

1-2

2020

Letnik 25

Fizika v šoli

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana

STROKOVNA PRISPEVKA

Epidemije

Terensko delo pri pouku fizike



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

DIDAKTIČNI PRISPEVKI

Ideje za terensko delo

Formativno spremljanje za manj stresno ocenjevanje znanja

Možnosti uporabe obstoječih gradiv v pogojih pouka na daljavo



KAZALO

Tatjana Gulič
Uvodnik

1

STROKOVNA PRISPEVKA

Dr. Matjaž Perc
Epidemije

2

Dr. Robert Repnik, mag. Damjan Osrajnik in dr. Eva Klemenčič
Terensko delo pri pouku fizike

8

DIDAKTIČNI PRISPEVKI

Tatjana Gulič
Ideje za terensko delo

16

Aljoša Kancler
Formativno spremljanje pri pouku fizike v gimnaziji

21

Lidija Grubelnik
Formativno spremljanje za manj stresno ocenjevanje znanja

26

Jure Ausec
Časovno sprejemljiva povratna informacija brez uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije

31

Damjan Pihler
Preverjanje znanja z uporabo orodja Plickers

35

Mag. Damjan Gašparič
Izvedba navpičnega skoka s pomočjo sodobne merilne opreme

39

Klemen Leban
Merjenja gravitacijskega pospeška z videoanalizo

50

Mag. Daniel Doz
Merjenje temperature z ultrazvokom: eksperimentalno delo z Arduinovo ploščo

56

Marjanca Komar
Dokazi med formativnim spremljanjem učencev pri pouku fizike

67

Milenko Stiplovšek
Možnosti uporabe obstoječih gradiv v pogojih pouka na daljavo

73

UPODOBITVE V FIZIKI

Dr. Mojca Čepič
Sile in njihove lastnosti

93



PACS 01.40. -d, 01.50. -i, 01.55. +b

ISSN 1318-6388

FIZIKA V ŠOLI

letnik XXV, številka 1-2, 2020

Izdajatelj in založnik:

Zavod RS za šolstvo

Predstavniki:

dr. Vinko Logaj

Gostujoča urednica:

Tatjana Gulič

Uredniški odbor:

dr. Vladimir Grubelnik, dr. Tomaž Kranjc,

dr. Marko Marhl, Milenko Stiplovesek,

dr. Barbara Šetina Batič, dr. Saša Zihler,

dr. Mojca Čepič, Goran Bezjak, Tatjana Gulič,

Danica Mati Djuraki

Jezikovni pregled:

Andraž Polončič Ruparčič

Mnenja bralcev v rubriki *Učiteljev pogled*

ne recenziramo in ne lektoriramo.

Prevod povzetkov:

Ensitra prevajanje, Brigita Vogrinec Škraba, s. p.

Urednica založbe:

Andreja Nagode

Oblikovanje:

Simon Kajtna, akad. slik.

Fotografije:

avtorji člankov

Grafična priprava:

ABO grafika d. o. o. - zanj Igor Kogelnik

Tisk:

Tisk Žnidarič, d. o. o.

Naklada: 400 izvodov

Prispevke pošljite na naslov: Zavod RS za šolstvo,

Uredništvo revije Fizika v šoli, Poljanska c. 28,

1000 Ljubljana, e-naslov: revija.fizika@zrss.si.

Naročila: Zavod RS za šolstvo – Založba,

Poljanska c. 28, 1000 Ljubljana, faks: 01/30 05 199,

e-naslov: zalozba@zrss.si

Letna naročnina (2 številki): 22,00 € za šole in ustanove,

16,50 € za fizične osebe, 8,50 € za študente, dijake

in upokojence. Cena posamezne številke v prosti prodaji

je 13,00 €.

Revija je vpisana v razvid medijev, ki ga vodi

Ministrstvo za kulturo pod zaporedno številko 570.

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2020

Vse pravice pridržane. Brez založnikovega pisnega

dovoljenja ni dovoljeno nobenega dela te revije na

kakršenkoli način reproducirati, kopirati ali kako

drugače razširjati. Ta prepoved se nanaša tako na

mehanske oblike reprodukcije (fotokopiranje) kot

na elektronske (snemanje ali prepisovanje na

kakršenkoli pomnilniški medij).

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana.

Drage bralke in bralci,

pred vami je dvojna številka revije *Fizika v šoli*. Strokovni prispevek dr. Matjaža Perca govori o trenutno najaktualnejši temi, pandemiji virusa SARS-CoV-2. Zares zanimivo je videti, kako lahko obnašanje ljudi primerjamo z delci v snovi. Članku je priložena povezava na animacijo, ki kaže širjenje virusa z ali brez omejitve gibanja.

Vodilna tema letošnjega letnika je terensko delo. Izbrali smo jo na začetku leta, še preden se je svet soočil z novo koronavirusno boleznijo. Ta metoda dela je v trenutnih razmerah, če pouk poteka v šoli, izredno primerna. Članek dr. Roberta Repnika, mag. Damjana Osrajnika in dr. Eve Klemenčič nam bo pomagal pri organizaciji učilnice na prostem in dela v njem.

Didaktični prispevki nam najprej ponudijo nekaj zamisli za terensko delo, ki jih boste, upam, s pridom uporabili. V prispevku Aljoša Kancler opisuje formativno spremljanje pouka pri fiziki v gimnaziji in nas opozarja na segmente te vrste poučevanja. Lidija Grubelnik pa poroča, kako lahko manj stresno ocenjujemo znanje, ki temelji na formativnem spremljanju pouka fizike. Sledijo še drugi didaktični prispevki, ki so jih pripravili kolegi učitelji. Članki nazorno predstavijo uporabo različnih aplikacij in pripomočkov za merjenje ter prikaz fizikalnih količin.

Dr. Mojca Čepič je pripravila razmišljanje o silah, težavah pri poimevanju in predstavljanju ter nam ponuja nekaj napotkov za razlago.

Svetovalec Zavoda za šolstvo Milenko Stiplovesek s sodelavci je za nas izbral nekaj prispevkov iz že objavljenih e-priročnikov za fiziko, ki jih najdete na spletnih straneh Zavoda RS za šolstvo pod zavihkom »Strokovne rešitve« v »Digitalni bralnici«.

V rubriki učiteljev pogled nam svoje misli razkrivata upokojeni učitelj Peter Prelog in gimnazijski učitelj Jože Kukman.

Naj vam za konec zaželim čim manj stresno šolsko leto in obilo zdravja. Ob tem pa vas vabim, da svoje izkušnje z delom na daljavo zapišete in nam jih pošljete.

Tatjana Gulič,
gostujoča urednica

Spoštovane bralke in bralci,

tokrat smo vam poslali **revijo brez zaščitne folije**. Za to smo se odločili po premisleku zaradi škode, ki jo le-ta povzroča. Na leto namreč razpošljemo prek **14.000** izvodov revij, zavitih v folijo.



Zavedamo se, da se nezaščiten revija lahko pri dostavi poškoduje, pa vendar se nam to zdi sprejemljivo v primerjavi s škodo, ki jo 14.000 zaščitnih folij povzroča okolju.

Upamo, da boste našo odločitev sprejeli z razumevanjem.

Na e-naslovu zalozba@zrss.si bomo veseli vašega odziva.



Epidemije

Prof. dr. Matjaž Perc

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za fiziko

Izvleček

Nekatere lastnosti človeškega obnašanja v velikih skupinah so natančno opisljive in napovedljive. V tem smo ljudje, čeprav smo kot posamezniki vsak po svoje posebni in unikatni, precej podobni delcem v snovi. Statistična fizika se je v preteklih dveh desetletjih izkazala kot zelo učinkovita za opisovanje pojavov zunaj klasične fizike. Fizika družbenih sistemov tako proučuje kolektivne pojave, do katerih pride zaradi interakcij med posamezniki, ki se obnašajo kot elementarne enote v večjih socialnih strukturah. V tem članku bomo predstavili enostaven matematični model, ki opisuje širjenje epidemije. Raziskali bomo vpliv strukture omrežja na širjenje epidemije ter pomen samoizolacije za zajezitev širjenja. Članek spremlja tudi uporabniku prijazna simulacija, ki jo je mogoče brez programiranja uporabiti v šoli.

Ključne besede: epidemija, omrežje, mali svet, fizika družbe

Epidemics

Abstract

Certain characteristics of human behaviour in large groups are describable and predictable. In this regard people, though special and unique as individuals, quite resemble particles in matter. Over the past two decades, statistical physics has proved to be highly effective in describing phenomena outside of classical physics. The physics of social systems studies collective phenomena that occur due to interactions between individuals who act as elementary units in larger social structures. The article will present a simple mathematical model that describes the spread of an epidemic. It will research the impact of the network's structure on the spread of the epidemic and the importance of self-isolation for containing the spread. The article comes with a user-friendly simulation that can be used in school and does not require programming.

Keywords: epidemic, network, small world, social physics

Uvod

Čeprav smo kot posamezniki unikatni in redko predvidljivi, raziskave kažejo, da se kolektivno pogosto ne obnašamo zelo drugače od delcev v snovi [1]. Številni vidiki kolektivnega obnašanja v človeških družbah so se namreč izkazali kot presenetljivo predvidljivi in dobro opisljivi z enostavnimi matematičnimi modeli, zato so bile metode statistične fizike prenesene na mnoge družbene pojave in izzive sodobnega časa. Med primeri so promet [2], kriminal [3], širjenje epidemij [4], odklanjanje cepljenja [5], spodbujanje sodelovanja [6], podnebne spremembe [7], prekomerna raba antibiotikov [8] pa tudi iskanje moralnosti [9], če naštejemo samo nekatere.

Zanimivo je, da se morebitne povezave med fiziko in družbo v literaturi pojavljajo že stoletja. Pred več kot 200 leti je francoski politik in ekonomist Henri de Saint-Simon tako med prvimi razmišljal, da bi bilo človeško družbo mogoče opisati z zakoni, ki bi bili sorodni tistim v fiziki [10]. Podobne zamisli je že v 17. stoletju imel angleški filozof Thomas Hobbes, ko je svojo teorijo države utemeljil tudi na zakonih gibanja, še posebej na principu inercije, ki ga je v tistih časih odkril Galileo Galilej [11]. Tako imenovano »nevidno roko«, ki jo je v drugi polovici 18. stoletja predlagal škotski ekonomist Adam Smith, danes lahko ponovno prepoznamo v teoriji družbene in ekonomske samoorganizacije pa tudi samoorganizacije v fizikalnih sistemih zu-

naj ravnovesja [12, 13]. Številni ekonomisti so »nevidno roko« takrat v ekonomiji imeli za tako zanesljivo kot gravitacija [14]. Nadalje, ko so v 19. stoletju razvijali fizikalne zakone materije kot ogromnega kolektiva atomov in molekul, je to navdihnilo tudi statistično obravnavo družbe in odstrlo pogled na predvidljiva povprečja v njej. Prav tako kot lahko naključno gibanje molekul plina v kolektivu opišemo z matematično enostavno plinsko enačbo, je obstajalo upanje, da bi tudi sodobne človeške družbe lahko bile predvidljive kot veliki kolektivi posameznikov. Kot je zapisal Philip Ball [10], je bilo zgodnje družboslovje morda zares ustvarjeno z neizrečenim prepričanjem in vero, da obstaja nekakšna »fizika družbe«.

Kljub tej dolgi in zanimivi zgodovini pa se je ta veja fizike pričela zares razvijati šele tik pred koncem 20. stoletja in nam postregla z nekaterimi fascinantnimi odkritji na stičišču fizikalnih in družbenih ved. K temu razvoju je prispeval napredek v statistiki in teoretični fiziki pa tudi razvoj znanosti o omrežjih [15] in računskega družboslovja [16], ne nazadnje pa tudi neprestane inovacije v računalništvu in informacijski tehnologiji. Rezultat je današnja fizika družbe ali fizika družbenih sistemov [17], ki se v svetu vse bolj uveljavlja kot veda, ki nam lahko pomaga ustvarjati boljši jutri.

Eden od pomembnejših vidikov boljše prihodnosti je tudi boljše obvladovanje in napovedovanje epidemij [18], čemur je posvečen ta članek. V nadaljevanju bomo tako predstavili enostaven matematični model, ki opisuje širjenje epidemije. Še posebej bomo raziskali vpliv strukture omrežja na širjenje epidemije ter pomen samoizolacije za zaježitev širjenja. Članek spremlja tudi uporabniku prijazna simulacija, ki jo je mogoče brez programiranja uporabiti v šoli. Dostopna je na matjazperc.com/epidemije.

Matematični model

Širjenje epidemije lahko matematično opišemo z modelom, v katerem je vsakemu posamezniku dodeljeno eno od treh stanj, in sicer dovzeten, okužen in ozdravljen. V angleščini temu modelu pravimo »susceptible-infectious-recovered« ali tako imenovani »SIR model« [4, 5]. Gre seveda za minimalni model, ki ne upošteva človeškega obnašanja in tudi ne mnogih drugih vidikov širjenja epidemije, kot so zaježitveni ukrepi ali samoizolacija.

Kot osnovo za naš model vzemimo kvadratno mrežo $L \times L$, kjer je vsak posameznik i povezan s svojimi štirimi najbližjimi sosedi na vzhodu, zahodu, severu in jugu. Ob času $t = 0$ naj bo večina posameznikov v stanju dovzeten (S), le majhen delež posameznikov na sredini kvadratne mreže pa naj bo v stanju okužen (I). Takšno začetno stanje je prikazano na sliki 1 levo zgoraj. Model bomo simulirali z metodo Monte Carlo, ki s pomočjo generatorja naključnih števil izbira posameznike na mreži in njihove sosede ter s ponavljanjem velikega števila elementarnih korakov omogoča vpogled v rešitve tovrstnih modelov. Natančneje, za dokončanje vsakega koraka simulacije Monte Carlo moramo izvesti L^2 naslednjih elementarnih korakov. Najprej z generatorjem naključnih števil naključno izberemo enega posameznika i . Potem imamo naslednje možnosti: (i) Če je ta posameznik i v stanju dovzeten, potem prav tako naključno izberemo še enega izmed njegovih štirih sosedov j . Če je sosed j v stanju okužen, potem tudi posameznik i postane okužen z verjetnostjo p . Kolikor večja je verjetnost p , toliko hitreje se epidemija širi. Za primer bomo v tem članku vzeli $p = 0.8$, čeprav podobne glavne zaključke dobimo tudi z drugimi vrednostmi $0 \leq p \leq 1$. Če pa je sosed j v stanjih dovzeten ali ozdravljen, se s posameznikom i ne zgodi nič. (ii) Če je naključno izbrani posameznik i v stanju okužen, potem preverimo, ali je od začetka njegove okužbe minil vsaj čas T , pri čemer se ta čas meri v celotnih korakih simulacije. Če je čas T minil, postane posameznik i ozdravljen, sicer pa ostaja okužen. Času T v angleščini pravimo »recovery time«, torej čas, ki ga posamezniki v povprečju potrebujejo za ozdravitev. Čim daljši je čas T , tem večji delež populacije se okuži, in nasprotno, čim krajši je čas T , tem manjši je ta delež. (iii) Če je naključno izbrani posameznik i v stanju ozdravljen, se ne zgodi nič.

Iz opisanega sledi, da ima znotraj enega celotnega koraka simulacije vsak posameznik v povprečju enkrat možnost, da ga generator naključnih števil izbere in da se ali okuži ali, če je že okužen, ozdravi. Simulacija se konča, ko delež okuženih pade na nič.

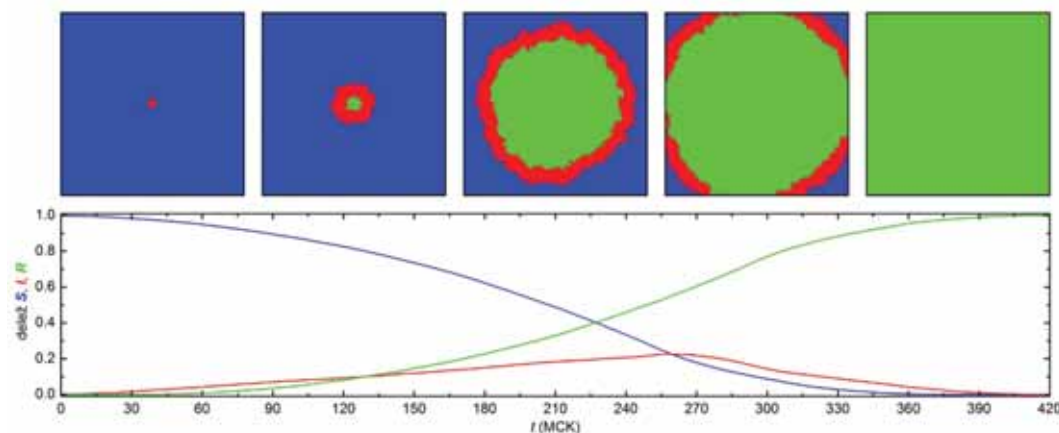
Širjenje epidemije lahko matematično opišemo z modelom, v katerem je vsakemu posamezniku dodeljeno eno od treh stanj, in sicer dovzeten, okužen in ozdravljen.

Rezultati

Začeli bomo s predstavitvijo rezultatov, ki jih dobimo z verjetnostjo za okužbo $p = 0.8$ ter časom za ozdravitev $T = 40$ celotnih korakov simulacije Monte Carlo. Uporabili bomo kvadratno mrežo velikosti 250×250 s periodičnimi robnimi pogoji, kjer so ob času $t = 0$ vsi posamezniki v stanju dovzeten (S) (modra), razen 97 posameznikov na sredini mreže, ki so v stanju okužen (I) (rdeča), kot je prikazano na sliki 1 levo zgoraj. Spomnimo, da periodični robni pogoji preprosto povežejo vse posameznike na robovih kvadratne mreže z njihovimi sosedi na drugi strani. Tako se znebimo vpliva končne velikosti kvadratne mreže, ki s periodičnimi robnimi pogoji, ob predpostavki dovolj velikega $L \times L$ (veliko večji od tipičnih vzorcev, ki jih opazimo med simulacijo), deluje kot neskončna. Če sledimo zaporedju prostorskih porazdelitev stanj na sliki 1 zgoraj od leve proti desni, vidimo, da se število okuženih veča. Toda ko čas simulacije t preseže čas za ozdravitev T se pojavijo tudi ozdravljeni (R) (zeleni). Medtem ko fronta okuženih napreduje proti robovom mreže, se veča tudi delež ozdravljenih, delež dovzetnih pa stalno pada. Na koncu nam ostanejo samo ozdravljeni in simulacija je končana. Časovni potek tega razvoja je z deleži posameznih stanj prikazan na sliki 1 spodaj.

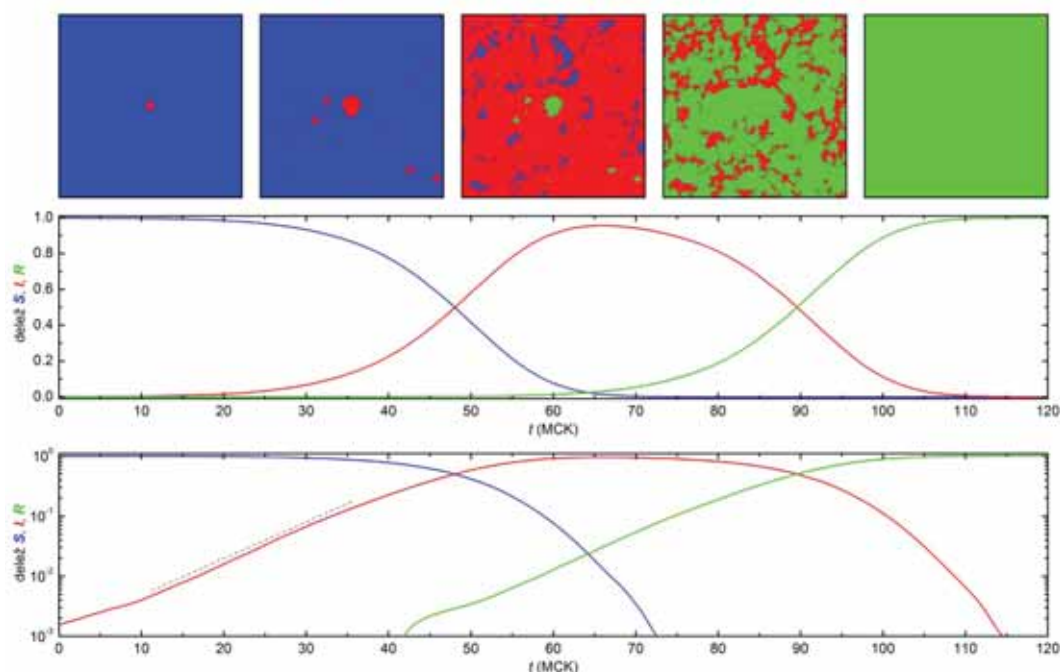
Če zgornjo simulacijo ponovimo tako, da pri enakem času za ozdravitev $T = 40$ uporabimo manjšo verjetnost za okužbo p , ugotovimo, da je fronta okuženih nekoliko tanjša, da epidemija napreduje počasneje ter da je vrh deleža okuženih nižji kot pri višjih vrednostih p . Če pa simulacijo ponovimo tako, da pri enaki verjetnosti za okužbo $p = 0.8$ uporabimo daljši čas T , ugotovimo, da se epidemija širi enako hitro, da je fronta okuženih debelejša (približno za enak faktor, kot je daljši čas T), in posledično, da je tudi vrh deleža okuženih višji kot pri nižjih vrednostih T . Bralcu na tem mestu priporočamo, da si naloži uporabniku prijazno simulacijo, dostopno na matjazperc.com/epidemije, ter sam preizkusi različne možnosti.

Bralcu na tem mestu priporočamo, da si naloži uporabniku prijazno simulacijo, dostopno na matjazperc.com/epidemije, ter sam preizkusi različne možnosti.



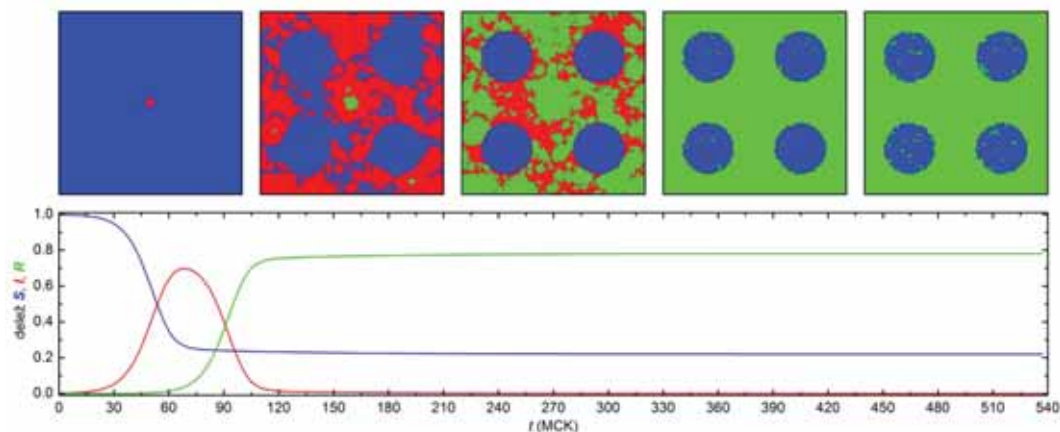
Slika 1: Potek epidemije na kvadratni mreži velikosti 250×250 s periodičnimi robnimi pogoji, kot ga dobimo z verjetnostjo za okužbo $p = 0.8$ in časom za ozdravitev $T = 40$. Prostorske porazdelitve stanj so prikazane v zgornji vrsti, od leve proti desni ob času $t = 0, 54, 223, 305$ in 420 korakov simulacije Monte Carlo (MCK). Spodaj je prikazan časovni potek tega razvoja z deleži posameznih stanj. Spodaj in zgoraj so naslednje barve in oznake: dovzeten (S) (modra), okužen (I) (rdeča), ozdravljen (R) (zeleni).

Kot vemo, pa kvadratna mreža, ki smo jo uporabljali do zdaj, družbenih omrežij ne opiše prav dobro. Da bi se vsaj malo približali stvarnosti, lahko nek delež povezav q v kvadratni mreži naključno prevežemo. Tako dobimo bližnjice oziroma neposredne povezave med sicer na mreži oddaljenimi posamezniki. To močno zmanjša povprečno pot, ki jo moramo prehoditi, da med sabo povežemo vse možne pare. S tem dobimo mrežo »malega sveta«, kot sta jo prva teoretično opisala Duncan J. Watts in Steven H. Strogatz leta 1998 [19]. Dejstvo, da lahko v družbenih omrežjih, ki imajo več milijonov posameznikov, med sabo povežemo katerikoli par v povprečju z največ približno šestimi povezavami (tako imenovani »six degrees of separation«), je ena izmed njihovih najpomembnejših lastnosti. Izkaže se, da če naključno prevežemo le en odstotek povezav v kvadratni mreži, že dobimo mali svet [19].



Slika 2: Potek epidemije na mreži malega sveta (naključno prevezan en odstotek povezav) velikosti 250×250 s periodičnimi robnimi pogoji, kot ga dobimo z verjetnostjo za okužbo $p = 0.8$ in časom za ozdravitev $T = 40$. Prostorske porazdelitve stanj so prikazane v zgornji vrsti, od leve proti desni ob času $t = 0, 20, 60, 95$ in 120 korakov simulacije Monte Carlo (MCK). Na spodnjih dveh slikah je prikazan časovni potek tega razvoja z deleži posameznih stanj na linearni (sredina) in logaritemski skali (spodaj). Črtna siva črta spodaj prikazuje premico s strmino 0.062 ± 0.001 , kar natančno opisuje eksponentno rast s prirastkom ≈ 0.15 na en korak simulacije. Barve in oznake so enake kot na sliki 1.

Slika 2 prikazuje širjenje epidemije pod natančno enakimi pogoji kot slika 1, le da smo namesto kvadratne mreže uporabili mrežo malega sveta, ki smo jo dobili tako, da smo naši kvadratni mreži naključno prevezali en odstotek povezav. Kot lahko vidimo, se počasno difuzno širjenje fronte okuženih s slike 1 zamenja z zelo hitrim izbruhom okuženih po celotni mreži. Vrh deleža okuženih nastopi veliko prej in je tudi veliko višji kot na kvadratni mreži. Neko-



Slika 3: Potek epidemije na mreži malega sveta (naključno prevezan en odstotek povezav) velikosti 250×250 s periodičnimi robnimi pogoji, kot ga dobimo z verjetnostjo za okužbo $p = 0.8$ in časom za ozdravitev $T = 40$. Vpeljana je samoizolacija v štirih krogih s po 3908 posamezniki, kjer je le petodstotna verjetnost, da bo posameznik i znotraj kroga obiskal svojega naključno izbranega soseda j . Prostorske porazdelitve stanj so prikazane v zgornji vrsti, od leve proti desni ob času $t = 0, 54, 94, 183$ in 537 korakov simulacije Monte Carlo (MCK). Spodaj je prikazan časovni potek tega razvoja z deleži posameznih stanj. Barve in oznake so enake kot na sliki 1.

Kot zanimivost: povprečna rast novih potrjenih primerov med pandemijo covid-19 je bila v številnih evropskih državah zelo podobna.

liko natančneje: če časovni potek narišemo z logaritemsko skalo deležev posameznih stanj, vidimo, da se delež okuženih veča eksponentno s prirastkom ≈ 0.15 na en korak simulacije. Kot zanimivost: povprečna rast novih potrjenih primerov med pandemijo covid-19 je bila v številnih evropskih državah zelo podobna [18]. Tudi na tem mestu bralcu priporočamo, da s simulacijo, dostopno na matjazperc.com/epidemije, preizkusi različne vrednosti deleža naključno prevezanih povezav v kvadratni mreži in preveri, kako večji in manjši deleži vplivajo na širjenje epidemije.

Kot zadnji primer si pogledjmo še vpliv samoizolacije na širjenje epidemije. Za to na mreži malega sveta s slike 2 definirajmo štiri kroge s po 3908 posamezniki, kjer vpeljemo enako lepetodstotno verjetnost, da bo posameznik i znotraj kroga obiskal svojega naključno izbranega sosedo j . V izvorni različici koraka simulacije, in za vse preostale posameznike zunaj omenjenih krogov, je ta verjetnost vselej 100 %, zato je do sedaj sploh nismo omenjali. Slika 3 prikazuje širjenje epidemije pod natančno enakimi pogoji kot slika 2, z razliko od prej omenjenih štirih krogov. Kot lahko vidimo, se približno 22 % vseh posameznikov nikoli ne okuži. Na mreži velikosti 250×250 to ustreza 13.750 posameznikom, kar deljeno s štiri pomeni približno 3438. Seveda so vsi ti posamezniki znotraj prej definiranih krogov s po 3908 posamezniki, od koder sledi, da je stroga samoizolacija skoraj 90-odstotno učinkovita pri preprečevanju okužb. Poudariti velja, da to drži tudi za mreže malega sveta, čeprav se učinkovitost samoizolacije manjša z večanjem deleža naključno prevezanih povezav (bližnjic) v kvadratni mreži.

Zaključek

V članku smo na kratko predstavili zgodovino fizike družbenih sistemov ter izpostavili njen pomen pri trenutnih raziskavah prometa [2], kriminala [3], širjenja epidemij [4], odklanjanja cepljenja [5], spodbujanja sodelovanja [6], podnebnih sprememb [7], prekomerne rabe antibiotikov [8] pa tudi iskanja moralnosti [9]. Fizika družbenih sistemov, ali kar fizika družbe, je danes uveljavljena veja fizike [1], ki ji namenjajo velik del mednarodne periodike pa tudi posebne izdaje v priznanih fizikalnih in interdisciplinarnih revijah [17].

V članku smo kot primer raziskav v fiziki družbe predstavili enostaven matematični model, ki opisuje širjenje epidemije. Glede na to, da je trenutno čas širjenja pandemije covid-19, ki hudo pustoši še posebej v Italiji in Španiji, pa tudi v Veliki Britaniji in Združenih državah Amerike, je to vsekakor zanimiva in aktualna tema [18]. Širjenje epidemije smo matematično opisali z modelom, v katerem je vsakemu posamezniku dodeljeno eno od treh stanj, in sicer dovzeten, okužen in ozdravljen (SIR model) [4, 5]. Pokazali smo, kako se širjenje epidemije pohitri, če samo majhen delež povezav v kvadratni mreži naključno prevezemo tako, da dobimo omrežje malega sveta. Še posebej smo izpostavili eksponentno rast okuženih, ki nastopi v tem primeru, podobno kot lahko danes v stvarnem času ugotovimo za širjenje pandemije covid-19. Prav tako smo pokazali, da je stroga samoizolacija lahko tudi do 90-odstotno učinkovita, čeprav njena učinkovitost pada z deležem bližnjic med daljnimi sosedi na omrežju. Za konec naj še poudarimo, da so ti zaključki v veliki meri neodvisni od smiselnih začetnih pogojev, na primer od začetnega števila okuženih ali od števila posameznikov, ki so samoizolirani, in veljajo tudi za druge vrste regularnih mrež ter družbenih omrežij.

Med podajanjem rezultatov smo bralcu nakazali tudi zanimive poskuse, ki jih lahko izvede sam s pomočjo uporabniku prijazne simulacije, dostopne na matjazperc.com/epidemije. V zadovoljstvo in veselje nam bo, če bo ta članek bralca navdušil za fiziko družbenih sistemov in če bo ta veja fizike sčasoma našla pot tudi v osnovnošolske in srednješolske učilnice.

Kot lahko vidimo, se približno 22 % vseh posameznikov nikoli ne okuži.

Stroga samoizolacija skoraj 90-odstotno učinkovita pri preprečevanju okužb.

Viri in literatura

- [1] Castellano, C., Fortunato, S., in Loreto, V. (2009). *Statistical physics of social dynamics*. Rev. Mod. Phys. 81, 591.
- [2] Helbing, D. (2001). *Traffic and related self-driven many-particle systems*. Rev. Mod. Phys. 73, 1067.
- [3] D'Orsogna, M. R. in Perc, M. (2015). *Statistical physics of crime: A review*. Phys. Life Rev. 12, 1.
- [4] Pastor-Satorras, R., Castellano, C., Van Mieghem, P., in Vespignani, A. (2015). *Epidemic processes in complex networks*. Rev. Mod. Phys. 87, 925.
- [5] Wang, Z., Bauch, C. T., Bhattacharyya, S., d'Onofrio, A., Manfredi, P., Perc, M., Perra, N., Salathe, M., in Zhao, D. (2016). *Statistical physics of vaccination*. Phys. Rep. 664, 1.
- [6] Perc, M., Jordan, J. J., Rand, D. G., Wang, Z., Boccaletti, S., in Szolnoki, A. (2017). *Statistical physics of human cooperation*. Phys. Rep. 687, 1.
- [7] Pacheco, J. M., Vasconcelos, V. V., in Santos, F. C. (2014). *Climate change governance, cooperation and self-organization*. Phys. Life Rev. 11, 573.
- [8] Chen, X. in Fu, F. (2018). *Social learning of prescribing behavior can promote population optimum of antibiotic use*. Front. Phys. 6, 193.
- [9] Capraro, V. in Perc, M. (2018). *Grand challenges in social physics: In pursuit of moral behavior*. Front. Phys. 6, 107.
- [10] Ball, P. *Why Society is a Complex Matter* (Springer, Berlin, 2012).
- [11] Windolph, F. L. *Leviathan and Natural Law* (Princeton University Press, Princeton NJ, 1951).
- [12] Mantegna, R. N. in Stanley, H. E. *Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance* (Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1999).
- [13] Helbing, D. *Social Self-organization* (Springer, Berlin, 2012).
- [14] Smith, A. *The Theory of Moral Sentiments* (Strand & Edinburgh, U.K., 1759).
- [15] Barabasi, A.-L. (2012). *The network takeover*. Nat. Phys. 8, 14.
- [16] Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabasi, A.-L., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M., et al. (2009). *Computational social science*. Science 323, 721.
- [17] Perc, M. (2019). *The social physics collective*, Sci. Rep. 9, 16549.
- [18] Perc, M., Gorišek Miksić, N., Slavinec, M., in Stožer, A. (2020). *Forecasting COVID-19*. Front. Phys. 8, 127.
- [19] Watts, D. J. in Strogatz, S. H. (1998). *Collective dynamics of 'small world' networks*. Nature 393, 440.

Terensko delo pri pouku fizike

Izr. prof. dr. Robert Repnik,^{1,2} asist. mag. Damjan Osrajnik,^{1,3} asist. dr. Eva Klemenčič¹

¹ Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

² Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije

³ Osnovna šola Radlje ob Dravi

Izvleček

V prispevku predstavimo prednosti in pomanjkljivosti terenskega dela, ki se trenutno v šolah manj izvaja. Podrobneje predstavimo možnost izvedbe terenskega dela v zunanji učilnici, ki mora biti ustrezno opremljena, če želimo, da postane pouk v zunanji učilnici pogosta praksa v šolah. Na podlagi učnih načrtov predmetov z naravoslovnimi vsebinami predlagamo didaktično opremo zunanje učilnice ter primer organizacije učne ure terenskega dela z uporabo skupinske učne oblike.

Ključne besede: terensko delo, zunanja učilnica, didaktična oprema, organizacija poučevanja, fizika

Fieldwork in Physics Lessons

Abstract

The paper presents the advantages and disadvantages of fieldwork, which is currently being implemented in schools to a lesser extent. The fieldwork in an outdoor classroom is presented in detail. The outdoor classroom should have the appropriate equipment if we want it to be used often. Based on the curricula of subjects that include natural science contents, the didactic equipment of the outdoor classroom is suggested. In addition, the organization of fieldwork lessons by working in groups is proposed.

Keywords: fieldwork, outdoor classroom, didactic equipment, organization of fieldwork, Physics

Uvod

Aktivna vloga učencev pri pedagoškem procesu lahko vodi v dvig motivacije, izboljšanje razumevanja in pridobivanje novih izkušenj. Zato učitelji uporabljajo različne inovativne učne oblike in metode, s katerimi imajo učenci vlogo aktivnih udeležencev in ne samo pasivnih prejemnikov informacij. Menimo, da je za (bodoče) učitelje zelo pomembno dobro poznavanje tako uveljavljenih kot tudi inovativnih metod in pristopov poučevanja, saj lahko z ustrezno kombinacijo izboljšajo pedagoški proces. Temu posebno pozornost namenjamo na študijskih programih za izobraževanje bodočih učiteljev naravoslovnih vsebin na Univerzi v Mariboru [1] in verjamemo, da je podobno tudi na drugih študijskih programih za izobraževanje učiteljev. Trenutno se večinski delež pouka izvaja v zaprtih prostorih, ure pouka zunaj učilnice so redke, z izjemo naravoslovno-tehniških dni, ekskurzij in šol v naravi [2]. Organizacija in izvedba pouka na prostem lahko pozitivno učinkujeta na telesno in duševno zdravje učencev, pripomoreta k dvigu motivacije in posledično izboljšata učne dosežke [2, 3].

Ena od aktivnih učnih metod za izvedbo pouka zunaj učilnice je terensko delo, ki pri učencih spodbuja radovednost in zanimanje ter jih sooči s stvarnimi izzivi v neposrednem okolju. Učenci se pri terenskem delu iz prve roke seznanijo z različnimi raziskovalnimi metodami, kot so opazovanje, zaznavanje, načrtovanje, merjenje, primerjanje, analiziranje in poročanje. Terensko delo je izkustveno učenje in lahko pripomore k izboljšanju razumevanja kompleksnih pojavov [4].

Študije kažejo [5], da učitelji kot pglavitne prednosti vključevanja terenskega dela v pedagoški proces navajajo kontekstualizacijo teoretičnega znanja in pridobivanje predmetno specifičnih veščin, pridobivanje prenosljivih spretnosti pa je drugotnega pomena. Po drugi

Ena od aktivnih učnih metod za izvedbo pouka zunaj učilnice je terensko delo, ki pri učencih spodbuja radovednost in zanimanje ter jih sooči s stvarnimi izzivi v neposrednem okolju.

strani so po mnenju učencev glavne prednosti terenskega dela ravno pridobivanje prenosljivih spretnosti in učenje v kontekstu. Rezultati terenskega dela niso vidni le na kognitivnem, ampak tudi na osebnem, čustvenem, družbenem in fizičnem nivoju [3, 6]. Izkazalo se je, da vključevanje terenskega dela v pedagoški proces pripomore k sodelovanju učencev in utrjuje medosebna razmerja tako med učenci kot tudi med učencem in učiteljem [7]. Kljub temu raziskave kažejo [2, 5, 8], da je terensko delo v pedagoški proces redkeje vključeno, največkrat se izvaja v obliki ekskurzij in občolskih dejavnosti in ne znotraj rednega pouka. Pogost razlog je pomanjkanje časa, saj priprava in izvedba terenskega dela predstavljata organizacijski zalogaj, ki zahteva usposobljen kader in timsko delo [9]. Zavedati pa se je treba, da pri terenskem delu ne gre le za usvajanje učne vsebine, kar sicer predstavlja osrednji del učne ure. Tako učitelji kot učenci pridobijo pomembne izkušnje tudi pred začetkom in po zaključku osrednjega dela. Poleg ovir organizacijske narave se učitelji soočajo tudi z vsebinskimi in disciplinskimi problemi, kar pa je mogoče rešiti s primerno izbiro dejavnosti [2].

Pri predmetih z naravoslovnimi vsebinami se namesto terenskega dela pogosto uporablja laboratorijsko delo [10]. Pomembna prednost laboratorijskega dela je predvsem neodvisnost od vremenskih razmer ter praviloma manjša časovna zahtevnost. Z laboratorijskim delom poustvarjamo pojave iz narave, pri čemer lahko natančno nadzorujemo zunanje dejavnike. Še več, nekatere neželene dejavnike lahko zaobidemo ali odstranimo in izpostavimo ključne dejavnike, s čimer postane pojav manj zapleten in posledično lažji za obravnavo. Po drugi strani postane tako obravnavan primer manj avtentičen, zato ga učenci težje povežejo z izkušnjami iz življenja. Primer je »klada na klancu«. Ugotavljamo, da je vključevanje avtentičnih problemov v pedagoški proces pomembno tudi za razvoj naravoslovne pismenosti [11]. Z laboratorijskim delom se učenci sicer urijo v metodi opazovanja, načrtovanja, merjenja, analiziranja in poročanja, a jim ne omogoča avtentične izkušnje. Ker je pri laboratorijskem delu vloga učitelja običajno večja kot pri terenskem delu [9], je manj razvijanja sodelovalnih in socialnih veščin ter vodstvenih kompetenc.

V prispevku predstavimo dve obliki terenskega dela glede na območje izvedbe. Najprej predstavimo terensko delo v zunanji učilnici (učilnici na prostem), ki je primerna za izvedbo v okviru rednega pouka. Podamo priporočila za opremljenost zunanje učilnice in organizacijo pouka ter pregledamo učne vsebine, primerne za izvedbo v zunanji učilnici. Nato predstavimo druge oblike terenskega dela, pri čemer se osredotočimo na ekskurzije.

V tem prispevku uporabljamo besedo »učenci« tako za učence osnovnih kot tudi dijake srednjih šol in moški spol za učitelja, s čimer mislimo tako učitelja kot učiteljico na osnovnih in srednjih šolah, enako velja za učenca in dijaka.

Terensko delo v zunanji učilnici

Zunanja učilnica ali učilnica na prostem predstavlja inovativni izkustveni učni prostor na prostem, kjer se lahko učenci seznanijo z resničnimi naravnimi pojavi, raziskujejo in izvajajo druge učne dejavnosti. Učenci se soočijo z reševanjem avtentičnih problemov, urijo se v skupinskem delu in komunikacijskih spretnostih ter med drugim razvijajo skrb za okolje in pozitiven odnos do narave. Poleg na kognitivnem nivoju so učinki uporabe zunanje učilnice pozitivni tudi na psihofizičnem nivoju. Učenci razvijajo ročne in motorične spretnosti [12], gradijo samozavest in dobre odnose s sošolci in učiteljem ter se privajajo svoj čas preživljati v naravi, stran od elektronskih naprav [13]. Zunanja učilnica ponuja več možnosti za gibanje učencev in tako predstavlja bolj zdravo učno okolje, vendar je zato toliko pomembnejše poskrbeti za ustrezno varnost učencev.

Določene elemente zunanje učilnice ali učilnice na prostem že imajo nekatere šole v Sloveniji, na primer Osnovna šola Kajetana Koviča Radenci, Osnovna šola Louisa Adamiča Grosuplje, Osnovna šola Ivana Cankarja Vrhnika, Osnovna šola Puconci in druge, ali pa so v fazi načrtovanja. V nadaljevanju predlagamo, kako celovito zasnovati in organizirati zunanjo učilnico, ki bi ponujala izvedbo različnih aktivnosti z več področij, osredotočimo pa se zlasti na primernost za poučevanje fizikalnih vsebin. Pri tem imamo v mislih vse fizikalne vsebine pri predmetih po vzgojno-izobraževalni vertikali od prvega razreda osnovne šole (Spoznavanje okolja, Naravoslovje in tehnologija, Naravoslovje, izbirni predmeti v osnovni šoli, Fizika) do zaključka srednješolskega izobraževanja (Fizika, Naravoslovje). Seveda se z izvajanjem interdisciplinarnega in medpredmetnega pouka fizikalne vsebine lahko vključujejo tudi v druge predmete.

Zunanja učilnica ponuja več možnosti za gibanje učencev in tako predstavlja bolj zdravo učno okolje, vendar je zato toliko pomembnejše poskrbeti za ustrezno varnost učencev.

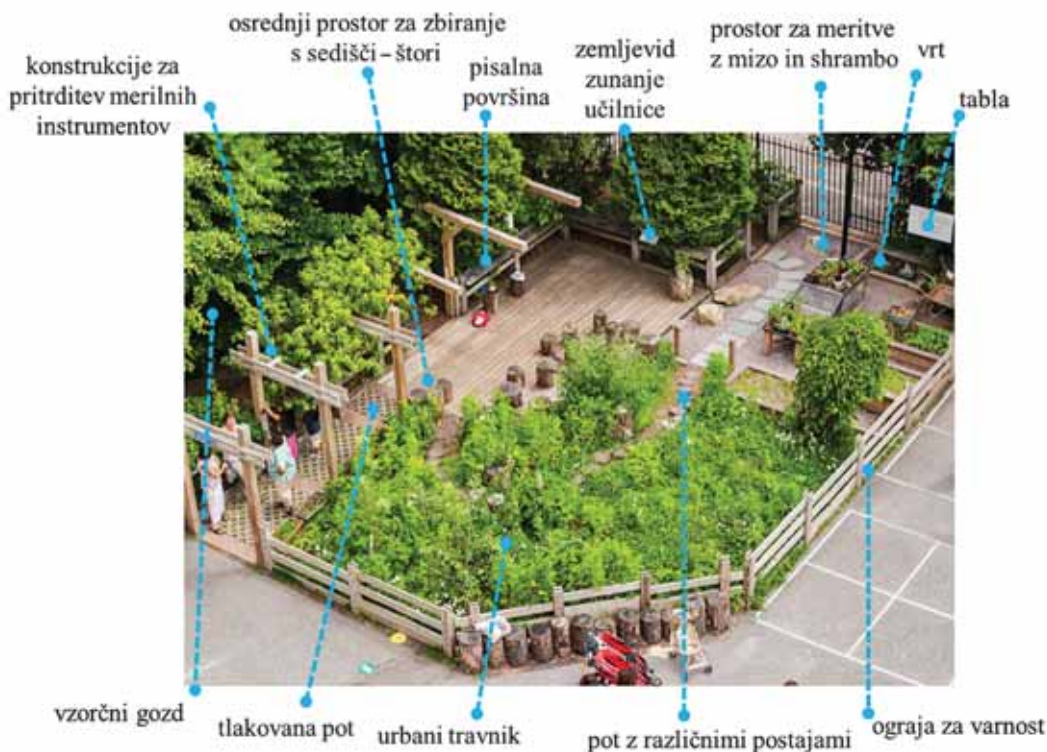
Struktura zunanje učilnice

Pri zasnovi zunanje učilnice je smiselno upoštevati nekaj smernic, da bo učilnica primerna za uporabo pri različnih predmetih v vseh vzgojno-izobraževalnih obdobjih. Z organizacijskega vidika je priporočljivo, da je zunanja učilnica v neposredni bližini šole na šolskih površinah. Prva prednost neposredne bližine šole je pridobitev časa za osrednjo učno dejavnost, ki jo želimo izvesti v zunanji učilnici. Pomanjkanje časa je namreč pogost vzrok za manj terenskega dela. Druga prednost je, da imamo v bližini dostopne druge prostore, ki bi jih lahko med poukom na prostem potrebovali, na primer kabinet za pripravo pouka in shranjevanje učil, laboratorij, delavnico in sanitarije.

Velikost zunanje učilnice in njena umestitev v bližini šole sta odvisni od lokacije šole. Šole v urbanih naseljih imajo običajno manj zunanjih šolskih površin, ki bi bile primerne za zunanjo učilnico, zato je njena struktura prilagojena danemu okolju. V idealnem primeru bi zunanja učilnica imela osrednji prostor, kjer se lahko zbere ves razred za uvodna navodila in zaključek ure, manjše, ločene prostore za delo po skupinah ali postajah, prostor z mizami za izvedbo poskusov, prostor za vrt, travnik, drevesa in drugo rastlinje, potok ter prostor za ločevanje odpadkov in kompostnik. Zunanjo učilnico je dobro v celoti ali vsaj delno ograditi, s čimer pripomoremo k večji varnosti učencev, hkrati pa zmanjšamo možnosti vandalizma. Pri načrtovanju je dobro razmisliti tudi, katerega od prostorov je smiselno pokriti z nadstreškom ali planjavo za zaščito pred dežjem in soncem. Primer manjše zunanje učilnice v urbanem okolju je predstavljen na sliki 1, ki prikazuje priporočljivo opremo zunanje učilnice: sedišča (fiksna in mobilna), pisalne in delovne površine, shrambo, tablo in konstrukcije za pritrditev merilnih instrumentov.

Pomanjkanje časa je namreč pogost vzrok za manj terenskega dela.

Zunanjo učilnico je dobro v celoti ali vsaj delno ograditi, s čimer pripomoremo k večji varnosti učencev, hkrati pa zmanjšamo možnosti vandalizma.



Slika 1: Primer zasnove manjše urbane zunanje učilnice. Povzeto po [14].

Vsa oprema, še posebej pisalne in delovne površine, sedišča in shramba, mora biti iz robustnih materialov, ki so odporni proti sončni svetlobi, vlagi in dežju. Upoštevati moramo, da bodo zunanjo učilnico uporabljali učenci različnih starostnih skupin, in temu primerno ergonomsko prilagoditi višino sedišča in pisalnih površin [15, 16]. Poleg navedene opreme je iz organizacijskih razlogov v zunanji učilnici dobro načrtovati še umivalnik z vodovodno napeljavo in električno vtičnico, ki pa ima stikalo za vklop in izklop v šoli.

Didaktična oprema zunanje učilnice

Prvotni namen zunanje učilnice je uporaba za učenje učnih vsebin iz učnih načrtov. V nadaljevanju se osredotočimo, kako organizirati zunanjo učilnico in učno uro za izvedbo terenkega dela pri pouku fizike.

Na podlagi učnih načrtov predmeta Fizika (osnovna [17] in srednja šola [18]), Naravoslovje [19] in Naravoslovje in tehnika [20] predlagamo, da se za zunanjo učilnico predvidijo naslednji merilni instrumenti: vetrokaz, merilec vetra, termometer, manometer, barometer, higrometer, areometer, merilec padavin, sončna ura, merilnik kisika v zraku, merilnik ionizirajočega sevanja. Predlogi učnih vsebin iz učnega načrta posameznega predmeta, pri katerih lahko vključimo našete merilne instrumente, so predstavljeni v tabeli 1. Opomnimo, da ta trenutek poteka pregled učnih načrtov za fiziko, ki bo morda vodil v določene spremembe. Upamo, da bodo morebitne spremembe še vedno omogočale načine dela, predlagane v tem prispevku, saj jih sedanjí učni načrt omogoča.

Prvotni namen zunanje učilnice je uporaba za učenje učnih vsebin iz učnih načrtov.

Tabela 1: Predlogi uporabe merilnih instrumentov pri učnih vsebinah za predmet Fizika, osnovnošolski (OŠ) in srednješolski (SŠ) nivo, ter Naravoslovje in tehnika.

Merilni instrument	Predmet	Učna vsebina
Vetrokaz in vetromer	Naravoslovje in tehnika	Gibanje zraka (nastanek vetra, smer vetrov, načrtovanje naprav za merjenje vetra in vetrnic)
	Naravoslovje	Energija: obnovljivi viri energije, vetrne elektrarne
	Fizika (OŠ)	Metode dela pri fiziki, merjenje in merski sistem, atmosferski pojavi in vreme
Termometri (analogni in digitalni)	Naravoslovje in tehnika	Vpliv sonca na vreme, toplota in temperatura
	Naravoslovje	Tokovi in energija: toplotni tok, toplotni prevodniki in izolatorji
	Fizika (OŠ)	Temperatura, temperaturno raztezanje, tlak plina, prenos toplote, atmosferski pojavi in vreme
	Fizika (SŠ)	Temperaturno raztezanje, temperatura rosišča (absolutna in relativna vlažnost zraka), prenos toplote
Manometer	Naravoslovje in tehnika	Tekočine tečejo
	Fizika (OŠ)	Tlak v tekočinah
	Fizika (SŠ)	Tlak v tekočinah
Barometer	Naravoslovje in tehnika	Gibanje zraka
	Fizika (OŠ)	Atmosferski pojavi in vreme
	Fizika (SŠ)	Absolutna in relativna vlažnost zraka, temperatura rosišča
Higrometer	Fizika (SŠ)	Absolutna in relativna vlažnost zraka, temperatura rosišča
Areometer	Naravoslovje in tehnika	Razvrščanje in lastnosti snovi
	Fizika (OŠ)	Gostota, tlak in vzgon – gostota in specifična teža
	Fizika (SŠ)	Merjenje, fizikalne količine in enote
Merilec padavin	Fizika (OŠ)	Atmosferski pojavi in vreme
Sončna ura	Naravoslovje in tehnika	Gibanje Zemlje, nastanek dneva in noči, senca, vpliv sonca na vreme
Merilnik ionizirajočega sevanja	Fizika (SŠ)	Atomsko jedro – radioaktivno sevanje

Poleg merilnih instrumentov so priporočeni pripomočki tehtnice, uteži, tračno in kljunasto merilo, silomeri, štoparice, polarizatorji, vezne žice, lupe, škripci, vzmeti, vrvi, deske, palice, stativni material in primeži, črpalke na vodni curek, pladnji, vedra in posode različnih dimenzij, škarje, klešče, lopatke, cevi za vodo, zalivalke, brisače. Poskrbeti je treba tudi za protipožarno opremo, opremo za prvo pomoč in zaščitna sredstva.

Ob učnih vsebinah, ki so naštet v tabeli 1, zunanja učilnica ponuja obravnavo številnih drugih fizikalnih učnih vsebin, ki ne zahtevajo posebnih merilnih instrumentov, na primer opazovanje navidezne poti Sonca in opazovanje nočnega neba. Pri slednjem je dobro vključiti dodatne terenske pripomočke, kot so vrtljiva zvezdna karta, daljnogled, kompas, sekstant in teleskop. Hkrati terensko delo v zunanjih učilnicah ponuja možnosti za medpredmetno sodelovanje z drugimi naravoslovnimi predmeti – biologijo, kemijo in tehniko, matematiko – ter z družboslovnimi predmeti, kot je geografija. Iz pregleda učnih načrtov ugotavljamo, da je veliko naravnih pojavov, ki so del učnih vsebin, mogoče neposredno opazovati na terenu. Pri izbiri učnih vsebin pa naj nas vedno vodi vprašanje, kaj pridobijo učenci, če eksperiment izvedemo zunaj, v resničnem okolju. Seveda imajo pri tem velik vpliv vremenske razmere, letni časi, lokacija šole in predvidljivost pojavov. Nekateri naravni pojavi ob določenem času in na določenem kraju niso dosegljivi za opazovanje in preučevanje na terenu, na primer nastanek mavrice, opazovanje zvezdnega neba v urbanem okolju (pri tem je velika težava svetlobna onesnaženost [21]) in opazovanje določenih vrst rastlin, plodov. Zato je pomembno, da učitelji pojave, ki jih ne morejo preučiti v naravnem okolju, znajo poustvariti v laboratoriju ali učencem prikazati drugače.

Organizacija terenskega dela v zunanji učilnici

Pred izvedbo terenskega dela v zunanji učilnici je treba učence vnaprej opozoriti na primerna oblačila, smiselno pa je tudi, da šola za zunanjo učilnico vodi urnik podobno kot za učilnice znotraj šole. Terensko delo običajno zahteva več časa, saj učenci obravnavajo resnični problem v neposrednem okolju, svoj čas zahtevajo tudi prihod v zunanjo učilnico, priprava na delo, pospravljanje in odhod. Zato je smiselno terensko delo organizirati v dveh zaporednih učnih urah ali t. i. *blok uri* (90 minut), kar zahteva posluš za prilagoditev urnika pri drugih predmetih.

