorije nadalje razdelili v podkategorije.

Rogers in Wild (1994) ter Strømme (1998) navajajo najpogostejše načine rabe računalnikov pri pouku naravoslovja. Ti so: pisanje in obdelava dokumentov, za multimedijo pri predstavitvah, vir informacij, interaktivne simulacije ter zajem podatkov pri laboratorijskem delu.

2.3.1 Računalnik kot učitelj (tutor)

V tej vlogi računalnik prevzame vlogo učitelja – tutorja. V anglosaksonski literaturi se za takšno uporabo računalnika najpogosteje uporabljajo izrazi: computer-based instruction (CBI), computer-assisted instruction (CAI), computer-based learning (CBL) in computer-assisted learning (CAL). Generalna shema tovrstne uporabe bi bila:

1. Računalnik predstavi informacijo.
2. Učenec mora odgovoriti na vprašanje ali razrešiti problem povezan s to informacijo.
3. Računalnik opravi evalvacijo odgovora in določi naslednjo stopnjo v procesu.

Podkategorije aplikacij (Merrill in sod., 1996) so:

Dril in vaja: Učenec ob računalniku vadi posamezne operacije. Takšni so različni programi za vajo osnovnih matematičnih operacij, črkovanje, učenje strojepisja, ipd.

Tutorji: Osnovni cilj je naučiti učenca novih informacij. V tem primeru je računalniški program podoben programiranemu učbeniku, ki vodi učenca preko v naprej programiranih sekvenc do končnega cilja.

Simulacije: So predstavitve modelov resničnosti, naravnih pojavov ali delovanja zapletenih naprav. V primerjavi z drugimi praksami poučevanja se posebej izkažejo pri predstavitvah dogajanj, ki so npr. prenevarna ali predraga, ki trajajo zelo kratek ali zelo dolg čas ter pri poenostavitvah zapletenih dogajanj.

Razreševanje problemov: Učenec mora z logičnim razmišljanjem razreševati resnične ali namišljene probleme.

Igre: Učenci tekmujejo med seboj ali pridobivajo nova znanja z igro.

2.3.2 Računalnik kot orodje (tool)

V tej vlogi računalnik prevzame vlogo orodja (učnega sredstva) enako kot pisalni stroj, projektor, merilni inštrument, ipd. Računalnik kot orodje je že povsem zasidran v delu šolske administracije, v šolskih knjižnicah, pri učiteljevih pripravah na pouk, ipd. Temu aspektu dela je posvečen tudi večji del pouka računalniških znanj v splošno izobraževalnih šolah (gimnazijah). V to kategorijo lahko umestimo tudi računalnik, opremljen z ustreznimi merilniki, ki prevzame funkcijo merilnega inštrumenta.

2.3.3 Računalnik kot učenec (tutee)

V tem primeru računalnik postane učenec, ki ga je treba naučiti novih spretnosti. Proces poteka preko programiranja računalnikov. Programiranje računalnikov je bilo mnogo bolj prisotno v opuščenem programu predmeta Računalništvo (Bratko in Rajkovič, 1985), medtem ko danes programiranje v gimnazijah izgublja veljavo.

2.4 POLOŽAJ RAČUNALNIŠKIH ZNANJ V SPLOŠNEM GIMNAZIJSKEM PROGRAMU

V učnih načrtih gimnazije računalniška znanja, z izjemo predmeta informatika (Informatika, učni načrt, 1998), niso posebej poudarjena. Med splošnimi izobraževalnimi cilji gimnazije (Gimnazija, izobraževalni program., 1998) je mogoče prebrati: »Gimnazija omogoča seznanjanje s sodobnimi tehnologijami in razvija inovativnost.« Cilj pa kasneje v dokumentu ni pojasnjen. Podobno kot pri ostalih predmetih uporaba računalnika pri predmetu biologija ni eksplicitno predvidena (Verčkovnik in Škornik, 1998)

V slovenskih gimnazijah se dijaki učijo uporabljati računalnike predvsem pri predmetu Informatika, manj pa pri drugih predmetih. Za izvedbo predmeta Informatika so gimnazije opremljene z računalniki, slabše pa je stanje z opremljenostjo laboratorijev in učilnic drugih predmetov. Tudi to je eden od razlogov, da se dijaki ne seznanijo s širšo paleto možnosti, ki jih nudi informacijska in komunikacijska tehnologija. Praviloma se dijaki naučijo delati v okolju Windows, uporabljati svetovni splet in elektronsko pošto ter nekaterimi programi paketa Microsoft Office. Le redko pa se seznanijo z računalnikovimi možnostmi za vodenje procesov in zaznavanje okolja, če omenimo le nekatere dodatne možnosti.

To pa ne pomeni, da se po šolah ne dogaja prav nič, kar bi vključevalo uporabo računalnika. Praviloma so nosilci dogajanja posamezni profesorji ali manjše interesne skupine po šolah. Stanje bi lahko opisali s frazo: »razdrobljene iniciative«. Najpopolnejši vtis o dogajanju na tem področju na območju Slovenije si je mogoče ustvariti s pregledom zbornikov Mednarodnih izobraževalnih računalniških konferenc MIRK (<http://www.mirk.si>) ter obiskom spletnih strani Slovenskega izobraževalnega omrežja (<http://sio.edus.si>).

Program laboratorijskih eksperimentov v gimnazijskem programu zaenkrat ne predvideva uporabe računalnikov. V zadnjem času se stanje na tem področju popravlja, saj se je začelo opremljanje šol z računalniki in vmesniki, namenjenimi eksperimentalnemu delu pri naravoslovnih predmetih.

2.5 RAČUNALNIŠKO PODPRTO LABORATORIJSKO DELO

Računalniško podprto eksperimentiranje je del šolske prakse na marsikateri šoli po svetu, o čemer priča opis raznolikih eksperimentov v literaturi (Cheverton in Ebling, 1997; Gipps 1995, 1999; Ainley, 1994; Dolsma, 1995; Rogers, 1997; Wild in Bateman, 1995; Kosinski in Dickey 1996) ali na svetovnem spletu. Na svetovnem spletu praviloma najdemo opise eksperimentov, ki jih za svoje sisteme predlagajo proizvajalci, kot so: Vernier (<http://www.vernier.com>), Pasco (<http://www.pasco.com/experiments/biology/home.html>)

ali Pico Technology (<http://www.picotech.com/experiments/index.html>); akademske institucije, ki so razvile posamezen sistem, kot so nemški Chembox (<http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/chembox/index.htm>) , angleški LogIT (<http://www.dcpmicro.com/logit>) ali slovenski e-ProLab (<http://www.e-prolab.com/>) ter uporabniki teh sistemov (<http://www.accessexcellence.org/21st/TE/PW/uselst.html> ; <http://www.rogerfrost.com/exp/index.htm>). Tako pridobljenih navodil za laboratorijska dela pa nismo mogli le prevesti in jih nespremenjenih prenesti v pouk. Praviloma smo lahko uporabili le idejo, ki pa je bila običajno že sama priredba starejših eksperimentov. Najmanj, kar smo morali napraviti, je bila prilagoditev eksperimenta računalniški in laboratorijski opremi, ki smo jo imeli na voljo.

Praktiki pa pri svojem delu poleg spodbudnih rezultatov opozarjajo tudi na težave. Te so najpogosteje povezane s pomanjkanjem ustrezne strojne opreme, njenim zastarevanjem, relativno visokimi cenami in pogosto še s strahom in občutkom nekompetence učiteljev . (Barton, 1993, 1997; Wellington, 1999; Newton, 1997; Rogers, 1995; 1997; Rogers in Wild, 1994; Rodrigues, 1994, Redish in sod., 1997; Selwyn 2000).

Tujih spoznanj iz literature, ne glede na to, ali so pozitivna ali negativna, ne moremo kar slepo prenesti v slovenski šolski prostor. Ugotovitve, ki jih predstavljajo tuji avtorji, so namreč pridobljene na zelo različnih populacijah študentov, v različnih akademskih okoljih, z različnimi strojnimi in programskimi opremami, z različno usposobljenimi učitelji in še bi lahko naštevali.

Literature v slovenskem jeziku ali tujih objav slovenskih avtorjev, ki bi obravnavale računalnik kot del laboratorijske opreme v srednji šoli, je prav malo. Pa še tu je večina objav vezana na razvoj in uporabo sistemov CMC - S, pri katerem smo tudi sami sodelovali. Pretežni del obravnava meritve v fiziki in tehniki (Kocijančič 1992, 1998b, 1999a, 1999b, 2002a; Murovec in Kocijančič 2004; Kocijančič in Jamšek 2004; Kocijančič in O'Sullivan 2004; Theuerschuh in sod., 1998). O uporabi računalnika pri laboratorijskem delu v biologiji so avtorji poročali o delu, ki je potekalo na Pedagoški fakulteti v Ljubljani (Kralj in Kocijančič, 2000; Kralj 2002). O njihovi uporabi v poklicnem izobraževanju na

Gostinski šoli v Radovljici je poročala Saša Kocijančič (Kocijančič 2002b; Kocijančič in Kelih 2002; Kocijančič in Balnar 2003).

Delo na Prvi gimnaziji Maribor se je začelo leta 1998 s povabilom dr. Slavka Kocijančiča, da pristopimo k strateškemu projektu Računalnik pri eksperimentiranju, kot delu programa Računalniško opismenjevanje (RO) (<http://www.zrsss.si/>). Po krajšem usposabljanju v laboratorijih Pedagoške fakultete v Ljubljani smo izpeljali svoje prve eksperimente iz biologije, kemije in fizike, ter jih leta 1999 objavili na svetovnem spletu. V naslednjem letu (2000) smo se ponovno vključili v program Računalniškega opismenjevanje (RO 5) in ponudili na internetu naslednjih deset laboratorijskih del, tokrat le iz biologije. Strani pa danes nista več na voljo, saj so ju nadomestila laboratorijska dela dostopna na internetu v slovenskem in angleškem jeziku (<http://www.e-prolab.com/comlab>). Že kmalu smo se vključili kot izvajalci v sistem izobraževanja učiteljev, ki je potekalo praviloma na Pedagoški fakulteti v Ljubljani. Med leti 2000 in 2004 smo bili vključeni v pilotski projekt ComLab-SciTech, kjer smo sodelovali v testiranju vmesnika CMC-S3 in pripadajoče programske opreme ter pri oceni njegove uporabnosti za pouk biologije. V projektu smo imeli aktivno vlogo pri pripravi laboratorijskih eksperimentov, sodelovali smo na mednarodnih srečanjih partnerjev v projektu ter mednarodnih konferencah.

O naših izkušnjah smo poročali na izobraževanjih učiteljev, konferencah in v strokovnih revijah (Keuc, 1999; Šorgo in Briški, 2000; Šorgo in sod., 2000, 2002; Šorgo in Keuc, 2001a, 2001b; Šorgo in Kocijančič, 2003a, 2003b, 2003c; Šorgo 2004, Šorgo (v tisku); Šorgo in Vombergar 2004).

2.6 INDIVIDUALIZACIJA LABORATORIJSKEGA DELA

Diferenciacija pouka je danes ena osrednjih bistvenih sistemskih in didaktičnih novosti (Kramar, 2004), s katero se mora soočiti vsak učitelj. Ob praktičnem delu v razredu učitelj praktik prav kmalu ugotovi, da se dijaki razlikujejo po osebnostnih lastnostih, sposobnostih, ambicijah in interesih (Požarnik, 2000). Prav laboratorijsko delo omogoča učitelju visoko stopnjo individualizacije, kar lahko prispeva k boljšemu razumevanju

obravnavane materije. Žal pa v vsakdanji praksi laboratorijsko delo poteka vse prevečkrat le po v naprej pripravljenih protokolih, z natančno predvidenim izidom. Individualni prispevek dijaka pa je zmanjšan na minimum (Šorgo, 2004). Računalniško podprt laboratorij bi lahko omogočil vpeljavo nove generacije eksperimentov v šolsko prakso. Pri teh eksperimentih bi se od dijakov pričakovala večja samostojnost in večji prispevek posameznika.

2.7 PROBLEMSKO ZASNOVAN POUK

V novejši pedagoški literaturi bi verjetno zaman iskali zapise, ki ne bi govorili v prid problemsko zasnovanemu pouku. Ob prebiranju literature pa se bralcu lahko zastavljajo vprašanja: Kaj sploh je problemski pouk? Oblika? Načelo? Metoda? Vse hkrati ali nekaj povsem drugega?

Strmčnik (1992) piše: »Tem namenom vsekakor močno ustreza problemska učna inovacija v obliki problemsko orientiranega pouka oziroma reševanja problemov.« Kasneje ugotavlja, da je terminološka zmeda popolna in navede še pojme: problemski pouk, učenje z reševanjem problemov, učenje z odkrivanjem, raziskovalna metoda. V kasnejših delih opusti termin inovacija in opisuje razreševanje problemov enkrat kot načelo (Strmčnik 1995a) in drugič kot metodo (Strmčnik 1995b). Cencičeva (1995) uvršča med problemski pouk metodo reševanja problemov, ustvarjalni pouk in raziskovalno metodo in piše: »Učenje po tej metodi temelji na problemski situaciji, ki izzove miselne procese pri učencih, tako da z lastno miselno aktivnostjo, po lastni spoznavni strukturi in tempu pridejo do rešitve problema, do novega znanja.« Marentič-Požarnik (2000) je naslovila poglavje v knjigi Psihologija pouka in poučevanja: »Učenje kot reševanje problemov« in zapisala podnaslov »Reševanje problemov kot oblika učenja«. Metodo reševanja problemov definira: »Reševanje problemov je samostojno kombiniranje dveh ali več naučenih zakonitosti (pravil, principov) v princip višjega reda. Odkrita rešitev problema se potem posploši na celo kategorijo podobnih problemov.«

Problemski pouk prepoznamo kot pouk, ki deloma ali v celoti poteka po katerokoli metodi, ki temelji na razreševanju zastavljenega problema.

Vrste in oblike problemov je sistematično kategoriziral Strmčnik (1995). Mi se bomo oddaljili od njegove klasifikacije in uporabili empirično delitev, ki je nastala na osnovi izkustev v razredu. Probleme bomo razdelili na tiste, ki jih zastavljajo učenci in tiste, ki jih zastavlja učitelj.

Ob tem si je mogoče zastaviti vprašanje: Kdaj pouk postane problemski? Ali za problemski pouk zadostuje nekaj »zvito« zastavljenih vprašanj ob koncu razlage ali pa naj bo problem zastavljen na začetku učne enote. Naslednje vprašanje je: »Kakšen mora biti delež problemskega pouka, da lahko celo enoto poimenujemo problemski pouk?«

Glede na položaj, ko se problem pojavi v učni enoti, lahko probleme razdelimo v tri skupine:

Problemi, zastavljeni po razlagi: Iz izkustva vemo, da je v šoli najpogostejša praksa, da učitelj izvede učno enoto, v kateri obravnava novo snov, tej pa nato sledijo vprašanja in naloge, na katere morajo učenci odgovarjati. Pogosto vprašanj niti ne zastavlja učitelj ali kar bi bilo še bolj ugodno, učenci, temveč se prenesejo v pisno domače delo. S tem so učenci prikrajšani za razpravo, ki bi nujno morala slediti zaključku podajanja nove snovi. S pregledom zastavljenih vprašanj, ki sledijo poglavjem v obstoječih učbenikih biologije, namenjenih gimnazijam, smo ugotovili, da le-ta najpogosteje zahtevajo mehanično reprodukcijo prebrane snov. Zastavljanje problemov na koncu enote bi lahko bilo pomembno pri ugotavljanju razumevanja in uporabi pridobljenih znanj v novih situacijah, manj pa za preverjanje vedenja o neki snovi.

Problem, zastavljen pred razlago: Še redkeje učitelji začnejo učno enoto s problemom, ki bi mu sledila razprava in iskanje rešitve. Učitelji sicer mnogokrat začnejo učno enoto z vprašanji, s katerimi želijo motivirati učence, vendar od njih ne pričakujejo odgovora. Po nekaj sekundah molka, ki sledi vprašanju, sami začnejo z razlago in jo izpeljejo do konca v obliki monodrame. Učenci se spremenijo v pasivne opazovalce in zapisovalce povedanega

ali pokazanega. Učitelji praviloma opravičujejo takšen pristop s količino predpisane snovi, kar ni povsem neutemeljeno. Hkrati pa takšen način podajanja nudi občutek varnosti učitelju in učencu. Učitelj preverja to, kar je povedal, učenci pa imajo natančno to zapisano v zapiskih. Iz lastne prakse vemo, da je problemsko zastavljenim enotam pogosto sledilo vprašanje: »Kaj pa moramo znati?«

Zastavljanje problemov na začetku enote bi lahko bila še posebej pomembna metoda pri medpredmetnih vsebinah ter povsod tam, kjer so poleg vedenj pričakovana tudi znanja in spretnosti.

Problem, zastavljen med izvajanjem enote: Uvodni razlagi sledi problem, ki ga učenci razrešijo, temu sledi evalvacija in umestitev rešenega problema v obstoječo strukturo znanja.

Probleme, ki jih zastavlja učitelj lahko nadalje delimo v:

Probleme, pri katerih učitelj pozna odgovor: v tem primeru učitelj sicer zastavi problem in pozna odgovor. Temu opisu ustrezajo dobro opredeljeni ali zaprti problemi, kjer je rešitev le ena (Požarnik, 2000). V šolski praksi so takšne mnoge naravoslovne vaje, kjer je mnogokrat še največji problem, kako slediti napisanim navodilom. V bistvu gre za prevaro učencev, saj učitelj ve odgovor, ki je mnogokrat tudi edini pravilen. So pa takšni problemi izvrstna vaja za odprte probleme.

Probleme, na katere učitelj sam nima odgovora: temu opisu ustrezajo odprti problemi, ki so nepopolno definirani in ne predvidevajo enoličnih rešitev (Požarnik 2000). Razreševanje odprtega problema je verjetno ena od najžlahtnejših oblik dela v šoli. Žal pa je v obstoječi praksi skoraj praviloma omejena na individualne raziskovalne naloge ali seminarje. Za učitelja in učence so takšne naloge delovno zelo intenzivne in zahtevne, rezultati pa so lahko navdušujoči. Učitelj ima vlogo mentorja in usmerjevalca, včasih pa tudi tolažnika in vzpodbujevalca. Med učenci in učitelji se lahko vzpostavi partnerski odnos, ki temelji na medsebojnem zaupanju.

Učenci lahko probleme razrešujejo z različnimi oblikami dela:

Individualno: Med samim poukom je ta oblika ustrezna za kratke, dobro definirane probleme ali individualne domače naloge. V praksi pa potekajo na ta način posamezne individualne vaje. V daljšem časovnem roku lahko dijaki pristopijo tudi k reševanju zahtevnejših projektov in raziskovalnih nalog. Za izvajanje med samim poukom je za učitelja ta metoda zelo zahtevna zaradi povratnih informacij in pojasnil, ki jih potrebujejo učenci pri razreševanju. Učitelj v tem primeru igra z dijaki nekakšno simultanko. Za učitelja imajo pri izvajanju individualnega problemskega pouka neprecenljivo vrednost izkušnje, saj lahko pri dijaku hitro identificira stisko in jo pomaga razrešiti.

V paru: Delo v paru je predvsem uporabno za delo v amfiteaterskih predavalnicah ali kadar se predavanja in demonstracije izmenjujejo s problemsko zastavljenimi vprašanji, učitelj pa ne želi vedno znova presedati učencev v delovne skupine.

V skupini: Delo v skupini ima pri razreševanju problemov v razredu nekaj prednosti pred individualnem delu ali delom v paru. Med učenci prihaja do transferja idej in oplajanja znanja, govorimo lahko o sodelovalnem učenju. Žal pa je to vse premalo uporabljena oblika dela pri pouku (Požarnik - Marentič 2000; Peklaj in sod. 2000). Iz izkušenj vemo, da se najboljše obnese skupina, v kateri so trije ali štirje dijaki. Kadar je skupin manj, se lahko učitelj dalj časa posveti posamezni skupini.

Problemsko učenje je prisotno v naši šoli, ocenjujemo pa, da ne v zadostni meri. Žal ne moremo ponuditi recepta za njegovo polno uveljavitev. Dejstvo je, da je za njegovo uveljavitev treba sprostiti pouk, ga razbremeniti vsebin, dati dodaten pomen učencem pri načrtovanju pouka, na novo napisati učbenike in še bi lahko naštevali. Z grenkobo pa ugotavljamo, da so najpomembnejša cokla k polni uveljavitvi novih metod dela praviloma učitelji sami.

Problemski pouk je za učitelja v okolju, ki od njega pričakuje podrobne učne priprave, stresno. Učiteljevo okolje večkrat učitelja prav sili v klasični pouk, kjer naj učitelj

posreduje določena znanja in nato preverja, če so si jih učenci v ustrezni meri zapomnili. Takšen način zagotavlja uspeh, saj je vse v naprej predvideno. Videli smo priprave, kjer je bila učna ura pripravljena kakor snemalna knjiga za film. V prvi koloni so bila naštetna vsa vprašanja, ki jih mora zastaviti učitelj in na drugi strani črte vsi »pravilni« odgovori učencev. V takšnem primeru so bili cilji, ki naj bi jih usvojili učenci, najpogosteje kar predelani v vprašanja. V skrajnem primeru učitelj da učencem delovne liste s povzetkom snovi, ki jo bo kasneje preverjal.

Problemski pouk pa v klasične priprave vnaša element negotovosti. Priprave je zato treba zasnovati kot seznam dobro definiranih ciljev. Analogija bi bila s sestavljanko »puzzle«. Tam je povsem vseeno, s katerim koščkom začnemo sestavljati sliko in po katerem vrstnem redu si nato sledijo naslednji kosi, na koncu moramo sestaviti sliko. Učitelj pri izdelavi priprav neprimerno težje oceni, koliko časa bo potrebnega za razreševanje problema, pri odprtih problemih mnogokrat ne ve niti tega kakšna bo rešitev. Načrtovanje zato ponavadi zahteva izbor večjih enot, kakor je šolska ura. Pouk od učitelja zahteva veliko fleksibilnost in večji nabor znanja.

Največja težava problemsko zastavljenega pouka je sestavljanje nalog in vprašanj primernih za vključevanje v pouk. Učni načrti, ki so sestavljeni praviloma kot seznam snovi, ki jo morajo učenci usvojiti, pa so lahko bolj ovira kot vzpodbuda k uvajanju sodobnejših oblik dela v razredu.

3 MATERIAL IN METODE DELA

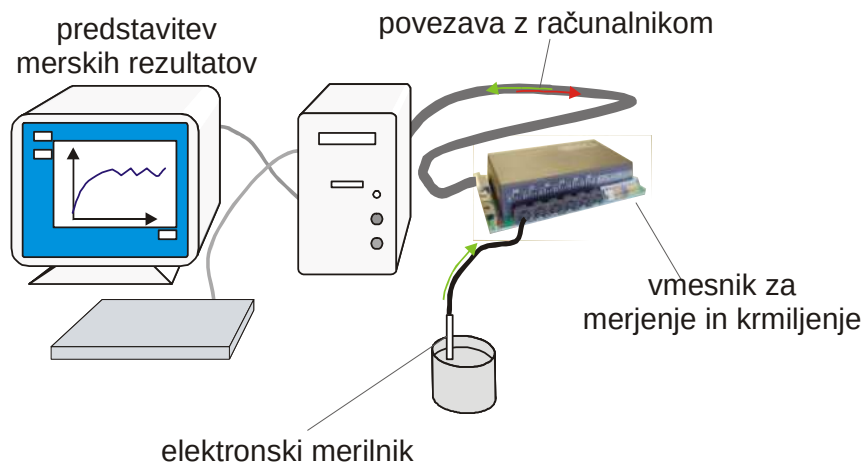
Eksperimentalno in laboratorijsko delo smo med leti 1998 in 2004 opravili na Prvi gimnaziji Maribor. Priprava in vpeljava posameznega računalniško podprtega eksperimenta v pouk je potekala v več fazah. Najprej smo določili cilje in vsebine laboratorijskih del v skladu z učnim načrtom. Po predhodni oceni ustreznosti in izvedljivosti posameznega laboratorijskega dela smo eksperiment pripravili in izvedli učitelji in sodelavci v šolskem biološkem laboratoriju. Izvedljivost takšnega eksperimenta in jasnost navodil smo nato preverili s posameznimi dijaki v sklopu obšolskih dejavnosti ali individualnih vaj. Če je bilo treba, smo navodila priredili. Šele nato smo eksperiment izvedli pri pouku, bodisi kot demonstracijo v razredu ali kot skupinsko delo v laboratoriju.

Vpeljava laboratorijskih del ni potekala sukcesivno po zaporedju poglavij, kot so zapisana v učnem načrtu. Tako smo posamezne vaje vpeljali, ko so se za njih pojavile možnosti. Tako je šele vpeljava novega programskega paketa omogočila vzorčenje na več kakor dveh kanalih, omejene materialne možnosti pa so narekovale zaporedje nabav posameznih merilnikov. Tudi ideje za posamezna dela so se porajala v poljubnem zaporedju.

Po opravljeni vaji smo izvedli analizo dela. Dijaki so izpolnili krajši anketni list (priloga A). Dijaki so v pogovorih opisali svoje izkušnje in mnenja o opravljenem delu. Ker so eksperimenti potekali v več paralelnih razredih, smo lahko sproti odpravljali opažene pomanjkljivosti.

3.1 OPREMA POTREBNA ZA IZVEDBO LABORATORIJSKEGA DELA

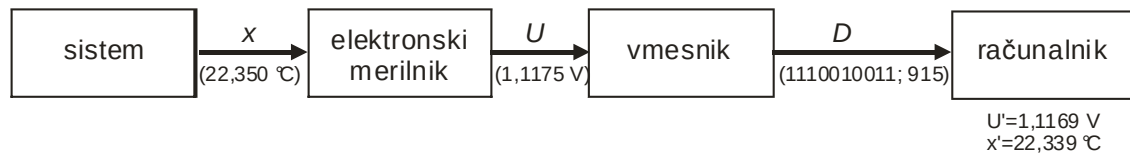
Računalniško podprt merilni sistem poleg računalnika sestavljajo vmesnik za merjenje in krmiljenje in elektronski merilniki (slika 1).



Slika 1: Shematski prikaz računalniško podprtega merilnega sistema.

Figure 1: Schematic presentation of data acquisition system.

Večina elektronskih merilnikov pri pouku biologije je analognih. Analogni elektronski merilnik merjeno količino x (temperaturo, osvetljenost, tlak, pH, itd.) spremeni v proporcionalno električno napetost U . Matematična funkcija $U = f(x)$, ki povezuje merjeno količino x in električno napetost U mora biti poznana, če pa ni, je potrebno umerjanje. Vmesnik za merjenje in krmiljenje analogno (zvezno spreminjajočo) električno napetost U spremeni v digitalno obliko D . Podatke vmesnik posreduje računalniku, kjer ustrezen računalniški program pretvori diskretne podatke iz digitalne oblike D nazaj v električno napetost U' , pri čemer pride do zaokrožitvene napake. Iz električne napetosti program nazadnje po inverzni funkciji $x' = f^{-1}(U')$ izračuna merjeno količino x' . Izmerjene podatke zapisuje računalnik v tabelo, pogosto pa merske podatke tudi grafično prikaže, recimo kot odvisnost merjene količine v odvisnosti od časa. Izmerjene podatke shranimo na disk, tako da jih lahko kasneje pregledamo in analiziramo tako v tabelarni kot grafični obliki. Grafični zapis meritve lahko kot zaslonsko sliko prenesemo v katerega od programov, namenjenih delu s slikami, in jo tam uredimo v skladu z zaželenim formatom in obliko. Po potrebi pa lahko podatke v tabelarni obliki izvozimo in obdelamo z drugimi orodji za delo z elektronskimi preglednicami (npr. Excel ali Access).



Slika 2: Blokovna shema pretvorbe analogne količine v digitalno na primeru temperature.

Figure 2: Block diagram of analogue signal conversion to digital form for the case of temperature

V računalniško podprtem laboratoriju ima torej ključno vlogo vmesnik, ki električno napetost elektronskega merilnika spremeni v digitalno obliko. Zavedati se moramo, da so podatki v digitalni obliki diskretni, ker iz zvezno spreminjajoče količine x pridemo do končnega števila vrednosti D (diskretnost). Postopku rečemo analogno digitalna pretvorba (AD pretvorba). Večina sedanjih vmesnikov podpira 12-bitno AD pretvorbo, pri kateri se v idealnih pogojih merilno območje pretvori v $4096 (= 2^{12})$ vrednosti – zaokrožitvena napaka je torej okoli 0,025 % merilnega območja. Na sliki 2 je prikazana blokovna shema potovanja podatka od sistema do računalnika na primeru merjenja temperature. Številke v oklepajih veljajo za merilnik, ki temperaturo med 0°C in 100°C pretvori v napetost med 0V in 5V, vmesnik pa napetost iz istega intervala spremeni v 12-bitno število. Za večino merilnikov je torej zaokrožitvena napaka (razlika med U in U') bistveno manjša od siceršnje preciznosti (točnostnega razreda) merilnika.

Druga vloga vmesnika je tudi vplivanje na pogoje v opazovanem sistemu. Vmesnik lahko pri določenih pogojih generira električni signal, ki vključi grelnik, požene motor, ipd.

3.1.1 Strojna oprema

Strojno opremo, potrebno za izvedbo meritve, sestavljajo: računalnik, računalniško merilno-krmilni sistem (vmesnik) in merilniki.

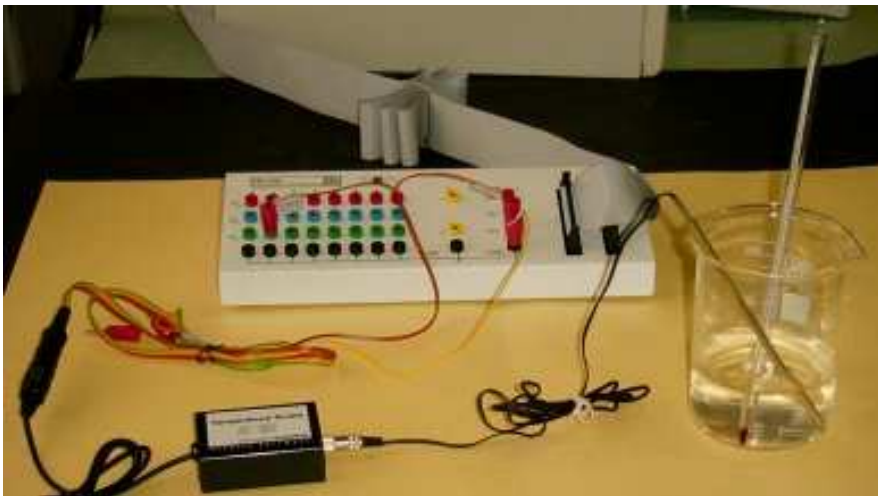
3.1.1.1 Računalnik

Meritve z uporabo vmesnika CMC-S2A in programskega paketa HiSkop je mogoče izvajati že z manj zmogljivimi računalniki. Tako ustreza že računalnik s procesorjem 80486 ali pentium, 16 MB RAM-a, S-VGA zaslonom, nameščenim okoljem Microsoft Windows 3.1, Windows for Workgroups 3.11 ali Windows 95. Eksperimente smo izvedli z računalniki s procesorjem Pentium 100 in nameščenim okoljem Microsoft Windows 95. Računalniki so bili povezani v mrežo z dostopom na svetovni splet ter laserskim tiskalnikom v skupni rabi. Vmesnik CMC-S3 s programskim paketom eProLab potrebuje za optimalno delovanje bolj zmogljive računalnike s hitrejšimi procesorji in operacijskim sistemom Microsoft Windows 95 ali kasnejšimi verzijami.

3.1.1.2 Računalniško merilno-krmilni sistem CMC-S2A

Računalniško merilno-krmilni sistem CMC-S2A (Kocijančič 1994) sestavljata vhodno izhodna kartica ADIOC in priključna plošča, ki ju povezuje ploščati kabel. Kartica ADIOC je nameščena v ISA vodilo osnovne plošče osebnega računalnika podobno kot grafična kartica ali (notranji) modem. Vse električne lastnosti sistema CMC-S2A so dejansko lastnosti kartice ADIOC. Na kartici je 40-pinski konektor K, na katerega so priključene vse vhodno izhodne funkcije, enosmerno napajanje in ozemljitev.

