

2

2018

Letnik 23

Fizika v šoli

Poštšina plačana pri pošti 1102 Ljubljana



STROKOVNI PRISPEVEK:

Delec v škatli

DIDAKTIČNI PRISPEVKI:

Pretvarjanje enot – ali res mora biti tako težko?

Fizikalna sestavljanica – vodoravni met

Umetnost poučevanja – delo z nadarjenimi učenci pri fiziki v osnovni šoli



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo



KAZALO

Jaka Banko
Uvodnik

1

STROKOVNI PRISPEVEK

Janez Strnad
Delec v škatli

2

DIDAKTIČNI PRISPEVKI

Natalija Podjavoršek
Pretvarjanje enot – ali res mora biti tako težko?

8

Pia Majcenovič
Po dežju hitro ali počasi

13

Mojca Milone, Milan Ambrožič, Oliver Batagelj, Andrej Batagelj
Tehniški dan *Fizika v šoli*

16

Klemen Leban
Izdelava mini zračne drče z balonom kot zračnim rezervoarjem

25

Nina Jereb
Fizikalna sestavljanica – vodoravni met

29

Đulijana Juričič
Umetnost poučevanja – delo z nadarjenimi učenci pri fiziki v osnovni šoli

37

Mitja Slavinec in Robert Repnik
Mladi raziskovalci

41

Borut Namestnik
Turnir mladih fizikov – izkušnje in pogledi mentorja in tekmovalcev

48

Saša Novak
Projekt »Znanost na cesti«

53

UPODOBITVE V FIZIKI

Mojca Čepič
Gost, pogost, redek, viskoznost in gostota

57

UČITELJEV POGLED

Peter Prelog
Prvi podaljšani tvit: O nadarjencih!

60

ZANIMIVOSTI

Jaka Banko in organizatorji tekmovanja
Inovacije in njihova praktična uporaba kot navdih za učence/dijake

62

Milenko Stiplovšek
Tok časa

65



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

ISSN 1318-6388

FIZIKA V ŠOLI
letnik XXIII, številka 2, 2018

Izdajatelj in založnik:

Zavod RS za šolstvo

Predstavniki:

dr. Vinko Logaj

Odgovorni urednik:

Jaka Banko

Uredniški odbor:

dr. Vladimir Grubelnik, dr. Tomaž Kranjc,

dr. Marko Marhl, Milenko Stiplovšek,

dr. Barbara Šetina Batič, dr. Ivo Verovnik,

dr. Mojca Čepič, Goran Bezjak, Tatjana Gulič

Jezikovni pregled:

Andraž Polončič Ruparčič

Prevod povzetkov

Ensitra prevajanje, Brigita Vogrinec, s. p.

Urednica založbe:

Andreja Nagode

Oblikovanje:

Simon Kajtna, akad. slik.

Fotografije:

avtorji člankov

Ilustracije:

Davor Grgičević

Računalniški prelom in tisk:

Design Demšar d. o. o., Present 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: založba@zrss.si

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

in ustanove, 16,50 € za fizične osebe.

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, 2018

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).

Poštšina plačana pri pošti 1102 Ljubljana.

Spoštovane bralke in bralci Fizike v šoli,

z drugo številko revije zaokrožujemo vodilno temo letošnjega letnika – delo z za fiziko nadarjenimi učenci in dijaki. V prejšnji številki ste lahko brali o paleti različnih tekmovanj, ki se jih udeležujejo naši dijaki, o izkušnjah uspešnih mentorjev s pripravo na tekmovanja, pogledali pa ste se si lahko tudi primere nalog, vizijo, cilje in poslanstvo teh tekmovanj. Čeprav s to številko zaključujemo vodilno temo, bomo še naprej veseli vaših opisov dejavnosti ter izkušenj pri delu z nadarjenimi učenci/dijaki. Ker vodilna tema naslednjega letnika še ni izbrana, so dobrodošli vaši predlogi, ki jih lahko sporočite na naslov uredništva revije ali odgovornega urednika.

V tej številki lahko preberete izkušnje učitelja fizike Boruta Namestnika s pripravo dijakov na Turnir mladih fizikov. S tem zaokrožujemo v prejšnji številki objavljena prispevka dr. Irene Drevenšek in dr. Sergeja Faletiča.

Kaj je in komu je namenjeno gibanje Znanost mladini, pod okriljem katerega potekajo srečanja mladih raziskovalcev, ki so ena najštevilčnejših aktivnosti Zveze za tehnično kulturo Slovenije? Vse to in še več najdete v prispevku avtorjev dr. Mitje Slavinca in dr. Roberta Repnika.

V reviji, ki je pred vami, je objavljenih kar pet didaktičnih prispevkov s poudarkom na konkretnih dejavnostih za delo z učenci in dijaki. Mednje lahko štejemo tudi prispevek dr. Mojce Čepič z zgovornim naslovom »Gost, pogost, redek, viskoznost in gostota«.

Poleg didaktičnih prispevkov si lahko preberete tudi strokovni prispevek iz zapuščine pokojnega dr. Strnada z naslovom »Delec v škatli«. Nadaljevanje prispevka, ki obravnava kvantne pike, bomo objavili v naslednji številki. Za spodbudo in pomoč pri pripravi prispevka se iskreno zahvaljujemo prof. Mileni Strnad. Zahvala gre tudi dr. Tomažu Kranjcu za spretni tekst kot pojasnilo k članku.

Posebej smo in bomo veseli tudi vaših odzivov na vsebino prispevkov. Mnenja in razmišljanja objavljamo v rubriki Učiteljev pogled. V tej številki je tudi prvi od treh tvtov prof. Preloga. Mnenj bralcev v reviji ne recenziramo in ne lektoriramo.

Kot zanimivost na prošnjo organizatorjev predstavljamo prestižno ter v Sloveniji še neuveljavljeno tekmovanje F1 in Schools, ki je namenjeno predvsem dijakom in mentorjem naravoslovno-tehniških smeri programov srednjega poklicnega ter srednjega strokovnega izobraževanja.

Lepo bi bilo, če bi se tudi mi, učitelji fizike, lahko prelevili v vlogo tekmovalca in imeli priložnost sodelovati na podobno prestižnih tekmovanjih, kot so tekmovanja, opisana v tem letniku revije. Oh, saj jih imamo! Vsak dan. Vsak dan tekmujemo sami s seboj in zmagamo vselej, ko dobimo novo idejo, ko nam uspe nekaj bolje kot prejšnjič in ko zadovoljni zapuščamo delovna mesta. Vsak dan poteka tekma za najprestižnejše nagrade – za iskric v očeh naših učencev in dijakov.

Jaka Banko

Delec v škatli

dr. Janez Strnad

Pojasnilo k članku¹

V zapuščini pokojnega profesorja Janeza Strnada smo našli članek »Delec v škatli«. Napisan je bil kot prvi del dveh med seboj povezanih člankov, v katerih je avtor želel bralcu predstaviti delček »sodobne fizike, ki vstopa v vsakdanje življenje«. V njem na zanimiv način opiše ne le preprost primer obnašanja kvantnomehanskega »delca v škatli«, marveč tudi praktično aplikacijo dobljenih rezultatov na realnih fizikalnih sistemih – molekulah butadiena in nekaterih barvil. Zato menimo, da bo privlačen tudi za tiste bralce, ki jim je sam problem »delca v neskončni potencialni jami« že znan.

Za prvi članek, ki je objavljen v tej številki revije Fizika v šoli, je avtor zapisal: »Ta zapis je prvi korak, ki mu bo sledil drugi.« V drugem članku, ki se je našel čisto pred kratkim in ki narahlo odstira svet nanotehnologij, avtor obravnava fizikalne »sisteme z manj dimenzijami« – kvantne plasti, kvantne žice in predvsem kvantne pike. Ta del nameravamo objaviti v naslednji številki revije.

Sodobna fizika vstopa v vsakdanje življenje. Ne moremo si ga predstavljati brez televizijskih in računalniških zaslonov. Na začetku so bili to zasloni katodnih cevi, ki so jih skoraj že popolnoma opustili. Potem so prišli zasloni s tekočimi kristali, kakršna je večina sedanjih zaslonov. Boljši in nekoliko dražji zasloni uporabljajo tekoče kristale z dodatkom organskih svetlečih diod. Zadnji krik so najdražji zasloni te vrste, ki namesto organskih svetlečih diod uporabljajo kvantne pike in se odlikujejo po jasni sliki. Ne glede na to, kako se bo obrnil razvoj, je vredno poskusiti, ali je mogoče preprosto pojasniti osnovo delovanja zaslonov s kvantnimi pikami. Ta zapis je prvi korak, ki mu bo sledil drugi.

Kvantne pike so iz sveta molekul, atomov in delcev, v katerem velja *kvantna mehanika*. Ta se razlikuje od klasične mehanike, v kateri smo si v svetu velikih teles nabrali izkušnje. Sodobna fizika vstopa v vsakdanje življenje hitreje kot v srednješolske učne načrte za fiziko in kemijo. Poskus sega nekoliko čez oba učna načrta. Vseeno se ga lotimo v upanju, da ga bosta učna načrta dohitela.

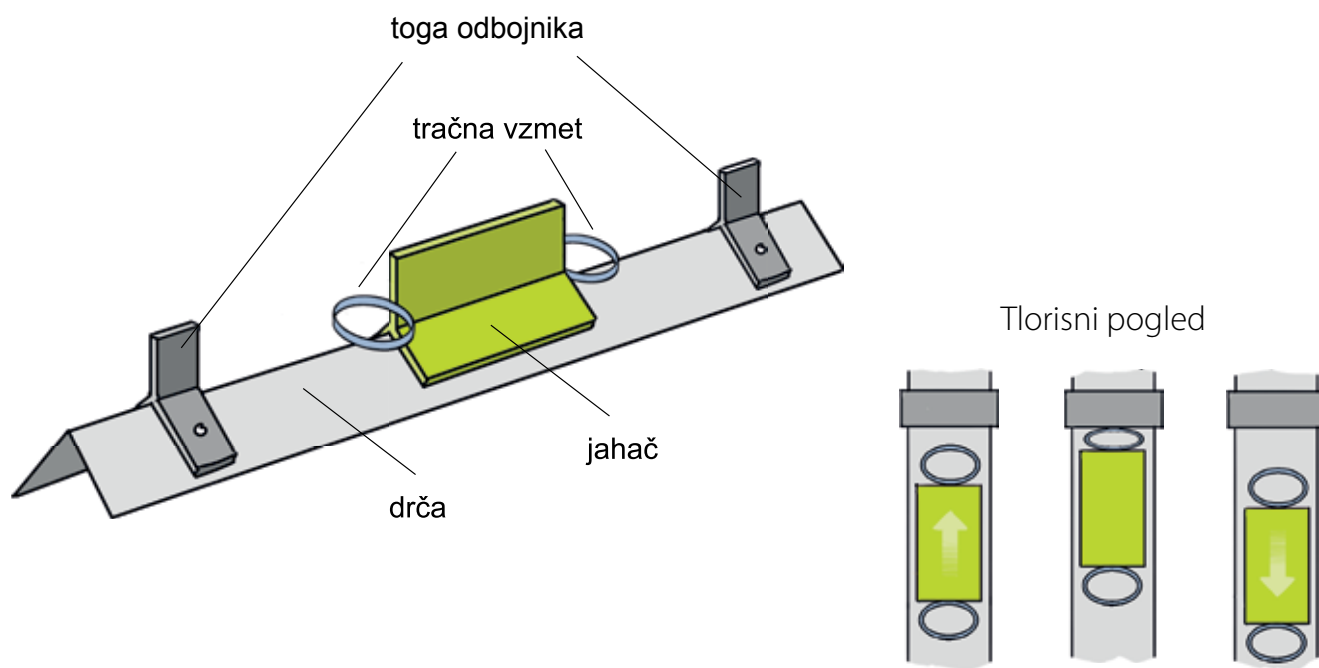
Zamislimo si preprost klasični sistem. Togo telo se giblje med togima stenama v smeri pravokotno na steni. Z določeno hitrostjo v zadene steno, se po prožnem trku na njej odbije z enako veliko hitrostjo v nasprotni smeri, se odbije na drugi steni in tako naprej. Telo z maso m ima samo kinetično energijo $W = W_k = \frac{1}{2}mv^2$, ki je sorazmerna s kvadratom hitrosti in ki po odbojih ostane nespremenjena. V tem pogledu si ne moremo misliti preprostejšega sistema. V smer gibanja telesa postavimo os x , da se telo giblje med koordinatama $x = 0$ in $x = x_0$. Področji zunaj teh koordinat sta za telo nedosegljivi. Vzemimo, da je na področjih $x < 0$ in $x > x_0$ potencialna energija zelo velika. Ker se polna energija, to je vsota potencialne in kinetične energije, ohrani, s tem dosežemo, da sta ti področji za telo nedosegljivi. Tako nastane *neskončna ravna potencialna jama*, v kateri se telo giblje med koordinatama $x = 0$ in $x = x_0$.

Zamisli se približamo z jahačem s tračnima vzmetema na obeh straneh na vodoravni zračni drči med togima odbojnikoma (Slika 1). Kljub skrbno zasnovanemu poskusu trki niso popolnoma prožni in gibanje jahača ovira zračni upor. Zato se počasi zmanjšujejo velikost hitrosti jahača ter njegova hitrost in kinetična energija.

V svetu atomov ustreza opisanemu sistemu *delec v neskončni ravni potencialni jami* ali *delec v škatli*. V tem svetu so trki prožni in ni upora, tako da ostane kinetična energija nespremenjena. Za opis zadostuje ena razsežnost, zato je jama ravna. Učbeniki sodobne fizike, začetne kvantne mehanike in fizikalne kemije zaradi preprostosti radi obravnavajo delec v škatli.

Kvantne pike so iz sveta molekul, atomov in delcev, v katerem velja kvantna mehanika. Ta se razlikuje od klasične mehanike, v kateri smo si v svetu velikih teles nabrali izkušnje. Sodobna fizika vstopa v vsakdanje življenje hitreje kot v srednješolske učne načrte za fiziko in kemijo.

¹ Pojasnilo je zapisal dr. Tomaž Kranjc.



Slika 1: Jahač, ki se giblje med odbojnikoma na vodoravni zračni drči, je klasična prispodoba delca v škatli.

Z elektroni so naredili interferenčne poskuse, kakršni so značilni za valovanje. Taki poskusi pričajo, da je elektronom treba prirediti lastnosti valovanja. Na drugi strani imajo elektroni dano maso in dani naboj ter jim priredimo gibalno količino $G = mv$ in energijo – kot delcem. Ta dvojnost je značilna za kvantno mehaniko.