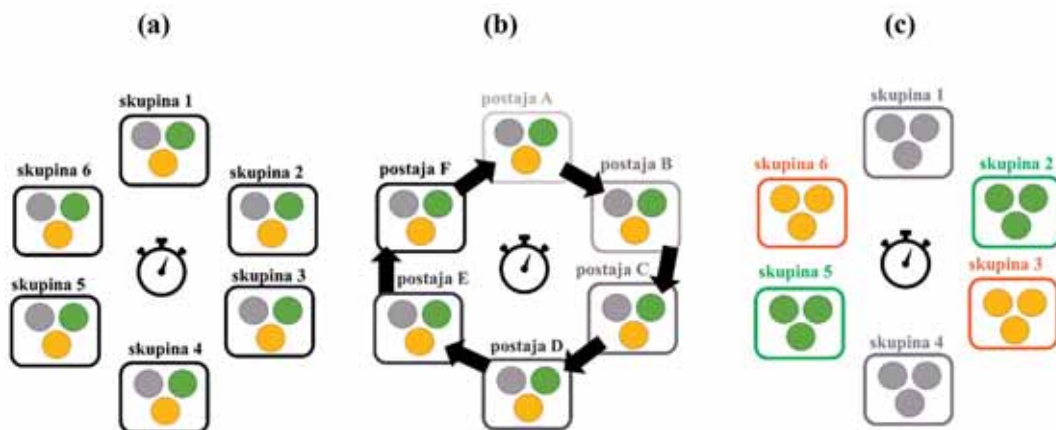
Glede na zaporedje aktivnosti lahko terensko delo pri pouku fizike razdelimo na tri dele, to so uvodni, osrednji in zaključni del.

V uvodnem delu učence najprej seznanimo s problemom, pojavom, ki ga preučujemo. Če gre za učno snov, ki so jo učenci teoretično obravnavali v prejšnjih učnih urah, naredimo ponovitev že usvojenega znanja. Če terensko delo predstavlja uvod v novo učno vsebino, lahko pojav, ki ga obravnavamo, zastavimo kot motivacijski problem. Pri organizaciji pouka v zunanji učilnici je dobro upoštevati, da govor na prostem praviloma težje slišimo. Zato je priporočljivo, da učencem pripravimo tiskana navodila, delovne liste in drugo učno gradivo ter izberemo skupinsko učno obliko, ki olajša komunikacijo učitelja z manjšo skupino učencev. Delo v skupinah je tudi pogosta učna oblika terenskega dela, zato se v nadaljevanju osredotočimo na skupinsko učno obliko. V uvodnem delu učence razdelimo v homogene ali heterogene skupine. V heterogeni skupini so združeni učenci z različnimi sposobnostmi, zato lahko vsem skupinam damo naloge, ki so primerljive po zahtevnosti, vendar ne nujno po vsebini. Težava skupinskega dela, kjer imajo vse skupine vsebinsko enako nalogo (slika 2a), je zagotoviti ustrezno število merilnega pribora vsem skupinam. Če naloge posameznih skupin terjajo manj časa, se lahko organizira tudi ciklično delo po postajah (slika 2b), pri čemer je poglobljena prednost v tem, da vsi učenci obravnavajo vse naloge. Paziti pa je treba, da naloge niso odvisne od zaporedja postaj. V primeru vsebinsko različnih nalog posamezne skupine je toliko pomembnejši zaključni del pouka. V homogenih skupinah so združeni učenci, ki imajo podobne učne sposobnosti. Med skupine lahko razdelimo različno zahtevne naloge, pri čemer je skupno merilo čas, v katerem skupina uspe nalogo rešiti (slika 2c). Zahtevnost nalog se lahko v tem primeru prilagaja kvalitativno ali kvantitativno, na primer poglobljena obravnava, obravnava kompleksnejših pojavov in uporaba različnih merilnih tehnik. Ko so učenci razdeljeni v skupine, podamo navodila za izvedbo osrednjega dela ter jih seznanimo s pravili dela v zunanji učilnici. Zelo pomembno je učence opozoriti na ustrezno obnašanje in varnostne postopke. Uvodni del se lahko izvede tudi v učilnici znotraj šole. Slednje je dobrodošlo, če je uvodni del nekoliko daljši, zahteva več frontalne učne oblike z razlago ali je za učence to prvo srečanje z zunanjo učilnico.

Zato je pomembno, da učitelji pojave, ki jih ne morejo preučiti v naravnem okolju, znajo poustvariti v laboratoriju ali učencem prikazati drugače.

Če terensko delo predstavlja uvod v novo učno vsebino, lahko pojav, ki ga obravnavamo, zastavimo kot motivacijski problem.

Zelo pomembno je učence opozoriti na ustrezno obnašanje in varnostne postopke.



Slika 2: Oblikovanje **a)** heterogenih skupin, ki imajo enake naloge, **b)** heterogenih skupin s ciklično izvedbo različnih nalog po postajah in **c)** homogenih skupin z različno zahtevnimi nalogami.

V osrednjem delu so učenci aktivni udeleženci pouka in izvajajo naloge po skupinah, pri čemer gre za artikulacijsko stopnjo usvajanja novega znanja. Če so naloge zahtevnejše, je dobrodošlo, da učitelj skupaj z učenci načrtuje potek poskusa in po potrebi demonstrira postopke. Naloga učitelja je, da kroži med skupinami učencev, učence usmerja, vodi in jim pomaga ter nadzira čas in vedenje učencev. Ko učenci končajo obravnavo problema, je ključni del terenskega dela priprava poročila o opravljenem delu in dobljenih rezultatih. Pripravljen poročilo v zaključnem delu terenskega dela predstavijo svojim sošolcem, s čimer razvijajo tudi komunikacijske spretnosti. Učitelj spodbuja diskusijo med učenci, preverja usvojeno znanje in ga osmišlja ter posamezne naloge in poskuse poveže v smiselno celoto. Na koncu učne ure sledi pospravljanje delovnega prostora, okolice in merilnega pribora, ki ima prav tako pomembne vzgojne in psihomotorične učinke.

Pri organizaciji in izvedbi terenskega dela v zunanji učilnici je smiselno razmisliti tudi o kompetencah podjetnosti, ki jih pri tem razvijajo tako učitelji kot učenci. Če omenimo le nekaj kompetenc podjetnosti, kot so na podlagi evropskega kompetenčnega okvirja podjetnosti predstavljene v okviru projekta *Krepitev kompetence podjetnosti in spodbujanje prožnega prehajanja med izobraževanjem in okoljem v gimnazijah* [22]: opaziti priložnosti, ustvarjalnost, etično in trajnostno mišljenje, aktiviranje virov, načrtovanje in vodenje, učenje z izkušnjami in druge. Menimo, da lahko s podjetnim pristopom terensko delo v zunanji učilnici organiziramo učinkovito z vidika časa, financ ter logističnih in kadrovskega zahtev.

Drugo terensko delo

Druge oblike terenskega dela, ki se pri pouku fizike in drugih predmetov z naravoslovnimi vsebinami pogosteje uporabljajo, so naravoslovni in tehniški dnevi (v določenih primerih se z naravoslovnimi vsebinami lahko povezujejo tudi športni in kulturni dnevi), ekskurzije ter obšolske dejavnosti.

Pri naravoslovnih dneh je pogosta izvedba terenskega dela, s katerim se učenci podrobneje seznanijo z medpredmetno učno vsebino. Terensko delo se večkrat izvede v obliki delavnic, kjer se učenci ob usvajanju novega znanja in poglobljanju že obstoječega urijo v skupinskem delu, sodelovanju in komunikacijskih spretnostih ter dobijo širši pogled na obravnavan problem. Priložnost za terensko delo ponujajo tudi obšolske dejavnosti, na primer priprava raziskovalnih nalog in astronomski krožki. V nadaljevanju pa si pogledjmo, kako se terensko delo na ekskurziji primerja s terenskim delom v zunanji učilnici.

Ekskurzije praviloma zahtevajo več časa kot izvedba terenskega dela v zunanji učilnici, saj se učenci z učitelji običajno odpravijo na celodnevni poučni izlet, kar je tudi velik organizacijski zalogaj. Za ekskurzijo veljajo tudi drugačna pravila glede potrebnega števila učiteljev spremljevalcev kot za običajen pouk. Smiselno je, da v okviru ene ekskurzije načrtujemo obisk več točk (predlagamo tri do štiri točke in vožnjo od šole do teh točk v časovnem obsegu

Naloga učitelja je, da kroži med skupinami učencev, učence usmerja, vodi in jim pomaga ter nadzira čas in vedenje učencev.

Pri naravoslovnih dneh je pogosta izvedba terenskega dela, s katerim se učenci podrobneje seznanijo z medpredmetno učno vsebino.

največ dve uri), s čimer dosežemo, da se učenci seznanijo z vsebinsko širšim spektrom nalog in problemov, ki so pogosto medpredmetne narave. Dobra plat ekskurzij je, da se učenci seznanijo z resničnimi pojavi, dogodki, procesi v svoji širši okolici ter s tistimi, ki niso prisotni v neposredni bližini šole ali njihovega doma. Prav tako je možnost, da njihovo terensko delo na ekskurzijah vodi in usmerja strokovnjak z določenega področja. Podobno kot pri delu v zunanjih učilnicah je dobro pripraviti delovne liste in natisniti navodila, hkrati pa učence vnaprej opozoriti na ustrezno obnašanje in odnos ter na upoštevanje varnostnih pravil. Učenci s terenskim delom na ekskurziji, ob usvajanju novega znanja in predmetno specifičnih veščin, razvijajo tudi medosebne odnose, komunikacijske spretnosti in gradijo odnos do narave ter okolja. Vključevanje terenskega dela v ekskurzije je zelo pomembno, vendar ne sme nikakor postati edina prilžnost, kjer se učenci seznanijo s terenskim delom.

Zaključek

Vključevanje terenskega dela v pedagoški proces prinaša številne pozitivne učinke. Učenci usvojeno znanje lažje umestijo v kontekst, povežejo teoretično znanje s prakso, pridobijo prenosljive kompetence ter razvijajo pozitiven odnos do narave in okolja. Po drugi strani terensko delo zahteva dodaten čas za organizacijo, pripravo in izvedbo. Posledično je v šolah terensko delo manj prisotno in se pogosto izvaja večinoma izven rednega pouka po tedenskem urniku.

V prispevku smo se osredotočili na uporabo zunanje učilnice za izvedbo terenskega dela v okviru rednega pedagoškega procesa. Zavedamo se, da v prispevku nismo odgovorili na vprašanje financiranja gradnje in vzdrževanja zunanje učilnice, pri čemer imajo poglavitno vlogo predvsem ustanovitelji šol. Vodstva šol bi z ustrezno komunikacijo in navajanjem pozitivnih didaktičnih učinkov morda uspela doseči izgradnjo teh pridobitev. Ustrezno zasnovana in opremljena zunanja učilnica v neposredni bližini šole ponuja več priložnosti za izvedbo terenskega dela, saj lahko ob dobri organizaciji učne ure učinkoviteje izkoristimo razpoložljiv čas. Na tem mestu bi izpostavili, da je zunanjo učilnico težje postaviti ob šolah, ki so zelo utesnjeno umeščene v strnjena urbana okolja, kot ob primestnih in podeželskih šolah. Vendar pa je ravno v mestnem okolju potrebna posebna pozornost za zagotavljanje stika z resničnim doživljanjem avtentičnih fizikalnih pojavov v naravi. Predstavili smo priporočeno didaktično opremo, merilne instrumente in pripomočke zunanje učilnice za izvedbo terenskega dela pri naravoslovnih predmetih, pri čemer smo se osredotočili na fizikalne vsebine. Pri načrtovanju opreme zunanje učilnice je dobro preučiti učne načrte predmetov in razmisliti o prilagoditvi učnih priprav tako, da bi izbrane vsebine lahko obravnavali v zunanji učilnici. Pri tem je potreben tehten razmislek, katere vsebine so v danih okoliščinah primerne in izvedljive s terenskim delom v zunanji učilnici ter katere imajo prednost pri obravnavi z drugačnimi didaktičnimi pristopi. Menimo, da ima prehod na izvajanje terenskega dela v zunanji učilnici svoje prednosti in slabosti. Prednost je opazovanje avtentičnih pojavov, kar popestri pouk in lahko poveča priljubljenost predmeta med učenci, saj s tem v šoli podane modele za opisovanje fizikalnih pojavov pogosteje obravnavamo na primerih iz resničnega življenja. Po drugi strani so resnični pojavi zelo zapleteni in tako težje razumljivi. Pri laboratorijskem delu se lahko osredotočimo samo na ključne dejavnike in postavimo kar se da preprost model za opis pojava, vendar s tem izgubimo avtentičnost. Zato predlagamo naslednji vrstni red izvedbe. Najprej obravnavamo pojav s teoretičnim ali praktičnim delom v učilnici. Nato se z učenci odpravimo v zunanjo učilnico, kjer preučujemo pojav v vsej njegovi kompleksnosti. Menimo, da bodo učenci zaradi predhodne obravnave lažje prepoznali in izluščili ključne dejavnike dogajanja. S tem zmanjšamo negativne učinke terenskega dela v zunanji učilnici in hkrati nadgradimo delo v učilnici. Po našem mnenju bi obratni vrstni red izvedbe vodil v slabše rezultate, saj bi lahko zapletenost resničnega pojava učence tako prestrašila, da bi delo v učilnici izgubilo učinek. Predlagamo, da se ob primerni priložnosti nekoliko podrobneje preverijo koristni učinki postavitve in uporabe zunanje učilnice v primerjavi s sedanjim poučevanjem fizike in fizikalnih vsebin, ki poteka večinoma v učilnicah s teoretičnim in praktičnim (laboratorijskim) delom v povezavi z občasnimi ekskurzijami. Verjamemo pa tudi, da bodo učitelji na podlagi svojih dosedanjih pedagoških izkušenj zlahka ovrednotili prednosti in slabosti običajnega in predlaganega načina poučevanja fizikalnih vsebin.

Dobra plat ekskurzij je, da se učenci seznanijo z resničnimi pojavi, dogodki, procesi v svoji širši okolici ter s tistimi, ki niso prisotni v neposredni bližini šole ali njihovega doma.

Literatura

- [1] INOVUP, »Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu,« 2019. [Elektronski]. Available: <http://www.inovup.si/>. [Poskus dostopa Marec 2020].
- [2] D. Skribe Dimec, »Pouk na prostem,« *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi. Spoznavanje okolja, Naravoslovje in tehnika*, Izv. 1, pp. 79–83, 2014.
- [3] English Outdoor Council, »English Outdoor Council. Outdoor Learning,« 2018. [Elektronski]. Available: <https://www.englishoutdoorcouncil.org/outdoor-learning/what-are-the-benefits-of-outdoor-learning>. [Poskus dostopa Marec 2020].
- [4] J. Hill in W. Woodland, »An evaluation of foreign fieldwork in promoting deep learning: a preliminary investigation,« *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Izv. 27, št. 6, pp. 539–555, 2002.
- [5] I. Scott, I. Fuller in S. Gaskin, »Life without Fieldwork: Some Lecturers' Perceptions of Geography and Environmental Science Fieldwork,« *Journal of Geography in Higher Education*, Izv. 30, št. 1, pp. 161–171, 2006.
- [6] J. Dillon in et al., »The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere,« *School Science Review*, Izv. 87, št. 320, pp. 107–111, 2006.
- [7] R. Amos in M. Reiss, »The Benefits of Residential Fieldwork for School Science: Insights from a five-year initiative for inner-city students in the UK,« *International Journal of Science Education*, Izv. 34, št. 4, pp. 485–511, 2012.
- [8] K. Kolenc Kolnik, »Proaktivnost in terensko delo v izobraževanju za trajnostni razvoj,« *Revija za geografijo*, Izv. 2, št. 2, pp. 21–28, 2007.
- [9] R. Kempa in N. Orion, »Students' Perception of Co-operative Learning in Earth Science Fieldwork,« *Research in Science & Technological Education*, Izv. 14, št. 1, pp. 33–41, 1996.
- [10] N. Finkelstein, »Teaching and learning physics: A model for coordinating physics instruction, outreach, and research,« arXiv, Ithaca, New York, 2005.
- [11] Zavod RS za šolstvo, »ZRSŠ Projekt NA-MA POTI,« 2017. [Elektronski]. Available: <https://www.zrss.si/objava/projekt-na-ma-poti>. [Poskus dostopa Marec 2020].
- [12] Fakulteta za naravoslovje in matematiko, »Razvoj naravoslovnih kompetenc,« 2008. [Elektronski]. Available: <http://kompetence.uni-mb.si/default.htm>. [Poskus dostopa Marec 2020].
- [13] The Outdoor Classroom Project, »The Outdoor Classroom,« 2019. [Elektronski]. Available: <https://outdoorclassroomproject.org/about/the-outdoor-classroom/>. [Poskus dostopa Marec 2020].
- [14] Boston Schoolyard Funders Collaborative, »Boston Schoolyard Initiative,« 2018. [Elektronski]. Available: <http://www.schoolyards.org/pdf/OutdoorClassroomUsersGuide.pdf>. [Poskus dostopa Marec 2020].
- [15] S. Fošnarič, »Ergonomsko-didaktički koncepti planiranja šolskega interiera u vrtiču i nižim razredima osnovne škole,« *Interdisciplinarni pristup učenju: put ka kvalitetnijem obrazovanju djeteta: znanstvena monografija*, pp. 99–110, 2009.
- [16] S. Fošnarič, Učenci in šolsko delovno okolje: nekateri uporabni vidiki ergonomije v vzgoji in izobraževanju, D. Friš, Ured., Maribor: Pedagoška fakulteta, 2001.
- [17] Člani predmetne komisije, »Učni načrt, program osnovna šola: Fizika,« Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, 2011.
- [18] Člani predmetne komisije, »Učni načrt, program srednja šola: Fizika, 2. izd.,« Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, 2015.
- [19] Člani predmetne komisije, »Učni načrt, program osnovna šola: Naravoslovje,« Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, 2011.
- [20] Člani predmetne komisije, »Učni načrt, program osnovna šola: Naravoslovje in tehnika,« Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, 2011.
- [21] D. Osrajnik in R. Repnik, »Mini projekt – zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja z delno ugasnitvijo javne razsvetljave,« v *IV. mednarodno znanstveni posvet na temo Ekologija za boljši jutri*, Rakičan, 2009.
- [22] Zavod RS za šolstvo, »ZRSŠ projekt PODVIG,« [Elektronski]. Available: <https://www.zrss.si/objava/projekt-podvig>. [Poskus dostopa Marec 2020].

Ideje za terensko delo

Tatjana Gulič

Osnovna šola Preska

Izvelek

V članku je nekaj idej za eksperimente, ki so primerni tako za osnovno kot tudi za srednjo stopnjo izobraževanja. Lahko jih izvajamo z analognimi merilniki, pripravimo tabele za zapis rezultatov in kasneje narišemo grafe. Lahko pa uporabimo digitalne merilnike, senzorje, npr. sistem Vernier (<https://www.vernier.com/>) ali Arduino (<https://www.arduino.cc/>), ki samodejno beležijo rezultate. V tem primeru lahko dijaki, učenci pripravijo obsežnejše raziskave. Predhodno naj postavijo hipoteze, z eksperimentom preverijo postavljene trditve in zapišejo ugotovitve ali celo posplošitve. Ideje so povzete po predlogi Vinka Udirja in so bile predstavljene na Raziskovalni šoli za učitelje leta 1990.

Ključne besede: terensko delo, eksperiment

Fieldwork Ideas

Abstract

The article gives a few ideas for experiments that are suitable for the primary and secondary level of education. We can conduct the experiments using analogue meters, prepare tables for writing down the results, and afterwards draw graphs. Digital meters and sensors can be used instead, e.g. the Vernier system (<https://www.vernier.com/>) or Arduino (<https://www.arduino.cc/>), which automatically log the results. In that case, the pupils or secondary school students can prepare more extensive research. They should set forth the hypotheses in advance, test the propositions with an experiment, and then write down their findings or even generalizations. The ideas have been taken from the work of Vinko Udir and have been demonstrated at the 1990 Research School for Teachers.

Keywords: fieldwork, experiment

Uvod

Fizika je naravoslovni predmet, grška beseda *physikós* pomeni 'naraven, ki zadeva naravo' [1]. Za preučevanje narave je najustreznejši, če je le mogoč, eksperiment, kajti le z eksperimentom lahko pridemo do ugotovitev. Da pa bi bile ugotovitve dobre, moramo upoštevati nekaj pravil:

- preišljeno zastavimo cilje raziskovanja,
- sledimo navodilom, ki so pripravljena ali pa jih pripravimo sami,
- vsa opazovanja, pojave in meritve vestno zapišemo,
- zapišemo ugotovitve in jih, če je le mogoče, posplošimo ter potrdimo s teorijo.

Terensko delo je ena izmed pomembnih metod, ki temelji na raziskovalnem delu in s pomočjo katere lahko učenci pri pouku fizike preučujejo pojave in procese v naravi. Je ključnega pomena za odkrivanje in pojasnjevanje pojavov in procesov. S terenskim delom pridobivamo natančnejše podatke, hkrati pa imamo možnost primerjati tisto, kar vidimo in občutimo, s tistim, kar je bilo zapisano, povedano, sporočeno. Krnel (2007) opisuje raziskovanje kot večstransko dejavnost, ki temelji na aktivni vlogi raziskovalca. Ta postavlja vprašanja, oblikuje hipoteze, načrtuje raziskavo, preizkuša hipoteze in oblikuje odgovore na raziskovalna vprašanja. Je način učenja za pridobivanje procesnih znanj (spretnosti in veščin) [2].

Vedno, sploh pa v časih koronavirusne bolezni, je delo zunaj, na terenu, zelo priporočljivo.

Za preučevanje narave je najustreznejši, če je le mogoč, eksperiment, kajti le z eksperimentom lahko pridemo do ugotovitev.

Primeri eksperimentov

1. Merjenje temperature prsti

V dva enaka kozarca damo isto količino suhe zemlje. Zemljo v enem kozarcu navlažimo. Oba kozarca postavimo na sonce. V obeh kozarcih merimo temperaturo in narišemo grafe. Za merjenje lahko uporabimo navadne termometre ali senzorje iz zbirke Arduino ali podobne.

Učenci, dijaki naj ugotavljajo, kako in od česa je odvisno naraščanje temperature v posamezni posodi.

V okviru projekta Erasmus+ je na naši šoli nastalo gradivo, ki ga lahko uporabite. Prikazuje programe za merjenje temperature, vlažnosti in osvetljenosti. Gradivo je na voljo na tej povezavi: <http://bit.ly/arduino-MORE>.

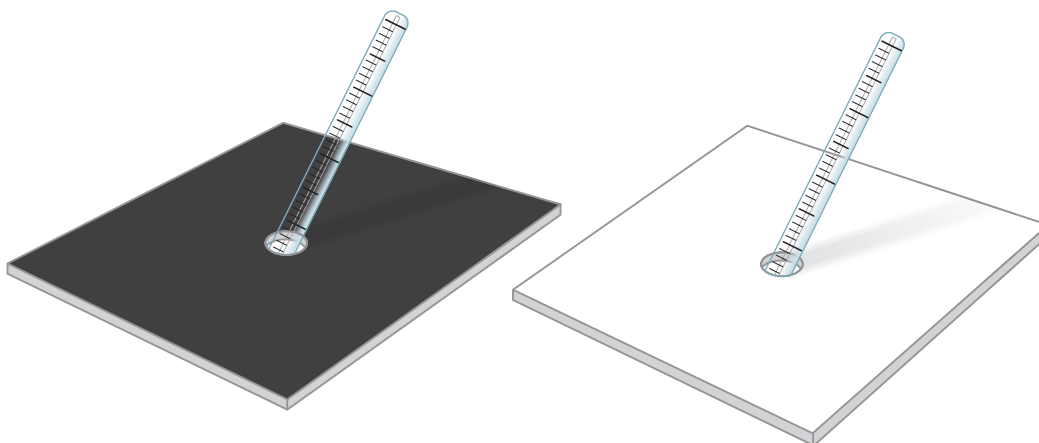
Sicer pa je nekaj gradiva na voljo tudi v slovenščini v SOD-Sodelov@alnici Fizika: <https://skupnost.sio.si/mod/folder/view.php?id=318063>. Za merjene temperature so navodila v pod-mapi: termometer_vodoodporen.

Ves material, opisan v omenjenih gradivih, je mogoče nabaviti po spletu za malo denarja.

2. Segrevanje tal pod ploščami različnih barv in v različnih globinah

Dve čim večji, ne predebeli plošči, ki dobro prevajata toploto, pobarvamo, eno z belo, drugo s črno barvo. V sredino vsake plošč izvrtamo primerno luknjo za namestitev termometrov. V določenih časovnih presledkih učenci odčitavajo temperaturo, podatke vnašajo v tabelo in narišejo grafe.

Poskus izvajajo v lepem vremenu v opoldanskem času, termometer zaščitimo pred neposrednimi sončnimi žarki. Izmerjene podatke lahko učenci primerjajo s podatki, ki jih najdejo na spletu o temperaturi tal za kmetovalce, npr. ARSO METEO (<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/recent/tsoil>).

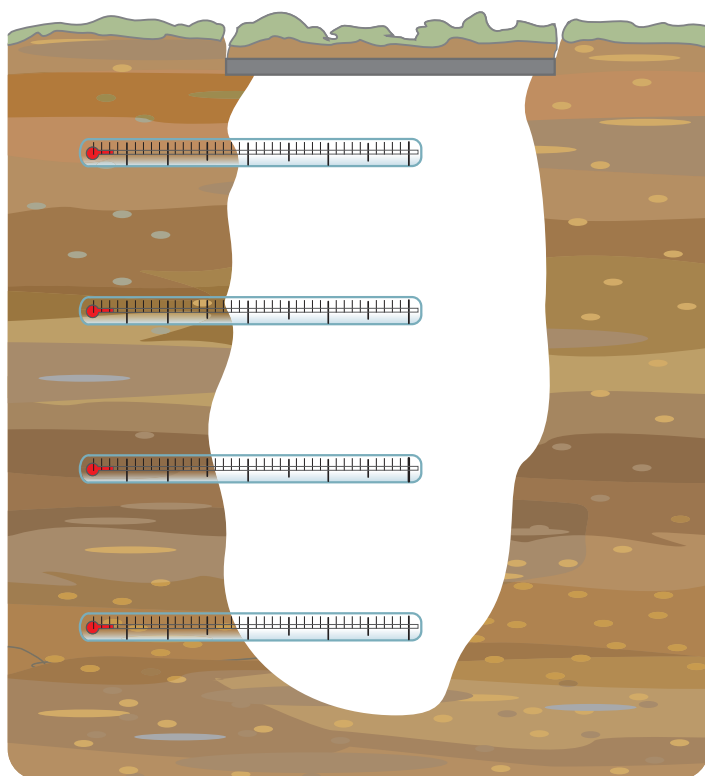


Slika 1: Merjenje temperature pod črno in belo ploščo.

Poskus lahko izvedemo tudi drugače. V zemljo izkopljemo luknjo in v različne globine namestimo termometre (tipala). Učenci vsako uro, na primer, odčitavajo temperaturo. Dobro je, da je jama pokrita s ploščo in travno rušo, da sončni žarki ne vpadajo v jamo.

Merimo lahko tudi ohlajanje tal zvečer.

Preverijo lahko, kako je akumulirana toplota odvisna od zgradbe in vlažnosti tal.

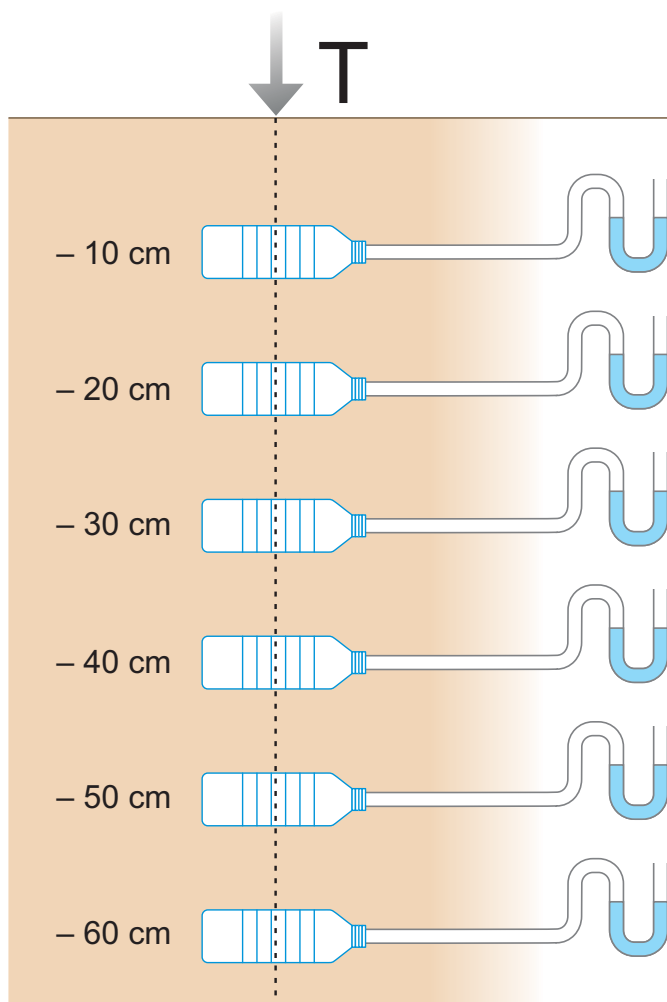


Slika 2:
Merjenje temperature
po globini.

3. Porazdelitev tlaka v tleh po vertikali

V sloje peska (mivke) postavimo celice za določanje spremembe tlaka po vertikali. Celice so lahko enake, ploščate platenke. Preden platenke zakopljemo v pesek, jih povežemo s cevkami – manometri. Platenke zakopljemo z medsebojnim razmikom 10 cm, najgloblja naj bo vsaj 60 cm. Manometri so lahko v obliki črke U, napolnjeni z vodo.

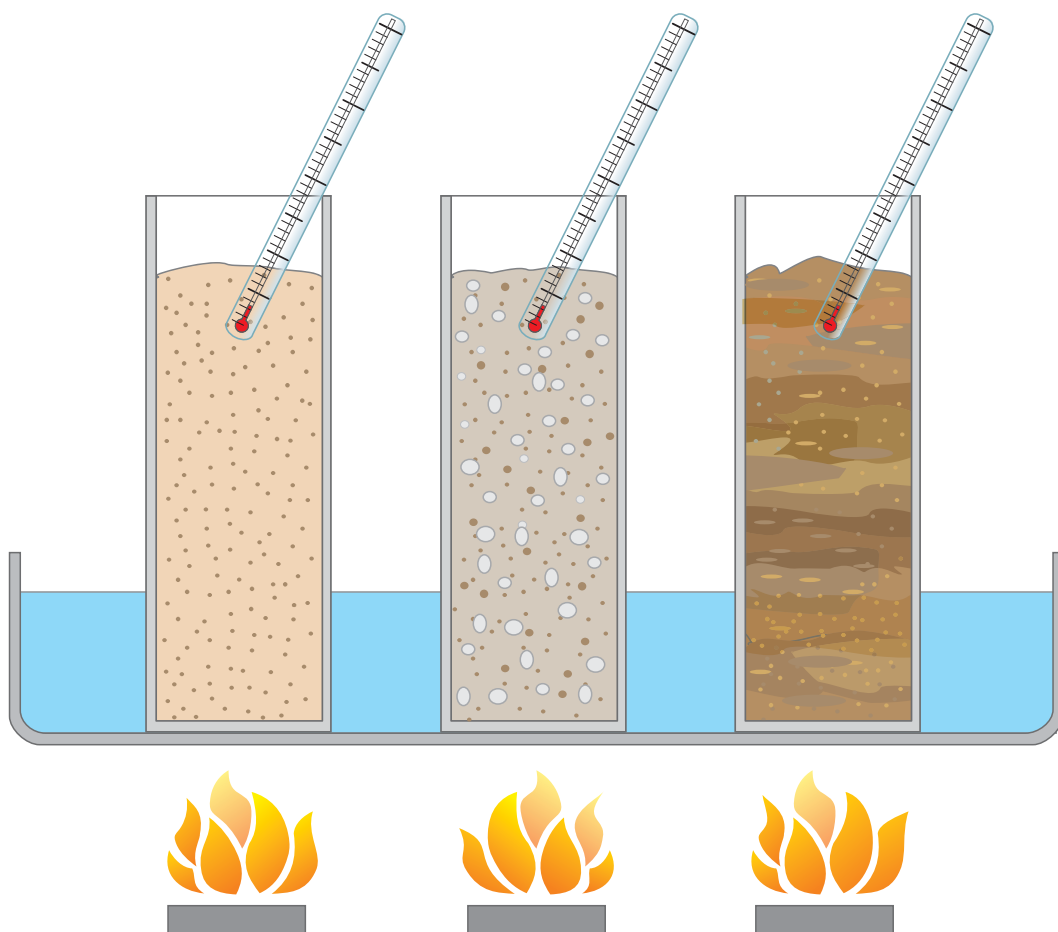
Tla primerno obremenimo in opazujemo, kako se tlak z globino spreminja. Beležimo spremembe tlakov in narišemo graf.



Slika 3: Merjenje tlaka po globini.

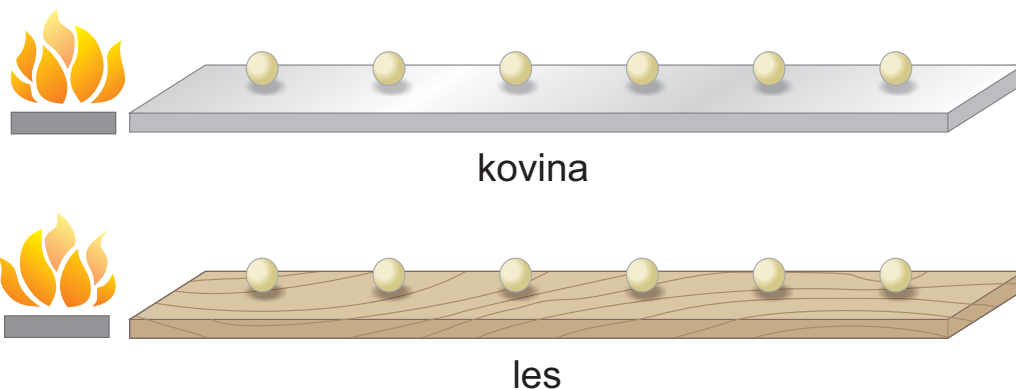
4. Prevodnost snovi

Prevodnost tal za toploto lahko merimo s cevmi, napolnjenimi z različnimi materiali (pesek, mivka, zemlja ...). Cevi naj bodo izolirane ali vsaj iz slabo prevodnih materialov (papier). Napolnjene cevi položimo na vročo ploščo ali jih potopimo v vročo vodo in merimo naraščanje temperature materiala na zgornjem koncu cevi.



Slika 4: Merjenje – ocenjevanje toplotne prevodnosti.

Še ena vaja za prikaz prevodnosti: na dve letvi, leseno in železno, na enake razdalje postavimo voščene kroglice. Lahko jih nadomestimo s koščki masla. Na eni strani letvi segrevamo in opazujemo taljenje kroglic oz. koščkov. Vaje ne delamo na soncu.



Slika 5: Prevodnost lesa in kovine.

5. Merjenje električne upornosti tal

Raziščimo, kako je električna upornost odvisna od kakovosti tal, vlažnosti, kemijske zgradbe ali primesi (gnojila).

Pripravimo dve elektrodi in ohmmeter. Učenci potisnejo elektrodi v tla na določeni razdalji. Upornost tal lahko merijo na različnih mestih, npr. pod kozolcem, sredi njive, na vlažnem travniku.

Lahko pripravijo tudi bolj sistematično raziskavo in vzorce tal v posodi namakajo z vodo ali raztopinami gnojil.

Prevodnost tal lahko izmerimo tudi z dvema elektrodama, ki ju priključimo na vir napetosti od 0 do 12 V ter ob spreminjanju napetosti merimo tok.



Slika 6: Za poskuse so uporabne tudi sobne rastline.

Zaključek

To je le nekaj eksperimentov, ki jih lahko izvedemo na terenu. Morda še nekaj idej: Hookov zakon z upogibom veje, višina drevesa, energija in lok, pretok potoka ali reke, merjenje hitrosti vodnega toka, gostota, merjenje sence, vreme ...

Veliko primernih eksperimentov in navodil zanje najdete tudi na portalu Scientix (<http://www.scientix.eu/resources>). Nekateri so prevedeni v slovenščino, če pa niso, prevod lahko zahtevate.

Viri

- [1] <https://fran.si/193/marko-snoj-slovenski-etimoloski-slovar/4286250/fizika?View=1&Query=fizika> (oktober 2020).
- [2] Krnel, D. (2007). Pouk z raziskovanjem. Naravoslovna solnica, letnik 11, št. 3, str. 8–9.

Formativno spremljanje pri pouku fizike v gimnaziji

Aljoša Kancler

Prva gimnazija Maribor

Izvelek

Dijaki imajo v procesu poučevanja veliko težav s presojo o tem, koliko znajo in kdaj znajo dovolj. Z vpeljavo elementov formativnega spremljanja v pouk lahko pri dijakih krepimo zavedanje lastnega znanja. Uvodoma je predstavljeno, kateri so elementi formativnega spremljanja in kakšen je njihov namen pri pouku oziroma kakšne rezultate lahko z njimi dosežejo dijaki. Sledi razlaga, kako se vpeljave elementov formativnega spremljanja lahko lotimo pri pouku fizike. Ker je pri pouku fizike v ospredju eksperimentalno delo, je predstavljena vpeljava elementov formativnega spremljanja pri laboratorijskih vajah. V članku so opisane koristi takšne obravnave za dijaka in učitelja.

Ključne besede: formativno spremljanje, fizika, eksperimentalno delo

Formative Assessment in Physics Lessons in General Secondary School

Abstract

During the teaching process, secondary school students have great difficulty in assessing how much they know and when they know enough. By introducing formative assessment elements into lessons, we can strengthen the students' awareness of their knowledge. The introduction presents the elements of formative assessment and their purpose during lessons, or what results secondary school students can achieve with their help. This is followed by an explanation of how formative assessment elements can be introduced into Physics lessons. As Physics lessons focus on experimental work, the article presents the introduction of formative assessment elements into laboratory exercises. The article describes the benefits of this approach for the student and the teacher.

Keywords: formative assessment, Physics, experimental work

Uvod

Pri poučevanju fizike na gimnaziji se ves čas soočam z dejstvom, da imajo dijaki veliko težavo presoditi, kaj morajo znati, koliko znajo in kako lahko to ugotovijo. Z drugimi besedami, ugotavljam, da je metakognicija pri dijakih zahteven miselni proces, ki ga je treba razvijati pri pouku. Na voljo so različne metode, ki jih je po mojem mnenju treba izbirati glede na posamezen predmet.

Ob uporabi metod in elementov formativnega spremljanja sem spoznal, da je to morda primeren način za odpravo omenjene težave oziroma možnost za krepitev dijakovega zavedanja lastnega znanja. S formativnim spremljanjem namreč lahko dijak razumevanje snovi doseže na drugačen, sebi primeren način, saj pozna in razume učne cilje, kriterije uspešnosti in je s sprotnimi povratnimi informacijami usmerjan na poti do cilja. Vsekakor pa je vpeljava formativnega spremljanja v pouk za vsakega učitelja izziv in dodatna obremenitev v okviru priprave na pouk pa tudi pri samem pouku.

Ker je posebnost predmeta fizika in drugih naravoslovnih predmetov laboratorijsko delo, je smiselno, da vpeljemo formativno spremljanje tudi pri laboratorijskem delu in tako dijake opolnopečimo na področju zavedanja lastnega znanja. Tega izziva smo se učitelji in svetovalci Zavoda RS za šolstvo lotili v okviru razvojne naloge »Uvajanje formativnega spremljanja v podporo učenju vsakega učenca«. V nadaljevanju je opisanih nekaj rezultatov tega sodelovanja.

Zavedanje lastnega znanja je pri dijakih še posebej pomembno v primeru dela in učenja na daljavo oziroma od doma. Ravno med zaključevanjem razvojne naloge pouk zaradi epidemije ni potekal v šoli, kar je okrnilo stik med profesorjem in dijakom ter še poudarilo pomen samostojne presoje dijakov o tem, kaj morajo znati in koliko znajo.

Elementi formativnega spremljanja pri pouku fizike

Strokovnjak na področju formativnega spremljanja Paul Black je formativno spremljanje znanja opredelil kot eno najpomembnejših aktivnosti učenca in učitelja za vzpostavljanje vezi in premagovanje vrzeli med procesoma učenja in poučevanja. S to aktivnostjo omogočamo kakovostnejši pouk in boljši uspeh učencev. Obravnavana aktivnost učitelje spodbuja k strategijam za izboljšanje poučevanja, upoštevajoč različne vidike učenja. Pri tem imata glavno vlogo zagotavljanje kakovostnih povratnih informacij ter navajanje učencev na samovrednotenje učenja in znanja. Pomembno vlogo ima tudi vrstniško vrednotenje. Učence tako navajamo na večjo odgovornost za lastno učenje in znanje ter na večjo učinkovitost. Formativno spremljanje je mogoče razširiti tudi na teste za ocenjevanje, če je namen povratne informacije izboljšati učni uspeh [1].

Zasnova formativnega spremljanja navaja več elementov [2]:

- vprašanja v podporo učenju – ugotavljanje predznanja posameznega dijaka;
- dokazi o delu (in napredku) dijaka;
- načrtovanje učnih ciljev in kriterijev uspešnosti;
- samovrednotenje in vrstniško vrednotenje učenja;
- povratna informacija (dijak prejme informacije o svojem napredku).

Kot učitelj fizike z večletnimi izkušnjami po nekajkratnih izvedenih aktivnostih z elementi formativnega spremljanja ugotavljam, da je pomembno, kako vpeljemo aktivnosti, povezane s formativnim spremljanjem, kakšen vrstni red elementov uporabimo in katere elemente poudarimo. Naj še enkrat opomnim, primanjkljaj dijakov vidim predvsem v tem, da ne razumejo konkretno, čemu se učijo, ter ne vedo, kaj morajo znati in kdaj znajo dovolj.

Ugotavljam, da je najbolj smiselno, da se dijaki najprej seznanijo z možnostjo oblikovanja namenov učenja in kriterijev uspešnosti, preden se lotijo medvrstniške pomoči, samoevalvacije ipd. Ta vrstni red lahko predstavimo z analogijo potovanja: če se odpravljamo na pot, zanesljiveje prispemo na cilj, če vemo, kam gremo, za koliko časa, kakšna bo pot, in če tudi sproti preverjamo, ali smo na pravi poti. Argumenti za takšen vrstni red vpeljave aktivnosti pa so [2]:

- Učenci, ki poznajo učne cilje in kriterije uspešnosti, lažje spremljajo svoj napredek (Kje sem uspešen? Kje še potrebujem pomoč?)
- Kriteriji uspešnosti so hkrati kriteriji za podajanje vrstniške povratne informacije.
- Učenci razvijejo občutek, kaj je in kaj ni pomembno, in to je nujno za samostojno učenje.

Z vpeljavo formativnega spremljanja se dijaki in profesorji srečujejo s procesom poučevanja, v katerem učitelj ni »nadrejeni«, ampak je koordinator. Pri vpeljavi se mora profesor zavedati, da:

- načrtuje takšne dejavnosti, ki omogočajo doseganje ciljev in vrednotenje dokazov o učenju glede na predpisane zahteve stroke in zakonodaje;
- na osnovi oblikovanih kriterijev uspešnosti lažje poda kakovostno povratno informacijo, razumljivo posameznemu dijaku.

Pri dijakih pa z vpeljavo strategij formativnega spremljanja dosežemo boljše samovrednotenje znanja, saj jim ni težko odgovoriti na vprašanja, predstavljena v tabeli (Tabela 1).

Učence tako navajamo na večjo odgovornost za lastno učenje in znanje ter na večjo učinkovitost.

Naj še enkrat opomnim, primanjkljaj dijakov vidim predvsem v tem, da ne razumejo konkretno, čemu se učijo, ter ne vedo, kaj morajo znati in kdaj znajo dovolj.

Z vpeljavo formativnega spremljanja se dijaki in profesorji srečujejo s procesom poučevanja, v katerem učitelj ni »nadrejeni«, ampak je koordinator.

Tabela 1: Koristi formativnega spremljanja za dijaka

Dijakovo samovrednotenje znanja je povezano z določenimi vprašanji.
<i>Kaj moram znati, razumeti, narediti?</i> <i>Kaj se od mene pričakuje?</i> <i>Kaj se moram še naučiti, kako se bom učil? Čemu naj sledim med učenjem?</i> <i>Kdaj bom znal dovolj dobro?</i> <i>Kako bom vedel, da sem se nekaj naučil, dosegel, naredil dobro?</i> <i>Kje še potrebujem pomoč?</i> <i>Spremljam svoj napredek?</i> <i>Znam vrednotiti napredek sošolca?</i> <i>Znam načrtovati naslednji korak učenja?</i>
Uporaba strategij formativnega spremljanja omogoča, da zna na vprašanja odgovoriti.

Formativno spremljanje pri eksperimentalnem delu

Pri pouku fizike je, tako kot pri vseh drugih naravoslovnih predmetih, v ospredju eksperimentalno delo oziroma laboratorijske vaje. Pri proučevanju naravnih pojavov sta opazovanje in izvajanje eksperimentov najpomembnejši dejavnosti, zato imata opazovanje demonstracijskih poskusov in še posebej samostojno izvajanje eksperimentov v okviru laboratorijskih vaj ključno vlogo pri sodobnem pouku fizike na vseh stopnjah izobraževanja [3].

Da je učenje z raziskovanjem smiselno in pomembno, navaja tudi različna literatura, ki poudarja, da je treba razvijati učenje, ki podpira raziskovanje, uporabo, produkcijo in reševanje problemov [4].

V okviru skupine v razvojni nalogi »Uvajanje formativnega spremljanja v pouk« nas je zanimalo, kako lahko vpeljemo elemente formativnega spremljanja v eksperimentalno delo in kako bodo prispevali k uspešnosti dijakov.

Ob seznanitvi z elementi formativnega spremljanja sem ugotovil, da so nekateri elementi v eksperimentalno delo že vključeni:

- vprašanja v podporo učenju (mobilizacija na začetku ure),
- dokazi o delu (dosežki) – izdelek (izdelano laboratorijsko poročilo).

Prav tako ugotavljam, da so deloma vključeni naslednji elementi:

- načrtovanje učnih ciljev in kriterijev uspešnosti – dijaki se na laboratorijsko vajo pripravijo in spoznajo njen namen;
- povratna informacija – po opravljeni vaji dijaki dobijo povratno informacijo samo v obliki analize opravljene vaje, ki se navadno nanaša na njegovo znanje in ne na njegov napredek;
- samovrednotenje in vrstniško vrednotenje – dijaki z eksperimentalno vajo preverijo svoje znanje, če gre pri eksperimentalni vaji za namen utrjevanja in preverjanja že obravnavane snovi. Redko se izvaja vrstniško vrednotenje znanja.

Na osnovi ugotovitev sem se v okviru eksperimentalnega dela z dijaki lotil predvsem tistih elementov formativnega spremljanja, ki so slabše zastopani.

Nameni učenja in kriteriji uspešnosti pri eksperimentalnem delu

Izvedba eksperimentalne vaje ima lahko različne namene, in sicer lahko jo izvajamo v okviru pridobivanja nove učne snovi ali pa za utrjevanje že obravnavane snovi. V okviru projekta in intenzivnejšega sodelovanja z Zavodom RS za šolstvo načrtujemo in izvajamo eksperimentalne vaje, v katere še posebej uvajamo elemente formativnega spremljanja. Dijaki skupaj z navodili za eksperimentalno vajo dobijo zapisane učne cilje po učnem načrtu (splošne, vsebinske in procesne) za konkretno snov ter navodila za zapis namenov eksperimentalne vaje in kriterijev uspešnosti, kot prikazuje primer v tabeli (Tabela 2).

Dijaki na osnovi učnih ciljev iz učnega načrta za fiziko zapišejo namene učenja (nekaj povedi, odvisno od števila ciljev in korakov eksperimentalne vaje). Namene učenja oblikujejo pred izvedbo eksperimentalne vaje, če pa želimo konkretnije namene učenja, vezane na konkretno vajo, jih lahko oblikujemo po koncu vaje.

Pri proučevanju naravnih pojavov sta opazovanje in izvajanje eksperimentov najpomembnejši dejavnosti.

Dijaki na osnovi učnih ciljev iz učnega načrta za fiziko zapišejo namene učenja.

Tabela 2: Primer navodil za oblikovanje namenov učenja in kriterijev uspešnosti

V okviru eksperimentalne vaje zapiši:

- NAMENE UČENJA** oz. namen vaje:
Povedi naj bodo oblikovane tako: *Vajo sem izvedel zato, da bi ...*
- PRIČAKOVANE DOSEŽKE – KRITERIJE USPEŠNOSTI** opravljene vaje (kaj si se naučil ob eksperimentalni vaji) s stopnjami zahtevnosti (delno ustrezno znanje in ustrezno znanje). Pri tem se naveži na spodaj zapisane cilje in priložene kriterije ocenjevanja.
Povedi naj bodo oblikovane tako: *Uspešen bom, ko bom znal ...*

Pri vpeljavi strategij je za dijake, ki strategije ne poznajo, pomembno, da jim pred vpeljavo razložimo, kako oblikovati namene učenja in zakaj nameni učenja koristijo [2]:

- dijakom pomagajo razumeti, kaj se bodo naučili;
- dijaki se osredotočijo na nalogo, ki jo imajo pred seboj;
- dijaki prepoznajo, katera znanja in spretnosti bodo razvili;
- prevzamejo skrb za učenje in do njega razvijejo odgovoren odnos. Nameni učenja naj bodo zapisani jasno, v učencem razumljivem jeziku.

Po oblikovanju namenov učenja sledita medvrstniška izmenjava mnenj in izvedba eksperimentalne vaje. Po eksperimentalni vaji za domačo nalogo napišejo poročilo laboratorijske vaje in oblikujejo kriterije uspešnosti, upoštevajoč naslednje:

- da si lahko dijaki odgovorijo na vprašanje – kako vem, da sem dosegel učne cilje;
- da so kriteriji povezani z učnimi cilji;
- da so kriteriji jasni in razumljivi učencem;
- da so kriteriji v 1. osebi ednine;
- da kriteriji vsebujejo besede, ki opisujejo znanje, učenje in spretnosti;
- da lahko s pomočjo kriterijev presojajo uspešnost svojega učenja in napredek glede na zastavljene cilje.

Po pregledu oddanih nalog sledi medvrstniško vrednotenje laboratorijske vaje. Za lažjo analizo naj bodo kriteriji uspešnosti zbrani na obrazcu za vrednotenje eksperimentalne vaje, kjer lahko dijaki medvrstniško ovrednotijo svoje delo v smislu evalvacije oziroma samoevalvacije (Slika 2).

Za lažjo analizo naj bodo kriteriji uspešnosti zbrani na obrazcu za vrednotenje eksperimentalne vaje.

Ime in priimek: Samoocenitev eksperimentalne vaje po kriterijih uspešnosti Naslov vaje: Plinski zakoni Opravi vrednotenje svoje eksperimentalne vaje po zastavljenih kriterijih uspešnosti.					
	Kriteriji uspešnosti	Točke	Popolnoma ustrežno.	Ni popolno.	Opombe - zapiši, kaj lahko izboljšaš
		0	1	2	3
1.	Znam zapisati plinsko enačbo za idealni plin.	0	X		potrdi v.
2.	Poznam definicijo absolutne ničle.		1	X	lahko se jo definiramo naučim
3.	Poznam definicijo molskega volumna.		X	2	ni popolnoma pravilno zapisano
4.	Zapisal sem vse količine, ki jih bom meril pri eksperimentalni vaji.		X	2	manjkajo mi količine

Slika 2: Izresek obrazca za samoevalvacijo oz. medvrstniško vrednotenje

Z enakim obrazcem lahko tudi učitelj ovrednoti dijakovo delo ter mu zraven poda povratno informacijo, ki vsebuje:

- kaj je dijak dosegel v skladu z oblikovanimi nameni učenja in kriteriji uspešnosti;
- kako dijak napreduje v skladu z učnimi cilji in standardi znanja;
- kakšen je dijakov napredek glede na znanje pred izvedbo eksperimentalne vaje (kaj dijaku uspeva in katera so njegova šibka področja).

Rezultati in izkušnje – dodana vrednost aktivnosti

Namen opisane aktivnosti je kakovostnejši pouk in boljši uspeh učencev. Vprašamo se lahko, ali takšno izvajanje pouka prispeva k boljšemu in trajnejšemu znanju. Dejstvo je, da dijaki za uspešno učenje potrebujejo sprotno usmerjanje. Na osnovi različnih raziskav in opravljenih aktivnosti lahko rečem, da s formativnim spremljanjem to gotovo dosežemo. Pri tem pa so ključni elementi nameni učenja, povratna informacija, kriteriji uspešnosti ter vrstniško vrednotenje, vse z namenom zmožnosti dijakovega samovrednotenja znanja oziroma zavedanja lastnega znanja.

V okviru razvojne naloge smo se lotili ugotavljanja zmožnosti metakognicije dijakov ob eksperimentalnem delu z oblikovanjem namenov eksperimentalnega dela, zapisov kriterijev učnih dosežkov in samoevalvacije eksperimentalnega dela in znanja.

Moje izkušnje kažejo, da so dijaki s takšnim načinom dela bolj motivirani za učenje, saj so oblikujejo proces učenja ter sproti vidijo rezultate oziroma uspeh svojega dela. Posledično je njihovo znanje boljše, na kar kažejo zapisi dijakov pri analizi eksperimentalnega dela in samoevalvaciji. Poudaril bi, da je pomemben dejavnik samoevalvacije tudi ugotavljanje dijakovega znanja pred izvedbo eksperimentalne vaje in po njej. Tako dijak in učitelj opazujeta napredek pri učenju. Na začetku ima učitelj občutek, da takšen način dela vzame več časa, vendar izkušnje kažejo, da se na dolgi rok obrestuje.

Pomemben prispevek k zavedanju dijakov o učenju in znanju je vsekakor viden v času, ko pedagoški proces v šolah ne poteka in je stik z učiteljem slabši. Med delom na daljavo je zelo pomembno, koliko lahko dijaki naredijo sami doma in kako vedo, kaj so dosegli in česa še ne. Z oblikovanjem namenov učenja, zavedanja kriterijev uspešnosti in kakovostne povratne informacije je delo na daljavo gotovo lažje.

Dejstvo je, da dijaki za uspešno učenje potrebujejo sprotno usmerjanje.