Na priključni plošči (slika 3) sta dva identična konektorja z oznakama K1 in K2 z enako razporeditvijo priključkov kot na konektorju K kartice ADIOC. Enega od konektorjev uporabimo za povezavo med priključno ploščo in kartico ADIOC. Puše s premerom 4 mm so namenjene povezavi sistema z električnimi vezji, krmilji, merilniki, viri napetosti, ipd. Poleg vhodno izhodnih funkcij so na voljo tudi priključki za tri enosmerne vire napetosti (+8V, -8V, +5V). Z njimi lahko napajamo zunanja vezja in merilnike, če le ta ne terjajo električnega toka večjega od 0.5 A za vsakega od virov. Viri napetosti so zaščiteni pred kratkostično obremenitvijo. Vse puše z oznako ozemljitve (GND) so med seboj povezane in torej enakovredne.



Slika 3: Računalniško merilni krmilni sistem CMC-S2 z merilnikom temperature

Figure 3: Data acquisition system CMC-S2 with temperature probe

Računalniški merilno krmilni sistem ima štiri osnovne vhodno izhodne funkcije ter napajanje:

- osem-kanalni analogni vhod (U_{IN} ali U_I),
- dva osem-bitna digitalna izhoda (D_{OUT} ali D_O in D_S),
- osem-bitni digitalni vhod (D_{IN} ali D_I),
- dvo-kanalni analogni izhod (U_{OUT} ali U_O),
- napajanje +5V, +8V in -8V, vse DC, maksimalno 0,5A.

Za potrebe eksperimentalnega dela v šoli smo uporabili le analogni vhod, zato karakteristik ostalih vhodov in izhodov ne opisujemo.

Analogni vhod deluje na osnovi osem-bitnega analognog digitalnega pretvornika z oznako AD7828 proizvajalca Analog Devices. Odlikuje ga izjemno kratek čas pretvorbe (2.5 μ sek), kar omogoča izredno hitro vzorčenje merjenega signala. Merilno območje za vhode $U_I(0)$ do $U_I(5)$ je od 0 do 5V, za vhoda $U_I(6)$ in $U_I(7)$ pa od -5V do +5V. Vhodi so zaščiteni pred visokimi napetostmi do $\pm 20V$. Vhodna upornost je okoli 10 M Ω .

3.1.1.3 Računalniško merilno-krmilni sistem CMC-S3

Vmesnik CMC-S3 (<http://www.e-prolab.com/comlab/lowcdaq/lowcdaq-si.htm>) (slika 4) povežemo z osebnim računalnikom s paralelnim priključkom (tiskalniški port), kar je prednost v primerjavi s predhodnimi različicami, saj je s tem dosežena večja mobilnost sistema, saj ni več vezan na kartico, vgrajeno v računalnik. Za delovanje potrebuje zunanje napajanje (12 V, AC, >0.5 amp).



Slika 4: Računalniško merilni krmilni sistem CMC-S3.

Figure 4: Data acquisition and control system CMC-S3.

Računalniški merilno krmilni sistem ima štiri osnovne vhodno izhodne funkcije:

- osem-kanalni analogni vhod (U_{IN} ali U_I),
- dva štiri-bitna in dva osem-bitna digitalna izhoda (D_{OUT} ali D_O in D_S),
- štiri štiri-bitni digitalni vhodi (D_{IN} ali D_I),
- dvo-kanalni analogni izhod (U_{OUT} ali U_O),
- napajanje: +5V, -5V, +12V, -12V, vse DC, maksimalno 0,5 ampera.

Pri svojem delu smo uporabljali le analogne vhode, zato podajamo le njihove karakteristike:

Ločljivost pretvornika je 12-bitna ali 8-bitna. Največja frekvenca vzorčenja za 8-bitno ločljivost je 500.000 vzorcev/sekundo, za 12-bitno pa 10.000 vzorcev/sekundo: Merilno območje prvih šestih kanalov je 0 V do 5 V, zadnja dva kanala pa imata merilno območje med -10 V do +10 V. Vsi vhodi so zaščiteni pred uničenjem zaradi dovajanja napetosti izven merilnega območja.

Povezavo merilnikov na merilni sistem omogočajo konektorji:

- 6 DIN vtičnic s 5 poli za analogne in digitalne vhode/izhode in +5V DC napajanje, vtičnice so združljive z analognimi merilniki Vernier tipa DIN;
- 2 telefonski vtičnici s 6 poli za digitalne vhode/izhode in +5V DC napajanje, vtičnici sta združljivi z Vernierjevim ultrazvočnim slednikom tipa ULI;
- 2 konektorja (angleško "boxed header") s 16 poli za 8-bitni digitalni izhod, 4-bitni digitalni vhod in napajanje, združljiv s H-krmiljem za krmiljenje DC in koračnih motorčkov;
- 24 brezvijačnih vrstičnih sponk namenjenih neposredni povezavi analognih in digitalnih vhodov/izhodov.

Pri svojem delu smo uporabljali le analogne vhode. Ker smo uporabljali iste merilnike na dveh različnih sistemih smo morali za njih zato izdelati ustrezne priključke, ki so omogočali združljivost z obema sistemoma.

3.1.1.4 Merilniki

V načelu lahko s sistemom CMC-S2A uporabimo katerikoli merilnik, katerega napetostno območje je znotraj območja analognih vhodov (0 do 5V ali -5 do +5V). Sami smo se odločili za merilnike ameriškega proizvajalca Vernier (www.vernier.com), preizkusili pa smo tudi merilnike temperature izdelane na PeF v Ljubljani. Proizvajalec ponuja okoli 40 različnih merilnikov. Pri svojem delu smo uporabili merilnike, navedene v tabeli 2:

Tabela 2: Merilniki proizvajalca Vernier, ki smo jih uporabili pri laboratorijskem delu.

Table 2: Vernier's sensors used in laboratory work.

Merilnik	Proizvajalčeva oznaka	Merilno območje
Temperature	Direct Connect Temperature Probe DCT - DIN	-15 – 110 °C
Ogljikovega dioksida v zraku	CO ₂ Gas Sensor CO2-DIN	0 – 5000 ppm
Električne prevodnosti kapljevin	conductivity probe CON-DIN	0 – 20000 µS/cm
Raztopljenega kisika	dissolved oxygen probe DO-DIN	0 – 14 mg/L
Kolorimeter	Colorimeter COL-DIN	0 – 100%
Osvetljenosti	Light sensor LS-DIN	0 – 150 000 lux
Koncentracije. kisika v zraku	O ₂ Gas Sensor O ₂ – DIN	0 – 27%
pH	pH Sensor PH – DIN	0 – 14
Tlaka	Gass Pressure Sensor GPS - DIN	0 – 210 kPa

Omejitve merilnikov so zapisane v navodilih za uporabo, ki so priložena k vsakemu merilniku. Najpomembnejše omejitve so:

merilno območje (Tabela 2): merilniki delujejo le v omejenem merilnem območju, na kar je treba biti pozoren pri pripravi eksperimenta ali interpretaciji rezultatov.

merska napaka: napaka je lahko posledica napačne umeritve ali samega merilnika. Merilniki, s katerimi smo delali, so iz nižjega cenovnega razreda, tako da jih ni mogoče uporabiti za meritve, kjer je potrebna večja natančnost (raziskovalno delo ali industrija).

izbor reagentov: ta problem se v biologiji ni izkazoval, je pa lahko resen problem pri kemijskih eksperimentih, v katerih se uporabijo topila in reagenti, ki bi lahko poškodovale merilnik.

kombiniranje merilnikov: poljubne kombinacije dveh merilnikov niso možne. Predvsem pri meritvah v vodi lahko pride do medsebojnega vpliva med merilnikoma in zaradi tega do popačenih in nerealnih rezultatov. "Prepovedane" kombinacije merilnikov so del navodil za uporabo vsakega merilnika.

3.1.2 Programska oprema

Programska oprema, ki smo jo uporabljali pri svojem delu, je bila razvita v podporo obema vmesnikoma, avtor obeh programov je Slavko Kocijančič. Za delo z vmesnikom CMC-S2A smo uporabili programski paket ProLab, za delo z vmesnikom CMC-S3 pa programski paket eProLab.

3.1.2.1 Programski paket ProLab

Programski paket ProLab sestavljajo trije moduli:

CMC test 1.0: Modul je namenjen testiranju vmesnika.

HiSkop 1.0: je osrednji del paketa. Program HiSkop omogoča hkratno meritev in zapis dveh spremenljivk, ki sta lahko enaki (npr. dva merilnika temperature) ali različni (npr. merilnik svetlobe in merilnik koncentracije ogljikovega dioksida). Vrednosti spremenljivk se zapisujeta na primarno in sekundarno y os. Zapis druge spremenljivke na sekundarno os je mogoče izključiti in v tem primeru sledimo le spremembam na enem merilniku.

Abscisa je časovna os. Časovna os je razdeljena na 10 razdelkov, ki jim lahko določimo vrednost med 0,1ms in 24 ur. Ob zagonu programa je mogoče določiti število meritev, ki naj jih program samodejno opravi brez prekinitve. Največje število meritev je 16 384. Ob izboru ustreznega razdelka je tako možno izvesti zelo kratke ali zelo dolge eksperimente. Teoretično bi tako lahko izvedli eksperiment, ki bi trajal tudi 32 dni. Meritev lahko kadarkoli prekinemo tudi ročno.

U/I karakteristike 1.0: Modul je namenjen predvsem delu v fiziki, zato ga nismo uporabljali.

3.1.2.2 Programski paket eProLab

Program eProLab omogoča merjenje in krmiljenje z obema tipoma vmesnikov, ki ju tudi avtomatsko zazna, če sta priklopljena na računalnik. Če na računalnik ni priključen ustrezen vmesnik, program omogoča odpiranje in pregledovanje predhodno posnetih eksperimentalnih podatkov.

Programski paket eProLab sestavljajo moduli:

Testiranje vmesnika: Namen tega modula je testiranje vseh vhodnih in izhodnih funkcij vmesnika.

HiSkop1.9x: HiSkop je najobsežnejši modul v programu eProLab. Omogoča uporabo analognih merilnikov (temperatura, tlak, osvetljenost, ipd.) in merjenje frekvence preko digitalnih vhodov. Modul HiSkop podpira prikaz do osem spremenljivk:

- v obliki tekstovnega izpisa,
- z grafi časovne odvisnosti spremenljivk,
- grafi odvisnosti ene spremenljivke v odvisnosti od druge,
- grafi Fourierjeve transformacije.

Najmanjša perioda vzorčenja je 2,5 μ S, največja pa 60 minut. S tem povezana frekvenca vzorčenja je torej med 0,0003 Hz in 400 kHz. Največje število vzorcev je 16 000, vzorčenje lahko prekinemo kadarkoli. Teoretično bi lahko zastavili meritev, ki bi trajala do 666 dni. Optimalno razmerje med frekvenco vzorčenja in dolžino moramo določiti za vsako meritev posebej, saj se s številom vzorcev lahko zelo poveča velikost datoteke v katero se shranjujejo rezultati. V programu je omogočeno označevanje krivulj s simboli, številčni izpis vrednosti ter razlik med dvema določenima vrednostma izbranimi z drsnikoma. Potem, ko je bila meritev že opravljena, je mogoče na novo definirati izris merilnega območja na grafikonu ter določiti število prikazanih vzorcev. Datoteke je mogoče za kasnejšo obdelavo shranjevati v izvorni obliki (*.epl03) ali v obliki tabele. Sliko grafikona je mogoče shraniti in izvoziti za kasnejšo uporabo v formatu bitmap (*.bmp).

Ultrazvočni slednik: Modul Ultrazvočni slednik ima nekatere dodatne možnosti izdelane posebej za ultrazvočni merilnik razdalje (slednik). Pri našem delu ga nismo uporabljali.

UI karakteristike: Modul UI karakteristike podpira merjenje in sočasen prikaz tokovno napetostnih karakteristik različnih elektronskih gradnikov, kot so upori, polprevodniške diode, žarnice na nitko, npn tranzistorjev, itd. Namenjen je predvsem delu v fiziki in ga pri našem delu nismo uporabljali.

Urejanje merilnikov: Modul podpira umerjanje in urejanje analognih merilnikov. Podatki o merilnikih, ki jih shranimo v tem modulu, so na voljo za delo v modulih HiSkop in Ultrazvočni slednik.

Uvod v merjenje in krmiljenje: Ta modul podpira interdisciplinarni tečaj z enakim naslovom, ki obsega osnovne principe računalniško podprtega merjenja in krmiljenja.

3.1.3 Laboratorijska oprema in testni organizmi

Laboratorijska oprema, ki smo jo uporabljali pri svojem delu, je bila praviloma standardna oprema, ki jo tudi sicer uporabljamo pri rednem delu v šoli. V nekaterih primerih smo morali obstoječo opremo le prilagoditi postavitvi eksperimenta ali jo nabaviti v dimenzijah, ki so ustrezale dimenzijam merilnikov. V primeru, ko smo morali sami izdelati nov del, ki ni na voljo v trgovini, smo se ravnali po pravilu, da mora biti material na voljo v nespecializirani tehnični trgovini, orodje pa ne sme presegati nabora osnovnega ročnega orodja.

Pri eksperimentih smo uporabljali žive testne živali (ribe, molarji, vodni polži) iz šolskega vivarija. Živali, pridobljenih v naravi, nismo uporabljali. Pravilo, ki smo si ga zastavili, je bilo, da v eksperimentih živali ne smejo poginiti ali dobiti poškodb. Po izvedenem eksperimentu smo živali nepoškodovane vrnili v vivarij. V kolikor smo uporabili dele živalskega tkiva, so bili to izključno deli tkiv nabavljeni v mesnici.

Rastlinski material smo pridobili z gojenjem v akvariju, v lončkih ali na domačem vrtu. Divje rastočih rastlin ali njihovih delov nismo uporabljali.

Meritve na dijakih (dihanje) smo opravili z njihovim soglasjem.

3.1.4 Oprema delovnega mesta namenjenega demonstracijam v biološki učilnici

Za potrebe pouka biologije smo leta 1999 opremili računalnik z različnimi pripomočki, ki nam omogočajo njegovo maksimalno izrabo. Za demonstracije eksperimentalnega dela v učilnici smo opremili računalnik z vmesnikom CMC-S2A, programsko opremo HiSkop in ustreznimi merilniki. Poleg demonstracij eksperimentov uporabljamo računalnik pri pouku še za fotografiranje mikroskopskih objektov ter prikaz slikovnega, zvočnega in filmskega gradiva (Šorgo, v tisku). V letu 2003 smo starejšo verzijo vmesnika zamenjali za novejšo različico CMC-S3.

Računalnik z ustrezno periferno opremo smo postavili na voziček (slika 5), tako da ga pripeljemo v učilnico pred uro predvideno za demonstracijo eksperimenta. Za ta korak smo se odločili predvsem zaradi maksimalne izkoriščenosti obstoječe strojne opreme ter varnosti. Prav tako smo ugotovili, da je v učilnici prisotnih preveč motenj (selitve, radovednost dijakov, izklop računalnika zaradi varčevanja z energijo,...) da bi lahko eksperiment, ki traja dalj časa kakor eno ali dve šolski uri, tudi izvedli.



Slika 5:Premični računalnik namenjen pouku biologije na Prvi gimnaziji Maribor

Figure 5: Mobile computer for teaching biology at Prva gimnazija Maribor

3.1.5 Oprema namenjena samostojnemu delu dijakov

V šolskem letu 2001/ 2002 smo opremili posebno učilnico za potrebe računalniško vodenega laboratorijskega dela v naravoslovju (slika 6).



Slika 6: Prvi laboratorij za računalniško podprte meritve na Prvi gimnaziji Maribor leta 2001.

Figure 6: The first laboratory for computer based measurements at Prva gimnazija Maribor in the year 2001.

Učilnico si delimo s kemiki, ki pri svojem delu uporabljajo isto opremo. Učilnico smo opremili s štirimi računalniki povezanimi v mrežo in laserskim tiskalnikom v skupni rabi. Vsak računalnik je opremljen z vmesnikom CMC-S2A in ustrezno programsko opremo. Vsako delovno mesto je stalno opremljeno z dvema merilnikoma temperature, pH metrom, merilnikom prevodnosti, merilnikom osvetljenosti ter merilnikom tlaka. Po potrebi pa dijaki uporabljajo tudi druge merilnike. V letu 2003/2004 smo dodali še dva stacionarna računalnika in en prenosni računalnik. Vsi so opremljeni z vmesniki CMC-S3 in novejšimi različicami programske opreme. En računalnik opremljen z vmesnikom pa imamo v laboratoriju za učitelje in je namenjen predvsem razvoju in testiranju novih vaj, saj bi sočasno delo dijakov pri rednem delu ta segment dela zelo oteževal.

3.2 IZBIRA IZOBRAŽEVALNIH CILJEV

Izobraževalne cilje, ki smo se jih namenili uresničiti ob uporabi računalniško podprtih vaj, smo identificirali v obstoječem učnem načrtu biologije v programu splošne gimnazije (Verčkovnik in Škornik, 1998). Naprej smo pregledali seznam predvidenih vaj in izbrali tiste, ki jih je mogoče prilagoditi za računalnik. V drugi fazi smo pregledali še vse ostale cilje in poskušali najti tiste, ki bi jih bilo mogoče uresničiti v laboratoriju, čeprav ta metoda za njihovo uresničevanje z učnim načrtom ni bila predvidena

3.3 PROBLEMSKO ZASNOVANO SAMOSTOJNO DELO DIJAKOV

Problemsko zasnovano delo z računalniki, kjer so morali dijaki povsem samostojno opraviti vse delo, od načrtovanja do končnega poročila, smo izvajali le z dijaki maturitetne skupine. K samostojnemu delu poskušamo dijake pripraviti postopoma. V prvem letniku poteka delo v manjših skupinah. Pri pouku biologije in kemije se dijaki praviloma že v prvem letniku naučijo ravnati z računalniki kot merilnim instrumentom in tudi izvedejo prve meritve. Od drugega do tretjega letnika nato dijaki opravijo večje število vaj v skladu z učnim načrtom ter po navodilih, ki so lahko ustna ali pisna. V tem delu dijaki delajo v skupinah po trije ali štirje. Skupine niso oblikovane diferencirano po predznanju ali kakšnih drugih kriterijih. Poseg učitelja ali laboranta v delo dijakov je praviloma vezan na

njihov poziv ali pa na situacije, ko učitelj opazi očitno napako. Povsem samostojno pa opravljajo po lastnem načrtu pripravljene problemsko zastavljene vaje le dijaki iz maturitetne skupine.

Prvi korak v izdelavi takšne naloge je izbor problema. Dijak si lahko sam zastavi vprašanje oz. problem, ki ga namerava razrešiti. Omejitve, ki so mu zastavljene, so omejitve opreme, časa in prostora, ne pa vsebine. Če dijak sam ne zmore (nima interesa) zastaviti problema, mu problem lahko zastavi učitelj.

Na osnovi zastavljenega problema si mora dijak napraviti načrt dela. Dijak je v tej fazi seznanjen z možnostmi in opremo, ki jo ima na voljo. Napraviti mora lasten načrt in predvideti rezultate. O načrtu se mora dijak pogovoriti z učiteljem, ki ga lahko na tej stopnji odobri ali argumentirano zavrne. V primeru zavrnitve mora dijak izboljšati načrt. O načrtu se dijak pogovori v času učiteljevih govorilnih ur za dijake. V tem delu zlahka identificiramo sposobnost načrtovanja kot ene od temeljnih postavk pri sestavljanju končne ocene.

Individualno delo poteka le v laboratorijih Prve gimnazije. Za ta princip smo se odločili, da lahko ocenimo spretnosti dijaka ob manipuliranju z opremo in preprečimo predstavljanje tujega dela za svoje. Ker dijak dela individualno, lahko ocenimo stopnjo njegove samostojnosti pri delu in spretnost pri delu ter sposobnost opazovanja.

Zadnji korak je predstavitev rezultatov. Dijak mora na osnovi lastnih rezultatov izdelati poročilo o delu v skladu z navodili v maturitetnem katalogu. V tem delu zlahka ocenimo sposobnost interpretacije. Ob poznavanju dijakovih rezultatov in dela dijaka, je zato izključeno plagiatorstvo, ni pa izključena pomoč drugih. Na osnovi opravljenega dela nato učitelj podeli oceno. V primeru odlično opravljenega dela je dijak povabljen, da delo predstavi še drugim.

3.4 IZVEDBA PROBLEMSKO ZASNOVANE UČNE ENOTE S CELIM RAZREDOM

V šolskem letu 2003/04 smo zasnovali problemsko zasnovano učno enoto, ki je predvidevala uporabo računalniško podprtega laboratorija. Problem smo zasnovali na osnovi hipotetičnih dogajanj v ribnikih. Izvedli pa smo ga v sklopu obravnave vodnih ekosistemov v 3. letniku. Delo je potekalo v več etapah:

V prvi etapi so dijaki celega razreda (30 dijakov) dobili delovne liste (priloga B) ter bili frontalno seznanjeni s hipotetičnim problemom, ki se je glasil: »V toplovodnem ribogojstvu (vzreja krapovcev v ribnikih) lahko v nekem ribniku vzredimo le omejeno količino rib. Eden od ključnih omejujočih dejavnikov je koncentracija kisika v vodi. Če le ta pade pod za neko ribjo vrsto minimalno količino, se ribe prenehajo hraniti, ob še večjem padcu koncentracije kisika pa lahko celo poginejo. Vir kisika v vodi je atmosferski kisik, kisik, ki ga prinaša tekoča voda na dotoku, ter kisik, ki nastaja pri fotosintezi zelenih rastlin v ribniku.«

Zastavili smo jim štiri naloge, v katerih so morali sami predvidevati in na grafikon narisati predviden potek krivulj.

Naloge so imele skupno izhodišče: »Predvidi, kako bi ob enakem nespremenjenem volumnu ribnika na koncentracijo kisika v vodi vplivali različni dejavniki. Izriši grafikone s predvidenimi krivuljami«.

1. Zaradi suše se je prekinil dotok vode bogate s kisikom v dva sosednja enako velika ribnika. Kako bi na koncentracijo kisika v vodi vplivala različna biomasa rib. Izriši hipotetični krivulji ob predpostavki, da bi bila v enem od ribnikov dvakrat večja biomasa rib kot v drugem. Potek krivulj na kratko razloži.
2. Predvidi, kaj bi se ob enaki situaciji kot v prejšnjem primeru zgodilo ob nizki, in kaj ob povišani temperaturi vode. Izriši hipotetični krivulji in ju razloži.

3. Ugotovi, kako bi na koncentracijo kisika v vodi vplivala prisotnost zelenih rastlin. Izriši hipotetične krivulje koncentracij kisika v vodi ob predpostavkah: v prvem ribniku so le ribe, v drugem ribniku je enaka količina rib in vodnih rastlin, v tretjem ribniku pa bi bilo dvakrat več rastlin kot rib. Izriši krivulje za tri zaporedne dni. Potek krivulj na kratko razloži.
4. Vnos organskih snovi v ribnik ima lahko posledice za ribe in druge vodne organizme. Vriši v grafikon, kaj bi se zgodilo s kisikom ob izlivu gnojnice v ribnik. Potek krivulje na kratko razloži.

Potem, ko so dijaki končali s samostojnim z reševanjem nalog, kar se je zgodilo po 20 minutah dela, so bili razporejeni v skupine s po štirimi dijaki. Njihova naloga je bilaj, da primerjajo narisane krivulje in se poenotijo med seboj. Za to delo so imeli na voljo čas do konca šolske ure.

Naslednjo šolsko uro so dobili nalogo, naj na osnovi lastnih predvidevanj zasnujejo eksperimente v akvariju, s katerimi bi potrdili ali ovrgli lastne predpostavke.

Na osnovi tako pridobljenih »navodil« sta dijak in dijakinja te eksperimente tudi izvedla in jih nato tudi predstavila v razredu. V razredu je nato stekla razprava, zakaj je nastala razlika med teoretično predvidenimi ter pridobljenimi krivuljami.

3.5 ANALIZA REZULTATOV

Učitelj praktik, ki želi oceniti svoje lastno delo, se znajde pred težko nalogo, kako to vrednotenje izpeljati. Pri vrednotenju posamezne nove metode dela z dijaki je skoraj nemogoče izvesti klasični kontroliran eksperiment, v katerem bi v kontroliranih pogojih spremljali le eno spremenljivko – v našem primeru vpliv laboratorijskih vaj z računalnikom na kvaliteto pouka. Največji problem, ki smo ga zaznali, je bil izbor testne in kontrolne skupine ter izločitev vplivov iz okolja, kar pa je značilnost večine raziskav na področju izobraževanja (Hammersley, 1993; Tashakori in Teddlie, 1998; Kember 2003). Idealna situacija bi bila, če bi lahko zagotovili dve dovolj veliki in homogeni skupini

dijakov, ki nekega eksperimenta še nikoli ne bi izvajali in ne bi imeli nobenega predhodnega vedenja (ali identično vedenje) o problemu. Po izvedenem predtestu znanja bi ena od skupin izvajala vajo z uporabo računalnika, druga pa brez. Po opravljenem delu bi izvedli testiranje pridobljenega znanja in spretnosti.

V našem primeru takšne situacije nismo mogli zagotoviti. Delo je imelo ves čas status dinamične inovacije in je potekalo ob sodelovanju dijakov, ki so bili hkrati tudi neposredni uporabniki novega. Uvajanje računalniško podprtih vaj je potekalo ob rednem pouku, tako da smo posamezne vaje smiselno vključili v pouk takrat, ko je bilo to po učnem načrtu ustrezno. Ker je šlo za razvijanje novega produkta, je bilo delo izvedeno v številnih različicah. Ne smemo pa pozabiti na nujno pristranskost učitelja, ki se je znašel v hkratni vlogi uvajalca in evalvatorja lastnega dela. Naša ocena uporabnosti laboratorijskih del za vsakodnevno šolsko prakso je podana na osnovi opazovanj, razgovorov z dijaki in deloma na analizi odgovorov na vprašalnik. Tak pristop bi lahko našo metodo uvrstilo med mešane metode dela (Tashakori in Teddlie, 1998). Nepristransko oceno pa bo morala podati raziskava, ki bo postala možna takrat, ko naše delo postane širše razširjeno po šolah.

4 REZULTATI

V prvem delu predstavljamo računalniško podprta laboratorijska dela in vaje. Z nekaterimi vajami smo le posodobili obstoječe vaje predvidene z učnim načrtom biologije, nekatere pa smo zasnovali na novo za doseganje ciljev, za katere v obstoječem učnem načrtu vaje niso predvidene. V drugem delu predstavljamo rezultate analize odgovorov na vprašalnik o vaji, individualno laboratorijsko delo dijakov v maturitetni skupini in primere problemsko zasnovanega pouka ob uporabi računalniško podprtega laboratorija.

4.1 LABORATORIJSKA DELA IN VAJE

V Učnem načrtu za biologijo v splošni gimnaziji (Verčkovnik in Škornik, 1998) smo v vsakem vsebinskem sklopu identificirali cilje, ki bi jih bilo mogoče uresničiti z računalniško podprtim laboratorijskim delom. Cilji, ki naj bi jih učitelj dosegel z vajami, so v učnem načrtu zapisani v poševnem tisku. Mi se pri našem delu nismo omejevali le na te cilje, temveč ponujamo vaje tudi za nekatere druge cilje. Kjer je bilo mogoče, smo le priredili obstoječe vaje predvidene z učnim načrtom, posamezne vaje pa so v naši šolski praksi nove.

Način izvedbe vaje (demonstracija, samostojno delo dijakov) ali njen položaj v učni enoti naj bo prepuščen učitelju, zato tega v tem delu ne predlagamo. Učitelj lahko vajo demonstracijsko izvede kot uvod v učno enoto (problemski pouk), za samostojno delo dijakov v laboratoriju (učenje z odkrivanjem) ali za praktično ilustracijo in utrditev teoretično podanega znanja.

Predlagane nove vaje smo smiselno umestili v posamezni modul, kar pa je le predlog učitelju. Isto ali morda preoblikovano vajo je mogoče večkrat vključiti v pouk v različnih modulih, kar pa naj bo prepuščeno učitelju. Še prav posebej se prepletajo in dopolnjujejo cilji vaj iz celičnih procesov z vajami iz fiziologije ter ekologije. Ker je učitelj svoboden v izboru metode in umestitvi cilja v lastne letne priprave, takšne vaje omogočajo pestre

povezave med posameznimi moduli. Takšne povezave so zato lahko še posebej dragocene pri celostni obravnavi snovi v pripravi na maturo.

4.1.1 Vsebinski sklop: Uvod v biologijo

Cilji vsebinskega sklopa Uvod v biologijo:

- zna opredeliti raziskovalni problem in oblikovati hipotezo,
- pozna pomen hipoteze za reševanje znanstvenih problemov,
- zna poiskati in uporabiti informacije za načrtovanje biološke raziskave,
- zna načrtovati in opraviti raziskavo, zbrati podatke in izbrati potrebne pripomočke,
- zna interpretirati rezultate in oblikovati zaključke,
- zna ugotoviti in opisati razlike med dejstvi, podatki, hipotezami, teorijami, nauki in zakoni,
- zna varno delati v laboratoriju,
- se zaveda etične odgovornosti pri delu z živimi organizmi.

Navedeni cilji so v učnem načrtu biologije vezani na laboratorijski deli Raziskovanje neznane snovi in Kako merimo? Navedene cilje bi lahko uvrstili med tako imenovane višje cilje, ki jih lahko v praksi dosežemo le s stalnim in dobro načrtovanim delom v celotnem programu. Vezava navedenih ciljev na le dve vaji pa je vsekakor preozek okvir za njihovo doseganje, kar pa so spoznali že avtorji učnega načrta in to zapisali v didaktična priporočila. Ker doseganje teh ciljev ni v tolikšni meri vezano na konkretno vsebino eksperimentalnega dela, temveč na načrtovanje, potek, zapis rezultatov ter njihovo interpretacijo, je vse zapisane cilje mogoče uresničevati tudi pri laboratorijskem delu z računalnikom. Cilj » zna poiskati in uporabiti informacije za načrtovanje biološke raziskave« je mogoče še dodatno nadgraditi z iskanjem informacij s pomočjo iskalnikov na svetovnem spletu. Za doseganje tega cilja so izredno primerna projektna in seminarska dela (Šorgo in Logar 1999). Uporaba računalnika za iskanje, obdelavo in prikaz informacij pa ni vključena v pričujoče magistrsko delo.

4.1.1.1 Vaja: Seznanjanje z računalnikom in izvedba prve meritve

Vaja (priloga C) je namenjena uvodnemu seznanjanju dijakov z vmesnikom CMC-S2 in programom HiSkop. Vajo izvedemo z vsemi dijaki, ki se ob praktičnem delu seznanijo z računalnikom kot merilnim instrumentom. Ob tem izvedejo prve meritve, ki pa še nimajo značaja eksperimentalnega dela.

Pri seznanjanju z delom izhajamo iz predpostavke, da imajo dijaki že predhodna znanja in obvladajo delo z operacijskim sistemom. Ta znanja so pridobili v osnovni šoli, pri predmetu Informatika v gimnaziji ter z neformalnimi oblikami izobraževanja.