Opremo se na enačbo iz klasične fizike $G = W/c$, ki povezuje gibalno količino svetlobe G in preneseno energijo W . Upoštevamo še enačbo kvantne fizike $W = h\nu$, s katero je Max Planck elektromagnetnemu valovanju s frekvenco ν priredil obroke energije, *kvante* ali *fotone*. Skupaj dasta enačbi za gibalno količino fotona $G = h\nu/c = h/\lambda$. Uporabimo jo za počasne elektrone z gibalno količino $G = mv$. Elektronom z dano hitrostjo priredimo valovanje z valovno dolžino:

$$\lambda = \frac{h}{G} = \frac{h}{mv}. \quad (1)$$

Spoznanje povežemo z ugotovitvijo, da se delec v škatli po osi x giblje na intervalu koordinat $0 < x < x_0$. To je tako kot pri struni s krajiščema pri $x = 0$ in $x = x_0$. Vpeti krajišči mirujeta in sta tam vozla, deli strune med vozlima pa se gibljejo. Razdalja med vozlima je enaka celemu večkratniku polovične valovne dolžine $x_0 = n\lambda/2$ s celim številom $n = 1, 2, 3 \dots$ (Slika 2). Struna niha z *lastno frekvenco* $\nu_n = c/\lambda = nc/(2x_0)$. Frekvenca je najmanjša pri $n = 1$, to je *osnovna lastna frekvenca* $\nu_1 = c/(2x_0)$. Večje so *višje harmonične frekvence* $\nu_2 = 2\nu_1$, $\nu_3 = 3\nu_1 \dots$

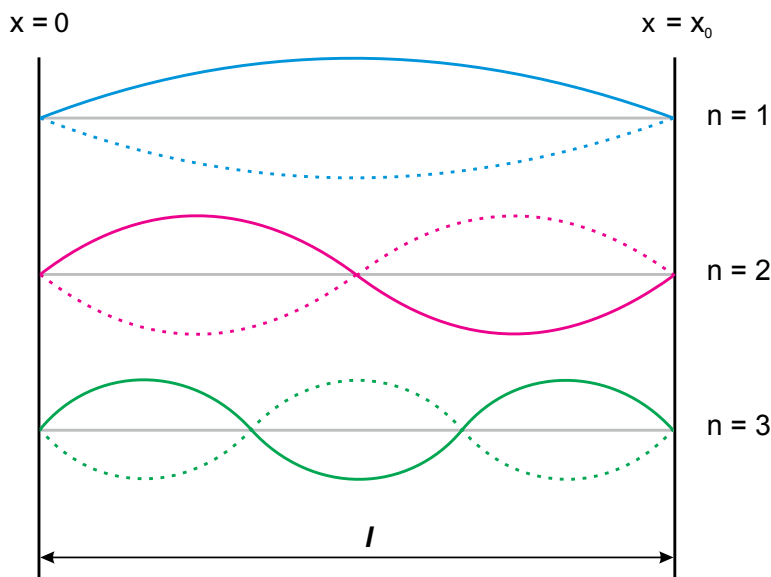
Ugotovitve za struno prilagodimo delcu v škatli. Vlogo frekvence prevzame energija, ki je povezana z gibalno količino $mv = \sqrt{2W_k m}$. Za energijo dobimo:

$$W_n = \frac{n^2 h^2}{8mx_0^2}. \quad (2)$$

Najmanjšo energijo $W_1 = h^2/(8mx_0^2)$ ima delec v *osnovnem stanju*. Večje so energije *vzbujenih stanj* za $n = 2, 3 \dots$ to je $W_2, W_3 \dots$ (Slika 3). Za vezane sisteme v kvantni mehaniki je značilno, da imajo lastna stanja z določeno energijo in da ni stanj pri vmesnih energijah. To je drugače kot v klasični mehaniki, v kateri se energija telesa lahko spreminja zvezno.

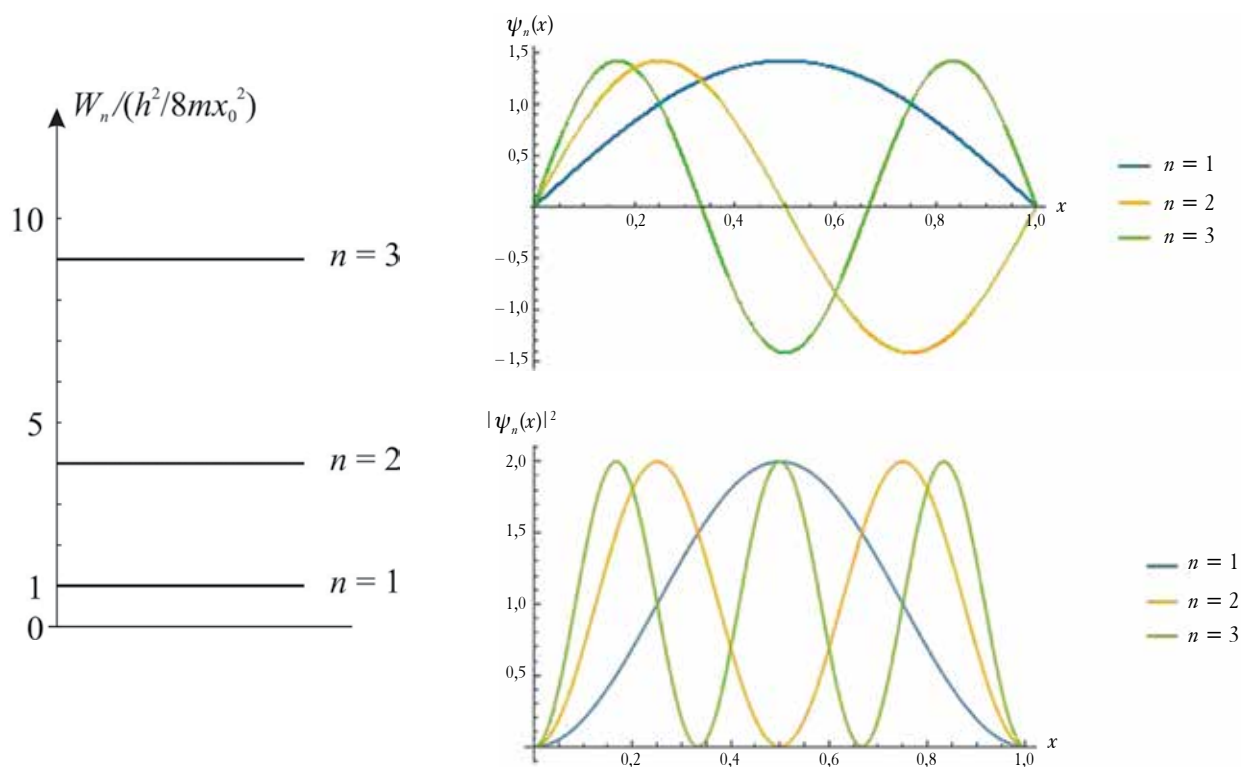
Energija delca v osnovnem stanju ni enaka 0. Tudi to je drugače kot v klasični mehaniki, ko lahko jahač na zračni drči ustavimo, da miruje in ima energijo 0. Za kvantno mehaniko je

Za vezane sisteme v kvantni mehaniki je značilno, da imajo lastna stanja z določeno energijo in da ni stanj pri vmesnih energijah. To je drugače kot v klasični mehaniki, v kateri se energija telesa lahko spreminja zvezno.



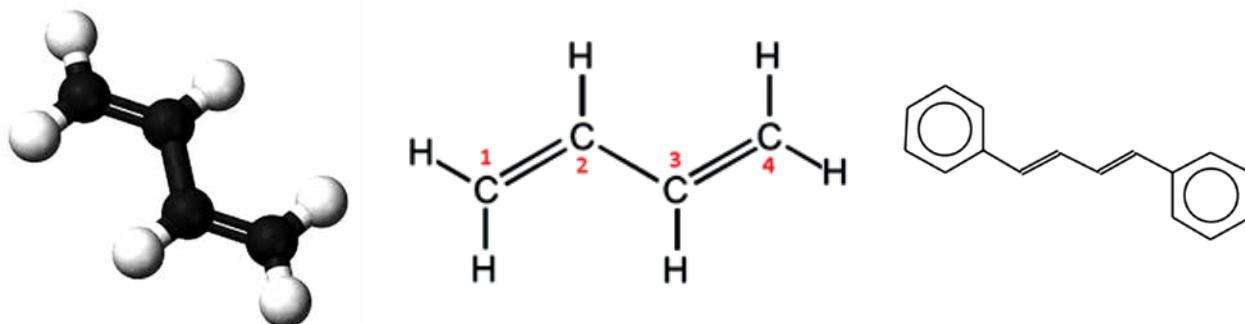
Slika 2: Trenutna slika strune med vpetima krajiščema pri osnovni frekvenci ter prvi in drugi višji harmonični frekvenci. Odmiku dela strune od ravnesne lege pri delcu v škatli ustreza *valovna funkcija*, ki je ne moremo neposredno opazovati. Neposredno pa lahko opazujemo kvadrat njene absolutne vrednosti. Kot rezultat bi ga dobili pri velikem številu poskusov, pri katerih bi merili lego elektrona. Preračunano na en elektron bi to dalo verjetnostno gostoto.

značilno, da delec v osnovnem stanju ne miruje. Delec ostane vezan na območje med $x = 0$ in $x = x_0$ ter nedoločenost njegove koordinate ocenimo z $\Delta x = x_0$. Iz enačbe (2) izračunamo kvadrat gibalne količine $G_n^2 = 2mW_n = n^2 h^2 / (2x_0)^2$. Nedoločenost gibalne količine ocenimo s korenem tega izraza: $\Delta G = nh / (2x_0)$. Za produkt obeh nedoločenosti dobimo $\Delta x \Delta G = \frac{1}{2} nh$. Tako smo se za poseben primer dokopali do *Heisenbergovega načela nedoločenosti* ali *Heisenbergove neenačbe* $\Delta x \Delta G \gtrsim h$, ki je značilna za kvantno mehaniko. Produkt nedoločenosti koordinate in ustrezne komponente gibalne količine ima spodnjo mejo. S tem načelom lahko pojasnimo posebnosti kvantne mehanike.



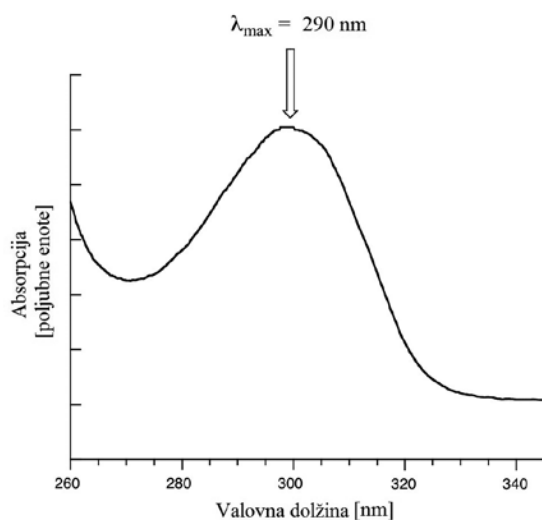
Slika 3: Lestvica stanj delca v škatli za osnovno stanje ter prvo in drugo vzbujeno stanje z ustreznimi valovnimi funkcijami in verjetnostnimi gostotami.

Enačbo (2), do katere smo prišli s trditvami, ki jih nismo posebej preizkusili, bi radi podprli z merjenji. To v kemijskih učbenikih in poučnih člankih naredijo pogosteje kot v fizikalnih [1]–[5]. Za prvi zgled vzemimo butadien, natančneje 1,3-butadien z molekulo v obliki verige C_4H_6 (Slika 4). Med prvim in drugim ter med tretjim in četrtem ogljikovim atomom je dvojna vez, med drugim in tretjim pa enojna. V verigi ogljikovih atomov z izmenjavajočimi se dvojnimi in enojnimi vezmi – *konjugiranimi vezmi* – vsak atom ogljika odda enega od obeh najšibkeje vezanih elektronov. Oddani elektroni se gibljejo po molekuli in se na krajiščih prožno odbijajo – kot delec v škatli.



Slika 4: Prikaz zgradbe molekule 1,3-butadiena s krogličnim modelom, strukturno formulo in skeletno formulo.

Dodati moramo še *Paulijevo izključitveno načelo* ali *Paulijevo prepoved*, ki velja za elektrone: vsako stanje lahko zasede največ en elektron. V prispodobi si lahko predstavljamo, da se elektron »vrti okoli težiščne osi«. To prinese dve možni stanji, vrtenje v nasprotni smeri urnega kazalca in vrtenje v smeri urnega kazalca. Elektron ima spin $\frac{1}{2}$ in njegova komponenta kaže v določeno smer, na primer v smer magnetnega polja ali v nasprotno smer. Tako lahko zasedena stanja z danim n kvečjemu dva elektrona. Pri butadienu sta dva od štirih elektronov v osnovnem stanju $n = 1$ in preostala dva v stanju $n = 2$. Najnižje nezasedeno stanje je $n = 3$ (Slika 5). Paulijeva prepoved utegne biti razlog, da v kemijskih knjigah in člankih raje kot v fizikalnih enačbo (2) podprejo z merskimi podatki. Fizikalni učbeniki najprej obdelajo posamične delce in šele potem skupine enakih delcev ter Paulijevo prepoved. Poleg tega je treba uporabiti podatke iz kemije.



Slika 5: Prehod med stanjema elektronov v butadienu pojasni najmočnejšo absorpcijo in fluorescenca.

V prispodobi si lahko predstavljamo, da se elektron »vrti okoli težiščne osi«. To prinese dve možni stanji, vrtenje v nasprotni smeri urnega kazalca in vrtenje v smeri urnega kazalca. Elektron ima spin $\frac{1}{2}$ in njegova komponenta kaže v določeno smer, na primer v smer magnetnega polja ali v nasprotno smer. Tako lahko zasedena stanja z danim n kvečjemu dva elektrona.

Najmanjša energija, ki jo lahko sprejme molekula butadiena, je razlika energij $W_3 - W_2$. V splošnem velja:

$$\Delta W = W_{n+1} - W_n = \frac{(n+1)^2 h^2}{8m\alpha_0^2} - \frac{n^2 h^2}{8m\alpha_0^2} = \frac{h^2(2n+1)}{8m\alpha_0^2}. \quad (3)$$

Tej energijski razliki ustreza elektromagnetno valovanje s frekvenco $\nu = \Delta W/h$ in valovno dolžino:

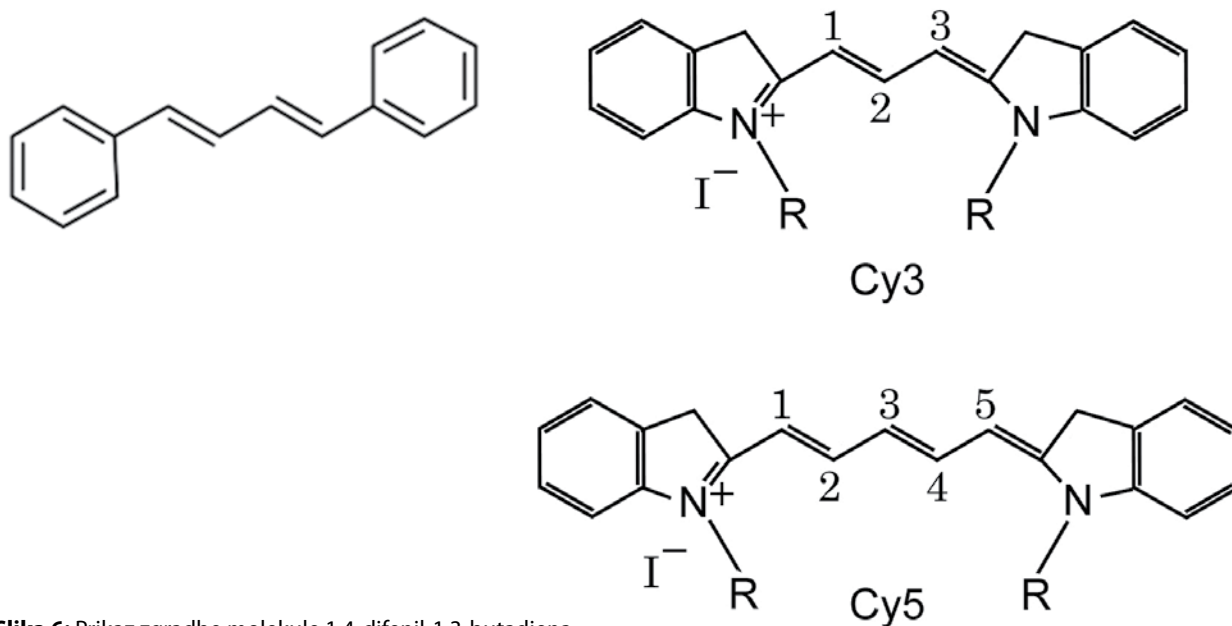
$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{8cmx_0^2}{(2n+1)h}. \quad (4)$$

V enačbi (4) za butadien je $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg masa elektrona, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js Planckova konstanta in $n = 2$. Potrebujemo še podatek za velikost škatle x_0 . Sosednja atoma ogljika v verigi sta v razmiku 0,14 nm, tako da za razmik med skrajnima ogljikovima atomoma vzamemo 0,42 nm. Elektron prodre v skrajna ogljikova atoma na vsaki strani za 0,10 nm, tako da je smiselno za velikost škatle vzeti $x_0 = 0,62$ nm. Enačba (4) da potem $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-7}$ m = 250 nm. Merjenje pokaže, da butadien najmočneje absorbira ultravijolično svetlobo z valovno dolžino 290 nm. To se približno ujema z dobljenim rezultatom. Pojav se pokaže kot fluorescenca. Butadien obsevamo s svetlobo s frekvenco, večjo od navedene. Molekule z absorpcijo preidejo iz osnovnega stanja v prvo vzbujeno stanje in pri prehodu v osnovno stanje na vse strani sevajo svetlobo z izmerjeno frekvenco.