Pomemben prispevek k zavedanju dijakov o učenju in znanju je vsekakor viden v času, ko pedagoški proces v šolah ne poteka in je stik z učiteljem slabši.

Literatura

- [1] *Didaktika ocenjevanja znanja. Zbornik 3. mednarodnega posveta v Celju, marec 2009.* Zavod RS za šolstvo: Ljubljana, 2010.
- [2] Holcar Brunauer, A. (2016). *Formativno spremljanje v podporo učenja.* Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
- [3] M. Stiplovšek, I. Toman, S. Božič (2014). *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi,* Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
- [4] *O naravi učenja* [Elektronski vir]: uporaba raziskav za navdih prakse / uredili Hanna Dumont, David Istance in Francisco Benavides; [prevedli Sonja Sentočnik ... et al.]. - 2. izd. - El. knjiga. - Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, (2013). Dostopno na <https://www.zrss.si/pdf/o-naravi-ucenja.pdf> (31. 8. 2020).

Formativno spremljanje za manj stresno ocenjevanje znanja

Lidija Grubelnik

Osnovna šola Sladki Vrh

Izvleček

Spremljanje znanja učencev je učiteljeva poglavitna naloga, saj mu omogoča kreiranje pouka in vodenje učencev do želenih znanj. Sodobni pouk s formativnim spremljanjem učencev omogoča celovit pristop k spremljanju znanja posameznega učenca. Učenci s takšnim načinom dela dobijo sprotno povratno informacijo na svoje dokaze o učenju in spodbude za nadgradnjo znanj. Učencem tovrsten pristop zagotavlja spodbudno učno okolje, zmanjšuje stres pred sumativnim vrednotenjem znanja in se kaže v pozitivnem odnosu do šolanja.

Ključne besede: formativno spremljanje, ocenjevanje znanja, dokazi o učenju, fizika, silomer

Formative Assessment for Less Stressful Knowledge Assessment

Abstract

Monitoring pupils' knowledge is the teacher's primary task, as it enables the teacher to create lessons and guide pupils towards the desired knowledge. Modern lessons incorporating the formative assessment of pupils enable a comprehensive approach to monitoring the knowledge of each pupil. Through this method, the pupils receive instant feedback on their evidence of learning, and encouragement to build on their knowledge. This approach provides pupils with a stimulating learning environment, reduces stress before summative knowledge assessment, and is reflected in a positive attitude towards schooling.

Keywords: formative assessment, knowledge assessment, evidence of learning, Physics, dynamometer

Uvod

Vrednotenje znanja je sestavni del pouka naše šole [1]. Sodobni pouk loči med formativnim in sumativnim vrednotenjem znanja [2, 3]. Formativno spremljanje učencev postaja ključni del pouka, o čemer pričajo številne nacionalne in mednarodne študije [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Učiteljem so v zadnjih letih v veliko pomoč priročniki, ki jih je izdal Zavod RS za šolstvo v podporo učiteljem in drugim strokovnim delavcem [7, 8]. Spreminjanje učnih praks učiteljev, ki želijo vsakemu učencu zagotoviti prijazno in spodbudno učno okolje, je lahko dolgotrajen proces, ki se obrestuje z zadovoljstvom učencev, njihovih staršev in učiteljev.

Formativno spremljanje

Formativno spremljanje omogoča celovit pregled nad učenjem posameznega učenca, s čimer se vedno bolj izpostavlja personalizacija učenja. Koraki formativnega spremljanja narekujejo nenehno sprotno spremljanje dokazov o učenju, na osnovi katerih učenec prejme povratno informacijo. Dokazi o učenju izhajajo iz učenčevih predznanj ter jasnih namenov učenja in kriterijev uspešnosti, ki jih učitelj oblikuje skupaj z učenci. Povratno informacijo učencu največkrat zagotovi učitelj, včasih tudi sošolec. Kakovostna povratna informacija učencu pomeni vodilo za izboljšave, nadgradnjo njegovih izdelkov in poglobljanje znanja, lahko je ustna ali pisna. S tem učenec dobi vpogled v svoje znanje, ki ga lahko še nekaj časa po želji nadgrajuje. Učenec se mora v celotnem procesu učenja počutiti varno, kar mu formativno spremljanje zagotovo omogoča. Primer naloge, ki smo jo z učenci skupaj oblikovali pri pouku, zapisali kriterije uspešnosti zanjo,

Učenec se mora v celotnem procesu učenja počutiti varno, kar mu formativno spremljanje zagotovo omogoča.

lahko vidite tudi v nadaljevanju prispevka. Nalogi sledi tudi primer učenčevega dokaza o delu, ki ga je podal pisno v spletni učilnici. Na njegov dokaz o delu sem podala povratno informacijo, ki je v glavnem spodbuda z vprašanji in vodilo za dopolnitev naloge, ki jo je učenec kasneje zagovarjal za oceno.

Ocenjevanje znanja

Vrednotenje znanja z ocenami je po pravilniku [1] obvezen del izobraževanja.

Na nekaj let se preverja doseganje ciljev in standardov v učnem načrtu za pouk fizike v osnovni šoli tudi z nacionalnim preverjanjem znanja (NPZ) za večje število učencev v Sloveniji [9].

Zagotovo je ocenjevanje najbolj stresen del za slehernega učenca in posledično tudi za njihove družine, ki imajo pomembno vlogo v celotnem procesu izobraževanja otrok [10]. Tovrstne občutke sem zaznala kot učiteljica, razredničarka in mama. S številčnim ocenjevanjem, ki poteka pri fiziki tri- do štirikrat med šolskim letom, težko zajamem celotno širino znanj vsakega posameznika. To je posebej očitno v primeru pisnega ocenjevanja znanja, kjer nimam možnosti postavljanja dodatnih vprašanj, s katerimi bi učenca spodbujala k dodatnemu, poglobljenemu razmisleku in povezovanju znanj. Smiselno je pridobiti manj ocen iz pisnega ocenjevanja in več iz ustnega in drugih oblik ocenjevanja, o čemer pričajo smernice sodobnega pouka in pravilnik ocenjevanja [1, 11]. Vsaj enega pisnega ocenjevanja znanja v šolskem letu se lotim predvsem zato, ker v krajšem času pridobim več potrebnih ocen, hkrati pa je pisno ocenjevanje znanja za nekatere učence tudi lažji način izkazovanja znanja.

Ocena daje učencu sporočilo, da lahko napreduje v višji razred, in kaže razlike med učenci tudi v smislu tekmovalnosti. Po izkušnjah iz razreda se je pokazalo, da je sumativno ocenjevanje znanja pri učencih povzročilo, da so se učili le ob napovedanih ocenjevanjih, krajši čas zelo intenzivno, v večini brez povezovanja znanj in brez možnosti uporabe znanja v novih problemskih situacijah.

Nameni učenja in kriteriji uspešnosti

Preden sem spremenila svoj način poučevanja in začela sistematično slediti korakom formativnega spremljanja, sem imela občutek, da se učenci nenehno sprašujejo, kako bodo ocenjeni, kaj naj znajo. Sedaj, ko že ob uvajanju novih učnih vsebin skupaj z učenci zapišemo namene učenja in kriterije uspešnosti, ki se prepletajo z operativnimi cilji in standardi znanja, je učencem veliko jasneje, kaj pričakovati pri ocenjevanju znanja. Še pomembnejše spoznanje pa se pri učencih razvije že med učnim procesom, ko z zbranimi dokazi in mojo povratno informacijo dobijo občutek o napredku svojega znanja glede na predhodno zapisane kriterije uspešnosti. S tem je zame lažje tudi sumativno vrednotenje, saj glede na poznane učenčeve dokaze o učenju veliko lažje z vprašanji vodim učenca, da izkaže svoje znanje. Lažje je tudi posameznemu učencu, ki pred sumativnim vrednotenjem znanja že pozna formativno (opisno) oceno svojega znanja, ki jo je prejel od mene, občasno tudi od sošolcev, in na nek način že ve, ali bo uspel dosegati tudi najvišje ravni znanja. S tem vedenjem se po izkušnjah iz razreda učenec zna dobro umestiti na ocenjevalno lestvico glede na zapisana merila ocenjevanja znanja. Opaziti je manj stresa pred sumativnim vrednotenjem znanja, manj morebitnih razočaranj nad nedoseganjem najvišjih ocen, če učenec ne izkaže znanj na najvišjih ravneh zahtevnosti. Ker lahko tudi starši večkrat pogledajo v učenčev zvezek, ki postaja nekakšen portfelj [12] njegovega dela in napredka, opažam, da na mesečnih govorilnih urah starši vedo, kaj učenec dela in kako napreduje. Zaupanje v objektivnost ocenjevanja se je okrepilo.

Zaključek

Iz lastnih izkušenj in številnih mednarodnih raziskav [2, 6, 13] lahko zaključim, da s formativnim spremljanjem učencem pomagamo izoblikovati jasn pogled na širino znanj, ki jih v procesu učenja dosegajo. S tem učenci dosegajo osebne cilje, krepijo pozitiven odnos do šole in šolanja ter skrbijo za pozivno samopodobo.

Po izkušnjah iz razreda se je pokazalo, da je sumativno ocenjevanje znanja pri učencih povzročilo, da so se učili le ob napovedanih ocenjevanjih, krajši čas zelo intenzivno, v večini brez povezovanja znanj in brez možnosti uporabe znanja v novih problemskih situacijah.

Sedaj, ko že ob uvajanju novih učnih vsebin skupaj z učenci zapišemo namene učenja in kriterije uspešnosti, ki se prepletajo z operativnimi cilji in standardi znanja, je učencem veliko jasneje, kaj pričakovati pri ocenjevanju znanja.

Izdelava silomera

Projektna naloga: Izdelaj silomer, napravo za merjenje sile.

Naučili smo se, kaj je sila, katere spremembe povzroča in kaj pomeni 1 N. Če izhajamo iz teh definicij, lahko razmislimo o izgradnji silomera. Preprosto bi morali s silo (težo določene uteži) delovati na neko telo in opazovati spremembe.

Namen učenja (dela): Izdelati merilnik za silo – silomer.

Poglej v učbenik ali na splet (Google, YouTube ...), kako je zgrajen silomer, in načrtuj izdelavo svojega. Pri tem uporablaj pripomočke, ki jih najdeš doma in so morda odpadni material. Izdelani silomer tudi umeri, kar pomeni, da bo imel skalo, ki bo kazala merjene vrednosti sil (npr. merilna skala z 1 N, 5 N, 10 N ...).

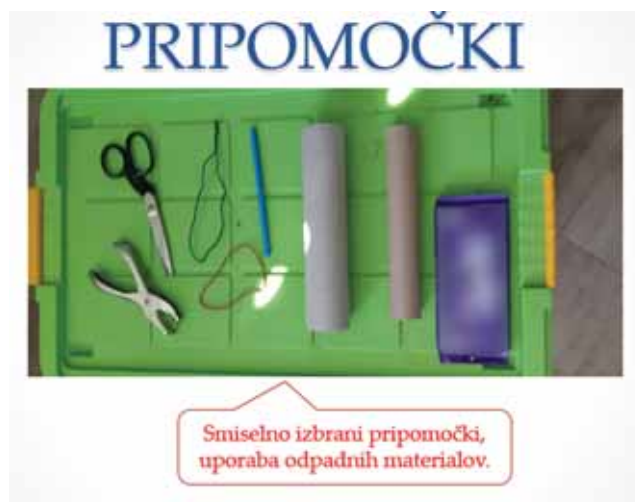
K izdelku spada tudi zapis – predstavitev z naslednjimi postavkami:

1. Načrt izdelave silomera.
2. Pripomočki za izdelavo silomera.
3. Slikovni dokaz izdelave silomera (vaše delo).
4. Opis načina umerjanja silomera.
5. Razmislek o možnosti natančne izdelave merilne skale silomera.
6. Težave/pomanjkljivosti, ki sem jih opazil/-a med izdelavo silomera.
7. Na kaj sem moral biti pozoren/-na pri izdelavi silomera?
8. Kaj bi lahko še izboljšal/-a pri silomeru?
9. Razmisli, za katere meritve bi lahko uporabil tvoj silomer (npr. za merjenje teže pujsa najbrž ne bi bil primeren).

Nalogo lahko predstaviš za oceno (ocenjevanje praktičnega dela).

Kriteriji uspešnosti:

- opravljena projektna naloga po dogovorjenih navodilih,
- znam opisati potrebne pripomočke (navedem razlog, zakaj sem izbral/-a prožno telo),
- opišem postopek izdelave silomera,
- pojasnim način umerjanja skale,
- prikažem merjenje sile na svojem modelu,
- pojasnim morebitne pomanjkljivosti svojega silomera,
- navedem možnosti izboljšave silomera.



SLIKOVNI DOKAZ



OPIS NAČINA UMERJANJA SILOMERA

- Da bo merilni pripomoček uporaben, ga moramo najprej umeriti. Torej izdelati je potrebno pravilno skalo
- Silomer se razteguje s pomočjo elastike
- Elastika ima svoj razteznostni koeficient k
- Ko je silomer neobremenjen, lahko določim začetno lego skale 0 N.
- Ko obesim 100 g uteži, se elastika raztegne in lahko označim vrednost skale 1 N.
- Zaradi Hookovega zakona so vsi razdelki na 1 N enako veliki

Za izgradnjo silomera si uporabil elastiko. Kaj je njena lastnost? Ali lahko namesto elastike izberemo še kaj drugega?

Kaj pomeni „pravilno“ skalo?

IZDELAVE MERILNE SKALE SILOMERA

Za natančnost umerjanje skale je pomembno da ima

Razmisli, če bi lahko imel npr. 50 g ali 200 g predmet?

prvi predmet zares 100 g

Smiselno! Pojasni zakaj želiš imeti natančno 100 g predmet?

TEŽAVE, POMANKLJIVOSTI, KI SEM JIH OPAZIL MED

SAMO IZDELAVO

- V materialih, ki sem jih izbral, bili premehkli
- Za objekte z manjšo maso je lahko moja elastika pretoga
- Za objekte, ki pa imajo preveliko maso pa je lahko elastika prešibka
- Deluje le v omejenem delovnem območju, glede na sposobnost elastike

POZORNOST PRI IZDELAVI

Razmisli kako bi deloval silomer, če bi uporabil vzmet iz kemičnega svinečka?

- Pozoren sem moral biti predvsem na samo vzmet, katero sem izbral
- Ter pri zapisovanju merilne skale, da so enaki razdelki
- Pozoren sem moral biti tudi pri izdelavi, da se notranji del navpično premika

Si res izbral vzmet?

Dobro si opazoval.

KAJ BI LAHKO ŠE IZBOLJŠAL

- Izboljšal bi lahko samo s tršim materialom
- Lahko bi imel bolj podrobno razdeljeno merilno skalo npr. 1N razdeljen na še 10 manjših delčkov.

UPORABA MOJEGA SILOMERA

- Moj silomer lahko uporabim za merjenje manjših uteži, težkih samo do 2N
- Ker je elastika prešibka za večje sile

Si to tudi preveril?

Komentar učiteljice: Dobro si se lotil naloge. Opisal si postopek izdelave silomera in njegovo umerjanje, kar je razvidno s slike silomera. Dodatno razmisli o lastnostih uporabljenih materialov in uporabi vzmeti namesto elastike. Želela bi dokaz o merjenju 200 g uteži in veljavnosti Hookovega zakona za tvoj silomer, kot si zapisal. Preberi vse moje komentarje in vprašanja ter se pripravi na predstavitev naloge. S tem boš lahko zadostil vsem kriterijem uspešnosti.

Priprava učiteljice na ocenjevanje:

Ocenjena bo stopnja doseganja naslednjih ciljev in standardov iz učnega načrta. Učenec:

- poišče ključne informacije iz preprostega fizikalnega besedila ali drugega vira,
- načrtuje in izvaja preproste poskuse in raziskave, obdeluje podatke, analizira rezultate poskusov in oblikuje sklepe,
- oblikuje pisno navodilo za izvedbo poskusa,
- ve, da je sila fizikalna količina z enoto newton (N),
- opredeli enoto za silo newton (N) kot težo stogramske uteži,
- izmeri silo s silomerom in zapiše njeno vrednost,
- ve, da je raztezek vzmeti premo sorazmeren s silo, ki deluje na vzmet,
- določi velikost teže telesa z znano maso, primerja svoje rezultate z drugimi učenci in ugotovi možne vzroke za odstopanja in napake,
- pri oblikovanju zaključkov in razlag poveže rezultate poskusov, teoretično znanje in druge podatke,
- predlaga morebitne izboljšave uporabljenih metod,
- predstavi nova vprašanja, ki so se mu porajala med poskusom in po njem,
- na podlagi predhodnega znanja postavi hipotezo, ki mu pomaga pri načrtovanju poskusa,
- opredeli ključne spremenljivke, ki jih je treba upoštevati pri izvedbi poskusa,
- uporabi različne oblike in metode (vključno s simboli, diagrami, tabelami, skicami, grafi in IT) za predstavitev kvalitativnih in kvantitativnih podatkov in zaključkov,
- kompetenco digitalne pismenosti razvija z uporabo sodobne informacijske tehnologije (IT).

Pred ocenjevanjem smo doseganje teh ciljev in standardov utrjevali in preverjali.

Viri

- [1] Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju znanja ter napredovanju učencev v osnovni šoli
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11583> (28. 6. 2020).
- [2] Formative and Summative Assessment in the Classroom
http://ccti.colfinder.org/sites/default/files/formative_and_summative_assessment_in_the_classroom.pdf (28. 6. 2020).
- [3] Žakelj, A. in Borstner, M. Razvijanje in vrednotenje znanja.
<https://www.zrss.si/pdf/razvijanje-vrednotenje-znanja-2012.pdf> (28. 6. 2020).
- [4] Komljanc, M. Merjenje učenje »Moja mera«
https://skupnost.sio.si/pluginfile.php/519688/mod_folder/content/0/za%204%20zbornik%20moja%20mera.pdf?forcedownload=1 (28. 6. 2020).
- [5] Didaktika ocenjevanja znanja. (2008). Zbornik 2. mednarodnega posveta v Celju. Ljubljana: ZRSŠ.
- [6] Assessment and classroom learning, (Black, Paul; Wiliam, Dylan). [http://wiki.biologyscholars.org/@api/deki/files/1278/=black_p_etal_1998b\[1\].pdf](http://wiki.biologyscholars.org/@api/deki/files/1278/=black_p_etal_1998b[1].pdf), (pridobljeno 28. 6. 2020).
- [7] Holcar Brunauer, A. idr. (2016). Formativno spremljanje v podporo učenju. Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Ljubljana: ZRSŠ.
- [8] Grah, J. idr. (2017). Vključujoča šola. Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Ljubljana: ZRSŠ.
- [9] Nacionalno preverjanje znanja.
<https://www.gov.si/teme/nacionalno-preverjanje-znanja/> (28. 6. 2020).
- [10] Jančič, P.(2010). Preprečevanje stresa pri učencih zaradi ocenjevanja znanja. Magistrsko delo.
<https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-YJEY4CYU/7f8ad17b-cda7-4696-b597-91b14af6121a/PDF> (28. 6. 2020).
- [11] Repnik, R. Ustno preverjanje in ocenjevanje znanja v osnovni šoli.
https://www.zrss.si/digitalnahnjiznica/Posodobitve%20pouka%20v%20osnovno%C5%A1olski%20praksi%20FIZIKA%20CD/vsebinska/1_poglavje/1_02/ustnopreverjanjeinocenjevanjeznanjavos.pdf (5. 7. 2020).
- [12] Assessment practices for 21st century learning: review of evidence
https://nesetweb.eu/wp-content/uploads/2019/06/AR1_20172.pdf (28. 6. 2020).
- [13] Formative and Summative Assessments
<https://poorvucenter.yale.edu/Formative-Summative-Assessments> (28. 6. 2020).

Časovno sprejemljiva povratna informacija brez uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije

Jure Ausec

Biotehniški center Naklo – Srednja šola

Izvleček

Pri pouku si večinoma prizadevamo, da bi v čim krajšem času »obdelali« čim več snovi in naredili čim več nalog. Najhitreje gre v obliki frontalnega pouka in reševanja nalog na tablo, pri čemer pa mnogokrat pozabljamo, da s table prepisana naloga (in na hodniku prepisana domača naloga) ne pomeni tudi razumevanja pri dijakih. S frontalnim načinom tudi ne vemo, kdo dejansko razume in kje se dijakom zatakne. Oboje lahko dosežemo z elementi formativnega spremljanja, med katerim je tudi povratna informacija. Kako pa lahko podamo povratno informacijo tako, da bo individualna in koristna, hkrati pa ne bo vzela preveč časa?

Ključne besede: formativno spremljanje, povratna informacija, skupinsko delo

Temporally Acceptable Feedback without the Use of Information and Communication Technology

Abstract

During lessons we mostly strive to »process« as much of the subject matter as possible in the shortest time possible and to do as many exercises as possible. The fastest way is in the form of frontal instruction and doing exercises on the board, but we often forget that copying the exercise from the board (and copying the homework in the hallway) does not necessarily mean that the students understand it. Using the frontal instruction method, we cannot know who has actually understood the subject matter and where the students are experiencing problems. However, both can be achieved using formative assessment elements which include feedback. How can we provide feedback that is individualized and useful, while not taking up too much of our time?

Keywords: formative assessment, feedback, group work

Povratna informacija

Letošnja izjemna situacija, ko smo morali učitelji čez noč začeti poučevati na daljavo, je bila za večino učiteljev zelo zahtevna. Hkrati pa je vsem, ki so bili pripravljeni vložiti nekaj dodatnega časa in napora, nudila izjemno priložnost za osebni razvoj in nova spoznanja o poučevanju. Zame najpomembnejša ugotovitev (ali bolje potrditev) je bilo spoznanje, kako pomembna je povratna informacija.

Pri vseh nalogah, ki sem jih dal dijakom v reševanje, sem si vzel čas – veliko časa – in vsakemu poslal povratno informacijo: najprej »klasično« pregledane naloge s kljukicami in črtami, nato pa še besedilno povratno informacijo, kjer sem dijaka opozoril na pomembne napake, podal kratko razlago ali pa namig za nalogo, ki je ni znal rešiti. Neverjetno, koliko dijakov je povratno informacijo temeljito pregledalo, dopolnilo ali popravilo nalogo in jo ponovno oddalo. Metoda je bila malo manj všeč mojim sodelavcem, saj so dijaki tudi njih začeli spraševati po podrobnejši povratni informaciji. Tako sem spoznal, kako zelo jim je pomembna.

Zame najpomembnejša ugotovitev (ali bolje potrditev) je bilo spoznanje, kako pomembna je povratna informacija.

Vendar pa pri tem načinu dela nastopi težava. Če ste kdaj želeli pregledati domačo nalogo prav vsakemu dijaku, ste ugotovili, da vam to vzame več kot celo šolsko uro. Meni je škoda časa že za to, da grem od dijaka do dijaka in preverim, ali je vsaj kaj napisal – težko za vsakega ocenim, kaj je naredil sam in koliko zares zna, kaj šele da bi vsakemu podal povratno informacijo. A za to obstaja trik, ki olajša delo učitelju, hkrati pa pri dijakih še poudari pomen povratne informacije. Gre za neke vrste kombinacijo medvrstniške in učiteljeve povratne informacije.

»Piši-briši« tabla za skupinsko delo

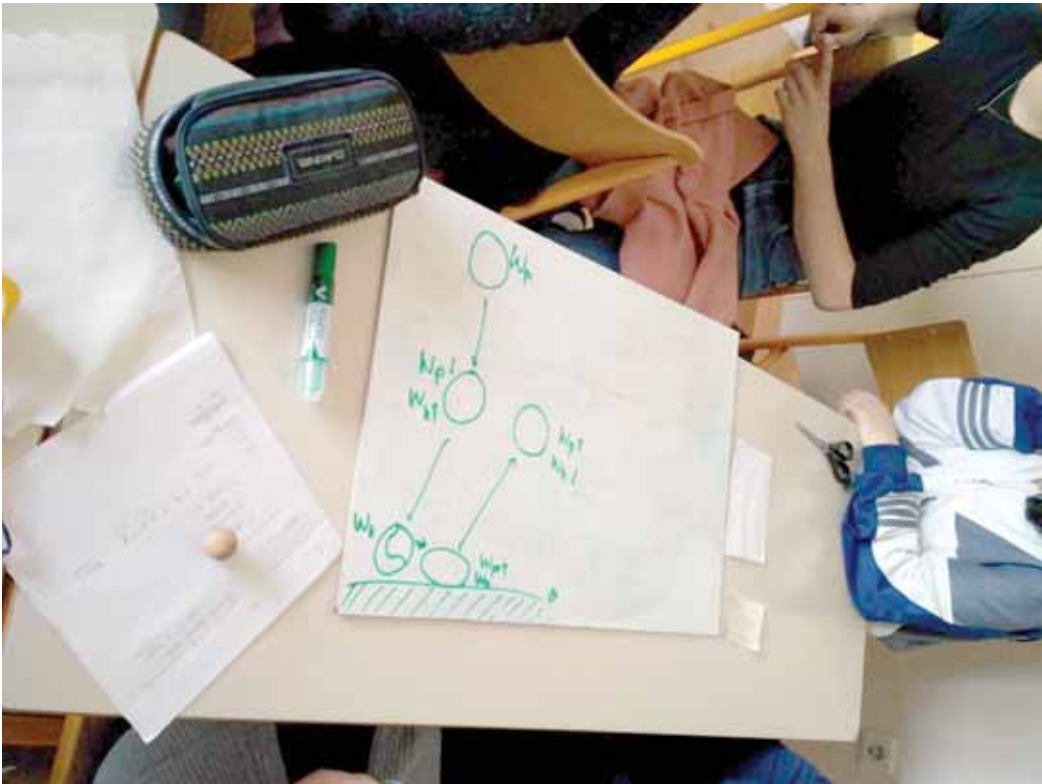
Pri formativnem spremljanju [1] nam lahko pomaga več aplikacij, s katerimi lahko dokaj hitro analiziramo posplošeno raven znanja v razredu, hkrati pa tudi posamezni dijaki dobijo (računalniško generirano) povratno informacijo, npr. Kahoot!, Formative, Plickers itd. Dela se lahko lotimo tudi brez uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (če nimamo na voljo internetne povezave, če ne želimo uporabljati mobilnih telefonov, če želimo izvajati pouk z dejavnostmi, ki so zastavljene problemsko in z več rešitvami, ali pa zgolj zato, da zamenjamo način dela). Sam večkrat uporabljam bele »piši-briši« table za skupinsko delo. Tako tablo je enostavno in dokaj poceni izdelati, saj potrebujemo le kos tankega lesa in belo samolepilno folijo (za zavijanje knjig). Uporabimo lahko tudi plastificiran list A3, vendar je boljše, če so table nekoliko večje in imajo trdo podlago, saj je po njih lažje pisati. Za pisanje lahko uporabljamo nekoliko iztrošena (a še delujoča) pisala za bele table, ki se verjetno večini učiteljev valjajo po predalih. Table enostavno pobrišemo s kosom blaga (npr. razrezana stara rjuha), saj je blago trajnejše in bolj ekološko od papirnatih brisačk.

Verjetno ste nekoliko razočarani, ker pisanje po tabli ni dosti drugačno od pisanja v zvezek. A resnica je prav nasprotna! Pisanje na tablo znotraj skupine je popolnoma drugačno kot pisanje v zvezek.

Prvič, dijaki si v zvezek velikokrat ne upajo zapisati rešitve, če o njej niso prepričani. To je posebej opazno pri nalogah, ki nimajo enoznačnega odgovora, ali pri nalogah, ki jih dijaki še ne znajo rešiti, pa jih želimo spodbuditi k razmišljanju. Zvezek je samo dijakov, kar pomeni, da je vsaka napaka njegova – napak pa nihče ne želi delati (vsaj v šoli, kjer formativno spre-

Verjetno ste nekoliko razočarani, ker pisanje po tabli ni dosti drugačno od pisanja v zvezek. A resnica je prav nasprotna! Pisanje na tablo znotraj skupine je popolnoma drugačno kot pisanje v zvezek.

Zvezek je samo dijakov, kar pomeni, da je vsaka napaka njegova – napak pa nihče ne želi delati (vsaj v šoli, kjer formativno spremljanje še ni dobro razvito in so dijaki za napake tipično kaznovani s slabšo oceno).



Slika 1: Nastajanje zapisa na tabli.

mljanje še ni dobro razvito in so dijaki za napake tipično kaznovani s slabšo oceno). Pri tabli je morebitna napaka skupinska in se odgovornost porazdeli, zato so dijaki veliko bolj pripravljeni delati napake, saj se osebno manj izpostavljajo. Na tabli se s potegom gobice zapisano tudi brez težave izbriše in dijaki lahko vse zapisano enostavno popravijo.

Drugič, dijaki, ki še niso usvojili snovi in imajo pri določeni temi ali postopku še težave, se lažje izpostavijo z vprašanjem pred tremi sošolci kot pred celotnim razredom in učiteljem. Saj poznate mučno tišino, ki običajno sledi vprašanju »Imate kakšno vprašanje?« Pri delu s tablam opazam, da dijaki veliko več sprašujejo sošolce, kar ima dvojen pozitiven vpliv, saj tudi dijaku, ki zna odgovoriti in pomagati sošolcu, krepi samozavest.

Tretjič, nemogoče je, da bi učitelj sledil delu vseh tridesetih dijakov v razredu. Če dijaki delajo po skupinah, mora učitelj slediti le sedmim skupinam, kar je obvladljivo število – več avtorjev navaja podobno število kot najprimernejše število članov ali enot za vodenje. Za časovno primerne se izkažejo skupine po štiri, saj se zgolj dva dijaka obrneta nazaj, štiri pa je tudi primerno število za aktivno delo vseh in hkrati za širok nabor idej in znanj. Učitelj torej lahko sledi delu nekaj skupin in jih tudi usmerja, ko naletijo na težavo. Teh težav je seveda mnogo manj kot pri individualnem delu, saj več glav več ve, s tem pa tudi akademsko šibkejši dijaki spoznajo metode reševanja problemov in se učijo od akademsko uspešnejših dijakov. Ker učitelj lahko spremlja delo, lahko intervenira z namigom ali vprašanjem, s čimer usmeri skupino v pravo smer. Tu ne gre za enak način dela kot pri reševanju na tablo, kjer se en dijak muči, preostali pa so v gledališču in le prepisujejo s table. Tu je aktivnih mnogo več dijakov, učitelj pa jim ne pove rešitve, temveč jih samo usmerja.

Če skupina niti družno ne uspe rešiti zadane naloge (sploh če je takih skupin več), je to zelo pomembna povratna informacija učitelju, ki je bolj povedna kot spoznanje, da en dijak nečesa ne zna. Če se namreč zatakne celotni skupini, gre verjetno za temo, ki zahteva dodatno razlago in pojasnila.

Kljub temu da učitelj tu lahko spremlja delo skupin, pa ima na voljo še eno pomagalo, in sicer, da si skupine med seboj zamenjajo table. Tako vsaka skupina pregleda rešitve druge in poda komentar. Lahko se z zapisanim strinja, če pa se rešitvi razlikujeta, bodisi spozna svojo zmoto in s tem utrdi pravilno razumevanje bodisi odkrije napako v razmišljanju druge skupine, kar tej skupini spet pomaga do pravilnega razumevanja.

Tak način dela je primeren pravzaprav za vse faze pouka:

- uvod v določeno tematiko (naloge za ugotavljanje predznanja in priklic informacij dijakov – učitelj spozna raven predznanja dijakov, dijaki pa se uvedejo v temo);
- zaključek tematike (s kompleksnejšo nalogo, ki lahko traja tudi celo uro, učitelj preveri, ali je snov ustrezno usvojena, in preverja višje taksonomske stopnje, kot sta analiza in sinteza);
- eksperimentalno delo (dijaki napovejo izid poskusa, nato preverijo svoje napovedi in razložijo, zakaj se je nekaj zgodilo, razlage primerjajo z drugimi skupinami);
- krajše naloge (npr. zaposlitev preostalih učencev med ustnim ocenjevanjem, kjer lahko skupina sestavi nalogo, nato pa zamenja tablo z drugo skupino, ki nalogo reši in jo vrne prvi skupini v pregled).

Verjetno ste med branjem v mislih že premlevali možne scenarije odklonskega vedenja, ki bi se pojavilo v vašem razredu. Res je, vsaka medalja ima dve plati in tudi pri tem načinu dela ne gre vedno vse gladko. Zagotovo je v razredu nekaj dijakov, ki jim tak način dela ni najljubši. Dijaki na table tudi rišejo in se igrajo tri v vrsto, v določenih skupinah »ta pametni« reši nalogo, preostali pa le gledajo, vedno je kdo, ki ne sodeluje ... Ampak situacija ni tako kritična, saj se izkaže, da je takega vedenja malo in da se samouravnava: skupina spodbuja tistega, ki ne dela, naj pomaga in sodeluje, po odigrani igri tri v vrsto (in ko slišijo, kaj je že ugotovila sosednja skupina, in nekaj pohval učitelja) se spet zavzeto lotijo naloge ... Še največjo težavo predstavlja prenos zapisanega in ugotovljenega v zvezek, da bi lahko dijaki reševanje in ugotovitve ponovno pregledali doma. Tu si seveda lahko pomagajo z mobilnimi telefoni in fotografiranjem tabel, vendar se izkaže, da se te fotografije navadno nekje izgubijo. Sam običajno naredim tako, da ena izmed skupin predstavi potek reševanja in rešitev zapiše na tablo, saj so dijaki tega pač najbolj vajeni. Moje mnenje je, da če se je dijak naučil vtipkati sinus v kalkulator, je s tem naredil več, kot če bi imel v zvezku zapisanih sedemnajst računov, za katere nima pojma, kako smo jih rešili – vendar pa dijaki potrebujejo »klasični« zapis v zvezek, sicer imajo občutek, da jim nekaj manjka.

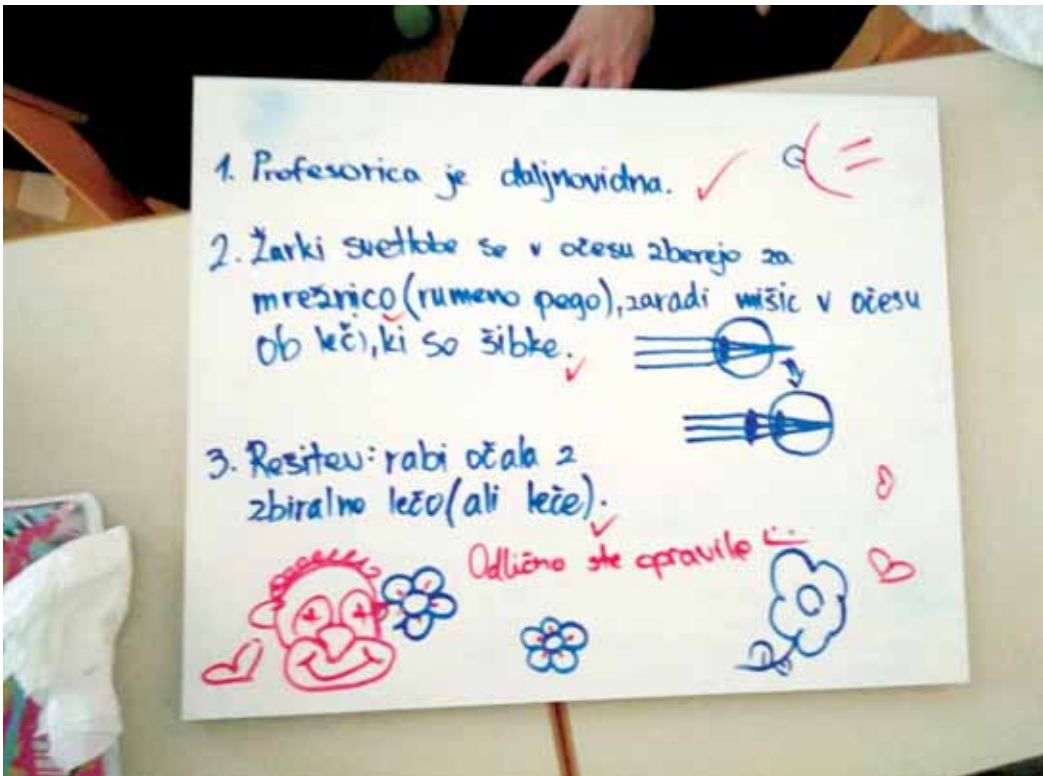
Pri delu s tablam opazam, da dijaki veliko več sprašujejo sošolce, kar ima dvojen pozitiven vpliv, saj tudi dijaku, ki zna odgovoriti in pomagati sošolcu, krepi samozavest.

Če skupina niti družno ne uspe rešiti zadane naloge (sploh če je takih skupin več), je to zelo pomembna povratna informacija učitelju, ki je bolj povedna kot spoznanje, da en dijak nečesa ne zna.

Zaključek

Če povzamem: povratna informacija je ključna za uspešno učenje [2]. Spodbujati moramo povratno informacijo učitelja dijakom, medvrstniško povratno informacijo in povratno informacijo dijaka učitelju. Ker se v praksi izkaže, da je povratno informacijo nemogoče vedno dati vsakemu dijaku individualno zaradi časovne zahtevnosti takega pristopa, si lahko učinkovito pomagamo z delom v skupini in z uporabo tabel. Prepričan sem, da lahko tako izboljšamo znanje dijakov, spodbujamo medvrstniško sodelovanje, olajšamo delo učitelju in hkrati povečamo tudi pretok informacij o znanju od dijakov do učitelja. Seveda pa vsem učiteljem ne ustrezajo iste tehnike, zato bo najbolje, da sami poskusite in ugotovite, ali vam opisana metoda ustreza.

Povratna informacija je ključna za uspešno učenje.



Slika 2: Primer medvrstniške povratne informacije skupini.

Viri

- [1] Holcar Brunauer, A. idr. (2016). *Formativno spremljanje v podporo učenju*. Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Ljubljana: ZRSŠ.
- [2] Hattie, J. (2013). *Visible learning for teachers: maximizing impact on learning*. London: Taylor & Francis Ltd.

Preverjanje znanja z uporabo orodja Plickers

Damjan Pihler

Osnovna šola Franceta Prešerna Maribor

Izvleček

V prispevku je opisano preverjanje znanja pri pouku fizike s pomočjo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) in orodja Plickers. Orodje je brezplačno dostopno na spletni strani www.plickers.com, učitelj pa za njegovo uporabo potrebuje dostop do interneta, računalnik, projektor ter pametni telefon ali tablični računalnik. Učenci potrebujejo kartice, s katerimi prikažejo svoje odgovore. Kartice pripravi učitelj in so dostopne na omenjeni spletni strani. Učitelj lahko oblikuje vprašanja izbirnega tipa ali pa trditve, ki jih učenci označijo za pravilne ali napačne. Učenci za preverjanje znanja s tem orodjem ne potrebujejo telefona, tabličnega računalnika ali druge opreme. Rezultati so vidni takoj, ko učitelj poskenira odgovore učencev. Učitelj dobi na voljo statistiko o tem, kako so pri nalogah odgovarjali posamezniki, koliko se jih je odločilo za posamezen odgovor in kolikšen je njihov delež. Rezultate učencev lahko skupaj z vprašanji in odgovori natisne in hrani vse šolsko leto.

Ključne besede: plickers, preverjanje znanja, formativno spremljanje

Knowledge Assessment Using the Plickers Tool

Abstract

The paper describes knowledge assessment in Physics lessons using information and communication technology (ICT) and the Plickers tool. The tool is accessible free of charge on the website www.plickers.com; to use it, the teacher needs Internet access, a computer, projector, and a smartphone or tablet computer. The pupils need cards with which they will show their answers. The teacher prepares the cards, which are accessible on the above-mentioned website. The teacher can formulate multiple-choice questions or statements which the pupils mark as correct or incorrect. To assess their knowledge with this tool, the pupils do not need a phone, tablet computer or other equipment. The results are visible as soon as the teacher scans the pupils' answers. The teacher is provided with the statistics on how individual pupils answered the questions, on how many of them decided on a specific answer, and on their proportions. The teacher can print the pupils' results along with the questions and answers, and hold on to them throughout the school year.

Keywords: Plickers, knowledge assessment, formative assessment

Uvod

Na začetku prispevka so osvetljeni nekateri teoretični vidiki pomena preverjanja znanja v povezavi z učnim načrtom za fiziko, z načeli formativnega spremljanja in s Pravilnikom o preverjanju in ocenjevanju znanja ter napredovanju učencev v osnovni šoli. V nadaljevanju pa je opisano orodje, s katerim lahko učitelj preveri znanje učencev z uporabo IKT. Zaradi uporabe IKT so učenci bolj motivirani, učitelj pa prihrani čas, saj mu izdelkov ni treba popravljati. V prispevku je torej opisano preverjanje znanja na sodoben način z uporabo IKT.

Preverjanje znanja

Preverjanje znanja je sistematično, načrtno zbiranje podatkov o tem, kako kdo dosega učne cilje. Rezultati preverjanja znanja so povratna informacija učencu in učitelju. Učencu povedo, katero snov oz. katere učne cilje bolj ali manj obvlada. Rezultati usmerjajo njegovo nadaljnje

učenje, povedo mu, naj še naprej dela tako kot do zdaj ali pa naj se uči več ali drugače. Po navadi ločimo tri vrste preverjanja oz. ocenjevanja: diagnostično ali začetno, formativno ali sprotno ter sumativno ali končno preverjanje in ocenjevanje. [1]

Preverjanje znanja učencev je tudi učiteljeva zakonska dolžnost.

S preverjanjem znanja se zbirajo informacije o tem, koliko učenec dosega cilje oziroma standarde znanja iz učnih načrtov, in ni namenjeno ocenjevanju znanja. Doseganje ciljev oziroma standardov znanja iz učnih načrtov učitelj preverja pred, med in ob koncu obravnave učnih vsebin. [2]

Rezultati preverjanja znanja so učitelju zelo pomembna povratna informacija o uspešnosti posameznih učencev, učnih skupin ali celotnega razreda. Še pomembnejše pa je, kako bo učitelj te podatke oz. rezultate uporabil pri načrtovanju nadaljnje pouka.

Povratne informacije, ki jih učitelji dajejo svojim učencem, so najučinkovitejše takrat, ko so ustne, pravočasne, specifične in izhajajo iz kriterijev uspešnosti. Učencem sporočajo, kaj morajo še izboljšati, zakaj naj to storijo in kako. [3]

Preverjanje znanja pri pouku fizike

Pri fiziki v osnovni šoli se znanje preverja in ocenjuje na različne načine: z ustnim in pisnim preverjanjem in ocenjevanjem, preverjanjem in ocenjevanjem eksperimentalnega dela, projektnim delom, pripravami in predstavitvami referatov, izdelavo modelov naprav in učil ter s preverjanjem in ocenjevanjem drugih dejavnosti. [4]

Orodje Plickers

Plickers je preprosto orodje, ki učiteljem omogoča zbiranje podatkov v realnem času. Orodje je brezplačno, treba se je le registrirati na njihovi spletni strani (www.plickers.com/), in je dostopno v angleškem jeziku.

Učenci vidijo vprašanja, projicirana na tablo oz. projekcijsko platno. Odgovarjajo s pomočjo kartic, ki jih učitelj skenira s pomočjo pametnega telefona ali tabličnega računalnika. Kartice so oštevilčene in med seboj različne. Z njimi učenci podajo odgovor. Takoj ko učitelj skenira kartice, je pripravljena statistika odgovorov za vsakega učenca oz. celoten oddelek.

Orodje omogoča postavljanje dveh vrst vprašanj:

- vprašanj izbirnega tipa z največ štirimi možnimi odgovori (mogoče je podati tudi manj odgovorov) ali
- vprašanj o pravilnosti ali napačnosti zapisane trditve.

Pri postavljanju vprašanj je mogoče ob besedilu dodati tudi sliko.

Orodje uporabljam tudi pri pouku matematike, verjamem pa, da je njegova uporaba mogoča tudi pri drugih predmetih.

Uporaba orodja Plickers pri preverjanju znanja fizike

Učitelj si pred šolsko uro pripravi vprašanja in kartice z odgovori za učence. V orodje oz. aplikacijo vstavi seznam učencev oz. posamezne oddelke. Najbolj praktično je, da imajo učenci vedno kartico z isto številko. Tako je za naslednjo uporabo orodje že pripravljeno in učitelju ni več treba vnašati seznamov učencev. Te je skozi šolsko leto mogoče spreminjati oz. dopolnjevati.

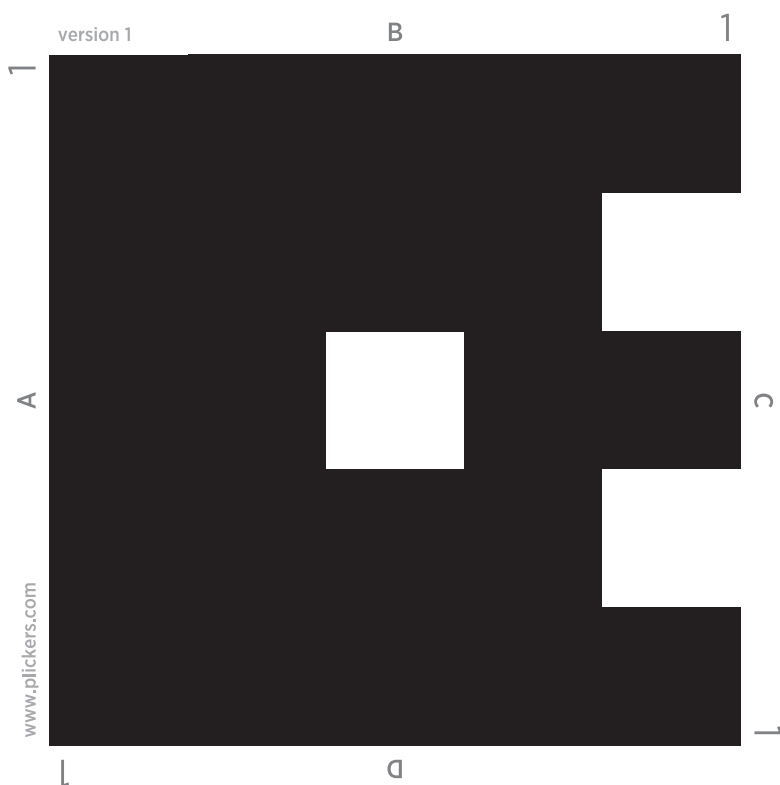
Učenci svoj odgovor s pomočjo kartice podajo tako, da črko pred odgovorom, za katerega mislijo, da je pravilen, obrnejo navzgor. Če torej učenec misli, da je pravilen odgovor na vprašanje odgovor A, obrne kartico tako, da je na vrhu črka A, če misli, da je pravilen odgovor B, obrne kartico tako, da je na vrhu črka B, itd.

Med skeniranjem kartic učencev s pomočjo pametnega telefona učitelj na svojem telefonu vidi sliko, ki jo prikazuje slika 2. Z nje je mogoče razbrati vprašanje, ki ga vidijo učenci, kdo

Rezultati preverjanja znanja so učitelju zelo pomembna povratna informacija o uspešnosti posameznih učencev, učnih skupin ali celotnega razreda.

Takoj ko učitelj skenira kartice, je pripravljena statistika odgovorov za vsakega učenca oz. celoten oddelek.

Učenci svoj odgovor s pomočjo kartice podajo tako, da črko pred odgovorom, za katerega mislijo, da je pravilen, obrnejo navzgor.



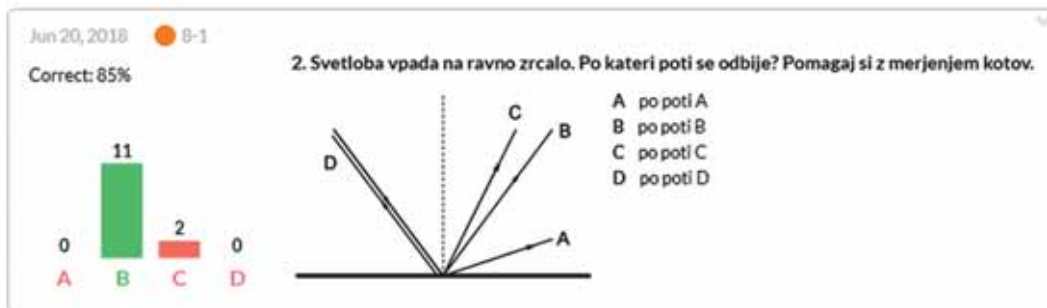
Slika 1: Kartica za podajanje odgovorov – orientacija sporoča, da naj bi bil pravilen odgovor B. (Vir: www.plickers.com/cards, 1. 8. 2018.)

od učencev je že odgovoril na vprašanje, koliko jih je že odgovorilo, kdo je odgovoril pravilno in kdo narobe.

Na sliki 3 je statistika reševanja posamezne naloge, kot jo prikaže orodje Plickers po končanem preverjanju znanja. Z nje je razvidno vprašanje, na katero so odgovarjali učenci, videti je vse mogoče odgovore, koliko učencev se je odločilo za posamezen odgovor in kateri odgovor je pravilen.



Slika 2: Pogled na orodje, kot ga vidi učitelj na telefonu.



Slika 3: Statistika, kot jo prikazuje orodje Plickers. (Vir: www.plickers.com/reports, 1. 8. 2018.)

Zaključek

Največjo prednost pri uporabi tega orodja vidim v tem, da učenci ne potrebujejo svoje naprave, telefona ali računalnika, potrebuje jo le učitelj. Ta ima takoj po skeniranju kartic z odgovori na voljo statistiko odgovorov učencev. To pomeni, da odpade pregledovanje učenčevih izdelkov. Rezultate preverjanja lahko učitelj kadar koli predstavi posameznemu učencu, razredu pa tudi staršem. Z njim je mogoče spremljati napredek posameznega učenca na daljši čas.

Zavedati se je treba, da ima to orodje tudi nekatere omejitve. Mogoča so le vprašanja izbirnega tipa z največ štirimi možnimi odgovori ali vprašanja, pri katerih učenci odgovorijo, ali je trditev pravilna ali ne. Vemo pa, da pri pouku preverjamo še marsikaj drugega. Kljub temu to orodje učitelju olajša delo in prihrani dragocen čas, ki bi ga sicer porabil za popravljanje učenčevih izdelkov.

Za preizkus in uporabo tega orodja sem se odločil zaradi sodelovanja v razvojni nalogi na temo formativno spremljanje pri predmetu fizika v sodelovanju z ZRSS. Razmišljati sem začel, kako bi to orodje uporabil za ocenjevanje znanja. V prihodnje si želim za preverjanje in ocenjevanje znanja preizkusiti in uporabiti še katero orodje IKT.

Rezultate preverjanja lahko učitelj kadar koli predstavi posameznemu učencu, razredu pa tudi staršem.

Viri in literatura

- [1] Marentič Požarnik, B. (2003). Psihologija učenja in pouka. Ljubljana: DZS.
- [2] Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju znanja ter napredovanju učencev v osnovni šoli. Uradni list Republike Slovenije, št. 52 (21. 6. 2013). Dostopno na naslovu: https://www.uradni-list.si/_pdf/2013/Ur/u2013052.pdf
- [3] Holcar B., A. idr. (2016). Formativno spremljanje v podporo učenju. Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Ljubljana: ZRSS.
- [4] Učni načrt. Program osnovna šola. Fizika. (2011). Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

Izvedba navpičnega skoka s pomočjo sodobne merilne opreme

Mag. Damjan Gašparič

Osnovna šola Fram

Izvilleček

Osnovnošolski pouk fizike smo si zamislili malo drugače. Sodobni merilni pripomočki to omogočajo. Vsoto sil na podlago pri navpičnem skoku smo merili s posebno tehtnico za merjenje sil, v angleščini imenovano »force plate«. Dobljene meritve smo uporabili pri dveh učnih urah. Pouk s tem popestrimo, hkrati pa učencem predstavimo sodobno učno tehnologijo, ki je pri pouku fizike v osnovnih šolah še sorazmerno redka.

Ključne besede: pouk fizike v osnovni šoli, navpični skok, sodobna učna tehnologija



Slika 1: Odrivna plošča (»force plate«)

Performing a Vertical Jump Using Modern Measuring Equipment

Abstract

I designed primary school Physics lessons in a slightly different way, which was made possible by modern measuring tools. The total ground reaction force in a vertical jump was measured using a special scale for measuring forces called the force plate. The measurements obtained were used in two periods. This makes the lessons more interesting and introduces the pupils to modern learning technology, which is still relatively rare in primary school Physics lessons.

Keywords: Physics lessons in primary school, vertical jump, modern learning technology

Uvod

Fizika je eksperimentalna znanost. Pri osnovnošolskem pouku fizike se zato učenci velikokrat srečajo s poskusi. Pripomočki za izvedbo poskusov pri pouku fizike v osnovni šoli so običajno desetletja enaki. Poskusi se redko izvajajo s pomočjo računalniške podpore, ki se največkrat uporablja za multimedijske predstavitve, animacije ali videoposnetke. Zelo redko se računalnik uporablja skupaj s sodobnimi merilnimi pripomočki, ki jih treba prek vmesnika povezati z računalnikom.

Na srečo smo za malo daljši čas dobili na razpolago računalniški vmesnik ter posebno tehtnico za merjenje sil oz. odrivno ploščo (pritiskovna ploščica ali tenziometrična ploščica; ang. »force plate«). Prišli smo na zamisel, da bi z učenci izvedli meritve pri navpičnih skokih, te pa bi nato uporabili pri obravnavi dveh učnih vsebin pri pouku fizike v 9. razredih, pri prostem padu in drugem Newtonovem zakonu.

V vseh treh devetih razredih sta meritve opravila po dva fanta in dve dekleta. Vsak udeleženec je izvajal navpični skok z mesta na dva načina: skok iz stoječe-



Slika 2: Vmesnik Vernier

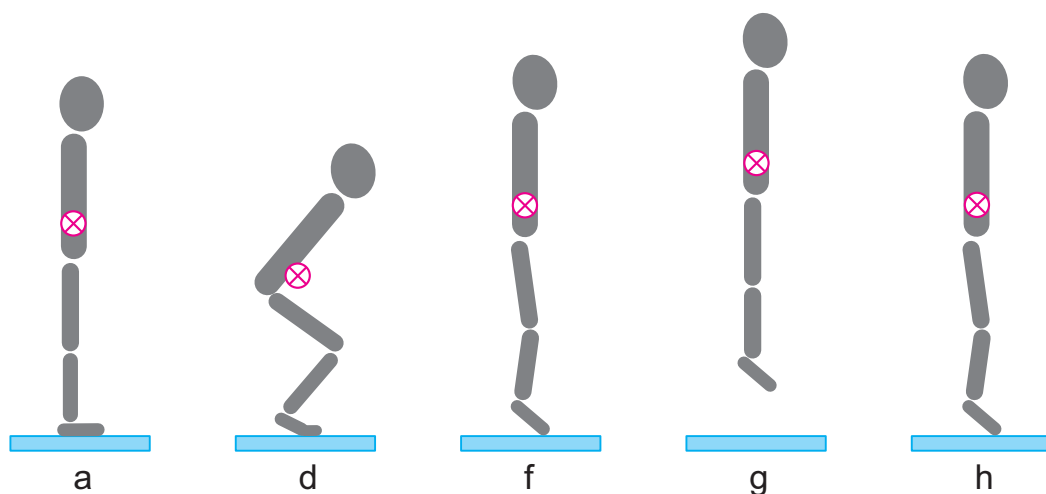
Prišli smo na zamisel, da bi z učenci izvedli meritve pri navpičnih skokih, te pa bi nato uporabili pri obravnavi dveh učnih vsebin pri pouku fizike v 9. razredih, pri prostem padu in drugem Newtonovem zakonu.

ga položaja ter skok iz počepa. Pri obeh načinih so učenci izvajali skoke enkrat brez in drugič z uporabo oz. zamahom rok. Za samo razumevanje skokov in odčitavanje meritev je načeloma dovolj en skok, vendar pri različnih izvedbah skokov vidimo majhne razlike v meritvah in si razlike v rezultatih, ki jih kasneje dobimo z izračuni, lahko bolje razlagamo.