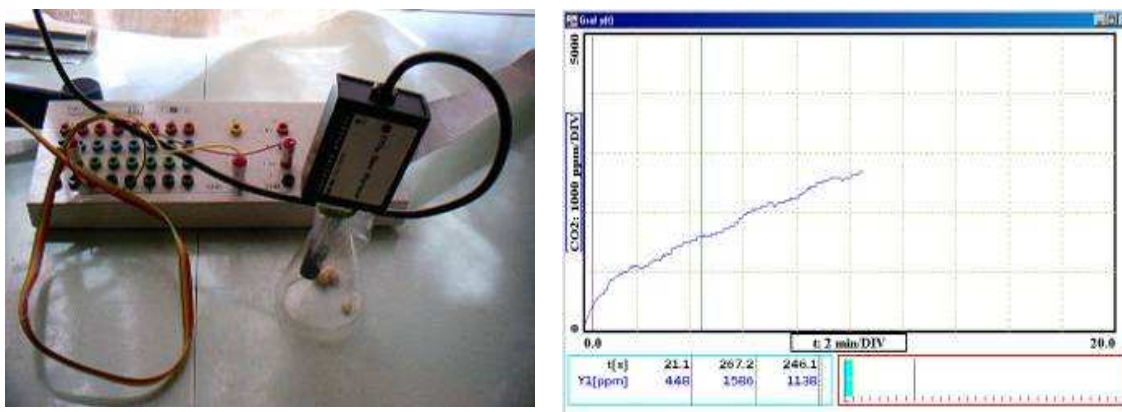
Izkustveno smo ugotovili, da mnogi dijaki za samostojno delo potrebujejo le kratka navodila.

4.1.1.2 Vaja: Lastnosti živega

Cilj: pozna in prepozna lastnosti živega.

Vaja je zasnovana na ugotavljanju razlike med živim in mrtvim na osnovi izločanja ogljikovega dioksida v okolje. Z vajo potrjujemo izmenjavo snovi z okoljem kot eno od temeljnih lastnosti živega. Primerjamo pare istovrstnih organizmov, od katerih so eni živi, drugi pa mrtvi (neaktivni v primeru semen). Meritve smo izvedli s pari žive žuželke – mrtve žuželke ter kaleča semena – suha, nekaleča semena. Primerljivi pari so imeli približno enako maso. Uporabili smo po 10 mokačev in enaki količini semen. Semena smo en dan pred meritvijo namočili v vodi, da bi sprožili kaljenje. Uporabljali smo semena različnih vrst rastlin, najpogosteje okoli 10 g travne mešanice.

Dijaki so zaporedoma dajali vzorce v testne posode, jih zaprli z merilnikom koncentracije ogljikovega dioksida (slika 7) in spremljali dogajanje na zaslonu računalnika. Po nekaj minutah so meritev ustavili in odčitali pridobljene vrednosti.



Slika 7: Merjenje koncentracije ogljikovega dioksida v testni posodi in primer grafikona

Figure 7: Measurements of concentration of carbon dioxide in a test bottle and an example graph.

Pridobljene rezultate prikazujemo v obliki tabele (Tabela 3), saj cilj vaje ni spremljanje sprememb v testni posodi, temveč trenutni rezultat in primerjava ter komentar pridobljenih rezultatov

Tabela 3: Rezultati meritev koncentracije ogljikovega dioksida pridobljenih v vaji Lastnosti živega

Table 3: Results of measurements of carbon dioxide concentration in laboratory work

	Vzorec	Koncentracija ogljikovega dioksida (ppm)
1	Žive žuželke	1700
2	Mrtve žuželke	400
3	Kaleča semena	650
4	Nekaleča semena	400
5	Koncentracija v zraku	400

Možna nadgradnja vaje bi lahko bilo predhodno tehtanje organizmov in ugotavljanje količine ogljikovega dioksida, ki ga organizmi sprostijo v določenem času. Tako nadgrajeno vajo pa bi bilo smiselno umestiti v obravnavo bioloških procesov in ne v uvodne ure biologije, kjer praviloma obravnavamo lastnosti živega.

Vajo smo izvedli v razredih večkrat, vsakokrat vzporedno z vajo Raziskovanje neznane snovi, ki pa zasleduje še druge cilje, tako da je ta vaja ne more nadomestiti. Za izvedbo vaje potrebujemo eno šolsko uro.

Namesto meritve koncentracije ogljikovega dioksida je mogoče meriti tudi porabo kisika. Vaja v tej obliki pa zaradi manjše občutljivosti merilnika zahteva za izvedbo neprimerno več časa ali mnogo večje količine organizmov. V takšni obliki bi jo lahko dijaki pripravili tako, da bi nastavili vajo en dan, rezultate pa odčitati šele čez dan ali dva.

4.1.2 Vsebinski sklop: Organizacijski tipi živih bitij

Okvirni obseg tega sklopa je 55 ur. Obravnavanje vsebinskega sklopa Organizacijski tipi živih bitij naj bi bilo povezano z dijakovimi izkušnjami z živimi organizmi in na seznanjanju z njimi, čemur je namenjeno v učnem načrtu kar 27 vaj. Vaje so namenjene predvsem opazovanju in prepoznavanju tipičnih predstavnikov različnih rastlin in živali. Za vključevanje računalniško podprtega laboratorijskega dela v ta sklop je manj možnosti. Smo pa računalnik s pridom uporabljali za digitalno fotografiranje mikroskopskih preparatov, kar pa ni predmet obravnave magistrskega dela.

Med vsemi cilji smo uspeli identificirati le enega, ki bi ga lahko delno dosegli z računalniško podprtimi vajami. Ta cilj je: »Pojasni pomen rastlin v biosferi«. Ker bi ta cilj z ustreznimi vajami (fotosinteza) lahko uresničili le delno, bomo te vaje obravnavali ob drugih sklopih. O pomenu rastlin lahko dijake seznanimo pri obravnavi fotosinteze in v poglavju o ekologiji.

Med vsemi vajami in laboratorijskimi deli smo uspeli za računalnik prirediti le laboratorijsko delo – Razmerje med hitrostjo difuzije in velikostjo celice. Pa še v tem primeru je vprašljivo, zakaj je vaja v učnem načrtu navedena prav v tem sklopu. Vaji je v učnem načrtu namenjen status demonstracije. Ob navedeni vaji pa v aktualnem učnem načrtu niso zapisani nobeni cilji. Navodila za vajo so zapisana v delovnem zvezku Biologija 1 (Drašler in sod. 1990) in to v dodatku za naravoslovno matematično usmeritev. V katalogu znanja za zaključni izpit v VIP naravoslovno - matematična dejavnost (Kmecl 1990) je vaja uvrščena v sklop Celica in organizem. Predlagamo, da se vaja v integralni

obliki izvaja v vsebinskem sklopu delovanje celice, v sklopu organizacijski tipi živih bitij pa predlagamo njeno prirejeno različico.

4.1.2.1 Vaja: Pomen oblike organizma za izmenjavo snovi z okoljem

Cilj: razume pomen razmerja med površino in prostornino za izmenjavo snovi z okoljem.

Z vajo želimo na modelu predstaviti princip izmenjave snovi med organizmom in njegovim okoljem. Snovi se med telesom in okolico izmenjujejo skozi površino telesa. Za dovolj hitro izmenjavo snovi mora biti razmerje med površino in njegovo prostornino dovolj veliko.

Vajo smo izvedli z valji s kuhinjsko soljo (NaCl) prepojenega agarja. Za modele organizmov smo izbrali telesa pravilne geometrijske (valjaste) oblike, ker je takšna telesa lažje matematično obravnavati in primerjati med seboj. Vsi vzorci s soljo prepojenega agarja so imeli prostornino 10 mL. Vendar smo jih naredili tako, da smo agar strdili v laboratorijskih čašah z različnimi premeri. Uporabili smo čaše prostornine 25 mL, 50 mL in 200 mL. Tako smo dobili valje s premeri 3 cm, 4 cm in 6,5 cm, volumen je bil 10 cm^3 in površinami $27,3\text{ cm}^2$, $35,2\text{ cm}^2$ in $72,4\text{ cm}^2$. Agar je pripravil laborant en dan pred vajo. Dijaki so morali iz čaš na filtrirni papir valje previdno stresti in jih nato sočasno potopiti v 250-mL čaše z destilirano vodo, da je iz njih začela izhajati sol. V vodi raztopljena sol poveča električno prevodnost raztopine – več kot je soli v vodi, višja je prevodnost. Časovni potek spremembe električne prevodnosti raztopine smo spremljali z merilniki prevodnosti. Da bi zagotovili homogenost raztopine, smo uporabili magnetna mešala.

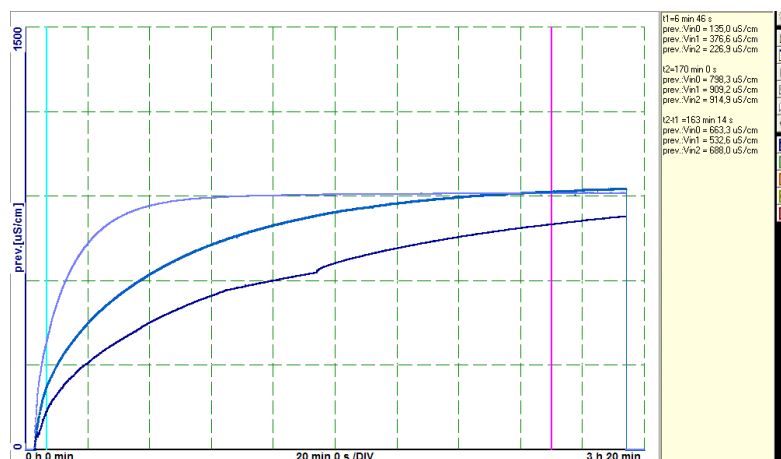
Vajo smo izvedli na dva načina. Ob uvajanju merilnega sistema CMC- S2 s programom HiSkop, ki je omogočal priključitev le dveh merilnikov, tako da je vsaka skupina dijakov merila prevodnost z enim merilnikom. Merili smo na treh računalnikih. Meritve smo ustavili po 30 minutah, kasneje pa so dijaki rezultate iz tabel uporabili za izris grafikona. Zaradi možnosti novejšega programa, ki omogoča priključitev več merilnikov, sedaj vajo izvajamo tako, da potekajo meritve hkrati s tremi merilniki na enem računalniku. (slika 8).

Vajo smo izvedli demonstracijsko. Za izvedbo vaje lahko potrebujemo od 1 do nekaj ur. Razlike v prevodnosti med telesi so sicer opazne že po nekaj minutah in takrat lahko meritve po želji ustavimo. Če pa želimo izpeljati popoln prehod soli iz agarja v vodo v vseh posodah do konca, pa lahko proces traja dalj časa (slika 9).



Slika 8: Postavitev laboratorijskega dela Pomen oblike organizma za izmenjavo snovi z okoljem.

Figure 8: Experimental design for laboratory work: Importance of organism's shape for exchange of molecules with environment



Slika 9: Časovni potek električne prevodnosti vodne raztopine soli – več kot se je raztopilo soli, višja je prevodnost. Pri isti količini vode je prehod soli v vodo najhitrejši iz vzorca s površino 72, 4 cm² (zgornja krivulja), sledi vzorec s površino 35,2 cm², in najpočasnejši pri vzorcu s površino 27,3 cm² (spodnja krivulja).

Figure 9: Time scale of electric conductivity of salt solution – higher concentration of salt correlate with higher conductivity. With equal amount of water diffusion of the salt from agar into water was fastest from the body with greatest surface 72, 4 cm² (upper curve) and slower from the body with smaller surfaces 35,2 cm², and 27,3 cm² (lower curves).

Vajo je mogoče z drugim imenom (Pomen oblike celice za izmenjavo snovi z okoljem) vključiti v sklop obravnave celičnih procesov, saj je mogoče iste principe, ki veljajo za organizem, uporabiti tudi za celico. Učitelj naj se sam odloči za en ali drugi vsebinski sklop, v katerem naj izvede vajo.

4.1.3 Vsebinski sklop: Biologija človeka

V tem sklopu je predvidenih 15 vaj, ki pa so namenjene predvsem seznanjanju s posameznimi tkivi ali organi. Teh vaj ni mogoče neposredno nadomestiti z laboratorijskim delom ob uporabi računalnika. Računalnik je bilo mogoče uporabiti pri mikroskopiranju ali pri multimedijskih projekcijah, ki pa niso predmet obravnave magistrskega dela.

Laboratorijska dela so tri, vprašljiv pa je položaj sekcije živalskega očesa. To laboratorijsko delo namreč zasleduje podobne cilje kakor npr. sekcija ledvic ali pljuč, ki pa sta označeni za vajo. Laboratorijsko delo Določanje količine ogljikovega dioksida v izdihanem zraku pa smo dopolnili z vajo Poraba kisika pri dihanju.

Znotraj tega sklopa bi bilo teoretično mogoče izvesti mnoge fiziološke eksperimente. Zaradi etičnih in zdravstvenih omejitev pa teh vaj na človeku na srednješolskem nivoju praviloma ne izvajamo. Prav etični pomisleki preprečujejo tudi mnoge vaje z živalmi.

4.1.3.1 Vaja: Poraba kisika pri dihanju

Cilj: opredeli vlogo dihal.

Z vajo smo ugotavljali razliko med koncentracijo kisika v zraku ob vdihu in izdihu. Uporabili smo merilnik koncentracije kisika v zraku. Osnovno navodilo je bilo, naj dijaki vdihnejo zrak, ga zadržijo 10 sekund in nato izdihnejo v vrečko, v kateri je bil merilnik koncentracije kisika s kar najmanj zraka (slika 10). Iz grafa na računalniškem zaslonu smo odčitali zmanjšanje koncentracije kisika glede na okoliški zrak. V naslednjem poskusu so vdihnili in izdihnili zrak po enakem postopku, potem ko so zrak zadrževali v pljučih 30

sekund. V tretjem poskusu so posamezni dijaki vajo ponovili po obremenitvi (tek po stopnicah, počepi), pri čemer so zadrževali zrak 10 sekund. (slika 11)

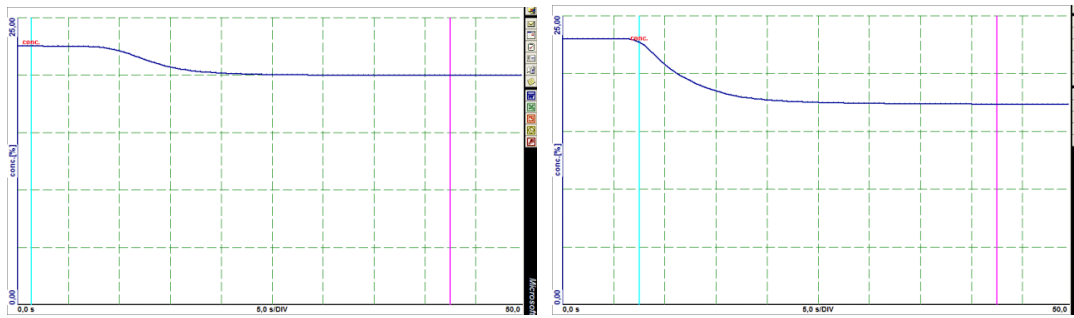
Iz vaje dijaki zlahka razberejo razliko v količini porabljenega kisika med in po obremenitvi, medtem ko je individualne razlike med njimi težje komentirati. Na te namreč vpliva splet mnogih dejavnikov, kot so masa telesa, telesna aktivnost, spol, starost, ipd.

Vajo smo izvedli na enem računalniku vzporedno ob vaji: Določanje količine ogljikovega dioksida v izdihanem zraku. Vaji se dobro dopolnjujeta, sta komplementarni in z njima lahko dosežemo identične cilje. Za izvedbo meritev potrebujemo do 5 minut za vsakega dijaka.



Slika 10: Dijaki med izvajanjem meritve kisika v izdihanem zraku.

Figure 10: Students measure oxygen concentration in exhaled air.



Slika 11: Časovni potek koncentracije kisika pred in po izdihu. Prvi grafikon je nastal, ko je bil dijak spočit, drugi pa neposredno po teku po stopnicah.

Figure 11: Concentration of oxygen before and after exhalation.. First graph was produced before and second after exercise.

4.1.4 Vsebinski sklop: Humana genetika

Za obravnavo vsebinskega sklopa humana genetika je predvidenih osem ur. V učnem načrtu sta v tem sklopu predvideni dve vaji, ki pa ju ni bilo mogoče prirediti za računalnik. Glede na naravo obravnavane snovi nimamo dodatnih predlogov za računalniško podprto laboratorijsko delo.

4.1.5 Vsebinski sklop: Zgradba celice

Okvirni obseg je deset ur. V sklopu so predvidene štiri vaje, ki pa temeljijo na opazovanju celic in njihovih struktur s pomočjo mikroskopa. V tem sklopu nismo predvideli računalniško podprtega laboratorijskega dela, lahko pa uporabimo računalnik ob mikroskopskem delu.

4.1.6 Vsebinski sklop: Delovanje celice

Okvirni obseg je 35 ur. V učnem načrtu je predvidenih šest laboratorijskih del (od tega dve demonstraciji), ena vaja in ogled filma o fotosintezi. Med didaktičnimi priporočili bi predvsem izpostavili:

- dijaki naj čimveč spoznanj pridobijo z izkušnjo pri dejavnostih. Iz tega naj sklepajo o procesih in pojavih ter njihovemu pomenu;

- bistven poudarek pri procesih je na pomenski vrednosti procesa in ne na procesu samem.

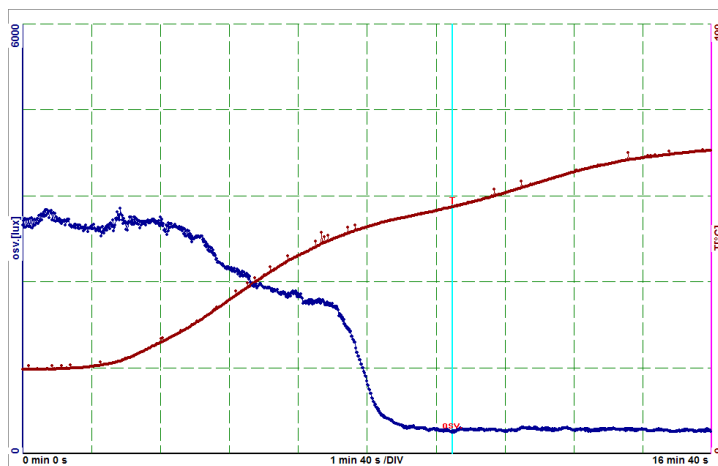
Vsebinski sklop Delovanje celice je zelo primeren za vključevanje računalniško podprtega laboratorija v redno šolsko delo, bodisi kot demonstracija ali samostojno delo dijakov.

4.1.6.1 Vaja: Koagulacija beljakovin

Cilj: Pozna osnovno zgradbo, lastnosti in pomen proteinov za organizme.

Z vajo koagulacija beljakovin prikažemo, da je potek koagulacija beljakovin izvršen v ozkem temperaturnem območju. Priredili smo vajo, ki so jo na konferenci MIRK 2003 demonstrirali kolegi pri projektu ComLab (Holec in sod. 2003). Vaja je zasnovana na osnovi izkustvenega vedenja, da beljak ob koagulaciji spremeni svojo prosojnost. V ozko in visoko čašo smo dali beljak iz enega svežega jajca. Čašo smo postavili v vodno kopel na plošči električnega grelnika. Na eno stran čaše smo v stojalo vpeli vir svetlobe, na nasprotno stran pa smo namestili merilnik osvetljenosti. V kopel smo vstavili še merilnik temperature. Po kakšni minuti ali dveh smo vklopili grelnik. Na zaslonu smo spremljali krivulji temperature in osvetljenosti (slika 12). Vajo smo prekinili, ko je bila denaturacija beljakovin končana.

Vajo smo prvič izvedli kot individualno laboratorijsko delo dijakinje, nato pa še kot demonstracijo v razredu. Vaja je v naši laboratorijski praksi nova. Za samo izvedbo vaje potrebujemo do 15 minut.



Slika 12: Grafikon nastal pri vaji koagulacija beljakovin . Naraščajoča krivulja je temperatura, padajoča krivulja pa svetlobni tok, ki je prešel skozi čašo z beljakom.

Figure 12: Graph of laboratory work. coagulation of proteins. Rising curve is temperature and decreasing curve is quantity of light, passed through a beaker with egg-white.

Vajo bi bilo mogoče nadgraditi še z opazovanjem drugih lastnosti beljakovin. Tako bi lahko na podoben način kot ob temperaturi opazovali delovanje kislin in baz na beljak.

4.1.6.2 Vaja: Vpliv alkoholov na biološke membrane

Cilj: razume prepustnost membrane.

Navodilo za vajo, ki ga prilaga proizvajalec kolorimetra (Vernier), smo priredili za našo laboratorijsko opremo. Z vajo ugotavljamo vpliv različnih alkoholov na prepustnost tonoplasta celic rdeče pese. V vaji potapljamo enako velike koščke rdeče pese v različne alkohole. Rezultat so različno močno obarvane raztopine rastlinskih barvil. Razliko v obarvanosti lahko primerjamo z razlikami v absorpciji svetlobe v kolorimetru. Računalnika v tem primeru ne uporabimo za spremljanje poteka, temveč le za izvedbo enkratne meritve vsakega vzorca. Dijaki rezultate vpišejo v tabelo.

Vajo smo izvedli le enkrat.

Kolorimeter je mogoče uporabiti za spremljanje katerekoli barvne spremembe. Tako bi bilo mogoče z njim spremljati spremembo barv indikatorjev ali spremembo prosojnosti

tekočine kot posledico npr. rasti populacije bakterij. Pri delu smo se raje odločali za spremljanje sprememb z merilnikom osvetljenosti, saj omogoča zvezno spremljanje dogajanja v reagenčni posodi.

4.1.6.3 Vaja: Aktivnost encima katalaza v odvisnosti od temperature

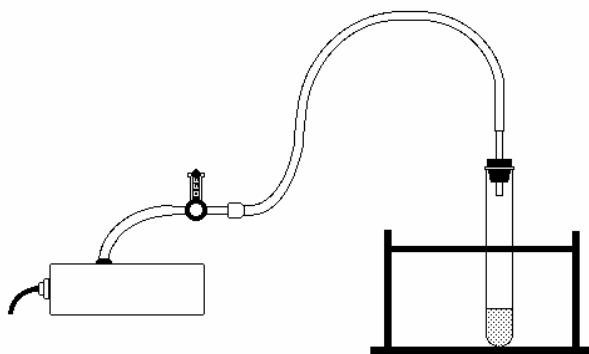
Cilj: pozna dejavnike, ki vplivajo na delovanje encimov

Pri vaji epruvete s 3% raztopino vodikovega peroksida damo v vodne kopeli z različnimi temperaturami in počakamo, da se temperature vsebine epruvet izenačijo s temperaturami vodnih kopeli. Nato damo v peroksid enake koščke rastlinskega ali živalskega tkiva, ter jih zapremo z zamaški. Skozi vsak zamašek sega cevka, na katero priključimo merilnik tlaka (slika 13). Na zaslonu spremljamo naraščanje tlaka kisika v epruvetah (slika 14).

Vajo smo vpeljali v redno šolsko prakso, saj lahko z njo na enostaven način prikažemo odvisnost med temperaturo in hitrostjo encimsko katalizirane kemijske reakcije. Dijaki hitrosti ne ocenjujejo več, temveč lahko kvantitativno primerjajo izmerjene vrednosti pri različnih temperaturah.

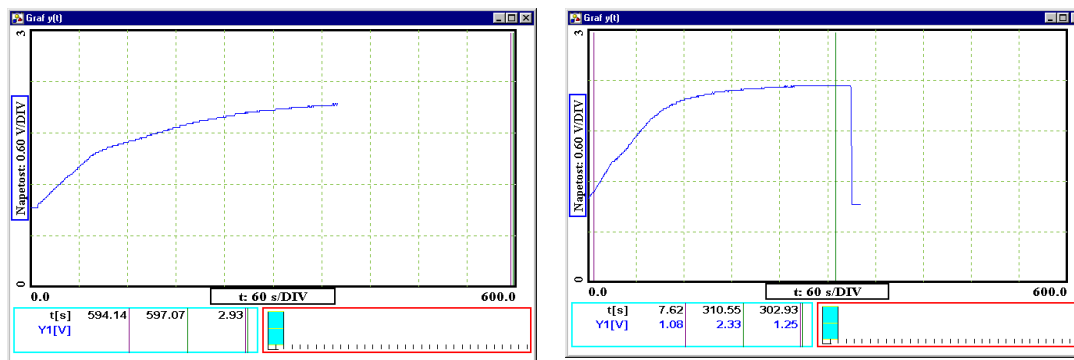
Vajo bi bilo mogoče nadgraditi z izračunavanjem vrednosti Q_{10} , kar pa po zahtevnosti presega nivo gimnazije.

Za izvedbo vaje zadostuje ena šolska ura. Izvedemo jo lahko na dva načina: vsaka skupina dijakov lahko izvede meritev pri eni od izbranih temperatur, rezultate nato kombinirajo ali pa ena od skupin izvede meritev pri vseh izbranih temperaturah na enem računalniku.



Slika 13: Skica eksperimenta s katerim ugotavljamo encimsko aktivnost katalaze

Figure13: Scheme of the catalase activity experiment



Slika 14: Grafikoni tlaka med sproščanjem kisika iz vodikovega peroksida pod vplivom encima katalaza pri nižji (levo) in višji (desno) temperaturi.

Figure 14: Graphs of pressure changes as a result of releasing oxygen from hydrogen peroxide due to activity of catalase at low (left) and higher (right) temperature.

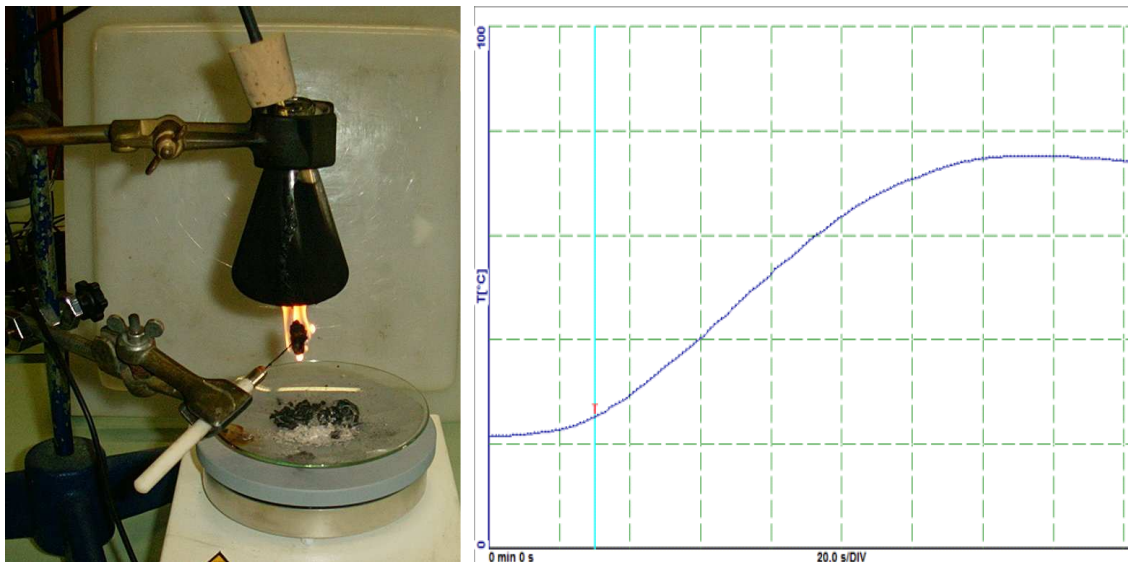
Z vajo je mogoče doseči vse cilje kot v vaji Delovanje encimov (Pevce 2004).

Spreminjamo lahko vse parametre, kot je opisano v navodilih. Sami pa smo se odločili le za določitev hitrosti v odvisnosti od temperature, saj smo vajo izvajali vzporedno s klasično izvedbo vaje. Bistvena prednost, ki jo vidimo, je prehod z ocene hitrosti na njeno meritev.

4.1.6.4 Vaja: Energijska vrednost hrane

Cilj: razume pojem presnova.

Podobne vaje pri pouku biologije v naši redni šolski praksi ni, zato smo priredili vajo, ki je opisana v gradivih proizvajalca merilnikov Vernier . Vajo izvedemo tako, da znano maso vode segrejemo s sežigom znane mase vzorca hrane. Energijsko vrednost hrane izračunamo iz spremembe temperature vode, ki jo izmerimo z merilnikom temperature (slika 15). Vsaka skupina izmeri energijsko vrednost drugega vzorca.



Slika 15: Slika in grafikon meritev temperature in s tem energije oreha v vaji Energijska vrednosti hrane.

Figure15: Photo of temperature measurements in experiment energy value of the food.

Doslej smo merili energijske vrednosti arašidov, lešnikov, orehov, lesa, papirja, testenin in suhega kruha. Dijaki nato sklepajo o energijski vrednosti posamezne vrste hrane in o pomenu za organizem. Podrobnejša navodila za izvedbo vaje so v prilogi D. Vajo lahko izvedemo v eni šolski uri.

4.1.6.5 Vaja: Vpliv svetlobe na potek fotosinteze

Cilji:

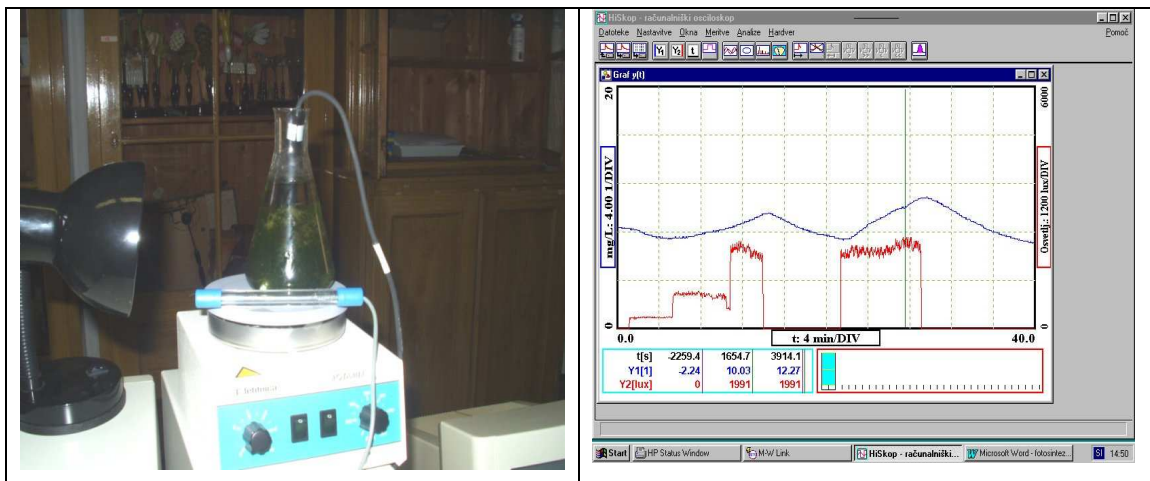
- pozna dejavnike, ki vplivajo na potek fotosinteze,
- pozna substrate in produkte fotosinteze,
- razume, da je bistvo fotosinteze pretvarjanje svetlobne energije v kemijsko.

Vpliv svetlobe na potek fotosinteze je mogoče prikazati na več načinov. V praksi smo preizkusili tri možne načine s tremi različnimi merilniki. V vseh treh primerih smo primerjali spremembo koncentracije plinov (kisika, ogljikovega dioksida) v zaprtem sistemu v odvisnosti od jakosti svetlobe. Pravilneje bi bilo sicer reči, da smo spremljali relacijo med fotosintezo in dihanjem. Če fotosinteza prevlada nad dihanjem, nastaja presežek kisika in se troši ogljikov dioksid, če pa prevlada dihanje nad fotosintezo, pa rastlina kisik troši in sprošča ogljikov dioksid.

a) V dve erlenmajerici smo dali enaki količini vodnih rastlin (javanski mah) in ju za nekaj ur (čez noč) zavili v aluminijso folijo. Rastline so potrošile kisik. Eno od posod smo nato odvili, druge pa ne. V erlenmajerici smo vstavili merilnika koncentracije v vodi raztopljenega kisika in posodi osvetlili s svetlobo električne svetilke. Koncentracija kisika se je izrisovala na računalniškem zaslonu. Če smo izklopili svetilko, je koncentracija kisika začela padati. Za vajo potrebujemo brez predpriprave eno šolsko uro. Težave pri tej vaji so predvsem v uskladitvi delovanja obeh merilnikov koncentracije kisika. Zato smo to varianto vaje izvajali redkeje.

b) Kombinirali smo merilnik koncentracije v vodi raztopljenega kisika, ki smo ga vstavili v erlenmajerico z vodnimi rastlinami, z merilnikom osvetljenosti (slika 16). Sistem smo izmenoma osvetljevali s svetilko in opazovali spremembe v koncentraciji v vodi raztopljenega kisika. Iz grafikona je bilo mogoče razbrati povezavo med jakostjo svetlobe in koncentracijo kisika v vodi.