Pri spojini 1,4-difenil-1,3-butadien (Slika 6), ki jo naredijo iz butadiena in ima na krajiščih fenilni skupini, ni potreben podatek o tem, koliko elektron prodre v skrajna ogljikova atoma. Računati smemo, da se elektron odbije na skrajnih ogljikovih atomih pri velikosti škatle $5 \cdot 0,14$ nm = 0,70 nm. Spojina v organskem topilu najmočneje absorbira svetlobo pri valovni dolžini $\lambda_0 = 350$ nm, medtem ko da račun za delec v škatli 320 nm. Tudi to dvojje se zadovoljivo ujema. Račune in merjenje valovne dolžine ponovijo za sorodne spojine z dvema in štirimi dodatnimi ogljikovimi atomi v molekuli. Ujemanje postaja z naraščajočim številom ogljikovih atomov in elektronov slabše.

Podobne račune naredijo tudi za druge molekule z verigami ogljikovih atomov z izmenjavajočimi se dvojnimi in enojnimi vezmi. Cianini, skupina barvil s simetričnimi molekulami, imajo na sredi in na krajiščih dušikove atome, med katerimi je na obeh straneh veriga ogljikovih atomov. Na vsaki strani molekule so lahko po trije ogljikovi atomi, pet ogljikovih atomov, sedem ogljikovih atomov in tako dalje. Naj bo v molekuli k dodatnih skupin $-C=C-$, tako da je na vsaki strani $2k + 5$ atomov, če štejemo tudi dušikova atoma, in $k + 3$ elektronskih parov. Za dolžino vsake od obeh strani vzamemo $(0,25(k + 1) + 0,57)$ nm. Dodatek 0,57 nm upošteva prispevek dušikovih atomov na krajiščih in v sredini ter dodatnega ogljikovega atoma.

Butadien obsevamo s svetlobo s frekvenco, večjo od navedene. Molekule z absorpcijo preidejo iz osnovnega stanja v prvo vzbujeno stanje in pri prehodu v osnovno stanje na vse strani sevajo svetlobo z izmerjeno frekvenco.



Slika 6: Prikaz zgradbe molekule 1,4-difenil-1,3-butadiena in prikaz zgradbe predstavnikov cianinskih barvil.

Za štiri spojine, za katere je po vrsti k enak 0, 1, 2 in 3 ter n enak 3, 4, 5 in 6, se izračunane valovne dolžine 310 nm, 420 nm, 520 nm in 620 nm na dve mesti natančno ujemajo z izmerjenimi. To je bolje kot pri butadienu in sorodnih spojinah. Številni drugi računi kažejo, da je model delca v škatli uporaben za nekatere dolge molekule z verigo ogljikovih atomov, a da od njega ne smemo pričakovati natančnih rezultatov. Model je mogoče izboljšati. Z dodatki k dolžini škatle smo upoštevali, da potencialna energija na mejah škatle ni zelo velika in elektron lahko predre mejo. To upoštevamo s potencialno jamo, ki ni neskončna. Poleg tega vzamemo, da njeno dno ni ravno.

Na koncu naredimo zanimiv račun z načelom nedoločenosti za vodikov atom. Vzemimo, da je nedoločenost oddaljenosti elektrona od jedra Δr in nedoločenost radialne komponente gibalne količine ΔG . Nedoločenost oddaljenosti je tem večja, čim večja je oddaljenost, in nedoločenost komponente gibalne količine je tem večja, čim večja je komponenta gibalne količine. Po tem postavimo zvezo:

$$rG = \hbar,$$

v kateri je $\hbar = h/(2\pi)$. V njej smo samovoljno izbrali številske faktorje. Zvezo $G = \hbar/r$ uporabimo v izrazu za vsoto kinetične in potencialne energije vodikovega atoma in jo dopolnimo do kvadrata:

$$W = \frac{G^2}{2m} - \frac{A}{r} = \frac{\hbar^2}{2mr^2} - \frac{A}{r} = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{2mA}{\hbar^2 r} \right) = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{1}{r} - \frac{Am}{\hbar^2} \right)^2 - \frac{A^2 m}{2\hbar^2}$$

Vpeljali smo okrajšavo $A = e_0^2/(4\pi\epsilon_0)$, v kateri je $-e_0$ naboj elektrona in $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/(Vm)}$ influenčna ali električna konstanta.

Energija je najmanjša, ko je kvadratni člen enak 0 in je

$$r = r_B = \hbar^2/(Am) = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/(e_0^2 m) = 0,0528 \text{ nm Bohrov polmer.}$$

Za energijo osnovnega stanja vodikovega atoma dobimo:

$$W_1 = -\frac{A^2 m}{2\hbar^2} = -\frac{e_0^4 m}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} = -13,6 \text{ eV.}$$

Ionizacijska energija, to je najmanjša energija, ki jo moramo dovesti vodikovemu atomu v osnovnem stanju, da odtrgamo elektron, je $W_i = 0 - W_1 = 13,6 \text{ eV}$ ($1 \text{ eV} = 1 e_0 \cdot 1 \text{ V}$). Natanko toliko izmerimo. Smo pač spretno izbirali številske faktorje.

Če bi zahtevali $rG = n\hbar$, bi dobili tudi energije vzbujenih stanj, a ne bi mogli dobro utemeljiti, zakaj vsakokrat vzamemo najmanjšo mogočo energijo.

Nedoločenost oddaljenosti je tem večja, čim večja je oddaljenost, in nedoločenost komponente gibalne količine je tem večja, čim večja je komponenta gibalne količine.

Ionizacijska energija, to je najmanjša energija, ki jo moramo dovesti vodikovemu atomu v osnovnem stanju, da odtrgamo elektron.

Literatura

- [1] R. E. Gerkin, *A molecular spectral corroboration of elementary operator quantum mechanics*, Journal of Chemical Education, **42**, (1965), 1840–1845.
- [2] R. S. Moog, *Determination of carbon-carbon bond length from the absorption spectra of cyanine dyes*, Journal of Chemical Education, **68**, (1991), 507–508.
- [3] J. J. Farrell, *The absorption spectra of a series of conjugated dyes*, Journal of Chemical Education, **62**, (1985), 351–352.
- [4] B. D. Anderson, *Alternative compounds for the particle in a box experiment*, Journal of Chemical Education, **74**, (1997), 985.
- [5] B. D. El-Issa, *The particle in a box revisited*, Journal of Chemical Education, **63**, (1998), 781–784.
- [6] J. Autschbach, *Why the particle-in-a-box model works well for cyanine dyes but not for conjugated polyenes*, Journal of Chemical Education, **84**, (2007), 1840–1845.

Pretvarjanje enot – ali res mora biti tako težko?

Natalija Podjavoršek

Osnovna šola Ledina, bolnišnični šolski oddelki

Povzetek

Pretvarjanje enot je za učence in dijake ena manj zaželenih vsebin tako pri matematiki kot pri fiziki. Zagotovo je razlog tudi ta, da učenci in dijaki ne razumejo samega sistema pretvarjanja in se zato pretvarjanja poskušajo naučiti na pamet, namesto da bi se na pamet naučili samo skrivnega jezika merskih predpon. Prispevek prinaša šest konkretnih korakov za pomoč učencem in dijakom pri spopadanju s pretvarjanjem. Preberite jih in preizkusite, ali delujejo tudi pri vas.

Ključne besede: pretvarjanje enot, merske predpone, skrivni jezik

Converting Units – Does It Have to Be Difficult?

Abstract

Unit conversion is among the less popular mathematics and physics lessons, partially because students do not understand the conversion system and try to memorise it instead of simply learning the secret language of unit prefixes. The article introduces six practical steps to help students learn how to convert measurement units. Read what they are and test them out to see if they work for you as well.

Keywords: unit conversion, prefixes of measurement units, secret language

Kot učiteljica matematike in fizike v bolnišnični šoli se vedno znova srečujem z izzivom, kako pomagati učencem in dijakom, da jim bo pretvarjanje enot nekaj prijetnega in ne nekaj, česar se vedno znova prestrašijo.

Z dogovorjenimi merskimi enotami se otroci srečajo že v drugem razredu. V četrtem razredu jih že začnejo pretvarjati, in ko pridejo v osmi razred, kjer se pri urah fizike ponovno srečajo z merskimi enotami, so jih vsi že naveličani in prepričani, da je to snov, ki je ne bodo nikoli dobro znali in zato nikoli z veseljem reševali. Tako v osmem razredu zopet porabimo precej časa za to, da se učenci naučijo pretvarjati, in zdi se, da tam vsaj najboljši to zares znajo. Ko pa pridejo v prvi letnik srednje šole, se tudi gimnazijci ponovno »mučijo« s pretvarjanjem. Ne samo oni, tudi jaz kot njihova profesorica imam pred sabo težak izziv, kako jih prepričati, da je pretvarjanje res nekaj prijetnega in prav nič hudo težkega. Naučiti se je treba postopka in potem z njegovo pomočjo lahko pretvoriš vse, tudi najzaprtejšee enote.

Pretvarjanje enot poučujem tako osnovnošolce kot srednješolce, saj v bolnišnici učim na obeh stopnjah. Zdaj,

po več kot 15 letih poučevanja, si že upam reči, da sem našla način, kako jih učiti pretvarjanja, da to ni več vedno znova nočna mora. O tem, da mi je to uspelo, pričajo tisti bolni učenci oz. dijaki, ki sem jih imela priložnost učiti pretvarjanja enot v osnovni šoli in so se potem zaradi zapletov bolezni ponovno znašli v bolnišnici v srednji šoli. Povedali so mi, da s pretvarjanjem nimajo težav, ker razumejo postopek. Pa tudi srednješolci, ki sem jih pretvarjanje učila v prvem letniku, so mi ob srečanju v kasnejših letnikih pokazali, da znajo pretvarjati. Svoj način razlaganja enot in pretvarjanja sem preizkusila tudi na svojem sinu, ki obiskuje osmi razred. Matematike in fizike se od petega razreda ne uči v šoli, ampak doma, in tudi njemu je pretvarjanje enot zanimiv izziv.

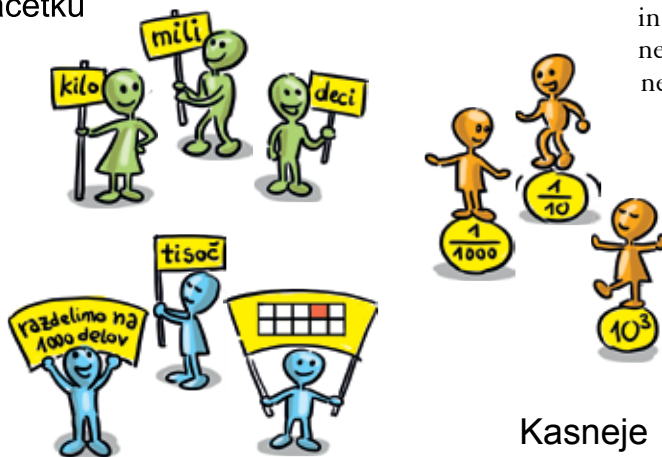
Ne bom se ukvarjala s tem, zakaj je razumevanje enot in pretvarjanje za učence in dijake takšen problem, ampak bom le predstavila svoj način poučevanja. Spomnim se, da sem tako začela poučevati kot petošolka, in sicer svoje sošolce, ki nikakor niso razumeli, kako pretvarjati enote, ko pa sem jim na tablo narisala tabelo in jim jo razložila, so postali uspešni.

1. korak: MERSKE PREDPONE SO SKRIVNI JEZIK – treba se ga je naučiti, da potem lahko dešifriraš skrita sporočila

V času francoske revolucije, pred dobrimi dvesto leti, so se med drugim dogovorili, da bodo merske enote povsod enake. Tako so določili tudi razdaljo en meter. Kmalu se je pokazala potreba po ustreznih večjih in manjših enotah, zato da bi bilo merjenje enostavnejše in izmerjene količine razumljivejše. Čudno se sliši, če rečemo, da je nek kraj oddaljen 800.000 m, veliko lepše je reči 800 km. Še bolj čudno je, če rečemo, da je konica barvice debela 0,001 m, veliko lepše in razumljivejše je, če rečemo 1 mm. Zato so poleg osnovnih enot vpeljali še večje in manjše enote. Te so bile desetiški večkratniki osnovne enote. Za te večkratnike pa so si izmislili poseben skrivni jezik, imenovan merske predpone. Namesto tisoč enot so rekli kilo, namesto deset enot, deka ... Ker pa so matematiki in fiziki zelo praktični ljudje, so za vsako skrivno besedo določili še simbol. (Tabela 1)

Če želijo ta skrivni jezik razumeti, se ga morajo naučiti. Učiti se ga lahko začno že v drugem razredu, ko se prvič srečajo s temi enotami. Na začetku se učijo samo nekatere skrite besede (kilo, deka, deci, centi, mili), potem pa

Na začetku



Kasneje

vsako leto dodajo še kakšno novo. V osmem razredu tudi giga, tera, nano, piko ... Druge predpone lahko omenimo, ni pa potrebe, da bi se jih otroci učili na pamet, saj jih praktično nikoli ne srečajo, tudi v srednji šoli ne.

Kako se jih učimo?

1. možnost: *Iščemo pare (kasneje lahko tudi trojke in pravilne četverčke – štiri karte z istim pomenom)*

Prvi skupini otrok razdelimo lističe, na katerih so zapisane skrivne besede – kilo, hekta, deka, deci, centi in mili. Drugim otrokom damo lističe z zapisanimi števili – deset, sto, tisoč, milijon, razrezano na deset delov, razrezano na sto delov, razrezano na tisoč delov. Ker je otrok

več, razdelimo več lističev z isto besedo – vsaka skrivna beseda mora najti ustrezen s številom izražen pomen.

Kasneje lahko dodamo še lističe z zapisom števil 10, 100, 1000, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ in naloga otrok je čim prej sestaviti pravilne trojke. Ko dodamo še zapis z decimalnimi števili in potencami (10^1 , 10^2 , 10^3 , 0,1, 0,01, 0,001), otroci sestavljajo pravilne četverčke.

Ker imajo otroci radi tekmovanja, lahko lističe plastificiramo in se igro iskanja ustreznih parov (trojk oz. četverčkov) igramo vsak dan v določenem časovnem obdobju. Na učiteljev znak otroci začnejo iskati, učitelj pa meri, koliko časa potrebujejo, da nalogo uspešno opravijo. Porabljeni čas učitelj zapiše v tabelo, ki visi na vidnem mestu v razredu. Otroci so tako motivirani, da nalogo rešijo čim hitreje, posledično pa se učijo merskih predpon. Nalogo lahko tudi otežimo, zato da pri sestavljanju aktiviramo čim več otrok. Ko iščejo pravilne pare (trojke, četverčke), morajo biti vsi čisto tiho ali pa med sestavljanjem ne smejo govoriti, tisti, ki imajo lističe s skrivnimi besedami, pa se ne smejo premikati ...