Izvedba učne ure

Meritve smo izvajali z devetošolci, ker nas je zanimalo, kako si razlagajo sile in njihovo velikost med skokom in doskokom, obenem pa ti učenci že obvladajo računanje višin pri prostem padu in navpičnem metu. Učenci so pri učni uri sami odčitali podatke, potem pa z njimi računali. Tako so dosegli zastavljene cilje na bolj znanstven način, navajali so se na natančnost in računali višine skokov.

Na začetku meritev smo učencem najprej razložili delovanje tehtnice, uporabniškega vmesnika in programa, s katerim smo meritve obdelovali ter prikazovali v tabelah in grafih. Tehnico smo nastavili na nič in podali navodila, kako naj izvajajo skoke ter kako bomo zajemali podatke.



Slika 3: Položaji skakalca pri navpičnem skoku.

Pri izbiri učencev smo gledali tudi na to, da so se razlikovali po masi. Pred izvedbo skokov je vsak učenec naredil skok ali dva na tehtnici, da se je malo privadil nanjo. Pri izvedbi skokov se je učenec odrinil in pristal na tehtnici. Ker je tehtnica majhna, so morali biti skoki natančno izvedeni.

Tehtnico smo pred skoki povezali z Vernierjevim vmesnikom, tega pa z računalnikom. Zagnali smo program Logger pro 3 demo, to je eden od brezplačnih programov, ki ga je mogoče dobiti na Vernierjevi spletni strani: www.vernier.com/downloads/logger-pro-demo.

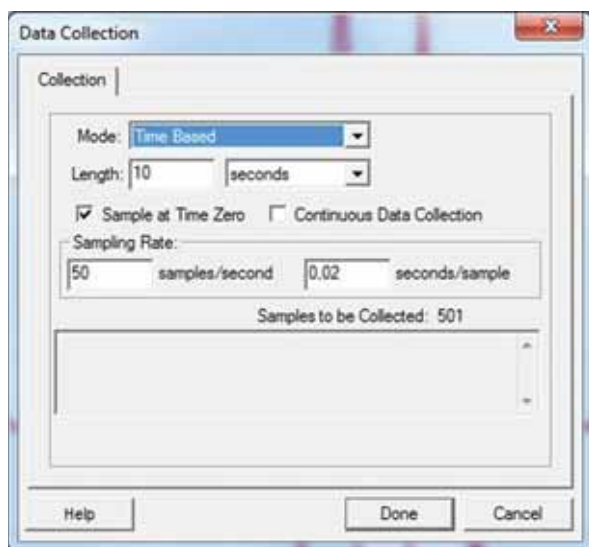
Merilna naprava omogoča zajemanje podatkov do 500-krat na sekundo. Nastaviti je mogoče tudi čas zajemanja podatkov. V programu smo čas izvedbe skoka omejili na deset sekund, kar je ravno dovolj za sproščeno izvedbo skoka.

Za uvod v učno uro učitelj prikaže vse različice skokov, da učenci vidijo razlike. Na kratko učencem pokažemo grafe, ki se nam izrišejo na zaslonu po vsakem skoku, in jih komentiramo. Po prikazanih skokih učitelj razloži, na kaj morajo biti učenci pozorni pri odskoku, kako morajo zamahniti z rokami in kako naj doskočijo na tehtnico, da sila nanjo ne bo prevelika. Tehtnica deluje v določenem merilnem območju, ki je pri »trdem« doskoku lahko hitro preseženo.

Vsak učenec pred začetkom zajemanja meritev stopi na tehtnico, pomočnik pritisne na gumb Start, v desetih sekundah, kolikor traja zajemanje podatkov, pa skakalec izvede enega ali več istih skokov. Po kratkem počitku učenec izvede še druge verzije skokov.

Učenci so pri učni uri sami odčitali podatke, potem pa z njimi računali.

Pri izbiri učencev smo gledali tudi na to, da so se razlikovali po masi.



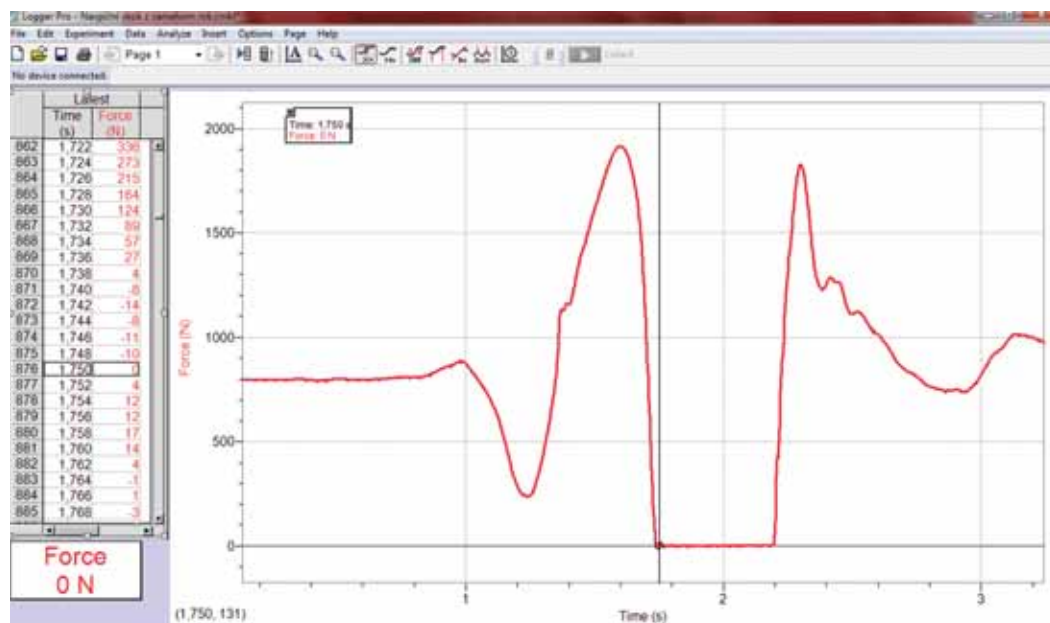
Slika 4: Nastavitev trajanja meritve ter frekvence zajemanja podatkov

Po končanih meritvah je na voljo množica podatkov, ki so predstavljeni v tabelah in grafih. V programu imamo možnost potovati po črti grafa, kar nam omogoča neposredno odčitavanje vrednosti sil ob različnih časih. S pomočjo miške se lahko postavimo na vrh krivulje in v tabeli dobimo velikost sile ter čas, ob katerem se to zgodi. Ko se premikamo po krivulji na grafu, se v tabeli samodejno označi čas, ob katerem smo izmerili določeno silo; seveda vidimo tudi podatek za silo ob delčku sekunde prej ali pozneje. Tako lahko na grafu točno označimo želeni del krivulje, na primer, ko je bila sila največja ali najmanjša.

Za določanje višine skokov je pomemben podatek, koliko časa tehtnica ne beleži sile. Ta čas je namreč skakalec v zraku. Ker se skakalec med skokom giblje gor in nato navzdol (zračni upor zanemarimo), lahko enostavno določimo čas od odrida do najvišje točke ter dobimo višino skoka, začetno hitrost in preostale podatke. Enačbe so zapisane na obeh učnih listih. Za lažje razumevanje določenih faz navpičnega skoka si pogledjmo faze skoka:

1. faza: prehod iz stoječega položaja v počep,
2. faza: prehod iz počepa v odziv do trenutka odskoka,
3. faza: prosti let navzgor do najvišje točke,
4. faza: prosti pad do dotika tal z nogami in ublažitev doskoka v polčepečem položaju,
5. faza: prehod iz polčepečega položaja v normalni stoječi položaj.

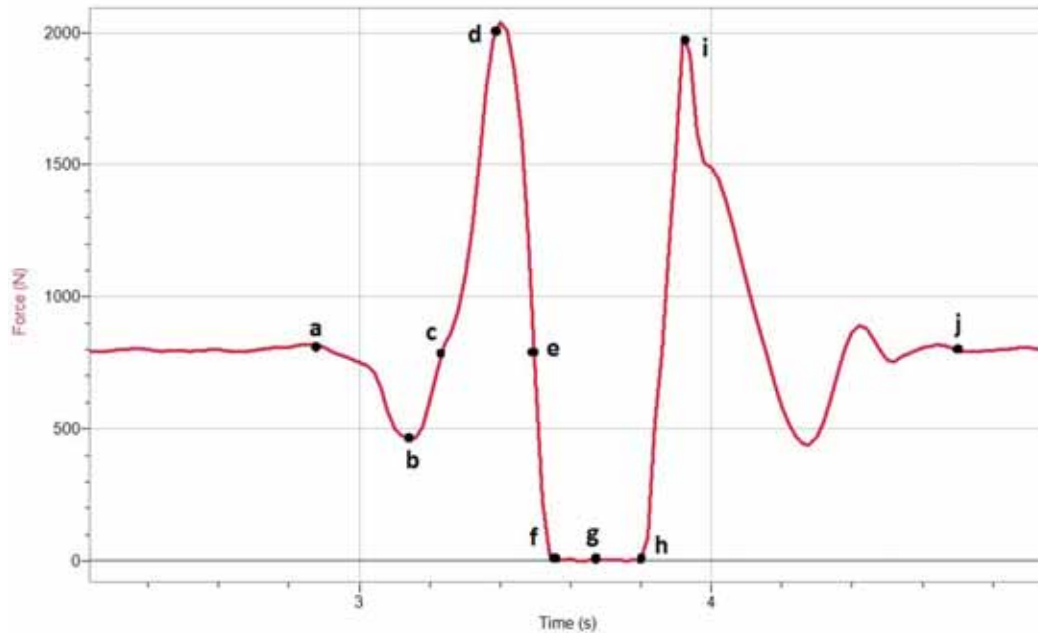
Po končanih meritvah je na voljo množica podatkov, ki so predstavljeni v tabelah in grafih.



Slika 5: Primer tabele in grafa po izvedenem skoku

V prvi fazi skakalec izvede predpripravo na skok, upogne kolena in boke, v nogah se nakopiči energija, ki se sprosti v drugi fazi skoka, ki jo skakalec za čim višji skok izvede v čim krajšem času. Prva faza skoka je koristna za višino skoka, saj se tako sila mišic poveča. V drugi fazi skoka se telo v kolenih in bokih izravna, med gibanjem navzgor hitrost skakalca narašča. Tem krajši čas druge faze skoka vpliva na tem večji pospešek in s tem tudi na višjo hitrost v trenutku, ko se skakalec odlepi od tal. Ko je skakalec v zraku, ne vpliva na sam skok. V četrti fazi skakalec naredi zelo podobne gibe kot v drugi fazi, le v nasprotnem vrstnem redu. Peta faza je podobna prvi fazi, le da poteka v nasprotnem vrstnem redu. Skakalec na koncu miruje, je vzravnana.

Zaradi enostavnejšega spremljanja in pravilnega tolmačenja posameznih delov grafa podajamo razlago po točkah.



Slika 6: Položaji skakalca na grafu

Kaj pomenijo posamezne točke, ki so označene na grafu od a do j in na sliki 3:

- a – Začetek skoka, skakalec miruje.
- b – Skakalec se z največjim pospeškom giblje navzdol, hitrost navzdol najhitreje narašča.
- c – Skakalec se navzdol premika enakomerno in je v tem trenutku nekje na pol poti v polčepeči položaj. Hitrost gibanja navzdol je največja.
- d – Skakalec je zdaj v najnižji legi, miruje. Od te točke se skakalec pričinja dvigati navzgor. Zelo pogosto stanje skakalca oziroma to fazo navpičnega skoka pripisujejo točki b.
- e – Delu grafa od točke d rečemo faza odriva. Sila na tehtnico je točno v tej točki ponovno enaka teži, torej je vsota sil na skakalca enaka nič. Skakalec je v stiku s ploščo tehtnice le z delom stopal. Hitrost gibanja navzgor je največja.
- f – To je točka, kjer se skakalec popolnoma »odlepi« od tehtnice. Sila na ploščo tehtnice je enaka nič.
- g – Skakalec v zraku doseže največjo višino skoka, miruje, po tem trenutku se prične pospešeno gibati nazaj proti plošči tehtnice.
- h – Predstavlja točko pristanka skakalca na tleh.
- i – Sila na ploščo tehtnice je največja, skakalec je podobno kot pri točki d v najnižji točki polčepečega položaja.
- j – Skakalec je ponovno v izravnanim pokončnem položaju, vsota sil nanj je enaka nič, skakalec miruje.

1. učna ura: Prosti pad

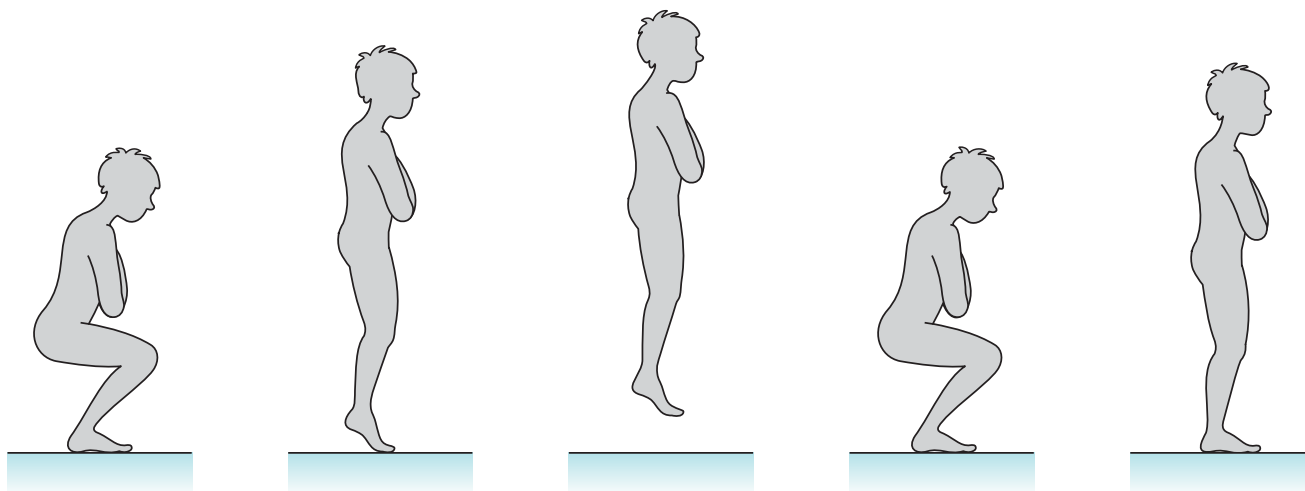
Operativni cilji:

- opišejo prosto padanje teles,
- raziščejo pospešek padanja in ga interpretirajo,
- znajo izračunati pot, če je začetna hitrost nič.

Zgradba učne ure

<p>Uvod</p>	<p>Učitelj na začetku ure obrazloži, kako se bodo izvajale meritve. Predstavi merilno tehtnico, vmesnik in računalniški program. Ponovimo nekaj dejstev o pospešenem gibanju. V pogovoru z učenci opišemo skok, ki ga primerjamo z metanjem žogice navpično navzgor in s prostim padanjem togega telesa. Pogovorimo se o športih, kjer se navpični skoki zelo pogosto pojavljajo. Učenci opišejo njihovo izvedbo.</p> <p>Na začetku rešijo še vprašanja od 1 do 9 na učnem listu. Učitelj postavlja vprašanja, s katerimi ugotavlja, kako teža skakalca vpliva na višino skoka ter v čem se zaradi spola razlikujejo skoki.</p> <p>Za izvedbo poskusa določimo dva fanta in dve dekleti, ki bodo izvedli skok na štiri različne načine.</p>
<p>Jedro</p>	<p>Sledi izvajanje poskusa. Prvi poskus izvede učitelj. Izbere si eno verzijo skoka, na primer stoje z rokami pri miru, in razloži ter pokaže izvedbo, poleg tega pa še upravljanje programa pred odskokom in po doskoku. Nato prvi učenec stopi na tehtnico in izvede skok. Če graf ni značilen za pravilno izveden skok, se skok ponovi.</p> <p>Učenci eden za drugim izvajajo skoke v višino. Pri tem pazimo, da hkrati shranjujemo meritve, ki se učencem prikažejo na velikem zaslonu. Učenci po vseh skakalcih in verzijah skokov zapišejo rezultate v tabelo na učnem listu. Izpolnijo še tretji stolpec s polovičnim časom v zraku. Nato sledi računanje višine in dosežene hitrosti.</p> <p>Učenci primerjajo težo skakalcev, dosežene višine in hitrosti po spolu.</p>
<p>Zaključek</p>	<p>Na koncu učitelj skupaj z učenci pregleda učni list. Preveri, kako dobro učenci razumejo, kaj so pri uri merili, in kako so računali. Učencem naroči, naj dokončajo račune za vse učence.</p> <p>Učitelj z učenci preveri odgovore na učnem listu, primer računa pa učitelj ali učenec napiše na tablo.</p>

Učni list: Prosti pad



Slika 7: Navpični skok

1. Navpični skok je sestavljen iz dveh vrst gibanja:

_____ in
_____.

2. V čem sta si podobna prosti pad in navpični met?

3. Naštej športe, pri katerih se navpični skoki pojavijo v eni od štirih oblik, ki smo jih spoznali.

4. Od česa je odvisna višina skoka?

5. Kolikšen je pospešek, s katerim telo prosto pada, in kaj to pomeni?

6. Kako sta si podobni začetna hitrost pri navpičnem metu in končna hitrost pri prostem padu, če zanemarimo upor zraka?

7. Zakaj lahko pri navpičnih skokih upor zraka zanemarimo? Odgovor utemelji.

8. Če poznamo čas, ki ga skakalec preživi v zraku, kako izračunamo čas padanja?

9. Kako se glasi enačba za izračun višine pri prostem padu?

10. V tabelo zapiši izmerke za skoke štirih učencev. Vpišemo tiste izmerke, ki smo jih razbrali iz meritev z odzivno ploščo. Iz znanih enačb določi neznane količine.

	F_g [N]	čas v zraku – t_o [s]	$t_o/2$ [s]	h [cm]	v_o [m/s]
1.					
2.					
3.					
4.					

Računi:

Višina skoka: $h = \frac{a\left(\frac{t_o}{2}\right)^2}{2}$

Odrivna hitrost: $v = \frac{gt^2}{2}$

2. učna ura: Drugi Newtonov zakon

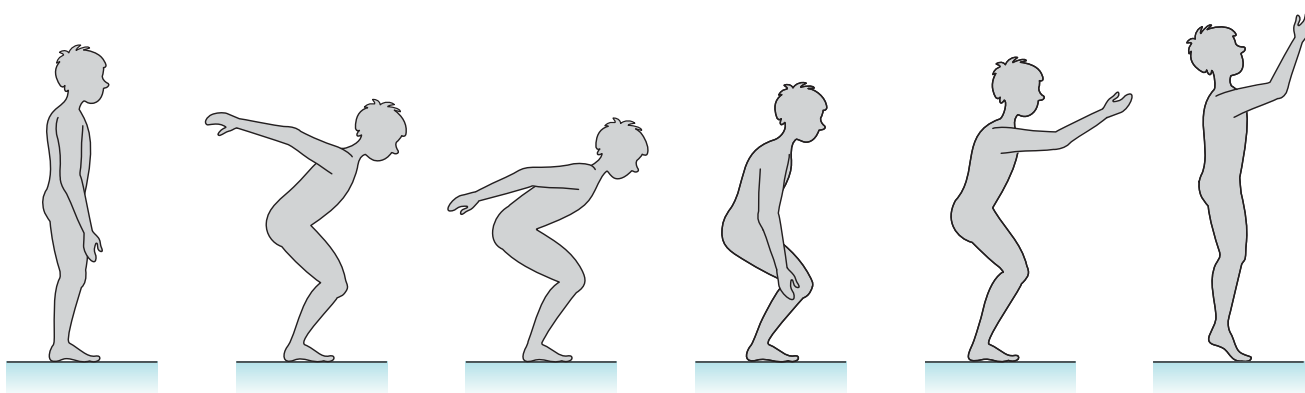
Operativni cilji:

- določijo rezultanto sil na telo,
- raziščejo pospešek skakalca,
- znajo izračunati pospešek skakalca v določenem trenutku.

Zgradba učne ure

Uvod	<p>Pri učni uri bomo obravnavali pospešeno gibanje od trenutka, ko skakalec pred skokom počepne, do trenutka, ko se odlepi od tal (Slika 8). Učitelj ima na začetku ure dve možnosti. Lahko za to učno uro izvede nekaj meritev z učenci ali pa se naveže na uro prostega pada, ki jo je z učenci izvedel pri obravnavi prostega pada.</p> <p>Učitelj nato poda jasna navodila, na kateri del grafa moramo biti pozorni oziroma kateri del grafa predstavlja fazo odriva. Na skakalca med odzivom delujeta sila teže, ki kaže navzdol, in sila reakcije podlage, ki kaže navzgor. Težo skakalca izmerimo na začetku, ko skakalec stoji pri miru, silo reakcije podlage pa lahko tehtnica izmeri do 500-krat v sekundi.</p>
Jedro	<p>Sledi izvajanje poskusa oziroma odčitavanje meritev, ki smo jih opravili pri obravnavi prostega pada.</p> <p>Dela se lahko lotimo tako, da opazujemo skoke različnih učencev, različne verzije skokov enega učenca ali pa za določen skok izmerimo pospeške v različnih trenutkih odriva.</p> <p>Skupaj z učenci na primer določimo pospešek v trenutku, ko na tehtnico deluje največja sila, to je v začetni fazi pospeševanja navzgor. Učenci, ali en izbran učenec, z grafa razberejo trenutek, ko je sila največja. Izpišemo ta podatek in podatek o teži skakalca oziroma sili, ki jo kaže odrivna plošča, ko učenec miruje.</p> <p>Iz omenjenih podatkov izračunamo rezultanto vseh sil.</p> <p>Ponovimo, da je pospešek telesa med drugim odvisen od rezultante vseh sil na telo.</p> <p>Maso skakalca izrazimo iz znane enačbe: $F_g = mg \rightarrow m = \frac{F_g}{g}$.</p> <p>Rešijo še preostanek učnega lista.</p>
Zaključek	<p>Učitelj skupaj z učenci pregleda izračunane pospeške.</p> <p>Skupaj z učenci komentira rezultate.</p> <p>Učitelj z učenci preveri preostale odgovore na učnem listu, primer računa pa učitelj ali učenec napiše na tablo.</p>

Učni list: Drugi Newtonov zakon



Slika 8: Skakalec

1. Kaj nam pove drugi Newtonov zakon?

2. Kako določimo rezultanto oziroma vsoto sil na telo?

3. Kdaj je pospešek skakalca največji? Kolikšna je takrat rezultanta vseh sil na skakalca?

4. Od česa je odvisen pospešek skakalca?

5. Kdaj skakalec med odzivom preneha pospeševati?

6. Ali je lahko pospešek skakalca med odzivom tudi negativen? Utemelji.

7. Ali je med odzivom rezultanta sil na skakalca v katerem koli trenutku enaka nič? Če je, kdaj?

8. Ali večja sila na tehtnico pomeni tudi večji pospešek, če izvajamo meritve za različne skakalce?

9. Kako večja teža skakalca vpliva na pospešek? Razloži.

10. V tabelo zapiši izmerke za štiri učence. Vpišemo tiste izmerke, ki smo jih razbrali iz meritev z odzivno ploščo. Iz enačb izračunaj zahtevane količine.

	F_g [N]	F_{max} [N]	F_R [N]	m [kg]	a [m/s ²]
1.					
2.					
3.					
4.					

Računi:

Rezultanta sil: $F_R = F_{max} - F_g$

Pospešek skakalca: $a = \frac{F_R}{m}$

Učni list: Prosti pad – odgovori na vprašanja

1. Navpični skok je sestavljen iz dveh vrst gibanja: enakomerno pojemajoče (navpični met) in enakomerno pospešeno (prosti pad).
2. V čem sta si podobna prosti pad in navpični met?
Pri obeh je gibanje pospešeno, razlikujeta se po smeri pospeška. V obeh primerih je gibanje premo.
3. Naštej športe, pri katerih se navpični skoki pojavijo v eni od štirih oblik, ki smo jih spoznali.
Ti športi so: odbojka, košarka, nogomet, skok v višino, gimnastika.
4. Od česa je odvisna višina skoka?
Višina skoka je odvisna od odzivne hitrosti. Nanjo vplivajo vsota sil na skakalca pri odzivu, masa telesa (pospešek) in trajanje odziva.
5. Kolikšen je pospešek, s katerim telo prosto pada, in kaj to pomeni?
Telo pada s težnim pospeškom, to pomeni, da se padajočemu telesu hitrost vsako sekundo poveča za 10 m/s (če zanemarimo upor).
6. Kako sta si podobni začetna hitrost pri navpičnem metu in končna hitrost pri prostem padu, če zanemarimo upor zraka?
Začetna in končna hitrost sta v obeh primerih enaki.
7. Zakaj lahko pri navpičnih skokih upor zraka zanemarimo? Odgovor utemelji.
Upor lahko zanemarimo zato, ker so hitrosti majhne in skok traja zelo kratek čas.
8. Če poznamo čas, ki ga skakalec preživi v zraku, kako izračunamo čas padanja?
Čas padanja je enak polovici časa, ki ga skakalec preživi v zraku.
9. Kako se glasi enačba za izračun višine pri prostem padu?
$$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Učni list: Drugi Newtonov zakon – odgovori na vprašanja

1. Kaj nam pove drugi Newtonov zakon?
Drugi Newtonov zakon nam pove, da je rezultanta sil na telo enaka produktu mase in pospeška.
2. Kako določimo rezultanto oziroma vsoto sil na telo?
Pri konkretnem primeru seštejemo silo teže in silo podlage tako, da upoštevamo predznake sil.
3. Kdaj je pospešek skakalca največji? Kolikšna je takrat rezultanta vseh sil na skakalca?
Pospešek skakalca je največji takrat, ko je vsota sil, ki delujejo nanj, največja. Ker se masa skakalca med skokom ne spreminja, je ob največji rezultanti sil tudi pospešek največji.
4. Od česa je odvisen pospešek skakalca?
Pospešek skakalca je odvisen od vsote sil nanj in od njegove mase.
5. Kdaj skakalec med odzivom preneha pospeševati?
Skakalec preneha pospeševati, ko je vsota sil nanj enaka nič oz. ko je sila podlage nasprotno enaka teži skakalca.
6. Ali je lahko pospešek skakalca med odzivom tudi negativen? Utemelji.
Da, lahko je tudi negativen. To je takrat, ko je sila podlage manjša od teže skakalca, vsota sil je takrat negativna oz. manjša od nič (kaže navzdol, telo se giblje navzgor).
7. Ali je med odzivom rezultanta sil na skakalca v katerem koli trenutku enaka nič? Če je, kdaj?
Da, je. Rezultanta sil je med odzivom enaka nič takrat, ko je sila podlage nasprotno enaka teži skakalca.
8. Ali večja sila na tehtnico pomeni tudi večji pospešek, če izvajamo meritve za različne skakalce?
Ni nujno, odvisno je tudi od mase. Pri veliko večji masi skakalca je lahko pri le malo večji vsoti sil pospešek manjši.
9. Kako večja teža skakalca vpliva na pospešek? Razloži.
Večja teža skakalca ima vzrok v večji masi skakalca. Večja masa pa zmanjša pospešek, saj sta masa in pospešek obratno sorazmerna.

Merjenje gravitacijskega pospeška z videoanalizo

Klemen Leban

Osnovna šola Frana Erjavca Nova Gorica

Izvleček

Z uporabo aplikacij za videoanalizo postane pametni telefon merilna naprava za natančnejše merjenje časa. V prispevku je opisana uporaba pametnega telefona za merjenje gravitacijskega pospeška. V času pouka na daljavo so učenci sami merili in izračunali gravitacijski pospešek in energije.

Ključne besede: videoanaliza, težni pospešek, energija

Measuring Gravitational Acceleration with Video Analysis

Abstract

By using applications for video analysis, a smartphone becomes a measuring device for precise measurements of time. The article describes the use of a smartphone for measuring gravitational acceleration. During distance lessons, the pupils measured and calculated gravitational acceleration and energies by themselves.

Keywords: video analysis, gravitational acceleration, energy

Uvod

Velika večina osnovnošolcev ima pametni telefon z visokoločljivostno kamero. To je pripomoček, ki ga učenci lahko uporabljajo za videoanalizo gibanja, saj jim omogoča preprosto merjenje razdalj in časov z veliko natančnostjo. Tako lahko izmerijo tudi podatke, ki jih uporabijo pri določanju gravitacijskega pospeška na Zemlji.

Operativni cilji

V učnem načrtu za fiziko [1] v devetem razredu najdemo naslednje operativne cilje, ki jih lahko učenci poizkušajo doseči z videoanalizo gibanja.

Enakomerno pospešeno gibanje

Učenci:

- analizirajo, kako se s časom spreminja hitrost pri enakomerno pospešenem gibanju (E),
- usvojijo pojme začetna, končna in povprečna hitrost,
- spoznajo pojem trenutna hitrost,
- usvojijo, da je pospešek količnik spremembe hitrosti in časa,
- razložijo, kako izračunamo pospešek,
- uporabijo enačbo za računanje pospeška.

Prosto padanje

Učenci:

- opišejo prosto padanje teles,
- raziščejo pospešek padanja in ga interpretirajo.

Velika večina osnovnošolcev ima pametni telefon z visokoločljivostno kamero.

Namestitev aplikacije VidAnalysis free

Aplikacija VidAnalysis je ena od brezplačnih aplikacij, ki omogočajo videoanalizo gibanja s pametnim telefonom [2]. Opisal sem delo s to aplikacijo. Na voljo so še številne druge, ki jih poiščete s ključnima besedama »video analysis«. Že pred splošno uporabo pametnih telefonov je obstajalo veliko programske opreme za videoanalizo posnetka na osebem računalniku, aplikacije na pametnih telefonih pa omogočajo tudi terensko delo.



Aplikacija VidAnalysis je ena od brezplačnih aplikacij, ki omogočajo videoanalizo gibanja s pametnim telefonom.

Uporaba aplikacije VidAnalysis free

V aplikacijo VidAnalysis lahko iz galerije vnesete že posnet film, omogoča pa tudi snemanje s kamero in naknadno obdelavo posnetka. Z VidAnalysis ni mogoče samodejno slediti označenemu predmetu na posnetku, aplikacija pa ponuja možnost določitve referenčne razdalje. Sami nato označimo točke v videoposnetku, kje je predmet ob določenem trenutku, aplikacija pa potem sama iz podatkov izračuna razdaljo, hitrost in nariše ustrezna grafa.

Video analizo sem sam izvedel tako, da sem napravil posnetek, kjer je razvidna tudi referenčna razdalja (merilni trak, merilna letev ...).

Ko sem naložili posnetek, sem si ga lahko ponovno ogledal in ga ustavil na katerem koli slikovnem okvirju z natančnostjo 0,033 s in že iz samega slikovnega okvirja razbiral razdaljo.

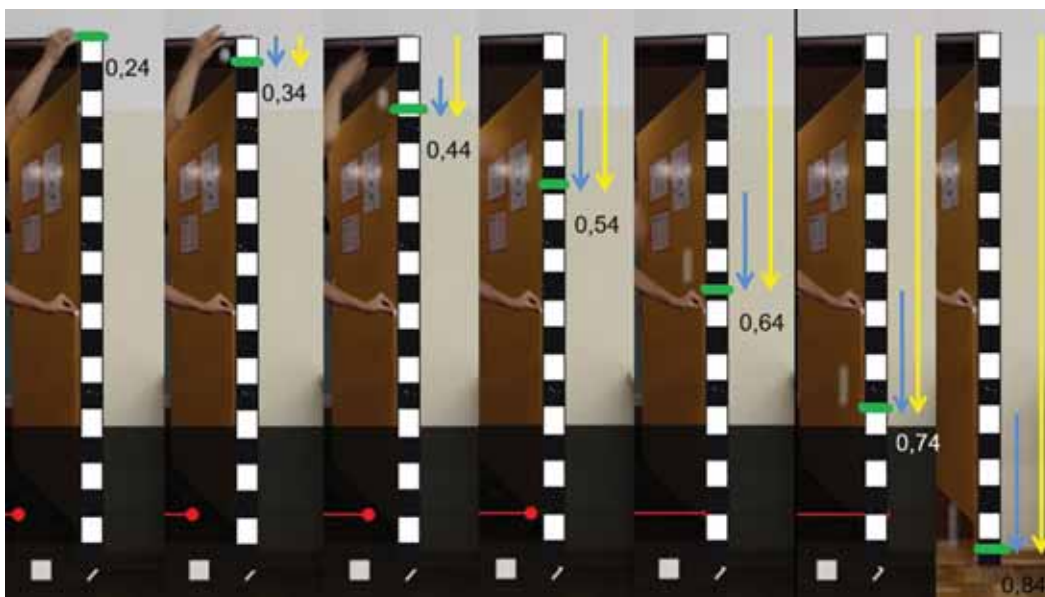
Merjenje gravitacijskega pospeška z uporabo aplikacije VidAnalysis free

Sam sem z aplikacijo VidAnalysis izvajal eksperimentalno delo merjenja gravitacijskega pospeška. Pri tem sem z višine 2 m (vhodna vrata) spustil žogo. Ob vrata sem za referenco prepotovane razdalje nalepil merilni trak dolžine 2 m z natančnostjo 10 cm. Čase sem odčital s posnetka.

Posnetek sem v aplikaciji previl na začetek padanja žoge, na posnetku je to 0,24 s. Ta trenutek sem pri merjenju uporabil kot čas 0 s.



Slika 1: Na 0,24 sekunde je trenutek, ko spustim žogo.



Slika 2: Posamezne slike prostega pada žoge, nanizane zaporedno druga za drugo.

Sam sem z aplikacijo VidAnalysis izvajal eksperimentalno delo merjenja gravitacijskega pospeška.

Nato sem z aplikacijo premikal posnetek za 0,1 s ter vsakič posebej v tabelo vpisal tudi spremembo razdalje, ki jo opravi žoga, ko pada ob merilni letvi. Na videoposnetku je slika narejena vsake 0,0333 s oziroma so v 0,1 s enakomerno razporejene tri slike. V aplikaciji VidAnalysis sem med posameznim časovnim okvirjem prevrtil tri slike in tako prebral prepotovano razdaljo žoge med prostim padom v času 0,1 s.

Rezultati so navedeni v tabeli 1, vneseni pa so bili ročno z razbiranjem prepotovanih razdalj z videoposnetka.

Na videoposnetku je slika narejena vsake 0,0333 s oziroma so v 0,1 s enakomerno razporejene tri slike.

Tabela 1: Meritve in izračuni hitrosti ter pospeška.

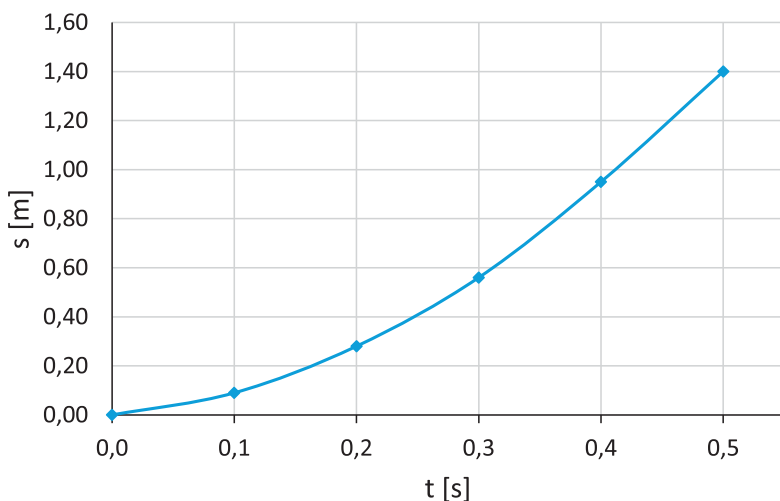
t (s)	s (m)	Δt (s)	Δs (m)	v (m/s)	a (m/s ²)
0,0	0,00	0,10	0,00	0,00	
0,1	0,09	0,10	0,09	0,90	9,00
0,2	0,28	0,10	0,19	1,90	10,00
0,3	0,56	0,10	0,28	2,80	9,00
0,4	0,95	0,10	0,39	3,90	11,00
0,5	1,40	0,10	0,45	4,50	6,00
Povprečje:					9,00

Tako sem dobil dva podatka: trenutni čas t in trenutno razdaljo s od izhodišča od začetka merjenja. Ta podatka sta mi omogočila izračun spremembe časa Δt in spremembe poti Δs , ki se zgodi vsako desetinko sekunde. S pomočjo Δt in Δs sem lahko izračunal trenutno hitrost v , nato pa tudi pospešek a oziroma g . Podatki in izračuni so zbrani v tabeli 1. Za izračune sem uporabil spodaj navedene zveze:

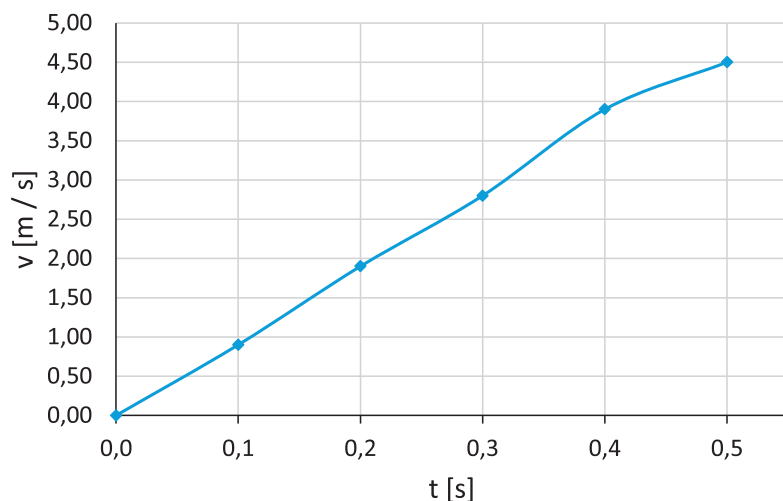
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{in} \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t},$$

$a = g = \text{sprememba hitrosti med vsako desetinko sekunde} / 0,1 \text{ s}$.

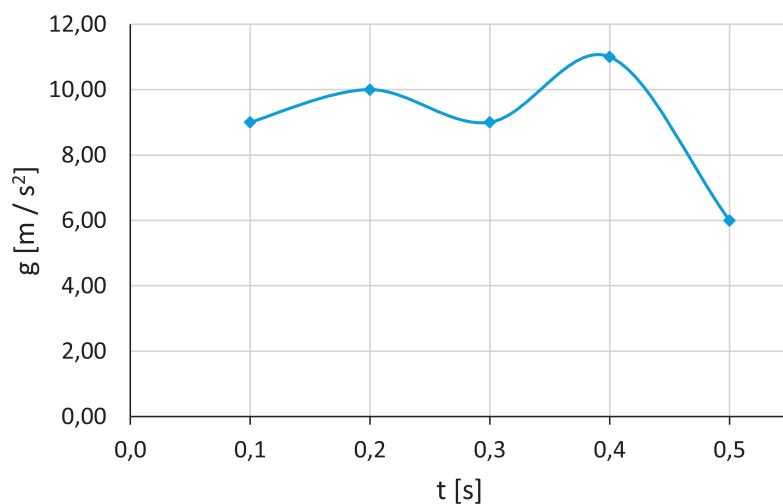
Podatke sem predstavil z grafi $s(t)$, $v(t)$ in $g(t)$.



Slika 3: Graf prepotovane poti žoge v odvisnosti od časa.



Slika 4: Graf hitrosti žoge v odvisnosti od časa.



Slika 5: Graf gravitacijskega pospeška v odvisnosti od časa.

Merske napake se največkrat pojavijo v prvih dveh desetinkah merjenja. Ker so prepotovane razdalje takrat majhne, velika relativna napaka pri merjenju zelo vpliva na izračun gravitacijskega pospeška.

Če privzamemo, da ima žoga maso 0,05 kg, lahko za vsako desetinko sekunde izračunamo kinetično in potencialno energijo ter njuno vsoto. Za izračun kinetične energije uporabimo spodnjo zvezo:

$$W_k = \frac{m v^2}{2}.$$

Za izračun potencialne energije uporabimo višino žoge (slika 2, označba z zeleno barvo), izmerimo pa jo tako, da od višine vrat (2 m) odštejemo trenutno prepotovano pot žoge. Potencialno energijo izračunamo po spodnji zvezi:

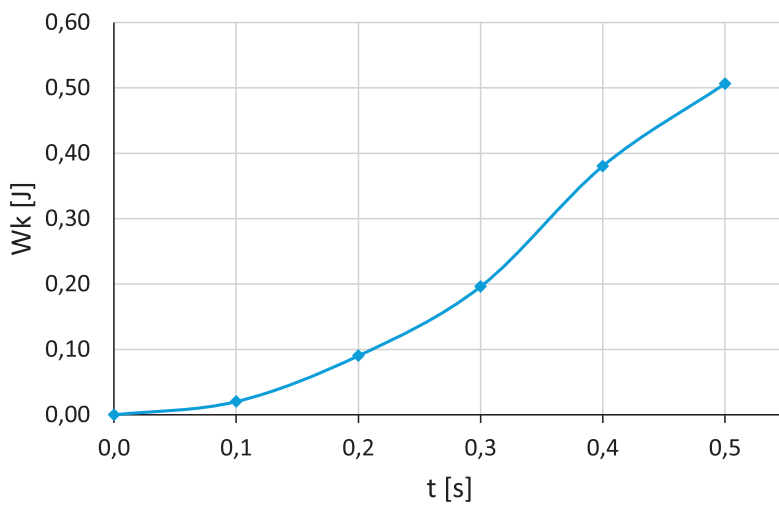
$$W_p = m g h, \text{ kjer za vrednost težnega pospeška vzamemo } 9,8 \text{ m/s}^2.$$

Z grafa $W_k(t)$ in $W_p(t)$ je lepo razvidno spreminjanje energij, z grafa skupna energija (z) pa, da se skupna energija ohranja. Skupna energija se med padanjem nekoliko zmanjšuje, verjetno zaradi zračnega upora, ki pri majhnih hitrostih narašča linearno.

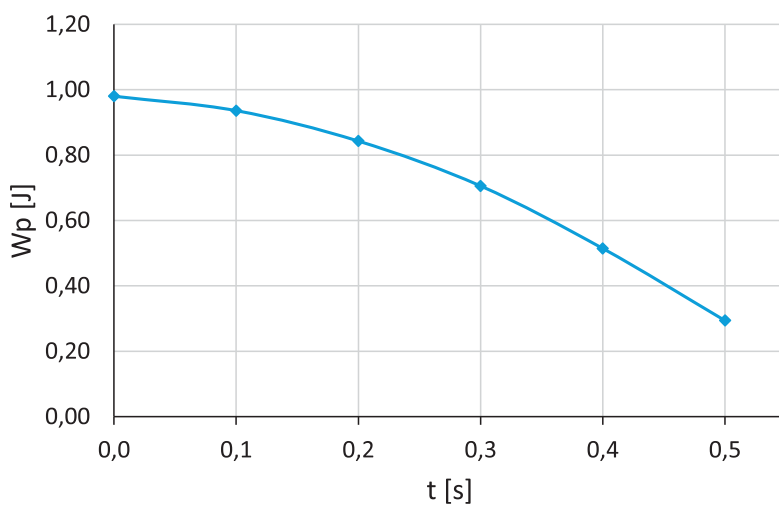
Če privzamemo, da ima žoga maso 0,05 kg, lahko za vsako desetinko sekunde izračunamo kinetično in potencialno energijo ter njuno vsoto.

Tabela 2: Izračuni energij.

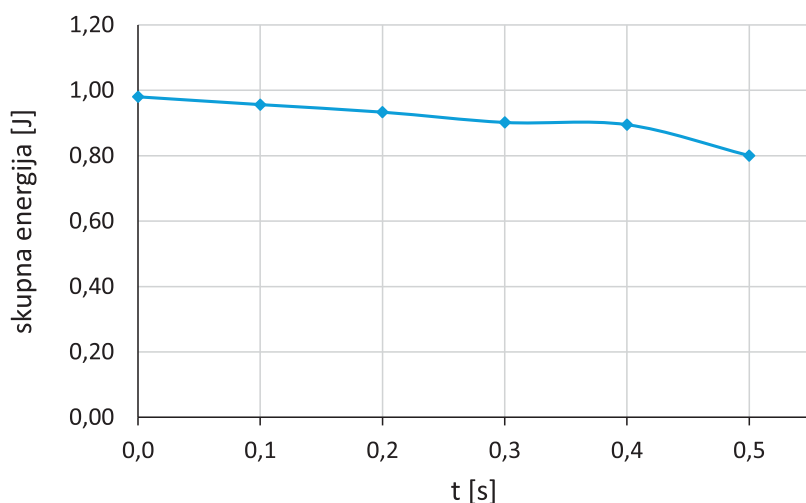
h (m)	W_k (J)	W_p (J)	W (J)
2,00	0,00	0,98	0,98
1,91	0,02	0,94	0,96
1,72	0,09	0,84	0,93
1,44	0,20	0,71	0,90
1,05	0,38	0,51	0,89
0,60	0,51	0,29	0,80



Slika 6: Graf odvisnosti kinetične energije žoge od časa.



Slika 7: Graf odvisnosti potencialne energije žoge od časa.



Slika 8: Graf odvisnosti skupne energije žoge od časa.

Pouk na daljavo

Merjenje gravitacijskega pospeška sem izvedel v devetem razredu v času pouka na daljavo. Učencem sem pripravil navodila, ki so jih prebrali, in učni list, ki so ga morali izpolniti. Oboje najdete na tej povezavi: <https://qr.go.page.link/hjNic>.



Zaključek

Uporaba aplikacije za videoanalizo je preprosta in natančna metoda analize gibanja. V članku je opisano merjenje pospeška, kinetične in potencialne energije ter celo energijskih izgub. Aplikacija je zelo primerna za učence, saj ti večinoma znajo uporabljati pametne telefone. Z njo lahko zelo natančno izmerijo fizikalne količine, v našem primeru čas in lego. V času pouka na daljavo so vsi učenci devetih razredov po navodilih opravili meritve in izračunali gravitacijski pospešek ter kinetično in potencialno energijo žoge v različnih legah.

Videoanalizo uporabljajo pri vseh športih. Je učinkovita metoda za opazovanje različnih gibanj (odriv, štart pri sprintu, gibanje žoge ob udarcu ...), zato bi se bilo smiselno povezati z učitelji športa in tako razviti za učence zanimive medpredmetne ure.

Uporaba aplikacije za videoanalizo je preprosta in natančna metoda analize gibanja.

Literatura

- [1] Fizika, Učni načrt: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf, 5. 4. 2020
- [2] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vidanalysis.free>, 5. 4. 2020

Merjenje temperature z ultrazvokom: eksperimentalno delo z Arduinovo ploščo

Mag. Daniel Doz

Državni znanstveni licej Franceta Prešerna s slovenskim učnim jezikom
Trst, Italija

Izvleček

Uporaba Arduinove plošče pri pouku fizike lahko pripomore k motiviranju učencev in predstavlja inovativen način eksperimentiranja v šolskem laboratoriju. V prispevku predstavimo možnost uporabe nizkocenovne mikrokontrolne plošče Arduino za merjenje temperature ozračja s pomočjo ultrazvoka. Hitrost širjenja zvočnih valov v zraku je namreč odvisna od različnih okolijskih faktorjev, kot so tlak, temperatura, koncentracija ogljikovega dioksida in vlaga. S pomočjo Arduinovih zvočnikov za ultrazvok lahko precej natančno izmerimo čas, ki ga zvok potrebuje, da premaga znano razdaljo. S pomočjo (aproksimirane) formule za računanje hitrosti zvoka v zraku je torej mogoče izračunati temperaturo ozračja.

Ključne besede: Arduinova plošča, temperatura, ultrazvok

Measuring Temperature with Ultrasounds: Experimental Work with an Arduino

Abstract

Using an Arduino during Physics lessons can help to motivate pupils and is an innovative way of conducting experiments in a school laboratory. The paper presents the possibility of using a low-cost Arduino microcontroller board for measuring air temperature using ultrasounds. The velocity of sound waves in the air depends on various environmental factors, e.g. pressure, temperature, carbon dioxide concentration, and humidity. Using Arduino ultrasonic speakers, we can quite accurately measure the time it takes for a sound to cover a known distance. Using the (approximated) formula for calculating the velocity of sound in the air, the air temperature can be calculated.

Keywords: Arduino, temperature, ultrasounds.

Uvod

Na italijanskih znanstvenih licejih in licejih uporabnih znanosti (tj. gimnazijah) se dijaki srečujejo z osnovami termodinamike že v prvih dveh letnikih [1–3], na preostalih licejskih smereh (npr. na jezikovnem, družbenoekonomskem, humanističnem, klasičnem in glasbenem liceju) pa dijaki spoznajo osnove termodinamike v tretjem, četrtem ali petem letniku [3]. V dokumentu [3] piše, da bi morali dijaki pri obravnavi toplotnih pojavov spoznati pojme temperature, termičnega ravnovesja in toplote. Poleg tega naj bi se srečali z modelom idealnega plina, plinskimi zakoni in termodinamičnimi transformacijami pa tudi z osnovami termodinamike, ki naj bi jim pomagala razumeti splošeni zakon ohranitve energije in njenih sprememb.

V dokumentu [1] piše tudi, da bi moral pouk fizike v prvih dveh letnikih znanstvenega liceja (gimnazije) sloneti na eksperimentalnem delu. Z eksperimentalnim delom naj bi dijaki poglobili teoretične vsebine, ki jih obravnavajo pri pouku, razumeli osnovne fizikalne pojave in jih znali opisati s primernim znanstvenim jezikom.

O pozitivnih vplivih eksperimentalnega dela na splošno razumevanje in na možnost višanja motivacije učencev pričajo mnoge raziskave (glej npr. [4] in [5]). Eksperimentalno delo je

O pozitivnih vplivih eksperimentalnega dela na splošno razumevanje in na možnost višanja motivacije učencev pričajo mnoge raziskave.

namreč ključno za razumevanje mnogih fizikalnih pojavov. Pomembno pa je poudariti tudi dejstvo, da eksperimentalno delo ne more nikakor nadomestiti učiteljeve razlage [4], je pa dobra metoda za doseganje zastavljenih učnih ciljev. Avtorja v [5] trdita, da lahko eksperimentalno delo pomaga učencem, da kritično razsodijo o najrazličnejših naravnih pojavih, ob tem pa si še sami postavljajo dodatna vprašanja o pojavih ter iščejo strategije in metode za rešitev različnih vsakdanjih problemov. Nekatere raziskave so med drugim pokazale, da lahko eksperimentalno delo iz fizike dodatno motivira učence pri učenju fizike [6].

V prispevku predstavimo alternativni način merjenja temperature v šolskih laboratorijih. Termometer je namreč osnovna naprava, ki naj bi jo imeli vsi znanstveni laboratoriji. Da bi učitelji popestrili pouk uvoda v termodinamiko, učencem večkrat pokažejo uporabo termometra in jih morda pozovejo, naj sami izmerijo temperaturo določene tekočine oziroma snovi. Uporaba klasičnega tekočinskega termometra je lahko koristna v začetni fazi pouka termodinamike, ko se učenci prvič srečajo s temperaturnimi skalami in pripomočki, ki jih uporabljamo pri merjenju temperature teles. Eksperimentalno delo, ki je osredotočeno izključno na raziskovanje uporabe termometra, kmalu postane precej trivialno in suhoparno, saj je večina učencev z uporabo tega pripomočka že seznanjena. Zato hočemo v prispevku predstaviti komplementarni in alternativni način merjenja sobne temperature, in sicer s pomočjo mikrokontrolne plošče Arduino. Pri tem pa ne uporabljamo klasičnega Arduinovega senzorja, kar so sicer raziskovali že mnogi avtorji (glej npr. [7–10]), temveč hočemo temperaturo ozračja izmeriti s pomočjo ultrazvoka [11]. Temperatura zraka namreč vpliva na hitrost, s katero se zvok širi v prostoru; z Arduinovo ploščo hočemo izmeriti hitrost zvoka v zraku v določenem trenutku, nato pa s pomočjo zakona o hitrosti zvoka v zraku izračunati temperaturo zraka v sobi.

Gradnja take naprave stane sorazmerno malo, pri tem pa imajo učenci možnost, da sami sestavijo »termometer«, se učijo programiranja v C/C++ in razumejo določene fizikalne pojave, ki so vezani na temperaturo. V prispevku pokažemo metodo takega eksperimentalnega dela s pomočjo Arduinove plošče in predstavimo morebitne didaktične implikacije uporabe te metode v šoli.

Poučevanje fizike z Arduinovo ploščo

Eksperimentalno delo je nujno potrebna didaktična metoda pri pouku fizike. Material in pripomočki, ki jih uporabimo pri pripravi eksperimenta, pa večkrat veliko stanejo in potrebujejo stalno oskrbo s strani specializiranega tehničnega osebja [12]. Zato so danes čedalje popularnejši t. i. nizkocenovni eksperimenti: gre za eksperimentalno delo, ki vsekakor pozitivno učinkuje na učenčevo razumevanje fizikalnih pojmov in naravnih pojavov, le da sloni na načelu samostojnega sestavljanja znanstvenih pripomočkov. Avtorji v [12] trdijo, da dejstvo, da morajo učenci sami sestaviti oziroma zgraditi pripomočke, ki jih bodo uporabljali pri eksperimentu, prinaša dodatne pozitivne učinke, med katerimi so omenjeni naslednji:

- boljše razumevanje teoretičnih konceptov;
- praksa s poskusi in učenje iz lastnih napak;
- analiza različnih materialov in delov, ki prinašajo boljše rezultate in so lažje uporabni;
- izboljšanje sodelovanja s strani učencev, ki so v središču didaktične situacije.