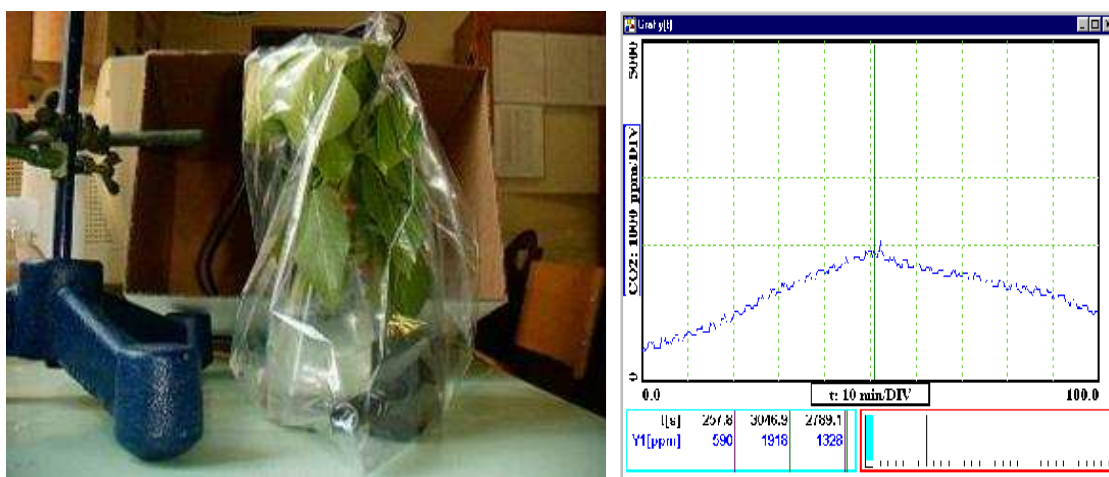
Laboratorijsko delo v tej izvedbi je primerno z demonstracijo ali za eksperiment pred začetkom problemsko zasnovane enote.



Slika 16: Sočasna meritev koncentracije kisika v vodi (zgornja krivulja) in osvetljenosti (spodnja krivulja). Iz grafikona je razviden vpliv hitrih sprememb osvetljenosti na koncentracijo kisika.

Figure 16: Measurements of oxygen concentration into water (upper curve) and illumination (lower curve). From the graph we can observe fast changes in oxygen concentration as a response to light intensity.

c) Eksperiment smo izvedli še z uporabo merilnika koncentracije ogljikovega dioksida v zraku. V vrečko smo zaprli rastlino (bršljan) skupaj z merilnikom (slika 17) in jo pokrili s kartonsko škatlo. Po določenem času smo rastlino odkrili. Časovni potek koncentracije ogljikovega dioksida se je izrisoval na zaslonu. Zaradi občutljivosti merilnika so spremembe hitre, zato lahko vajo uporabimo za problemsko zasnovano uro.



Slika 17: Merjenje koncentracije ogljikovega dioksida v zaprtem sistemu. Sproščanje ogljikovega dioksida zelene rastline poteka v temi in njegova poraba na svetlem.

Figure 17: Measurements of carbon dioxide concentration in closed system. Release of carbon dioxide of green plant in dark and consumption in dark.

d) Enako kot v gornjem primeru je mogoče vajo izvesti še z merilnikom koncentracije kisika v zraku.

Zaradi omejitev s številom merilnikov smo laboratorijsko delo izvedli tako, da je vsaka od skupin dijakov izvedla eno od meritev, rezultate pa so si nato izmenjali med seboj. Za izvedbo vaje potrebujemo eno ali še boljše dve šolski uri.

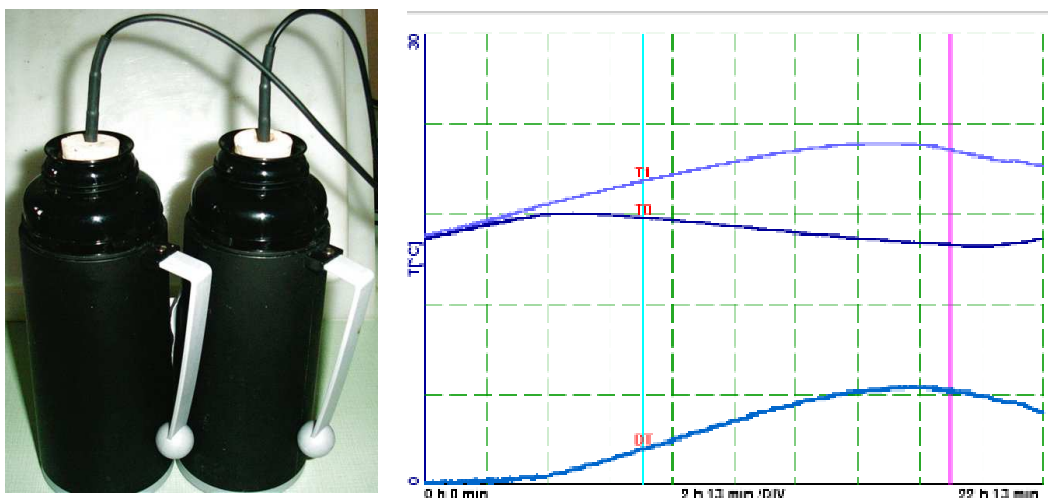
Laboratorijsko delo bi bilo mogoče nadgraditi z iskanjem ravnovesne točke fotosinteze, to je točke, ko se poraba/proizvodnja kisika ali ogljikovega dioksida izenači. Med seboj bi bilo mogoče primerjati različne vrste rastlin. Za ta namen bi bilo najbolje uporabiti merilnik koncentracije ogljikovega dioksida v kombinaciji z merilnikom jakosti svetlobe. Vajo bi takrat lahko izvedli v modulu ekologija.

4.1.6.6 Vaja: Proučevanje alkoholnega vrenja

Cilj: Ugotovi, da se pri energijskih dogajanjih sprosti toplota, ki je posredno uporabna za biokemijske procese.

Vaja povsem sledi v delovnem zvezku (Pevec, 2004) objavljenim navodilom, le da alkoholne termometre zamenjamo z elektronskimi merilniki temperature, s katerimi lahko računalniško beležimo temperaturo (slika 18). S tem avtomatiziramo zajem podatkov, kar v dobršni meri olajša samo izvedbo vaje. Vajo izvedemo tako, da v dve termovki nalijemo sadni sok. V eno dodamo surov, v drugo pa prekuhan kvas.

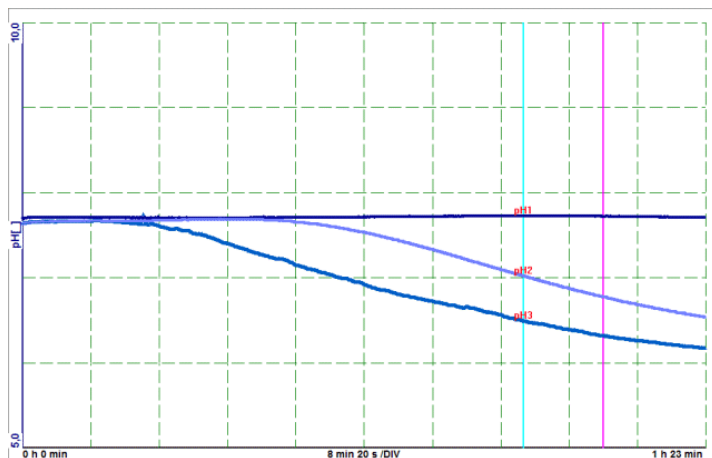
V enem primeru smo vajo izvedli tako, da smo ogljikov dioksid, ki se sprošča, uvajali v vodo in določevali spremembo pH.



Slika 18: Fotografija postavitve in grafikon temperature pri vaji Proučevanje alkoholnega vrenja

Figure 18: Photo and graph of temperature in the lab: Investigation of alcohol fermentation

Vajo je mogoče nadgraditi tako, da poleg sadnega soka uporabimo raztopine različnih sladkorjev in rezultate med seboj primerjamo (slika 19).



Slika 19: Časovni potek pH vrednosti vode v treh čašah kot posledica uvajanja ogljikovega dioksida sproščenega pri alkoholnem vrenju. Vrenje (spodnja krivulja) je poteklo hitreje v steklenici s sadnim sokom, kakor vrenje glukoze (srednja krivulja). Zgornja krivulja je kontrola (kvasovke brez dodanega sladkorja).

Figure 19: Changes in pH in three test bottles with water as a result of released carbon dioxide during alcoholic fermentation. Fermentation was faster in a bottle with fruit juice (lowest curve) as in a bottle with glucose (middle). Upper curve is control: yeast without sugar.

4.1.6.7 Vaja: Proučevanje mlečnokislinskega vrenja

Cilja:

- dijaki se seznaniijo z mlečnokislinskim vrenjem,
- poznajo razliko med pasterizacijo in sterilizacijo.

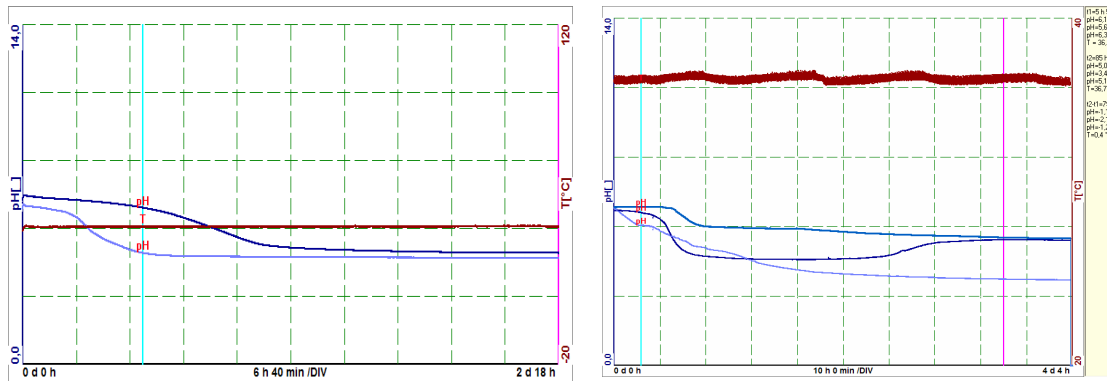
Vaja je v naši praksi nova. Izvedemo jo tako, da v tri kozarčke (erlenmajerice) damo enake količine mleka, segretega na različne temperature in nato ohlajenega. Idealna izhodiščna substanca je sveže namolzeno in ohlajeno mleko, ki še ni bilo termično obdelano. V kolikor ga nimamo, lahko uporabimo posneto mleko, ki mu lahko dodamo nekaj z bakterijami bogate startne kulture (jogurt, kislo mleko). V prvo erlenmajerico nalijemo sveže mleko, v drugo damo mleko, ki smo ga pasterizirali (kratkotrajno segrevanje na 65°C), v tretjo damo prevreto mleko. Erlenmajerice damo v mlačno vodno kopel, vanje vstavimo merilnike pH in sprožimo meritve (slika 20). Vaja traja vsaj dva dni. Zaradi tvorbe laktata pade pH vrednost vzorcev, zaradi različne termične obdelave pa se to zgodi v različnih časovnih obdobjih (slika 21).

V kolikor imamo čas, lahko nadaljujemo z meritvijo pH v skisanem mleku še naslednjih nekaj dni. V tem primeru se pH vzorca začne dvigovati na račun razgradnje beljakovin in s tem povezanim sproščanjem amonijevega iona.



Slika 20: Merjenje pH mleka v termostimirani vodni kopeli.

Figure20: Measurements of pH of milk in water-bath.



Slika 21: Časovni potek pH pri proučevanju mlečnokislinskega vrenja pri konstantni temperaturi. Levi grafikon je nastal pri dvodnevni meritvi z dvema merilnikoma, desni pa predstavlja štiridnevno meritev s tremi merilniki pH.

Figure 21: Measurements of pH during fermentation of milk at constant temperature. Left graph was obtained in two days with two pH sensors, and second was obtained in four days with three sensors.

4.1.6.8 Vaja: Proučevanje celičnega dihanja

Cilji:

- opredeli pojem celično dihanje,
- pozna substrate in produkte celičnega dihanja,
- ve, da je celično dihanje aeroben proces,
- ve, da je celično dihanje pri večini evkariotov glavni način sproščanja uporabne energije.

Načina, kjer bi lahko opazovali celično dihanje na nivoju ene same celice nismo našli, zlahka pa opazujemo izmenjavo plinov na nivoju celega organizma. Vse variante vaje temeljijo na ugotavljanju porabe kisika ali sproščanju ogljikovega dioksida.

a) Vaje ob spremljanju porabe kisika

Testne organizme zapremo v posodo in v njej merimo časovni potek koncentracije kisika. Šole so v programu opremljanja pridobile en takšen merilnik, sami pa razpolagamo z dvema. Z dvema merilnikoma je mogoče primerjati med seboj dve skupini testnih

organizmov (slika 22). Sami smo doslej primerjali različne mase istovrstnih organizmov, enako maso rastlin in živali, enake mase različnih vrst semen, dihanje pri različnih temperaturah, možnosti pa še niso izčrpane.

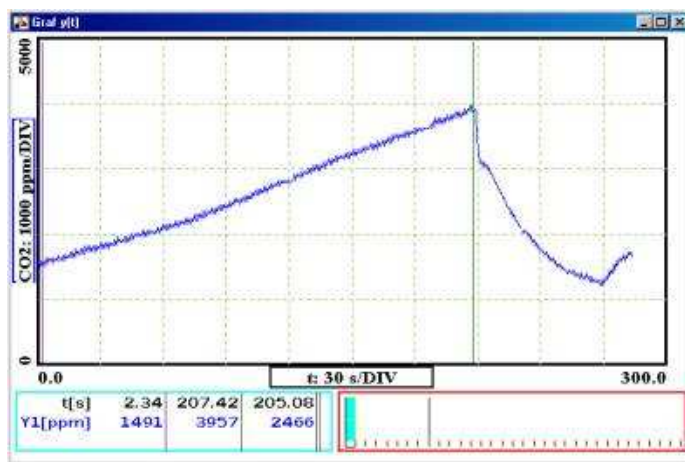


Slika 22: Iz grafikona ugotovimo porabo kisika med dihanjem ajdovih semen pri dveh različnih temperaturah.

Figure 22: Consumption of oxygen by buckwheat seeds at two different temperatures.

b) Vaje ob spremljanju sproščanja ogljikovega dioksida

Vaje lahko izvedemo na enak način kakor tiste z uporabo kisika. Zaradi večje občutljivosti merilnika koncentracije ogljikovega dioksida pa pridobimo rezultate v neprimerno krajšem času. Tako so dijaki prekinili meritev že po dobrih 3 minutah (slika 23) spremljanja dihanja mokařjev v vodni kopeli s 37°C z argumentom: »da se mokařji ne bi zadušili«.



Slika 23: Meritev koncentracije ogljikovega dioksida sproščenega pri dihanju mokařjev pri 37°C.

Figure 23: Measurements of carbon dioxide concentration of mealworms at 37°C.

4.1.7 Vsebinski sklop: evolucija

Za obravnavo vsebinskega sklopa evolucija je predvidenih 7 ur. V učnem načrtu sta v tem sklopu predvideni dve vaji in dve laboratorijski deli, ki pa jih ni bilo mogoče prirediti za računalnik. Glede na naravo obravnavane snovi nimamo dodatnih predlogov za računalniško podprto laboratorijsko delo. Morda bi lahko med seboj primerjali posamezne fiziološke razlike na nivoju vrst (dihanje semen).

4.1.8 Vsebinski sklop: ekologija

Okvirni obseg je 25 ur. V tem sklopu je predvideno le eno laboratorijsko delo, težišče praktičnega dela pa naj bi bilo na terenskem in samostojnem delu dijakov. Cilji in vsebine terenskega dela ter iz tega izhajajoče metode pa v učnem načrtu niso podrobneje opredeljeni.

Ob uporabi računalnikov bi bilo mogoče vpeljati mnoge vaje s katerimi bi lahko spremljali vpliv dejavnika okolja na organizem. Enake ali podobne vaje je mogoče izpeljati v sklopu Delovanje celice. Poleg tega pa se odpira možnost razvoja modelnih vaj, s katerimi predstavimo fizikalne in kemijske principe.

Žal vmesnik ni skonstruiran za delo na terenu, zato ga tam ne moremo uporabiti. Menimo, da bi bilo mogoče s širokim naborom merilnikov izvesti mnoge meritve, ki jih že sedaj izvajamo z drugimi instrumenti.

4.1.8.1 Vaja: Ravnovesno stanje fotosinteze

Cilji:

- pozna vpliv abiotских dejavnikov na okolje,
- pozna nekatere vplive svetlobe na organizme,
- definira pojme bruto in primarna produkcija ter sekundarna produkcija.

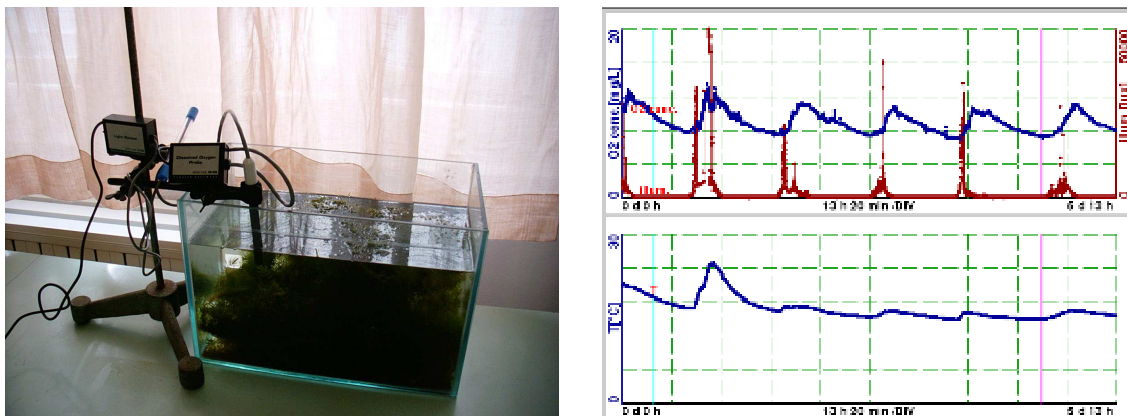
Z vajo iščemo tisto jakost svetlobe, pri kateri se količina snovi nastala pri fotosintezi izenači s količino snovi porabljene z dihanjem. V tej točki je poraba ogljikovega dioksida izenačena z njegovim sproščanjem, kar lahko ugotavljamo z uporabo merilnika koncentracije ogljikovega dioksida pri rastlini zaprti v prosojni plastični vrečki (slika 17). Uporabimo lahko različne vrste rastlin. Vajo lahko izvedemo v sklopu ekologija ali pa na to točko opozorimo že pri obravnavi fotosinteze, kjer izvedemo vajo. Za izvedbo vaje

potrebujemo eno ali še boljše dve šolski uri. Vajo smo izvedli z eno skupino dijakov vzporedno ob drugih vajah.

4.1.8.2 Vaja: Fotosinteza v akvariju

Cilj: pozna nekatere vplive svetlobe na organizme.

Spremljanje dogajanj v akvariju je lahko dober model za ponazoritev dogajanj v vodnih ekosistemih. Če razpolagamo z več merilniki, je mogoče spremljati in povezovati različne spremenljivke. Večkrat smo hkrati spremljali jakost svetlobe, koncentracijo v vodi raztopljenega kisika in temperaturo. Vajo smo najpogosteje izvajali tako, da smo sprožili meritev v petek in jo končali v ponedeljek. Izkoristili smo tudi šolske počitnice. Grafikon (slika 24) je nastal v času zimskih počitnic.



Slika 24: Meritev koncentracije kisika, osvetljenosti in temperature v akvariju

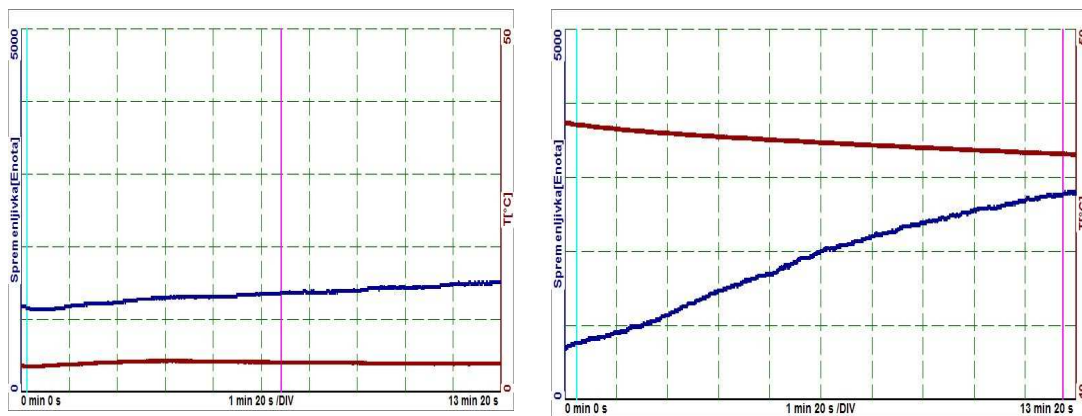
Figure 24: Measurements of oxygen concentration, light intensity and temperature in aquarium.

4.1.8.3 Vaja: Presnova organizmov z nestalno telesno temperaturo

Cilj: našteje značilnosti poikilotermnih in homeotermnih organizmov

Presnova je encimsko voden proces in je pri organizmih z nestalno telesno temperaturo odvisen od temperature okolja. V procesu dihanja si organizmi zagotavljajo energijo za

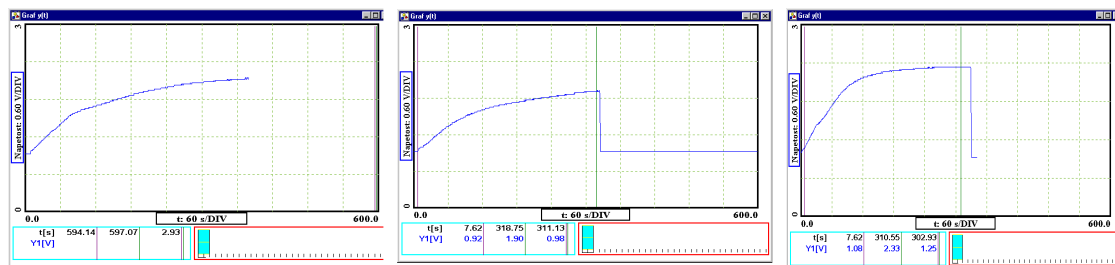
svoje delovanje. Za spremljanje hitrosti presnove je najlažje spremljati sproščanje ogljikovega dioksida ali porabo kisika v zaprtem sistemu pri različnih temperaturah okolja. Sami smo uporabili ličinke mokařev. Zaradi večje občutljivosti merilnika bi dali prednost ugotavljanju sprememb koncentracije ogljikovega dioksida (slika 25). Do identičnih ugotovitev bi lahko prišli še z meritvami spremembe koncentracije kisika. Manj eleganten način pa je vezava ogljikovega dioksida iz izdihanega zraka na KOH in s tem povezanega merjenje padca tlaka z merilnikom tlaka (Verčkovnik ex. Knez 1975). Laboratorijsko delo, ki so ga izvajali na ta način v naravoslovnem programu, pa ni več vključeno v učni načrt.



Slika 25: Naraščanje tlaka ogljikovega dioksida zaradi vrenja kvasovk pri 4° C (levi grafikon) in 37° C (desni grafikon).

Figure 25: Rising of carbon dioxide concentration at 4° C (left graph) and 37° C (right graph) due to respiration of mealworms larvae.

Vajo smo v eni od variant izvedli z meritvijo naraščanja tlaka kot posledico sproščanja ogljikovega dioksida, ki se sprosti pri fermentaciji sladkorja (slika 26).



Slika 26: Iz grafikona so razvidne različne spremembe tlaka, kar je posledica fermentacije sladkorja pri različnih temperaturah.

Figure 26: Changes of pressure as a result of yeast fermentation at different temperatures.

4.1.8.4 Ohranjanje toplote pri organizmih s stalno telesno temperaturo

Cilj: našteje značilnosti poikilotermnih in homeotermnih organizmov.

Vzdrževanje telesne temperature znotraj fizioloških meja – termoregulacija – je za živa bitja življenjsko pomembno. Organizmom temperatura telesa ne sme pasti pod neko najnižjo vrednost, hkrati pa ne sme preseči neke najvišje dopustne vrednosti.

Organizmi, katerih telesna temperatura se precej spreminja med spreminjanjem temperature okolja, so poikilotermni organizmi. Tisti organizmi, ki so sposobni vzdrževati telesno temperaturo bolj ali manj neodvisno od okolja, so homeotermni organizmi. Druga delitev je glede na vir toplote: organizme, katerih telesna temperatura je predvsem odvisna od virov toplote v okolju, imenujemo ektotermni organizmi. Endotermni organizmi so tisti, ki sami sproščajo toploto v procesih presnove.

Med vretenčarji so endotermni in homeotermni ptiči in sesalci, ektotermni in poikilotermni pa so ribe, plazilci in dvoživke.

Toplota prehaja od sistema z višjo temperaturo na sistem z nižjo temperaturo.

Homeotermni organizmi imajo mehanizme, ki pri nizkih temperaturah okolice zmanjšujejo izgubljanje toplote, in mehanizme, ki pri visokih temperaturah okolice toploto intenzivneje odvajajo.

Procesi prehajanja toplote:

Sevanje je prenos toplote preko elektromagnetnega valovanja. Ko se živali sončijo, se segrejejo zaradi absorpcije svetlobe, ki jo seva sonce.

Kondukcija je direkten prenos toplote z enega objekta na drugi, ki sta v stiku. Ptiči preko kondukcije valijo jajca.

Konvekcija je prenos toplote zaradi toka tekočine ali plina. Veter odnaša toploto s telesa. Zaradi tega imajo sesalci dlako, ptiči pa puh.

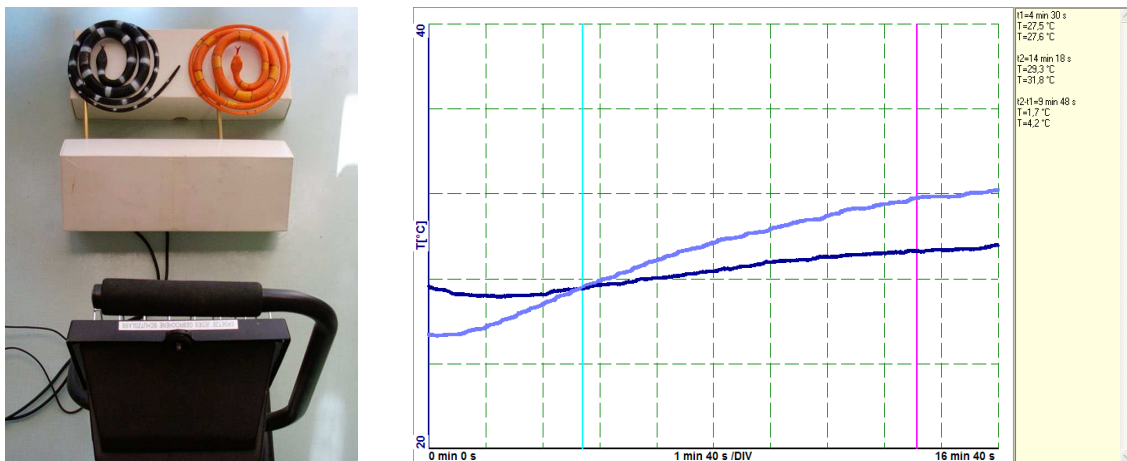
Izhlapovanje je spreminjanje agregatnega stanja iz tekočega v plinasto. Za izhlapevanje je potrebna toplota, ki jo tekočina dobi od telesa, na katerem izhlapeva. Tako se psi ohlajajo s sopenjem, ljudje se znojimo.

Ekogeografska pravila, ki veljajo za posamezne vrste

Glogerjevo pravilo - v vlažnih in hladnejših krajih so živali iste vrste praviloma temnejše kot tiste, ki živijo v bolj sušnih predelih. Mogoča razlaga je, da temnejše živali absorbirajo več toplote, kot svetlejše živali. Glogerjevo pravilo smo preverili z dvema plastičnima kačama (igračama) različnih barv. Obe smo osvetlili z žarometom in spremljali časovni potek temperature (slika 27).

Bergmanovo pravilo - osebkii iste vrste so v hladnejših krajih praviloma večji kakor v toplejših krajih. Mogoča razlaga je, da imajo večje živali manjše razmerje med površino in prostornino. Ker je prevajanje toplote sorazmerno s površino telesa, večje živali na enoto mase izgubljajo manj toplote. Bergmanovo pravilo lahko preverimo s pomočjo modela. Uporabili smo štiri različno velike epruvete ali stekleničke enake oblike vendar z različnim volumnom, v katere smo nalili toplo vodo. Merili smo temperaturo in iz časovnega poteka ugotovili hitrost ohlajanja.

Allenovo pravilo - osebkii iste vrste imajo v hladnejših krajih krajše okončine kakor v toplejših krajih. Razlagamo lahko, da dolge okončine povečajo površino telesa živali, kar poveča oddajanje toplote v okolico. V hladnih krajih je torej bolje imeti kratke okončine.

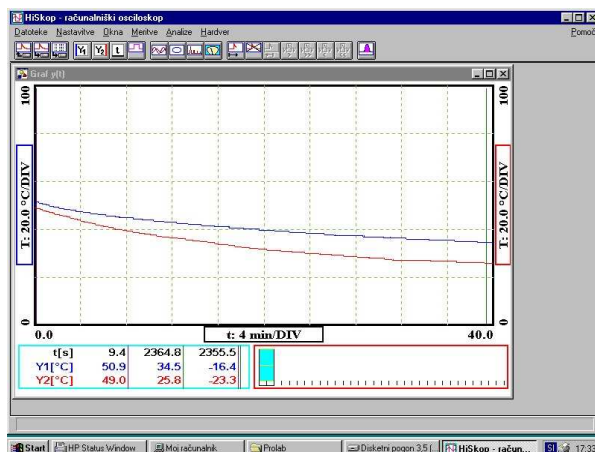


Slika 27: Preverjanje Glogerjevega pravila in in rezultati.

Figure 27: Results from Gloger's law experiment.

Izolacijske lastnosti perja in dlake

Zaradi zmanjševanja toplotnih izgub so se v evoluciji razvili izolacijski mehanizmi. Med najpomembnejšimi so: plast podkožne tolšče, perje in dlaka. V drugih dveh primerih je izolator pravzaprav zrak, ujet v medprostore. Ugotavljali smo izolacijske lastnosti perja in dlake. Enako veliki steklenički smo dali v čaši. Pri eni od stekleničk smo vmesni prostor med njo in čašo zatlačili s puhom in volno. V steklenički smo nato nalili tople vode. Primerjali smo ohlajanje izolirane in neizolirane stekleničke (slika 28).



Slika 28: Primerjava ohlajanja s puhom izoliranega in golega telesa.

Figure28: Comparison of loosing temperature of body covered with feathers and bare body.

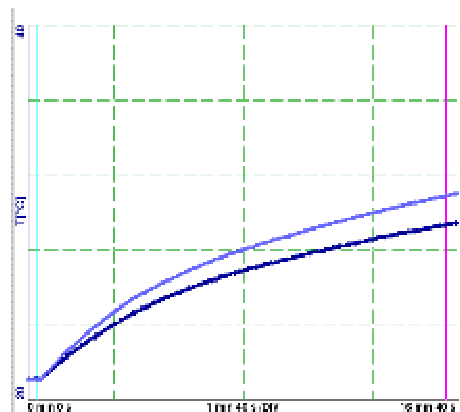
Medsebojno gretje v skupini

Živali se mnogokrat zberejo v skupino in se grejejo med seboj. Posebno znani so pingvini, ki se stisnejo drug k drugemu in se prestopajo, tako da je vsaka žival nekaj časa v notranjosti jate, nekaj časa pa na njenem obrobju. Dogajanje v jati smo ponazorili z uporabo stekleničk/epruvet s toplo vodo. Z dvema gubicama smo povezali epruvete v snop, tako da je bila ena na sredini, druge pa so jo obdajale. Snop smo dali v čašo, da se ne bi prevrnil. V vse epruvete smo nalili toplo vodo in opazovali ohlajevanje v epruveti v sredini snopa in epruvetah na robu. Rezultati so podobni rezultatom na sliki 27.