To, koliko različnih lističev damo v obtok, je odvisno od starosti otrok. Če se gremo igro prvič pri fiziki v osmem razredu, bomo kmalu dali vse mogoče lističe – enkrat skrivne besede (v osmem razredu se lahko že zmotimo in rečemo predpone) in zapise s potencami, drugič skrivne besede in zapise z ulomki in potencami, tretjič skrivne besede in zapise z decimalnimi števili. Toliko lističev, kot je otrok. Če je otrok 24, lahko damo deset skrivnih besed, deset števil, zapisanih s potencami, če so večje od 1, in z decimalnimi zapisi, če so manjše od 1, in zraven še štiri zapise z ulomki.

Seveda pa bo pri fiziki lažje, če bodo ti otroci predpone osvojili že pri urah matematike v nižjih razredih, zato je smiselno, da učitelj fizike igro iskanja predstavi učiteljem matematike in razrednim učiteljem.

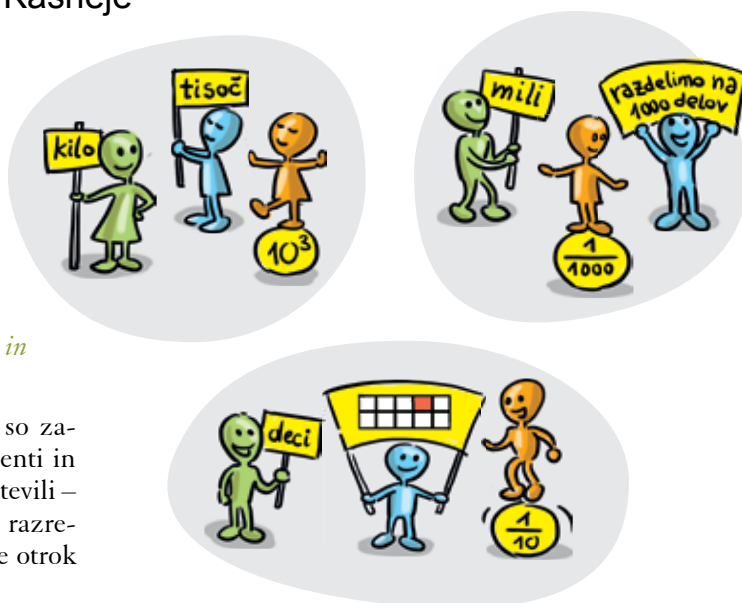


Tabela 1

Skrivna beseda	Njen simbol	Kaj pomeni?
GIGA	G	1.000.000.000
MEGA	M	1.000.000
KILO	k	1000
HEKTO	h	100
DEKA	da	10
DECI	d	nekaj razdeliš na deset enakih delov = 1/10
CENTI	c	nekaj razdeliš na sto enakih delov = 1/100
MILI	m	nekaj razdeliš na tisoč enakih delov = 1/1000
MIKRO	μ	nekaj razdeliš na milijon enakih delov = 1/1.000.000
NANO	n	nekaj razdeliš na milijardo enakih delov = 1/1.000.000.000

2. možnost: *Skryvnih besed se učimo s pomočjo pesmice*

V četrtem razredu bi lahko začeli z branjem pesmice, v kateri bi bili skrite besede in pretvorniki poudarjeni. Pesmica lahko visi nekje v razredu, da jo otroci velikokrat vidijo in počasi s temi »skritimi besedami« postanejo popolnoma domači. Seveda lahko učitelj sam sestavi še bolj zanimivo pesmico.

Primer pesmice:

Tisoč je kilo, **hekto** je sto

in **deka** deset prelepih deklet.

Karkoli dobim, pošteno delim,

iz ene hruške **debele** **deset** **decihrušk** dobim.

Čokolade veliko jesti ne smem,

zato na sto delov razrežem jo

in vsakemu dam samo eno **centi**čokoladico.

Še manj pa sol zame zdrava je,

na tisoč delov **zato razdeli** en paket soli se

in vsak dan samo eno **milis**ol dobi,

prav vse zato, da lahko bolj zdravo in dolgo živi.

3. možnost: *Prevajanje »čudnih enot«*

To možnost običajno uporabljam v osmem razredu z namenom, da učenci sprejmejo merske predpone kot skrivni jezik, ki ima vedno enak pomen in se ga zato ni treba učiti vedno znova. Otroci se sicer na pamet posebej učijo pretvornike za enote za dolžino, posebej za enote za maso. Ko kasneje pridejo nove enote (N, Pa, V, A, J), se učijo znova oz. naloge sploh ne rešijo, ker ne vedo, kako.

Potem ko zapišemo, kaj katera beseda pomeni, jih začnem spraševati: kilohruška – tisoč hrušk, megazvezek – milijon zvezkov, dekaMiha – deset Mihov, milipiškot – tisočina piškota ... Ko osvojijo te »čudne enote«, dodam prave enote, ki jih še ne poznajo. Centivolt, milivat, meganjuton ...

2. korak: PRETVARJANJE ENOT S POMOČJO TABEL

Z učenci in tudi dijaki začnemo pretvarjati enote s pomočjo tabel. Vedno želim, da tabelo rišejo sami, in sicer skoraj pri vsaki nalogi novo. Samo prvo uro jim ponudim narisano prazno tabelo, ki jo izpolnimo skupaj. Izpolnjevati začnemo pri srednjem stolpcu. Povem, da je tam vedno enota brez predpone (gram, liter, meter). Pri tem tudi povem, da so vse osnovne enote brez predpone, razen enota za maso, kilogram. V nadaljevanju vedno rišejo tabelo s prosto roko, spodbujam jih, da za risanje tabel porabijo čim manj časa. Bistvo je, da znajo tabele narisati, z njeno uporabo v večini nimajo težav. Na začetku jih spodbujam, da poleg simbolov za predpone zapišejo še desetiške potence, tudi v stolpcih brez predpone, saj se je izkazalo, da tako bolj razumejo. Ne delamo posebne tabele za različne enote, ampak za vse uporabljajo isto tabelo. Na začetku si sicer še vsi v obstoječo



Tabela 2

M			k	h	da		d	c	m			μ	Stolpce označimo s simboli za predpone.
10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	Zapišemo desetiške potence.
			1	3	2	4							$1,324 \text{ km} = 1324 \text{ m}$
Mg			kg	hg	dag	g	dg	cg	mg			μg	Na začetku še zapišemo celotne enote.
Mm			km	hm	dam	m	dm	cm	mm			μm	

tabelo zapišejo točno določene enote (recimo kg, hg, dag, g, dg ...), kasneje si enote lahko dodajo samo v mislih. Vedno pa zapišemo vse mogoče enote, tudi tiste, ki jih v resnici sploh ne uporabljamo (npr. dg, cg, hg, dam, hm). Vse zato, da učenci vedo, da so enote tam, da imajo svoj pomen, čeprav smo se nekoč zaradi praktičnih razlogov odločili, da jih ne bomo uporabljali.

Za dobro delo je treba otroke opozoriti še na decimalne zapise.

Če imamo 1,324 kilometra, se kilometri končajo pri decimalni vejici, preostali »drobiž« zapišemo v stolpce za to enoto. Naučimo se, da pišemo v vsak stolpec eno število, razen pri enotah, ki so zapisane s stopnjo, večjo od 1 (m^2 , dm^3 ...). (Tabela 2)

Kasneje otrokom dovolim, da v tabelo v resnici sploh ne vpisujejo števil, ampak si jih predstavljajo v mislih ob gledanju na tabelo in potem takoj napišejo rezultat. Najboljši čez nekaj časa sploh ne potrebujejo več tabel, dovolj je, da imajo »zapisano« v možganih. Premikajo samo vejico. A zelo pomembno je, da najprej pretvarjajo s tabelo, sicer se nekaj naučijo na pamet in nikoli ne vedo, ali delajo prav ali ne.

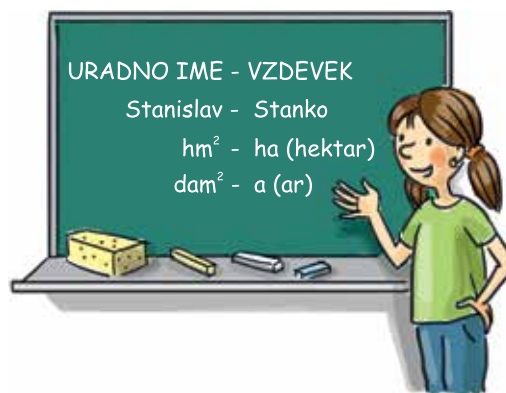
3. korak: O enotah za ploščino in o tem, da sta ar in hektar vzdevka

Z otroki najprej narišemo 1 dm^2 in brez težav kmalu ugotovimo, da je to 100 cm^2 . To vpišejo v tabelo in ob tem ugotovijo, da pri kvadratnih enotah v vsakem stolpcu vpišemo dve števili in ne samo eno kot pri enotah prve stopnje. Posebej jih je treba opozoriti na to, da recimo 4 m^2 vpišemo na drugo mesto v stolpcu brez predpone, kot bi vpisali 04 m^2 . Še vedno pa velja, da decimalna vejica označuje konec neke enote. 4,15 cm^2 je tako 415 mm^2 . (Tabela 3)

Na začetku je seveda lažje, če si zapišejo celotne enote za ploščino in ne samo predpone. Po nekaj vaje pa to ni več

Tabela 3

M			k	h	da		d	c	m			μ	
							1	00					1 $\text{dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$
								04	15				4,15 $\text{cm}^2 = 415 \text{ mm}^2$



potrebno, samo upoštevati morajo, da sta pri kvadratnih enotah v vsakem stolpcu dve mesti. Tabelo pišemo samo od kilo do mili in ne naprej, to skoraj vedno zadošča. Najprej si napišejo enote za dolžino (km, hm, dam, m, dm, cm, mm), potem vse enote kvadrirajo (km^2 , hm^2 , dam^2 , m^2 , dm^2 ...). Napišejo tudi hm^2 in dam^2 . Otroci seveda kmalu povedo, da za ti enoti še niso slišali. Na tem mestu jim razložimo, da ti enoti Slovenci sicer uporabljamo, da pa smo zanj določili drugo ime – vzdevka. Tako kot Miroslave hitro preimenujemo v Mirote in Stanislave v Stankote. Namesto o hm^2 tako govorimo o hektarjih (ha) in namesto o dam^2 o arih (a – srednja črka od dam^2). V tabeli zato pripišemo še ta »vzdevka«. Kadarkoli otrokom enote razložim tako, nimajo več težav. Ko slišijo ar, vedo, da je to dam^2 , torej kvadrat s stranico 1 dam = 10 m. Njegova ploščina je 10 m krat 10 m, kar je 100 m^2 . Enako si priključijo ha kot hm^2 , torej kvadrat s stranico 1 hm = 100 m. Če tega ne razložim tako oz. dokler tega ne razložim tako, pa imajo otroci s tem velike težave.

Tabela 4

km^2	hm^2 ha	dam^2 a	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
				1	00	
					4	15

4. korak: O enotah za prostornino in o tem, da ima dm³ dve imeni

Podobno kot pri tretjem koraku se tudi tukaj najprej vprašamo, koliko cm³ spravimo v 1 dm³. V osmem razredu to učenci hitro izračunajo in tako imamo na dlani ugotovitev, da bomo tukaj, kjer imamo kubične enote (stopnja 3), v vsak stolpec pisali tri števila. Potem je čas, da vodo iz litrske plastenke pretočimo v kocko z robom 1 dm in ob tem povemo, da je liter drugo ime za dm³. To zapišemo v tabelo. Potem povemo, da lahko tudi tukaj namesto 10 l zapišemo 1 dal, za 100 l = 1 hl itd. Tudi na tem mestu povemo, katere enote uporabljamo in katere ne – pišemo pa vse, zato da nam je lažje.

Tabela 5

km ³	hm ³ hl	dam ³ l	m ³	dm ³	cm ³	mm ³
			0 0 1	0 0 0	0 0 0	
			kl	hl dal l	dl cl ml	

5. korak: Otroci eno tabelo uporabljajo za pretvarjanje vseh enot, pretvarjajo tudi sestavljene enote

Otroci si skicirajo tabelo samo s predponami in potem pretvarjajo različne enote. (Tabela 6)

Sestavljene enote pretvarjajo tako, da pretvorijo vsako enoto posebej s pomočjo tabele in potem izračunajo. Za pretvarjanje jim namenoma dajem zelo čudne in zapletene enote, zato da so potem pri realnih nalogah presečeni nad lahkostjo primerov. Preden začnemo pretvarjati sestavljene enote, jim rečem, da se bomo igrali menjalnice. Recimo en dan lahko zamenjamo za 24 ur. Ali pa eno uro za 3600 sekund. Mersko število na začetku zapišemo v števec in vse enote pretvorimo v zahtevane enote s pomočjo tabele. Uporabimo zakon o zamenjavi in združimo vsa števila, jih poračunamo ter dobimo vrednost merskega števila z novo enoto.

$$314 \frac{\text{dm}^3 \cdot \text{hV}}{\text{min}} = \frac{314 \cdot 0,001 \text{ m}^3 \cdot 100 \text{ V}}{60 \text{ s}} = \frac{314 \cdot 0,001 \cdot 100 \text{ m}^3 \text{ V}}{60 \text{ s}} = 0,52 \frac{\text{m}^3 \text{ V}}{\text{s}}$$

Tabela 6

k	h	da		d	c	m	Zapišejo samo predpone brez enot.
			0	0 0 4			4 l = 4 dm ³ = 0,004 m ³
		1 2	0 0				12 a = 12 dam ² = 1200 m ²
0	0	0	0	2			0,0002 kV = 0,2 V

6. korak: Izziv za tiste, ki obvladajo računanje s potencami v osnovni šoli, in za vse srednješolce

Z najpogumnejšimi učenci in dijaki najprej ponovimo osnovna pravila za računanje s potencami, in sicer:

$$a^{nm} = a^{nm}, \quad \frac{a^n}{a^m} = a^{n-m},$$

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m}, \quad a^{-n} = \frac{1}{a^n}.$$

Nato se gremo menjalnice. Pri tem si ne pomagamo več s tabelo, ampak samo menjamo obstoječe enote za želenne enote. Kadar pretvarjamo iz enote s predpono v enoto brez predpone, samo zamenjamo predpono z ustrežno vrednostjo.

$$314 \frac{\text{dm}^3 \cdot \text{hV}}{\text{min}} = 314 \frac{(10^{-1} \text{ m})^3 \cdot 10^2 \text{ V}}{60 \text{ s}} = 314 \frac{10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 10^2 \text{ V}}{60 \text{ s}} = 0,52 \text{ m}^3 \text{ V/s}$$

MENJALNICA
"PRI MERSKI ENOTI"

Današnji tečaj:

1 dan = 24 h

1 kg = 1000 g

1 hl = 100 l = 100 dm³ = 0,1 m³

1 min = 60 s

BREZ PROVIZIJE!

Kadar moramo enoto brez predpone spremeniti v enoto s predpono, si lahko pomagamo z zapisom ob strani:

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V} \quad \longrightarrow \quad 1 \text{ V} = 10^{-3} \text{ kV}$$

Največ dela pa imamo, če moramo na ta način pretvoriti enoto s predpono v enoto z drugo predpono. V tem primeru najprej pretvorimo v enoto brez predpone in v naslednjem koraku menjamo za enote z željeno predpono.

V srednjih šolah pri urah fizike šesti korak že pridno vadijo, sama pa pretvarjanje enot uporabljam kot primer praktične uporabe računanja s potencami tudi pri urah matematike pri temi potenc. Velikokrat pri srednješolcih, včasih pa tudi pri zelo zagnanih osmošolcih.