Dodatna pozitivna plat takega eksperimentalnega dela je, da so materiali cenejši [13]. Avtorje v [12] pa skrbi, da uporaba cenejših materialov, ki jih morajo nato učenci sami sestaviti, privede do manj natančnega merjenja, kar posledično vpliva na manj natančno analizo pridobljenih podatkov. Da bi se izognili večjim napakam, so znanstveniki v zadnjih letih razvili nekaj dodatnih pripomočkov, ki jih lahko uporabljamo v razredu, na primer fotocelice in mikrofone za neposredno merjenje s pomočjo računalnika, aplikacije in druge grafične programe ter elektronske mikrokontrolorje, na katere lahko priključimo več različnih senzorjev [12].

Avtorji v [12] trdijo, da so med najboljšimi tehnologijami, ki jih lahko uporabljamo pri pouku fizike, prav elektronski mikrokontrolerji. Pri tem pa dodajo, da je njihova pomanjkljivost dejstvo, da uporaba takih aparatov pri pouku predvideva precejšnje predhodno znanje elektronike in programiranja, ki ga učenci (in večkrat tudi učitelji) nimajo. Raziskovalci so zaključili, da lahko zahteva po predhodnem znanju programiranja in elektronike predstavlja veliko oviro, zaradi katere so takega eksperimentalnega dela deležni le nekateri.

Gradnja take naprave stane sorazmerno malo, pri tem pa imajo učenci možnost, da sami sestavijo »termometer«, se učijo programiranja v C/C++ in razumejo določene fizikalne pojave, ki so vezani na temperaturo.

Avtorji v [12] trdijo, da dejstvo, da morajo učenci sami sestaviti oziroma zgraditi pripomočke, ki jih bodo uporabljali pri eksperimentu, prinaša dodatne pozitivne učinke.

V delu [14] sta avtorja opazila, da uporaba Arduinove plošče pripomore k zvišanju učenčeve motivacije za učenje naravoslovnih in tehnoloških predmetov. Avtorja sta med drugim ugotovila, da so učenci bolj razumeli določene fizikalne količine (razdaljo, sile, temperaturo, tlak, pospešek ipd.) z manipulacijo različnih elektronskih senzorjev.

Učenci lahko z uporabo Arduinove plošče pri pouku fizike razvijejo različne kompetence tudi na drugih področjih [14, 15]:

- na področju tehnologije lahko učenci praktično uporabijo motorje, električne naprave in mehanske komponente;
- na področju elektronike lahko učenci razumejo principe delovanja različnih električnih pripomočkov, kot so uporniki, kondenzatorji, LED, tranzistorji in integrirana vezja;
- na področju informatike se lahko učenci naučijo programskega jezika C/C++, ki ga potem praktično uporabijo pri programiranju Arduinove plošče [16];
- na področju matematike se lahko učenci naučijo modelirati situacije iz vsakodnevnega življenja in analizirati različne pojave s formalnega zornega kota.

Arduinovo ploščo lahko torej uporabljamo v različnih projektih v zvezi z matematiko, naravoslovjem in tehnologijo [17]. V razredu lahko namreč z lahkoto sestavimo inštrumente, ki jih uporabimo v določenih eksperimentih [12]. Prednosti uporabe Arduinove plošče pri eksperimentalnem delu vključujejo majhno razsežnost mikrokontrolerja, nizko ceno in nizko porabo elektrike [18]. Odprtokodna programska oprema, povezana z Arduinovo ploščo, lahko pripomore k znižanju stroškov laboratorijskih pripomočkov [19, 20]. Avtorji v [19] so pokazali, da je Arduinova plošča lahko vsestransko uporabna v šolskih fizikalnih laboratorijih in da predstavlja nekakšno nadomestilo za konvencionalno laboratorijsko opremo.

Uporaba Arduinove plošče pri pouku fizike bi lahko pripomogla k temu, da bi bili učenci bolj motivirani za učenje novih fizikalnih konceptov ter da bi sami sodelovali pri sestavi laboratorijske opreme, ki je potrebna za uspešno izvedbo predstavljenega eksperimenta [19, 21]. Avtorji v [14] in [21] so ugotovili, da so bili učenci, ki so eksperimentalno delo opravljali s pomočjo Arduinove plošče, bolj ustvarjalni, sodelovalni in da so sami iskali inovativne poti za razvoj in dokončanje predstavljenega projekta. Avtorja v [14] sta še dodala, da so bile posledice uporabe Arduinove plošče pri pouku fizike vidne tudi pri delu v razredu; projekt, ki sta ga avtorja predlagala učencem, naj bi jim pomagal izboljšati šolski uspeh pri vseh naravoslovnih predmetih. Uporaba Arduinove plošče pri poučevanju fizike bi lahko potemtakem izboljšala kakovost in učinkovitost pouka fizike [14].

Prednosti uporabe Arduinove plošče pri eksperimentalnem delu vključujejo majhno razsežnost mikrokontrolerja, nizko ceno in nizko porabo elektrike.

Hitrost zvoka v zraku

Hitrost zvoka v zraku ni konstanta, temveč je odvisna od različnih faktorjev [22], kot so vlaga [23], temperatura, tlak in koncentracija CO₂ [24]. Hitrost zvoka v zraku z 0 % vlago lahko računamo s formulo:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}},$$

kjer je P tlak okolja, ρ gostota plina, skozi katerega potuje zvok, γ pa razmerje med specifično toploto plina pri konstantnem tlaku in specifično toploto pri konstantnem volumnu. Konstanta γ je odvisna, med drugim, od kompleksnosti molekule: za enoatomske molekule upoštevamo $\gamma=1,67$, za dvoatomske $\gamma=1,40$, za troatomske pa $\gamma=1,33$ [22]. Ker je zrak sestavljen večinoma iz dvoatomskih molekul, računamo:

$$v = \sqrt{\frac{1,40P}{\rho}}.$$

Če aproksimiramo zrak kot idealni plin, lahko iz plinske enačbe $PV = nRT$ in iz definicije gostote $\rho = \frac{m}{V}$ dobimo naslednjo formulo za hitrost zvoka v zraku:

$$v = \sqrt{\frac{1,40RT}{M}},$$

kjer je R univerzalna plinska konstanta, T absolutna temperatura in M molska masa zraka na nadmorski višini 0 metrov. Enačba, ki smo jo tako dobili, kaže, da je hitrost zvoka odvisna od temperature zraka. Definirajmo $R^* = \frac{R}{M}$, iz česar dobimo:

$$v = \sqrt{1,40R^*T}.$$

Če upoštevamo temperaturo v stopinjah Celzija in je T^* mersko število za to temperaturo, potem zapišemo absolutno temperaturo $T = (T^* + 273,15)$ K. Iz tega sledi, da lahko hitrost zvoka v zraku napišemo tudi kot $v = \sqrt{1,40R^*(T^* + 273,15)\text{K}}$, oziroma:

$$v = \sqrt{1,40R^* \cdot 273,15 \text{ K}} \cdot \sqrt{1 + \frac{T^*}{273,15}}.$$

Če upoštevamo vrednosti $R = 8,31451 \text{ J}/(\text{mol K})$ in $M = 0,02896 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$, računamo:

$$v = 331,3 \cdot \sqrt{1 + \frac{T^*}{273,15} \frac{\text{m}}{\text{s}}}.$$

Razvijemo lahko koren $\sqrt{1 + \frac{T^*}{273,15}}$ s pomočjo Taylorjevega polinoma v T^* in dobimo:

$$v = 331,3 \cdot \left(1 + \frac{T^*}{2 \cdot 273,15}\right) \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

oziroma:

$$v = (331,3 + 0,606 \cdot T^*) \text{ m/s}.$$

Pri temperaturi 0°C je torej hitrost zvoka v zraku (z 0 % vlago) enaka 331,3 m/s.

Hitrost zvoka so eksperimentalno dobili v primeru zraka s temperaturo 273,15 K, pri standardnem atmosferskem tlaku 1 atm, in je ta enaka [22]:

$$v = (331,45 \pm 0,05) \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Opazimo lahko, da je hitrost zvoka neodvisna od frekvence; to pomeni, da visokofrekvenčni zvok potuje z enako hitrostjo kot zvok z nižjimi frekvencami [25].

Temperaturo lahko potemtakem neposredno merimo s pomočjo hitrosti zvoka v zraku. Temperaturo lahko dobimo iz enačbe $v = (331,3 + 0,606 \cdot T^*) \text{ m/s}$, in sicer tako, da jo obrnemo:

$$T^* = \frac{v - 331,3 \text{ m/s}}{0,606 \text{ m/s}}.$$

T^* je mersko število temperature zraka izražene v stopinjah Celzija.

Merjenje temperature z Arduinovo ploščo

V prejšnjem razdelku smo predstavili teoretični način merjenja sobne temperature s pomočjo hitrosti zvoka v zraku. Sprašujemo pa se, kako je mogoče meriti to hitrost. V delu [26] iz leta 2002 so avtorji predstavili nov način merjenja hitrosti zvoka v zraku s pomočjo ultrazvoka. S pomočjo oddajnika in sprejemnika ultrazvoka so merili čas, ki ga ultrazvok z znano frekvenco potrebuje, da pride od oddajnika do sprejemnika. Tako so lahko računali hitrost zvoka v zraku in, posledično, temperaturo zraka. Članek [26] je mnoge druge raziskovalce spodbudil, da so delno spremenili eksperiment, ga izboljšali in implementirali (glej tudi [27–30]).

Eksperimentov, ki so jih opisali avtorji v raziskavah [26–30], pa ne moremo izvesti v šolah. Šola namreč ni znanstvena ustanova, ki bi razpolagala z veliko količino javnih in zasebnih

V delu [26] iz leta 2002 so avtorji predstavili nov način merjenja hitrosti zvoka v zraku s pomočjo ultrazvoka.

finančnih sredstev, zato je v šolskem laboratoriju ali v razredu nemogoče izvesti zelo natančne eksperimente z dragimi laboratorijskimi pripomočki.

Če pa bi hoteli izvesti podobne eksperimente tudi v šolskih prostorih, lahko uporabimo Arduino ploščo. Plošča, električno vezje in druge osnovne Arduinove komponente namreč stanejo sorazmerno malo (cena je seveda odvisna od modela Arduinove plošče, ki jo hočemo kupiti, in od različnih komponent, ki si jih hočemo priskrbeti).

Zaradi sorazmerno nizke cene je uporaba Arduinove plošče za merjenje temperature zraka s pomočjo ultrazvoka v šolskem prostoru primerna.

Priprava eksperimenta je sestavljena iz dveh faz, ki sta med sabo zelo povezani:

- prva faza je nekoliko bolj »programerske« narave: v njej bi morali učenci sestaviti osnutek programa, ki bi ga potem naložili na Arduinovo ploščo. Učenci naj najprej sestavijo diagram poteka algoritma, ki ga bodo napisali v C/C++, nato naj svoje ideje preoblikujejo v program, ki ga bo Arduinova plošča prepoznala;
- druga faza, ki je v resnici komplementarna prvi in ki se s prvo fazo močno prepleta, je bolj »elektronske« narave. Med pisanjem programa v C/C++, ki ga sestavijo za Arduinovo ploščo, morajo učenci že vzeti v poštev elektronsko strukturo eksperimenta: katere žice so povezane s *pinom* (tj. vhodno-izhodno enoto) 5 voltov, kako sestaviti električno in elektronsko vezje, kako povezati zvočnike na ploščo ipd.

Obe fazi sta precej zapleteni, saj se lahko med pripravo elektronskega vezja in algoritma pojavijo številne napake. Na primer med sestavljanjem elektronskega vezja lahko učenci »zamešajo« žice in napačno povežejo vhode in izhode. V takem primeru, seveda, naprava ne deluje. Podobno se lahko pojavljajo napake v kodiranju: učenci večkrat pozabijo na podpičja, oklepaje in druge simbole, ki so del skladnje programskega jezika C/C++.

Preden se lotimo kodiranja in programiranja Arduinove plošče, moramo nastaviti idejo delovanja sistema. Temperaturo bomo merili s pomočjo formule $T^* = \frac{v-331,3}{0,606}$; najprej pa moramo izmeriti hitrost zvoka v zraku. Za to bomo uporabljali ultrazvok. Naj bo *A* zvočnik oddajnik in *B* zvočnik prejemnik. Razdalja med njima naj bo *x*. Iz zvočnika *A* sprožimo zvočni impulz v določenem času *t* in ga zaznamo z zvočnikom *B* v času *t* + Δt . Ker se zvok širi v zraku približno enakomerno, lahko izračunamo povprečno hitrost zvoka s formulo:

$$\bar{v} = \frac{x}{\Delta t}.$$

V eksperimentu, ki ga bomo izvedli, moramo določiti razdaljo med zvočnikoma *x*, čas Δt pa bomo izmerili s pomočjo Arduinove plošče. Znani podatek *x* bomo nato delili z izmerjenim časom Δt s pomočjo Arduinove plošče in izračunali hitrost zvoka (in posledično temperaturo). V nastavitvi eksperimenta moramo torej poskrbeti, da sta zvočnika oddaljena natanko za *x*.

Pri eksperimentu bomo potrebovali naslednje pripomočke:

- Arduinova plošča (katera koli verzija; v našem eksperimentu bomo uporabili Arduino Uno);
- testna ploščica;
- nekaj žic;
- senzor za ultrazvok *HC-SR04 Ultrasonic Sensor*;



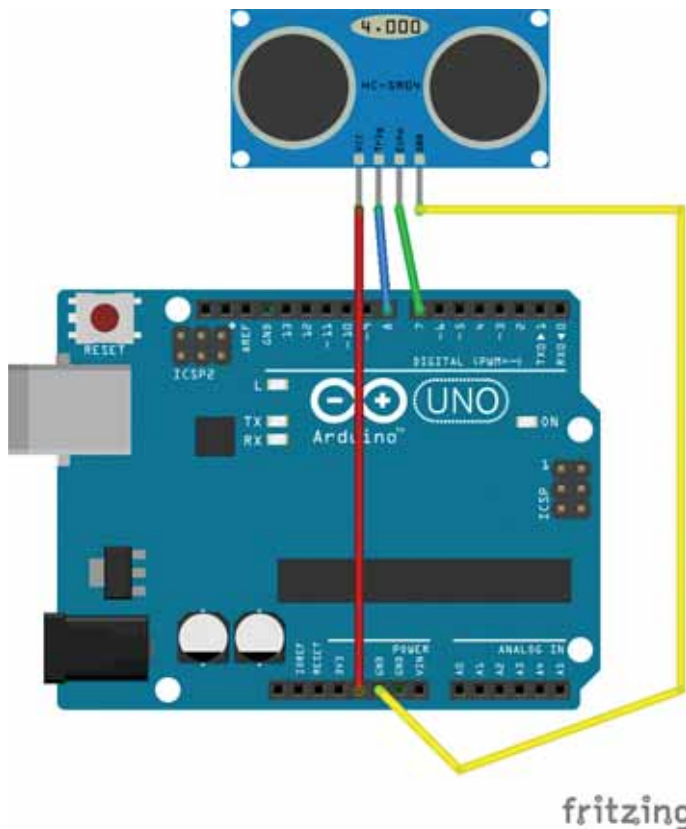
Slika 1: HC-SR04 Ultrasonic Sensor (vir: makerlab-electronics.com).

Zaradi sorazmerno nizke cene je uporaba Arduinove plošče za merjenje temperature zraka s pomočjo ultrazvoka v šolskem prostoru primerna.

- plastične slamice ali lesena palica;
- pištola za vroče lepljenje in lepilo;
- kositer in spajkalnik;
- ravnilo ali meter.

Postopek priprave eksperimenta:

- s pištolo za vroče lepljenje zaporedno pritrdimo dve slamici. Plastične slamice so le način, da zberemo dolge žice in jim preprečimo zatikanje med eksperimentiranjem;
- skozi odprtini slamic potegnemo dve dolgi žici (če nimamo dovolj dolgih žic, lahko spajkamo skupaj več žic);
- s pomočjo spajkalnika ločimo desni zvočnik senzorja HC-SR04 Ultrasonic Sensor;
- s spajkalnikom spajkamo žici na odprta konca prostega zvočnika;
- drugi konec žic spajkamo z odprtima koncema na plošči senzorja HC-SR04 Ultrasonic Sensor;
- zvočnik nato pritrdimo na plastično slamico s pomočjo pištole za vroče lepljenje. Zvočnik naj bo usmerjen proti drugemu koncu slamice;
- na drugem koncu plastične palice s pištolo za vroče lepljenje zalepimo drugi zvočnik tako, da gleda vzporedno proti že pritrjenemu zvočniku;
- z ravnilom ali metrom izmerimo razdaljo (v mikrometrih) med zvočnikoma. Podatek imenujmo *razdalja*;
- zobe plošče senzorja HC-SR04 Ultrasonic Sensorja vstavimo v testno ploščico;
- pin GND na senzorju povežemo s pinom GND na Arduinovi plošči;
- pin Echo na senzorju povežemo s pinom 7 na Arduinovi plošči;
- pin Trig na senzorju povežemo s pinom 8 na Arduinovi plošči;
- pin VCC na senzorju povežemo s pinom 5V na Arduinovi plošči;
- Arduinovo ploščo povežemo z USB-jem na računalnik;
- sprožimo kodo na IDE-ju Arduinove plošče (uporabili smo verzijo 1.8.9).



Slika 2: Shema vezja (sliko smo ustvarili s prosto dostopnim programom fritzing).

Med pripravljanjem eksperimenta se lahko posvetimo tudi pisanju kode, ki jo bomo naložili na Arduinovo ploščo. Kodo pišemo v enem izmed programov, ki nam omogočajo nalaganje ukazov na ploščo. Uporabljali smo uradno programsko opremo »Arduino IDE« (verzija 1.8.9), ki je prosto dostopna na spletni strani [31]. Koda za Arduinovo ploščo je naslednja:

```
#define echo 7
#define trigger 8
double cas, temperatura, hitrostzvoka, razdalja;

void setup(){
  pinMode(trigger,OUTPUT);
  pinMode(echo,INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  digitalWrite(trigger,LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigger,HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigger,LOW);

  razdalja=350000;
  cas=pulseIn(echo,HIGH);
  hitrostzvoka=razdalja/cas;
  temperatura=(hitrostzvoka-331.3)/0.606;
  Serial.println(temperatura);
  delay(500);
}
```

Pri pisanju programa moramo posebej paziti, da se pini, ki jih uporabljamo v kodi, skladajo z elektronskimi vezavami, ki smo jih naredili.

Preden sprožimo program, najprej pregledamo, ali so v kodi morebitne napake in ali smo za izhodno enoto izbrali tisto USB-enoto, ki je povezana z Arduinovo ploščo, nakar nanjo naložimo program. Izmerjene temperature lahko dobimo v terminalu »Serial monitor«, do katerega lahko dostopamo tudi z bližnjico »Ctrl+Shift+M«. Podatki se posodobijo vsake pol sekunde oziroma 500 milisekund (`delay(500)`).

Oglejmo si, kako deluje napisana koda.

- Najprej definirajmo dve spremenljivki, in sicer `echo` (odboj) bo spremenljivka v pinu 7, `trigger` (sprožilec) pa v pinu 8:
#define echo 7
#define trigger 8
- Nato definiramo vse spremenljivke, ki jih bomo uporabljali v programu. Za nas so to čas

Pri pisanju programa moramo posebej paziti, da se pini, ki jih uporabljamo v kodi, skladajo z elektronskimi vezavami, ki smo jih naredili.

(cas), temperatura (temperatura), hitrost zvoka (hitrostzvoka) in razdalja med zvočnikoma (razdalja). Vse te spremenljivke so tipa double, tj. števila z decimalno vejico in 15–16 zanesljivimi mesti (8 bajtov):

```
double cas, temperatura, hitrostzvoka, razdalja;
```

- Nato opišemo vse potrebne informacije, ki zadevajo vhodno-izhodne enote (pinMode). Sprožilec (trigger) je izhodna enota, medtem ko je echo vhodna enota. Poleg tega naročimo Arduinovi plošči, naj sporoča prek »Serial monitorja«, in sicer s hitrostjo 9600 bitov na sekundo (Serial.begin(9600)):

```
void setup() {
  pinMode(trigger, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
```

- Nato moramo opisati operacije, ki jih mora plošča izvesti, dokler ne izklopimo Arduinove plošče. Sprožilec (trigger) je na začetku ugasnjen (digitalWrite(trigger, LOW)), in sicer za 2 mikrosekundi (delayMicroseconds(2)), nakar se prižge (digitalWrite(trigger, HIGH)) za 10 mikrosekund (delayMicroseconds(10)), nato pa se ponovno ugasne (digitalWrite(trigger, LOW)):

```
void loop() {
  digitalWrite(trigger, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigger, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigger, LOW);
```

Ta operacija je potrebna, da se sproži ultrazvok iz zvočnika sprožilca.

- V program nato vključimo izmerjeno razdaljo v mikrometrih. Denimo, da je razdalja med zvočnikoma natanko 35 cm:

```
razdalja=350000;
```

- Arduinovi plošči ukažemo, naj izmeri čas, ki ga sproženi zvočni impulz potrebuje, da doseže drugi zvočnik echo:

```
cas=pulseIn(echo, HIGH);
```

- Arduinova plošča mora nato izračunati hitrost zvoka kot razmerje med prepotovano razdaljo in časom, ki ga je zvočni val potreboval, da je dosegel drugi zvočnik:

```
hitrostzvoka=razdalja/cas;
```

- Arduinova plošča mora nato izračunati temperaturo okolja s formulo, ki smo jo predstavili prej, in prikazati ta podatek na terminalu »Serial monitor«, nato počaka pol sekunde, da ponovi postopek (podatek lahko poljubno spremenimo tako, da Arduinova plošča izmeri temperaturo vsako sekundo, vsaki dve sekundi ali pa vsako minuto):

```
temperatura=(hitrostzvoka-331.3)/0.606;
Serial.println(temperatura);
delay(500);
}
```

Eksperiment lahko dodatno izboljšamo s tem, da se izognemo uporabi »Serial monitor« in prikazemo izmerjene temperature kar na Arduinovem LCD-ekranu (ki ga je treba kupiti posebej in povezati na Arduinovo ploščo), vendar smo se hoteli v začetni fazi eksperimentiranja z Arduinovo ploščo izogibati uporabi zapletenih elektronskih vezij, saj so naši dijaki precej neizkušeni na področju programiranja in nimajo zadostnega predznanja iz elektronike.

Didaktični komentar in zaključki

Eksperimentalno delo je pri pouku fizike ključnega pomena, da lahko učenec bolje razume določene naravne pojave in fizikalne pojme. Italijansko ministrstvo za izobraževanje spod-

Eksperimentalno delo je pri pouku fizike ključnega pomena, da lahko učenec bolje razume določene naravne pojave in fizikalne pojme. Italijansko ministrstvo za izobraževanje spodbuja profesorje in učitelje k uporabi eksperimentalnega dela pri pouku fizike, da bi učencem predstavili znanstveno metodo in v njih razvili kritičnost.

buja profesorje in učitelje k uporabi eksperimentalnega dela pri pouku fizike, da bi učencem predstavili znanstveno metodo in v njih razvili kritičnost [1–3]. Pomembno je namreč, da se učenci naučijo pravilnega podajanja znanja, ki ga usvojijo pri laboratorijskem delu, in kritičnega razmišljanja (Ali se dobljeni rezultati skladajo s predpostavkami? Ali smo eksperiment opravili dovolj natančno? Zakaj so naši rezultati različni od teoretičnih?).

Mnoge raziskave so pokazale, da eksperimentalno delo pripomore k dodatnemu povečanju učenčeve motivacije za učenje in k njegovemu razumevanju fizike [4–6]. Zato bi bilo koristno, da bi učitelji fizike v Italiji (in v svetu nasploh) dejansko uporabljali eksperimentalno delo pri podajanju različnih fizikalnih konceptov. V Italiji pa je eksperimentalno delo večkrat odsotno, zato je pouk fizike pogosto le teoretične narave. Razlogov, zakaj se učenci večkrat ne srečujejo z eksperimentalnim delom, je več; med njimi naj omenimo vsaj naslednje:

- odsotnost primerno opremljenih učilnic, v katerih bi bilo mogoče izvajati eksperimentalno delo (pomanjkanje laboratorijev) [32];
- odsotnost primerno pripravljene pomožnega tehničnega osebja, ki bi lahko upravljalo šolski laboratorij in skrbelo za pravilno uporabo ter vzdrževanje laboratorijskih pripomočkov [33];
- previsoka cena za nakup novih fizikalnih pripomočkov in vzdrževanja inštrumentov [34].

Arduinovo ploščo lahko učitelji uporabijo v katerikoli učilnici, ki je opremljena z računalnikom, obenem pa je cena te plošče precej dostopna. Ploščo lahko upravlja tudi učitelj fizike brez pomoči pomožnega tehničnega osebja (laboratorijskega tehnika), zato uporaba Arduinove plošče v mnogih italijanskih gimnazijah in višjih tehničnih zavodih pomeni rešitev kočljivega problema odsotnosti eksperimentalnega dela pri pouku fizike.

Nekatere raziskave so pokazale, da uporaba Arduinove plošče v razredu pripomore k povečanju motivacije učencev za učenje fizike in jim pomaga bolje razumeti določene vsebine; rezultati uporabe te plošče pri pouku pa imajo dolgoročne posledice tudi pri teoretičnem pouku [14, 15].

Pozitivne plati uporabe Arduinove plošče lahko potemtakem obnovimo v naslednjih točkah:

- z didaktičnega vidika uporaba tega mikrokontrolerja pripomore k višanju motivacije učencev in jim pomaga razumeti obdelane vsebine. Učenci lahko razvijejo kompetence na različnih drugih področjih, na primer računalniško-programerske sposobnosti, sposobnosti sestavljanja električnega in elektronskega vezja, mehanske sposobnosti idr.;
- z ekonomskega vidika pa uporaba Arduinove plošče pomeni zmanjšanje stroškov za upravljanje in oskrbo laboratorijskih pripomočkov ter učitelju zagotavlja določeno stopnjo avtonomije, saj lahko eksperimentalno delo opravlja brez pomoči pomožnega tehničnega osebja.

Čeprav so mnoge raziskave pokazale, da uporaba Arduinove plošče v razredu pripomore k višanju motivacije učencev za učenje fizike in ima dolgotrajne pozitivne posledice na učenčevo vsesplošno razumevanje različnih fizikalnih pojmov, so z uporabo Arduinove plošče v razredu povezane nekatere težave:

- treba je poznati programski jezik C/C++ in kodiranje v Arduinovi plošči razumljivem jeziku, kar pa ni povsem enostavno. Mnogi učitelji fizike namreč nimajo zadostnega predznanja na področju programiranja in elektronike, da bi znali sami programirati Arduinovo ploščo oziroma pravilno sestaviti elektronsko vezje. Na spletu lahko dobimo več brezplačnih priročnikov o programiranju Arduinove plošče, vendar učenje takega programiranja zahteva več tednov; obstajajo pa tudi načini, da se učitelji učijo programiranja Arduinove plošče s pomočjo posebnih programov [35]. Učitelj bi moral biti potemtakem seznanjen z osnovami programiranja Arduinove plošče in s sestavljanjem vezij. Učitelj bi moral posledično tudi poznati vse komponente, ki jih potrebuje pri sestavi eksperimenta, da bi jih lahko smiselno predstavil v razredu;
- učenci večkrat nimajo nobenega predznanja iz računalništva, programiranja ali elektronike. Učitelj bi moral torej učencem najprej obrazložiti, kako je mogoče programirati v jeziku, ki ga Arduinova plošča sprejme, nato bi jim moral pokazati nekaj osnovnih primerov sestavljanja elektronskega vezja, ki vključuje LED-svetilke, žice, upornike, zvočnike ipd. Brez ustreznega predznanja bi se bilo torej nemogoče lotiti uporabe Arduinove plošče v razredu, saj bi zgolj prepisovanje algoritma (ne da bi ga pri tem učenci razumeli) in posnemanje učiteljeve sestave vezja predstavljali sterilni dejanji brez pedagoškega rezultata;

Nekatere raziskave so pokazale, da uporaba Arduinove plošče v razredu pripomore k povečanju motivacije učencev za učenje fizike in jim pomaga bolje razumeti določene vsebine; rezultati uporabe te plošče pri pouku pa imajo dolgoročne posledice tudi pri teoretičnem pouku [14, 15].

Čeprav so mnoge raziskave pokazale, da uporaba Arduinove plošče v razredu pripomore k višanju motivacije učencev za učenje fizike in ima dolgotrajne pozitivne posledice na učenčevo vsesplošno razumevanje različnih fizikalnih pojmov, so z uporabo Arduinove plošče v razredu povezane nekatere težave.

- čeprav je Arduinova plošča cenejša od nekaterih laboratorijskih pripomočkov, cena mikrokontrolerja in dodatnih členov vsekakor ni zanemarljiva. Nekatere šole si torej ne morejo privoščiti nakupa plošče in dodatkov, čeprav stanejo manj od običajnega laboratorijskega pribora;
- rezultati, ki jih pridobimo s pomočjo Arduinove plošče, so vsekakor podvrženi različnim napakam. Poleg človeških napak pri sestavljanju vezja (npr. uporaba prevelikih ali premajhnih upornikov, napačno izmerjena razdalja med zvočniki) in kodiranju (sintaktične in semantične napake v kodi) so prisotne tudi številne sistemske napake. Arduinova plošča je sestavljena iz različnih elektronskih komponent, ki so lahko okvarjene. Okvare v vezju, ki sestavlja ploščo, lahko vplivajo na nepravilno računanje in prenašanje podatkov. Poznavanje napak, ki jih lahko storimo pri uporabi Arduinove plošče, je ključnega pomena pri končni analizi podatkov in pri njihovi kritični obravnavi. Poleg teh napak pa so prisotne tudi napake v modeliranju: v modelu, ki smo ga uporabili v tem delu, smo zanemarili vlago, ki je vsekakor prisotna v ozračju, ali pa koncentracijo ogljikovega dioksida in tlak, ki vplivata na hitrost širjenja zvoka v zraku. Rezultati, ki jih torej dobimo z Arduinovo ploščo, se lahko bistveno razlikujejo od resnične temperature.

Po eni strani je torej uporaba Arduinove plošče za merjenje temperature s pomočjo ultrazvoka priporočljiva; po drugi strani pa obstajajo različne težave, ki jih je treba upoštevati, če hoče učitelj tak mikrokontroler uporabiti v razredu. Po didaktični plati pa uporaba Arduinove plošče ponuja možnost izboljšanja kakovosti in učinkovitosti pouka fizike [14].

Uporabljeni viri

- [1] https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaArticolo?art.progressivo=1&art.idArticolo=1&art.versione=1&art.codiceRedazionale=010G0232&art.dataPubblicazioneGazzetta=2010-12-14&art.idGruppo=0&art.idSottoArticolo1=10&art.idSottoArticolo=1&art.flagTipoArticolo=6#art (25. 4. 2019)
- [2] http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/licei2010/indicazioni_nuovo_impaginato/_Liceo%20scientifico.pdf (25. 4. 2019)
- [3] <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2010/12/14/291/so/275/sg/pdf> (25. 4. 2019)
- [4] A. Hofstein, V. N. Lunetta, *The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research*, Review of educational research **52**, 2, (1982), 201–217.
- [5] R. Trumper, *The physics laboratory—a historical overview and future perspectives*, Science & Education **12**, 7, (2003), 645–670.
- [6] A. Hofstein, V. N. Lunetta, *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*, Science education **88**, 1, (2004), 28–54.
- [7] A. Adriansyah in A. W. Dani, *Design of small smart home system based on Arduino V: Electrical Power, Electronics, Communications, Control and Informatics Seminar (EECCIS)*, IEEE, (2014), 121–125.
- [8] K. Krishnamurthi, S. Thapa, L. Kothari, in A. Prakash, *Arduino based weather monitoring system*. International Journal of Engineering Research and General Science, **3**, 2, (2015), 452–458.
- [9] M. A. Miah, M. H. Kabir, M. S. R. Tanveer in M. A. H. Akhand, *Continuous heart rate and body temperature monitoring system using Arduino UNO and Android device*, V: 2nd International Conference on Electrical Information and Communication Technologies (EICT), IEEE, (2015), 183–188.
- [10] D. Călinoiu, R. Ionel, M. Lascu in A. Cioabă, *Arduino and LabVIEW in educational remote monitoring applications*. V: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, IEEE, (2014), 1–5.
- [11] <https://create.arduino.cc/projecthub/berkeralpz/make-it-possible-with-physics-ultrasonic-thermometer-712871> (20. 6. 2019)
- [12] L. H. M. de Castro, B. L. Lago, F. Mondaini, *Damped harmonic oscillator with Arduino*, Journal of Applied Mathematics and Physics, **3**, 6, (2015), 631–636.
- [13] D. K. Fisher, P. J. Gould, *Open-source hardware is a low-cost alternative for scientific instrumentation and research*, Modern instrumentation, **1**, 2, (2012), 8–20.
- [14] M. Oprea, C. Miron, *Applied Physics Project Using the Arduino Platform*, The 8th International Conference on Virtual Learning ICVL, (2013), 204–210.

Poznavanje napak, ki jih lahko storimo pri uporabi Arduinove plošče, je ključnega pomena pri končni analizi podatkov in pri njihovi kritični obravnavi.

Po eni strani je torej uporaba Arduinove plošče za merjenje temperature s pomočjo ultrazvoka priporočljiva; po drugi strani pa obstajajo različne težave, ki jih je treba upoštevati, če hoče učitelj tak mikrokontroler uporabiti v razredu.

- [15] C. Galeriu, S. Edwards, G. Esper, *An Arduino investigation of simple harmonic motion*, *The Physics Teacher*, **52**, 3, (2014), 157–159.
- [16] M. A. Rubio, C. M. Hierro, A. P. D. M. Pablo, *Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering*. V: Proceedings of EDULEARN13 conference, IATED Barcelona (Španija), (2014), 1-3.
- [17] C. Galeriu, *An Arduino-controlled photogate*, *The Physics Teacher*, **51**, 3, (2013), 156–158.
- [18] V. M. Cvjetković, U. Stanković, *Arduino based physics and engineering remote laboratory*. V: International Conference on Interactive Collaborative Learning, Springer, Cham, (2016), 560–574.
- [19] J. C. Álvarez, J. Lamas, A. J. López, A. Ramil, A. An *Arduino controlled chaotic pendulum for a remote physics laboratory*. Proceedings of Conference INTED, (2013), 6062.
- [20] A. D'Ausilio, *Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment*, *Behavior research methods*, **44**, 2, (2012), 305-313.
- [21] F. Bouquet, J. Bobroff, M. Fuchs-Gallezot, L. Maurines, *Project-based physics labs using low-cost open-source hardware*, *American Journal of Physics*, **85**, 3, (2017), 216-222.
- [22] D. A. Bohn, *Environmental effects on the speed of sound*. V: Audio Engineering Society Convention 83. Audio Engineering Society, (1987), https://smhttp-ssl-66277.nexcesscdn.net/media/wysiwyg/PDFs/Environmental_Effects_on_the_Speed_of_Sound.pdf, 1. 8. 2019.
- [23] G. S. Wong, T. F. Embleton, *Variation of the speed of sound in air with humidity and temperature*, *The Journal of the Acoustical Society of America*, **77**, 5, (1985), 1710-1712.
- [24] O. Cramer, *The variation of the specific heat ratio and the speed of sound in air with temperature, pressure, humidity, and CO2 concentration*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **93**, 5, (1993), 2510-2516.
- [25] R. Kladnik, S. Kodba, *Energija, toplota, nihanje in valovanje. Učbenik za fiziko za gimnazije in srednje šole 2*, (2016), DZS, Ljubljana.
- [26] K. N. Huang, C. F. Huang, Y. C. Li, M. S. Young, *High precision, fast ultrasonic thermometer based on measurement of the speed of sound in air*, *Review of scientific Instruments*, **73**, 11, (2002), 4022-4027.
- [27] W. Y. Tsai, C. F. Huang, T. L. Liao, *New implementation of high-precision and instant-response air thermometer by ultrasonic sensors*, *Sensors and Actuators A: Physical*, **117**, 1, (2005), 88-94.
- [28] W. Y. Tsai, C. F. Huang, T. L. Liao, *An ultrasonic air temperature measurement system with self-correction function for humidity*, *Measurement science and technology*, **16**, 2, (2005), 548-555.
- [29] W. Y. Tsai, C. F. Huang, T. L. Liao, *High accuracy ultrasonic air temperature measurement using multi-frequency continuous wave*, *Sensors and Actuators A: Physical*, **132**, 2, (2006), 526-532.
- [30] S. Velasco, F. L. Román, A. González, J. A. White, *A computer-assisted experiment for the measurement of the temperature dependence of the speed of sound in air*, *American Journal of Physics*, **72**, 2, (2004), 276-279.
- [31] <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> (28. 7. 2019)
- [32] <https://www.skuela.net/scuola/scuole-senza-laboratori-progetto-esperimenti-online.html> (25. 6. 2019)
- [33] <https://www.lastampa.it/2017/07/19/alessandria/mancano-i-bidelli-gli-impiegati-i-tecnici-di-laboratorio-e-cos-la-scuola-va-in-affanno-kRaKqxnMaJzPHYKrOKwB6l/pagina.html> (25. 6. 2019)
- [34] <https://www.esperimentanda.com/lattrezzatura-laboratorio-essenziale-per-dilettante-scuole-universita/> (25. 6. 2019)
- [35] I. Albatish, M. J. Mosa, S. S. Abu-Naser, *ARDUINO Tutor: An Intelligent Tutoring System for Training on ARDUINO*. *International Journal of Engineering and Information Systems*, **2**, 1, (2018), 236-245.

Dokazi med formativnim spremljanjem učencev pri pouku fizike

Marjanca Komar

Osnovna šola Franceta Prešerna Kranj

Izvelek

Formativno spremljanje pri pouku fizike je izkušnja, ki jo učenci dobro sprejmejo. Zahteva sodelovanje, skupinsko delo in povratne informacije. V članku je predstavljena obravnava poglavja »Gostota, tlak in vzgon« v osmem razredu po načelih formativnega spremljanja. Dokaze obesimo na steno v razredu in pred učilnico. Fizika je vseživljenjsko učenje in vsaka lastna izkušnja učenca je dobrodošla.

Ključne besede: formativno spremljanje, dokazi, vseživljenjsko učenje

Evidence in Formative Assessment of Pupils during Physics Lessons

Abstract

Formative monitoring in Physics lessons is an experience that is well received among pupils. It requires cooperation, teamwork and feedback. The article introduces the topics of Density, Pressure and Buoyancy, which we cover in year 8, according to the principles of formative monitoring. Evidence is hung in the classroom and in front of the classroom. Physics helps pupils to gain lifelong learning skills and new experience is always welcome.

Keywords: formative monitoring, evidence, lifelong learning

Uvod

Pouk fizike je z izvedbo poskusov vedno zanimiv in učencem omogoča, da dobijo osebno izkušnjo ter si ustvarijo razlago pojava. Tudi koraki formativnega spremljanja lahko dajo tako izkušnjo in so uporabni v vsakdanjem življenju, zato lahko rečemo, da je formativno spremljanje del vseživljenjskega učenja.

V članku je predstavljena obravnava poglavja »Gostota, tlak in vzgon« v osmem razredu po načelih formativnega spremljanja.

Formativno spremljanje

Formativno spremljanje je proces za izboljšanje učenja. Učence uvaja v metakognitivne strategije – razmišljanje o lastnem učenju. Peršolja opisuje pet korakov formativnega spremljanja [1]:

- diagnostika predznanja,
- načrtovanje procesa učenja,
- akcija/dokazi,
- merila,
- evalvacija.

V diagnostiki predznanja se ugotavlja, kje razred je in kje začeti. Učenec presodi, kaj ve, zna, česa še ne ve in kaj se želi naučiti. To je postopek pridobivanja prvih povratnih informacij, ki omogočajo lažje načrtovanje pouka. V načrtovanju procesa v ospredje pridejo interesi in želje učencev. Pouk je bolj dinamičen in ustvarjalen. Skupaj z učenci se opredelijo cilji in pot do cilja. Vsak pri sebi ugotovi, kako se najlažje in najhitreje uči, pa tudi kje in s kom. Sledi akcija, izvedba načrta. Nastajajo dokazi učenja, sprotno se preverja. Nastopijo delo v skupi-

Učenec presodi, kaj ve, zna, česa še ne ve in kaj se želi naučiti.

V načrtovanju procesa v ospredje pridejo interesi in želje učencev. Pouk je bolj dinamičen in ustvarjalen

nah, mreženje znanja in kritično prijateljstvo. Medsebojno učenje učencev ima enak učinek kot individualno učenje z učiteljem. Oblikujejo se merila uspešnosti, ki omogočajo, da ima učenec nadzor nad lastnim učenjem. Učenci opredelijo močna in šibka področja. Evalvacija temelji predvsem na samovrednotenju. Učenec oceni, kaj zna, kaj mu ni šlo, kaj in kako se še želi naučiti. Učenec ima priložnost za samostojno odločanje. Najučinkovitejša povratna informacija je v obliki komentarja. Pomembno je, da se pri učencu sproži razmislek, da učenec vложи napor, sproži kognitivni konflikt. [1]

Holcar Brunauer v priročniku za učitelje [2] opisuje pet elementov formativnega spremljanja. Formativno spremljanje učence spodbuja k prevzemanju večje odgovornosti za svoje učenje. Učenca in učenje postavlja v središče učnega procesa ter spodbuja samozavest in motivacijo.



Slika 1: Elementi formativnega spremljanja (vir: www.zrss.si).

Vsi elementi formativnega spremljanja se povezujejo in so aktivni ves čas učenja. Učenec opredeli svoje cilje, osmisli učenje in sodeluje pri oblikovanju kriterijev uspešnosti. Dokazi o učenju nastajajo ves čas. To so zapisi v zvezku, plakati, predstavitve, debate ... Učitelj sistematično ugotavlja raven znanja za določen koncept. Zastavlja odprta, problemska vprašanja. Povratne informacije so ključne pri procesu formativnega spremljanja, učence potiskajo naprej in jih spodbujajo. Učenci presojujejo svoje dosežke in dosežke sošolcev na podlagi dogovorjenih kriterijev uspešnosti. [2] [3]

Pri pouku fizike vedno želim imeti aktivne učence. Spodbujam jih, da fiziko vključijo v vsakdanje življenje in povežejo svoje izkušnje s teorijo, ki jo spoznajo v osnovni šoli. Večino ur začnem z eksperimentom. [4] Med odmorom si pripravim pripomočke in učence v uvodu spodbudim k razmišljanju, kaj bi lahko z njimi naredili in ali so to že kje videli. Formativno spremljanje je zelo uporabno, čeprav zahteva več časa.

Dokazi

V naši učilnici fizike so dokazi o delu izobešeni na vrhovi – plakati visijo na hodniku pred vrati učilnice. Seveda pa ima vsak učenec tudi svoj dokaz – zapis v zvezku. Vse učne liste, preverjanja znanja in tudi kontrolne naloge morajo prilepiti v zvezek. Ker jih učim v osmem in devetem razredu, imajo učenci enako strukturo zapisov. Poleg zvezkov uporabljajo še samostojne delovne zvezke s poskusi.

Učenec oceni, kaj zna, kaj mu ni šlo, kaj in kako se še želi naučiti. Učenec ima priložnost za samostojno odločanje.

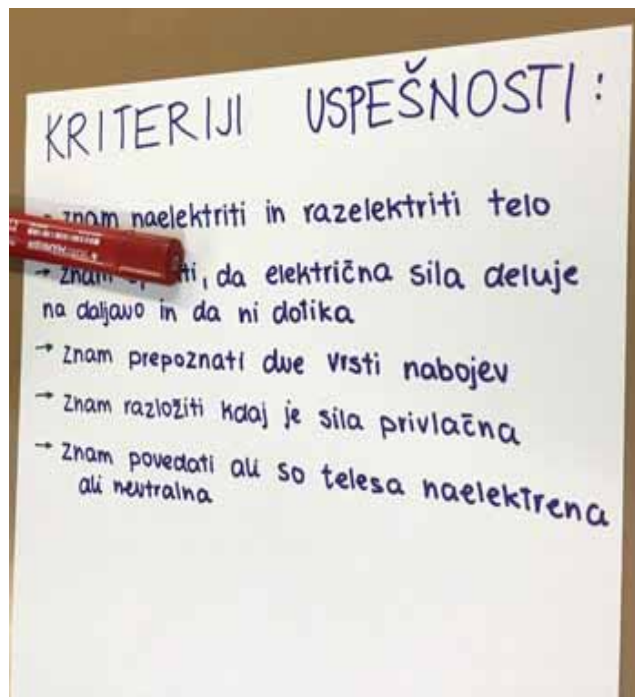
Vsi elementi formativnega spremljanja se povezujejo in so aktivni ves čas učenja.

Pri pouku fizike vedno želim imeti aktivne učence. Spodbujam jih, da fiziko vključijo v vsakdanje življenje in povežejo svoje izkušnje s teorijo.

Na začetku poglavja oblikujemo namene učenja. Na tablo projiciram učne cilje iz učnega načrta. Na njihovi podlagi oblikujemo in zapišemo namene učenja. Ne naredimo vseh ciljev hkrati, ampak se jih lotimo postopoma. Na podlagi namenov učenja določimo kriterije uspešnosti.



Slika 2: Cilji.



Slika 3: Kriteriji.

V učilnici visi vrstica, na katero pripenjamo dokaze, ki jih sprti dopolnjujemo. Učenci med odmorom debatirajo o teh dokazih in to imam za velik prispevek k učenju. Potem pogledajo, kaj je na demonstracijskem pultu pripravljeno za novo učno uro, in ta konstruktivna debata mi je zelo všeč.



Slika 4: Dokazi v učilnici.

V učilnici imamo veliko pripomočkov za eksperimentiranje. Samostojna izvedba poskusa je izkušnja, s katero osmislijo svoje učenje.



Slika 5: Eksperimentiranje.

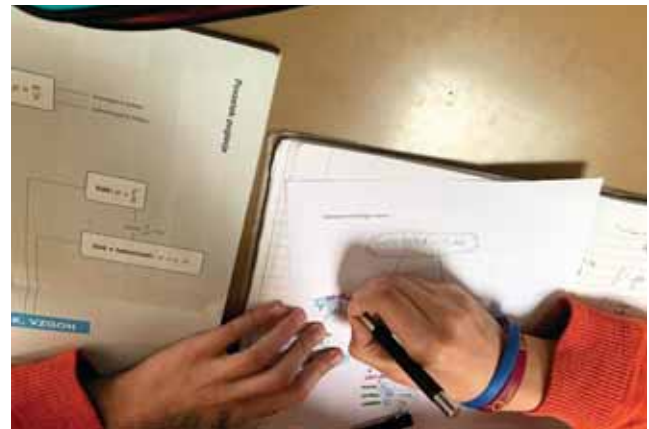


Slika 6: Izdelava termometra.

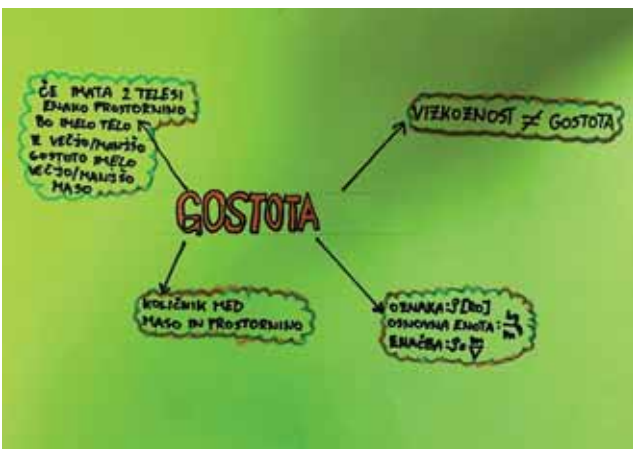
Na koncu nastanejo plakati, izobešeni so na hodniku. Med dežuranjem med odmori opažam, da pri teh plakatih radi postojijo tudi učenci, ki se še ne učijo fizike. Pred ocenjevanjem znanja pa veliko učencev ob teh plakatih ponovi svoje znanje.



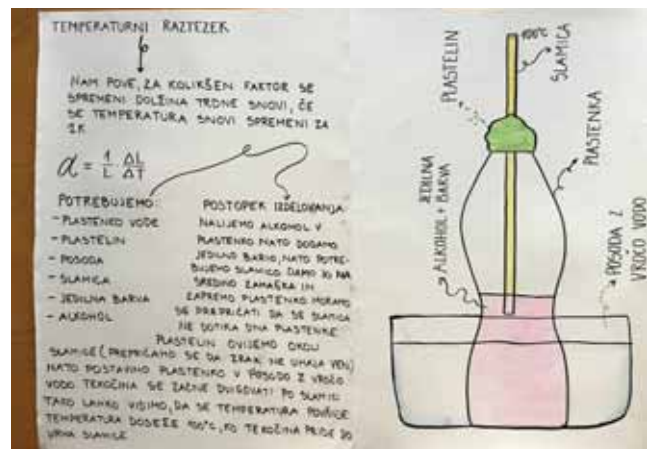
Slika 7: Skupinsko delo.



Slika 8: Uporaba različnih virov.



Slika 9: Plakat »Gostota«.



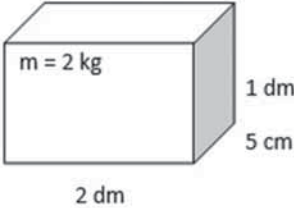
Slika 10: Plakat »Temperaturni raztezek«.

Aktivnost učencev spodbujam s kritičnim prijateljstvom.

Včasih v devetem razredu preverim kateri cilj iz osmega razreda in imam občutek, da je snov, podana s formativnim spremljanjem, bolje usvojena.

Aktivnost učencev spodbujam s kritičnim prijateljstvom. Samovrednotenje in kritično prijateljstvo je skupinsko delo. Vsi poslušajo vse v skupini, nato se skupine predstavijo vsem v razredu. Učenci si dopolnijo zapise v zvezku. Včasih v devetem razredu preverim kateri cilj iz osmega razreda in imam občutek, da je snov, podana s formativnim spremljanjem, bolje usvojena. Pri ocenjevanju znanja pa ocene ne odstopajo.

Na sliki 11 je primer preverjanja znanja na koncu poglavja »Gostota, tlak in vzgon«. Učenci dobijo navodilo, naj si ogledajo sliko, preberejo podatke in na podlagi znanja napišejo naslov zgoraj. Večina učencev se spomni le ene količine, ki bi jo lahko izračunali. So pa tudi učenci,



Na sliki so nekateri podatki o kvadru. Kaj vse lahko izračunaš s temi podatki?

Postavitev cilja:

Načrt:

- 1.
- 2.
- 3.

Že znam:

Dokazi:

Samooценjevanje:

Ustrezno (3)	Dopolniti (2)	Ni ustrezno (1)	Manjka (0)

Izdelava miselnega vzorca:

Slika 11: Primer preverjanja.

ki ponovijo celotno poglavje ob tej sliki. Ko učenci rešijo svoje liste, skupaj dopolnimo vse. Reševanje tega učnega lista je zelo dobra izkušnja. V devetem razredu ga ponovno rešijo, primerjajo rešitve in se seveda samovrednotijo.

Zaključek

Pri pouku fizike je treba poleg aktivnih učencev imeti tudi aktivnega učitelja. V učilnici imamo veliko pripomočkov, nekaj je povsem preprostih. Z medpredmetnim povezovanjem s tehniko si lahko obogatimo njihov nabor. Ker uporabljamo samostojni delovni zvezek s poskusi, smo zraven prejeli škatle s pripomočki. Eksperimentiranje zahteva aktivnost učencev. Ti bodo z osebnimi izkušnjami prišli do pomembnih spoznanj in zaključkov. Formativno spremljanje je pristop, ki od učitelja zahteva velik vložek, se mu pa bogato obrestuje.

Pri pouku fizike je treba poleg aktivnih učencev imeti tudi aktivnega učitelja.

Viri in literatura

- [1] Peršolja, M. (2019). *Formativno spremljanje znanja v praksi*. Priročnik za učitelje. Domžale: M. Peršolja.
- [2] Holcar Brunauer, A. (2017). *Formativno spremljanje v podporo učenju*. Priročnik za učitelje. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- [3] Suban, M. (2018). *Formativno spremljanje pri matematiku*. Priročnik za učitelje. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- [4] Komar, M. (2015). *Predstave o sencah razsežnih svetil*. Magistrsko delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

Možnosti uporabe obstoječih gradiv v pogojih pouka na daljavo

Milenko Stiplovšek

Zavod RS za šolstvo

Izvleček

V priročnikih za učitelje fizike, objavljenih v digitalni bralnici Zavoda RS za šolstvo na naslovu <https://www.zrss.si/strokovne-resitve/digitalna-bralnica>, so v razdelku »Priročniki« objavljena tudi gradiva, ki jih je mogoče neposredno ali pa z manjšimi prilagoditvami uporabiti pri pouku fizike na daljavo. V članku so predstavljeni primer dejavnosti na temo zbiralne leče, ki jo lahko učenci izvajajo tudi pri pouku fizike na daljavo v osnovni šoli, in dva primera za srednjo šolo – določanje konstante vzmeti ter simulacija radioaktivnega razpada s kovanci. Ob pozornem branju priročnikov in z nekaj domiselnosti pa lahko učitelji najdete še več priložnosti za oblikovanje dejavnosti, ki bi jih pri pouku fizike na daljavo lahko vaši učenci in dijaki izvajali doma.

Ključne besede: pouk na daljavo, gradiva, eksperiment, fizika

Possibilities of Using Existing Material in the Context of Distance Education

Abstract

In the handbooks for Physics teachers, published in the digital reading room of the National Education Institute of the Republic of Slovenia on the website <https://www.zrss.si/strokovne-resitve/digitalna-bralnica>, the »Handbooks« section also contains materials that can be used directly or with smaller adjustments during distance Physics lessons. The article also presents an example of activities on the topic of the converging lens, which pupils can carry out during distance Physics lessons in primary school, and two examples for secondary school – defining the spring constant and simulating radioactive decay using coins. By thoroughly reading the handbooks and applying a little ingenuity, teachers could find even more possibilities of designing activities which their primary or secondary school students could carry out at home during distance Physics lessons.

Keywords: distance education, materials, experiment, Physics

Uvod

V okviru projekta »Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi« je leta 2013 izšel priročnik za učitelje fizike v osnovni šoli [1], ki vsebuje tudi primere dejavnosti, ki jih lahko večina učencev opravi z enostavno dosegljivo opremo na svojem domu. Enako velja za priročnika za srednješolske učitelje fizike: *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Fizika: mehanika, toplota, nihanje*, ki je izšel leta 2010 [2], ter *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Fizika: elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika* iz leta 2014 [3]. Zgoraj navedena priročnika sta sicer pripravljena na osnovi učnega načrta za program gimnazije, vendar je večino aktivnosti mogoče prilagoditi tudi ciljem v katalogih znanj za pouk fizike v programih PTI in SSI. Delovni listi za učence/dijake so dosegljivi v datotekah, ki jih je mogoče urejati in prilagajati trenutnim možnostim, zahtevam in dodatnim zamislim. Vsakemu od priročnikov je dodana tudi zbirka datotek z imenom priročnika in dodatkom »CD« v imenu. V tej zbirki so delovni listi za učence in dijake, primeri rezultatov meritev itd. shranjeni v datotekah, ki jih lahko učitelji prenesete na svoje računalnike in jih nato prilagajate svojim potrebam, možnostim, zamislim ...