4.1.8.5 Vaja: Učinek tople grede

Cilj: pozna glavne vire in posledice onesnaževanja okolja.

V zadnjih letih so ljudje postali pozorni na dvig temperature atmosfere in z njim povezanimi klimatskimi spremembami. Dvig temperature so povezali s povišanimi koncentracijami tako imenovanih toplogrednih plinov. Najpomembnejši toplogredni plini so ogljikov dioksid, metan in dušikovi oksidi.



Slika 29: Postavitev in grafikon pridobljen v eksperimentu Učinek tople grede

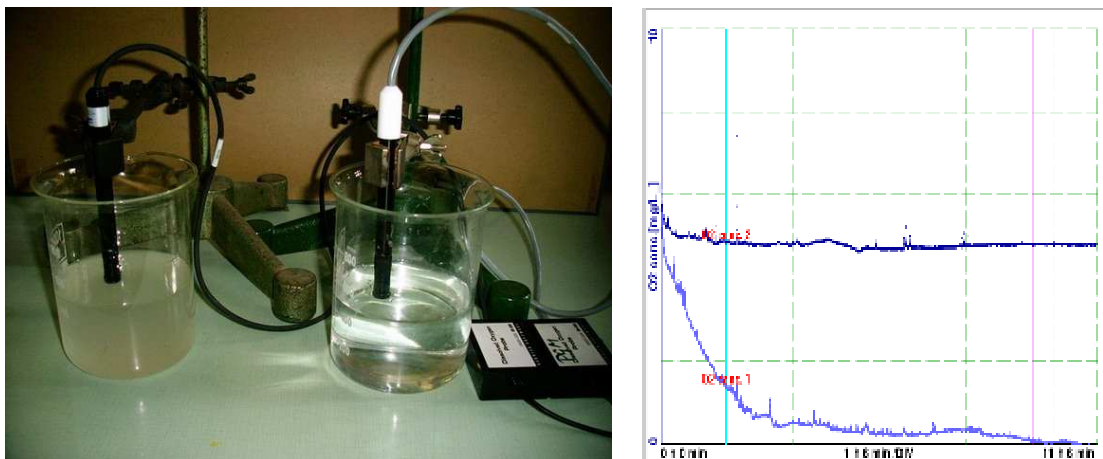
Figure 29: Design and graph obtained in the Greenhouse effect experiment

Vpliv ogljikovega dioksida na segrevanje lahko demonstriramo na preprost način (slika 29). Eno od steklenic napolnimo z ogljikovim dioksidom, v drugi je zrak. Ogljikov dioksid smo pridobili s kemijsko reakcijo med natrijevim karbonatom in klorovodikovo kislino in ga po cevi uvajali v steklenico. V vsako steklenico vstavimo merilnik temperature. Steklenici osvetlimo z močno električno svetilko ali ju izpostavimo sončni svetlobi. Spremljamo časovni potek temperature v obeh steklenicah in primerjamo, za koliko sta se v danem času segreli.

4.1.8.6 Vaja: Onesnaževanje okolja z organskimi odpadki

Cilj: pozna glavne vire in posledice onesnaževanja okolja

V dve erlenmajerici smo nalili vodo iz vodovoda. V eno od njih smo dodali bogato bakterijsko kulturo. To smo pripravili tako, da smo dali v čašo nekaj zmečkanih ostankov hrane in pustili suspenzijo stati nekaj dni. Vstavili smo merilnike koncentracije v vodi raztopljenega kisika in sprožili meritev. V vodi z organskim materialom je koncentracija kisika upadla že v zelo kratkem času (slika 30).



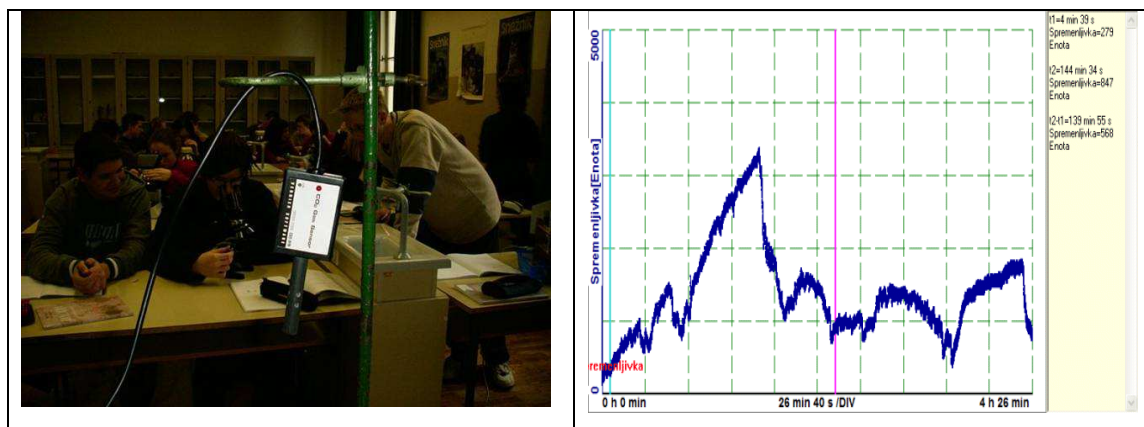
Slika 30: Meritev v vodi raztopljenega kisika v čisti in onesnaženi vodi

Figure 30: Measurements of dissolved oxygen in tap and polluted water

4.1.8.7 Vaja: Ogljikov dioksid v razredu

Cilj: Pozna sestavo zraka in vpliv posameznih sestavin na organizme

Vaja je primer spremljanja enega od kemijskih dejavnikov okolja. V razred smo postavili merilnik koncentracije ogljikovega dioksida in z njim spremljali dogajanje eno dopoldne (slika 31). Dijaki so sklepali o tem, kakšen pomen za organizme bi lahko imelo spreminjanje dejavnikov okolja. Na enak način bi bilo mogoče spremljati še druge dejavnike okolja, kot so temperatura, tlak ali vlažnost. Vajo bi bilo mogoče povezati z mikrobiološkim delom razširjenost mikroorganizmov in jo uporabiti za diskusijo o pomenu zračenja prostorov v povezavi z vsebinami zdravstvene vzgoje.



Slika 31: Merjenje koncentracije ogljikovega dioksida v razredu

Figure 31: Measurements of carbon dioxide in the classroom.

4.1.9 Izbirni del programa: Biološko laboratorijsko in terensko delo

Izbirni del programa je namenjen utrjevanju učne snovi in poteka predvsem v obliki terenskih del, laboratorijskih del in vaj. Poleg mikroskopije ga sestavljajo še mikrobiologija in terensko delo. Program obsega 35 ur in je razdeljen v 15 ur skupnega programa in 20 ur po izbiri, razdeljen je v tri module. Šole lahko ta izbirni del vključujejo v svoj program po lastni presoji.

Tako kot je zastavljen, ne nudi osnove za računalniško podprt laboratorij. Še največ perspektiv bi imelo spremljanje dejavnikov v okolju, za kar pa je sistem CMC-S manj primeren.

4.1.10 Maturitetni program

Dopolnjuje in nadgrajuje obvezni 210-urni program in omogoča dijaku opravljanje mature iz biologije. Program je sestavljen iz treh vsebinskih sklopov: genetike, primerjave strukture in funkcije organskih sistemov ter celostnega razumevanja življenja. Glede na samo strukturo učnega načrta in navedene cilje za ta del programa nismo pripravili posebnih vaj. Po lastni oceni smo v program smiselno vključili laboratorijska dela opisana pri obravnavi predhodnih poglavij. Ker je v program vključeno manjše število dijakov, ki pa so praviloma mnogo bolj zainteresirani za pouk biologije, je mogoče bolj poudariti problemsko zasnovane vaje, ki jih dijaki izvedejo samostojno. Na ta način lahko dijaki sprostijo svojo ustvarjalnost. Te vaje je nato mogoče smiselno vključiti v celotno obravnavo življenja.

4.2 PREVERJANJE PRIMERNOSTI RAČUNALNIŠKO PODPRTEGA LABORATORIJA PRI DELU V RAZREDU

O ustreznosti vaj smo povprašali dijake. Po končani vaji izpolnili krajši vprašalnik in odgovorili na nekaj vprašanj.

4.2.1 Analiza vaje: Hitrost presnove v odvisnosti od temperature

Vajo smo opravili z dvema razredoma gimnazijcev tretjega letnika splošne gimnazije. Vajo smo vsakič opravljali s polovico razreda. Dijaki so vajo v laboratoriju opravljali v štirih skupinah. Spremljali so fermentacijo kvasovk. Vsaka od skupin je spremljala dogajanje na enem od računalnikov. Prva skupina je pripravila eksperiment v ledeni kopeli, druga pri sobni temperaturi, tretja pri 37°C in četrta pri 50°C. Grafikone so si dijaki kasneje izmenjali, analizo vaje pa smo opravili pri rednem pouku v eni od naslednjih šolskih ur.

Izpolnjene vprašalnike o vaji je oddalo 37 dijakov, od tega 24 deklet in 13 fantov. Iz tabele 4 lahko sklepamo, da so se dijaki v povprečju z vsemi ponujenimi trditvami strinjali.

Najvišjo oceno (4,2) je dobila trditev, da je bila vaja zanimiva, najmanj dijakov pa se je strinjalo z oceno, da bi lahko vajo izvedli tudi brez učiteljeve pomoči (3,2).

Tabela 4: Izračun srednjih vrednosti odgovorov na vprašalnik o vaji

Table 4: Mean value of the answers on questionnaire about laboratory work

Trditev	Okrajšave	Srednja vrednost	SD	Vsota
Vedel-a sem, kaj je cilj vaje.	Trd1	3,9	0,8	145
Aparaturo bi po zapisanih navodilih znal-a sestaviti sam-a.	Trd2	3,6	0,9	135
Vajo bi lahko izvedel-a tudi brez učiteljeve pomoči.	Trd3	3,2	0,8	119
Nimam težav z nastavitvami, ki jih zahteva program.	Trd4	3,6	1,0	135
Vaja je bila zanimiva.	Trd5	4,2	0,8	157
Razumel-a sem pridobljen grafikon.	Trd6	3,8	1,0	142
Vaja je potekala v delovnem vzdušju.	Trd7	3,9	1,0	145

Op. maksimalna možna vsota je 185, minimalna možna vsota je 37, povsem nevtrarno stališče pa bi bilo pri vsoti 111.

Ko smo primerjali razlike med razredoma (Tabela 5), smo ugotovili, da so ocene vaje v enem od razredov nekoliko višje, razlike pa statistično niso pomembne na nivoju $p < 0,05$ (ANOVA: $F = 1,11$; $p = 0,3$).

Tabela 5: Razlike v trditvah o laboratorijskem delu med dvema razredoma. Za pomen kratic za trditve (Trd1 – Trd7) glejte tabelo 4.

Table 5: Differences in answers about laboratory work between two classes. Explanations for Trd1 – Trd7 are given in Table 4.

	Trd1	Trd2	Trd3	Trd4	Trd5	Trd6	Trd7	Vsota
3h	3,8	3,5	3,0	3,5	4,2	3,8	4,0	25,9
3g	4,1	3,9	3,5	3,8	4,3	3,9	3,9	27,3
Skupaj	3,9	3,6	3,2	3,6	4,2	3,8	3,9	26,4

Pri ocenjevanju vaje so večje razlike nastale med fanti in dekleti (Tabela 5). Pa še tu, z izjemo trditve: »Nimam težav z nastavitvami, ki jih zahteva program« (ANOVA: $F = 5,7$; $p = 0,02$), kjer se fantje s trditvijo praviloma strinjajo ali zelo strinjajo (4,4), razlike med fanti in dekleti niso statistično pomembne. Kljub temu pa lahko ugotovimo, da so fantje vajo ocenili višje kakor dekleta. Izjema je trditev 1, ki so ji dekleta dala višjo oceno.

Tabela 6: Razlike v trditvah o laboratorijskem delu med fanti in dekleti. Za pomen kratic za trditve (Trd1 – Trd7) glejte tabelo 4.

Table 6: Differences in answers about laboratory work between boys and girls. Explanations for Trd1 – Trd7 are given in Table 4.

	Trd1	Trd2	Trd3	Trd4	Trd5	Trd6	Trd7	Vsota
dekleta (24)	4,0	3,5	3,2	3,4	4,2	3,7	3,9	25,9
fantje (13)	3,7	3,8	3,3	4,2	4,4	4,2	3,9	27,5
Skupaj	3,9	3,6	3,2	3,6	4,2	3,8	3,9	26,4

Mnenja dijakov o vaji

Dijaki so odgovarjali v vprašalniku na tri vprašanja.

Kje si imel-a pri vaji največ težav?

Odgovori se gibljejo v razponu od suhoparnega: »Nisem imel težav« preko: »Ni bilo večjih težav, s skupnimi močmi smo uspeli narediti - rešiti vse«, do : »S tlakom, ker sem pozabil zapreti ventil.«

Iz odgovorov in opazovanja pa lahko povzamemo, da so dijaki imeli največ težav pri nastavitvah parametrov na računalniku.

Kaj je bilo pri vaji najboljše?

Dijaki so odgovarjali v zelo širokem razponu od: »Ko sem videla, da je zamašek izskočil« do »Delo z modernim računalnikom«. Med odgovori bi želeli izpostaviti tri:

»Način dela, je zelo sproščen«.

»Da rezultate avtomatsko dobiš na računalniku, kjer na grafu takoj vidiš spremembe«.

»Da smo samostojno pridobivali rezultate (delali smo sami, ob profesorjevih nasvetih)«.

Kako bi ti izboljšal-a vajo?

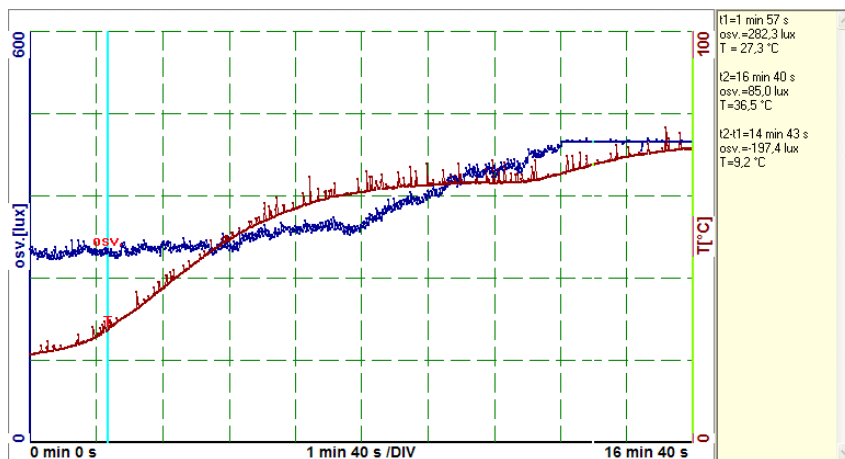
Najpogostejši odgovor je bil variacija na temo: »Mislim, da je dovolj v redu, zato ni potrebnih izboljšav«, dva dijaka bi želela natančnejša navodila, trije pa bi si želeli krajših navodil.

4.2.2 Individualno problemsko zastavljeno delo dijakov

Uporabnost računalniško podprtega dela smo preverili v šolskem letu 2003/04 v maturitetni skupini biologije na Prvi gimnaziji Maribor. Vaje so potekale ob rednem pouku in so bile za dijake prostovoljne. Cilji, ki smo jih preverjali, so navedeni v vsebinskem sklopu »Uvod v biologijo« (stran 40). Individualne naloge je opravljalo osem dijakov. Naslovi vaj so bili:

Zaklejitev škroba: Vaja je izvedbeno podobna vaji Koagulacija beljakovin (str. 49).

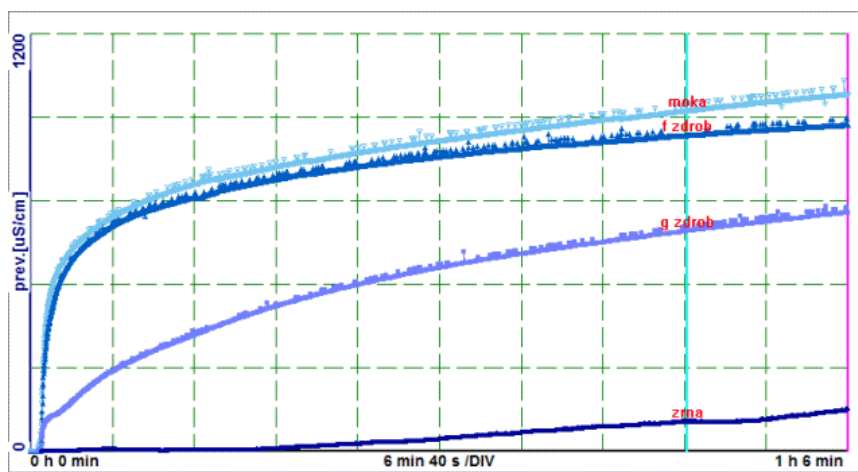
Dijakinja je na magnetnem mešalu postopoma segrevala suspenzijo škroba. Zaklejitev nastane zaradi razcepitve vodikovih vezi znotraj škrobnih zrn in posledično razpustitve le-teh. S tem se spremeni prosojnost suspenzije. Prosojnost raztopine je merila tako, da je na eno stran steklenice dala svetilko, na drugi strani pa je z merilnikom osvetljenosti merila svetlobni tok skozi suspenzijo. Le-ta se po zaklejitvi poveča (slika 32). Iz grafikona je mogoče ugotoviti temperaturo, pri kateri se zaklejitev začne in konča. Homogenost suspenzije je zagotavljala z magnetnim mešalom.



Slika 32: Grafikon pridobljen z laboratorijskim delom Zaklejitve škroba. Zaklejitev se je začela pri okoli 60°C.

Figure 32: Graph obtained with laboratory work Gelatinisation of starch. Gelatinisation started at approximately 60°C.

Prehajanje elektrolitov iz različnih frakcij ajdove moke v vodo: Dijakinja je spremljala hitrost difuzije elektrolitov iz ajde, ki je bila različno grobo mleta (slika 33).

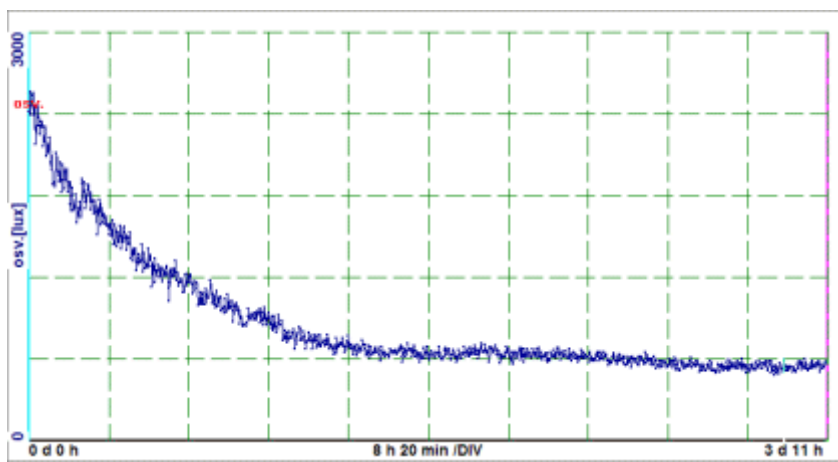


Slika 33: Časovni potek prevodnosti vode med difuzijo elektrolitov iz ajde.

Figure 33: Changes of conductivity as a result of diffusion of electrolytes from buckwheat into water

Rast bakterijske kulture: Dijakinja je v raztopino peptona dala kroglico mesa, ki jo je pregnetla s prsti in s tem dobila bogato startno kulturo bakterij. To suspenzijo je dala na termostatorirano ploščo magnetnega mešala. Prosojnost raztopine je merila tako, da je na eno stran steklenice dala svetilko, na drugi strani pa je z merilnikom osvetljenosti merila jakost

svetlobe. Zaradi naraščanja števila bakterij je dobila padajočo krivuljo, iz katere je bilo mogoče sklepati na rast bakterijske kulture (slika 34).



Slika 34: Grafikon pridobljen pri vaji Rast bakterijske kulture

Figure 34: Graph obtained in laboratory work: growth curve of bacterial culture

Pomen plavajočih vodnih rastlin za svetlobne razmere v vodi: Plavajoče rastline imajo

pomen za svetlobne razmere in posledično za potek fotosinteze rastlin, ki jih zastirajo.

Dijakinja je dala v dve posodi javanski mah. V eno od posod je dala še vodno lečo, tako da je z njo povsem prekrila vodno površino. V posodah je merila spremembe koncentracije v vodi raztopljenega kisika.

Prevodnost in pH suspenzij različnih vrst moke: Dijak je meril prevodnost in pH suspenzij

različnih tipov moke. Enake količine moke je dal v destilirano vodo. Zaradi prehoda

različnih substanc v raztopino sta se spremenila prevodnost in pH. Izmerjene vrednosti je

bilo mogoče povezati s količino pepela v moki (proizvajalčeva specifikacija) in ju

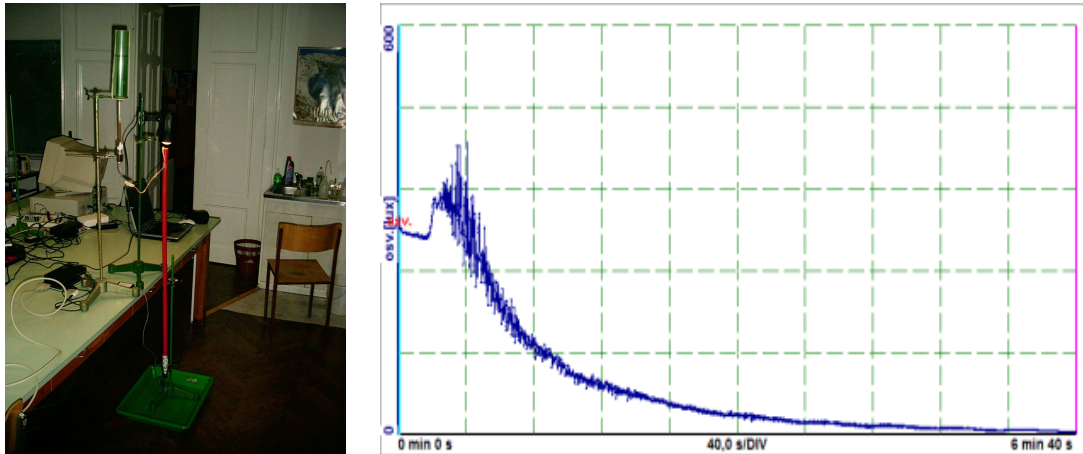
posledično povezati z načinom mletja in deli semen, ki so bili zmleti.

Tabela 7: pH in prevodnost različnih tipov moke

Table 7: pH and conductivity of different types of flour

Tip moke	pH	Prevodnost (μ S)
Pšenična tip T500	6,21	730
Polnozrnata pšenična moka	6,58	1356
Koruzna moka	6,68	512
Ržena moka tip T1250	6,64	1471
Ajdova moka 1	6,68	1385
Ajdova moka 2	6,82	1181

Svetlobne razmere v odvisnosti od globine vode: Dijakinja se je lotila fizikalnega problema absorpcije svetlobe v vodi. Fenomen ima izreden pomen za življenje v vodi, še posebej za potek fotosinteze. Dijakinja je skonstruirala aparaturu s katero je mogoče zvezno spremljati ta proces (slika 35).



Slika 35: Aparatura, ki jo je skonstruirala dijakinja, da bi ugotovila povezavo med globino vode in jakostjo svetlobe ter pridobljeni grafikon.

Figure: Apparatus for measurement of correlation between depth of the water and absorption of light constructed by the student, and example graph.

Fermentacija mleka: Dijakinja je spremljala spremembe pH v procesu fermentacije mleka.

Vajo smo vključili v redni pouk (sliki 20 in 21).

4.2.3 Primera problemsko zasnovanega pouka s celim razredom ob uporabi računalniško podprtega laboratorija

Probleme lahko dijakom zastavimo pred izvedbo računalniško podprtih eksperimentov, lahko pa z njim nek predhodno obravnavan primer še dodatno preverimo. V praksi smo preverili obe različici.

4.2.3.1 Demonstracija računalniško podprtega eksperimenta na začetku obravnave učne enote

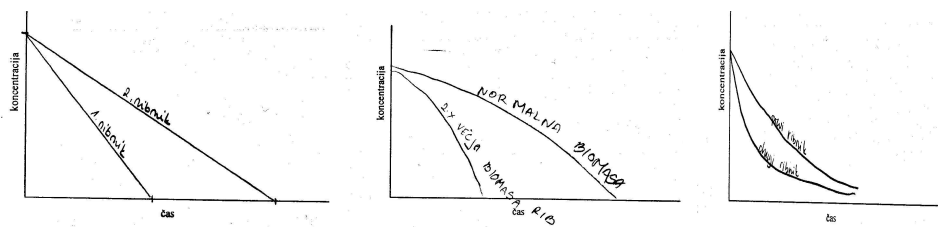
Računalniško podprto vajo smo uporabili v problemsko zasnovanih situacijah. Tako smo vajo Učinek tople grede izvedli v razredu pred dijaki ob začetku šolske ure. Dijaki niso bili seznanjeni z dejstvom, da je bil v eni od steklenic ogljikov dioksid, v drugi pa ne, so pa lahko na zaslonu opazovali razliko v naraščanju temperature. Ob vodenem razgovoru so hitro ugotovili, da je razlika lahko le v plinih, ki so v steklenicah. Z nekaj ugibanja so ugotovili, da je ta plin ogljikov dioksid. Od tod do obravnava učinka tople grede, kot enega od potencialno najpomembnejših okoljskih problemov, je bil le še majhen korak.

4.2.3.2 Demonstracija računalniško podprtega eksperimenta po obravnavi učne enote

Dijaki so dobili delovne liste, na katere so morali narisati predviden potek krivulj. Najprej so delali sami, potem pa še v skupini.

Besedilo prve naloge je bilo: »Zaradi suše se je prekinil dotok s kisikom bogate vode v dva sosednja enako velika ribnika. Kako bi na koncentracijo kisika v vodi vplivala različna biomasa rib?. Izriši hipotetični krivulji ob predpostavki, da bi bila v enem od ribnikov dvakrat večja biomasa rib kot v drugem. Potek krivulj na kratko razloži.«

Dijaki so v večini primerov pravilno ugotovili, da bo v ribniku z več ribami kisika tudi hitreje zmanjkalo. Razlike pa so nastale pri predvidenem poteku krivulj. Grafikone, ki so jih dijaki narisali, lahko z manjšimi odstopanji razvrstimo v tri skupine (slika 36).



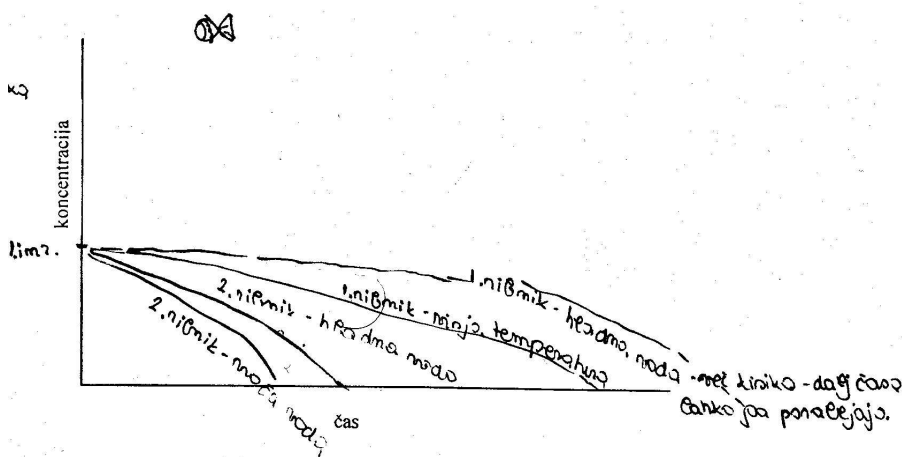
Slika 36: Trije najpogostejši tipi krivulj, s katerimi so dijaki napovedali padec kisika v ribnikih z različno biomaso rib

Figure 36: Three the commonest types of graphs predicting oxygen concentration in two fishponds with different biomass of fishes

Tudi potem, ko so dijaki uskladili delo v skupinah, so bili v rezultatih podani vsi trije tipi grafikonov. Manj pa je bilo napak, kot je pomanjkljivo označevanje krivulj, ipd.

Drugo nalogo, v kateri so morali predvidevati, kaj bi se zgodilo s koncentracijo kisika v ribnikih ob nizki in kaj ob povišani temperaturi, so v veliki večini prav napovedali.

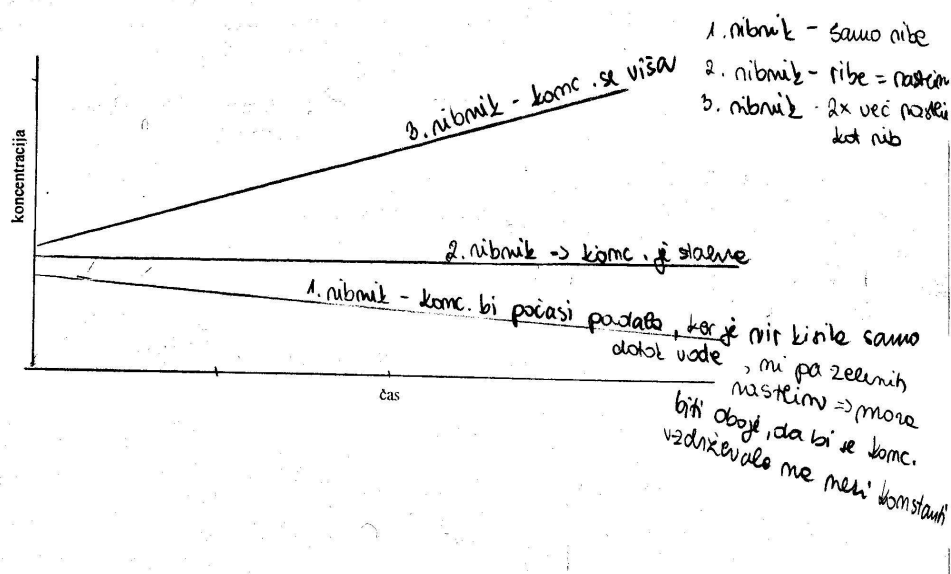
Podobno, kot v prvi nalogi pa se pojavijo vsi trije tipi krivulj. Tipična krivulja je na sliki 37.



Slika 37: Krivulja, s katero so dijaki napovedali dogajanje v ribnikih z različno biomaso rib in različnima temperaturama.

Figure 37: Predictions of changes in oxygen concentration in a fishponds with different biomass and temperature.

Besedilo tretje naloge je bilo: »Ugotovi, kako bi na koncentracijo kisika v vodi vplivala prisotnost zelenih rastlin. Izriši hipotetične krivulje koncentracij kisika v vodi ob predpostavkah: v prvem ribniku so le ribe, v drugem ribniku je enaka količina rib in vodnih rastlin, v tretjem ribniku pa bi bilo dvakrat več rastlin kot rib. Izriši krivulje za tri zaporedne dni. Potek krivulj na kratko razloži«. Naloga je dijakom povzročila največ težav. Najpogosteje narisani grafikon je bil podoben grafikonu na sliki 38. Niti en dijak ni nakazal dneвно nočnih nihanj v koncentraciji kisika (kot posledice različne aktivnosti rastlin). Iz tako narisanih grafikonov je mogoče sklepati, da dijaki rastlinam pripisujejo predvsem funkcijo proizvajalca kisika in ne tudi njegovega potrošnika.