Če ste korake samo prebrali, se vam mogoče zdijo nerazumljivi. Ko pa jih boste enkrat uporabili, boste videli, da so lahko nekaterim učencem prav res v veliko pomoč.

Po dežju hitro ali počasi

Pia Majcenovič

Učenka 9. razreda Osnovne šole bratov Polančičev Maribor

Povzetek

Članek opisuje potek, cilje, eksperimente in rezultate raziskovalne naloge, pri kateri sem ugotavljala, kdaj smo manj mokri – če po dežju tečemo ali hodimo. Raziskati sem želela, ali je prejeta količina dežja odvisna od hitrosti in površine.

Ključne besede: raziskovalna naloga, eksperiment, hoja, tek, količina dežnih kapljic

Moving in the Rain Quickly or Slowly

Abstract

The article describes the course, goals, experiments and results of the research paper, where I tried to discover if we get less wet running or walking in the rain. The aim was to find out if raindrop volume depends on velocity and surface.

Keywords: research paper, experiment, walking, running, raindrop volume

Uvod

Dež je glavni vir sladke vode v večini sveta. Pomemben je tudi zato, ker iz zraka čisti prah in druge nečistoče. Navdih za raziskovalno nalogo sem dobila, ko sem nekega dne doma pozabila dežnik in je po koncu pouka začelo deževati, mene pa so starši čakali pred šolo. Pot do avtomobila sicer ni bila dolga (cca. 40 m), a me je vseeno zanimalo, ali bi bila manj mokra, če tečem ali če hodim. Vedela sem že, da če po dežju hodimo (veter zanemarimo), nam dežne kaplje padajo samo na glavo in ramena, a smo dežju izpostavljeni dalj časa. Če pa tečemo, nam dežne kaplje padajo tudi na prednji del obleke, a smo dežju izpostavljeni krajši čas. Prav tako sem pred začetkom raziskovanja pobrskala po spletu in odkrila že precej člankov na to temo, a sem se vseeno odločila, da jo bom tudi sama raziskala in si postavila naslednje vprašanje: **Ali sta hitrost in površina res pomembni za prejeto količino vode in zakaj?**

Eksperimentalni del

Pred začetkom raziskovanja sem si podrobneje ogledala različne teoretske osnove, nato pa začela s poskusi. Za raziskovalno nalogo sem si naredila oblačilo, s katerim sem želela presteči dežne kaplje. Na oblačilu sem označila približno obliko obraza in izrisala oči. S škarjami sem nato izrezala model. Zgornji del telesa je bil malo ožji, spodnji pa širši.

Nato sem se odpravila pred šolo in izmerila razdaljo, ki jo po navadi opravimo od avta do vhoda v šolo (40 m). Na dan poskusov je deževalo, zato dežja ni bilo treba simulirati. Čas sem merila pri teku, hoji in hitri hoji. Pred začetkom hoje (teka, hitre hoje) sem osebo za izvedbo poskusa oblekla v obleko, ki sem jo izdelala iz spužve ter predhodno stehala. Po vsaki prehojeni oziroma pretečeni poti sem obleko spet stehala in tako izvedela, kolikšno količino vode je obleka vpila pri posamezni razdalji. Poskuse sem seveda ponovila večkrat in na koncu prišla do naslednjih rezultatov.



Slika 1: Oblika modela (povzeto po lastnem arhivu).

Tabela 1: Količina vode, ki jo je obleka vpila pri različnih načinih premikanja.

Način premikanja	Količina vode, ki jo je obleka vpila (g)
Hoja	9,6
Hitra hoja	7,5
Tek	5,4

Nato sem se odločila, da bom raziskala, kako površina teles vpliva na prejeto količino vode. V tej seriji poskusov sem simulirala dež. Uporabila sem 40 metrov dolgo cev, ki je imela ves čas enakomeren iztok. Za prikaz različnih površin sem uporabila kar navadno šolsko gobo in za njeno večjo površino uporabila širino in dolžino, za manjšo površino pa širino in višino. Gobo sem pritrdila tudi na voziček, da sem jo lažje in enakomerneje premikala. Zaradi natančnejših rezultatov sem v tem sklopu poskusov pomanjšala razdaljo, površino in čas (tek in hoja) v merilu 1 : 10. Poskuse sem tudi tokrat večkrat ponovila in nato izračunala povprečno vrednost.

Tabela 2: Prikazuje količino vode, ki je bila vpita pri različnih površinah in različnih načinih premikanja.

Površina gobe	Tek (količina vpite vode g)	Hoja (količina vpite vode g)
Manjša površina	5	12
Večja površina	6	15

Po končanem eksperimentiranju sem ugotovila, da lahko tudi s pomočjo znanja fizike izračunamo, v katerem primeru bomo manj mokri. V tem primeru sem računala število dežnih kapljic, ki so na nas padle na enaki razdalji in med različnimi načini premikanja. Predpostavila sem, da so dežne kapljice na nas padale poševno. Najprej sem si izpisala podatke. Nato pa sem jih vstavila v enačbo: najprej za hojo in nato še za tek. Delala sem po enačbi, ki sem jo

poiskala na spletu. Primer, ki je zatrjeval, da je bolje po dežju teči, je bil že rešen. Najprej sem si izpisala enačbo in vanjo vstavila podatke, ki so veljali za hojo – povzeto po [1].

$$N = \zeta \left(S_1 \frac{v_d}{\sqrt{v_c^2 + v_d^2}} + S_2 \frac{v_c}{\sqrt{v_c^2 + v_d^2}} \right) v_d t_1$$

Legenda:

N ... število vodnih kapljic, ki padejo na telo

ζ ... gostota dežnih kapljic

S_1 ... ploščina preseka glava-ramena

S_2 ... ploščina preseka trupa

v_d ... hitrost dežja

v_c ... hitrost človeka

t ... čas hoje oz. hitre hoje ali teka

Izračunala sem, da pri hoji na nas pade okoli 3700 dežnih kapljic. Nato sem v enako enačbo vnesla še podatke, ki so veljali za tek, in izračunala, da pri teku na nas pade okoli 1900 dežnih kapljic.

Po izračunih števila dežnih kapljic sem oba rezultata med seboj tudi delila in prišla do zelo podobnega rezultata kot pri eksperimentiranju.

Zaključek

Ugotovila sem, da je bolje, če po dežju tečemo, kot pa hitro hodimo oziroma hodimo. Nesporno je, da je količina dežja, ki se bo vpila v nas in v naša oblačila, odvisna od tega, v kaj smo tisti trenutek oblečeni (pelerina, bunda, jakna, pulover ...). Če bomo oblečeni v pelerino, smo lahko skoraj brez skrbi, da bi se zmočili. Kapljice bodo kar same od sebe spolzele po nas. Če pa bomo oblečeni v kakšno vpojnejše oblačilo, se moramo držati naših rezultatov, do bomo ostali čim bolj suhi.

Kadar hodimo proti cilju počasi, nam dežne kaplje padajo samo na vrh glave in ramena. Prav tako smo dežju izpostavljeni dalj časa. Kadar tečemo, pa smo mokri po vsem telesu, saj takrat kapljice padajo navidezno poševno. Hkrati smo na dežju manj časa. Menila sem, da je vseeno, ali po dežju tečemo ali hodimo. Predstavljala sem si, da gre v tem primeru za obratno sorazmerje, vendar ni tako. Tako sem potrdila izjavo, da je po dežju bolje teči kot hoditi. Na daljših razdaljah ali v zelo močnih nalivih je to brezpredmetno, saj smo v vsakem primeru premočeni.

Tako smo odgovorili na zastavljeno vprašanje, ki se je glasilo: Ali sta hitrost in površina res pomembni za prejeto količino vode in zakaj? Hitrost je pomembna, saj smo bili na enaki poti manj mokri, kadar smo pot pretekli kot pa, kadar smo jo prehodili. Prav tako je pomembna površina. Manjša površina bo prejela manj tekočine kot večja, prav tako je količina vpitega dežja odvisna od vpojnosti površine.

Vir

[1] Satcitananda, Šola učenja z najdaljšo tradicijo, Hoja in tek v dežju.

<http://xn--instrukcije-19b.net/instrukcije/fizika/resene-naloge-fizika/hoja-in-tek-v-dezju/#.WJCa-f1PhC70> (Dostop 1. 2. 2017)

Tehniški dan *Fizika v šoli*

Mojca Milone

Osnovna šola Solkan

dr. Milan Ambrožič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Oliver Batagelj in Andrej Batagelj

Atletski klub Gorica

Povzetek

Zaradi želje po razvijanju akcijskih kompetenc (npr. eksperimentalnih spretnosti) pri fiziki v osnovnih šolah učitelji pogosto iščemo priložnosti za spodbujanje zavzetega in odgovornega ravnanja učencev v šolskem in domačem okolju. Zato smo izvedli tehniški dan *Fizika v šoli*, na katerem so se ciklično izvajale delavnice s tremi temami: 1) poskusi, ki povezujejo fiziko in tehniko, 2) eksperimentalno ugotavljanje težišča, 3) seminar o povezavi fizike s športnimi disciplinami, konkretno z atletiko. Ker smo izzive delavnic zastavili kot problemske naloge, so učenci z zanimanjem spremljali delo: od začetnega razumevanja problema, prepoznavanja cilja naloge, predvidevanj in izvajanja poskusov z najprimernejšimi metodami dela do sinteze ustreznih ugotovitev.

Učenci so pri praktičnih dejavnostih uporabljali že usvojena znanja fizike in naravoslovja ter nemalokrat tudi izkušnje in ročne spretnosti. Prek povratnih informacij učencev je zaznati, da na tak način poglobijo in utrdijo razumevanje fizike ter spoznajo konkretno uporabnost tega predmeta v raznih življenjskih situacijah.

Ključne besede: enakomerno pospešeno gibanje, zračni upor, sile v statičnih konstrukcijah, nihanje, hitrost, težišče, obremenitve in delo v športu

Physics in School Technics Day

Abstract

In our desire to develop action competences (e.g. experimental skills) in primary school physics class, teachers are often looking for opportunities to encourage dedicated and responsible actions among students both in the school and home environment. For this reason, we organized a technics day called *Physics in School* with workshops that were carried out cyclically and were focused on three topics: 1) experiments connecting physics and technics, 2) experimental determining of the barycentre, 3) seminar on the connection between physics and sports disciplines, more specifically, athletics. Since the challenges were delivered in the form of problem solving tasks, the students were interested in the work – from the initial understanding of the problem and identifying of the goal, predictions, experimentation using the most appropriate work methods to the synthesis of the findings.

In their practical activities, the students relied on their already acquired physics and science knowledge, and frequently also on their experiences and manual skills. Based on their feedback, it can be concluded that this type of work helps them upgrade and refresh their physics knowledge as well as learn how to use it practically in various everyday situations.

Keywords: uniformly accelerated motion, air resistance, forces in static constructions, oscillation, velocity, barycentre, training load and work in sport

1 Uvod

V vrtincu novih tehnologij, sodobnih didaktičnih pristopov in metod ter pričakovanj po nalaaganju obsežnega in kakovostnega znanja v glave osnovnošolcev so učitelji v osnovni šoli pogosto negotovi, kako učence pospremiti v svet fizike [1]. Zato svoje poslanstvo čutijo v osveščanju mladih o uporabnosti fizike tako za osebni kot tudi družbeni razvoj. Hkrati so sistema-

tične didaktične raziskave pokazale pozitivno korelacijo med učiteljevim strokovnim znanjem, raziskovalnimi spretnostmi in samozavestjo na eni strani ter dvigom motivacije učencev za raziskovalno delo na drugi [2]. Motivacija je kompleksen proces, ki bi ga morali učitelji fizike in drugih predmetov dobro poznati tudi s teoretskega vidika, da bi bili pri spodbujanju motivacije čim uspešnejši [3].

Že med poletnimi počitnicami smo izvajalci delavnic in dolgoletni znanci razmišljali o interdisciplinarnosti in povezavi različnih, zanimivih tem v okviru fizike. Tako se nam je porodila ideja o konkretnih delavnicah fizikalnih tematik na začetku šolskega leta v šoli, saj imamo na svojih delovnih področjih številne didaktične izkušnje. Delavnice je bilo najenostavnejše umestiti v letni šolski načrt dela kot tehniški dan. Ker avtorica Mojca Milone poleg fizike poučuje tudi predmet *Tehnika in tehnologija* v vseh višjih razredih, je bila to izvrstna priložnost za načrtno kohezijo med fiziko in tehniko, tudi zato, ker v devetem razredu tehnike ni več.

Področja iz bolj ali manj vsakdanjega življenja, ki so povezana s tehniko, igro, športom in drugimi dejavnostmi in ki bi jih lahko z dovolj preprostimi poskusi povezali s fizikalnimi vsebinami, so med drugim: statične sile v nosilcih in konstrukcijskih materialih nasploh, gibanje padala, nihanje gugalnice, vožnja in spust po klancu z rolko itd. Kompetence, ki se pri takšnem delu krepijo, so povezane neposredno z eksperimentalnim delom (ročnost, natančnost, iznajdljivost ...), s prenosom teorije v prakso pa tudi z medsebojno komunikacijo, da niti ne govorimo o globljem fizikalnem razumevanju snovi [4, 5].

Tema o težišču se je zdela zelo primerna za osvežitev in dopolnitev znanja učencev v devetem razredu, ker se po učnem načrtu težišče obravnava v osmem razredu. Navadno je pri pouku fizike premalo časa, da bi se učitelj in učenci tej temi posvetili kaj bistveno bolj, kot je nekaj preverjanj že narisanih težiščnic preprostih ploskih teles (npr. pravokotne, trikotne ali trapezne lesene plošče) z obešanjem na vrvico. Vendar so lahko takšni poskusi za učence dolgočasni, posebej če so samo demonstracijski, poleg tega pa ne razvijajo učenčevih naravoslovnih kompetenc. Veliko zanimivejši bi bili za učence kombinirani skupinski poskusi, kjer bi sami ugotavljali lege težišč preprostih teles (največ likov) na dva alternativna načina, hkrati pa bi vključili tudi primere tridimenzionalnih teles. Takšno eksperimentiranje lahko prištevamo k raziskovalnemu učenju v šoli, ki je zaradi razvoja znanosti in tehnike postalo zelo priporočljivo [6, 7].

K sodelovanju je prva avtorica pritegnila še brata Oliverja in Andreja Batagelj, nekdanja vrhunška atleta, ki sta zdaj trenerja atletike v Atletskem klubu Gorica v Novi Gorici in tehnična trenerja slovenskih odbojkarjev in košarkarjev. Pričakovati je bilo, da bo vprašanje, kako s fizikalnim znanjem do boljših športnih dosežkov, za mlade gotovo zanimiva tematika in še ena potrditev uporabnosti fizike.

Delo v vseh treh delavnicah lahko vsaj delno povežemo tudi s konstruktivističnim pristopom učenja fizike [8, 9]. Pri njem je najbolj značilno to, da učitelj vodi učence, ti pa z eksperimenti in/ali diskusijo sami pridejo do novih spoznanj.

2 Organizacija in vsebinski opis delavnic

Septembra 2017 smo na Osnovni šoli Solkan pri Novi Gorici v okviru tehniškega dneva *Fizika v šoli* izvedli naslednje delavnice: 1) *Fizika v tehniki* (značilni poskusi, ki povezujejo fiziko in tehniko), 2) *Poskusi s težiščem* (skupinsko eksperimentalno ugotavljanje težišča), 3) *Fizika v športu* (seminar o povezavi fizike s športnimi disciplinami, največ v zvezi z atletiko). Sodelovali so učenci dveh paralelek devetega razreda, ki so bili razdeljeni na tri skupine, skupaj 55 učencev. Teme delavnice so se navezovala na dobro znane pojme iz fizike osmega in devetega razreda. Te skupine so se na teh delavnicah ciklično izmenjevale, tako da so bili vsi učenci prisotni na vseh delavnicah, vsaka pa je trajala 75 minut. Vmes so bili ustrezno dolgi odmori za menjavo skupin po delavnicah (učilnicah) z enim daljšim odmorom za malico. Zato se termini delavnic niso ujemali z običajnim potekom šolskih ur. Kratki povzetki in fotografije tega tehniškega dne so bili objavljeni tudi na spletni strani šole [10].