Delovni listi za učence/dijake so dosegljivi v datotekah, ki jih je mogoče urejati in prilagajati trenutnim možnostim, zahtevam in dodatnim zamislim.



Slika 1: Priročniki in zbirke datotek (CD) – prosto dostopno v digitalni bralnici Zavoda RS za šolstvo v razdelku »Priročniki«.

Tovrstna gradiva zahtevajo dostop do opreme, ki je v večini primerov dosegljiva učencem in dijakom doma. Kot merilniki so praviloma potrebni merilo dolžine (npr. tračni meter, šiviljski meter), tehtnica (npr. kuhinjska z natančnostjo ± 1 g), štoparica (npr. na telefonu), včasih tudi fotoaparati ali kamera na telefonu, spletna kamera, računalnik s programom LoggerPro za obdelavo podatkov. Program LoggerPro je Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport nabavilo za vse srednje šole, ki izvajajo program gimnazije, z licenco, ki dovoljuje legalno namestitvev programa tudi na računalnike, ki jih dijaki uporabljajo pri delu doma. Od »laboratorijske opreme« se praviloma pojavljajo predmeti iz kuhinjskih elementov, embalaža, predmeti iz kakšne škatle z orodjem, vijaki, tudi povečevalno steklo (uporabimo lahko tudi očala s pozitivno dioptrijo in brez »cilindrov«), vzmet iz kemičnega svinčnika, vodovodna cev, zamaški, sveče ... Avtor ocenjuje, da je zamisli za srednjo šolo s prilagoditvijo gradiv mogoče uporabiti tudi v osnovni šoli in obratno, zato priporočam pregled vseh predlogov, ne glede na to, na kateri stopnji izobraževanja jih boste po prilagoditvi uporabili.

Čas, predviden za izvajanje aktivnosti

V gradivih je naveden tudi čas, predviden za izvedbo pri pouku v šoli. Zavedati se moramo, da bodo učenci in dijaki pri delu doma manj podprti z nasveti in s pomočjo učitelja ter sošolcev. Tudi za zbiranje in pripravo potrebnih pripomočkov bodo potrebovali čas, ki ga v šoli niso. Zato je nujno, da čas, ki je priporočen v gradivih, v pogojih izobraževanja na daljavo ustrezno podaljšate. Sam bi pričel s podaljšanjem predvidenega časa za najmanj polovico in nato spremljal izvedljivost nalog v tem okviru ter se prilagajal. Gotovo ne bo za vse aktivnosti smiseln delež podaljšanja časa enak pa tudi med učenci in dijaki bodo glede tega lahko precejšnje razlike. Razlike med njimi je smiselno upoštevati tudi z diferenciacijo nalog, saj so naloge praviloma podane z možnostjo izvedbe na dveh ravneh zahtevnosti.

Zavedati se moramo, da bodo učenci in dijaki pri delu doma manj podprti z nasveti in s pomočjo učitelja ter sošolcev.

Predlog aktivnosti pri pouku fizike na daljavo v osnovni šoli

Gradivo iz priročnika *Posodobitev pouka v osnovnošolski praksi Fizika* [1]

Samo Lipovnik: »Preslikave z zbiralno lečo«

Do gradiva lahko dostopate na spletni strani Zavoda RS za šolstvo (www.zrss.si) z izbiro STROKOVNE REŠITVE/Digitalna bralnica/Priročniki/Posodobitve pouka v OŠ praksi/ in nato z izbiro ikone za priročnik:




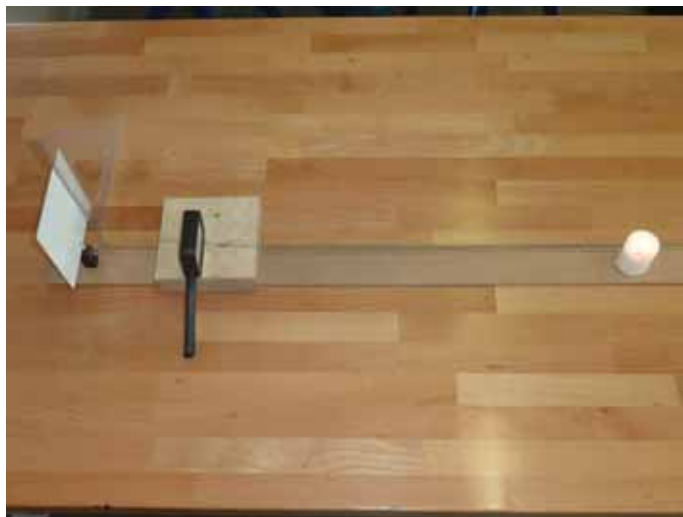
Na straneh od 89 do 93 je prikazano:

Eksploimentalne vaje s preprosto eksploimentalno opremo

3.2 Preslikave z zbiralno lečo

Samo Lipovnik, Osnovna šola Franja Goloba, Prevalje

Kratek opis	Učenci s preprosto eksploimentalno opremo (sveča, lupa, karton, merilni trak) praktično preizkusijo uporabo zbiralne leče. Najprej poiščejo gorišče in izmerijo goriščno razdaljo. Nato poiščejo razdalje med zaslonom, lečo in predmetom tako, da nastanejo pomanjšana, enako velika in povečana slika. Te razdalje primerjajo z goriščno razdaljo leče in zapišejo ugotovitve. Ugotavljajo, kje, glede na gorišče leče, mora biti predmet, da nastane ena izmed slik. Ugotavljajo tudi, ali je slika prava ali navidezna. Sposobnejši drug drugemu zastavljajo naloge, kar je tudi zapisano v navodilih. Delajo torej na dveh ravneh.				
Cilji	Učenci: <ul style="list-style-type: none"> • samostojno eksploimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • usvojijo pojma gorišče in goriščna razdalja zbiralne leče; • s poskusi raziščejo zakonitosti preslikave z zbiralno lečo in analizirajo potek žarkov skozi zbiralno lečo. 				
Priporočilo za oblike in metode dela ter izvedbo	Primerno za eksploimentalno delo v manjših skupinah. Znanje, ki ga učenci potrebujejo za izvedbo, mora biti utrjeno. Učitelj lahko učne liste razdeli že prej, jih z učenci pregleda in ti se lahko na izvedbo dodatno pripravijo doma. Glede na izbiro leč, ki so učitelju na razpolago, naj prilagodi tudi merilo, v katerem morajo učenci narisati sliko in predmet v nalogi 2. Kot zaslon se lahko uporabi karton, ki ga zatakne v lesen kvader z zarezo. Lupa potrebuje stojalo. Tudi za to se lahko uporabi lesena klada.				
Čas za izvedbo	1 ura	Zahtevnost	srednja	Vključen eksploiment	da
Priloge	 Napotki za učence (.docx) Priporočila za učitelje (.pdf)				



Slika 1: Pripomočki za izvedbo poskusa (vir: lasten)



Učni list za učence

Preslikave z zbiralno lečo

1. naloga: Izmeri goriščno razdaljo leče.

Pripomočki: zbiralna leča, zaslon, ravnilo, svetilo (svetlo okno).

Navodilo:

Skozi lupo na zaslon preslikaj svetlobo oddaljenega svetila (svetlega okna), tako da bo slika ostra.

Izmeri razdaljo med središčem LEČE in ZASLONOM.

To je **GORIŠČNA RAZDALJA – f** .

$f_1 =$ _____ cm



Slika 2: Zbiralna leča in zaslon (vir: lasten)

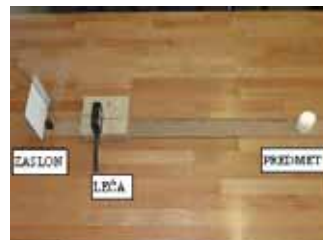
2. naloga: Z lečo preslikaj na zaslon pomanjšano, povečano in enako veliko sliko, kot je velik predmet (plamen sveče).

Pripomočki: leča, zaslon, ravnilo, svetilo (plamen sveče).

Navodilo:

Razvrsti zaslon, lupo in predmet (plamen sveče) v vrstnem redu, kot kaže slika.

Potek dela: Spreminjaj razdalje med njimi tako, da dobiš sliko, ki je manjša od predmeta, večja od predmeta in enako velika kot predmet.



Slika 3: Postavitev leče, zaslona in predmeta (vir: lasten)

Ko dobiš ustrezno sliko, izmeri razdaljo med lečo in predmetom ter lečo in zaslonom.

razdalja med lečo in predmetom – a

razdalja med lečo in sliko – b

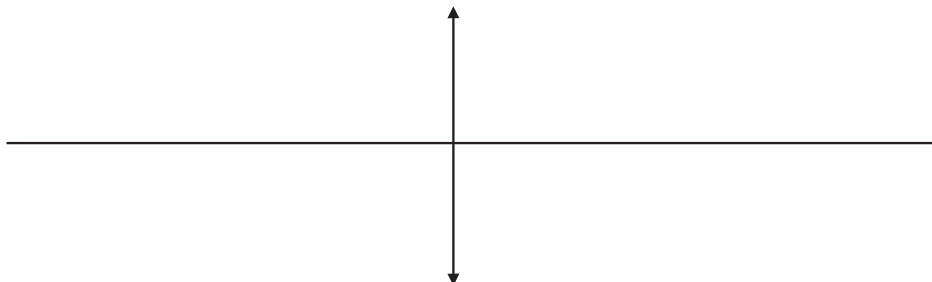
a) Ko nastane enako velika slika, je **a =** _____ cm, to je _____ krat toliko kot goriščna razdalja f_1 .

Razdalja med lečo in sliko je v tem primeru **b =** _____ cm.

- Slika je PRAVA/NAVIDEZNA (obkroži).
- Slika je POKONČNA/OBRNJENA (obkroži).

Eksploimentalne vaje s preprosto ekploimentalno opremo

Narisana je zbiralna leča. Nariši še sliko in predmet v merilu $M = 1 : 10$.

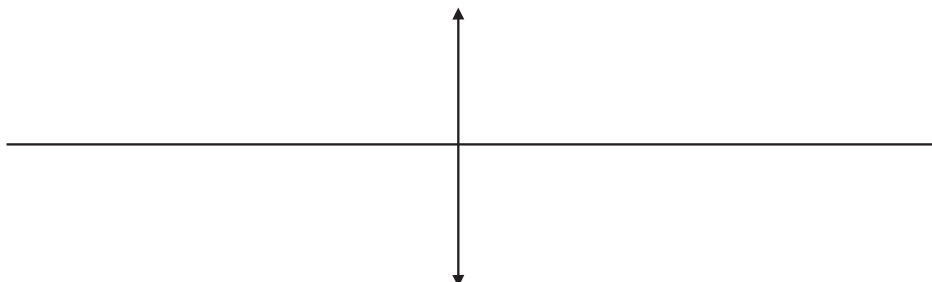


b) Ko nastane pomanjšana slika, je $a =$ _____ **cm**, to je _____ krat toliko kot goriščna razdalja f_1 .

Razdalja med lečo in sliko $b =$ _____ **cm**.

- Slika je PRAVA/NAVIDEZNA (obkroži).
- Slika je POKONČNA/OBRNJENA (obkroži).

Narisana je zbiralna leča. Nariši še sliko in predmet v merilu $M = 1 : 10$.

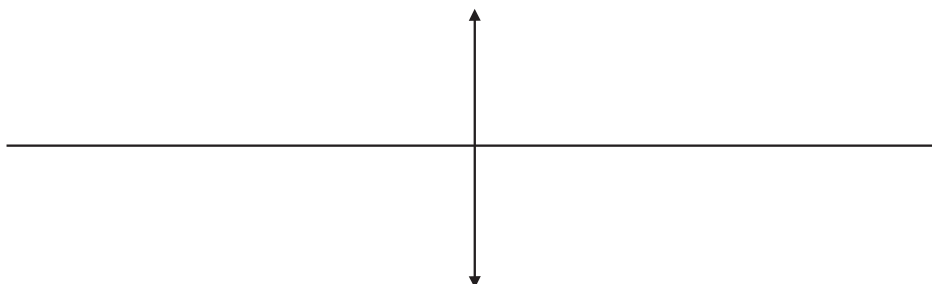


c) Ko nastane povečana slika, je $a =$ _____ **cm**, to je _____ krat toliko kot goriščna razdalja f_1 .

Razdalja med lečo in sliko $b =$ _____ **cm**.

- Slika je PRAVA/NAVIDEZNA (obkroži).
- Slika je POKONČNA/OBRNJENA (obkroži).

Narisana je zbiralna leča. Nariši še sliko in predmet v merilu $M = 1 : 10$.



**3. naloga: Zapiši ugotovitve**

- a) Enako velika slika nastane, ko je predmet od leče oddaljen *dvakrat toliko kot goriščna razdalja (rešen primer)*.
- b) Pomanjšana slika nastane, ko je predmet od leče oddaljen
.....
- c) Povečana slika nastane, ko je predmet od leče oddaljen
.....

***DODATNA NALOGA**

Uporabi lečo z drugačno goriščno razdaljo. Preveri, ali ugotovitve veljajo tudi za druge leče.

Potek dela: Izmeri goriščno razdaljo druge leče.

$$f_2 = \text{_____ cm}$$

Sošolcu zastavi nalogo, naj brez preizkušanja pove, kako postaviti zaslon, lečo in predmet tako, da bo slika na zaslonu enako velika/pomanjšana/povečana (izberi eno izmed možnosti).

S poskusom in s pomočjo ugotovitev iz 3. naloge preverita, ali je bil odgovor pravilen.

Ali ugotovitve iz 3. naloge držijo tudi za druge leče? DA/NE (obkroži)

Eksploimentalne vaje s preprosto eksploimentalno opremo

Priporočila za učitelje

Preslikave z zbiralno lečo

Pripomočki

Leče, zaslone iz kartona, daljša ravnila, sveče, vžigalnik, stojala za zaslone, stojala za leče, učni listi ter možnost zatemnitve prostora.

Priporočila za izvedbo

Gradivo je primerno za eksploimentalno delo v manjših skupinah.

Znanje, ki ga učenci potrebujejo za izvedbo, mora biti utrjeno. Priporočeno je, da teoretično poznajo preslikave z zbiralno lečo in znajo narisati lečo, predmet, tipične žarke in sliko predmeta.

Učitelj lahko učne liste razdeli že uro prej, jih z učenci pregleda in ti se lahko na izvedbo dodatno pripravijo doma. Glede na izbiro leč, ki so učitelju na razpolago, naj prilagodi tudi merilo, v katerem morajo učenci narisati sliko in predmet v nalogi 2. Kot zaslon se lahko uporabi karton, ki ga zatakne v lesen kvader z zarezo (to lahko naredimo z modelarsko žagico).

Lupa, tako okrogla kot kvadratna, potrebuje stojalo. Tudi za to se lahko uporabi lesena klada.

Potek dela

Učenci najprej poiščejo gorišče in izmerijo goriščno razdaljo. Nato poiščejo razdalje med zaslonom, lečo in predmetom tako, da nastanejo pomanjšana, enako velika in povečana slika. Te razdalje primerjajo z goriščno razdaljo leče in zapišejo ugotovitve. Ugotavljajo, kje, glede na gorišče leče, mora biti predmet, da nastane ena izmed slik. Ugotavljajo tudi, ali je slika prava ali navidezna. Sposobnejši drug drugemu zastavljajo naloge.

Rešitve nalog

Rešitve nalog so odvisne od vrste in goriščne razdalje leče, ki se pri eksploimentu uporabi. Prav tako se lahko glede na izbiro leče na učnem listu spremeni merilo, v katerem je treba risati. Ugotovitve pri nalogi 2. morajo zapisati pri nalogi 3.

- Ugotoviti morajo, da enako velika slika nastane, ko je predmet od leče oddaljen dvakrat toliko kot goriščna razdalja.
- Ugotoviti morajo, da pomanjšana slika predmeta nastane, ko je predmet od leče oddaljen več kot dvakrat toliko kot goriščna razdalja.
- Ugotoviti morajo, da povečana slika predmeta nastane, ko je predmet od leče oddaljen več kot goriščna razdalja in manj kot dvakratna goriščna razdalja.

V vseh primerih je slika prava in obrnjena.



Pot do učnega lista za učence, ki ga lahko sami prilagajate:

www.zrss.si in nato STROKOVNE REŠITVE/Digitalna bralnica/Priročniki/
Posodobitve pouka v OŠ praksi/izbira ikone za CD:



Po izbiri gumba »Preberi« se pokaže seznam prispevkov z možnostjo ogleda in prenosa datotek:

PREDGOVOR		
UVOD		
1. NOVOСТИ V POSODOBLJENEM UČNEM NAČRTU	1.1 NOVOСТИ V POSODOBLJENEM UČNEM NAČRTU	datoteke
	1.2 USTNO PREVERJANJE IN OCENJEVANJE ZNANJA V OSNOVNI ŠOLI	datoteke
2. INFORMACIJSKA TEHNOLOGIJA PRI POUKU FIZIKE	2.1 USTNO OCENJEVANJE ZNANJA Z OSEBNIMI ODZIVNIKI	datoteke
	2.2 DELO IN ENERGIJA	datoteke
	2.3 NAŠE OSOŃJE	datoteke
	2.4 KAJ JE ELEKTRIČNI TOK	datoteke
	2.5 DRUGI NEWTONOV ZAKON	datoteke
	2.6 VIDEOANALIZA PROSTEGA PADANJA ŽOGE	datoteke
	2.7 RAZISKAVA UPORA S PAPIRNIMI PADALI (VIDEOANALIZA GIBANJA)	datoteke
3. EKSPERIMENTALNE VAJE S PREPROSTO EKSPERIMENTALNO OPREMO	3.1 OCENJEVANJE EKSPERIMENTALNEGA DELA	datoteke
	3.2 PRESLIKAVE Z ZBIRALNO LEČO	datoteke
	3.3 MERJENJE SVETLOBE	datoteke
	3.4 LUNINE MENE	datoteke
	3.5 KO PUNCE PREMAGAJO FANTE	datoteke

Izberemo [datoteke](#) ob prispevku, ki nas zanima, ter vidimo, kaj je na voljo za prenos na naš računalnik:

ZAVOD RS ZA ŠOLSTVO
Vsebina mape /digitalnknjiznica/Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi FIZIKA
CD/vsebina/3_poglavje/3_02/

Imenik/datoteka	Velikost	Datum
.....	imenik	/
3_02_tabela.html	7 KB	9.10.2013
preslikavezbiralnoleco.docx	229 KB	6.12.2013
preslikavezbiralnoleco.pdf	570 KB	5.12.2013

V datoteki s končnico .docx je učni list za učence. Lahko jo prenesemo na svoj računalnik ter nato prilagajamo v skladu s situacijo pri pouku.

Možnost izvedbe doma

Večinoma lahko doma najdemo svečo, vžigalnik ali vžigalice, list papirja, kljukice za perilo, tračni ali šiviljski meter in kakšno povečevalno steklo ali očala s pozitivno dioptrijo. S to opremo je mogoče izvesti aktivnost, ki je opisana v zgornjem prispevku. Še največ težav je lahko z očali, če je dioptrija majhna in imajo tudi »cilindrov«. Cenena očala, ki jih kupite za prvo silo na pošti ali v drogeriji, so brez »cilindrov«, kar sicer pomeni, da niso prilagojena specifičnim napakam vašega očesa, so pa za ta eksperiment lahko zelo ustrezna. S povečevanjem dioptrije D se manjša goriščna razdalja f , saj velja $D = 1/f$ [4]. Če želimo očala z goriščno razdaljo 0,25 m morajo imeti dioptrijo 4 m⁻¹. S takimi očali lahko delamo podobno kot z lupami, ki imajo goriščne razdalje okoli 20 cm.



Slika 2: Nekaj primerov pripomočkov za izvedbo predlaganih aktivnosti, ki jih lahko najdemo doma.



Slika 3: Primer postavitve s povečano sliko plamena na steni.

Predlogi za aktivnosti pri pouku fizike na daljavo v srednji šoli Iz priročnika *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Fizika: mehanika, toplota, nihanje in valovanje* [2]

Milenko Stiplovšek: »Določanje konstante vzmeti«

Do gradiva lahko dostopate na spletni strani Zavoda RS za šolstvo (www.zrss.si) z izbiro STROKOVNE REŠITVE/Digitalna bralnica/Priročniki/Posodobitve pouka v GIM praksi/ in nato z izbiro ikone za priročnik:



Posodobitve
pouka v
gimnazijski
praksi FIZIKA

Na straneh od 168 do 170 lahko nato preberemo:

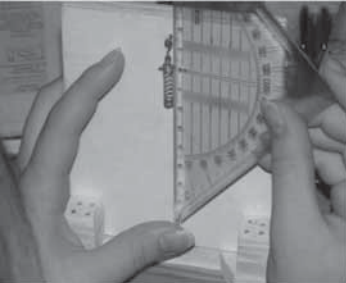
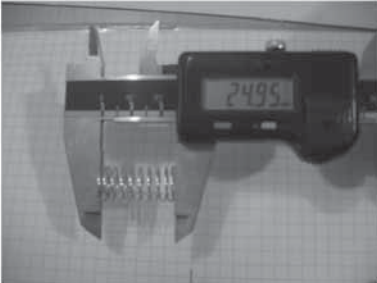
FIZIKA

168

5.6 Določanje konstante vzmeti

Milenko Stiplovšek, Škofijska gimnazija A. M. Slomška, Maribor

Kratek opis za učitelje	Dijaki naj kakor najbolje vedo in znajo določijo konstanto vzmeti, ki jo imajo v enem od kemičnih svinčnikov. Izvedba je v največji možni meri prepuščena njihovi iznajdljivosti in kreativnosti.		
Cilji	Dijaki/dijakinje: <ul style="list-style-type: none"> • razvijajo ustvarjalnost; • sprejemajo odločitve; • znajo izmeriti izbrane fizikalne količine; • uporabljajo osnovne merilne naprave; • samostojno eksperimentirajo, preišljeno opazujejo in sklepajo; • uporabljajo strokovni jezik fizike pri oblikovanju poročil; • predstavijo izide poskusov. 		
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki delajo v parih ali trojicah pri pouku. Dijak ali par dijakov izvede meritve in izračune kot kratko projektno nalogo in jo predstavi.		
Priporočilo za izvedbo	Nalogo lahko naredimo kot preverjanje predznanja iz osnovne šole, kot obravnavo nove vsebine ali pa kot preverjanje in utrjevanje znanja po predelani vsebini.		
Čas za izvedbo	1 ura	Zahtevnost	dve ravni
		Vključen eksperiment	da
Priloge	<ul style="list-style-type: none"> • učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc). 		

Slika 49: Merjenje deformacije vzmeti na dva načina z različno natančnostjo

Ekperimentalne vaje s preprosto ekperimentalno opremo

Učni list za dijake

Določanje konstante vzmeti

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: Dijaki ponovijo definicijo konstante vzmeti in ugotovijo vrednost konstante za izbrano vzmet.

Potrebna oprema: vzmet iz kemičnega svinčnika

OPOZORILO: Pazite, da vam vzmet ne skoči v obraz ali oko in vas poškoduje. Če boste vzmet med meritvijo stiskali, si nadenite zaščitna očala.

Naloga:

Čim bolj natančno določite konstanto vzmeti, ki jo imate v kemičnem svinčniku. Svoje delo in rezultate predstavite v pisnem poročilu, ki ga oddate učitelju. Na zahtevo učitelja predstavite poročilo in meritve pred sošolci v razredu.

Potek dela:

Odločite se, kaj boste merili in kako, da boste lahko izračunali konstanto vzmeti v kemičnem svinčniku. Svoje delo dokumentirajte tudi s fotografijami in/ali videoposnetki, ki jih boste vključili v poročilo.

Izdelava poročila:

Pri pisanju poročila sledite splošno uveljavljeni zgradbi pisanja znanstvenih poročil in člankov, t. i. IMMRAD (Introduction – uvod, Methods & Materials – metode in oprema, Results and Discussion – rezultati meritev ter izračunov in razprava). Poročilo naj vsebuje tudi fotografije (ali celo videoposnetke) bistvenih faz dela med meritvami. Na fotografijah (ali videoposnetku) se mora videti, kaj je merjeno in kako ter kdo je meril.

* DODATNA NALOGA

Isti vzmeti določite konstanto z dvema različnima metodama. Primerjajte rezultate in njihovo natančnost. Izdelajte poročilo v skladu z zgornjimi zahtevami.





Priporočila za učitelje

Določanje konstante vzmeti

Uvodni komentar

Namen naloge je predvsem pridobivanje in testiranje kompetenc, opredeljenih v prenovljenem učnem načrtu za pouk fizike v gimnazijah. S stališča potrebne opreme naloga ni nujno zahtevna, nudi pa veliko raznih možnosti za ideje o izboljšanju natančnosti meritev, kar jo lahko naredi zahtevnejšo. Osnovno težavo predstavlja dijakom prvih letnikov realna ocena veljavnih mest rezultata glede na natančnost izmerjenih podatkov in uporabljene računske operacije. Zanimivo bi jo bilo ponoviti tudi z dijaki, ki so se odločili za maturo iz fizike, in primerjati njihovo delo z delom dijakov začetnih letnikov.

Nekaj didaktičnih priporočil:

- Nalogo lahko uporabimo:
 1. kot uvod v merjenje sil in definicijo konstante vzmeti (sklicevanje na osnovno šolo in samostojno delo z učbenikom) - **zahtevno** - ali pa
 2. kot primer uporabe že pridobljenega in utrjenega znanja pri prejšnjih urah pouka - **manj zahtevno**.
- Reševanje projektne naloge lahko poteka kot individualno delo ali kot skupinsko delo (spodbujamo delo v parih).
- Za materialno plat **izvedbe v obliki kratke projektne naloge** poskrbijo dijaki (izvajalci naloge).
- **Izvedba v šoli:** Dijaki zapišejo, kaj bodo potrebovali za izvedbo meritev, in prevzamejo potrebno opremo od laboranta. Laborant skrbi za evidenco izposoje in vračanja. K nalogi sodi tudi izdelava poročila, ki ga pripravi posameznik ali par oziroma skupina (lahko v obliki predstavitve na spletni strani), in kratka predstavitev dela sošolcem v razredu. Dijake navajamo, da pri pisanju poročila sledijo splošno uveljavljeni zgradbi pisanja znanstvenih poročil in člankov, t. i. IMMRAD (Introduction - **uvod**, Methods & Materials - **metode in oprema**, Results and Discussion - **rezultati meritev ter izračunov in razprava**). Poročilo naj vsebuje tudi fotografije (ali celo videoposnetke) bistvenih faz dela med meritvami. Na fotografijah (ali videoposnetku) se mora videti, kaj je merjeno in kako ter kdo je meril.
- **Pri predstavitvi v razredu** učitelj z dodatnimi vprašanji preverja, ali dijak(i) razume(jo) pojme in razlage, ki so del predstavitve. Med predstavitvijo dela sošolcem moramo biti s postavljanjem vprašanj zelo previdni in obzirni, da ne zmedemo dijaka in prekinemo toka predstavitve, predvsem naj gre za spodbujanje, če se kje zatakne. Kar koli »sumljivega« si zapišimo in prihranimo za čas po koncu predstavitve.
- **Ocenjevanje:** To, ali bo dijak s svojim delom pridobil oceno, je mnogokrat bistveno pri odločanju za izvedbo naloge. Če bomo delo ocenili, povejmo to vnaprej. Povejmo tudi, kaj bomo ocenjevali in kako. Ena od možnosti: ocenjevanje projektnih nalog čim bolj približamo običajnemu pridobivanju ustnih ocen.

Do gradiva z učnim listom za dijake, ki ga je mogoče urejati s programom Word, lahko dostopate na spletni strani Zavoda RS za šolstvo (www.zrss.si) z izbiro STROKOVNE REŠITVE/Digitalna bralnica/Priročniki/Posodobitve pouka v GIM praksi/ in nato z izbiro ikone za CD:



Posodobitve pouka v gimnazijski praksi FIZIKA CD

Po izbiri gumba »Preberi« se pokaže seznam prispevkov z možnostjo ogleda in prenosa datotek:

	3.2 MERJENJE POSPEŠKA PROSTEGA PADANJA	datoteke
	3.3 GRAFI PRI GIBANJU	datoteke
	3.4 GRAFI PRI ENAKOMERNO POSPEŠENEM GIBANJU	datoteke
	3.5 OHRANITEV ENERGIJE	datoteke
	3.6 SPECIFIČNA TOPLOTA KAPLJEVIN	datoteke
	3.7 GOSTOTA ZRAKA	datoteke
	3.8 ZMESNA TEMPERATURA	datoteke
	3.9 GRAFI PRI NIHANJU NITNEGA NIHALA	datoteke
4. SODELOVALNO UČENJE	4.1 POUK FIZIKE MALO DRUGAČE - SODELOVALNO UČENJE	datoteke
	4.2 DELO IN ENERGIJA	datoteke
5. EKSPERIMENTALNE VAJE S PREPROSTO EKSPERIMENTALNO OPREMO	5.1 RAVNOVESJE SIL IN NAVOROV	datoteke
	5.2 II. NEWTONOV ZAKON	datoteke
	5.3 CENTRIPETALNI POSPEŠEK	datoteke
	5.4 MERJENJE TEŽNEGA POSPEŠKA	datoteke
	5.5 VZGON	datoteke
	5.6 DOLOČANJE KONSTANTE VZMETI	datoteke
	5.7 DELO TRENJA NA KLANCU	datoteke
	5.8 ENERGIJA TELESA PRI GIBANJU PO KLANCU	datoteke
	5.9 MERJENJE ZRAČNEGA TLAKA	datoteke
	5.10 SPECIFIČNA TOPLOTA KOVIN	datoteke

Po izbiri [datoteke](#) v vrstici z naslovom prispevka se prikaže:

ZAVOD RS ZA ŠOLSTVO
Vsebina mape /digitalnknjznicna/Pos-pouka-gimn-fizika-CD/vsebina/5_poglavje/5_06/

Imenik/datoteka	Velikost	Datum
.....	imenik	/
5_06_tabela.html	10 KB	20.12.2010
dolocanjekonstantevzmeti.doc	2387 KB	28.12.2010
dolocanjekonstantevzmeti.pdf	2213 KB	28.12.2010

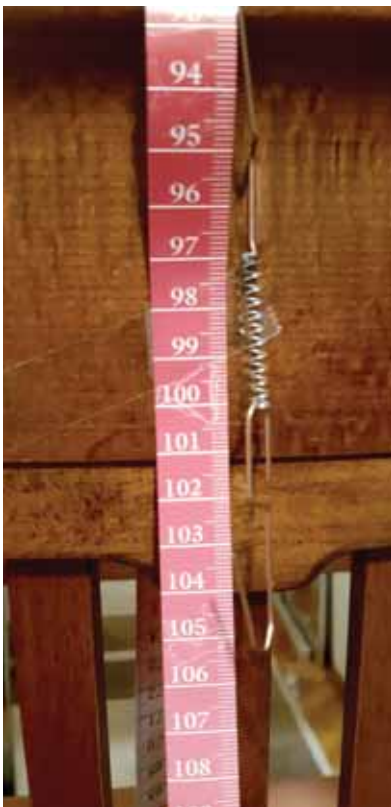
V datoteki s končnico .doc je celoten prispevek, vključno z učnim listom za dijake, ki ga lahko nato urejamo v skladu z možnostmi in potrebami pri pouku.

Možnost izvedbe doma

Primer nabora opreme, ki bi jo za to aktivnost lahko našli doma, je na sliki 4. Izvedbo in rezultat ene od meritev pa prikazujeta sliki 5 in 6.



Slika 4: Mogoči nabor opreme za merjenje konstante vzmeti. Iz sponk za papir naredimo kavljce, različne škarje služijo kot različne uteži.



Slika 5: Neobremenjena vzmet z raztežkom 0.



Slika 6: Vzmet, ki je podaljšana zaradi teže škarij z znano maso.

Iz priročnika *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi*.

Fizika: elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika [3]



Do priročnika in člankov dostopamo podobno kot v zgoraj opisanih primerih.

Na straneh od 135 do 137 najdemo članek **Mirana Tratnika** z naslovom »EkspONENTNO pojemanje«:

Aktivni pouk in razvijanje naravoslovnega mišljenja

3.3.3 EkspONENTNO pojemanje

Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Odvisnost časovnega poteka radioaktivnega razpadanja predstavimo s poskusom s kovanci. V pladenj položimo kovance (npr. 120 kom) za 1 cent, vse obrnjene s cifro navzgor. Pokrijemo jih z drugim pladnjem in pretresemo. Kovance, ki so obrnjeni, vzamemo iz pladnja in preštejemo preostale kovance. Tresenje in izločanje obrnjenih kovancev ponovimo nekajkrat. Ker se pri vsakem tresenju v povprečju obrne približno pol kovancev, število kovancev s cifro navzgor v odvisnosti od števila tresenj eksponentno pojema.				
Cilji	Dijaki spoznajo primer eksponentnega pojemanja in izpeljejo enačbo za časovno odvisnost števila nerazpadlih radioaktivnih jeder.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Laboratorijska vaja ali delo z delovnimi listi.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo po obravnavi radioaktivnih razpadov.				
Čas za izvedbo	1 ura	Zahtevnost	srednja	Vključen eksperiment	da
Priloge	  <ul style="list-style-type: none"> • učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc). 				



Sliki 1 in 2: »Oprema za merjenje« in »rezultat meritve« (foto: M. Tratnik).



Učni list za dijake

Eksponentno pojemanje

Naloga

V pladenj položite 120 kovancev za 1 cent, vse obrnjene s cifro navzgor. Pokrijte jih z drugim pladnjem in pretresite. Kovance, ki so se obrnili, vzemite iz pladnja in preštejte preostale kovance. Tresenje in izločanje obrnjenih kovancev ponovite nekajkrat. Podatke vpišite v spodnjo preglednico in narišite graf, ki kaže, kako je število neobrnjenih kovancev odvisno od števila tresenj.

Število tresenj	Število kovancev
0	120
1	
2	
3	
4	

Vprašanje: Kolikokrat ali do katerega števila kovancev v pladnju je še smiselno ponavljati tresenje?

Za število radioaktivnih jeder v nekem vzorcu velja podobno kot za število kovancev v pladnju: V nekem času razpade polovica jeder. Izmed preostalih jeder razpade zopet polovica v enakem času. Ta čas imenujemo razpolovni čas in označimo s $t_{1/2}$.

Dopolnite razpredelnico in zapišite enačbo za časovno odvisnost števila radioaktivnih jeder.

$$t = 0 \dots\dots\dots N = N_0$$

$$t = t_{1/2} \dots\dots\dots N = N_0/2 = N_0 2^{-1}$$

$$t = 2t_{1/2} \dots\dots\dots N =$$

$$t = 3t_{1/2} \dots\dots\dots N =$$

·

·

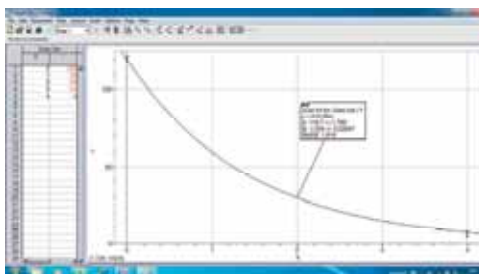
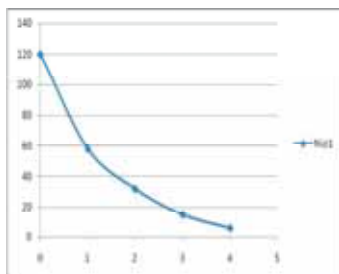
·

$$t = nt_{1/2} \dots\dots\dots N =$$

Priporočila za učitelje

EkspONENTNO POJEMANJE

Graf, ki kaže, kako je število neobrnjenih kovancev odvisno od števila tresenj, lahko narišemo v Excelu, LoggerPro-ju ali podobnem programu.



Ko dijaki dopolnijo razpredelnico (kar je napisano v *italicu*), lahko samostojno zapišejo enačbo za časovno odvisnost števila radioaktivnih jeder.

$$t = 0 \dots\dots\dots N = N_0$$

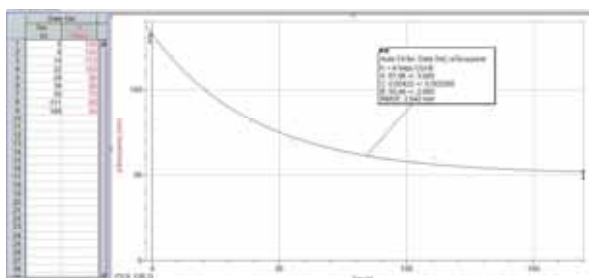
$$t = t_{1/2} \dots\dots\dots N = N_0/2 = N_0 2^{-1}$$

$$t = 2t_{1/2} \dots\dots\dots N = N_0/4 = N_0 2^{-2}$$

$$t = 3t_{1/2} \dots\dots\dots N = N_0/8 = N_0 2^{-3}$$

$$t = nt_{1/2} \dots\dots\dots N = N_0 2^{-n} = N_0 2^{-t/t_{1/2}}$$

Podobno kot število kovancev pojema tudi višina pene na pivu. Pri poskusu natočimo pivo v menzuro tako, da nastane veliko pene. Namesto višine pene raje merimo višino piva pod peno – tu je višino gladine veliko lažje odčitati. Rezultate meritev kaže spodnji graf.



Literatura in viri

- 1 Kuščer, I. idr. (2003). *Fizika za srednje šole, 3. del*. Ljubljana: DZS.
- 2 Strnad, J. (2004). *Mala fizika 2, elektrika, nihanje, valovanje, optika, posebna teorija relativnosti, kvantna mehanika*. Ljubljana: DZS.

Datoteke, ki jih lahko prenesemo in so vezane na to gradivo, so dosegljive v:



Nabor datotek je naslednji:

ZAVOD RS ZA ŠOLSTVO
**Vsebina mape /digitalna knjižnica/izzivi-razv-vred-znanja-gimn-FIZIKA-
 CD/vsebina_gim2/G2_3_poglavje/G2_3_03_03/**

Imenik/datoteka	Velikost	Datum
.....	imenik	/
G2_3_03_03_datoteke	imenik	3.9.2014
eksponentnopojevanje.doc	43 KB	29.7.2014
eksponentnopojevanje.pdf	1410 KB	30.7.2014
g2_3_03_03_tabela.html	6 KB	29.8.2014

Možnost izvedbe doma

Uporabimo kovance, ki jih pač najdemo doma, tudi če niso vsi enaki. Preštejemo jih in jih damo v škatlo na vodoravni podlagi tako, da so vsi obrnjeni enako – npr. »cifra« navzgor. Škatlo zapremo in počteno stresemo (npr. v slogu mešanja koktajlov). Položimo jo na vodoravno podlago in preštejemo kovance, ki so obrnjeni drugače kot na začetku, ter jih odstranimo. Praviloma jih bo okoli 50 %. Predstavljamo si lahko, da je med enim tresenjem »razpadlo« 50 % jeder, zato lahko rečemo, da učinek enega tresenja kovancev na število neobrnjenih in obrnjenih kovancev ustreza učinku razpolovnega časa na število nerazpadlih in razpadlih jeder.



Slika 7: Škatla in 40 kovancev iz treh denarnic.



Slika 8: 40 kovancev v škatli pred prvim tresenjem.



Slika 9: Kovanci po prvem tresenju:
23-krat cifra navzgor,
17-krat glava navzgor.

	CIFRA;	GLAVA
$t=0$:	40 x C ;	0 x G
$t=t_{1/2}$	23 x C ;	17 x G
$t=2t_{1/2}$	11 x C ;	12 x G
$t=3t_{1/2}$	6 x C ;	5 x G

Slika 10: Primer zapisa »rezultatov meritev«. Seveda velja: več kovancev bomo imeli, lepše in večkrat bomo lahko videli polovice, ki se izločajo (»kovance, ki so razpadli«).

Eksperimentalno delo je temelj naravoslovnih znanosti in doseganje tovrstnih veščin je zelo pomembno.

Zaključek

Ob sorazmerno bežnem pregledu omenjenih priročnikov sem našel opise še vsaj treh aktivnosti, ki bi jih bilo mogoče izvesti doma, podobno kot pravkar opisane. Eksperimentalno delo je temelj naravoslovnih znanosti in doseganje tovrstnih veščin je zelo pomembno. Ob tem pa velja še spomniti, da je znanje, pridobljeno z aktivnim sodelovanjem pri eksperimentiranju, bistveno trajnejše, saj je boljše povezano s predhodnim znanjem kot pa pri pasivnem poslušanju. Bralci ste vljudno vabljeni, da tudi sami pogledate gradiva, razpoložljiva v omenjenih priročnikih, in uporabite tista, ki se vam bodo v danih okoliščinah zdela najprimernejša. Spet bi le še spomnil, da so ob gradivih na voljo tudi datoteke z učnimi listi, ki jih lahko prilagajate po svoji presoji.

Bralci ste vljudno vabljeni, da tudi sami pogledate gradiva, razpoložljiva v omenjenih priročnikih, in uporabite tista, ki se vam bodo v danih okoliščinah zdela najprimernejša.

Viri

- [1] S. Božič ... [et al.], *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi FIZIKA*, Zavod RS za šolstvo, 2013, dostopno na <https://www.zrss.si/strokovne-resitve/digitalna-bralnica/podrobno?publikacija=37> (ogled 12. 11. 2020)
- [2] M. Cvahte ... [et al.], *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi FIZIKA – Mehanika, toplota, nihanje*, Zavod RS za šolstvo, 2010, dostopno na <https://www.zrss.si/strokovne-resitve/digitalna-bralnica/podrobno?publikacija=16> (ogled 12. 11. 2020)
- [3] M. Stiplovšek ... [et al.], *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi FIZIKA – elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika*, Zavod RS za šolstvo, 2014, dostopno na <https://www.zrss.si/strokovne-resitve/digitalna-bralnica/podrobno?publikacija=66> (ogled 12. 11. 2020)
- [4] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Dioptrija> (ogled 12. 11. 2020)

Sile in njihove lastnosti

Dr. Mojca Čepič

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Kaj opredeljuje silo

Fiziku je sila tako domač pojem, da se običajno ne zaveda, da koncept ni prav enostaven. Z izrazom »sila« poimenujemo interakcijo med objekti, ki (lahko) vpliva na gibanje objekta. Že v prispevku »Energija I: energijski zakon in mehanika« [1] smo povzeli, kaj opredeljuje silo:

- a) reč, na kateri opazujemo učinke sile;
- b) reč, ki silo povzroča;
- c) velikost;
- d) smer;
- e) prijemališče.

V zgornjem zapisu je uporabljena beseda »reč« kot splošno poimenovanje za različna telesa, nežive objekte, rastline, živali in ljudi, a tudi za zrak, vodo in okolico v splošnem, ki so njene podpomenke. Zato se v nadaljnjem besedilu pogosto uporabljajo tudi druga smiselna poimenovanja.

Točka a) se nanaša na spremembe gibanja reči, torej na spremembe velikosti ali smeri hitrosti ali obojega, ter na spremembe oblike te reči/telesa. Običajno obravnavamo le eno spremembo, spremembo gibanja za gibajoča se telesa ali spremembo oblike za mirujoča telesa. Običajno manj poudarjamo, da so deformacije oziroma spremembe oblike prisotne vedno, tudi ob spremembah gibanja, in da so deformacije bolj, manj ali pa sploh ne opazne s prostim očesom bodisi zaradi majhnosti deformacije trdih površin bodisi zaradi hitrosti dogajanja. Za zavedanje tega pomagajo upočasnjeni posnetki udarcev teniške žoge s teniškim loparjem, kjer sta lepo vidni deformacija žoge in deformacija mreže (slika 1).



Slika 1: Žogica in mreža se ob stiku deformirata

Točka b) je kriterij obstoja »sile«. Če ni telesa, ki silo povzroča, potem sile ni. Seveda ob tem lahko naletimo na problem polj, a polja pospravimo z razmislekom o njihovem vzroku in silah na daljavo. Kriterij b) lepo pojasni sistemske sile v pospešenih in vrtečih se sistemih, npr. centrifugalno ali Coriolisovo, katerih učinke opazovalec vidi ali občuti, a reči, ki bi silo s takimi učinki povzročala, ni mogoče najti. Izzvani kognitivni konflikt pojasnim s primeri gibanj, ko stik z vrtečo ali pospešeno premikajočo se podlago izgine, ni več lepenja in telesa se nenadoma gibljejo premo in enakomerno v mirujočem sistemu ter pospešeno glede na pospešeni sistem.

Točki c) in d) sta običajno najmanj problematični, saj je velikost in smer najlažje navezati na vsakdanje izkušnje, na smer na spremembe gibanja ali na obliko opažene deformacije reči. Prav tako je smer in velikost enostavno povezati z izkušnjami učencev, ki se nanašajo na potiskanje, vleko, dvigovanje in podobne aktivnosti.

Točki e) se pogosto ne posvečamo zelo podrobno. Ob točkovnih silah pri stiku je prijemališče sile očitno, pri prostorskih silah na daljavo prijemališče pripišemo težišču, pri ploskovnih silah pa običajno sprejmemo različne dogovore, ki tiho izhajajo iz površinskega integrala prispevkov k rezultanti in točki, v kateri bi sila, enaka rezultanti, povzročila enak navor, čeprav o tem navadno ne razpravljamo, saj se sile obravnavajo pred navorom ali pa navorov sploh ne obravnavamo. A vendar je prijemališče sile zelo zelo pomemben podatek, saj premik prijemališča sile omogoča izračun energije, ki se je prenesla med rečema, med katerima deluje sila, prek mehanizma, ki ga imenujemo mehansko delo. Še več, premik prijemališča sile omogoča ugotavljanje, ali je mehansko delo sploh bilo opravljeno ali pa se je povečala ena ali več oblik mehanske energije na račun zmanjšanja notranje (kemijske) energije istega telesa [1, 2].

Pregled v šoli obravnavanih sil

Preden se lotimo posameznih sil in njihovih predstavitev, se na hitro posvetimo še razvrstitvam sil. Načeloma sile razvrščamo na sile ob stiku in na daljavo. Poleg tega je za analizo prenosa energije pomembno, ali sila deluje točkovno, ploskovno ali prostorsko. Sile, s katerimi se pri pouku srečujemo, lahko enostavno naštejemo. V tabeli so poleg splošnega poimenovanja sile in razvrstitev zapisani tudi vzroki zanje.

Seznam je dolg, na njem pa manjkajo še nekatere sile, ki jih pri pouku redko obravnavamo. Taki sta npr. šibka in močna jedrska sila, katerih doseg je omejen na jedra atomov, ali sile, ki se pojavijo zaradi svetlobnega tlaka.

Preden se lotimo posameznih sil in njihovih predstavitev, se na hitro posvetimo še razvrstitvam sil. Načeloma sile razvrščamo na sile ob stiku in na daljavo.

Tabela: Običajno obravnavane sile, razvrstitev in vzroki zanje.

Vrsta sile	Stik/daljavo	Način delovanja	Vzrok
potisk, stisk	stik	točkovna	»stisna« deformacija telesa, ki potiska
poteg, vlek	stik	točkovna	»raztezna« deformacija telesa, ki vleče
sila podlage	stik	površinska	»stisna« deformacija pod celotno površino stika
lepenje	stik	površinska	»kemijska« vezava atomov na stični površini
trenje	stik	površinska	strižna deformacija mikroskopske strukture na stični površini
upor sredstva	stik	površinska	sprememba hitrosti delov sredstva v neposredni bližini gibajoče se reči
vzgon	stik	površinska	hidrostatični tlak tekočine, ki obdaja telo
teža	na daljavo	prostorska	obstoj telesa, ki povzroča privlak
gravitacijska sila	na daljavo	prostorska	obstoj telesa, ki povzroča privlak
električna sila	na daljavo	odvisno od porazdelitve naboja	obstoj nabitih teles
magnetna sila	na daljavo	prostorska	obstoj magnetnega dipola oziroma tokov
	
centripetalna			ni sila, ampak poimenovanje učinka
centrifugalna			sistemska sila
Coriolisova			sistemska sila

Obravnava posameznih sil

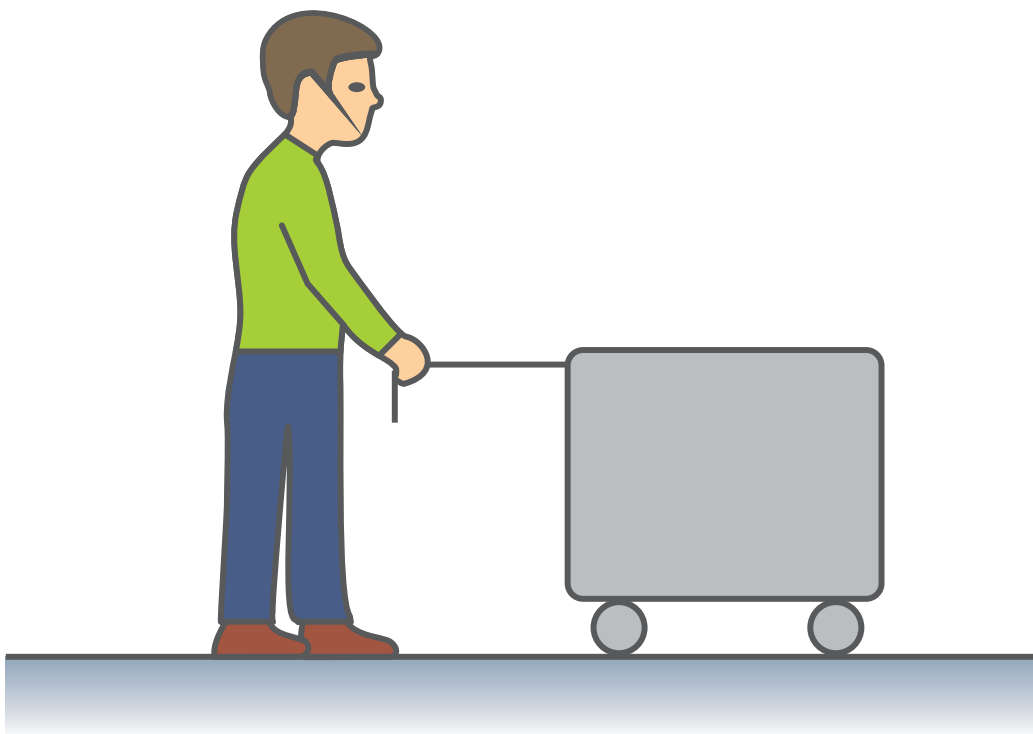
Privoščimo si krajšo razpravo, kaj velja omeniti ob vpeljavi teh sil ali kasneje, ko so učenci/dijaki nanje že vajeni in se jim zdijo že dolgočasne. Začnimo kar po vrsti.

Poimenovanja v prvi skupini sil, ki so tukaj zapisane splošno kot poteg, potisk, vlek, se dejansko ne nanašajo na sile, ampak na dejavnosti, ki te sile povzročijo. Vseeno pa bi predlagala takšna krajša poimenovanja za sile, ki so posledice teh dejavnosti, s katerimi imamo mnogo izkušenj iz vsakodnevnega življenja. Te sile so vedno posledica deformacij, ki jih lahko enostavno ponazorimo z vzmetmi.

Poglejmo si en primer podrobneje. Če vlečemo voziček z vrvico, se vrvica raztegne, zaradi deformacije se pojavijo sile, ki nasprotujejo raztegotanju in vlečejo v nasprotnih smereh »vlačilca« in vozička (slika 2). Ker je deformacija navadno majhna in je ne vidimo, je vrvica pogosto kar pozabljena. Da to »pozabljanje« poudarimo, natančen fizik v nalogi še zapiše, da je vrvica, na katero je privezan voziček, lahka (nima mase) in neraztegljiva. S tem je fizik popravil razmislek, da mora biti vsota vseh sil na lahko vrvico vedno enaka nič, ker bi drugače bil pospešek vrvice neskončen, in da so premiki prijemališč sil na obeh straneh vrvice enaki, ker je neraztegljiva.

Ti razmisleki so zahtevni in učenci se jih navadno ne lotevajo. Posledica take obravnave je, da učenci med reči, ki povzročajo sile na voziček, sploh ne uvrstijo sile vrvice, temveč osebo, ki vrvico vleče. Taka obravnava je izjemno pogosta in strogo gledano ni korektna, zato si z bolj zvedavimi učenci lahko privoščimo tudi nekaj razprave. Zagotovo pa moramo k tej debati dodati še fizikalni pomislek, da reči brez mase in reči, ki jim ne bi bilo mogoče vsaj malo spremeniti oblike, ni.

Zagotovo pa moramo k tej debati dodati še fizikalni pomislek, da reči brez mase in reči, ki jim ne bi bilo mogoče vsaj malo spremeniti oblike, ni.



Slika 2: Deformacije vrvice pri vlečenju ne vidimo

Naslednja skupina sil – sila podlage, trenje ali lepenje – ima isti vzrok, in sicer podlago. Zato v nekaterih učbenikih teče o njih razprava kot o eni sami sili z dvema komponentama – o sili podlage, ki jo imenujemo trenje ali lepenje. Moje osebno mnenje je, da je kljub istemu vzroku komponenti sile boljše ločeno poimenovati, ker so mehanizmi različni in zato učenci koncepte, povezane s temi silami, lažje usvojijo.

Pravokotno komponento sile podlage povzroča tlačna (stisna) deformacija podlage. Mikroskopski razlog je vdiranje elektronov enega atoma v področje drugega atoma in velike sile, ki se pojavijo zato, ker to elektronom/fermionom nikakor ni »dovoljeno«.

Vzporedno usmerjeno lepenje pa se pojavi zaradi hladno zvarjene stične površine med telesoma, ki ju skušamo premakniti drugo glede na drugo, oziroma zaradi kemijskih vezi, ki se na teh »zvarjenih« delih pojavijo med atomi teh dveh različnih teles. Delež take kemijsko vezane površine je med 10^{-5} in 10^{-4} makroskopske stične površine. Zvarjena površina se s pravokotno silo na podlago povečuje. Pri lepenju strižne deformacije vezi med atomi predmetov ob stiku niso dovolj velike, da bi vezi popustile. Podobno je s trenjem, le da med relativnim gibanjem dveh površin take vezi sproti nastajajo in se trgajo, ob tem pa se ob stiku trgajo tudi atomi iz obeh površin in nastajajo fizične poškodbe površine.

Na kratko, mehanizmi so precej drugačni, izrazi, ki omogočajo izračun teh sil, so različni, pri učencih pa generaliziran zapis ene same sile z različnimi komponentami pogosto povzroča zmedo. Ločena obravnava sil je nujna v osnovni šoli, ko razstavljanja sil učenci še ne poznajo in se koncepti komaj vpeljujejo.