Slika 38: Napoved časovnega poteka koncentracije kisika v ribnikih, pri različnih pogojih.

Figure: Prediction of oxygen concentration in fishponds with different conditions

Besedilo četrte naloge je bilo: »Vnos organskih snovi v ribnik ima lahko posledice za ribe in druge vodne organizme. Vriši v grafikon, kaj bi se zgodilo s kisikom ob izlivu gnojnice v ribnik. Potek krivulje na kratko razloži!«

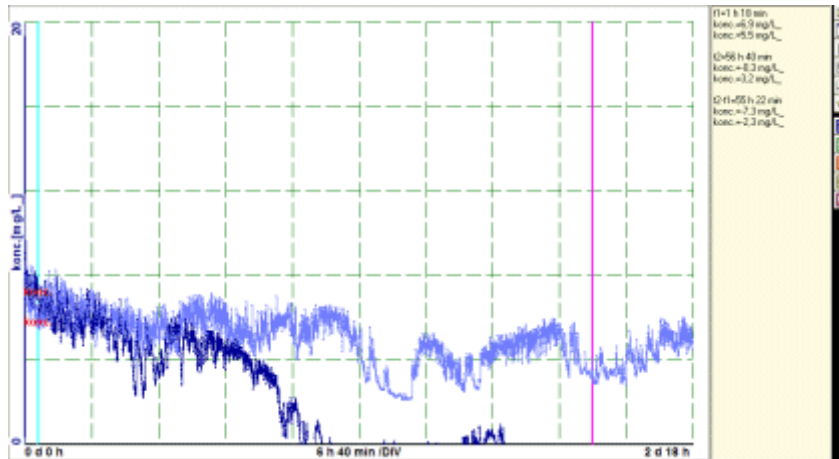
Krivulje, ki so jih dijaki narisali, so bile podobne krivuljam na sliki 36, zato jih ne prikazujemo.

Potem, ko so dijaki narisali krivulje, so dobili nalogo, naj napravijo še načrt eksperimentov, s katerimi bi ovrgli ali potrdili svoje napovedi. Načrte so najprej napravili po skupinah, nato pa so se morali še uskladiti v razredu. Dijaki so do takrat že delali z računalniki, tako da jim ideja merjenja z njim ni bila tuja.

Ker je bilo zaradi pomanjkanja merilnikov neizvedljivo, da bi delo izvedli vsi dijaki, sta bila v razredu izbrana dva prostovoljca, ki sta opravila eksperimente. Namesto ribnikov sta uporabila akvarije in s tem simulirala razmere. Ni šlo brez težav, saj se je hitro izkazalo, da zlate ribe, s katerimi smo se namenili izvesti eksperimente, niso primerne testne živali. Za zlate ribe smo se odločili, ker so znane akvarijske živali, ki dobro prenašajo pomanjkanje kisika v vodi, sposobne pa so ga sprejemati tudi iz zraka. Težave, ki jih nismo predvideli

pa so bile zaletavanje rib v merilnike. Opazili pa smo tudi, da so se večkrat naglo dvignile do vodne gladine in s pljuskom razburkale vodo, kar je povečalo difuzijo kisika v vodo.

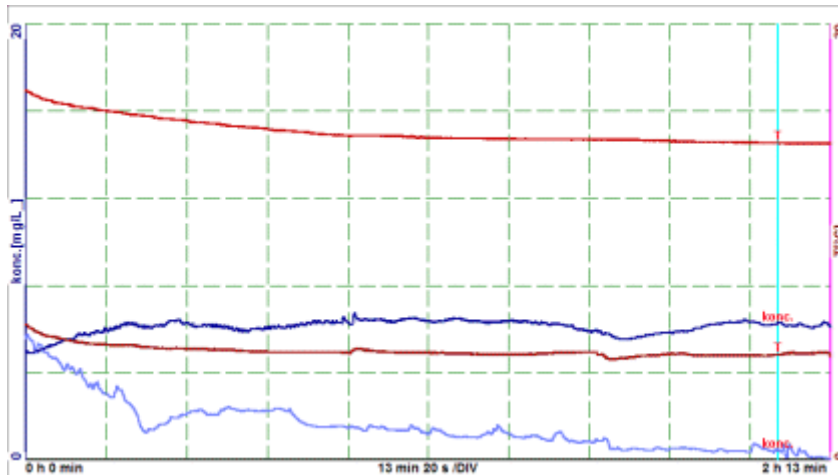
Eksperiment, s katerim smo želeli preveriti prvo nalogo, smo izvedli tako, da smo v en akvarij dali eno, v drugega pa dve zlati ribi. Rezultati so prikazani na sliki 39.



Slika 39: Koncentracija kisika v akvariju z eno (zgornja krivulja) in dvema ribama (spodnja krivulja).

Figure 39: Oxygen concentration in aquarium with one (upper curve) and two fishes (lower curve).

Za preverjanje druge naloge smo namesto rib uporabili vodne polže. Spremljali smo koncentracijo kisika in temperaturo v dveh akvarijih.



Slika 40: Grafikon porabe kisika (konc.) v akvariju z znižano in povišano temperaturo (T). Pri nizki temperaturi je koncentracija kisika ostala več ali manj enaka, pri višji pa je padla.

Figure 40: Graph of oxygen concentration (konc.) in aquarium with low and high temperature (T). At low temperature oxygen concentration remains more or less constant, and drops at higher temperatures.

Največ težav smo imeli z nalogo 3, kjer nam ni uspelo pridobiti ustreznih grafikonov, s katerimi bi lahko nedvoumno potrdili ali ovrgli predpostavke v nalogi. Dobili pa smo kvalitetne grafikone, iz katerih so bile razvidne dnevno-nočne spremembe, ki jih noben dijak ni predvidel. Grafikoni so bili podobni grafikonu na sliki 24, zato jih ne prikazujemo.

Grafikoni in postavitev eksperimenta, s katerim smo preverili nalogo 4, so podobni tistim na sliki 30, zato jih ne prikazujemo.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Preden smo začeli z našim delom, smo si zastavili nekaj delovnih hipotez in iz njih izhajajočih operativnih ciljev.

- Ustrezno pripravljeni in izvedeni računalniško podprti eksperimenti lahko izboljšajo pouk biologije tako, da učenci usvojijo več znanj in spretnosti ter pridobijo pozitiven odnos do dela.
- Z računalniško podprtimi eksperimenti in meritvami lahko pri pouku predstavimo procese, ki jih z drugimi metodami dela ne moremo ali pa to napravimo le težko.
- Računalniško podprt laboratorij lahko prispeva k racionalizaciji materialnih sredstev namenjenih pouku naravoslovja.
- Računalniško podrti eksperimenti prispevajo k medpredmetnemu povezovanju znanj.

5.1 VPLIV RAČUNALNIŠKO PODPRTIH EKSPERIMENTOV NA KVALITETO POUKA BIOLOGIJE

Prva predpostavka, iz katere smo izhajali, še preden smo začeli z uvajanjem računalniško podprtega laboratorijskega dela v pouk biologije, je bila, da lahko računalniško podprti eksperimenti in meritve izboljšajo pouk biologije. Predpostavko smo zasnovali na naših predhodnih izkušnjah z drugimi vidiki uporabe računalnika pri neposrednem delu z dijaki. V preteklih letih smo namreč z dijaki uspešno snovali spletne strani s področja biologije (Šorgo in Logar, 1999).

Od leta 1999 do danes smo za redni pouk s celim razredom pripravili in uspešno izvedli preko dvajset računalniško podprtih vaj, nekatere med njimi v izvedbenih različicah. Vaje so bile najpogostejše iz poglavij Delovanje celice in Ekologija. Posamezne vaje so bile le prilagoditev že obstoječih vaj predvidenih z učnim načrtom (npr. Proučevanje alkoholnega vrenja). Mnoge vaje pa so za našo šolsko prakso nove. S tako izvedenimi vajami lahko povsem ali vsaj delno uresničimo 34 v učnem načrtu biologije zapisanih ciljev. Za večino teh ciljev doslej laboratorijska metoda dela ni bila predvidena.

V sklopu priprav in testiranja vaj z dijaki biološkega krožka ter v sklopu individualnega dela dijakov v maturitetni skupini smo si zamislili, poskusili izvesti ali tudi izvedli še večje število eksperimentov. Vendar jih zaradi različnih razlogov nismo vključili v redno šolsko delo v razredih in jih zaradi tega v magistrskem delu tudi ne predstavljamo. Najpomembnejši razlog za ne vključitev je bil odsotnost ciljev v učnem načrtu, ki bi jih s takšno vajo dosegli. Tako bi bilo mogoče pripraviti številne vaje npr. iz področij etologije ali kronobiologije, ki nista vključeni v učni načrt. Izognili smo se fiziološkim vajam, ki bi zahtevale sekcijo ali poškodbe živali ali bi potekale na ljudeh. Tako bi lahko merili odzivne čase dijakov na posamezni dražljaj. Uporabljali smo le kupljene merilnike, čeprav bi bilo mogoče skonstruirati tudi kakšnega po lastnih načrtih. Poleg tega pa so finančna sredstva omejevala nakup nekaterih merilnikov, za katere smo sicer vedeli, da obstajajo (merilniki koncentracije zračne vlage, s katerimi bi bilo mogoče meriti transpiracijo ali merilniki srčnega utripa in EKG). Za nekatere vaje bi bilo potrebno imeti več enakih merilnikov, da bi bilo mogoče opravljati vzporedne meritve. Prav tako nismo zastavljali predolgih opazovanj, saj si tega nismo mogli privoščiti zaradi pomanjkanja računalnikov. Veliko meritev in opazovanj bi bilo mogoče opraviti v naravi, za kar pa je oprema, ki smo jo imeli na voljo, manj primerna.

Iz opazovanj in izvedenih anket ter razgovorov z dijaki ugotavljamo, da velika večina dijakov rada dela z računalniki ter da z upravljanjem z njimi nima večjih težav. Na petstopenjski Likertovi skali je najvišji rezultat (tabela 4) dosegla trditev, da je bila vaja zanimiva. Za večino je vaja potekala v delovnem vzdušju, vedeli so za cilj vaje in razumeli so pridobljene grafikone. Še največ težav imajo dijaki z nastavitvami računalnika in zato pričakujejo učiteljevo pomoč. V primerjavi med dvema testiranima razredoma (tabela 5) ni bilo bistvenih razlik, nekoliko višje rezultate pa dosegajo fantje (tabela 6) v primerjavi z dekleti, ki pa bolje vedo, kaj je cilj vaje. V razgovorih, ki smo jih imeli po vajah, smo le redko naleteli na odklanjanje laboratorijskega dela z računalniki, pa še takrat vedno v sklopu negativnega odnosa posameznih dijakov do računalnikov nasploh. S stališča dijakov ocenjujemo, da imajo dijaki tak način dela radi. Ob uporabi računalnika za potrebe biološkega dela pa ocenjujemo, da delo z računalniki v laboratorijih daje dijakom vpogled v dodatne možnosti njihove uporabe, ki jih pouk predmeta informatika ne obsega. Ocenjujemo, da so tako pridobljena znanja za dijaka pomembna, saj se koncept zajema

podatkov in njihovega hranjenja ter analize namreč v bistvenem prav nič ne loči od meritev, ki se jih opravlja na sicer profesionalni opremi v industriji ali v raziskovalnih institucijah. Poleg tega je mogoče pridobljene rezultate obdelovati še z drugimi programskimi orodji, kar lahko poveča spretnosti pri manipulaciji z njimi.

S stališča učitelja se izkaže uporaba računalnika pri laboratorijskem delu in demonstracijah v razredu kot pridobitev. Z računalniško podprtimi eksperimenti smo v problemsko zasnovanih urah uspeli pritegniti zanimanje dijakov in jih usmeriti v samostojno delo. Kadar smo želeli uporabiti demonstracijo za izhodišče učne enote, so bile temu namenjene kratke, le nekaj minut dolge vaje, s katerimi demonstriramo nek pojav. Tako smo npr. demonstrirali vajo Učinek tople grede. Dijaki v tem primeru niso sodelovali pri pripravi in izvedbi vaje, temveč so le sledili dogajanju na zaslonu računalnika, ki smo ga projicirali na projekcijsko platno. Ko je bil eksperiment končan ali smo lahko na grafikonu zaznali dovolj velike razlike, je učitelj sprožil razpravo med dijaki, ki so morali poiskati ustrezno rešitev. Po naši oceni je bil prav sprožitev razprave najpomembnejši element učne enote, saj so na ta način dijaki sami konstruirali lastno znanje. Vloga učitelja se je pri teh urah iz transmisijske vloge prevesila v vlogo voditelja in usmerjevalca razprave. Prednost računalniško podprtega laboratorija pred drugimi načini demonstracije eksperimenta in s tem podajanja problemov pa je v tem, da po sprožitvi potekajo meritve avtomatsko, rezultati pa se izrisujejo sočasno s potekom eksperimenta. Z avtomatskim izrisovanjem podatkov odpade njihovo ročno zbiranje, urejanje v tabeli, pretvorba v grafikon in nato priprava za prezentacijo. Dijaki se s tradicionalnimi načini zbiranja, pretvarjanja in predstavitve srečujejo pri številnih drugih laboratorijskih delih in terenskem delu, tako da za ta znanja niso prikrajšani. Ker pa so vse operacije časovno zahtevne, pomeni to za problemsko zasnovano učno enoto slabost. Tako bi eksperiment sicer izvedli prvo šolsko uro, nato pa rezultate uporabili za diskusijo šele čez nekaj dni pri drugi uri. S tem se povečuje časovna distanca in s tem povezan faktor pozabljanja, odpade pa tudi moment čudenja ob poteku dogajanja. To je sicer sprejemljivo za laboratorijska dela, ki jih opravljajo dijaki sami, ni pa prav uporabno za zagon problemsko zasnovane učne enote. Ob projekciji na platno so rezultati tudi dovolj dobro vidni vsem udeležencem v razredu ali predavalnici. Pogosto smo opazili, da so dijaki že med projekcijo ali ob spremljavi na

zaslonu komentirali rezultate in se o njih pogovarjali. Ocenjujemo, da se na ta način povečuje uporabnost in trajnost znanja.

Enako, kot pri demonstracijah, kjer eksperiment izvede učitelj, predstavlja ob samostojnem delu dijakov predstavitev rezultatov meritev v numerični obliki in z grafikoni na zaslonu računalnika (sočasno z izvajanjem eksperimenta) veliko prednost. Dijaki dobijo neposredno povratno informacijo o eksperimentu med samim izvajanjem, hitro lahko zaznajo napako in tudi pridobijo na času, ki ga lahko zato namenijo bolj vsebinsko zastavljenim vprašanjem. Še posebej se prednost računalnikov v primerjavi s tradicionalnim beleženjem rezultatov izkaže pri dolgotrajnih meritvah, ko je potrebno izvesti več zaporednih meritev ali ko poteče dogodek tako hitro, da meritev ni mogoče sproti zapisovati. V prvih dveh primerih lahko vaje postanejo celo dolgočasne in zato pri dijakih pade motivacija za njihovo izvajanje. Ob izvajanju vaj in kasneje pri diskusiji smo pri dijakih opazili zanimivo spremembo. Njihova pozornost se je zaradi avtomatiziranega merjenja preusmerila iz skrbi za neoporečno izvedeno meritev na dogajanje v eksperimentu ter interpretacijo rezultatov. Ker so meritve pri različnih izvedbah eksperimentov potekale na podoben način, so dijaki morali preusmeriti pozornost na principe in ne na razlike, ki so prisotne pri klasični izvedbi vaj. Menimo, da s tem povečujemo kompetenco dijakov za razreševanje problemov ter sodelovanje in izmenjavo mnenj v skupini tudi pri interpretaciji rezultatov. Ob tako zasnovanem delu v skupini se pospeši tudi pretok idej med dijaki. Pri klasični izvedbi je zaradi kroničnega pomanjkanja časa v šoli običajna praksa, da v šoli izvedejo meritve ali opazovanja, analizo rezultatov in njihovo interpretacijo pa morajo opraviti doma.

V primeru učne enote, ko smo od dijakov pričakovali napoved rezultatov, ki so jih morali kasneje z lastnim delom potrditi ali ovreči, smo z dijaki postali partnerji pri iskanju optimalnih rešitev. Tudi dijaki, ki niso sodelovali pri izvedbi eksperimentov, so bili seznanjeni s potekom dela. Ker so sami snovali pri njegovem načrtovanju, je bil tudi njihov odnos do dela boljši.

Uporabnost računalniško podprtega dela pri individualnem problemsko zasnovanem delu dijakov smo preverili v šolskem letu 2003/04 v maturitetni skupini biologije na Prvi

gimnaziji Maribor. Vaje so potekale ob rednem pouku in so bile za dijake prostovoljne. Delo smo organizirali tako, da so imeli dijaki enkrat na teden za dve šolski uri na voljo laboratorij ob prisotnosti profesorja in laboranta, ki sta jima bila takrat voljna pomagati. Sicer pa so lahko delali v laboratoriju samostojno, ko le ta ni bil zaseden. Individualne naloge je izgotovilo osem dijakov. Še posebej bi želeli opozoriti na nekatere aspekte tako zastavljenega dela. Računalniški vmesnik omogoča uporabo in kombiniranje različnih merilnikov in s tem možnost različnih pristopov k razrešitvi istega problema. Hkrati pa uporaba enotne platforme predstavlja za vse dijake smiselno omejitev in zahtevo po opravljanju dela v šolskem laboratoriju. Ob upoštevanju teh omejitev je stranski produkt zožitev in s tem večja obvladljivost problema. Individualni pristop olajša učitelju seznanjanje z znanjem in sposobnostmi dijaka, ki mnogokrat ostanejo skrite pri klasičnem delu v razredu. Hkrati pa je mogoče v zaključenem procesu identificirati dijakove šibke točke. V dobršni meri pa je izključeno plagiatorstvo ali prikazovanje tujega dela za svoje, kar je pogosta situacija v primerih, ko morajo dijaki delo opraviti doma. Individualno delo v računalniško podprtem laboratoriju omogoča doseganje najvišjih taksonomskih nivojev znanja. Pri tem nimamo v mislih le spretnosti v manipulaciji z računalnikom. Ugotovili smo, da dijaki obvladajo povsem samostojno delo z računalnikom kot delom laboratorijske opreme že v kratkem času. Iz razgovorov z dijaki in opazovanjem njihovega dela ugotavljamo, da imajo dijaki takšen način dela radi, saj jim omogoča samostojno pridobivanje odgovorov na vprašanja, ki so si jih praviloma tudi sami zastavili. Učitelju omogoča kvalitetno individualno spremljavo dijaka in posege v njegovo delo le takrat, ko se za to izkaže potreba. V tako zastavljenem delu se namreč pogosto zgodi, da na rezultat vplivajo še drugi dejavniki, katerih vpliv pri načrtovanju eksperimenta ni bil predviden. Učitelj lahko na osnovi opravljenega dela bolj objektivno oceni dijakovo delo, saj je bilo opravljeno pred njegovimi očmi.

Žal pa pri uvajanju takšnega dela učitelj v splošno prakso trči na nekaj skoraj nepremostljivih težav. Prva težava je v zagotavljanju prostora in opreme, s katerima bi takšno delo hkrati opravljalo večje število dijakov. Druga težava je v razpoložljivem učiteljevem času. Dokler je takšna metoda dela omejena na manjše število dijakov, lahko učitelj uskladi svoj urnik in urnike dijakov in porazdeli delo preko celega šolskega leta. Ob

poskusu frontalne uvedbe takšnega dela, kjer bi moral učitelj koordinirati in spremljati delo tudi sto ali več dijakov, pa lahko postanejo materialne in časovne ovire nepremostljive.

5.2 PREDNOSTI RAČUNALNIŠKO PODPRTEGA LABORATORIJA PRI SPREMLJANJU BIOLOŠKIH PROCESOV

Potem, ko smo se odločili, da bomo začeli uporabljati računalnike pri laboratorijskem delu, so se nam odprle nove perspektive. Poleg posodobitve nekaterih klasičnih eksperimentov smo lahko v redno šolsko prakso uvedli številne nove meritve in eksperimente, ki so s klasičnimi metodami v šolskih razmerah komaj izvedljivi, nekateri pa sploh neizvedljivi. Prednosti, ki smo jih ugotovili, je več.

Avtomatizirano spremljanje in zapis meritev je nedvomno ena od najpomembnejših prednosti računalniško podprtega laboratorija. Vsak učitelj praktik pozna težave, ki so spremljale npr. izvedbo vaje o alkoholnem vrenju, kjer morajo dijaki vsako uro zapisati spremembo temperature v vakuumskih steklenicah. V šoli so tako dijaki odhajali od pouka, da bi opravili meritev in hkrati motili pouk drugih dijakov v laboratoriju, dogajanja je bilo nemogoče spremljati v času, ko je bila šola zaprta, ipd. Podoben problem se lahko pojavi že pri krajših vajah, ki jih ni mogoče opraviti v eni šolski uri, zaradi obveznosti dijakov in urnika pa jih ni mogoče podaljšati. Ker poteka beleženje avtomatsko, lahko dijaki zapustijo laboratorij, rezultate pa po koncu meritve dela shrani laborant ali posamezni dijaki v naslednjem odmoru. Ker ostanejo meritve shranjene v računalniku, jih je mogoče kadarkoli vpoklicati in naknadno analizirati, mogoče pa je primerjati tudi grafikone, pridobljene v različnih razredih ali celo v zaporednih letih. Zaradi avtomatiziranega zajema je mogoče posamezne dalj trajajoče meritve načrtovati tudi v času, ko dijakov ni v šoli. Tako smo sami zastavili tudi nekaj dni trajajoče meritve, ki smo jih izvedli v času, ko bi bila laboratorijska oprema neizkoriščena. Tako smo recimo meritve koncentracije kisika, ki se sprosti pri fotosintezi v odvisnosti od jakosti svetlobe, izvajali v času šolskih počitnic, opazovanja fermentacije mleka pa preko konca tedna.

Naši dijaki si smejo lastne datoteke poslati po elektronski pošti domov ali jih prenesti na svoj računalnik na kakšnem drugem elektronskem mediju. Program e-ProLab je

brezplačno na voljo na svetovnem spletu, tako da si ga lahko dijaki vedno presnamejo za svojo lastno uporabo. To omogoča dijakom pregledovanje merskih podatkov, shranjenih v datotekah, njihovo analizo in pripravo poročil doma ali drugih nezasedenih računalnikov na šoli v za njih optimalnem času.

Avtomatizirano zajemanje podatkov bi lahko postalo praksa pri terenskem delu, kjer pa bi bilo treba v te namene nabaviti ustrezne prenosne sisteme, ki to omogočajo. Tipičen primer bi lahko bile meritve temperaturnih profilov v sklopu terenskega dela ali spremljanje sprememb različnih drugih abiotskih dejavnikov (svetloba, tlak, koncentracija ogljikovega dioksida, ipd.) v daljšem časovnem obdobju. Zaradi avtomatskega beleženja se zmanjša verjetnost naključnih napak.

Z računalnikom je mogoče ravnati kot z univerzalnim merilnim inštrumentom, s katerim lahko izvedemo enkratne meritve. Pri tem smo omejeni le z naborom merilnikov, ki jih ima šola na voljo ter njihovimi merilnimi območji. Tako lahko računalnik nadomesti npr. pH meter, kolorimeter, oksimeter, itd. V tem primeru se dijakom predvsem olajša proces učenja navodil, saj je osnovna procedura za vse merilnike enaka. Procedura se razlikuje le v izboru ustreznega merilnika, ki ga bodo uporabljali za delo in s tem povezanimi nastavitvami programske opreme. Po zelo podobnih procedurah poteka umerjanje merilnikov, ki pa ga praviloma dijaki ne izvajajo. V skladu s širjenjem nabora vaj, kot produktom lastne ustvarjalnosti ali zahtevanih sprememb kurikulumu, lahko dokupujemo ustrezne merilnike in s tem širimo možnosti sistema, ne da bi to zahtevalo investicije v vmesnike ali programsko opremo.

Navodila za vaje je mogoče prirediti stopnji dijakovega obvladanja dela z računalnikom. Tako se lahko vaja začne že s klikom na ikono v namizju, kar bo naložilo vnaprej pripravljeno datoteko z vsemi nastavitvami, ki jih zahteva izbrana vaja. Dijaki morajo v tem primeru po navodilih sestaviti eksperiment in pognati meritev, ki se bo tudi avtomatsko ustavila v predvidenem času. Delo dijakov je nato le še shranitev datoteke in pospravljanje laboratorijske opreme. V okviru EU projekta ComLab smo na tak način pripravili vrsto vaj iz različnih naravoslovnih vsebin, pri katerih smo poleg vnaprej pripravljenih šablonskih datotek pripravili tudi navodila za vaje, skice eksperimentov,

fotografije in video postavitve in izvedbe. Kot sodelavci projekta smo na ta način pripravili poglavje Biološki procesi (<http://www.e-prolab.com/overview-si.htm>)

Kadar pa želimo vzpodbujati samostojnejše delo dijakov, lahko dijaki izvedejo ves postopek nastavitvev, ki jih zahteva posamezna vaja. Sami smo se prvega načina posluževali takrat, kadar smo imeli na voljo malo časa ali pa smo delali z manj izkušenimi dijaki. Daljši postopek pa smo prakticirali pri individualnem delu dijakov ter z dijaki, ki so pokazali poseben interes za delo z računalnikom. Vsi dijaki so bili seznanjeni z obema možnostma v uvodnem seznanjanju z računalnikom (Priloga C).

Procesi, ki jih zasledujemo v biologiji so lahko včasih zelo hitri. Včasih lahko dogodek le napovemo, ne moremo pa napovedati natančno, kdaj se bo zgodil. Nekateri procesi pa so lahko dolgotrajni. Z računalniško podprtim laboratorijem lahko izvajamo zaporedne posamične meritve v zelo kratkih in tudi zelo dolgih intervalih. Opravimo lahko le nekaj meritev ali pa je meritev veliko število. Z vmesnikom CMC-S3 lahko izvajamo posamične meritve vsakih 2,5 μ s do vsakih 60 minut. Največje število pa je 16 000 meritev. Z ustreznim izborom je mogoče optimirati razmerje med pogostostjo meritev in številom vzorcev, ki jih potrebujemo za izvedbo posameznega laboratorijskega dela. Tako lahko na relativno enostaven način zaznavamo skoraj trenutne spremembe v koncentraciji ogljikovega dioksida v zraku kot posledici delovanja dejavnikov okolja. Vaja z meritvijo koncentracije kisika v izdihanem zraku se je zelo poenostavila, saj je odpadlo zamudno titriranje in preračunavanje. Možnost pogostega vzorčenja pa nas ne sme zapeljati, saj imajo merilniki omejitvev v odzivnem času. Odčitavanje merskih vzorcev s klasičnih merskih instrumentov je tako počasno, da se moramo tega dejstva le redko zavedati. Pri vaji, kjer izdihnemo zrak v vrečko z merilnikom kisika, pa moramo vedeti, da časovni potek koncentracije ne odraža dejanskega procesa, ampak pretežno kaže časovni odziv samega merilnika. Naslednji problem so lahko nizke intenzitete sprememb, ki so pod nivojem zaznav merilnikov ali pa tečejo prepočasi, da bi jih lahko zaznali v doglednem času. Kadar so bile spremembe tako majhne, smo jih poskušali preseči tako, da smo uporabili večjo maso testnih organizmov ali izvedli eksperiment v manjših testnih posodah. Takšne težave je mogoče rešiti z uporabo ustreznih ojačevalnikov električne napetosti, kakor so to napravili na Pedagoški fakulteti v Ljubljani, v vaji, v kateri so spremljali

časovni prirast biomase kalečih semen ječmena (Kocijančič in Jamšek 2004). Žal pa na Prvi gimnaziji Maribor ne razpolagamo z ustreznimi ojačevalniki. Kadar želimo opazovati dalj časa trajajoče dogajanje ali procese, postane ključni dejavnik izraba računalnikov in pripadajoče laboratorijske opreme. Ker ne moremo na isti računalnik priključiti dveh ali več sistemov hkrati, lahko opravljamo le eno meritev, kar onemogoča opravljanje drugih vaj v tem času. Kadar smo izvajali dalj časa trajajoče vaje, ki bi jih morali izvesti z več razredi hkrati, včasih celo v dveh zaporednih urah, smo vsako vajo nastavili v vseh razredih, dokončali pa smo jo le v zadnjem. Razmnožene datoteke so bile nato na voljo vsem dijakom. Na ta način smo npr. izvedli vajo, s katero smo prikazali potek fotosinteze v akvariju.

Vmesnik CMC-S2 omogoča priključitev do dveh, CMC –S3 pa do osmih enakih ali različnih analognih merilnikov. S tem dobimo možnost zelo raznolikih kombinacij merilnikov. Vse kombinacije merilnikov niso možne, kar pa je že predvideno v proizvajalčevih specifikacijah. Tako npr. ni možna kombinacija hkratnega merjenja pH in prevodnosti, ki bi jo znali s pridom uporabiti pri opazovanjih v akvariju ali vodnih ekosistemih. Na istem grafikonu je mogoče hkrati prikazati do osem krivulj, kar pa je običajno presegalo naše potrebe. V vaji, kjer smo opazovali potek mlečnokislinskega vrenja, smo npr. uporabili tri pH metre in en merilnik temperature (slika 21), v vaji, kjer smo opazovali prehod elektrolitov iz različno mletih zrn ajde v vodo, pa štiri merilnike prevodnosti (slika 33). Kadar delamo z več kakor dvema različnima merilnikoma, nastane problem z oznakami primarnih in sekundarnih osi. Nikoli nismo delali z več kakor tremi različnimi merilniki, zato smo rezultate izrisovali največ na dveh grafikonih. Tak primer je spremljanje poteka fotosinteze v akvariju, kjer smo uporabili merilnik koncentracije kisika, merilnik jakosti svetlobe in merilnik temperature (slika 24). Program e-ProLab omogoča še izris grafikona povezav dveh spremenljivk ter Fourierjeve transformacije. Sami teh možnosti nismo izkoristili. Možnost kombiniranja več različnih merilnikov na istem grafikonu je lahko pomembna pri postavitvah kontrolnega eksperimenta, saj omogoča hkratno spremljanje v testni in kontrolni posodi.

5.3 RACIONALIZACIJA MATERIALNIH SREDSTEV NAMENJENIH POUKU NARAVOSLOVJA.

Računalnik opremljen z vmesnikom in ustreznim naborom merilnikov, pridobi v šolskem laboratoriju funkcijo univerzalnega merilnega inštrumenta. Količine, ki jih lahko merimo, so omejene predvsem z naborom merilnikov, medtem ko je ostala strojna in programska oprema ves čas enaka. Mnogi merilniki so na voljo komercialno, kar omogoča prilagoditev starih ali zasnovo novih eksperimentov ter »nenavadne« kombinacije med merilniki. Obstaja še dodatna možnost, da si učitelj skonstruira lastne merilnike (Kosinski in Dickey, 1996) in s tem razširi nabor meritev. Merilnike je mogoče uporabiti pri vseh naravoslovnih predmetih, kar ob medpredmetnem načrtovanju nabav omogoča racionalen izbor in njihovo optimalno izrabo. Ker potekajo vse meritve z uporabo enega programskega paketa, je s tem dosežena kompatibilnost med meritvami in primerjava rezultatov.

Kadar računalnikov ne uporabljamo za meritve, jih je mogoče uporabljati še za druga opravila ali samostojno delo dijakov, na njih pa lahko poteka še pouk drugih predmetov.

Zaradi lahke prenosljivosti sistema in enostavnosti njegove povezave z računalnikom ga je mogoče uporabiti tudi v nespecializiranih učilnicah ali predavalnicah. Ta aspekt je lahko pomemben pri demonstracijah, ki potekajo ob predavanjih ali ob problemsko zasnovanem pouku.