2.1 Delavnica Fizika v tehniki

Pri pouku fizike v devetem razredu je avtorica in izvajalka delavnice Mojca Milone učencem že prej nakazala idejo o izvedbi tehniškega dne. Imeli so možnost, da se sami odločajo o

Sistematične didaktične raziskave so pokazale pozitivno korelacijo med učiteljevim strokovnim znanjem, raziskovalnimi spretnostmi in samozavestjo na eni strani ter dvigom motivacije učencev za raziskovalno delo na drugi.

vrstah poskusov, ki bi jih izvajali v tem sklopu. Zato jim je podala izzive iz okolice, ki so osnova raznim tehnološkim procesom, napravam, gibanju in konstrukcijam. S programom *Plikers* smo tako izvedli anketo, v kateri so se učenci v večini odločali med: 1) delovanjem zvočnika, 2) gibanjem tekočih stopnic, 3) gibanjem rolke po klancu v skateparku, 4) letom padala (pri Novi Gorici je namreč znana točka Skozno, s katere se spuščajo jadralni padalci, (slika 2), 5) časom segrevanja vode za kavo, 6) delovanjem električnega vezja za varnostni vklop stroja, 7) delovanjem katapult, 8) gugalnico na igrišču, ki se guga najdlje, 9) silami, ki zdržijo težo reklamnega napisa, in 10) tehničnimi podatki stroja (pomen, meritve, poraba, moč). Učenci so večinoma izbrali štiri teme, ki so opisane v nadaljevanju. Zato je avtorica načrtovala ustrezne štiri poskuse, ki so hkrati navezani na znanja iz fizike v osmem in devetem razredu. To je bilo smiselno tudi zato, da bi učenci dojeli povezave in nadgradnjo določenih tem fizike.

Avtorica je učencem najprej razdelila delovne liste, na katerih so bila le okvirna navodila za poskuse. Ker je bilo na delavnici okrog 18 učencev, so se razdelili v štiri skupine, kjer je vsaj eden od učencev koordiniral skupinsko delo. Vodjo skupine so učenci določili sami in si tudi med celotnim potekom poskusa čim bolj enakovredno porazdelili vloge glede na nagnjenja, kar je optimiziralo timsko delo.

Pred poskusi je avtorica podala skupne osnovne informacije. Na delovnih listih so sledili cilju naloge v obliki povedi *Znal/-a boš ...* Pri vsakem poskusu je bilo treba zastaviti predvidevanje – hipotezo, ki so jo potem s poskusom ovrgli ali potrdili. Vsaki zastavljeni nalogi so učenci lahko pripisali enačbo ali odvisnost glede na predhodno ali aktualno znanje fizike v osmem in devetem razredu. Učenci so bili opozorjeni, da bo morda priporočljivo poskus večkrat ponoviti in tako preveriti pravilnost rezultatov. Učence so na štirih delovnih mestih čakali pripomočki, potrebni za poskuse. Merilne naprave in razne dodatke so lahko vzeli sami s servirne mize glede na vrsto poskusa. Učence je avtorica vseskozi spodbujala k samostojni izvedbi poskusov. Če pa so le naleteli na prevelike težave, so prosili za pomoč.

Izzive iz okolice so osnova raznim tehnološkim procesom, napravam, gibanju in konstrukcijam.

Poskus 1: Nihanje gugalnice

Cilj naloge je bil ugotoviti, kako sta nihajni čas in hitrost (pri prehodu skozi ravnovesno lego) odvisna od dolžine vrvice, potem pa glede na pridobljene izkušnje vpeljati še pojem frekvenca.

Za motiv so učenci z učiteljico predhodno opazovali gugalnice na igriščih. Ugotovili so, da se razlikujejo po dolžini vrvi, ki nosi gugalno desko ali nosilec. Pri poskusu v učilnici so delali z nitnimi nihali: s tremi različno dolgimi vrvicami, a vedno z enako maso uteži. Pomagali so si tudi s stojalom z nameščenim kotnikom. Zanje je bila ta delavnica dober uvod v tematiko kroženja, ki se obravnava pozneje kot primer krivega gibanja.

Sicer so učenci o nihanju že nekaj vedeli zaradi obravnave pri naravoslovju, vendar je bilo v tem kontekstu težišče naloge bolj v zgoraj omenjenem cilju. Učenci so merili in primerjali čas nihanja za isto nihalo, a za tri različne dolžine vrvice. Vsi so pravilno predpostavili, da se čas nihanja spreminja glede na dolžino nitke nihala. Učence je avtorica posebej opozorila, naj pri vseh treh poskusih začnejo z enakim kotom odmika vrvice od navpičnice. Pri majhnih kotih (nekako do 10°) je nihajni čas sicer praktično neodvisen od amplitude. Vendar smo se vseeno želeli izogniti variaciji dodatne spremenljivke (amplitude nihanja), ki bi otežila razmišljanje in sistematično obravnavo. Skoraj 89 % učencev je predpostavilo, da bo nihalo na najdaljši vrvici nihalo z najdaljšim nihajnim časom. Skoraj vsi učenci so tudi predpostavili, da je nihajni čas odvisen tudi od amplitude (to je od kota, za katerega odmaknemo telo od navpičnice, preden zaniha). Dva učenca sta med ugotovitve pripisala, da ima večjo hitrost nihanja pri prehodu skozi ravnovesno lego utež, ki je pritrjena na najdaljši vrvici.

Pri vpeljavi nove fizikalne količine je učiteljica na delovnih listih učencem pomagala z napisano definicijo: frekvenca je fizikalna količina, ki pove, kolikokrat zaniha telo v nekem času. Ni pa bila vnaprej napisana tudi ustrezna enačba: $\nu = N/t$. Le 30 odstotkov učencev je napisalo ta izraz, kar se sklada z bralno pismenostjo in zapisom ugotovitev pri opazovanju (način merjenja nihajnega časa in frekvenca) s fizikalnim obrazcem. Omeniti velja, da bi bil za učence verjetno precej bolj intuitiven izraz za ustrezni nihajni čas: $t_0 = t/N = 1/\nu$.

Frekvenca je fizikalna količina, ki pove, kolikokrat zaniha telo v nekem času.

Na vprašanje, kaj povzroča zamiranje nihanja s časom, so le redki napisali, da sta vzrok za ta pojav sila zračnega upora in sila trenja v vrtilšču. Najpogostejši odgovor je bil samo »upor«. Na delovnem listu je bilo treba tudi dopolniti skico, saj je bilo narisano le stojalo nihala. V večini primerov so učenci narisali nihalo v začetni legi. Kljub namigom učiteljice učenci skice niso opremili z drugo skrajno lego in označenim kotom odmika. Ena učenka je skico dopolnila še s silama: težo in silo vrvice (F_g in F_v).

Poskus 2: Spust rolke ali kroglice po klancu

Cilji naloge so bili priprava primernih pogojev za opazovanje gibanja telesa na klancu, večkratna ponovitev poskusa ter merjenje časa t in poti s . Dodaten cilj naloge je bil tudi risanje grafa $s(t)$.

Učenci so imeli na razpolago daljšo stezo, ki so jo podprli v klanec, mini rolko, stekleno in kovinsko frnikolo, kredo ter merilne pripomočke (slika 1). Vsebine te delavnice so učencem znane kot tekoča snov pri urah fizike v devetem razredu. Poskus so lahko opazovali kot demonstracijo pri uvodu v snov enakomerno pospešenega gibanja. Bili so opozorjeni, da so steze tako dolge, da se lahko v sredini upognejo, zato jih je treba primerno podložiti. Presenetil je komentar učenke, da se ji je zdel demonstracijski poskus zelo preprost, sedaj pa sama ugotavlja, da je težava že celo v tem, koliko postaviti pod klanec, da bo rolka ali kroglica primerno tekla. Ker je mini rolka zelo lahka in je zaradi nekoliko ukrivljene osi občasno zavijala s poti, so se učenci večinoma odločali za spust steklene frnikole. Učenci so se dobro organizirali med seboj in si razdelili vloge pri merjenju časa, risanju oznak razdalje, merjenju razdalj, pisanju rezultatov itd.

Ta poskus se je učencem zdel tako zelo zabaven, da jih je bilo treba opozoriti na omejeni čas. Lahko se zgodi, da poskus kaj kmalu postane igra. Približno 70 % učencev je v tabelo odvisnosti razdalj od časa vpisalo primerne vrednosti. Le 30 % učencev je rezultate še primerno interpretiralo z grafom $s(t)$ s pričakovano funkcijsko odvisnostjo $s = at^2/2$.

Hitrejši učenci so se odločali za različne enačbe, ki jih lahko uporabijo na osnovi pridobljenih podatkov:

- izračun končnih hitrosti: $v_k = s/t$ (30 %);
- izračun povprečne hitrosti (za čas opazovanja 4 s): $v_p = v_k/2$ (18 %);
- izračun pospeška v časovnih intervalih: $a = \Delta v/\Delta t$ (8 %).

Poskus 3: Spust padala (kot interpretacija skokov na Skoznem)

Cilj te delavnice je bil ugotoviti, kako velikost padala vpliva na padanje padalca, npr. pri spustu z bližnje lokacije Skozno (slika 2).



Slika 1: Poskus s kotaljenjem kroglice po klancu.



Slika 2: Spust jadralnega padalca na Skoznem pri Novi Gorici. Pridobljeno z: https://www.google.si/search?q=jadralno+padalo+skozno&rlz=1C2NHXL_sII716IT716&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiAtquE4qLXAhWsHJoKHfH-0Dy8Q_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgsrc=huflZDY03JqIFM.

Omeniti velja, da je dinamika jadralnega padala sicer drugačna kot pri navadnem padalu, saj ima tudi veliko vodoravno komponento hitrosti. Vendar pa je bistvo spuščanja obeh padal enako, če seveda ne upoštevamo morebitnega termičnega vzgona, npr. vzgonskega vetra ob hribu navzgor, ki ga spretni jadralni padalci večje izkoriščajo.

Za padalo smo uporabili platno zložljivega dežnika, nitke, večji vijak (masa 8 g). Večje padalo je merilo okrog 230 cm², manjše pa 110 cm². Učenci so imeli še možnost dodajanja bremena padalca, saj so lahko na vrvice obesili še en vijak.

V učilnici tehnike smo za spust padal uporabili skladiščni prostor, do katerega vodijo spiralne stopnice (slika 3). Učenci so morali na iznajdljiv način izmeriti višino, s katere spuščajo padalce. Večinoma so se odločili za tračni meter, ena skupina pa je spustila obteženo vrstico, ki so jo kasneje izmerili. Učenci so si pred izvedbo poskusa razdelili vloge. Učiteljica jih je opozorila, naj padalo razprejo že pred spustom. Že v hipotezah so v večini zapisali, da pričakujejo daljši čas padanja tistega padala, ki ima večje jadro (pri jadralnih padalcih).

Meritve so to potrdile, saj so vse skupine namerile daljši čas padanja za padalca, ki je imel večje padalce. Učenci so tudi v večini predpostavili, da se bo čas leta skrajšal, če obesijo dva vijaka in s tem povečajo breme padalca. Učencem je učiteljica pripravila tudi igro s spremenljivkami m (masa), t (čas) in S (površina padala). V kvadratke so lahko vpisali količine glede na odvisnost, prikazano na sliki 4.

Velik delež učencev je prav ugotovil kvalitativno povezavo med ploščino testnega padala (S) in časom padanja (t). S količinami, ki so v obratnem sorazmerju, so učenci imeli težave.

Analizirajmo hitrost in čas padanja padala s preprostim matematično-fizikalnim modelom. Za silo zračnega upora F_u velja enačba:

$$F_u = (C_u/2)\rho S_\epsilon v^2 \quad (1)$$

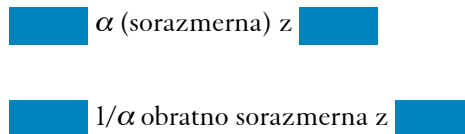
Pri tem je C_u koeficient upora, odvisen od oblike telesa, ne pa od njegove velikosti. Simbol ρ v enačbi (1) pomeni gostoto zraka, S_ϵ je v splošnem čelni prerez telesa pravokotno na smer gibanja, v pa je hitrost telesa. Ko spustimo padalo, se začne zaradi težnosti gibati pospešeno, a se potem zaradi naraščajoče hitrosti povečuje tudi sila zračnega upora nanj. Hitrost se približuje neki končni vrednosti. Zaradi svoje oblike ima padalo velik koeficient upora, zato je čas pospeševanja razmeroma kratek in lahko računamo, kot da se ves čas giblje s to končno hitrostjo. Izračunamo jo tako, da izenačimo silo upora s silo teže:

$$(C_u/2)\rho S_\epsilon v^2 = mg \quad (2)$$

Za lažje sklepanje predpostavimo, da se oblika padala ne spremeni, če vzamemo padalo z večjo začetno ploščino S . Res pa je, da obliko (ukrivljenost) padala določa tudi dolžina vrvic. Vzemimo torej, da je koeficient C_u vedno enak. Dalje predpostavimo, da je masa m določena samo z maso visečega bremena, pri tem pa maso padala zanemarimo. Enačba (2) nam pove,



Slika 3: Poskus s padalom v šoli.



Slika 4: Sorazmernost ali obratna sorazmernost količin pri poskusu s padalom.

da je hitrost padanja obratno sorazmerna s korenem prereza S_e . Čas padanja pri enaki poti naj bi bil torej sorazmeren s korenem iz prereza S_e . Predpostavimo še, da je prerez S_e sorazmeren z začetno ploščino lika, iz katerega smo padalo izrezali; nista pa ti dve količini enaki, ker se padalo ukrivi. Torej nazadnje sklepamo, da je čas padanja padala sorazmeren s korenem iz ploščine lika S , iz katerega smo ga naredili. Vendar takšnega sklepanja od osnovnošolcev ne moremo pričakovati, zato je domneva o sorazmernosti med časom padanja in površino padala kvalitativno povsem zadovoljiva.

Poskus 4: Sile zaradi teže reklamnega napisa

Ta poskus je bil osnovan na opazovanju nosilcev, ki podpirajo reklamni oglas v okolici šole. S tem namenom je avtorica v učilnici tehnike zgradila konstrukcijo, ki je pomanjšan model nosilcev reklamnega napisa za picerijo.

Izziv je bil v tem, da so učenci ugotovili, s kolikšno silo bi lahko nadomestili podpornik, da se konstrukcija ne bi porušila. Glede na to, da je statika sil snov osmega razreda, ki ga marsikdo »obesi na kljuko«, je bila po pričakovanjih ta naloga rešena najslabše.

Učenci so vrsto bremena določili sami, zato so bili rezultati od skupine do skupine različni. Vsi učenci so telo stekali. Velika večina je težo v primernem merilu tudi narisala. Iskanje sile, ki nadomesti podpornik konstrukcije, pa ni bila tako enostavno. Največ učencev se je naloge lotilo z grafičnim razstavljanjem sil. To pa učencem izven okvira osnovnih pisnih nalog pri pouku očitno povzroča težave. Avtorica je ugotovila, da večina učencev še vedno ne razume, da se sile porazdelijo po komponentah v konstrukciji.

Dve učenki sta silo droga nadomestili praktično in iznajdljivo, in to kar s silomerom. Znašli sta se tako, da sta drog umaknili in s silomerom nadomestili silo potiska droga. Isti učenki sta tudi z vzporednim pravilom preračunali komponente v nosilih.