Prav posebna sila je upor sredstva. Meni je ljuba ilustracija z luknjo v zraku ali vodi, v kateri je nameščena reč, na katero upor zraka ali vode opazujemo. Ko se reč premakne, ostane za njo v zraku »luknja«, ki jo mora okoliški zrak zapolniti. Da se mirujoči zrak/voda začne premikati, so potrebne sile. Te sile povzročijo reč tako, da odriva in pospešuje zrak/vodo, seveda pa tudi zrak deluje na reč z nasprotno enako silo – s silo upora. Če vlečemo žlico skozi med, lahko to dogajanje tudi opazujemo.

Na hitro omenimo še vzgon, ki nastane zaradi različnega tlaka v različnih globinah. V tem smislu je vzgon površinska sila, saj ga povzroča tlak sredstva, ki telo obdaja. Če telo obdaja več

Pri učencih pa generaliziran zapis ene same sile z različnimi komponentami pogosto povzroča zmedo.

sredstev, npr. del telesa plava v olju, del pa v vodi, k tlaku prispevajo različne tekočine različno, seštevanje prispevkov k rezultanti sile prek vseh površin telesa pa k celotnemu vzgonu. Da to velja tudi za zrak, običajno zanemarimo, razen pri obravnavi balonov.

Teža kot sila, s katero Zemlja privlači telesa, je izkustveno poznana. Teža je pravzaprav samo poseben primer gravitacijske sile. A ker težo obravnavamo posebej, in preden se učenci srečajo s privlakom vesoljskih objektov, je tudi v tej razpravi posebej izpostavljena. Problem teže je, da učenci pogosto pozabijo na njen vzrok. Brez Zemlje teže ne bi bilo. To se še posebej izkaže v okoliščinah, kjer je treba teži poiskati par po tretjem Newtonovem zakonu. Za ilustracijo, da je teža prostorska sila, lahko uporabimo izkušnjo prostega pada. Skoraj v vsakem razredu najdemo učenca ali dva, ki sta prosti pad že osebno preizkusila. Zakaj se zdi, da se padajočemu dvigne želodec? Organi v našem telesu ostajajo na istem mestu zaradi mišic in drugega tkiva okoli sebe. Pri običajnih nadzorovanih legah telesa telo prepozna tudi, v katerem delu želodca je še nepredelana hrana, in to prepoznavanje je skladno z izkušnjami. A pri prostem padu medsebojne sile med deli telesa, torej da zgornji deli telesa pritiskajo na spodnje, izginejo, saj se vsak del telesa enako pospešuje zaradi lastne teže. Odsotnost tega pritiska pa možgani razložijo s tem, da se je hrana »dvignila« kot pri nekem drugem dogajanju, do katerega vodi slaba hrana ali preveč alkohola.

Že obravnavana teža je poseben primer gravitacijske sile, ki obstaja med vsemi telesi z maso. Ob njej velja omeniti, da je sila med običajnimi telesi sicer majhna, znatna postane šele pri telesih z velikimi masami. Fiziki se spomnimo, koliko komplikacij je bilo potrebnih za demonstracijski prikaz obstoja sile med telesi z maso. Na Pedagoški fakulteti poskus imamo, a nam ga še nikoli ni uspelo prepričljivo izvesti, ker je tako občutljiv na najmanjše tresljaje.

Skupina treh sil, gravitacijske, električne in magnetne, so sile, ki učinkujejo na daljavo. Razmislek, da morajo biti prisotna tudi polja, saj informacije o spremembah leg teles ali drugih okoliščin, ki vplivajo na te sile, ne morejo potovati hitreje od svetlobe, sodi k vpeljavi teh sil. Poleg tega za vse tri sile velja, da delujejo na posamezne dele reči, ki imajo določene lastnosti. Če del telesa ni prazen, potem masa in gravitacijska sila na del telesa nista vprašljivi. A razmislek, na katere dele nabitega telesa deluje električna sila, ni več enostaven. Če opazujemo sile med nabitimi kovinskimi telesi, so naboji površinski, in lahko bi tudi za silo rekli, da je ploskovna. Če opazujemo električno silo med nabitimi izolatorji, pa je treba vedeti, kam je bil naboj ob naelektritvi sploh nanesen. Še posebej problematična je električna sila med induciranimi naboji. Huh, o tem bi se dalo razpravljati precej dlje. Podobni razmisleki veljajo za magnetne sile.

Zdaj pa se na kratko posvetimo še zadnjim trem navedbam v tabeli. Centripetalna sila je ime, ki ponazarja učinek sile, ne pa njenega vzroka. Zanj moramo zato vedno opredeliti, katera od sil z gornjega seznama prevzema njeno vlogo. Centrifugalna, Coriolisova pa tudi sila, ki nasprotuje pospeševanju/zaviranju, sploh niso sile. Zanje pri najboljši volji ne moremo najti reči, ki jih povzročajo. Razprava o sistemskih silah, torej silah, za katere se pretvarjamo, da obstajajo, zato da lahko v sistemu, v katerem Newtonovih zakonov ne moremo uporabiti, uporabimo njihove »ponaredke«. Kako si pomagati z mahanjem rok za ponazoritev teh »sil«, je spet daljša zgodba.

Označevanje sil

Naj sklenem z nekaj splošnimi razmisleki. Fiziki v izobraževanju pravijo, da moramo za vsako silo vedno eksplicitno zapisovati točki a) in b), se pravi z besedami »sila Mihe na Marka«, pri čemer je Miha vzrok sile, na Marku pa opisujem njene učinke. Vsekakor je to nujno ob vpeljevanju sil. Povezano je z ozaveščanjem vzroka in iskanjem parov po tretjem Newtonovem zakonu, še posebej pri silah, kot so teža, sila podlage, lepenje, trenje in vzgon. A žal postaja govorjenje o silah, če strogo vztrajamo pri poimenovanju npr. »sila, s katero Zemlja deluje na Marka«, »sila, s katero podlaga deluje na Marka«, in tako dalje, dolgovezno, napihnjeno strokovno in oddaljeno od vsakdanje govorice. Morda je nekoliko bolje, če besedico »deluje« zamenjamo z bolj opisnimi glagoli, npr. »privlači«, »potiska«, »vleče«, a še vedno je razprava precej prisiljena. Enako se godi računskim izrazom, pri katerih se utapljam v indeksih, ki navajajo vzroke in posledice. Naš profesor Fizike 1 na fakulteti, prof. Mitja Rosina, je rekel,

Teža kot sila, s katero Zemlja privlači telesa, je izkustveno poznana.

Fiziki se spomnimo, koliko komplikacij je bilo potrebnih za demonstracijski prikaz obstoja sile med telesi z maso.

Razprava o sistemskih silah, torej silah, za katere se pretvarjamo, da obstajajo, zato da lahko v sistemu, v katerem Newtonovih zakonov ne moremo uporabiti, uporabimo njihove »ponaredke«.

da morajo biti indeksi dolgi, da ne pozabimo, kaj smo z njimi imeli v mislih. Pa si pogledjmo enostavno enačbo za pospešek Marka v dvigalu:

$$a_{Marko} = \frac{F_{podlaga\ dvigala\ Marko} - F_{Zemlja\ Marko}}{m_{Marko}}.$$

Če je tak izraz treba še kam vstaviti in izpeljevati naprej, si lahko predstavljamo, da se nam bodo učenci uprli, učitelj fizike pa se jim bo zdel čudak. A vendar pristop olajša marsikaj. Spet moje osebno mnenje je, da krajše oznake vpeljemo postopoma. Ko se učenci prvič srečajo z neko silo, zapišemo in ubesedimo vse na dolgo: »Sila Zemlje, ki deluje na Marka – $F_{Zemlja\ Marko}$ «. Nato postavimo strogo govorico v nekoliko bolj pogovorno okolje z opisom, ki uporabi več vsakdanjih besed: »Sila, s katero Zemlja privlači Marka – $F_{Zemlja\ Marko}$ «. V še naslednjem koraku je ta sila poimenovana še krajše »Sila teže Marka – $F_{g\ Marko}$ «. Ko pa so učenci že dobro usvojili koncept, postane poimenovanje kratko: »Teža Marka – $F_{g\ M}$ «. Za dobro mero pa v različnih obravnavah spomnimo učence še na dolgi/najdaljši zapis in identifikacijo vzroka za silo. Podobno si privoščimo z drugimi prej omenjenimi silami, kjer so dolgi zapisi lahko moteči. Ampak to je samo moje mnenje.

Moram priznati, da je tale prispevek precej dolgočasen. Nasula sem kopico razmišljanj, ki me prevevajo pri odgovorih študentov in pri obiskih študentskih nastopov, a gotovo niso nič novega. V nadaljevanju debate bi se bilo vredno dotakniti še risanja sil ter Newtonovih zakonov oziroma kako jih je mogoče v nekaterih okoliščinah narobe uporabljati.

Spet moje osebno mnenje je, da krajše oznake vpeljemo postopoma.

Literatura

- [1] Čepič, Mojca. Energija I: energijski zakon in mehanika. *Fizika v šoli*. 2017, l. 22, št. 1, str. 55–59.
- [2] Čepič, Mojca. Energija II: energijski zakon in primeri iz vsakdanjega življenja. *Fizika v šoli*. 2017, l. 22, št. 2, str. 54–59.

Kako s fiziko pojasnimo, kaj se dogaja v odnosih

Jože Kukman

Gimnazija Šiška, Ljubljana

Kaj vam je pomembno v življenju?

Zame so to odnosi.

In kaj nam lahko fizika pove o odnosih?

Kaj opisuje fizika? Govori o odnosu dveh ali več količin v fizičnem svetu, to je tisto, kar lahko primemo, otipamo, vidimo, izmerimo.

Potem pa je nekdo rekel: **Kakor je zunaj, tako je znotraj, kakor je zgoraj, tako je spodaj, kakor je levo, tako je desno.**

Se pravi, vse je eno. Narejeni smo iz enake snovi, iz enakih gradnikov, atomov kot tale miza, stoli, tla, zrak ... Podobni smo si s kamnom, rožo, kužkom, muco ... Vsak ima svojo vlogo v tem svetu. Le da je kamen vedno kamen, roža vedno samo roža, kuža vedno samo kuža. Kaj pa mi? Imamo različne vloge, ki se skozi življenje spreminjajo. Smo otroci, brat, sestra, mož, oče ... in igramo različne vloge, kot so žrtev, napadalec, reševalec ... V življenju se naučimo marsikaterih vlog in še nošenja mask, da bi bili sprejeti. Naučimo se različnih obrambnih mehanizmov in preživetvenih strategij, da bi prestali razne boleče izkušnje, predvsem v otroštvu, ko smo odvisni od staršev, skrbnikov. Takrat so obrambni mehanizmi in preživetvene strategije zelo koristne za preživetje. Kasneje, ko smo odrasli in se lahko sami odločamo, kakšne odnose bomo imeli oziroma jih želimo imeti, kako se bomo odzvali v raznih situacijah, pa nas največkrat zavirajo, onemogočajo vzpostavljanje funkcionalnih odnosov, odprtost življenju, pristnost v odnosih. Vabim vas na potovanje po tem, kdo sem, kaj je moje bistvo, kaj prinašam temu svetu.

»If you want to find the secrets of the universe,
think in terms of energy, frequency and vibration.«

Nikola Tesla

Prevod: Če želiš najti skrivnost vesolja, razmišljaj o energiji, frekvenci in nihanju.

V čem je skrivnost? Tesla je rekel, da je skrivnost vesolja v nihanju, frekvenci in energiji. Sam pa pravim, da je skrivnost življenja in s tem naše živosti ter našega bistva v frekvenci in energiji. Nihanje pa je tako ali tako izvor valovanja.

Poskus 1: Dvoje glasbenih vilic

Zamislil sem si, da lahko z dvoje glasbenimi vilicami pokažem, kaj se dogaja v odnosih med nami, kako smo povezani med sabo, kako priti do sebe. Tukaj imam dvoje enakih glasbenih vilic, kaj imajo skupnega? Ja, tako, enako lastno frekvenco. Vidite, da nekaj še znate. Prve glasbene vilice predstavljajo osebo A, druge pa osebo B, recimo otroka in starša, ali dva prijatelja, ali šefa in podrejenega in podobno. Kaj pričakujete, se bo zgodilo, če ene glasbene vilice udarim? Ja, tako, bravo, valovanje se prenese z osebe A na osebo B. Ali vidite, da razumete, saj sem vedel, da boste razumeli, da to ni čisto nič kompliciranega za vas. Kaj pa če udarim druge glasbene vilice? Ali otrok vpliva na nas ali podrejeni na šefa? Ja, seveda, zgodi se enako, tudi oseba B vpliva na osebo A.

Kaj pa bo, če drugim glasbenim vilicam spremenim njeno lastno frekvenco, torej spremenim frekvenco osebi B. Frekvenco spremenim tako, da pritrdim tole objemko. Prve glasbene vilice imajo frekvenco 440 Hz, druge, ki sem jim dodal objemko, pa okoli 410 Hz. Obe frekvenci sem izmeril. In če potolčem druge glasbene vilice. Kaj se bo zgodilo? Zdaj se valovanje ne bo preneslo. Vidim, da razumete. Ali se spomnite risanke *Tofsi in pojoča travica*? Pojoča travica zazveni, ko govorimo iskreno, se pravi, s pravo frekvenco. Tako je v življenju vse odvisno od frekvence. Lahko »nafarbamo« drugega, tudi sebe, kadar se ne čutimo, ne moremo pa »nafarbati« resnice, stvarstva.

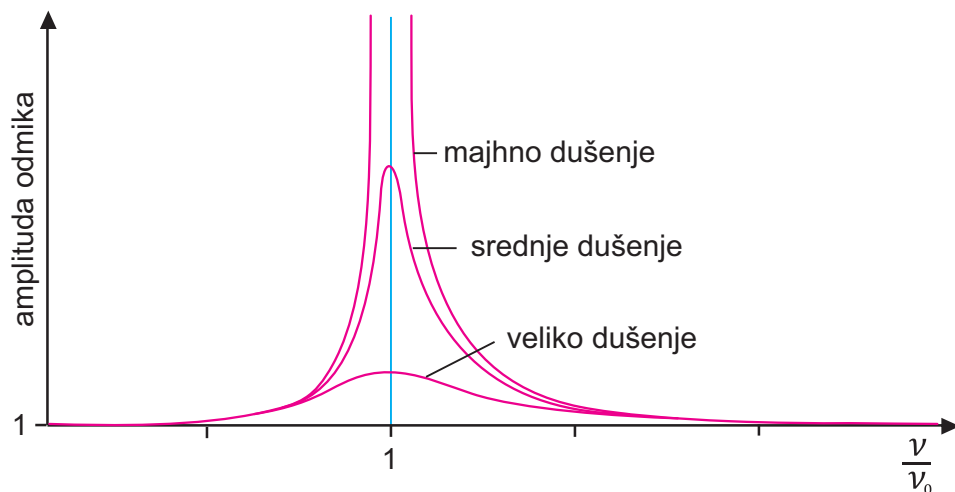
Poskus 2: Nihalo in resonanca

Kdaj se torej prenese valovanje, kateri pojav je tu posredi, zadaj? Resonanca, saj sem vedel, da veste, da obvladate fiziko! Kje ste že slišali za resonanco – magnetno resonanco, bioresonanco? Z resonanco lahko celo zdravimo ali pregledujemo organe ... Resonanco vam lahko pokažem z nihalom. Če potegnem utež in jo izpustim, potem nihalo niha s frekvenco, ki ji rečemo lastna frekvenca. Nihanje z lastno frekvenco je vedno dušeno zaradi upora in trenja. Amplituda nihala se zmanjšuje s časom. Tudi vsak izmed nas ima edinstveno lastno frekvenco. Ni dveh enakih obrazov na svetu. Vsako telo, tudi naše celice, ima lastno frekvenco. Zakaj čebele vedno delajo svoje celice v oblike šesterokotnika. Lastna frekvenca je povezana z obliko in jo spremenimo, če spremenimo obliko, tako kot sem pri glasbenih vilicah dodal objemko.

Posnetek čudovite resonance: <https://www.youtube.com/watch?v=vwJAgUBF4w>.

Posnetek poskusa nam govori, da ima vsako telo lastne frekvence. In frekvenca da obliko telesu.

Če želimo dobiti nedušeno nihanje, moramo nihalu vzbuhati nihanje, mu dovesti izgubljeno energijo zaradi dušenja. Kadar se gugamo na gugalnici, se moramo odpraviti v ravno pravem trenutku, se pravi, s pravo frekvenco. Moja roka vsiljuje nihanje nihalu z vzbujevalno frekvenco, ki jo spremenim, če spremenim hitrost nihanja roke. Tako kot so prve glasbene vilice vsiljevale nihanje drugim glasbenim vilicam oziroma oseba A učinkuje na osebo B in obratno.



Slika 1: Resonančna krivulja pri treh različnih koeficientih dušenja.

Ko nihalo niham z majhno frekvenco, niha z majhno amplitudo, ko pa ga vzbuhamo z lastno frekvenco, niha z zelo veliko amplitudo, ko pa ga vzbuhamo z večjo frekvenco od lastne, se amplituda nihala zopet zmanjša. Kako je amplituda nihanja odvisna od vsiljene frekvence, lahko ponazorimo z resonančno krivuljo. Ko nihalo vzbuhamo z lastno frekvenco, rečemo, da je v resonanci, tedaj niha z največjo amplitudo, ki pa je odvisna od dušenja. Kolikor večje je dušenje, toliko manjša je amplituda nihanja nihala. Z resonančno krivuljo pojasnujem živost v življenju. Ko smo v sebi, smo na lastni frekvenci, tedaj je naša živost velika. Kako vi razumete živost? Ja, da imamo veliko energije. Kako visok je vrh na resonančni krivulji, je odvisno od

dušenja. Kaj pa je dušenje v našem življenju? Ugotavljam, da je to strah. Povsod, na primer pri stresu, ljubosumju, zameri, zavisti, sramu in podobno, je v ozadju strah. Torej, strah nam zmanjšuje živost. Vam je to poznano?

Posnetek resonance mostu: <https://www.youtube.com/watch?v=3mclp9QmCGs>.

Posnetek nam kaže, da je veter spravil most v resonanco in ta se je zato zrušil. Videti je, da je mogoče z resonanco zmeščati vsako naše še tako trdno prepričanje, kot je to veter naredil z mostom. Tako vidimo, da je v ozadju vseh odnosov resonanca. Vsaka naša misel, vsako čustvo, vsak občutek ima svojo frekvenco. Bolj ko je čustvo razdiralno, nižja je njegova frekvenca. Bolj ko gremo k hvaležnosti, empatiji, sočutju, brezpogojni ljubezni, višja je frekvenca. Pri elektromagnetnem valovanju (svetloba je eno od elektromagnetnih valovanj) velja, da višja ko je frekvenca, višja je energija. Tako velikokrat slišimo besede »Ljubezen ima največjo moč« ali »Bog je neskončna ljubezen«, kar pomeni, da ima neskončno energijo. Vidite, še boga lahko pojasnimo s fiziko.

Ugotavljam, da je mogoče še marsikaj pojasniti z resonančno krivuljo. Na primeru glasbenih vilic smo videli, da se valovanje prenese z enako frekvenco, podobno se prenesejo z ene osebe na drugo vsebine z enako frekvenco. To nam omogoča, da vidimo v svojo podzavest. Te vsebine, naj se jih zavedamo ali ne, oddajamo in se budijo v drugih ljudeh. Recimo, če oddajamo jezo, postanejo ljudje okoli nas jezni. Ali če oddajamo sram, ljudje okoli nas izražajo naš sram tako, da je sram njih ker jih mi sramotimo ali da nas oni sramotijo. Na primer: oče nezavedno govori tako, da je otroka sram. Moj oče je govoril opolzko, vulgarno. Svojega sramu ni čutil, ker ga je potlačil, saj ga ni znal predelati. Svoje nezavedne vsebine pa vseeno oddajamo. Tako je moj oče svoj nezavedni sram projiciral vame. Jaz sem ga kot otrok sprejel in zato me je bilo strašno sram. Vem, da sem se v osnovni šoli in še kasneje zelo sramoval očeta in mame. Strašno me je bilo sram nastopati v javnosti. Še do nedavnega me je bilo prava groza nekaj napisati in to javno prebrati, objaviti. Zato me je še vedno strah javnih nastopov, da bi se osramotil, osmešil, da bo moj prispevek skrpučalo, nepomemben, brez zveze. Nekako čutim, da mi je letos namenjeno, da se bom izpostavil v javnosti.

Tako starši svoje nepredelane vsebine prenesemo na otroke. V nas se na ta način naseli princ laži, kot mu pravijo Tolteki. Kot že njegovo ime pove, nam kar naprej trosi laži o nas: »Nisi dovolj dober, lep, pameten ...« in podobne laži. Sam sem od svojega očeta dobil sram in ga prenesel na hčeri. Starejšo hčer je sram, da si na primer kot otrok ni upala sama česa narediti, recimo naročiti pijače natakarku, komu kaj reči, se postaviti po robu arogantnim moškim. Mlajšo pa je sram, da mora biti vedno lepo oblečena, sram jo je mojega neprimerne obnašanja, govorjenja, oblačenja, da smo doma na vasi, da mora vse pospraviti, preden kdo pride na obisk, da se pokaže v najlepši luči. Še marsikaj bi se našlo. Vse te vsebine niso naše, dobili smo jih od svojih prednikov, zato je smiselno, da ta nahrbtnik odložimo, izpustimo za vedno.

Kako si izbiramo prijatelje, partnerje? Zelo zanimivi so nam samo ljudje z enakimi frekvencami, torej z enakimi vsebinami, ostali so nam dolgočasni. Z nekaterimi ljudmi se samo spoznam in že se lahko pogovarjam tudi osebne zadeve, kot da smo že ne vem koliko časa prijatelji in se že dobro poznamo. Z nekaterimi pa se trudim in trudim, vendar ne najdem nobene teme za pogovor. Imate tudi vi take izkušnje? Če se hočemo pogovarjati z otrokom ali s stranko, se moramo prestaviti na njeno frekvenco, da bo pogovor stekel, da jo bomo začutili, da bodo prišle prave besede, pravi občutek. Znano je, da je samo sedem odstotkov komunikacije verbalne. Tako dostikrat sploh ni toliko pomembna vsebina pogovora. Skoraj nemogoče je srečati napačnega partnerja, vedno srečamo takega z enakimi frekvencami, enakimi vsebinami, ki pritiska na tiste naše boleče točke, na katere so pritiskali že naši starši, skrbniki. Predvsem partnerski konflikt je lahko milosten dogodek, saj nam pomaga videti sebe, svojo bolečino. Tako kot so naše boleče vsebine nastale v odnosu, tako jih lahko vidimo, začutimo in razrešimo v odnosu. Življenje je naravnano tako, da teži k razrešitvi. Ljudje okoli nas so ogledalo, v katero se lahko pogledamo in vidimo, kaj nosimo v svoji podzavesti. Tako imamo možnost dostopa do svoje podzavesti, do vsebin, ki smo jih potlačili in jih običajno nočemo videti. Kar vidimo v ogledalu, nam običajno ni všeč, zato bi ga raje razbili, kot spremenili svojo podobo. Raje se jezimo na okolico, kaj nam dela, raje smo žrtve, raje smo krivi. Krivda pa nam onemogoča napredek v življenju.

Če se hočemo pogovarjati z otrokom ali s stranko, se moramo prestaviti na njeno frekvenco, da bo pogovor stekel, da jo bomo začutili, da bodo prišle prave besede, pravi občutek.

Ljudje okoli nas so ogledalo, v katero se lahko pogledamo in vidimo, kaj nosimo v svoji podzavesti.

O resonanci v življenju bi se dalo še veliko povedati. Mogoče ob kakšni drugi priložnosti. Za konec pa še tole. Čedalje bolj se strinjam z Brunom Gröningom in podobno mislečimi ljudmi, ki pravijo, da ne ustvarjamo svojih misli, ampak jih samo sprejemamo iz božjega ali zlega izvora, danes bi rekli iz »polja«. O tem polju nam govori knjiga z naslovom *Polje* (2010): *po sledih nevidnih sil v vesolju*. Polje, iz katerega črpamo energijo za življenje, gibanje, razmišljanje. Zato je zelo pomembno, da se vsak trenutek zavedamo svojih občutkov, ki nam povejo, kaj sprejemamo, dobro ali slabo. Danes bi temu rekli, da smo prisotni, smo v prisotnosti, da smo povezani s sabo, s stvarstvom.

Ugotavljam, da naši možgani delujejo podobno kot radio: na katero frekvenco naravnamo radio, tisto postajo poslušamo, na katero frekvenco se naravnamo, take misli sprejemamo. Če smo žalostni, sprejemamo žalostne misli – imate take izkušnje? Spet je v ozadju pojav resonance. Ob odkritju holograma so dobili zamisel, da naš spomin ni v naši glavi, ampak v tem polju. Da se vse, kar mislimo, rečemo, občutimo, zapiše v to polje v obliki interferenčnega vzorca. To pa pomeni, da informacija ni zapisana na določenem kraju, ampak da v tem polju ni niti kraja niti časa. O tem govori knjiga *Holografski svemir* (2006). Vsak, ki se naravna na frekvenco naših misli, jih vsaj v omejenem obsegu lahko prebere. To pomeni, da smo vsi ljudje na svetu, v vesolju med sabo povezani. Tako dobi smisel trditev Martina Kojca, da prav vsaka misel teži k uresničitvi. Kvantna fizika pravi, da je veliko možnosti, ki se lahko v danem trenutku uresničijo, zgodi pa se vedno le ena, katera? Jaz bi rekel, da tista, ki ima dovolj energije. Fizični svet je samo zgoščena energija. Saj poznate idejo o kritični masi? Katera želja pa ima dovolj energije, da se uresniči? Kamor gredo naše misli, tja gre energija. Misel vodi energijo. To nam govorijo knjige o placebo, na primer knjiga z naslovom *Placebo ste vi* (2018). Ampak misli nimajo ravno veliko energije moči. Če pa misli podpremo s svojimi občutki, čustvi s frekvenco svojega srca, če torej spravimo v resonanco glavo in srce, potem misli dobijo gorivo in velika verjetnost je, da se bodo uresničile. Velikokrat slišimo reči ljudi, da so se jim uresničile skrite srčne želje. Imate tudi vi take izkušnje? Rekel bi, da ne moremo nič skriti pred drugimi, še manj pa pred sabo. Če »farbamo« druge, »farbamo« samo sebe, delamo proti sebi.

Zdaj že znajo posebej izmeriti električno in magnetno polje glave in srca. Kaj mislite, katero je močnejše? Električno polje srca je stokrat, magnetno pa pet tisočkrat močnejše od glave. Meritve kažejo, da naše polje sega v povprečju okoli 8 m od nas.

Pri uresničitvi naših želja je še en bistveni problem. Knjiga *Placebo ste vi* (2018) navaja, da na dan sprejmemo od 60 do 70 tisoč misli. Koliko se jih zavedamo? Različne misli imajo različno frekvenco. In če spet pogledamo resonančno krivuljo, vidimo, da je amplituda nihanja velika, če vzbujamo vseskozi z lastno frekvenco, potem se v to frekvenco – željo naloži veliko energije. Če smo osredotočeni in vzdržujemo eno frekvenco, bo kmalu dovolj energije za uresničenje želje, tudi za spremembo v življenju, če pa naše misli begajo, so razpršene, se bo tudi energija razpršila in ne bo učinka, zelene spremembe. Tudi pri metodi EFT ali tako imenovanem tapkanju, potrebujemo koncentracijo, osredotočenost na enem problem hkrati.

Odgovore sem iskal vsepovsod, na koncu pa sem spoznal, da se moram samo sprostiti in zapuati svoji intuiciji, se povezati s poljem, kjer so odgovori za naše probleme.

Ugotavljam, da naši možgani delujejo podobno kot radio: na katero frekvenco naravnamo radio, tisto postajo poslušamo, na katero frekvenco se naravnamo, take misli sprejemamo.

Električno polje srca je stokrat, magnetno pa pet tisočkrat močnejše od glave.

Literatura

- [1] McTaggart, L. (2010). *Polje. Po sledih nevidnih sil v vesolju*. Ljubljana: Založba Ara.
- [2] Talbot, M. (2006). *Holografski svemir*. Zagreb: Teledisk, d. o. o.
- [3] Dispenza, J. (2018). *Placebo ste vi*. Brežice: Založba Primus.

Fizika življenja - zakoni življenja

Jože Kukman

Gimnazija Šiška, Ljubljana

Izvleček

V prispevku sem opisal, kako s fiziko in dogajanjem v fizičnem pojavnem svetu pojasniti zakonitosti, življenja. Izbral sem količine, kot so sila, upor, trenje in lepenje ter napetost. Kako lahko s temi količinami pojasnimo dogajanje v življenju in kaj nam govorijo. Povezal sem jih s čuječnostjo. Zakaj je treba čuječnost najprej razviti pri sebi, da jo lahko nato preneseemo na učence? In ne nazadnje, katera orodja za razvijanje čuječnosti uporabljam pri pouku.

Ključne besede: čutenje, fizika, narava, praktična uporabnost, razumevanje življenja

Physics of Life

Abstract

The article describes how everyday laws of life can be explained with physics and events in the physical material world. The selected physical quantities are force, resistance, static and kinetic friction, and voltage. How can we explain everyday life events with these quantities and what is the message they convey? I have connected them with mindfulness. Why is it important to develop mindfulness within yourself first and then pass it on to students? And lastly, which teaching skills do I use in class to help students to develop mindfulness?

Keywords: feeling, nature, physics, practical application, understanding of life

Uvod

Veliko dijakov prihaja v gimnazijo z že oblikovanim mnenjem, da je fizika težka in neuporabna. Veliko jih ima odpor do tega predmeta, zato so nemotivirani. V letih poučevanja sem se spraševal, kako bi bili lahko dijaki aktivnejši pri pouku, kako bi z zanimanjem prihajali na ure, kako bi videli smisel in v učenju tega predmeta in v temah, ki jih obravnavamo pri pouku. Ugotavljam, da nekatere pritegne, če naredimo poskus, katerega izid jih preseneti. Na primer pihamo v lij, pod katerim je papirnati stožec. Dokler pihamo, stožec stoji pod lijem, ko nehajo, pa pade. Druge pritegne, če pri poizkusu kaj raznese, počti, na primer balon, ki ga damo pod stekleni zvon. Iz zvona izsesavamo zrak s črpalko. Med izsesavanjem zraka se balon napihuje, in ko izsesamo dovolj zraka, balon počti.

Na naši gimnaziji imamo v glavnem športnike, zato nekatere zanimajo vsebine, ki so povezane z njihovim športom. Našlo bi se lahko še marsikaj zanimivega. Menim, da bi se dijaki fiziko raje učili in tudi naučili, če bi v učenju videli smisel. Kje je fizika uporabna? Kje jo lahko dijaki uporabijo že sedaj v svojem vsakdanjem življenju? Dijaki športniki bi lahko uporabili pridobljeno znanje pri treniranju svojega športa, pri katerem pa je pomembnejša izkušnja, občutek, prisotnost, čuječnost.

V zadnjih letih sem spoznal, da lahko učenje fizike osmislim tako, da dijakom z razumevanjem fizike, omogočim razumevanje delovanja in zakonitosti, ki veljajo v življenju. Fizika opisuje dogajanja v naravi. Mi in s tem naše življenje smo del narave. Če poznamo zakonitosti, ki veljajo v naravi, poznamo zakonitosti življenja. S tem imamo možnost spreminjati življenje, ki nam ni všeč. Postanemo lahko kreatorji svojega življenja, ga usmerjamo tako, da postajamo veseli, svobodni, povezani z naravo, živalmi, rastlinami in soljudmi ter da nas ni več strah neznan v življenju. Znamo poiskati rešitve za nastale probleme in težave, na katere naletimo. Želel sem, da dijaki določene pojme v fiziki, kot so na primer sila, napetost, pritisk, moč in upor, občutijo, zaznajo, so pozorni na to, kako se kažejo.

Menim, da bi se dijaki fiziko raje učili in tudi naučili, če bi v učenju videli smisel.

V zadnjih letih sem spoznal, da lahko učenje fizike osmislim tako, da dijakom z razumevanjem fizike, omogočim razumevanje delovanja in zakonitosti, ki veljajo v življenju.

V nadaljevanju bom na nekaj temah iz fizike, ki jih obravnavamo v šoli, opisal, kako lahko pridobljeno znanje uporabimo za razumevanje življenja in njegovih zakonitosti. Hkrati pa smo pozorni na občutke v telesu, čuječi, da bi zaznali, kaj se nam dogaja.

Povezovanje fizikalnih pojmov in zakonitosti z življenjem ter njihovo občutenje

V šoli fiziko poučujem že več kot dvajset let in v tem času sem prišel do ugotovitve, da je fizika med najbolj vsestranskimi vedami, ki opisujejo dogajanje v fizičnem svetu in v življenju samem. Današnja znanost, še posebej kvantna fizika, prihaja do ugotovitev in spoznanj, ki so jih modreci prek opazovanja in izkušenj poznali že davno in so se kot modrosti največkrat prenašale z ustnim izročilom (Capra, 1989; Gregg, 2010).

Velikokrat sem naletel na težavo, kako predstaviti uporabnost fizike v vsakdanjem življenju in s tem motivirati dijake. Porodila se mi je zamisel, da bi s fizikalnimi količinami pojasnil, kako deluje življenje, kakšne zakonitosti ima in kako so povezave s fiziko. V vsakdanjem pogovoru, v psihologiji in v podobnih vedah, ki raziskujejo in obravnavajo življenje, se uporabljajo podobni izrazi in količine, kot v fiziki. Postavlja se vprašanje, ali veljajo tudi enake zakonitosti, enake povezave, enaki pojavi kot v fiziki in preostalih naravoslovnih vedah.

Ob teh razmišljanjih sem ugotovil, da se nekaj podobnega temu, kar nam narava kaže navzven v fizičnem svetu, dogaja v nas, v naših življenjih, v mislih, besedah in dejanjih. Uporabljamo pregovor »Kakor navznoter tako navzven, kakor zgoraj tako spodaj«. Tako želim s tem prispevkom s fizikalnimi pojavi in zakonitostmi opisati podobnosti in zakonitosti, ki vodijo in oblikujejo naše življenje. Ugotovil sem, da če stvar razumem, jo lažje sprejem in spremenim svoje ravnanje. Če poznam zakone, ki delujejo v življenju, se življenja ne bojim.

Sila

V fiziki silo pojmujeemo kot učinek enega telesa na drugega. V življenju imamo vsak dan odnose z ljudmi, živalmi, rastlinami, naravo, z vsem, kar nas obkroža. Že z dihanjem se izmenjujemo z okolico. Ali se zavedamo dihanja? Ko hodimo, pritiskamo na tla. Ali se zavedamo, kako hodimo, kako učinkujemo na tla, na Zemljo? Zemlja nas vseskozi vleče proti svojemu središču, zato tudi mi učinkujemo na Zemljo. Vseskozi ustvarjamo sile, ki se jih največkrat sploh ne zavedamo. Ne zavedamo se učinkov sil, ki jih ustvarjamo. Vprašanje je, kako dijakom pokazati, kaj je sila, kakšni so njeni učinki in da sile vedno delujejo vzajemno. Newtonov zakon o vzajemnem učinku pravi, če prvo telo deluje na drugo telo, potem tudi drugo telo deluje na prvo telo z nasprotno enako silo. Tisto, kar lahko občutimo, je učinek sile. Sama sila je le pojem, količina, ki smo si jo izmislili, da lahko obravnavamo učinke, posledice delovanja. V življenju bi morali biti vedno pozorni, čuječi, kaj povzročamo okoli sebe, se zavedati sebe in svojih učinkov. Prek pojma sile lahko pri dijakih pridemo do čuječnosti. Ne učinkujemo samo prek fizičnih teles, ampak tudi z mislimi, govorjenjem. Takrat ustvarjamo valovanja, ki učinkujejo na okolico.

Po drugi strani pa moramo vedno najprej razmisliti, da potem nekaj naredimo. Recimo, da naredimo mizo. Najprej moramo razmisliti, kakšno mizo bomo naredili, kakšne oblike bo, kakšne barve, iz česa jo bomo naredili, kako jo bomo naredili, s katerim orodjem itd. Šele potem jo bomo lahko naredili in se bo manifestirala v fizičnem svetu ter jo bomo lahko uporabljali. Podobno je v našem psihičnem svetu. Vedno moramo najprej razmisliti, da lahko potem nekaj naredimo, recimo napišemo knjigo, objamemo prijatelja, dihano ali prijazno pogledamo znanca. Le da se nekaterih razmislekov zavedamo, drugih pa ne. Tako se tudi nekaterih svojih učinkov, s katerimi kaj povzročamo, zavedamo, drugih pa ne. Običajno se ne zavedamo svojega dihanja, bitja srca, nezavednih misli, občutkov, čustev. Vsi ti nezavedni učinki povzročajo posledice, ki jih sproti ne vidimo. Kar naenkrat pa se nam nekaj zgodi, nam nekdo nekaj reče, doživimo neprijeten ali prijeten dogodek, doživimo izgubo in ne nazadnje zbolimo, v skrajnem primeru pa umremo. Na ta način vidimo, da vse v življenju povzročamo sami, le zavedamo se ne, kaj ustvarjamo. Tako se moramo sproti ozaveščati, kaj ustvarjamo,

Vprašanje je, kako dijakom pokazati, kaj je sila, kakšni so njeni učinki in da sile vedno delujejo vzajemno.

Ne učinkujemo samo prek fizičnih teles, ampak tudi z mislimi, govorjenjem.

saj posledice našega delovanja največkrat niso istočasne, ampak se pokažejo šele čez čas. Tako kot kozarec, ki ga polnimo: voda začne iztekati šele, ko pride do vrha.

Gregg Braden v svoji knjigi *Božanska matrika* (2010) opisuje primer plemena, ki ni povezalo spolnega odnosa in rojstva otroka čez devet mesecev. V vsakdanjem življenju se pogostokrat dogaja, da nekaj ustvarjamo in ne vidimo posledic. Ne povežemo torej vzroka in posledice. Dogajalo se mi je, da sem bil dolga leta neodločen in sem imel zato težave z zobmi. Nisem ozavestil svoje neodločnosti in nisem se povezal s posledico. Šele, ko sem se seznanil s knjigo Louise Hay *Telo je tvoje* (2016), sem vse skupaj ozavestil in povezal.

Tako sem si zaželel, da bi tudi dijaki ozavestili pojem sile tako, da bi jo občutili, videli njene učinke in posledice. Najprej jim pokažem delovanje sile na žogi. Sama pada, če jo stisnem, se deformira, če jo vržem, se giblje itd. Povem jim primer Lune in Zemlje. Zemlja vleče Luno k sebi, zato Luna kroži okoli Zemlje. Hkrati Luna deluje na Zemljo, le da je posledica delovanja na drugo telo plimovanje. Silo dijaki občutijo z vlečenjem ali potiskanjem v paru. Nato se dva postavita vsak na svojo rolko. Prvi potisne drugega, premakneta pa se oba, in to z različno hitrostjo, saj sta imata različni masi. Če pa se en rolkar odrine od stene, se premakne le on, stena pa ostane pri miru, zakaj? Potem pritiskamo z roko ob mizo. Najprej z dlanjo, potem pa s prstom. Kdaj nas bolj boli in zakaj? Kaj se zgodi z mizo in kaj z našo dlanjo, prstom? Tako pridemo do naslednje količine, ki ji rečemo upor.

Upor

V fiziki se z uporom srečamo najprej pri silah. Obravnavamo upor tekočine. Vsak dan se srečujemo z uporom zraka in vode, tj. plina in kapljevine. Imamo dinamični upor, ki dvigne letalo zaradi posebno oblikovanih kril, tako da kapljevina opravi daljšo pot na zgornjem delu krila kot na spodnjem. Posledično je hitrost tekočine na zgornjem delu večja kot na spodnjem, medtem ko je s tlakom tekočine ravno nasprotno: tam, kjer je hitrost tekočine večja, je tlak manjši, saj se pretok tekočine ohranja.

Potem srečujemo upor pri električnih vezjih, ki predstavlja upor proti gibanju naboja. Upor je tudi pri stiku in drgnjenju dveh teles, tedaj ta upor imenujemo lepenje in trenje. Zaradi trenja imamo izgube pri gibanju, ker sila upora zavira gibanje. Hkrati pa brez lepenja in trenja ne bi mogli hoditi, pospešiti recimo avta ali kolesa.

Vidimo, da lahko lepenje in trenje telesa zavirata ali pospešita. Kje pa srečamo upor v življenju? Kolikor se spomnim, sem v otroštvu deloval kot upornik. Ugotavljam, da se tudi danes velikokrat tako obnašam, da je to moj obrambni mehanizem. Da sem začel pisati tale prispevek, sem moral v sebi premagati veliko notranjega upora. Če se cev zoži, se poveča upor za pretakanje tekočine, zmanjša se pretok oziroma tok skozi cev. Če cev popolnoma zapremo, ni pretoka. Ta dejstva so nam vsem dobro znana, ne da bi se karkoli učili. V fiziki imamo toplotni tok, električni tok, pretok tekočine, svetlobni tok itd.

Podobno kot velja za fizične tokove, ki jih v fiziki znamo opisati in poznamo njihove zakonitosti, velja tudi za življenje. Če začnemo nekaj zadrževati, se pretok skozi naše telo zmanjša. Tako lahko ugotovimo, da smo za nekatere stvari manj pretočni ali pa sploh ne. Lahko zadržujemo čustva. Tedaj se nam začne čustveni balon. Če ga ne izpraznimo oz. sprostimo, se začne večati in enkrat bo pritisk v balonu dovolj velik, da se bo razpočil. Vemo, da vsak balon počí, ko ga dovolj napolnimo.

V življenju se nam dogaja podobno. Čez dan se nam nabirajo razne stvari, kot so jeza, žalost in podobno. Ko pa pridemo domov, vse nabrano stresemo na prvega, ki pritisne na pravo tipko, in izbruhnemo. Tako so ljudje okoli nas samo naši sprožilci, tisti, ki pritisnejo na nas podobno kot pianist na tipke klavirja, mi pa zazvenimo, se odzovemo. Ljudje okoli nas so kot igla, ki naredi drobno luknjo v balonu in ta se izprazni. Podobno se doma, v šoli ali med prijatelji nabira napetost, ki enkrat vodi do razelektritve. Ko se v oblaku nabere dovolj naboja, pride do razelektritve, preskoči naboj, steče električni tok. Zrak ima sorazmerno majhno prevodnost, zato mu rečemo izolator. Če pa je napetost dovolj velika, tudi skozi zrak steče naboj, torej steče električni tok. Se pravi, da pride do izbruha, ko se nam napetost v življenju dovolj poveča.

Kje pa srečamo upor v življenju? Kolikor se spomnim, sem v otroštvu deloval kot upornik.

Podobno se doma, v šoli ali med prijatelji nabira napetost, ki enkrat vodi do razelektritve.

Ob izbruhih ne moremo nadzorovati svojega vedenja. Tedaj rečemo ali naredimo marsikaj, česar v umirjenem stanju ne bi, in nam je običajno žal. Takrat se lahko jezimo nad nekom, ga naderemo, ga udarimo ali kaj podobnega. Največkrat svojo napetost sprostimo na tistih, ki jih imamo najrajši, na otrocih, partnerjih, prijateljih, sodelavcih. Največkrat na tistem, ki je šibkejši ali nemočen. Električna steča tam, kjer je najmanjši upor. Ko je balon močno napihnen, je treba zelo malo, majhna igla, da balon počni in se izprazni. Če balon napihnemo in ga izpustimo nezaprtega, odleti. Tedaj leti in ga nosi v vsemogoče smeri, ki jih nekontrolirano spreminja.

Tudi mi smo podobni takemu balonu, kadar čustveno izbruhamo. Sploh ne vemo, kaj se nam dogaja, kaj mislimo, kaj govorimo, kaj delamo. Smo čisto brez čuječnosti, brez nadzora, nimamo pozornosti, ki jo imamo v umirjenem stanju. Iz tega se lahko naučimo, da moramo vsak dan sprosti prazniti svoj čustveni balon, da se ne napihne toliko, da bi se razpočil. Dobro je, da se naučimo uporabljati takšne načine sproščanja svoje čustvene napetosti, ki drugih ne prizadenejo. Lahko gremo v naravo, gozd, travnik in se tam sprostimo, zjočemo ali kričimo. Dobro je, da najdemo svoj način, s katerim sprostimo napetosti. Seveda pa moramo biti vseskozi pozorni, čuječi, da zaznamo, da se v nas nabira napetost. Da jo zmanjšamo, še preden pride do izbruha, nekontroliranega odziva. Eden od običajno nezavednih načinov sproščanja napetosti je z bolečino (Rozman, 2007). Recimo pri skrajnem naporu, kot so ekstremni športi, ekstremno delo, samopoškodovanje ... Povsod, kjer se zelo namučimo, prestanemo hude napore, kjer se sprosti veliko adrenalina, pride na koncu do sprostitve napetosti.

Za otroka je zelo mučno, če doma, v šoli, med prijatelji vlada močna napetost. Potem podzavestno išče način za sprostitve napetosti v sebi. Velikokrat naredi nekaj, največkrat neprimernega, zato da bi bil tepen ali kaj podobnega, da skozi bolečino sprosti napetost. Za vsakega je lažje biti tepen, kot nositi napetost v sebi. Podobno je, če vlada močna napetost v šoli – potem učenec nekaj ušpiči, učitelji pa mislimo, da je nekaj namerno ušpičil, da nam je nekaj namerno naredil, da bi nas prizadel. Tudi med prijatelji se dogajajo stvari, samo zato, da bi se sprostile napetosti. Potem pa v javnosti razglabljam, zakaj se je to zgodilo. Največkrat se ukvarjamo s posledicami, ki jih lahko vidimo navzven, ne pa z resničnimi vzroki v ozadju. Zato je naloga nas staršev, vzgojiteljev in učiteljev, da smo čuječi, da zaznamo napetosti in jih znamo upravljati oziroma naučimo otroke oziroma učence sproščati napetosti. Predvsem pa, da naučimo otroke čuječnosti, da sami zaznajo, kaj se jim dogaja, kdaj se jim nabira napetost. Da zaznajo, prepoznajo občutke v sebi, ko se pojavijo. Največkrat se kot otroci nismo naučili čuječnosti. Zato je naloga nas odraslih, da se je naučimo in jo znamo uporabljati pri sebi. Šele nato bomo lahko čuječnosti naučili otroke.

Tudi sam sem se želel naučiti občutiti sebe, kaj se mi dogaja in kako lahko razrešim nezaželene občutke. Zato sem se med drugim začel ukvarjati z meditacijo, sproščanjem, prošnjami, molitvijo in jogo. Štirikrat sem opravil desettedenski program, ki ga opisuje Michael Brown v knjigi z naslovom *Proces prisotnosti* (2011). Naredil sem tečaj jasnovidnosti pri Miranu Zupančiču, tečaj refleksne masaže stopal, radiestezijske, seminar zdravljenja s ponovno povezavo in teslametamorfoze, seznanil in ukvarjal sem se z energetsko medicino, postavitvijo družine, permakulturo, biodinamičnim kmetovanjem, valdorfsko in montesori pedagogiko, učenjem Bruna Gröninga, eno leto sem obiskoval prostor življenjske energije in še kaj. Vse sem delal z namenom pomagati sebi in drugim. V šoli sem uporabljal elemente tega, kar sem se naučil na tečajih, seminarjih ali prebral v knjigah. Največkrat na začetku ure z dijaki delam sproščanje po barvah in z naštevanjem števil v nasprotnem vrstnem redu, vodene meditacije, pozitivne afirmacije, pozornost na dihanje, na glasbo, notranje gledanje.

Napetost

V fiziki napetost pojmuje kot razliko dveh potencialov ali kot razliko tlakov ali kot razliko dveh temperatur. Napetost je tisto, kar lahko požene električni tok, tok tekočine, toplotni tok. Tok lahko steče po prevodniku, cevi, steni. Tudi v nas se nabira duševna, največkrat čustvena napetost. Videti je, da je težko držati napetost v sebi. Iščemo načine, kako jo sprostiti. Največkrat se zatečemo v vsemogoče zasvojenosti, v pretiran, največkrat adrenalinski šport, pretirano delo, alkoholizem in zlorabo raznih drugih substanc, zasvojenosti v zvezi s prehrano,

Iz tega se lahko naučimo, da moramo vsak dan sprosti prazniti svoj čustveni balon, da se ne napihne toliko, da bi se razpočil.

pretirano nakupovanje, pretirano uporabo interneta, televizije, družabnih omrežij, pretirano spolnost, zasvojenost z odnosi, in še kaj bi se našlo.

Vse to uporabljamo odrasli, kaj šele otroci, ki še niso toliko razviti, da bi prepoznali zasvojenosti. Vemo, da se vzorci prenašajo z odraslih na otroke (Gostečnik, 2015; Rozman, 2007). Tako se prek vzorcev prenesejo tudi zasvojenosti. Največkrat otroci nimajo primernih vzorov oziroma imajo negativne vzore doma, v šoli, v družbi, med prijatelji.

Ugotavljam, da so drugi samo sprožilci naših čustvenih napetosti, s katerimi nimajo kaj dosti zveze. Največkrat se znesemo nad prvim, ki pride mimo. Imamo ljudi, ki napetosti hitro »stresejo«
okoli sebe, na partnerja, otroka, sodelavca, celo prijatelja. Največkrat se zgodi, da se nam recimo v službi nabere napetost, doma pa jo sprostimo. Lahko pa je tudi obratno, kar se nam nabere doma, damo iz sebe v službi. Večkrat se nam zgodi, da zadržujemo napetost v sebi in ne pokažemo svojih čustev, da jih poskušamo skriti. Ne pokažemo, kaj se v nas dogaja. Vsakič, ko svojih čustev ne izrazimo, se napetost v nas poveča in enkrat naš čustveni balonček počí. Vsi dobro vemo, da vsaka fizična cev enkrat počí, ko je napetost dovolj velika. Vemo, da cev počí tam, kjer je najšibkejša.

Enako je v našem telesu. Bolezen se sproži na tistem delu telesa ali organu, kjer smo najšibkejši. Kot mnogi tudi sam ugotavljam, da so naša čustva povezana z našimi organi v našem telesu (Hay, 2016; Sršen 2012). Tako je jeza povezana z jetri. Saj tudi rečemo, da nam gre kdo na jetra, če se nanj jezimo. Lahko rečemo, da se energija jeze nabira v jetrih, ker je tam prišlo do zastoja energije in je organ slabo pretočen. Tako jetra ne dobijo vitalne energije, ki je potrebna za njihovo optimalno delovanje. Vemo, da noben stroj, ki ne dobi dovolj energije, ne deluje dobro, deluje z manjšo močjo ali sploh ne deluje. Električni stroj deluje z manjšo močjo ali sploh ne deluje, če je napetost, na katero ga priključimo, premajhna. V električnih vezjih morajo imeti elementi prave upore, na njih morajo biti prave napetosti, da prav delujejo. Pri avtomobilu lahko samo kateri od elementov ne deluje dobro, lahko se je zamašila cev, in motor ne bo deloval. Oviro oziroma napako je treba odstraniti in motor bo zopet deloval. Če avto na silo vžigamo, bomo izpraznili akumulator in potem sploh ne bo deloval. Podobno je v življenju. Pojavljajo se nam motnje ali težave. Moramo jih odstraniti, da bo naš organizem še naprej dobro deloval in bomo imeli funkcionalne odnose s seboj in z drugimi.

Včasih pa hočemo svoj problem rešiti na silo ali izsiliti drugačno obnašanje pri drugih. Takšno delovanje ni funkcionalno, ne prinaša pozitivnih rezultatov za nas, običajno se nam želeno ne zgodi (Kojc, 2002). Če delamo na silo s seboj ali z drugimi, se izpraznimo, potrošimo energijo, izčrpamo, a pravih rezultatov ni. Rezultat je naša iztrošenost, izgorelost, utrujenost. Če tako stanje ali tako delovanje traja dalj časa, največkrat zbolimo. Tako nam življenje z boleznijo samo pokaže, da je treba nekaj spremeniti, če tega prej sami ne sprevidimo. Pokaže nam tako, da nas postavi v horizontalni položaj, nas onesposobi za delo, da obležimo in imamo čas za premišljevanje. Počasi si opomoremo, ampak če nadaljujemo s starim ravnanjem, se spet izpraznimo in spet lahko zbolimo. In tako lahko ponavljamo svojo igro življenja. Lahko pa postanemo pozorni, čuječi, ugotovimo, kje je napaka, in jo odpravimo. To običajno pomeni, da nekaj spremenimo pri sebi, s čimer se spremeni zgodba našega življenja. Pri sebi sem opazil, da so se mi, potem ko sem spremenil način odzivanja, ko sem postal pozornejši na nekatere stvari v življenju in sem odkril svoje obrambne mehanizme, spremenile nočne sanje, odnosi z ljudmi, odnos s sabo. Navajeni smo, da pri avtomobilu delamo servis po določenem številu prevoženih kilometrov oziroma po preteku določenega časa zamenjamo olje, izrabljene dele, skratka pregledamo, ali vse dobro deluje.

Podobno bi bilo koristno narediti pregled našega življenja, kako funkcionalne odnose imamo, kako delujemo ter kakšno je naše življenje. Mogoče bi bilo treba zamenjati kateri vzorec obnašanja ali način delovanja, ki ni funkcionalen. Kdaj narediti servis pri sebi in kako ga narediti, to je vprašanje. Ob koncu vsakega dneva je dobro pogledati, kako smo dan preživeli, kaj smo sejali in kaj želi. Vemo, da je v naravi red, da iz semena koruze vedno zraste samo koruza, iz semen pšenice vedno zraste samo pšenica. Ali lahko iz tega, kako smo preživeli dan in kaj se nam je dogajalo, ugotovimo, kaj smo sejali? Ali lahko ugotovimo, kaj je treba spremeniti, če naše izkušnje niso take, kot si jih želimo? Lahko naredimo servis ob koncu tedna, meseca,

leta ali določenega življenjskega obdobja, recimo odraščanja, mladostniškega obdobja življenja, službenega obdobja, torej pregled svojega življenja za nazaj. Postavlja se vprašanje, kako narediti servis, kaj zamenjati v življenju in kako. Mogoče potrebujemo pomoč prijatelja, partnerja ali koga drugega, ki mu zaupamo in se mu lahko odpremo, ali zunanjo pomoč kakšnega strokovnjaka, ki zmore na nas pogledati bolj celostno.

Sam imam dobre izkušnje s psihoterapevti, zdravilci, refleksoterapevtko, maserko, prijateljico, z ženo in otroki. Vsak mi je dal nekaj, da sem dobil vpogled v to, kaj je v meni dobrega in kaj bi bilo koristno spremeniti. Dober psihoterapevt je podobno kakor dober serviser za avto. Nekdo, ki gleda od zunaj, vidi veliko več kot mi sami, ki gledamo od znotraj in smo obremenjeni s težo in čustvi, ki jih nosimo. Med servisi pa avto sami čistimo, dolivamo razne tekočine, popravljamo kar znamo, da bi avto čim lepše deloval in se bomo z zadovoljstvom vozili z njim. Podobno lahko skrbimo vsak trenutek skrbimo za zadovoljstvo v življenju s tem, da se poslušamo, smo čuječi. Potem zaznamo svoje občutke, čustva, bolečino ali nelagodje v telesu. Tako sprejememo sporočila svojega telesa. Pomembno je, da smo pozorni na sporočila in opozorila svojega telesa. Pozorni moramo biti na svoje sanje, kaj nam prihaja pod roke, kakšne ljudi srečujemo, kaj nam govorijo, delajo, kakšna sporočila nam posredujejo, še posebej tisti, s katerimi smo najbolj povezani, to so naši otroci, partnerji, sodelavci, starši, prijatelji.