5.4 RAČUNALNIŠKO PODRTI EKSPERIMENTI IN MEDPREDMETNO POVEZOVANJE ZNANJ

Fizika, kemija in biologija so v bistvu le trije nivoji razlage dogajanj v naravi. V obstoječi šolski praksi pa praviloma bolj vztrajamo pri poudarjanju razlik kakor iskanju povezav, ki bi dale dijakom popolnejšo sliko o dogajanju v neživi in živi naravi (Šorgo in Keuc 2001a, 2001b; Šorgo in Kocijančič 2003).

Za medpredmetno povezovanje vsebin sta ustrezni predvsem dve metodi (Beitas in Daktariunas, 2003). Po prvi metodi je integracijski center objekt, ki ga nato proučujemo iz

različnih aspektov, v drugem primeru pa je to metoda, ki jo uporabimo na različnih objektih.

Kot primer, kjer bi lahko bil integracijski center objekt, lahko predstavimo dve vaji, ki jih izvajamo na gimnazijah: Delovanje enostavnih katalizatorjev, ki jo izvajajo biologi, in Katalitične reakcije, ki jo izvajajo kemiki (Šorgo in Keuc, 2001a). Obe vaji v bistvu obravnavata hitrost kemijske reakcije - ena v biologiji, druga v kemiji, kar opazimo takoj, ko primerjamo cilje eksperimentalnih vaj. Cilje na obeh predmetnih področjih dosegamo po različnih poteh in z uporabo različne terminologije, kar lahko privede do »ločenega razumevanja« istega pojava.

Z uvedbo računalniško podprtega laboratorija smo na šoli poenotili protokole pri biologiji in kemiji. Poleg racionalizacije smo ugotovili, da so vsaj posamezni dijaki začeli povezovati dogajanja v živem in neživem svetu.

Drug tak primer je obravnava fizikalnih pojmov, kot so temperatura, toplota, osvetljenost in električna prevodnost, s katerimi se srečujemo tudi pri biologiji in kemiji. Potem, ko smo začeli izvajati računalniško podprte eksperimente, smo poenotili merilne postopke in uvedli skupne protokole. Dijaki so brez težav ugotovili, da gre pri vseh naravoslovnih predmetih za povsem identične količine in postopke izvajanja meritev. Vaje, kot so merjenje specifične toplote (fizika), energije pri kemijskih reakcijah (kemija) in energijska vrednost hrane (biologija), so tako dobile skupni imenovalac.

Anekdotično je bilo obnašanje dijakov v maturitetni skupini biologije. Ob iskanju ravnovesne točke fotosinteze so mimogrede samoiniciativno ugotavljali še relacijo med razdaljo od vira in jakostjo svetlobe.

Posledica timskega pristopa k izvedbi eksperimentalnih vaj na šoli je bil dogovor z učitelji kemije, da bomo vaje opravili po enaki, računalniško podprti proceduri. Morda je prav uporaba računalnika pripomogla k olajšanju komunikacije med izvajalci, saj je bila za učitelje računalniška izvedba novost, ki je zahtevala sodelovanje. Zaradi tega smo se bolj

posvetili iskanju podobnosti ter ustreznih rešitev in ne toliko poudarjanju razlik in iskanju problemov.

5.5 TEŽAVE

Za vzpostavitev ustreznega laboratorija je potrebna večja začetna investicija, v kateri je skoraj nujno treba postaviti računalnike v dovolj velik namenski prostor. Kadar vaje ne potekajo, je seveda možna splošna uporaba računalnikov za druge oblike dela. Predlagamo povezave s fiziki in kemiki, saj je le tako možno optimalno izkoristiti vse možnosti sistema. Postavitev enega demonstracijskega eksperimenta s prenosnim računalnikom pa je izvedljiva povsod, kjer imamo primerno delovno površino in dostop do električnega omrežja, če eksperiment traja dalj časa.

Usposobljenost učiteljev za uporabo naravoslovnih predmetov za uporabo računalniško podprtega laboratorija je pomanjkljiva. To velja celo pri današnjih diplomantih, saj so do določene mere usposobljeni le bodoči učitelji fizike. Poleg praktične uporabe tovrstne opreme bi bila koristna tudi nekatera splošnejša znanja, ki so bolj tehnološko-računalniške narave (ločljivost analogno-digitalne pretvorbe, osnove diskretnega vzorčenja, dinamične in statične lastnosti merilnih sistemov,...)

Poznavanje vsebin pri drugih naravoslovnih predmetih je preslabo, da bi učitelji lahko uveljavljali medpredmetne povezave. Posebej velja to za učitelje fizike, ki imajo med šolanjem na univerzi le nekaj malega kemije (ali še te ne) in prav nič biologije. Fizika, ki jo poslušajo biologi, pa je bolj namenjena sama sebi kakor medpredmetni povezanosti. Kljub tej »težavi« pa računalniško delo sili učitelje naravoslovnih predmetov k sodelovanju in spoznavanju tistih vsebin naravoslovnih predmetov, kjer je medpredmetno povezovanje nevsiljeno in učinkovito.

5.6 POGLED V PRIHODNOST

Uporaba računalnikov na praktično vseh področjih življenja je dejstvo, ki se mu kmalu skoraj nihče ne bo mogel izogniti. To velja tudi za poučevanje. V magistrskem delu smo obravnavali področje laboratorijskega dela pri pouku biologije, za katerega ugotavljamo, da ga je mogoče uvesti na način, ki ne bo v škodo že preverjenim splošnim metodam in zahtevnim učnim ciljem. Ker pa vnaša računalniško podprt laboratorij tudi nove kvalitete in omogoča učinkovitejšo izrabo časa, namenjenega pouku, ne pomeni le uveljavljanje nove tehnološke igrace, ki bi bila namenjena sama sebi.

Naše delo v prihodnosti vidimo predvsem v izboljšavi že pripravljenih vaj in pripravi novih, dodatnih vaj ter njihovo testiranje v šolski praksi. Ko se vpelje v sistem več šol, bi bilo potrebno napraviti neodvisno raziskavo, v kateri bi proučili, na katerih področjih so boljše klasične in na katerih računalniško podprte vaje in na katerih simulacije, predvsem pa, kako se lahko med seboj dopolnjujejo. Ker je v uporabi več različnih sistemov za računalniško podprt laboratorij, bi lahko napravili primerjave med njimi.

6 POVZETEK (SUMMARY)

Ugotavljamo, da bodo v prihodnosti za kvalitetno bivanje, uspešno poklicno kariero in delovanje v družbi potrebna znanja in spretnosti, ki jih bo morala učencem v še večji meri posredovati šola. Ta so predvsem sposobnost razreševanje problemov v znanih in neznanih situacijah, povezovanje znanj in računalniška znanja. Ob tem pa naj bi tako pridobljeno znanje moralo omogočati njegovo stalno obnavljanje in nadgradnjo.

Laboratorijsko in eksperimentalno delo je za pouk biologije nenadomestljivo, saj je prav z njim mogoče razumevanje mnogih procesov ter doseganje mnogih empiričnih ciljev, ki so z drugimi metodami dela težje dosegljivi ali celo nedosegljivi. Laboratorijsko delo je lahko učinkovitejše od drugih oblik dela s stališča trajnosti znanja, saj mora dijak vključiti več senzomotoričnih funkcij, kot npr. pri enostavnem poslušanju. Ker poteka v dobršni meri individualizirano, je praviloma tudi interakcija z učiteljem pogostejša.

V želji po posodobitvi biološkega laboratorijskega dela v programu gimnazije smo za ta namen uporabili računalnike, opremljene z računalniško krmilnima sistemoma (vmesnikoma) CMC-S2 in CMC-S3 s programskima paketoma ProLab in eProLab ter ustreznimi merilniki. Med leti 1999 in 2004 smo na Prvi gimnaziji Maribor v učnem načrtu biologije za gimnazije identificirali cilje, ki jih je mogoče uresničiti ob uporabi vmesnika. V redni pouk biologije smo vpeljali preko dvajset različnih laboratorijskih del, še veliko več pa smo jih izvedli kot samostojno delo dijakov. Večina laboratorijskih del podpira izobraževalna modula delovanje celice in ekologija.

Ugotovili smo, da ustrezno pripravljeni in izvedeni računalniško podprti eksperimenti lahko izboljšajo pouk biologije. Dijaki imajo namreč ta način eksperimentiranja radi, delo poteka po njihovem mnenju v delovnem vzdušju, vaje so zanimive, Vse to smo ugotovili z razgovori in anketo. Ob uporabi računalnika se pozornost dijakov z zbiranja podatkov preusmeri na dogajanje in interpretacijo dogajanja v eksperimentu. Vaje so primerne za izvedbo problemskega pouka, saj omogočajo primerjavo med napovedanimi in

pridobljenimi rezultati ali ustvarjanje problemske situacije. Ponekod je omogočen prehod iz zgolj kvalitativnega na kvantitativno vrednotenje rezultatov.

Z računalniško podprtimi eksperimenti in meritvami lahko pri pouku predstavimo procese, ki jih z drugimi metodami dela ne moremo, ali pa jih napravimo le težko. Računalnik, opremljen z vmesniki, omogoča enostavno in avtomatizirano spremljanje dogajanj v opazovanem sistemu. Zaradi avtomatiziranega zajema podatkov je mogoče načrtovati tudi več dni dolga opazovanja in meritve, opazovati spremembe, ki se zgodijo v izredno kratkem času ali pa dogodke, kjer lahko le napovemo, da se bodo zgodili, ne vemo pa kdaj. Količine, ki jih želimo mspremljati, in kombinacije med njimi so v večji meri omejene le z naborom merilnikov, ki so na voljo.

Računalniško podprt laboratorij lahko prispeva k racionalizaciji materialnih sredstev namenjenih pouku naravoslovja. Računalnik, opremljen z vmesnikom, deluje kot mnogokanalni univerzalni merilni instrument, ki ga lahko z istimi merilniki ob uporabi istega programa uporabimo pri pouku fizike, kemije in biologije v gimnaziji. S tem se poveča stopnja in racionalnost izrabe opreme. Če želimo spremljati neko novo količino, je potrebno nabaviti le nov merilnik, kar olajša nabavo in posodobitev opreme in s tem pouka.

Računalniško podrti eksperimenti prispevajo k medpredmetnemu povezovanju znanj. Ker vsi eksperimenti in meritve potekajo na isti platformi, se med učitelji nujno vzpostavijo povezave, ki jih terja poenotenje protokolov dela. Dijaki zlahka ugotovijo, da operirajo z enakimi količinami in iz tega lahko potegnejo vzporednice in povezave med sicer razpršenimi znanji.

Delo, ki smo ga izvedli, se je vključevalo v mednarodni projekt Računalniško podprt laboratorij pri pouku naravoslovja in tehnologije (Computerised laboratory in science and technology teaching, »ComLab-SciTech«) (<http://www.e-prolab.com/comlab/>).

SUMMARY

We consider that many kinds of knowledge and skills essential for quality of life, successful career and work in society should be transferred in greater quantities to the students by a school. We predict that skills and knowledge about problem solving in known and unknown situations with a will to renew and upgrade the existing pool of knowledge has the highest rank.

In Biology through a laboratory and experimental work many empirical goals can be fulfilled and many processes can be explained easier than with other methods. Laboratory work can be more efficient in sustainability of knowledge because students are obliged to use many more sensomotoric functions as in simple listening. Such work is generally more individualised than frontal work so interactions with the teacher are more frequent.

With the will to modernify laboratory work in the Gimnazija programme at Prva gimnazija Maribor we have introduced computers equipped with appropriate sensors and data acquisition and control systems CMC-S2 and CMC-S3. We use ProLab and e-ProLab software with the systems. Between years 1999 and 2004 we identified Biology curriculum goals which can be fulfilled with the use of computerised laboratory. We have introduced more than twenty different laboratory works mainly from cell biology and ecology into our regular practice, and some more were performed by students as their compulsory individual work.

We examined that appropriately prepared and performed laboratory experiments can result in better Biology lessons. In the opinion of the students, the work is interesting, they like such work, and have a positive attitude toward it. With the use of computers their attention was transferred from data collection to data interpretation. Experiments can be successfully used in problem and inquiry based teaching because predicted and gained results are easily compared. In some cases transfer from qualitative observations to quantitative measurements were possible.

With computerised laboratory we were able to present and clarify to the students some processes more easily than with other methods. With computers equipped with data acquisition system we can automatise data collection in a observed system. As a result we can observe very long and very quick processes. Processes where we can predict only that something will hapen and not when are easily performed. Measured quantities and combinations between them are limited in most cases with available sensors.

Computerised laboratory can bring rationalization of material needs in teaching scientific disciplines in a school. Computers with an appropriate data acquisition system works like a multichanel and multifunctional measuring instrument. Similar equipment and software is easily and simultaneously used in disciplines as Biology, Physics, and Chemistry. If we want to measure new quantities or add new experiments we need only to achieve new sensors or use existing ones in a new fashion.

Such experiments can enhance cooperation. Because all experiments share the same platform a flow of information between teachers is obligate. They are forced to use the same protocols at least. For students it became evident that they work with the same quantities in all subjects, so they can easily find parallels and connect otherwise dispersed facts and integrate knowledge.

The work was designed and developed under the project Computerised laboratory in science and technology teaching, »ComLab-SciTech«(<http://www.e-prolab.com/comlab/>).

7 VIRI

Ainley D. 1994. Monitoring biological and chemical changes by turbidity determinations, using the BBC computer. *School Science Review* 76: 55-59

Bajd B., Artač S. 2002. Nekateri vidiki postopnega prehajanja tradicionalnega poučevanja k procesnemu. *Sodobna pedagogika* 2: 108-122

Barton R. 1993. Computers and practical science: Why isn't everyone doing it? *School Science Review* 75: 75-80

Barton R. 1997. How do Computers Affect Graphical Interpretation. *School Science Review*. 79: 55-60

Beitas K., Daktariūnas A. 2003. Computerised Laboratory: a Tool for Integrated Science Studies. 8. mednarodna izobraževalno računalniška konferenca MIRK 2003. Piran 15. – 17. maja 2003 str.227 - 230

Biologija. Katalog znanja za zaključni izpit v VIP naravoslovno-matematična dejavnost. 1990 (ur. Kmecl, D.). Zavod RS za šolstvo. Ljubljana

Blosser P.E. 1999. The role of the Laboratory in Science teaching. *Research Matters - to the Science Teacher*. No. 9001. National Association for research in Science teaching. <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/publications/research/labs.htm> (10. 8. 2004)

Bratko I., Rajkovič V. 1985. Računalništvo s programskim jezikom Pascal. Državna založba Slovenije. Ljubljana. 289 str.

Cencič. M. 1995. Problemski pouk. V: *Izbrana poglavja iz didaktike*. Uredil Blažič, M. Pedagoška obzorja. Novo mesto. 165 str.

Chembox. Versuchesammlung zum Wandlersystem Chembox
<http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/chembox/index.htm>
(31.jul.2004)

Cheverton J., Ebling F. 1997. Datalogging hamster activity rhythms. *Journal of Biological Education*. 1:11–17.

Classrooms of the 21st Century. Interfacing in Biology.
<http://www.accessexcellence.org/21st/TE/PW/uselst.html> (31.7.2004)

Dolsma K.1995. Recording an ECK and health sounds with a computer: *School Science Review*. 76: 54-57

Drašler J., Sušnik F., Vesel B., Verčkovnik T. 1990. *Biologija 1, Laboratorijsko delo*. DZS. Ljubljana. 62.str

Drašler, J.; Gogala N.; Povž M.; Sušnik F.; Verčkovnik, T.; Vesel B. 2004. Biologija. Navodila za laboratorijsko delo. DZS. Ljubljana. 72 str.

Eisenberg M.B., Johnson D. 1996. Computer Skills for Information Problem-Solving: Learning and Teaching Technology in Context. Eric Digest. Marec 1996.
<http://ericit.org/digests/EDO-IR-1996-04.shtml> (1. mar. 2002)

Eschenhagen D., Katmann U., Rodi D. 1998. Fachdidaktik Biologie. 4. izdaja, uredil Ulrich Kattman. Aulis Verlag Deubner. Koeln

Gimnazija, izobraževalni program. Splošna gimnazija. 1998.
http://www.mss.edus.si/solstvo/srednja/gimnazije/dokumenti/doc/gim_01.doc (12. feb. 2002)

Experiment Gallery.
<http://www.rogerfrost.com/exp/index.htm> (31. avg. 2004)

Gipps J. 1995. Datalogging and photosynthesis. Australian Science Teachers Journal. 3: 57-63.

Gipps J. 1999. A population growth curve for yeast. Australian Science Teachers Journal. 2: 49-55.

Hammersley M. 1993. Educational research. Current issues. The Open University. Paul Chapman Publishing Ltd. 242 str.

Harris B. 1994. The future curriculum with IT - implications for science education. School Science Review 76:15-25.

Hills G., Tedford D. 2003. The Education of Engineers: the Uneasy Relationship between Engineering, Science and Technology. Global Journal of Engineering Education 1: 17-28.

Holec S., Hruška M., Raganova J. 2003. Computerised Laboratory: Integrated Science Through Experiments. 8. mednarodna izobraževalno računalniška konferenca MIRK 2003. Piran 15. – 17. maja 2003. str. 235 - 239

Informatika, učni načrt. 1998
http://www.mss.edus.si/solstvo/srednja/gimnazije/dokumenti/doc/Inf_01.doc (12. feb. 2002)

Kember D. 2003. To Control or Not to Control: the question of whether experimental designs are appropriate for evaluating teaching innovations in higher education. Assessment & Evaluation in Higher Education. 1: 89-101

Keuc Z. 1999. Uporaba računalnika pri eksperimentalnih vajah iz kemije. Delovno gradivo seminarja Didaktika eksperimentalnega dela. ZRSS.

Kocijančič S. 1992. Računalniško vodeni ekperimenti v izobraževanju : magistrsko delo. Univerza v Ljubljani. 90 str.

Kocijančič S. 1998a. Anketa o eksperimentalnih izkušnjah in uporabi računalnika pri pouku fizike v osnovni in srednji šoli. Fizika v šoli. 1:42-50.

Kocijančič S. 1998b. Integrating Computer Based Science Lab and Multimedia. Proceedings of the Seminar Experiments and Measurements in Engineering Physics Education. Technical University Brno, October 1998. str. 20-24.

Kocijančič S. 1999a. Merjenje in krmiljenje z računalnikom, Študijsko gradivo. Pedagoška fakulteti v Ljubljani. Ljubljana.

Kocijančič S. 1999b. Projektno delo v računalniško podprtem šolskem laboratoriju. Mednarodna izobraževalna računalniška konferenca MIRK '99, str. 24-29. Piran

Kocijančič S. 2002a. Online experiments in physics and technology teaching. IEEE Transactions on Education 45(1): 26-32

Kocijančič S. 2002b. Computerised laboratory in science and technology teaching: experiences of secondary school of catering. International conference on ICT's in Education. Gonzales, J.A. M. (ur.), De Zaldivar M., I. S. (ur.). Educational technology : [13.-16.11.2002, Badajoz (Spain)], (Ociedad de la información, 9). [Badajoz]: Junta de Extremadura. Consejería de Educación Ciencia y Tecnología, 2002.str. 376 - 380

Kocijančič S., Balnar A. 2003. Problem solving and computerised laboratory in science education. Zbornik 6. Mednarodne multi-conference informacijska družba IS 2003, Zvezek b, Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi, str. 12-19

Kocijančič S., Jamšek, J. 2004. Electronics courses for science technology teachers. International Journal of Engineering Education 2: 44-250

Kocijančič S., Kelih, 2002. V. Evropski program Leonardo tudi na SGŠ Radovljica. Zbornik 7. Mednarodne izobraževalne računalniške konference MIRK 2002, str. 208 – 210

Kocijančič S., O'Sullivan, C. 2004 Are dead chickens ohmic?. Physics. Education, 1: 69-73

Kosinski J. R., Dickey L. J. 1996. Using Microcomputer-Based Physiology Experiments in Investigative Labs in Introductory Biology. Clemson University.
<http://www.zoo.utoronto.ca/able/volumes/vol-17/9.kosinski.pdf> (15.avg.2004)

Kralj M. Računalnik pri eksperimentiranju. Biološki eksperimenti.
<http://www.pef.uni-lj.si/slavkok/cbe/re-bio.html> (12. feb. 2002)

Kralj M.; Kocijančič S. 2000. Uporaba računalnika pri bioloških eksperimentalnih vajah v srednji šoli. V. Biologija, znanost tretjega tisočletja. Društvo učiteljev biologije Slovenije. str. 40

Kramar M. 2004. Didaktični vidiki diferenciacije pouka. V: Diferenciacija in nivojski pouk v prenovljeni šoli: iz prakse za prakso. ur. Kramar, M. Ljubljana: Supra; Maribor: Poslovna skupnost osnovnih šol. str. 10-14.

LogIT. <http://www.dcpmicro.com/logit> (31.avg.2004)

Marentič-Požarnik B. 2000. Psihologija učenja in pouka. Ljubljana, DZS: 299 str.

McCade J.M. 2001 Technology Education and Computer Literacy. Technology Teacher 61:2

Merill P.F., Hammons K., Vincent B. R., Reynolds P.L., Christensen L., Tolman M. N. 1996. Computers in education (tretja izdaja). Simon & Shuster Company. Needham, Mass. 384 str.

Mills A. 2000. Teaching the digital generation - the challenge of relevance. Australian Science Teachers Journal 3: 30-35.

Murovec B., Kocijančič S. 2004 A USB-based data acquisition system designed for educational purposes. International Journal of Engineering Education.1: 24-30.

Newton L.1997. Graph talk: Some Observations and Reflections on Students' Data-logging. School Science Review 79:49-54

Pasco. Biology online experiments.

<http://www.pasco.com/experiments/biology/home.html> (31.jul.2004)

Pevec S. 2004. Biologija. Laboratorijsko delo. DZS. Ljubljana. 119 str.

Peklaj C. 2001. Sodelovalno učenje - ali kdaj več glav več ve. DZS. Ljubljana. 157 str.

Pickering M. 1980. Are Lab Courses a Waste of Time? The Chronicle of Higher Education, p. 80.

Pico Technology. Science experiments for data loggers and oscilloscopes.

<http://www.picotech.com/experiments/index.html> (31.avg. 2004)

Predmetni izpitni katalog za maturo leta 2002. Biologija. 2001. Državni izpitni center. Ljubljana.

Redish E.F., Saul J.M., Steinberg R.N. 1997. On the Effectiveness of Active-Engagement Microcomputer-Based Laboratories. American Journal of Physics. 65:45-54

Rodrigues S. 1994. The role of information technology in secondary school science: an illustrative review. School Science Review. 79: 35-40

Rodrigues S. 1997. Fitness for Purpose: A Glimpse at When, Why and How to Use Information Technology in Science Lessons. Australian Science Teacher Journal. 2: 38-39.

Rogers L. 1997. New Data-logging Tools - New Investigations. School Science Review. 79: 61-68

Rogers L., Wild P. 1994. The use of IT in practical science - a practical study in three schools. School Science Review. 75: 21-28

Rogers L.T., 1995. The computer as an aid for exploring graphs. School Science Review 76: 31-39

Rogers L.T., 1997. The Computer-Assisted Laboratory. Physics. Education. 22: 219-224

Selwyn N. 1997. Students' attitudes toward computers: validation of a computer attitude scale for 16-19 education. Computers Education. 1:35-41

Selwyn N. 2000. Researching computers and education - glimpses of the wider figure. Computers & Education 34: 93-101.

Slovensko izobraževalno omrežje.
<http://sio.edus.si/> (31. avg. 2004)

Strmčnik F. 1992. Problemski pouk v teoriji in praksi. Didakta. Radovljica. 97 str.

Strmčnik F. 1995a. Problemsko orientirani pouk kot didaktično načelo. Pedagoška obzorja 3-4: 3-15.

Strmčnik F. 1995b. Reševanje problemov kot posebna učna metoda. Pedagoška obzorja 5-6: 3-12.

Strømme A. 1998. The PC as an animated "chalkboard". School Science Review 80: 53-57.

Svetlik I. 1997. Sredi kurikularne prenove. Kurikularna prenova: zbornik Ur. Barle Lakota A. in Bergant K. Nacionalni kurikularni svet. str 9-22.

Šorgo A. 2004. Uporaba računalniško podprtega biološkega laboratorija pri individualnem delu v maturitetni skupini. V: Diferenciacija in nivojski pouk v prenovljeni šoli: iz prakse za prakso. ur. Kramar, M. Ljubljana: Supra; Maribor: Poslovna skupnost osnovnih šol. str. 154-156

Šorgo A., Briški D. 2000. Demonstracija računalniško podprtih vaj iz biologije, kemije in fizike. V: Kruder, B. (ur.). Učitelji naravoslovja v skrbi za zdrav planet : zbornik. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2000, str. 74-76

Šorgo A., Briški D., Keuc Z., Žlender D., Kocijančič S. 2000. Uporaba računalnika pri laboratorijskih vajah biologije, kemije in fizike. 5. mednarodna izobraževalno računalniška konferenca MIRK 2000. Piran 17 – 19. maja 2000

Šorgo A., Daktariūnas A., Beitas K., Sakalauskas, V. 2002. Computerised laboratory in science and technology teaching: the course on biological processes. V: Gonzales, J.A. M. (ur.), De Zaldivar M., I. S. (ur.). Educational technology : [13.-16.11.2002, Badajoz (Spain)], (Ociudad de la información, 9). [Badajoz]: Junta de Extremadura. Consejería de Educación Ciencia y Tecnología, 2002. str. 386 -390.

Šorgo A., Keuc Z. 2001a. Laboratorijske vaje z računalnikom – most med kemijo in biologijo. 6. mednarodna izobraževalno računalniška konferenca MIRK 2001. Piran 17. – 19. maja 2001

Šorgo A., Keuc Z., 2001b. Getting more for less. A computer-based laboratory – an alternative approach to the traditional laboratory activities at primary and secondary school in Slovenia,. 6. European Conference of Chemistry Teachers, Vienna. Chemie & Schule. 1a:102.

Šorgo A., Kocijančič S. 2003a. Računalniško podprt laboratorij kot spodbuda medpredmetnega povezovanja pri pouku naravoslovnih predmetov. Zbornik 6. mednarodne multi-konference Informacijska družba IS 2003, 13. do 17. oktober 2003. Ljubljana: Institut "Jožef Stefan", 2003, p. 53-59

Šorgo A. Kocijančič S. 2003b. Računalniško vodeni biološki eksperimenti z meritvami koncentracije kisika in ogljikovega dioksida. 8. mednarodna izobraževalno računalniška konferenca MIRK 2003. Piran 15. – 17. maja 2003

Šorgo A., Kocijančič S. 2003c. Computer based experiments with carbon dioxide in biology lessons. V: Proceedings of the IASTED International conference on Computers and advanced technology in education, Including the IASTED international symposium on Web-based education, June 30-July 2, 2003, Rhodes, Greece.

Šorgo A., Logar D. 1999. Primer medpredmetnega sodelovanja med področji biologija in informatika v gimnaziji. V: Čampelj, B. (ur.), Makuc, A.(ur.). 4. mednarodna izobraževalna računalniška konferenca - MIRK '99, 19. - 21. maj 1999. str. 42-45.

Šorgo A. Vomberger B. 2004. Computer based experiments with buckwheat in food processing vocational education. V: FABEROVÁ, I. (ur.). Advances in Buckwheat Research : proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, August 18-22, 2004, Prague, Czech Republik. Prague: Research Institute of Crop Production, 2004, str. 730-733

Šorgo A. (v tisku) Computer use in the science classroom: maximising the use of an individual computer.

Tashakkori A., Teddlie C. 1998. Mixed Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches. Applied Social Research Methods Series. Sage Publications. London. vol 46. 182 str.

Taylor R.P. 1980. Introduction. V: Taylor R.P. The computer in the school: Tutor, tool, tutee. Teachers College Press. New York. str.1-10.
<http://www.citejournal.org/articles/v3i2seminal1.pdf> (31. avg. 2004)

Taylor R.P. 2003. Reflection on The Computer in the School. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education. 3(2):253-274.

Theuerschuh P., Hajdinjak L., Karner B. 1998. Računalniški vmesniki pri tehnični vzgoji. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana 1998.

Travers R. M. Ed. 1973. Second Handbook of Research on Teaching. Chicago: Rand McNally & Co.

Verčkovnik ex. Knez T. 1975. Biološki eksperiment v vzgojnoizobraževalnem procesu. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Biološki oddelek. Ljubljana. 386 str.

Verčkovnik, T. 2000. Biologija v prenovljeni šoli. Acta Biologica Slovenica. **43**(3): 21-32

Verčkovnik T., Škornik M. 1998. Učni načrt Biologija. Ljubljana
http://www.mss.edus.si/solstvo/srednja/gimnazije/dokumenti/doc/Bio_02.doc (12. 2. 2002)

Wellington J. 1999. Integrating multimedia into science teaching: barriers and benefits. School Science Review 81: 49-55

Wild P., Bateman S. 1995. Datalogging for the analysis of the growth of yoghurt culture. School Science Review 77: 61-62

ZAHVALA

Da je to delo nastalo v tej obliki, je zaslužnih mnogo ljudi: mentor Slavko Kocijančič, ki me je vpeljal v svet računalniških meritev, somentorica Tatjana Verčkovnik, ki me je bila pripravljena poslušati, Darko Briški, brez katerega bi bila marsikatera vaja drugačna, sodelavci v projektu, s katerimi smo si izmenjali prenekatero idejo, vodstvo šole, ki mi je omogočilo delo na šoli ter dijaki, ki so prebili ob računalnikih prenekatero dodatno uro.

Najpomembnejši delež pa gre ženi Mariji, ki je prevzela še četrti vogal v hiši.

PRILOGE

Priloga A

Anketa, ki so jo izpolnjevali dijaki po opravljenih vajah

Dragi dijak-inja, pred teboj je vprašalnik o opravljeni vaji. Vprašalnik ni kontrolna naloga, zato tudi ni pravih ali nepravih odgovorov. Njegov namen je predvsem izboljšati pouk biologije, zato odgovarjaj iskreno.

1. Spol: M Ž

2. Razred: _____

2. Odgovarjaj tako, da napraviš križec v polje, ki najbolj ustreza tvojemu mnenju o uporabi računalnika pri laboratorijskih vajah biologije

Trditev:	se zelo strinjam	se strinjam	nevtravno	se ne strinjam	se zelo ne strinjam
Vedel-a sem, kaj so cilji vaj.					
Aparature bi po zapisanih navodilih znal-a sestaviti sam.					
Vaje bi lahko izvedel-la tudi brez učiteljeve pomoči.					
Nimam težav z nastavitvami, ki jih zahteva program.					
Vaje so bile zanimive.					
Razumel-a sem pridobljene grafikone.					
Vaje so potekale v delovnem vzdušju.					

III. Odgovarjaj s kratkimi odgovori. Vprašanja se nanašajo na eksperimente z uporabo računalnika.

1. Kje si imel-a pri vajah največ težav?

2. Kaj te je pri vajah najbolj pritegnilo?

3. Kako bi ti izboljšal-a vaje?

Za sodelovanje se ti lepo zahvaljujem

Andrej Šorgo

Priloga B

Delovni list za problemsko zasnovano učno enoto

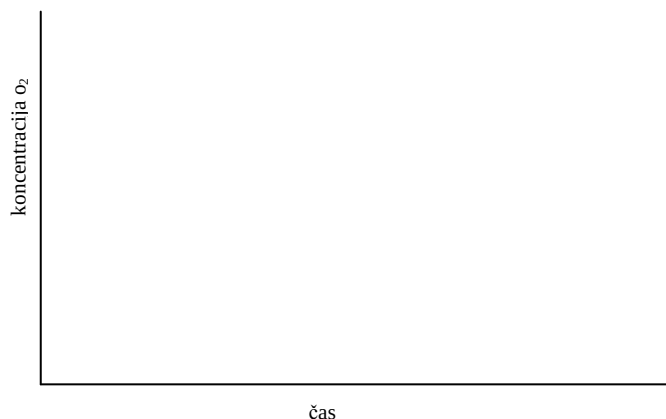
Ime in priimek:

Datum:

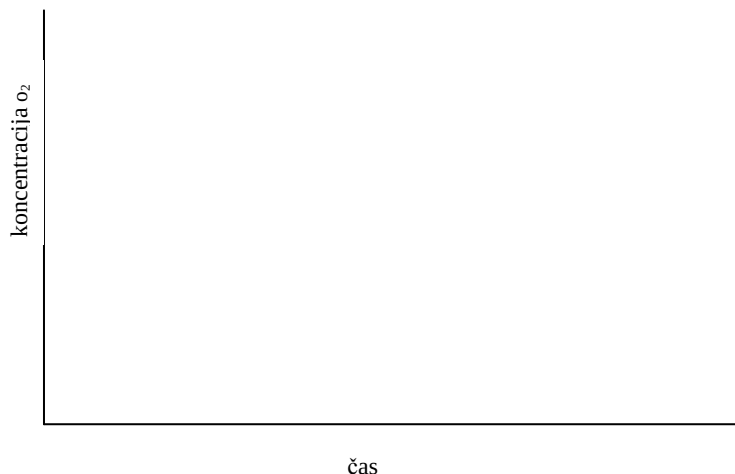
Izhodišče: V toplovodnem ribogojstvu (vzreja krapovcev v ribnikih) lahko v nekem ribniku vzredimo le omejeno količino rib. Eden od ključnih omejujočih dejavnikov je koncentracija kisika v vodi. Če le ta pade pod neko za ribjo vrsto minimalno količino, se ribe najprej prenehajo hraniti, ob še večjem padcu koncentracije pa lahko celo poginejo. Vir kisika v vodi je atmosferski kisik, kisik, ki ga prinaša tekoča voda na dotoku ter kisik nastal pri fotosintezi zelenih rastlin v ribniku.