2.2 Delavnica Poskusi s težiščem

Osnovna zamisel teh poskusov v primerjavi s klasičnimi šolskimi poskusi je bila, da težiščnic (in z njimi lege težišča) ne bi iskali ali preverjali samo z obešanjem teles na vrvico na stojalu, temveč tudi s potiskanjem čez rob mize. Ko je telo ravno na tem, da se prevesi in pade čez rob mize, je namreč ustrezna težiščnica poravnana z robom. Skupina učencev je bila pri tej delavnici razdeljena v delovne skupine po tri ali štiri učence za skupinske poskuse. Vse skupine so imele na mizah vnaprej pripravljene enake pripomočke za poskuse: stojala, po dvojne škarij, ravnil in šestil, dovolj kartona ali trdega papirja za izrezovanje dvodimenzionalnih (2D) likov ali plaščev tridimenzionalnih (3D) teles, nekaj sponk za papir (iz katerega so lahko izdelali kljukice za obešanje predmetov na vrvico), par uteži, nekaj plastelina itd. (slika 5).

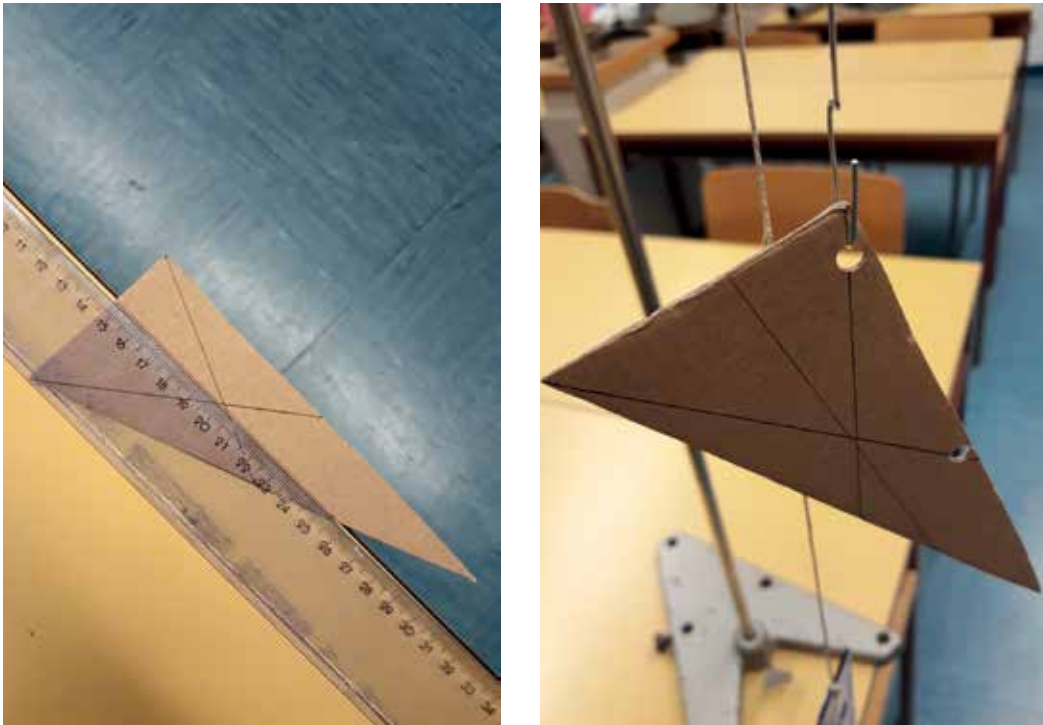
Poleg tega so bili v učilnici na voljo za vse skupine skupaj lepilni trak, klobčič vrvice, iz katerega so si skupine izrezovale primerno dolge kose za obešanje predmetov, pa še luknjač za papir, da so učenci lahko obešali izrezane like na vrvico.

Po kratkih navodilih avtorja Milana Ambrožiča, ki je vodil delavnico, so učenci najprej poiškali in narisali težiščnice različnih teles s potiskanjem čez rob mize, ker je to lažje izvedljivo, nato pa so »navpičnost« teh težiščnic preverili z obešanjem na vrvico. Težišče navadnega plastičnega ravnila, ki ga lahko aproksimiramo kot 2D-objekt – pravokotnik, so za začetno vajo preverili s potiskanjem ravnila čez rob mize v več smereh, npr. prečno, vzdolžno in po diagonalah ali v še kakšni drugi smeri. S tem so preverili natančnost takšnega poskusa, saj je znano, da je težišče pravokotnika na presečišču diagonal. Glede vzdolžne smeri pa je ugodno, da ima ravnilo že milimetrsko merilo.



Slika 5: Delo po skupinah pri poskusih s težiščem.

Potem so učenci po vrsti izrezovali naslednje 2D-objekte iz papirja: pravokotnik, trikotnik, krog in kolobar s poljubnimi dimenzijami. Navadno sta se po dva učenca hkrati v skupini ukvarjala z izrezovanjem dveh različnih likov, da je šlo delo hitreje. Z vsemi objekti so izvedli oba načina ugotavljanja in preverjanja težišča – s potiskanjem čez rob mize in obešanjem na vrvico (slika 6). Nekateri so bili pri tem natančnejši, nekateri pa manj. Posebno pozornost so po namigu vodje delavnice učenci namenili trikotniku, ker naj bi sami ugotovili, da se fizikalne težiščnice ujemajo s težiščnicami, definiranimi v geometriji. Zato so bili ti poskusi tudi lepa priložnost za povezovanje fizike z matematiko. Učenci niso bili presenečeni nad dejstvom, da je lahko težišče telesa tudi v »luknji« ali zunaj njega, npr. pri kolobarju. Potem



Slika 6: Oba poskusa s trikotnikom iz kartona.

pa so učenci iz papirja izrezali še plašč kocke in tetraedra in potem z lepilnim trakom zlepili robove v 3D-objekt. Pri plašču tetraedra so bili večinoma potrebni namigi vodje delavnice. S tema objektoma so lahko učenci samo kvalitativno ugotavljali lego težišča. Pri kocki jim ni bilo težko uganiti, da je težišče ravno v njenem središču.

Ob tem smo komentirali, da v splošnem ni vseeno, kako je porazdeljena masa pri 3D-telesu, navedli pa smo štiri značilne porazdelitve za oglasta telesa, kot sta kocka in piramida: 1) po ogliščih, 2) po robovih, 3) po ploskvah (v primeru izrezanih plaščev) in 4) po celotni prostornini. Zato sta dva spretnjša učenca za demonstracijo izdelala tudi tetraeder iz enakih palčk, zlepljenih na koncih s plastelinom; nismo pa z njim delali poskusov, ker je bila konstrukcija preveč krhka.

Ker je delavnica trajala 75 minut za eno skupino učencev, je bilo tudi dovolj časa za petminutni pred-test na začetku in petminutni po-test na koncu. Z njima smo preverili osnovno razumevanje te snovi. Vendar predlagamo, da se oba testa pišeta časovno ločeno od delavnice, če je to mogoče. S tem je merjenje učinka poskusov na razumevanje težišča realnejše. Več podrobnosti o poskusih s težiščem je v članku [11].

2.3 Delavnica Fizika v športu

Izvajalca delavnice Andrej in Oliver Batagelj sta jo predstavila z imenom »Šport, atletika in fizikalni zakoni«, saj sta dala poudarek na atletiko – »kraljico športa«. Omenila sta, da se lahko z atletiko, ki vsebuje več kot 20 disciplin, razporejenih v sklope (teki, hitra hoja, skoki in meti), rekreativno ukvarja vsakdo, ne glede na materialno stanje.

Drugače je s kakovostno in vrhunsko atletiko. Zelo težko se je prebiti že v sam državni vrh, posebej v članski kategoriji. Brez predanega, strokovno zasnovanega treninga in izrazitega talenta ne gre. Konkurenca je najbrž največja med vsemi športnimi panogami, na milijone atletov z vsega sveta nastopa na različnih tekmovalnih nivojih, vsi dosežki so zabeleženi in medsebojno primerljivi. Glede na objektivnost rezultatov tekmovalcev (pri atletiki ni subjektivnega ocenjevanja sloga kot npr. pri gimnastiki) sta atletiko primerjala z naravoslovno znanostjo.

Učenci so si najprej ogledali video posnetke športnikov s tekem evropskih prvenstev v različnih atletskih disciplinah, ki sta jih komentirala. Andrej in Oliver Batagelj sta tudi podkovaná gimnazijca, ki jim je bila fizika vedno v veselje in pomoč pri izvajanju disciplin in posredovanju izkušenj. Oliver je razlagal o razmerah, ki vplivajo na moč, odziv in tehniko atletskih disciplin. Govoril je o odvisnosti količin, kot so hitrost in sile odskoka, ter o najpogostejših napakah v atletskih disciplinah. Andrej je opisoval lastne izkušnje pri troskoku, teku čez ovire in skoku v višino. Celotno srečanje so posvetili razgovoru med učenci in vključevanju znanja fizike v predstavnost razlage. Pogovarjali so se tudi o porabi kalorij in načinu prehranjevanja vrhunskih športnikov. Učenci so imeli na razpolago tudi osebno tehtnico, s katero so lahko ugotavljali delo, ki ga opravijo, ko se povzpnejo na stol. Nalogo so nagradili tako, da so ugotavljali delo, ki ga opravimo, če to vajo ponovimo za hojo do desetega nadstropja. Zanimalo jih je, v kateri fazi dela mlad človek začuti utrujenost.

Povezava s fiziko

Že samo meritve rezultatov atletov se navezujejo na fiziko in matematiko, da niti ne govorimo o njihovih biomehanskih analizah (EMG = elektromiografija, tenziometrijske plošče pri odskoku itd.). Avtorja sta v glavnem delu predstavila tek na sto metrov, skok v daljino, met krogle in preostale mete – atletske pa tudi met na koš.

Tek na sto metrov

Tek ima dve fazi: odzivno fazo (eno stopalo je v stiku s podlago) in fazo leta. Pri teku se hitrost tekmovalca spreminja ves čas, zato sta predavatelja učencem predstavila pojem povprečne in največje hitrosti med tekom. Na primer, povprečna hitrost Usaina Bolta je bila pri rekordnem teku na 100 m malo več kot 10,4 m/s (37,4 km/h), največja pa 12,4 m/s (44,6 km/h). Hitrost teka v je produkt dolžine koraka (skoka) l in frekvence korakov (števila korakov na časovno enoto), $v = l \times n$. Pri rekordnem teku je Bolt napravil 41 korakov na razdalji 100 m, kar pomeni, da je v povprečju napravil 4,3 koraka na sekundo. Najdaljši korak je meril 2,72 m.

Skok v daljino

Po odskoku (odzivu skakalca od tal) ga lahko obravnavamo kot poševni met, prav tako kot met žoge na koš. Vektor hitrosti pri odskoku lahko razstavimo na vodoravno in navpično komponento, obe pa sta pomembni za doseženo daljino. Navpična komponenta hitrosti namreč določa čas, ko je skakalec nad tlemi, medtem ko je dolžina skoka produkt tega časa z vodoravno komponento hitrosti. Z obema komponentama lahko z risanjem ustreznega pravokotnega trikotnika ugotovimo kot pri odskoku. Daljina (domet) v odvisnosti od začetnega kota in celotne začetne hitrosti se navadno računa pri srednješolski fiziki in znano je, da je optimalni kot 45° stopinj. Pri teh računih zanemarimo zračni upor. Vendar pa pri skakalcu v daljino to ni nujno optimalni kot, ker pridejo v poštev tudi njegovi fiziološki parametri. Pri vseh skokih (pa tudi pri tekih, ki so sestavljeni iz skokov) je odločilen gravitacijski pospešek: na Luni bi skakalec skočil dlje kot na Zemlji.

Vendar pa zračni upor zagotovo vpliva na doseženo daljino pri skoku, posebno ob vetru. Kot pove enačba (1), zračni upor narašča s kvadratom relativne hitrosti med skakalcem in statičnim zrakom ali pa med skakalcem in vetrom. Pomembna je tudi temperatura zraka, saj višja temperatura po znani plinski enačbi za idealni plin pomeni manjšo gostoto zraka, s tem pa po enačbi (1) tudi manjšo silo upora. Vlažnost zraka pa močneje vpliva na telesno počutje športnika. Zato so tekači na kratke proge in skakalci v daljino uspešnejši v toplem vremenu z vetrom v smeri teka ali skoka.

Dviganje uteži

Razmeroma enostaven je račun dela in vsaj povprečne moči tekmovalca pri dviganju uteži. Za konkreten zgled vzemimo uteži z maso $m = 100 \text{ kg}$, ki jih tekmovalec dvigne $h = 2 \text{ m}$ visoko pri tehnikah sunek in poteg. Značilni čas dvigovanja je okrog $t = 1 \text{ s}$. Delo izračunamo kot produkt sile in poti ali kot spremembo potencialne energije uteži:

$$A = mgh = 100 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ m} = 1962 \text{ J}$$

Delimo delo s časom in dobimo povprečno moč:

$$P = A/t = 1962 \text{ J/1 s} = 1962 \text{ W}$$

V resnici delajo mišice tekmovalca z večjo močjo, ker tekmovalec dviguje tudi svoje lastno težišče. Zračni upor lahko pri tej disciplini povsem zanemarimo. Ni težko uganiti, da moč tekmovalca med dviganjem uteži ni konstantna, zato je največja moč večja od izračunane povprečne moči.

Nazadnje omenimo še odlično učno gradivo o fiziki pri skoku v višino, predvsem glede gibanja težišča skakalca pri dveh različnih slogih [12], ki ga lahko učitelj uporabi za popestritev pouka.

3 Sklep

Avtorji in vodje delavnic smo imeli vtis, da je opisani tehniški dan dobro uspel. Potrdil je znane didaktične ugotovitve, da samostojno delo učencev in zanimive vsebine pritegnejo zanimanje učencev, hkrati pa popestrijo fiziko kot šolski predmet.

Viri

- [1] Newman, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J., in Martini, M. (2004). Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15 (4), 257-279.
- [2] Jarvis, T., Pell, A., in Hingley, P. (2011). Variations in Primary Teachers' Responses and Development during Three Major Science In-Service Programmes. *CEPS Journal*, 1 (1), 67-92.
- [3] Robič, D. (2017). *Motivacija učencev v procesu vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole. Magistrsko delo*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za fiziko, Maribor.
- [4] Svetlik, I. (2006). *O kompetencah, Vzgoja in izobraževanje*. 1/2006. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
- [5] Grubelnik, V. (ur.) (2010). *Opredelitev naravoslovnih kompetenc* (znanstvena monografija projekta RNK). Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- [6] Minner, D. D., Levy, A. J., in Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and what does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4), 474-496.
- [7] Jones, L. L., MacArthur, J. R., & Akaygün, S. (2011). Using Technology to Engage Preservice Elementary Teachers in Learning about Scientific Inquiry. *CEPS Journal*, 1 (1), 113-131.
- [8] Marentič Požarnik, B. (2004). *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev*. Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, Ljubljana.
- [9] Kline, J. (2010). *Konstruktivistični pristop pri poučevanju fizikalnih vsebin – tlak in vzgon. Diplomsko delo*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za fiziko, Maribor.
- [10] Osnovna šola Solkan (2017). *Fizika je zakon*. Dostopno na: <http://sola-solkan.splet.arnes.si/2017/09/29/fizika-je-zakon/>. (Dostop oktober 2018)
- [11] Repnik, R., Ambrožič, M. (2018). Practical School Experiments with the Centre of Mass of Bodies. *CEPS Journal*, 8(1), 97-116.
- [12] Mexico 1968 High Jump Final. Dostopno na: <https://www.youtube.com/watch?v=RaGUW1d0w8g>. (Dostop oktober 2018)

Izdelava mini zračne drče z balonom kot zračnim rezervoarjem

Klemen Leban

Osnovna šola Frana Erjavca Nova Gorica

Povzetek

V prispevku so opisane izdelava zračne drče z balonom kot zračnim rezervoarjem (slika 1), njena praktična uporaba pri pouku fizike v osnovni šoli in prednosti ter pomanjkljivosti zračne drče v miniaturi izvedbi.