Včasih pa nam sporočila prinašajo povsem naključni ljudje (Debeljak, 2011). Največkrat mislimo, da smo jih naključno srečali, pa običajno ni tako. Osebno menim, da je svet popolnoma urejen. Nič se ne zgodi naključno ali samo od sebe. Fizika ugotavlja, da je v kaosu popoln red (Gregg, 2010; Massey in Hamilton, 2013). Torej se vse zgodi z razlogom, z namenom. V fiziki vemo, da ima vsaka posledica svoj vzrok. Torej v našem življenju tudi ni naključja. Manj kot se upiram, bolje teče moje življenje. V reki je najlažje plavati s tokom. Če stojimo na mestu, ustvarjamo upor. Ko bo prišlo neurje in se bo reka napolnila, bo tok tako močan, da nas bo odneslo. Pomembno pa je, da znamo usmerjati, držati smer, v katero si želimo, v katero nas vleče. Ugotovil sem, da če me nekam vleče, je dobro zame, da to izkusim, da bo ta izkušnja dobra zame, za moj napredek. Če spustimo nezavezan balon, bo letel nekontrolirano v vse smeri. Če pa mu damo krila, bo letel v izbrano smer, kot letalo. Smer letenja letala določajo zakrilca, s katerimi pilot usmerja letalo tja, kamor on hoče. Letalo ima nekoga, ki ga usmerja. Kaj pa nas usmerja v življenju? Kot berem in kot mi kažejo izkušnje, so to naše želje (Kojc, 2002, 2016). Naše neustavljivo hrepenenje nas vleče v določeno smer (Gostečnik, 2006). Spet pridemo do pozornosti, čuječnosti, da ne preslišimo sporočil, da ne prezremo vodstva.

Na primeru balona sem prišel še do enega spoznanja. Nezavezan napihnjjen balon leti, dokler se ne izprazni. Dokler je v balonu zrak, ima pogon za letenje. Tako naš čustveni balonček lahko leti, ko se začne prazniti. Naša negativna čustva (strahovi, dvomi, zamere, jeza ...) nas ovirajo v življenju, nas praznijo. Hkrati so pozitivna čustva (ljubezen, sočutje ...) pogonsko gorivo, da gremo lahko naprej. Jeza nas recimo ovira, hkrati pa nam daje moč.

Pomembno je, da znamo usmerjati svoja čustva, tako pozitivna kot negativna, jih izraziti in uporabiti v pravem trenutku na pravi način, za pravi namen. Šele namen opredeli čustvo kot negativno ali pozitivno. Nož ni ne pozitiven ne negativen. Namen, za katerega ga uporabimo, pa ima pozitivne ali negativne posledice. Z njim lahko odrežemo rožo, kruh ali porežemo soseda. Letalo potrebuje krila in zakrilca, da se lahko dviga in spušča, leti levo ali desno. Imamo neke vrste paradoks: tisto, kar nas v življenju ovira in zavira, je hkrati pogonsko gorivo za naš napredek, samo obrniti moramo v pravo smer. Če smo v življenju zelo občutljivi, nas vsaka najmanjša motnja spravi iz tira. Če pa občutljivost preusmerimo, lahko postanemo zelo občutljivi za stiske drugih. Takšna sta bila na primer mati Tereza ali Pedro Opeka. Zračni upor zavira gibanje jadrnice, če pa smer jadrnice obrnemo v pravo smer, potem zrak poganja jadnico naprej. Enako je s silo lepenja in trenja: sila trenja gibanje zavira, sila lepenja pa ga preprečuje. Pri speljevanju pa ti sili omogočata speljevanje in pospeševanje. Sila lepenja in sila trenja sta posrednika. Motor avta poganja kolesa, ki odrivajo cesto v nasprotno smer gibanja, tla pa delujejo nazaj na avto tako, da avto lahko spelje oziroma pospeši. In smo pri zakonu o vzajemnem učinku, ki pravi, da če prvo telo deluje na drugega z neko silo, potem drugo telo deluje nazaj na prvega prvo z nasprotno enako silo.

Pomembno je, da znamo usmerjati svoja čustva, tako pozitivna kot negativna, jih izraziti in uporabiti v pravem trenutku na pravi način, za pravi namen.

Torej bolj ko učinkujemo na okolico, bolj okolica deluje nazaj na nas. Ugotovil sem, da bolj ko sem pritiskal na dijake, naj delajo med urami in podobno, bolj so se upirali in slabše odnose sem imel z njimi in slabše sem se počutil med njimi. Bolj sem jih kritiziral, kako nemogoče se obnašajo, kako so neodgovorni in podobno, bolj so mi to kazali (Debeljak, 2011), slabše sem se počutil med njimi.

Počutje nam torej lahko veliko pove o tem, kje imamo problem in s tem kaj izžarevamo oziroma kaj nosimo v sebi. Okolica nam kaže, kaj je v nas, kaj moramo na servisu popraviti, podmazati, sprostiti, popustiti ali zategniti. Iz sebe lahko damo samo to, kar je v nas. Kadar recimo kritiziramo druge, lahko povemo oziroma izrazimo samo to, kar je v nas, saj tistega, česar v nas ni, ne moremo izraziti, ker tega preprosto nimamo. Torej, če nas nekdo kritizira, v bistvu govori o sebi. Je pa vprašanje, zakaj kritizira ravno nas? Zakaj smo ravno njega srečali, ne pa nekoga, ki nas ne bo kritiziral? Kaj ima on opraviti z nami? Kako prepoznati, kaj je tudi naše in kaj samo od njega?

Psihoterapevtka Sanja Rozman, pri kateri sem bil leto in pol, pravi, da nam naši odzivi povedo, kaj je naše in kaj od drugega. Če svoje odzive razporedimo na lestvici od 1 do 10, potem so vsi odzivi, ki so po intenzivnosti do 5, normalni odzivi na stanje v naši okolici. Kar pa je več kakor 5, pa je iz našega nahrbtnika, ki ga nosimo s sabo, to je iz naše preteklosti. Največ iz otroštva, ko smo vse sprejemali brez razločevanja, kaj je v redu in kaj ni, kaj je za nas in kaj ne. Vse vzamemo za svoje. Podzavest staršev prekopiramo v svojo podzavest otroka. Podobno pravi psihoterapevt Christian Gostečnik v svoji knjigi z naslovom *Je res vsega kriv partner?* (2015).

Dijakom želim predati spoznanja, do katerih sem prišel sam ob snovi, ki jo obravnavamo v šoli, in sem jih nekaj opisal zgoraj. Še posebej pa tisto, kar imamo vsi na razpolago, da se odločamo za svoje dobro, da bomo v življenju zadovoljni, radostni, ljubeči in ustvarjalni. Še posebej, ker imajo dijaki v obdobju odraščanja veliko odločitev, od izbire študija, poklica, partnerja, kje bodo živeli itd. In če jih mi kot učitelji in starši naučimo občutiti sebe, svoje telo, občutke in čustva, potem imajo orodje, kako se odločati v življenju za svoje dobro in zadovoljstvo. Takrat živimo sebe in hkrati delamo najboljšo za druge. Če smo zadovoljni in radostni v življenju, takrat to izžarevamo in širimo okoli sebe. Le to, kar imamo, lahko izžarevamo, dajemo sebi in drugim.

Zaključek

Ko se ozremo v naravo, ko se povežemo z njo, jo občutimo in sprejmemo v srce, nam daje občutke, nas polni, daje odgovore na izzive, ki jih prinaša življenje. Razumeti govorico narave, pomeni razumeti življenje. Tako se lahko naučimo obvladovati svoje življenje. S tem ustvarjamo harmonijo v sebi in na svetu. »Spremeni sebe in spremenil boš svet« pravi pregovor, ki še vedno še kako drži. Samo to, kar nosimo v sebi, kar nosimo kot zaklad, lahko prenašamo na svoje dijake. Zgodbe in svoje izkušnje lahko prenesemo na učence. Razumevanje zgodb in izkušenj, modrosti, ki jih lahko potegnemo iz njih, lahko pojasnimo s fizikalnimi pojavi in zakoni oziroma s tistim, kar nam kaže fizični svet, ki ga lahko vidimo, primemo, občutimo. Sebe in dijake lahko naučimo opazovati, kaj se dogaja v naravi, kaj se dogaja okoli nas. Kako lahko prenesemo razumevanje fizikalnih zakonov in pojavov v razumevanje življenja in njegovih zakonitosti, kako se odvija, kaj nas vodi, kaj bodo rezultati naših misli, besed in dejanj. Razvijati moramo občutke in pozornost, kaj nam govori telo. Naše telo je najboljši senzor za vse, kar se nam dogaja, kaj sprejemamo, kaj oddajamo.

Razumevanje dogajanja nam omogoča spreminjati sebe in s tem svojo okolico. Razumevanje, da lahko spremenimo samega sebe, da pustimo svobodo drugemu, da kjer se konča moja svoboda, se začne svoboda drugega, nam omogoča, da delamo svet bolj ljubeč, in nas dela zadovoljnejše, radostnejše, srečnejše. Vsaj mene dela zadovoljnejšega, srečnejšega, verjamem pa, da se tovrstna razglabljanja in razmišljanja dotaknejo tudi katerega od mojih učencev.

Če smo zadovoljni in radostni v življenju, takrat to izžarevamo in širimo okoli sebe. Le to, kar imamo, lahko izžarevamo, dajemo sebi in drugim.

Literatura

- [1] Braden, G. (2010). *Božanska matrika: most, ki povezuje čas, prostor, čudeže in prepričanja*. Ljubljana: Cangura.
- [2] Brown, M. (2011). *Proces prisotnosti*. Ljubljana: V.B.Z.
- [3] Capra, F. (1989). *Tao fizike: jedno istraživanje paralela između savremene fizike i istočnjačkog misticism*. Beograd: Opus.
- [4] Debeljak, A. (2011) *Srečen sem. Spodbude za nova spoznanja*. Vrbnje: Pot svetlobe.
- [5] Gostečnik, C. (2006). *Neustavljivo hrepenenje: [rojstvo sakralnosti, hrepenenje po religioznem, občutje svetega, vrojenost ideje o Bogu, hrepenenje po Bogu, razlogi za vero in nevero]*. Ljubljana: Brat Frančišek: Frančiškanski družinski inštitut.
- [6] Gostečnik, C. (2015). *Je res vsega kriv partner?*. Ljubljana: Brat Frančišek, Teološka fakulteta in Frančiškanski družinski inštitut.
- [7] Hay, L. L. (2016). *Telo je tvoje: miselni vzroki telesnih bolezni in metafizično zdravljenje*. Brežice: Primus.
- [8] Kojc, M. (2002). *Učbenik življenja*. Ljubljana: Domus.
- [9] Kojc, M. (2016). *Razsvetljeni človek*. Ljubljana: Gal VE Massey.
- [10] H. in Hamilton, D. R. (2013). *Trenutek odločitve. Uskladite svoj smisel*. Brežice: Primus.
- [11] Rozman, S. (2007). *Peklenska gugalnica, kako se rešite odvisnosti od hrane, spolnosti, dela, iger na srečo, nakupovanja in zadolževanja, sanjarjenja in televizije, duhovnosti ter odnosov*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- [12] Sršen, Dr. N. (2012). *Rak na duši. Skrivnost življenja in odkrivanje duše skozi kvantno medicino + dodatek epigenetika*. Zagreb: Lara-tao.

Kratka predstavitev avtorja

Jože Kukman, učitelj fizike, 23 let poučuje fiziko na Gimnaziji Šiška. Prej je štiri leta učil družabni ples v plesni šoli Bolero. Je poročen in oče dveh hčerk, ki imata jahalno šolo. V osebnem življenju se ukvarja z različnimi alternativnimi vedami, kot so EFT, meditacije, sproščanje, masaža, psihoterapija, povezava med duševnostjo in zdravjem, kako deluje življenje, kar mu pomaga pri poučevanju fizike in v medosebnih odnosih. Sedaj ravno zaključuje študij relacijske psihoterapije.

Tretji tvit: To strašno šolsko ocenjevanje!

Peter Prelog

Težave majhnega naroda ... Najpametnejši med milijardo ljudi so verjetno sposobnejši od najpametnejših med milijonom ljudi.

Naše šolstvo ... ima tisoč težav, toda ne obupajmo, poskusimo razmišljati o vsaki posebej.

Najslabše ni nujno slabo, ... tudi v skupini prvakov je eden najslabši.

Tekma (neznan avtor): Roža ne tekmuje s sosednjo rožo. Samo cveti.

Na TV sem poslušal božjepotnika, ki je tarnal zaradi žuljev na nogah, ki jih je dobil pri hoji na božji poti Jakobsweg, svojega trpljenja pri tem in zato velike vrednosti spoznanj, ki jih je dobil ob teh mukah. Drugod pa nepregledne množice hodijo vsak dan svoj Jakobsweg od Afrike do Hamburga, ubijajo jih na poti, potaplajo se v morju, pa tudi v Kolpi ... Ob njihovih težavah se zdi božjepotnikova bolečina neznatna ...

Pri nas tarnajo mladi, starši, učitelji, dušebrižniki – zaradi »strahot« ocenjevanja v šoli in s tem »mučenja« otrok! Bojda Finci zato v osnovni šoli otrok ne ocenjujejo več. Hvala Fincem, le naj preizkušajo, tudi za nas ... Toda – ni nujno, da bo nekaj kar uspe na Finskem, uspelo tudi pri nas, tam je vendar drugačna klima, so drugačni ljudje, pijejo šnops, pozimi je dolgo tema ... Poleg tega me moti, da se primerjamo s Finci tekmovalno, oni so na ... mestu tabele, mi na ... mestu, ... – kdaj se bomo v šolstvu rešili te ameriške norosti, tekmovalizma? (»Roža naj le cveti ...«). Moti me tudi protislovje: **neocenjevanje** utemeljujemo **z ocenami** v tabeli!?

Če naj bi šola pripravljala mladino za uspešen vstop v življenje, potem – menim – je **v šoli ocenjevanje nujno**, saj bo bodoče življenje mladih polno ocenjevanja! Bodoči študenti se morajo pripraviti na maturo, morda na sprejemne izpite, na visokošolsko ocenjevanje (ki je dosti manj »nežno«, kot tisto pred maturo), bodoči športniki in umetniki se morajo pripraviti na neusmiljeno ocenjevanje njihovih del in nastopov, vsi ostali (razen morda otrok najpremožnejših ali najvplivnejših staršev) se morajo pripraviti na ocenjevanje ob poskusih dobiti delo, službo, ... Torej brez ocenjevanja ne bo šlo, naša naloga pa je – iskati najbolj primeren način učno-vzgojnega ocenjevanja, – ne prepogosto in ne prereditko, ne prezahtevno in ne premalo zahtevno – saj potem izgubi svoj smisel.

Morda se pa motim in je – predvsem za bodočo amorfnno množico »ostalnih«, ne-odličnjakov in ne-prvakov – res ocenjevanje nepotrebno, saj bodoča družba za vsa dela potrebuje le delovno silo, ki jo bodo po potrebi sami ustrezno »izobrazili«, saj bo splošno-šolska moderna nestroga, nevsiljevana »naučenost« ničvredna, ne bo nič več pomenila, poklicne šole, obrtniško vajeništvo itd. – bodo le zgodovina, osnovne, srednje šole pa bodo le ustanove, v katerih bodo trinajst let zadrževali mlade, da bodo »nekaj« počeli in ne silili na trg delovne sile. Na srečo pa tudi univerze nujno potrebujejo velik vpis novincev, saj sicer ne dobijo državnega denarja, zato bodo veliki množici za nič zainteresiranih »dozorelih« najstnikov radi še podaljšali trinajstletno prazno posedanje po šolskih klopeh ...

Kako torej organizirati v šolstvu poučevanje in ocenjevanje?

Da ničelna »naučenost« že obstaja, sem opisal v drugem tvitu (kilodžull!): v ekipi treh takih absolventov izobraževanja – pisec besedila, urednik razkošnih navodil in prevajalec v sloven-

Torej brez ocenjevanja ne bo šlo, naša naloga pa je – iskati najbolj primeren način učno-vzgojnega ocenjevanja, – ne prepogosto in ne prereditko, ne prezahtevno in ne premalo zahtevno – saj potem izgubi svoj smisel.

ščino – so gotovo ljudje, ki jih lahko označimo kot vzorec ljudi z »dokončanim šolanjem«, imajo spričevala, fizike pa ne znajo – nič! Pri tem ne gre samo za neznanje fizike ampak tudi za delovni pristop k fizikalni vsebini – če take vsebine ne razumeš, poišči priročnik, učbenik, vprašaj nekoga, guglaj ...! Toda ne, taka aktivnost je za »vsejebrezveznike« prenaporna, navodil itak nihče ne bere, zato je vseeno kaj tam piše, najvažnejši je le zaslužek sodelujočih, plača (»imamo pravico ...«).

Torej gre življenje naprej tudi brez splošnih znanj (ki bi se jih lahko mimogrede nalezli pri trinajstletnem posedanju po šolah), zato se zaradi poučevanja in ocenjevanja morda sploh ne splača sekirati (glavno, da bo plača!). Zanimivo pa je, kako so za to dolgo obdobje uspeli organizirati pouk posebni interesi za srednješolske absolvente: matematiki, kemiki, fiziki, ..., medicinci, športniki, glasbeniki, igralci, ..., ki so se v izobraževanje začeli vpletati že v obdobju »učencev s statusi«. Zdi se, da so pri tem najboljši športniki, v Delu (25. 4. 2019, 17. stran) beremo, da 260 dijakov od 560 na Gimnaziji Franceta Prešerna v Kranju ima **status** športnika, lani so na Gimnaziji Šiška namenili športnikom 4000 dodatnih pedagoških ur, 8 srednjih šol in 25 fakultet je prejelo certifikat športnikom prijazno izobraževanje, ... (kdo šolam plačuje te »privatne izpite«, kot smo jih včasih imenovali? Smučarska zveza? Nogometna zveza ...?). Prava Amerika! Temu se ni nihče med ostalimi niti približal in začenjam razumevati starše, ki svoje otroke usmerjajo v dobro plačani šport. Pri manj pomembni fiziki bo pa še Kosovo neplačevano Hišo eksperimentov povozil Novi (uradniški) center znanosti ...!

Ocene, ocene ...

Sedaj družba prek staršev vcepi otrokom že v rani mladosti občutek pomembnosti ocenjevanja, ki se kaže že pri (nekaterih) »vrtiških« otrocih; želijo si ocenjevanja, ker »bomo takrat že veliki«, zato jim kasneje »neocenjevanje« v začetnih razredih ni všeč. Kasneje se sposobnejši mladi navdušeno prepustijo ocenjevanju, saj so pri tem uspešni. Za slabše učence pa je ocenjevanje neprijetno, dobivanje nižje ocene od pričakovane pa je celo za sicer odlične učence stresno. Toda za mlade je to uvajanje v težave življenja, skozi to »Jakobsweg« se morajo tako ali drugače prebiti. Najhuje je tistim, ki so (zaradi manjših sposobnosti, nedelavnosti ali zaradi posebnih razmer, v katerih živijo) v najnižjem rangu v razredu. Tudi če bi se hoteli tem neprijetnostim izogniti in bi vse učence ocenili enako (npr. vsi bi bili odlični, ali pa jih – po finko – sploh ne bi ocenili), bodo vsi vedeli, kateri med njimi je »najmanj odličen«, formalno se lahko izogoneš rangiranju samo na videz. Učenci z najnižjim rangom dostikrat premagujejo svoje razočaranje zaradi neuspeha z mladostnim uporništvom, tako se umaknejo v drugače strukturirano družbo, kjer še nekaj veljajo.

Ker pa je šolski razred majhna skupina ljudi, moramo pri njem upoštevati relativnost ranga: **najslabši** med desetimi najboljšimi matematiki na svetu je še vedno boljši matematik od vseh ostalih milijard ljudi. Najmanjši učenec v razredu je morda najboljši kemik v njem, najboljši učenec v zelo povprečnem razredu bi v razredu z desetimi odličnjaki dosegel morda samo oceno prav dobro ... Tak primer srečamo pri prehodu na fakulteto: bruc, ki je imel v svoji srednji šoli najvišji rang pri svojem predmetu, je lahko na fakulteti v skupini srednješolsko enako rangiranih brucov iz drugih šol – najslabši.

Seveda velja to razmišljanje samo za skupino vsaj približno enakih učencev, za – tako ali drugače – prizadete učence, priseljence, azilante (jezik!) pa je seveda treba iskati posebne rešitve. Za učitelja je najlažje učiti homogeno skupino, razred, npr. vsi učenci so iz istega kraja, iz istega sloja (premoženje, navade!) prebivalstva, vsi so enako zavzeti (ali nezavzeti) za pouk, vsi so črnci, vsi so muslimani, vsi so iz razdrtih družin itd. itd. ... takrat skuša pouk čim bolj prilagoditi stanju v razredu (ne glede na učne načrte), naučiti čim več in v razredu ustvariti čim ugodnejšo klimo razredne skupnosti. Vendar je pa to redkokdaj mogoče, poleg tega tako nehote ustvarjamo monolitne, skoraj »rasistične« skupnosti. Kakršnakoli tekmovalnost (razred a – razred b, Bežigrad – Vič, Finci-Slovenci, ...) pa neprijaznost med tekmeci le poveča, »roža naj cveti – ne tekmuje«!

Čim več je pri nas tekmovalne vzgoje, ko je kot nekak nastopaški javni vzor požrtvovalnega prizadevanja staršev priznan že kmalu po rojstvu otroku vsiljevan trening in tekmovanje za

Pri tem ne gre samo za neznanje fizike ampak tudi za delovni pristop k fizikalni vsebini – če take vsebine ne razumeš, poišči priročnik, učbenik, vprašaj nekoga, guglaj ...!

Sedaj družba prek staršev vcepi otrokom že v rani mladosti občutek pomembnosti ocenjevanja, ki se kaže že pri (nekaterih) »vrtiških« otrocih; želijo si ocenjevanja, ker »bomo takrat že veliki«, zato jim kasneje »neocenjevanje« v začetnih razredih ni všeč.

Učenci z najnižjim rangom dostikrat premagujejo svoje razočaranje zaradi neuspeha z mladostnim uporništvom, tako se umaknejo v drugače strukturirano družbo, kjer še nekaj veljajo.

doseganje nekega prvenstva (»ko boš velik, boš šolski, krajevni, državni, svetovni prvak« – saj je vseeno v čem, glavno, da boš prvak) – tem več je jamranja zaradi »nepotrebne« zahtevnosti in ocenjevanja pri drugih – za njihovo »prvenstvo« nepomembnih – šolskih predmetih. Zahtevnost ocenjevanja pri »njihovem« treningu pri tem za njih ni vprašanje, to pa je resna stvar, tam morajo biti strogi, kako bi sicer lahko vzgojili prvaka?!!

Seveda je glavno »prvenstvo« v šoli vedno bilo: biti »totalno« prvi v razredu, v šoli, – pri vseh predmetih imeti odlične ocene! So nekateri srečneži, ki so tako nadarjeni, da to mimogrede dosežejo, to je sicer občudovanja vredno, toda šola iz tega ne bi smela delati prevelikega cirkuša in narediti ob tem nekakšno tekmovanje za odlične ocene, v katerega se vplete vsa množica slavohlepnih učencev (tudi tistih, ki tega niso zmožni) s starši vred. Nadarjencu za fiziko je poleg podpore pri fiziki treba priporočati tudi prizadevanje predvsem pri matematiki in ..., za ostale predmete pa pametno delo (ne zanemarjanje!), ne pa dirke za odlikami. Na žalost pa take dirke občuduje tudi marsikateri učitelj.

Ali učitelji radi ocenjujemo? Dokler je treba samo deliti »čebelice«, kot v vrtcu – je to prijetno, kasneje bi, ob dobrih pravilih in merilih za ocenjevanje, lahko to bilo samo bolj ali manj naporeno delo (npr. pregled kupa pisnih nalog), kot pri vsakem poklicu. Brez primernih skupnih meril pa so kriteriji ocenjevanja prepuščeni učitelju in nihče, ki njegovemu ocenjevanju oporeka, se ne more sklicevati na »edino prava drugačna merila«, ko pa ne obstajajo! Za učitelja je taka vsiljena samostojnost merila lahko zelo neprijetna, ko mora ocenjevati »na pamet«, po občutku – pri tem se pa zaveda, da je to močno odvisno od okoliščin, razpoloženja itd. Če starši učitelju ne zaupajo in pričakujejo od njega le »pravno natančno« upravičene ocene, bo to povzročalo težave, včasih je ocene težko zagovarjati, zato se mi zdi, da dosti učiteljev ocenjevanja ne mara, najraje bi se temu izognili »po finsko«.

Seveda so v življenju pogosta nepravilna samovoljna ocenjevanja s slabim namenom, ta so tudi najbolj boleča, vendar je to posebno poglavje. Tokrat privzemimo, da so vse ocene, o katerih govorimo, pridobljene dobronamerno in brez večjih strokovnih napak. Kljub temu je občutek, da ga nekdo ocenjuje, lahko za določene ljudi tako neprijeten, da so pri ocenjevanju blokirani in sploh ne morejo pokazati, kaj zares znajo. To je nujno treba upoštevati pri ocenjevanju – pa ne zato, da bi nekomu dajali dobre ocene, čeprav jih za prikazano znanje ne zasluži, ampak zato, da skušamo neprijetnosti ocenjevanja čim bolj zmanjšati in se s tem izogniti blokadi, izpraševancu pa omogočiti, da res pokaže, kaj zna.

Ko se otroci igrajo »šole«, je vloga učitelja zelo zaželena, saj omogoča ukazovanje (»sedi«!) in ocenjevanje »učencev«, v igri ima otroški »učitelj« ugled in višji rang. Otrokom se zdi logična tudi »hudobija« učitelja, seveda bo dajal slabše ocen Janezu, ki vedno nagaja, ... ali pa ga »učitelj« sploh ne mara. – Tudi pravi učitelj lahko ima take lastnosti, vendar pa je tega dosti manj, kot mislijo zaskrbljeni starši in prizadeti učenci. So pa pogostejše strokovne napake pri ocenjevanju, vendar ne napravljene nalašč, s slabim namenom. Dosti učiteljev bi se navdušeno odpovedalo dolžnosti ocenjevanja, vendar se zavedajo, da bi to verjetno zelo poslabšalo prizadevanje učencev. Naj je bič ocenjevanja še tako neprijeten, še vedno večino učencev vzpodbuja ali sili k učenju. Ne smemo pozabiti tudi dejstva, da strah pred slabo oceno pomaga učitelju vzdrževati red v razredu, ob neocenjevanju bi nekateri razredi kratko malo razpadli.

Bi lahko bila šola brez ocen? To bi seveda bilo mogoče, spričevalo bi dokazovalo samo to, da je bil učencu ponujen npr. v 2. razredu pouk fizike, toda brez ocen. Seznam učnih predmetov in učni načrti za čas pouka bi povedali samo to, kaj so učitelji učili – končno znanje pri učencih bi pa lahko bilo od nič do odličnosti. Bojim se pa, da bi zaradi tega padlo splošno povprečje znanja (v drugem tvitu sem opisal primer takega bivšega učenca, ki ne zna nič fizike, pa je kljub temu postavljen v položaj, v katerem fiziko (kaj je kilodžul) poučuje množico drugih!).

Neocenjevanja torej ne bi bilo težko realizirati, (ukinemo – pa zdravo! – toda pomislite, kako bi potem pri nas izgledal tak pouk!) zapletlo bi se kasneje, ko bi bila potrebno rangiranje učencev zaradi kakršnekoli selekcije. Lahko pričakujemo, da bi se neocenjevanju uprle višje šole, pa tudi sposobnejši učenci (in seveda njihovi starši), ki bi želeli imeti z dobro oceno pohvalo za svoje delo. »Zakaj hodim v šolo, če tam ne dobim nobenega priznanja«! Samo pri-

Brez primernih skupnih meril pa so kriteriji ocenjevanja prepuščeni učitelju in nihče, ki njegovemu ocenjevanju oporeka, se ne more sklicevati na »edino prava drugačna merila«, ko pa ne obstajajo!

Kljub temu je občutek, da ga nekdo ocenjuje, lahko za določene ljudi tako neprijeten, da so pri ocenjevanju blokirani in sploh ne morejo pokazati, kaj zares znajo.

znanja nekaterim ob koncu šolskega leta so pa zopet rangiranje, pa če to hočemo ali ne (»dobil sem štiri priznanja, Janez pa samo tri, ha!«).

Možna je še drugačna varianta: v redovalnice in v spričevalo se naj vpisujejo samo pozitivne ocene. S to hinavščino sicer rangiranja ne bomo nič spremenili, toda vsaj ene grde ocene (nezadostno) ne bomo uporabili.

Še ena možnost je, da so neocenjeni samo tisti učenci, ki si to želijo, npr. bodočemu prvaku v frnikulanju bi se morda zdela nepotrebna ocena iz matematike. S tem bi se sicer izognili stresu pri ocenjevanju, ne bi se pa mogli izogniti neprijetnim posledicam ob spremembi življenjskega cilja. Takrat bi bilo sicer mogoče dokazati, da so taki neocenjevani učenci enako sposobni v matematiki, kot ocenjevani, toda to lahko zopet dokažejo le s takim ali drugačnim ocenjevanjem njihovega znanja – prav temu pa so se hoteli izogniti. Malo pa je verjetno, da bi tako naknadno ocenjevanje lahko bilo uspešno pri učencu, ki se je ocenjevanju izogibal in ga sploh ni navajen, ga »ne prenese«.

Pritisk zaradi preobilice ocenjevanja v šoli bi lahko zmanjšali tudi tako, da bi znanje ocenjevali samo pri nekaterih učnih predmetih (kot na maturi), tako bi učence še vedno navajali na ocenjevanje, vendar manj pogosto. Toda temu se bi takoj uprli učitelji neocenjevanih predmetov, saj bi pouk takih »drugorazrednih« predmetov postal problematičen, morda bi tudi sindikat učiteljev »prvorazrednih« predmetov (zaradi »pravičnosti« vendar!) zahteval višje plače!

Le redke inovacije pri ocenjevanju so smiselne, če jih uvaja samo en učitelj v razredu (ali na šoli). Imeli smo nekoč učitelja, ki je dajal samo odlične ocene, v redovalnicah je bilo pri njem zapisano 5, 5, 5, 5, ... Nihče se ni obregnil ob njegovo »finsko« ocenjevanje, dokler se ni začel s svojo »odličnostjo« sam hvaliti in zmerjati kolege, ki so vpisovali celo »grde« ocene 1. Toda kolegi so mu povedali svoje mnenje: njegova »odličnost« sploh ni pravo ocenjevanje, ni »naprednost«, ni odlika, ampak le prikrivanje lenobe učitelja, ki se mu ne ljubi ali pa ni sposoben zares ocenjevati, čeprav je to njegova delovna naloga. To ga je tako razjezilo, da se je kolegom (?) maščeval in je od tega trenutka dalje vpisoval samo oceno 1, v redovalnicah je pisalo 5, 5, 5, 5, 1, 1, 1, ..., v razredu pa je povedal, da so to zahtevali drugi profesorji. Tudi take traparije se dogajajo pri učiteljih, ki so (verjetno) zgrešili poklic!

Seveda lahko ocene izboljšamo, če znižamo zahtevnost snovi in ocenjevanja (npr. mejo negativne ocene). To je gotovo primerno, vzpodbudno, če imamo skupino učencev, razred, z nižjimi ocenami. Pri sposobnejših učencih naj bo ocenjevalna zahtevnost večja! Seveda moramo paziti na primerjanje, v slabšem razredu bo morda najvišja ocena 3. Važno pa je, da učence naučimo največ, toliko kot zmorejo. Podoben problem nastane tudi pri popravnihih izpitih: nesmiselno je manj sposobnemu učencu dajati enake naloge, kot pri pouku sposobnejšim, z izbiro samih lažjih nalog povečamo možnost, da bo izpit uspešno prestal. Toda – če bo celo vse lahke naloge rešil, bomo tega veseli, vendar zato ne sme pričakovati odlične ocene.

Še ena možnost je, da so neocenjeni samo tisti učenci, ki si to želijo, npr. bodočemu prvaku v frnikulanju bi se morda zdela nepotrebna ocena iz matematike.

Seveda lahko ocene izboljšamo, če znižamo zahtevnost snovi in ocenjevanja (npr. mejo negativne ocene).

Zmanjševanje neprijetnosti ocenjevanja, uporaba računalniškega inštruktorja

S prihodom računalnikov v šolo se je ponudila čudovita priložnost, da bi se – ob ocenjevanju - izognili vsaj težavam in blokadam zaradi prisotnosti učitelja in sošolcev. Spomnim se, kako smo v osemdesetih letih navdušeno pričakovali pomoč pri pouku od brezosebne, diskretne računalniške avtomatike: celo sami smo (čeprav računalniški nestrokovnjaki – poklica »računalničar« takrat še ni bilo!) začeli pisati učne računalniške programe - saj je za manj sposobnega ali čustveno kompliciranega učenca še posebej nujen pristop v materinem jeziku (in ne uporaba programov v amerikanščini, pisanih za precej drugačno vrsto šolarjev). Danes, ko sem v penziji, je morda teh programov obilo, toda še vedno je vprašljivo, če so primerni in če jih učitelji sploh znajo in morejo uporabljati!? Greh pa je, če ne znamo izrabiti tistega navdušenega buljenja mladine v ekrane in ekrančke: podtaknimo jim tja vendar tudi nekaj pametnega, čeprav postaja vse bolj očitno, da bo treba zasvojenost z znanjem v ekran nekako omejiti.

Kako naj deluje računalniški program za poučevanje in ocenjevanje?

Za občutljivega učenca je računalnik edini, ki ga lahko ocenjuje, saj ocene »pove« le izpraševancu (potem jih pa izbriše). Za tega so ocene prav tako pomembne, kot za ostale učence, vendar primerja le dosedanje in najnovejše SVOJE ocene. Vsako, še tako neznatno izboljšanje ocene je zanj vzpodbuda, za neuspehe pa itak ne izve nihče drug. Tudi vprašanja in naloge izbira računalnik naključno (zares!) in ne moreš ga obtožiti, da »me je nalašč vprašal tisto, kar ne znam«! Seveda lahko uporabimo tak program samo pri učencu, ki bi se rad nečesa naučil, je dovolj motiviran za to. Mnogim dandanes taka pomoč nič ne koristi, saj niso zmožni niti prebrati naloge in se potem »prisiliti«, da bi razmišljali o njej! (»vse je brezveze ...«). Toda tudi učitelji se morajo navaditi, da ni univerzalnih receptov za uspešno šolo, kar je pri enem učencu uspešno, je lahko pri »brezvezniku« polomija, poučevanje skupine je nujno selektivno – kolikor je to pač mogoče.

Računalnikova »ocena« je zelo enostavna, to je le statistika: katero nalogo je učenec rešil, katero vprašanje je preskočil, kolikokrat je odgovoril prav in kolikokrat narobe, namesto ocene pa npr. procent pravih odgovorov (ki jih seveda lahko rangirate v običajne ocene, od nezadostno do odlično). Težavnost vprašanj mora biti prilagojena sposobnostim učenca, začne se naj dovolj nizko – to startno mesto pač mora oceniti učitelj, ki priporoča uporabo določenega programa. Najboljši je tak program, ki učenca opozarja na napake, ki jih je naredil in ga pouči, kako naj naredi, da bo prav. Če je učenec dovolj motiviran in vztrajen (naloga učitelja: vzpodbujanje!) bo pri novih (podobnih) vprašanjih bolj odgovarjal in ocena se bo dvignila! To pa je tisto, kar potrebuje, postal bo bolj samozavesten, za naslednjo serijo bo sam izbral težja vprašanja in se bo morda želel »dokazati« tudi pri javnem ocenjevanju.

Uporaba takih programov omogoča učitelju tudi – sedaj skoraj nemogoče poučevanje na različnih težavnostnih stopnjah hkrati, v istem prostoru (čeprav je to bilo pri majhnih vaških šolah včasih običajno). Kljub obilici že sestavljenih programov, bi pa sedanji učitelj moral znati po potrebi tudi sam sestaviti enostaven program, prilagojen za določenega učenca, tega bi jih morali naučiti na fakulteti. Ni težko sestaviti programa, ki učencu vedno znova zastavlja naloge npr. $3 - 2(2 - 7) = \dots$ z različnimi podatki, dokler pri reševanju ne uspe doseči skoraj stoprocentno pravilne rezultate in si tako končno »zapomni«, kako je treba upoštevati predznake in oklepaje.

Mogoče bo v bodočnosti res večina pouka potekala prek računalnika, toda učiteljem se ni treba bati za službo: vzgoja brez človeške prisotnosti je nesmisel! Je pa računalnik pri tem lahko odličen pripomoček in ga ne smemo odklanjati.

Računalniška inštrukcija ni enako možna pri vseh predmetih in pri vseh razlagah, pri elementarni matematiki, fiziki je gotovo uporabna. ... Nastane pa vprašanje, kako računalniške ocene, ki so prilagojene programom in učencem – prevesti v ocene za spričevalo, to pa je naloga učitelja.

Absolutno »pravično« ocenjevanje

Prvotno so kriteriji ocenjevanja učencev pri učiteljih bili precej odvisni od osebnih odnosov med učiteljem in učencem. In še – za sedanje zmedene čase »strahotna« ugotovitev: učitelj je takrat učenca »spraševal« in ocenjeval **nenapovedano** pri katerikoli šolski uri in s tem poskušal ohraniti (npr. pri manj uspešnih) njihovo pridobljeno znanje, (šaljiva grožnja je bila »to moraš znat, če te zbudim opolnoči!«). Uspešne učence je manj nadlegoval (danes bi vpili »kje je pa enakopravnost« ... itd.) in jim je samo včasih ponudil priložnost, da so zablesteli s svojim znanjem. S tem je dosegel, da so vsi morali znati vse potrebno vsako šolsko uro – kar je seveda bilo potem le deloma res – toda tečen in vztrajen učitelj je tako lahko dosti dosegel, prav za manj uspešne učence je bila ta »antikampanjska« metoda boljša, kot današnje »edino pravične« metode ocenjevanja samo v točno določenem in napovedanem času! Danes mora učenec npr. v petek pri tretji šolski uri vedeti, da je $2 \cdot 3 = 6$ – potem pa lahko to mirno pozabi, saj ga nima nihče več »pravice« nenapovedano spraševati takih neumnosti!

Toda tudi učitelji se morajo navaditi, da ni univerzalnih receptov za uspešno šolo, kar je pri enem učencu uspešno, je lahko pri »brezvezniku« polomija, poučevanje skupine je nujno selektivno – kolikor je to pač mogoče.

Mogoče bo v bodočnosti res večina pouka potekala prek računalnika, toda učiteljem se ni treba bati za službo: vzgoja brez človeške prisotnosti je nesmisel! Je pa računalnik pri tem lahko odličen pripomoček in ga ne smemo odklanjati.

Za majhne otroke je popolnoma razumljivo, zakaj učitelj bolje ocenjuje svojega otroka, ali sina direktorja šole, hčerko vaškega mogotca ali sina največjega nasilneža v kraju. Seveda se je z razvojem demokracije to spremenilo. Vendar se je pa tudi ob navidezni enakopravnosti izpraševancev bilo zelo težko izogniti očitkom o prikriti nepravičnostim ob izbiri vprašanj (npr. vprašanje za princa: katera reka teče pod savskim mostom?), zato smo sodobni učitelji to poskusili rešiti **z istimi vprašanji za vse**. To pa je sprožilo povodenj »pisanja šolskih nalog«, testov, (tudi državnih testov, mature) itd., kjer je to bilo mogoče. Če je učitelj matematike ob dani nalogi povedal tudi, kako bo točkoval reševanje nalog, so lahko to učenci po pisanju naloge napravili tudi sami in so takoj vedeli, kakšen uspeh so dosegli, zadeva z ocenjevanjem se je zdela končno demokratično in pravično rešena! Si je pa učitelj s tem nakopal mnogo dodatnega dela, kar je prej opravil med šolsko uro (ustno spraševanje), ga je sedaj čakalo doma s popravilanjem in pregledom kupa nalog.

Vendar je pa razlika med učnimi predmeti, npr. pri matematiki je na vprašanje $2 \cdot 3 = ?$ možen samo en pravičen odgovor. Pri iskanju edino pravičnega odgovora na vprašanje – kdo je večji umetnik Prešeren ali Cankar – pa je treba odgovoriti tako, da upoštevamo zlato pravilo reševalcev križank: **pravilen je samo tisti odgovor, ki se zdi pravičen sestavljavcu** križanke, nič drugega ne šteje! To pa od učencev zahteva nekaj drugega, kot pri matematiki, namreč dober **spomin** na to, kar je pri razlagi povedala učiteljica. In nikar naj ne poskušajo slepomišiti nekaj po svojem okusu!

Spomin – to že precej smrdi po »učenju na pamet«, to pa je dandanes vendar šolski smrtni greh! Zato so si izmislili teste z izbiro pravičnega odgovora med več možnostmi, čeprav je tudi tu bilo treba imeti vsaj malce »spomina«. Neuki so se pa lahko šli – ob označevanju odgovorov – ruleto in celo idiot je imel možnost (čeprav malo verjetno), da bo le po naključju označil prav vse pravilne odgovore.

Poleg tega so (seveda!!) tudi pri matematikarsko »objektivnem« ocenjevanju bili nekateri učenci najslabši (grozljivka: šola producira »najslabše« ljudi!), zato se je oblikovala iz globoko prizadetih staršev in javnih dušebrižnikov močna opozicija: »to je birokratizem v pedagogiki, učenci so degradirani v objekte ocenjevanja, učitelj nima več neposrednega stika z učencem, ne ocenjuje kot človek temveč kot stroj, mašina, fuj ga bodi« – itd., pozabil sem že na vse cvetke, ki so obilno cvetele takrat v javnosti (in v »strokovnem tisku«). Zato so pa nastajala nova, zares birokratska pravila: kdaj lahko pišejo test, nalogo, kako mora biti napovedana in upravičena, koliko testov na dan (?) ali na teden, ... predvsem pa je bilo ukazano ponavljanje pisanja, če je bilo preveč slabih ocen. No ja, za tak dogodek ni bilo treba več, kot kratek dogovor med učenci v razredu, pa je šla ena ali več učnih ur k vragu, pouk ni bil več tisto, kar je bilo načrtovano, ampak zmešnjava improviziranih dogodkov. Za učitelja pa nočna mora: ob pogostih ponovitvah nalog – kupi pismenih izdelkov učencev, ki jih je bilo treba natančno pregledati. (Toda – kje pa je učiteljeva strokovna baza, njegovi kolegi, morda mentor, ... ti bi morali ugotavljati, kaj je bilo narobe in kaj je treba popraviti ... Zakaj je na šolah tako malo tega skupnega strokovnega dela? Zakaj se tega ne naučijo na fakulteti? Ker tam tega sami ne znajo?).

Kot norčevanje iz vsega tega se je potem razvila matura in razna državna testiranja – za vse šole enako. Ali ni to tisti, prekleti način »objektivnega ocenjevanja«? Vendar učitelji – čeprav škripajo z zobmi – priznavajo: »to je vsaj nekaj, kar povzroča občutek reda v šoli«. In tako učijo, vendar ne za znanje v glavah, ampak pripravljajo učence predvsem za uspešno matura.

Seveda vse do sedaj zapisano velja za primerjavo pravičnosti in enakosti ocenjevanja **različnih** učencev. Če bi pa iskali najboljšo možnost **ocenjevanja posameznika** pri matematiki ali fiziki, bi to gotovo bil pogovor učenca in učitelja ob reševanju določene naloge (»ustno spraševanje«). Vendar to zahteva največ časa in hkrati nudi največ možnosti za iskanje učiteljeve »nepravičnosti« – z ozirom na ostale učence. Ta oblika ocenjevanja se (morebiti?) še ohranja pri – popravnem izpitu.

Javnost ocenjevanja

Nekoč, v starih časih, je učitelj shranjeval redovalnico samo v posebej zato namenjen predal v zbornici. Uporabljal jo je razrednik ob ocenjevalnih konferencah, v razred jo je prinesel samo

Zakaj je na šolah tako malo tega skupnega strokovnega dela?

In tako učijo, vendar ne za znanje v glavah, ampak pripravljajo učence predvsem za uspešno matura.

na roditeljski sestanek, ko so po sestanku k razredniku pristopali starši (posamezno!) je bila redovalnica odprta in so lahko videli ne samo ocene svojega otroka ampak tudi druge ocene na isti strani redovalnice. Nekateri starši so se zaradi tega jezili, »njihovih« ocen naj ne bi kazali drugim staršem. Torej iz ocen in redovalnice nismo delali nobene skrivnosti, bila pa je dostopna samo učiteljem, to je bil interni seznam ocen, javne so bile samo končne ocene v spričevalih. Svoje ocenjevalne vtise o posameznih učencih so učitelji vpisovali v žepne redovalnice, to so bile dostikrat le »delne ocene«, ki so pomagale učitelju sestaviti oceno, ki jo je vpisal v redovalnico. Vse to je bilo pošteno šolsko delo in prizadevni učitelji so zelo skrbeli za to, da si ne bi mogli očitati površnega ocenjevanja. Seveda je tudi pri tem prišlo do raznih pripomb, če so učenci špegali učitelju prek rame, ko je vpisoval svoja zapažanja v žepno redovalnico: »zakaj ste pa meni napisali samo +, Janezu pa celo klicaj?« Varovalci pravičnosti so potem izsilili celo pravilo, da v uradni redovalnici poleg ocen ne sme biti »posebnih« znakov – vendar smo to učitelji že sami vedeli, naloga ravnatelja pa je bila skrbeti za red pri tem.

Potem je izbruhnila revolucija javnega ocenjevanja, ki jo je zopet izsilila edino kompetentna »javnost«. Učitelji so dostikrat že pred tem po ustnem spraševanju (pri pisemenih izdelkih so bile ocene itak »javne«, zapisane ob nalogi) na glas povedali oceno, saj so s tem poskušali bodisi spodbujati učenca in razred ali pa – obratno – svariti pred slabim znanjem. Toda po novem je bila »javnost ocenjevanja« predpisana, v razredih so se pojavile »kontrolne« vzporedne redovalnice, ki so jih pisali učenci sami in so bile kopije tistih pravih. Ocenjevanje je ob svoji javnosti dobilo v šoli še bolj pretirano pomembnost, kot prej, kot na nogometni tekmi so vsi vse vedeli in vsi zmerjali »sodnika« zaradi napačnih razsodb. Učitelji seveda niso nobeni stoočtostno pravični avtomati, sami se zavedajo, da pri tem delajo napake in jih potem poskušajo tudi popraviti. Nekateri pa pritiska ne prenesejo in začnejo deliti samo dobre ocene ... S tem pa šolska »vaja v ocenjevanju« izgubi svoj smisel.

Dandanes je menda že vse drugače, vpis in dostop do ocen poteka le prek računalnika, njihova javnost pa je smrtni greh ... Primerjajmo današnjo tajnost ocen s še nedavno edino zveličavnim javnim ocenjevanjem – danes lahko (polnoletni) učenec celo svojim staršem prepove pogled na njegove ocene.

In to je tisto, kar smo želeli?? Ali so take skrajnosti (javnost ocene – nejavnost) v istem šolstvu višek urejenosti ali višek zmedenosti šolske politike? Pri tem nimam seveda nič proti pravno popolnoma razumljivi pravici polnoletnega državljana do zasebnosti, moti me le neresnost šolskih pravil, ki lahko brez posledic preskakujejo iz enega ekstrema v drugi! In taka šola naj bi dala mladim učencem vzor za urejeno življenje? Vstop jusa, pravnikov v poslovanje šole je morda včasih potreben, toda pouka, vzgoje, ne moremo nadomestiti s pravom.

Skupina učencev v razredu je ob tajnosti ocen podobna skupini bolnikov v zdravniški čakalnici: nihče ne ve nič o bolezni drugih čakajočih – razen, če svojih podatkov kdo sam ne pove (ker mu je v taki množici neznancev dolgčas in bi rad poklepetal!). Odlika tajnosti je diskretnost in – slabost: odtujenost in neinformiranost.

Razredni kolektiv pa naj bi vendar bil nekoliko bolj življenjski in prijaznejši, tako kot v družini; ob javnem ocenjevanju (samo v razredu!) si lahko med seboj pomagajo in, na žalost, tudi nagajajo in zganjajo grdobije. Torej odlika javnih ocen: družinska prijaznost in – slabost: grdobije.

Kaj je bolj človeško? K čemu bi učence radi navajali?

Varovalci pravičnosti so potem izsilili celo pravilo, da v uradni redovalnici poleg ocen ne sme biti »posebnih« znakov – vendar smo to učitelji že sami vedeli, naloga ravnatelja pa je bila skrbeti za red pri tem.

Dodam še drugo (relativnostno) vprašanje:

V (vesoljski) Ljubljani so za dijake razpisali tekmovanje: kdo bo bolje odgovoril na zastavljena vprašanja. Tekmovalci iz (vesoljskega) Novega mesta bodo dobili na njihovi železniški postaji pri prijavi ob 1. uri popoldan listo vprašanj, ob 2. uri jo morajo oddati izpolnjeno v Ljubljani, takrat bodo izvedeli tudi pravilne odgovore.

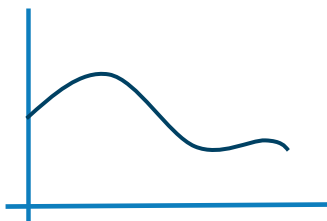
Dolenjski genijalci si pa izmislijo majhno ukano: spustili se bodo v časovno zanko (*) in si s tem že pred prijavo priskrbeli pravilne odgovore. Njihov vlak, s katerim se že opoldne, ob 0/0 iz Novega mesta odpeljejo v Ljubljano, je tako hiter ($v = 0,87c$), da ure na njem zaostajajo za peronskimi; ko popoldne prispejo v Ljubljano in ura na peronu kaže 2, kaže vlakovna ura na lokomotivi (izhodišču vlakovnega koordinatnega sistema) šele 1 (dogodek $V(1/2)$). Načrt ukane: Ko se pripeljemo ob $V(1/2)$ v Ljubljano izvabimo od vodje tekmovanja seznam pravilnih odgovorov, potem pa hitro (saj imamo le uro časa!) odhitimo po gibajočem se vlaku nazaj do (na vlaku kasnejšega) dogodka $P(2/1)$, ki je v peronski preteklosti na peronu v Novem mestu in se ob 1 tam prijavimo na tekmovanje. Do 2 se z brzecem vrnemo v Ljubljano, kjer oddamo spotoma popolnoma pravilno izpolnjene vprašalnike.

- Ali bi lahko uspeli? Ali je vračanje v preteklost fizikalno mogoče?
- Medtem organizatorji tekmovanja prestavijo čas oddaje odgovorov (le zakaj?) na 3 ure; ali bo sedaj kaj drugače?

* Časovno zanko so si takole predstavljali: Če zelo hiter vlak vozi mimo perona in se na postaji v Ljubljani (LJ) zgodi dogodek V , ko tam vlakovna ura kaže 1, peronska pa 2 ($V(1/2)$), se bo – zaradi enakovrednosti inercialnih sistemov vlak-peron – zagotovo na postaji v Novem mestu (NM) zgodil tudi dogodek $P(2/1)$, ki je za peronce časovno pred V , (1-2), za vlakovce pa za njim, (2-1). Torej vstopimo v LJ na vlak ob V , se sprehodimo od 1 do 2, tam (P) izstopimo v peronsko preteklost (1) v NM in se lahko potem naglo vrnemo od 1 do 2 na mesto vstopa $V(1/2)$ v LJ, kamor prispemo v trenutku, ko smo odšli.

(Brez podatka $v = 0,87c$ bi bila naloga morda malce težja).

Enakomerno gibanje:



Gospod profesor,
ali ni pri enakomernem
gibanju graf hitrosti
v odvisnosti od časa ...?

Zagotavljam vam,
da je dogajanje
potekalo popolnoma
v skladu s fizikalnimi
zakoni.

??

$$E = mc^2$$

Gospod profesor,
ali je test težek?

Saj veste,
vse je relativno.
V primerjavi z bakterijo
je težek, v primerjavi
z lokomotivo pa lahek.

??

UČITELJEV POGLED

Jože Kukman

Kako s fiziko pojasnimo, kaj se dogaja v odnosih

99

Jože Kukman

Fizika življenja - zakoni življenja

103

Peter Prelog

Tretji tvit: To strašno šolsko ocenjevanje!

111

STRIPA

Milenko Stiplovšek

Enakomerno gibanje

119

Milenko Stiplovšek

Teža testa

120

Iz digitalne bralnice ZRSS

www.zrss.si/strokovne-resitve/digitalna-bralnica

V digitalni bralnici lahko prelistate najrazličnejše strokovne publikacije: monografije in priročnike, ter druge publikacije, ki so izšle na Zavodu RS za šolstvo in so vam BREZPLAČNO dosegljive tudi v PDF obliki.



Izpostavljam **priročnik**

Ugotavljanje matematičnega znanja,

kjer so predstavljene različne oblike **izkazovanja** in **ugotavljanja** matematičnega **znanja**. To so:

- preiskovalna naloga,
- pisno besedilo,
- govorni nastop,
- vizualna predstavitev,
- didaktična igra,
- izdelek.

Prijetno
strokovno
branje vam
želimo.

Formativno spremljanje v podporo učenju

Priročnik za učitelje in druge strokovne sodelavce

Priročnik obsega 7 zvezkov, zbranih v mapi,
cena 12,40 €

- Zakaj formativno spremljati
- Nameni učenja in kriteriji uspešnosti
- Dokazi
- Povratna informacija
- Vprašanja v podporo učenju
- Samovrednotenje, vrstniško vrednotenje
- Formativno spremljanje v vrtcu



Priročniki po predmetih in področjih

Formativno spremljanje kot podpora učencem s POSEBNIMI POTREBAMI

Formativno spremljanje na RAZREDNI STOPNJI

Formativno spremljanje pri MATEMATIKI

Formativno spremljanje pri ZGODOVINI

Formativno spremljanje pri delu SVETOVALNIH DELAVCEV



Naročanje:

- po pošti (Zavod RS za šolstvo, Poljanska c. 28, 1000 Ljubljana)
- po faksu (01/3005-199)
- po elektronski pošti (zalozba@zrss.si)
- na spletni strani (<http://www.zrss.si>)



revije ZRSŠ



facebook ZRSŠ



twitter ZRSŠ

ISSN 1318-6388



9 771318 638001