Naloga: Predvidi, kako bi ob enakem nespremenjenem volumnu ribnika na koncentracijo kisika v vodi vplivali različni dejavniki. Izriši grafikone s predvidenimi krivuljami!

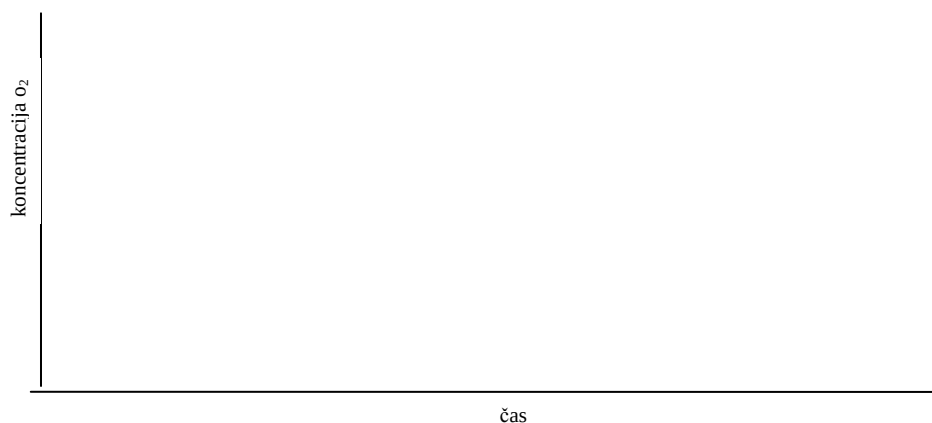
Zaradi suše se je prekinil dotok vode bogate s kisikom v dva sosednja enako velika ribnika. Kako bi na koncentracijo kisika v vodi vplivala različna biomasa rib. Izriši hipotetični krivulji ob predpostavki, da bi bila v enem od ribnikov dvakrat večja biomasa rib kot v drugem. Potek krivulj na kratko razloži!



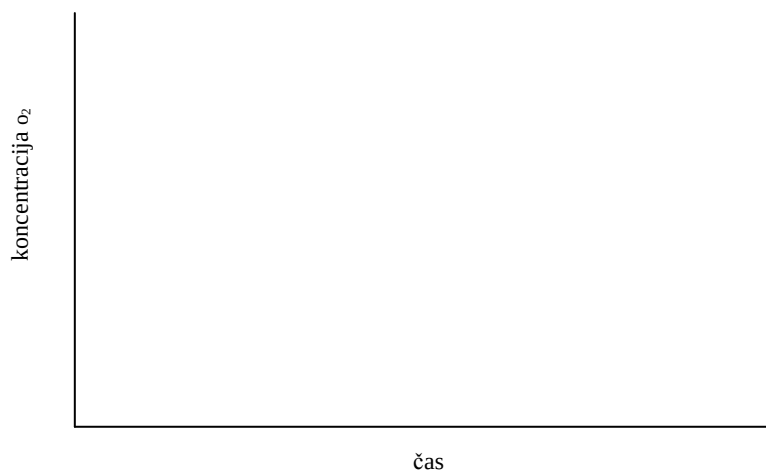
Predvidi, kaj bi se ob enaki situaciji, kot v prejšnjem primeru, zgodilo ob nizki in kaj ob povišani temperaturi vode. Izriši hipotetični krivulji in ju razloži!



Ugotovi, kako bi na koncentracijo kisika v vodi vplivala prisotnost zelenih rastlin. Izriši hipotetične krivulje koncentracij kisika v vodi ob predpostavkah: v prvem ribniku so le ribe, v drugem ribniku je enaka količina rib in vodnih rastlin, v tretjem ribniku pa bi bilo dvakrat več rastlin kot rib. Izriši krivulje za tri zaporedne dni. Potek krivulj na kratko razloži!



Vnos organskih snovi v ribnik ima lahko posledice za ribe in druge vodne organizme. Vriši v grafikon, kaj bi se zgodilo s kisikom ob izlivu gnojnice v ribnik. Potek krivulje na kratko razloži!



PRILOGA C

Vaja : seznanjanje z računalnikom in izvedba prve meritve

Pred tabo je pomemben dan. Izvedel boš svojo prvo meritev s pomočjo računalnika. Sam postopek bo potekal v nekaj fazah:

Faze:

1. Priprava računalnika
2. Priprava objekta meritve
3. Meritev
4. Zapis in analiza meritve

Cilji:

1. naučil se boš priključiti merilnik;
2. naučil se boš delati s programom HiSkop;
3. naučil se boš meriti temperaturo z računalnikom.

3.1 PRIPRAVA RAČUNALNIKA

1. V ustrezne puše na priključni plošči priključi merilnik temperature. Banane so ustrezno označene, saj ni vseeno, kam jih vtakneš. Uporabi vhode GND (črna banana), +5V (rdeča banana) in Uin1 (modra banana).
2. Vključi računalnik.
3. Prijavi se v omrežje. (geslo je kombinacija črk bio. in št. računalnika, npr. bio3, bio4...)

3.2 ZAGON PROGRAMA

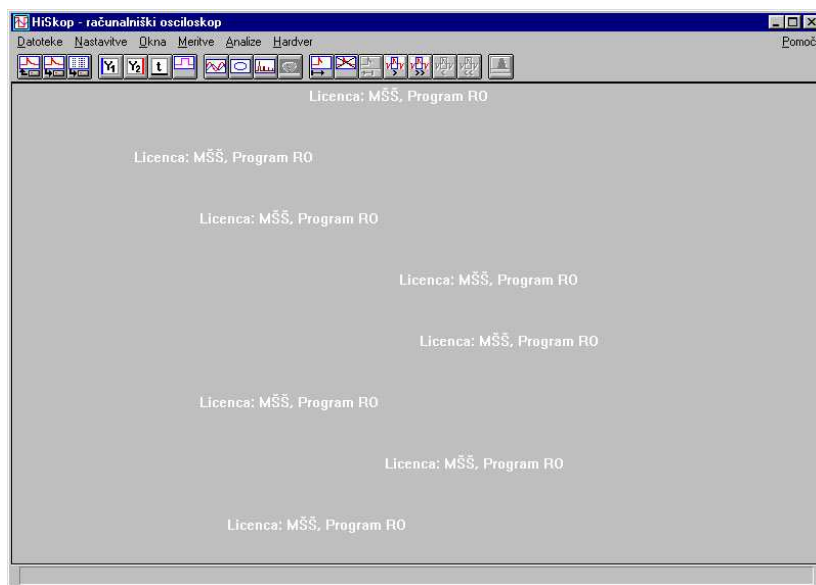
Na namizju poišči ikono »Hiskop« in zaženi program.

Delo s programom Hiskop poteka s pomočjo miške in tipkovnice. Ukaze boš najpogosteje dajal s klikom miške, ko boš puščico nastavil na ustrezno ikono.

Opcija: Če v namizju ne najdeš ustrezne ikone, poišči v meniju start direktorij Prolab in klikni na napis HiSkop.

Namig: Preden začneš delati s programom Hiskop, izklopi vse druge programe.

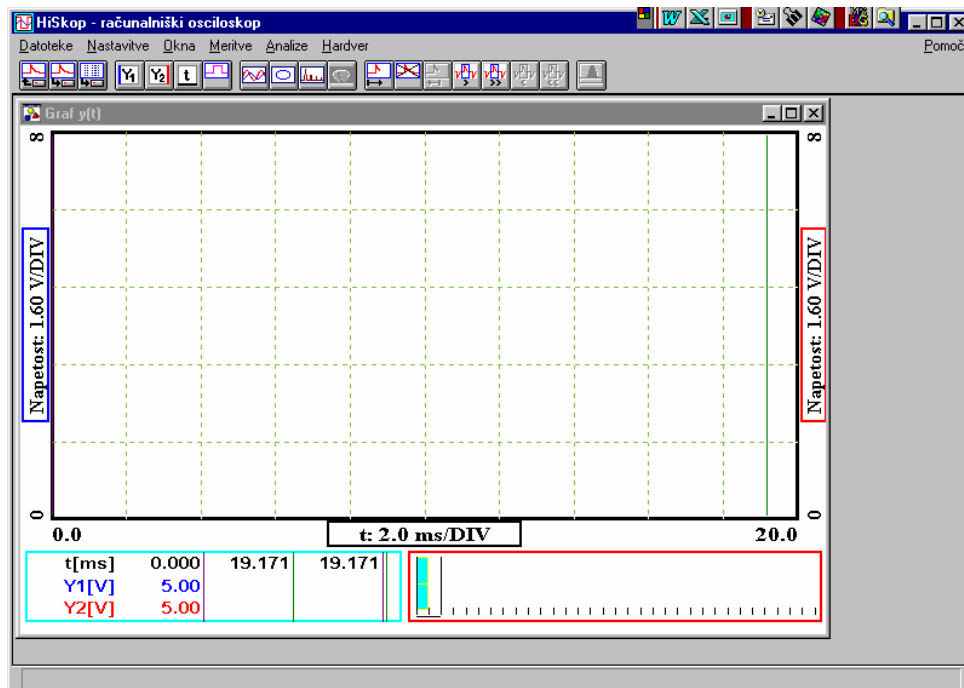
Če si napravil vse, kot je treba, se bo na zaslonu pojavila slika z osnovnim menijem:



3.3 IZBIRA OKNA

Izbrati moraš ustrezen format grafikona, na katerega se bo zapisovala meritev.

Naloga: V meniju Okna odpri okno graf y(t). Isti rezultat boš dosegel, če boš kliknil na ikono . Na zaslonu boš videl to ali podobno sliko.



Iz te slike lahko razbereš, da je časovni razdelek na časovni osi (x-os) 2ms. (DIV - pomeni razdelek, torej je 10 razdelkov 20ms). Na y-osi bi merili napetost v razponu od 0 - 8 V. Razdelek ima vrednost 1,6 V. Na grafikonu se bodo torej izrisovale spremembe napetosti v času.

Pomni: Program HiSkop ima te vrednosti prednastavljene, lahko jih pa kadarkoli spremeniš. Tega se boš naučil v naslednjih korakih.

Velikost oken in njihov položaj lahko brez škode ves čas spreminjaš. Ravnaš po enakih načelih, ki veljajo za katerikoli program, ki teče v okolju Windows.

Naloga: Povečaj in pomanjšaj velikost okna.

Za ponovitev: z merilniki se spremembe, ki jih meriš, pretvarjajo v električno napetost, ki se izrisuje na grafikonu.

3.4 MERITEV

Naloga: V meniju izberi ukaz Meritve/Začetek vzorčenja ali klikni na ikono 

Na zaslonu se bo pojavila ena ali celo dve črti. Čestitamo, izmeril si temperaturo v razredu. Odčitana vrednost bo okoli 2V. Te že slišimo: »Khm, khm..., kaj pa Celsius in lord Kelvin, ali ni Volta oni za elektriko in zakaj dve črti, če pa smo merili le eno temperaturo?«

Včasih je treba meritev, ki poteka, prekiniti. To napraviš tako, da v meniju izbereš ukaz Meritve/Začetek vzorčenja ali klikneš na ikono 

Naloga: Sproži meritev tako, da v meniju izbereš ukaz Meritve/Začetek vzorčenja ali klikneš na ikono  in jo prekini z menijsko tipko  ali v meniju izberi Meritve/Prekinitev vzorčenja.

Če meritve ne potrebuješ ali bi želel spremeniti parametre, jo lahko izbrišeš. To napraviš tako, da klikneš na: Meritve / Brisanje ali s klikom na ikono . Meritev lahko kasneje nekaznovano ponoviš.

Naloga: Izbriši meritev in jo ponovi.

Najprej o dveh črtah: na grafu se izrisuje napetost na vhodnih kanalih. Spremenljivka Y1 kaže napetost na prvem vhodu - po prednastavitvi je to Uin(1). Na ta kanal je tudi priključen tvoj merilnik temperature. Spremenljivka Y2 pa kaže to, kar se dogaja na drugem vhodu - po prednastavitvi je to Uin(7). Ker imamo merilnik priključen le na en kanal, lahko drugo spremenljivko izklopimo.

Naloga: Izklopi spremenljivko Y2.

To napraviš tako, da v meniju Nastavitve klikneš na Spremenljivka Y 2 ali klikneš na ikono . Ko se pojavi ustrezno pogovorno okno, klikni na kljukico pred Merimo Y2. Kljukica bo izginila in s tem tudi ena od črt na zaslonu. Klikni še na OK in stvar je končana.

Pozor: Meritev prekine tudi pritisk na preslednico ali klik z miško v polje grafikona. Zato med potekom meritve pusti miško in tipkovnico pri miru.

Za radovedne: Če te zanima, kakšno vlogo imajo ostali ukazi v tem meniju, klikni na HELP.

Pogled naprej: Če boš želel delati z dvema merilnikoma, pusti vklopljeni obe spremenljivki.

3.5 NASTAVITEV SPREMENLJIVKE Y1

Naloga: V meniju Nastavitve z miško klikni na Spremenljivka Y1 ali klikni na ikono  .

Sedaj imaš možnost, da v tem meniju nastaviš vrednosti in intervale, ki jih bo imela spremenljivka na grafikonu.

Osnovna nastavitvev, ki jo boš dobil ob zagonu računalnika bo vedno Napetost DC. S to nastavitvijo boš meril napetost na izhodu iz merilnika. Merilniki namreč ne delajo drugega, kakor neko fizikalno ali kemično spremembo (razlika v T, pH, tlak, itd.) prevedejo v napetost, ki jo preko vmesnika dovedeš na računalnik, ta pa jo nato prikaže na zaslonu. Ker pa ti trditev, da je temperatura vode 4,7 V ali da je tlak narasel za 2,8 V ne koristi prav mnogo, moraš merilnike umeriti. Po umeritvi bo izmerjena napetost v korelaciji s temperaturo ali s tem, kar merilnik pač zaznava. V tem meniju so shranjene umeritve merilnikov, ki jih boš uporabljal. Med različnimi merilniki izbiraš tako, da klikneš na puščico ob napisu in nato napraviš izbor. V tej vaji je merilnik temperature že umerjen.

Naloga: Izberi merilnik z oznako T(NTC1)

Naloga: V Vin izbereš kanal, na katerega je na priključni plošči priključen merilnik.

Pozor: napačno izbran kanal je ena od najpogostejših napak, zaradi katerih ni mogoče odčitavati meritev.

Skala na grafu : vpiši interval, v katerem se bo izvajala meritev. Skalo določi v skladu s pričakovanim intervalom vrednosti meritev. Osnovna nastavitvev pri merjenju napetosti je 0 - 8 V.

Naloga: Ker boš v naslednji vaji meril temperaturo vode, vpiši vrednosti v intervalu od 0 do 100.



The screenshot shows a software window titled "Y1: prva spremenljivka (leva y os)". Inside, there are two main sections. The top section, "Spremenljivka Y1", has a dropdown menu set to "Mer. temper." and a "Vin" dropdown set to "6". The bottom section, "Skala na grafu", has input fields for "Min:" (0) and "Max:" (100). To the right of these sections are three buttons: "OK" with a green checkmark, "Cancel" with a red X, and "Help" with a question mark. A "Spremeni" button is located at the bottom center of the dialog.

Z nastavitvijo na sliki bi merili temperaturo na kanalu 6 v razponu med 0 in 100 C.

Pogled naprej: Gumb Spremeni je namenjen umerjanju merilnikov. Klikni nanj, poglej, ne spreminjaj ničesar in se vrni nazaj.

Naloga: Klikni OK in zapustite pogovorno okno

3.6 NASTAVITEV ČASOVNE OSI

Program omogoča določitev časovnega intervala v katerem boš meril. Najkrajši možni interval je 2ms/na razdelek, najdaljši pa 24 ur/ na razdelek na grafu. To omogoča po eni strani opazovanje zelo hitrih dogodkov, po drugi strani pa spremljanje zelo počasnega dogajanja.

Časovno os boš nastavil v meniju Nastavitve / Časovna os in proženje ali s klikom na ikono . Potem, ko se pojavi pogovorno okno



s klikom na časovna os (/DIV) določiš časovni interval razdelka na X osi. Interval je od 2 ms do 24 h.

Naloga: Nastavi vrednost intervala na 10s.

Število vseh vzorcev: določiš število vseh vzorcev, ki jih bo sistem napravil. Razpon je od 512 do 16 384. Ponavadi zadostuje naprej nastavljena vrednost 1024 vzorcev.

Namig: Kadarkoli dvomiš, raje izberi večje število vzorcev.

Naloga: spreminjaj nastavitev števila vzorcev in opazuj, kaj se dogaja v rdečem okvirčku v desnem spodnjem kotu pod x - osjo. Ko boš s puščico prešel modro polje, se ti bo enkrat spremenila v lupo v kateri bo znak - in drugič v lupo z znakom +. Klikni, s tem boš spreminjal dolžino x-osi in širino razdelka.

Naloga: Nastavi vrednost na 4096.

S tem si končal postopek priprave računalnika na meritev in lahko začneš meriti temperaturo v izbranem eksperimentu. Enak postopek bi izbral pri kateremkoli drugem merilniku, razlikoval bi se le v umeritvi in določitvi parametrov, ki naj se izpisujejo na grafikonu.

Naloga: Sproži meritev z ukazom Meritve/Začetek vzorčenja ali klikni na ikono .

Čestitamo - izmeril si temperaturo na senzorju.

Temperatura zraka je:

3.7 ODČITAVANJE VREDNOSTI NA ČASOVNI OSI

Z računalnikom lahko spremljaš spremembe temperature v daljšem časovnem obdobju.

Najprej zbriši predhodno meritev. To napraviš tako, da klikneš na: Meritve / Brisanje ali s klikom na ikono .

Naloga: stisni merilnik v roko in sproži meritev tako, da v meniju izbereš ukaz Meritve/Začetek vzorčenja ali klikneš na ikono .

Na zaslonu lahko opazuješ spremembo temperature. Ko se temperatura stabilizira, ustavi meritev z menijsko tipko  ali v meniju izberi Meritve/Prekinitve vzorčenja. Morda te bo zanimala v kateri od točk natančna vrednost temperature. Vrednost, ki se izpisuje v tabelici pod x-osjo, lahko razbereš s premikanjem enega od dveh drsnikov na grafikonu. Drsnika sta dve polni črti, ki ju lahko premikaš po grafikonu s potegi miške.

Naloga: Enega od drsnikov nastavi na začetek krivulje, drugega pa na konec. Razberi, za koliko se je spremenila temperatura. Rezultate vpiši v tabelo.

Temperatura ob začetku meritve	
Temperatura ob koncu meritve	
Temperaturna razlika	

3.8 SHRANJEVANJE IN BRANJE PODATKOV

Posebna vrednost programa HiSkop je v tem, da lahko podatke shraniš v tabelarni ali grafični obliki za kasnejšo obdelavo. To napraviš v meniju Datoteke /shrani podatke ali klikom na ikono . Računalnik te bo vprašal za ime, ki naj jo da datoteki in lokacijo na disku. Tako shranjeni podatki so ti na voljo za analizo po naslednji šolski uri.

Če želiš dobljene vrednosti shraniti kot tabelo, napraviš to v meniju Datoteke/Shrani tabelo ali klikom na ikono .

Predvidevamo, da želiš shranjene podatke tudi dobiti nazaj. Te lahko prikličeš v meniju Datoteke/Beri podatke, ali s klikom na ikono . Pri shranjevanju imamo možnost shraniti, kompletan eksperiment ali le nastavitve. Ta opcija je koristna pri demonstracijah eksperimenta.

Dogovor: Kadar boš podatke shranil na računalnik, naj ima datoteka obvezno obliko naslova: razred_števila skupine_števila vaje in naloge: Primer: **2d1s2_2** (iz tega zapisa izveš, da je 2. nalogo 2. vaje izvajala 1 skupina iz 2.d razreda). Rezultate si lahko ob koncu pouka pošlješ po elektronski pošti na domač naslov ali presnameš na disketo.

Pozor! Vse drugače označene datoteke bomo brez milosti izbrisali.

4. PREVERJANJE NAUČENEGA: MERJENJE TEMPERATURE V OKOLJU

Temperatura je eden od najpomembnejših dejavnikov okolja, saj je od nje odvisen potek fizioloških reakcij v organizmu in s tem posledično njihova uspešnost in razporeditev v prostoru.

4.1 CILJI

1. V prvem delu vaje boš ponovil delo s temperaturnim senzorjem (glej vajo 1).

4.2 NALOGE

Naloga 1: V kozarce nalij vodo različnih temperatur in izmeri temperaturo vode v vsakem od njih.

1. Enega od senzorjev vstavi v kozarec in počakaj kakšno minuto, da se izenačita temperatura senzorja in temperatura vode
2. Sproži meritev s klikom na 
3. Rezultate vpiši v tabelo!

Opozorilo: Nastavitev ni treba spreminjati, za tvojo informacijo pa so vrednosti:

Nastavitev časovne osi: 10 s

Št. vzorcev: 4096

Nastavitev Y1 0-100

Nastavitev Y2: izklopljena

Naloga 2: V litrsko čašo prelij vodo iz ene od manjših čaš in v vodo vstavi senzor. Dolivaj izmenično toplo in mrzlo vodo ali dodajaj led. Opazuj spremembe na zaslonu. Rezultate shrani v lastno datoteko, kasneje si jih lahko iztiskaš na tiskalniku ali si jih pošlješ domov.

Prostor za grafikon:

Naloga 3: Verjetno iz lastne izkušnje veš, da na severnih pobočjih gora rastejo povsem drugačne rastlinske združbe kot na južnih pobočjih. Dejavniki, ki je za to odgovoren, je temperatura. Napravi boš eksperiment, v katerem boš ponazoril dogajanje iz narave.

1. Na kamnito ploščo z lepilnim trakom pritrdi na vsako stran po en temperaturni senzor.
2. Senzorja naj bosta vezana na kanala 1 in 2.
3. Vključi svetilko in jo usmeri na senzor.
4. Klikni na ikono  in vključi merjenje na drugem kanalu.
5. Na časovni osi  nastavi merjenje časa na 30 sekund in število vzorcev na 4086.
6. Sproži meritev s klikom na ikono 

7. Po petih do desetih minutah ustavi meritev z menijsko tipko  ali v meniju izberi Meritve/Prekinitev vzorčenja in rezultate vpiši v tabelo.

Temperatura na senčni strani	
Temperatura na osvetljeni strani	
Razlika v temperaturi	

Odgovori:

1. Kako se razlike v temperaturi odražajo pri razporeditvi rastlinstva v gorovju?
2. Kako se to odraža na poseljenosti v hribovju?
3. Ali razlike v vegetaciji vplivajo tudi na živali? Kako?

Naloga

Napravi lasten načrt za meritev, ki bi jo opravil s temperaturnim senzorjem. Navedena sta dva primera:

1. Odgovoriš si lahko na vprašanje, kakšne so razlike v temperaturi učilnic med senčno in sončno stranjo šole in iz tega izpelješ sklepe o porabi energije in varčevanju. Vajo lahko z dvema računalnikoma izvedeš med vikendom. Eden od senzorjev naj bo nameščen na sončni, drugi pa na senčni strani šole. V tem primeru boš moral ustrezno podaljšati čas na t osi.
2. Odgovoriš si na vprašanje, ali je grelec v tropskem akvariju ustrezno močan. Problem, ki ga lahko imajo prebivalci akvarijev, je ohlajanje šole preko noči, vikenda ali počitnic. Enega od senzorjev nastaviš tako, da meri temperaturo zraka v okolici akvarija, drugega pa v akvarij. Če temperatura v akvariju niha, moraš grelec zamenjati za močnejšega.

Priloga D

Primer delovnega lista za vajo

ENERGIJSKA VREDNOST HRANE

Hrana je vir energije za živali in človeka. Vsa hrana pa za živali in ljudi nima enake energijske vrednosti. Povprečen človek mora dnevno použiti hrano, ki vsebuje okoli 8400 k J (cca 2000 kcal).

Energijo, ki jo vsebuje hrana, lahko določimo tako, da jo sežgemo in izmerimo, za koliko se je segrela znana količina vode. Metodi pravimo kalorimetrija. Energetska vrednost hrane je količina energije, ki jo pridobimo s sežigom 1 g substance. Enota so kJ/g.

CILJI VAJE

V tej vaji boste:

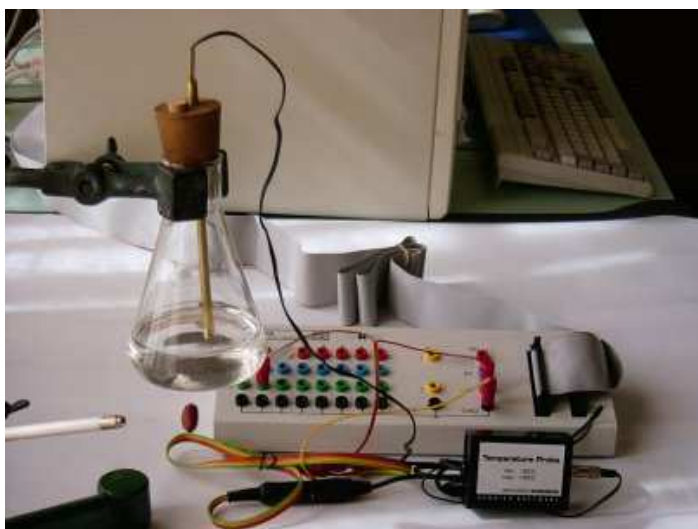
- uporabili računalnik za meritev temperaturne spremembe,
- opazovali energijske spremembe pri sežigu hrane,
- določili energijsko vrednost izbrane hrane,
- primerjali med seboj različne vrste hrane.

MATERIAL

PC - 486 ali Pentium	vžigalice ali vžigalnik
Vmesnik CMC S2A	trska
Senzor temperature	urno steklo
250 ml erlenmajerica ali čaša	stojalo
preparirna igla	prižeme
vzorec hrane (arašid, pokovka,...)	
merilni valj	
Tehtnica	

POSTOPEK

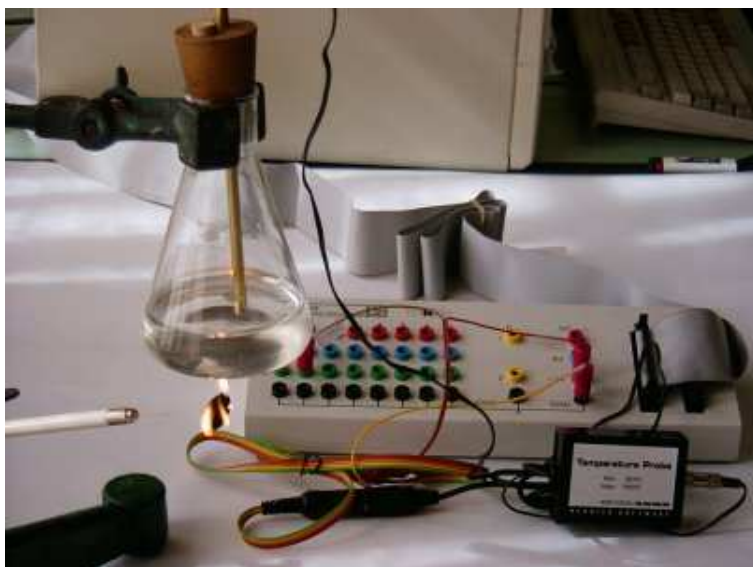
1. Povežite vmesnik z računalnikom
2. Pripravite računalnik za delo. V programu HiSkop določite vrednosti spremenljivki Y1 (y -os). min = 0° in maks = 100° C (če je potrebno, predhodno umerite senzor). Časovno os (x-os) nastavite tako, da bo vrednost na skali med 0 in 5 min (vrednost intervala 5s).
3. Stehtajte vzorec hrane (arašid, pokovka, oreh,ipd.) Nato ga nataknite na preparirno iglo ali za pritrditev uporabite košček žice.



- Stehtajte prazno erlenmajerico. Podatek vpišite v tabelo.
- Vanjo zlijte približno 50 ml hladne vode.
- Stehtajte erlenmajerico z vodo.
- S prižemo pritrdite erlenmajerico na stojalo
- S prižemo pritrdite iglo z vzorcem na stojalo. Med dnem erlenmajerice in arašidom naj bo približno 2,5 cm.
- • Vstavite merilnik. Ta se ne sme dotikati dna ali sten posode.

5. Sprožite meritev!

6. Odmaknite vzorec hrane in ga prižgite. Uporabite leseno trsko ali vžigalnik. Ko zagori, ga nemudoma vrnite v izhodiščni položaj pod središče erlenmajerice.



7. Ko gorenje preneha, počakajte še minuto in prekinite meritev.

8. Stehtajte pooglenele ostanke vzorca.

REZULTATI

Tabela 1			
Meritve	Vzorec 1	Vzorec 2	Vzorec 3
Vrsta hrane			
Masa prazne erlenmajerice (g)			
Masa erlenmajerice z vodo (g)			
Minimalna temperatura vode			
Maksimalna temperatura vode			
Začetna masa hrane (g)			
Končna masa hrane (g)			

Tabela 2			
Izračuni	Vzorec 1	Vzorec 2	Vzorec 3
Masa vode (g)			
Δt vode ($^{\circ}\text{C}$)			
Δ mase hrane (g)			
Energija, ki jo je pridobila voda (J)			
Energijska vrednost hrane (J/g)			

IZRAČUNI

Zapišite izračune v tabelo 2. Potek izračunov prikažite v tabeli 3.

1. Izračunajte razliko v masi pred in po gorenju.

2. Izračunajte razliko temperature vode, t .

3. Izračunajte energijo, ki jo je sprejela voda. Za izračun uporabite formulo:

Energija, ki jo je pridobila voda $r = (\text{masa vode}) \times (\Delta t \text{ vode}) \times (4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C})$

4. Pretvorite izračunano vrednost v koraku 3 v kilojoule ($1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$).

5. Uporabite rezultat koraka 4 za izračun energijske vrednosti za vsak vzorec hrane (v kJ/g):

Energijska vrednost hrane = energija, ki jo je pridobila voda / ?masa hrane

Izračuni	Vzorec 1	Vzorec 2	Vzorec 3
Δm			
Δt			
Pridobljena energija			
Energijska vrednost			

VPRAŠANJA

1. Kolikšna količina arašidov (pokovke, ipd.) bi zadostovala za zadovoljitev vaših dnevnih energijskih potreb po hrani?
2. Katerim molekulam bi lahko pripisali visoko energijsko vrednost arašida?
3. Na kakšen način je vaša hrana pridobila energijo?

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Andrej ŠORGO

**RAČUNALNIŠKO PODPRT LABORATORIJ PRI POUKU
BIOLOGIJE V PROGRAMU GIMNAZIJE**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2004