Ključni besedi: zračna drča, enakomerno gibanje

Building a miniature air track with a balloon as an air reservoir

Abstract

The article describes the process of building the air track with a balloon as the air reservoir, its practical use in primary school physics class and the advantages and disadvantages of a miniature air track.

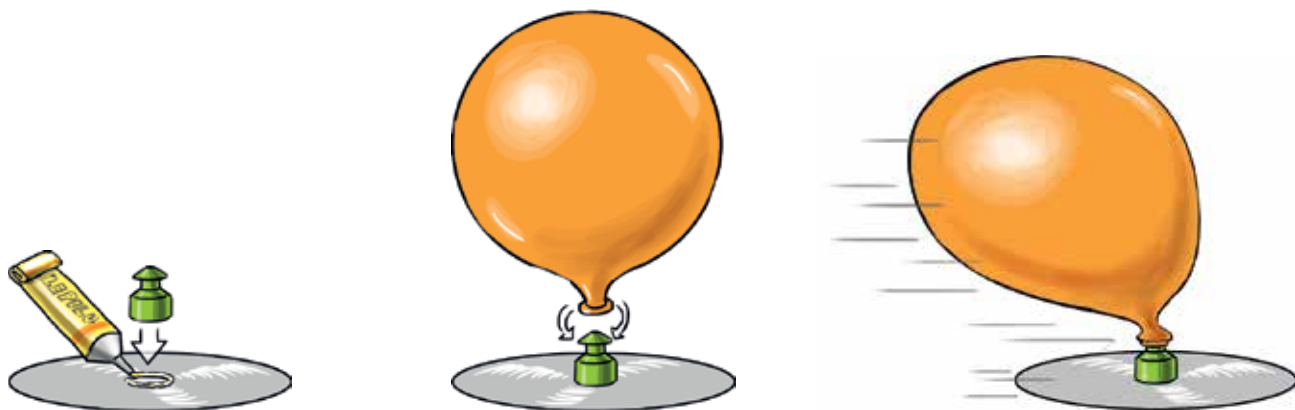
Keywords: air track, uniform motion

Slika 1: Zračna drča z balonom kot zračnim rezervoarjem.

Enostavnost je najlepša oblika kreativnosti

Gibanje je tema, ki jo učenci osmega razreda obravnavajo kmalu po začetku šolskega leta. Pri obravnavi vsebinskega sklopa »Gibanje« si lahko pomagamo s poskusi z zračno drčo, vendar se največkrat zatakne pri ceni nakupa ali zapletenosti izdelave.

Zamisel za izdelavo zračne drče, ki jo napihuje balon prek zračnega ventila embalaže detergenta za posodo, sem dobil med izdelovanjem CD-drsalnikov na zračni blazini (slika 2).

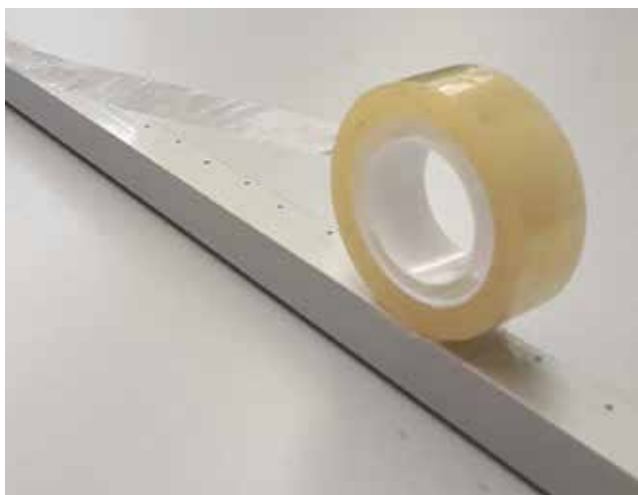


Slika 2: Izdelava CD-drsalnika.

Izdelava zračne drče je zelo preprosta. Osnovo zračne drče sestavljata votel aluminijast profil kvadratne oblike s stranico dolžine 1 cm in zamašek embalaže detergenta, ki bo služil kot ventil (slika 3).



Slika 3: Votel aluminijast profil kvadratne oblike s stranico dolžine 1 cm in zamašek embalaže detergenta.



Slika 4: Ploskev, ki smo jo prevrtali, previdno prelepimo z navadnim lepilnim trakom, tako da je površina brez gubic.



Slika 5: S šivanko rahlo zbodemo vsako mesto, kjer smo zvrtili luknjico.

V aluminijast profil s svedrom za kovino zvrtno luknje premera 1 mm z razmikom 1 cm. Da zmanjšamo premer luknjic in s tem tudi pretok zraka skozi nje, prevrtani ploskvi previdno prelepimo z navadnim lepilnim trakom, tako da je površina brez gubic (slika 4). Z enim kosom lepilnega traku lahko zalepimo obe strani hkrati.

Nato s šivanko rahlo zbodemo vsako mesto, kjer smo zvrtili luknjico (slika 5). S tem znatno zmanjšamo pretok zraka iz balona in podaljšamo eksperiment.

Zamašek, ki deluje kot ventil, z nožem ali vibracijsko žago prilagodimo tako, da se prilega notranjosti aluminijastega profila, ter ga tja tudi namestimo (slika 6).

Za zamašitev špranj med zamaškom in aluminijastim profilom lahko uporabimo kar pištolo s toplim lepilom; isto lepilo lahko uporabimo tudi za zamašitev nasprotni strani. Če pa na obe strani pritrdimo zamašek, lahko zračno drčo z zrakom polnimo iz dveh balonov hkrati.

Praznjenje balona, napolnjenega toliko kot na sliki 1, v povprečju traja 30 sekund.

Za izdelavo jahačev je najprimernejši aluminijast L-profil, kot ga prikazuje slika 7. Jahači so lahko poljubnih dolžin, le stranica jahača ne sme biti širša



Slika 6: Zamašek z vibracijsko žago prilagodimo tako, da se prilega notranjosti aluminijastega profila.

od stranice aluminijastega profila. Pomembno je tudi, da robove jahača po žaganju natančno zbrusimo, sicer se med eksperimentom radi zatikajo v zračno drčo.



Slika 7: Aluminijast L-profil uporabim za izdelavo jahača.

Praktična uporaba

Z zračno drčo na balon lahko obravnavamo naslednje operativne cilje.

Učenci:

- opredelijo razliko med gibanjem in mirovanjem opazovanega telesa glede na okolico;
- opišejo premo in krivo gibanje;
- s poizkusi usvojijo, da je hitrost količnik poti in časa;
- opišejo enakomerno in neenakomerno gibanje;
- ugotovijo, da telesa učinkujejo vzajemno;
- ugotovijo, da sta sili, ki delujeta vzajemno, enako veliki in nasprotno usmerjeni;
- razstavijo sile na klancu.

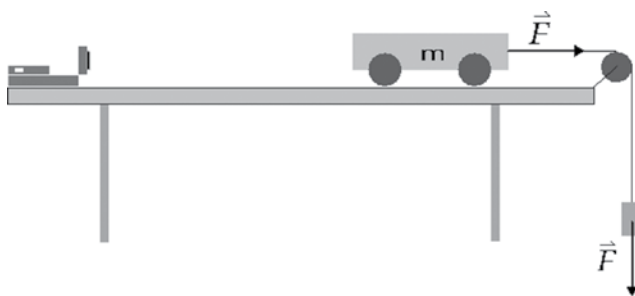
Prednosti in pomanjkljivosti

Glavna prednost drče je cenovna dostopnost in (sorazmerna) preprostost izdelave. Opisana zračna drča omogoča tudi terensko delo, saj ne potrebuje zunanjega napajanja, namesto balona pa lahko uporabimo baterijsko zračno črpalko za napihovanje zračnih blazin, ki je cenovno ugodna. Mini zračna drča učencem omogoča doživetje »neintuitivnega« občutka gibanja brez trenja, gibanja, ko je vsota sil enaka 0 N.

Merjenje pospeška – sklop »Zveza med maso, silo in pospeškom«

Namenoma v zgornjih alinejah nisem omenil operativnih ciljev iz vsebinskega sklopa »Zveza med maso, silo in pospeškom«.

Eksperiment sem izvedel tako, kot ga prikazuje slika 8.



Slika 8: Merjenje pospeška – sklop »Zveza med maso, silo in pospeškom«.

(Vir: <https://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve%20pouka%20v%20osnovno%C5%A1olski%20praksi%20FIZIKA/files/assets/basic-html/index.html#page66>)

Čas pospeševanja sem meril z dvoje svetlobnimi vrati, povezanimi prek mikrokrmilnika Arduino (namesto ultrazvočnega merilnika razdalje), ki so med sabo oddaljena 1 m, saj je zračna drča dolga 1 m. Namesto vozička sem uporabil jahača.

Zgoraj opisana izvedba z razpoložljivo opremo ne omogoča dovolj natančnih meritev. Meritev sem opravil z jahači mas od 4 do 12 g in z utežmi od 1 do 4 g. Kljub merjenju s svetlobnimi vrati so bila odstopanja eksperimentalno določenega pospeška od teoretične napovedi še vedno velika, tudi do 25 %. Do tako velikih odstopanj sem verjetno prišel tudi zaradi velike negotovosti pri merjenju mase jahačev. Pri teoretični napovedi pospeška nisem upošteval tudi mase vrvice in mase škipca, ki ni zanemarljiva. Za natančnejšo meritev potrebujemo jahače večjih mas (ne tudi uteži), kar posledično pomeni večjo zračno drčo z večjim pretokom zraka in večjim ventilom. Večja zračna drča potrebuje večji balon, večji balon pa pomeni dolgotrajnejše polnjenje. Taka zračna drča se še izdeluje in bo predstavljena (lahko tudi njen neuspeh) v eni izmed prihodnjih števil.

Zaključek

Menim, da je uporaba mini zračne drče z balonom kot zračnim rezervoarjem dodana vrednost pri pouku fizike v osnovni šoli, saj otrokom na preprost način prikaže gibanje brez trenja, učiteljem zaradi preprostosti izdelave prihrani čas, šoli pa finančna sredstva. Dosedanje izkušnje z zračno drčo so prinesle pozitivne odzive pri otrocih vse od šestega pa do devetega razreda. Predvsem otroci v sedmem razredu so se z njo igrali in preizkušali trke. Ravno s preizkušanjem pa sem tudi sam prišel do zračne drče v obliki, ki je predstavljena v tem članku.

Fizikalna sestavljanica – vodoravni met

Nina Jereb

Gimnazija Koper

Povzetek

Predmete, ki so vsakomur dostopni (slamice, magneti, gumijaste cevi, kljukice za obešanje perila, plastenke ...), lahko sestavimo v preprost mehanizem za prikaz vodoravnega meta. Izstrelek v nekaj metrov dolgem letu zadene padajočo tarčo in v njej tudi obstane.

Ključne besede: vodoravni met, gibanje v ravnini, demonstracijski poskus

Physics Composition – Projectile Motion

Abstract

Easily available objects (straws, magnets, rubber hose, clothes pegs, plastic bottle, etc.) can be used to build a simple mechanism for demonstrating projectile motion. The projectile travels a few-metre distance, hits a falling target and comes to a halt.

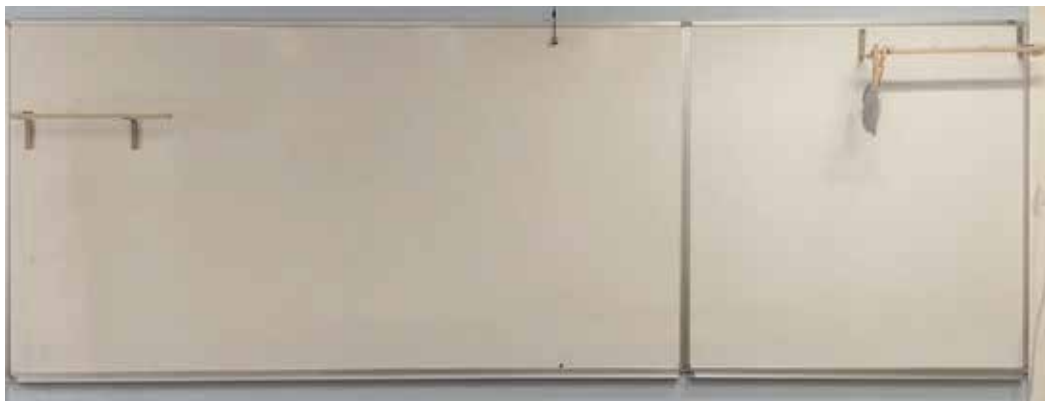
Keywords: projectile motion, motion in a plane, demonstration experiment

Svoj čar imajo velike stvari – veliki poskusi, velike konstrukcije, velike ideje ... a kaj, ko imamo natrpane prostore in natrpane urnike. Pa je vseeno mogoče narediti stvari na veliko, če se jih le da hitro sestaviti in potem prav tako hitro spet razstaviti, stlačiti v odrejeno škatlo, omaro ali predal. Razveseli me, ko odkrijem nov »nekaj«, ki ga je mogoče sestaviti z nekim novim »nečim« – ker vem, da se bo spet sestavljalo na čedalje večje in razstavljalo na čedalje manjše.

Mehanizem za prikaz vodoravnega meta v tej izvedbi je mogoče postaviti na skoraj katerokoli tablo. Ko je nameščen, je velik in viden, hkrati pa v razstavljeni obliki lahko domuje v navadni vrečki nekje na omari, pripravljen za naslednjo uporabo. Uporabimo ga, ko obravnavamo gibanje in želimo dijakom pokazati, da lahko vodoravni met razstavimo na prosto padanje v navpični in enakomerno gibanje v vodoravni smeri.

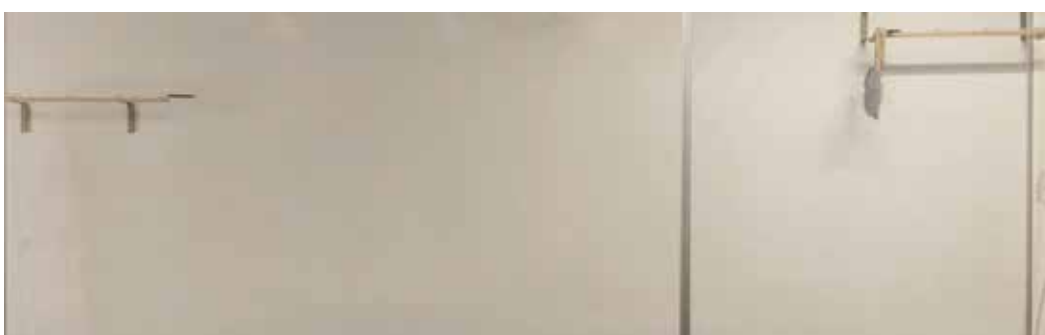
Prikaz vodoravnega meta

Na levi strani table je nameščena cev z izstrelkom, na desni pa tarča. Izstrelek poženemo po cevi. V trenutku, ko izstrelek izstopi iz izstrelitvene cevi, tarča začne prosto padati in ... izstrelek jo v letu zadene. [1]



Slika 1: Pogled na tablo – začetno stanje. Izstreljek je na začetku izstrelitvene cevi. Tarča je na višini izstrelka.

QR povezava do videa



Slika 2a: Izstreljek izstopi iz cevi, držalo spusti tarčo.



Slika 2b: V letu. Izstreljek in tarča sta na enaki višini.

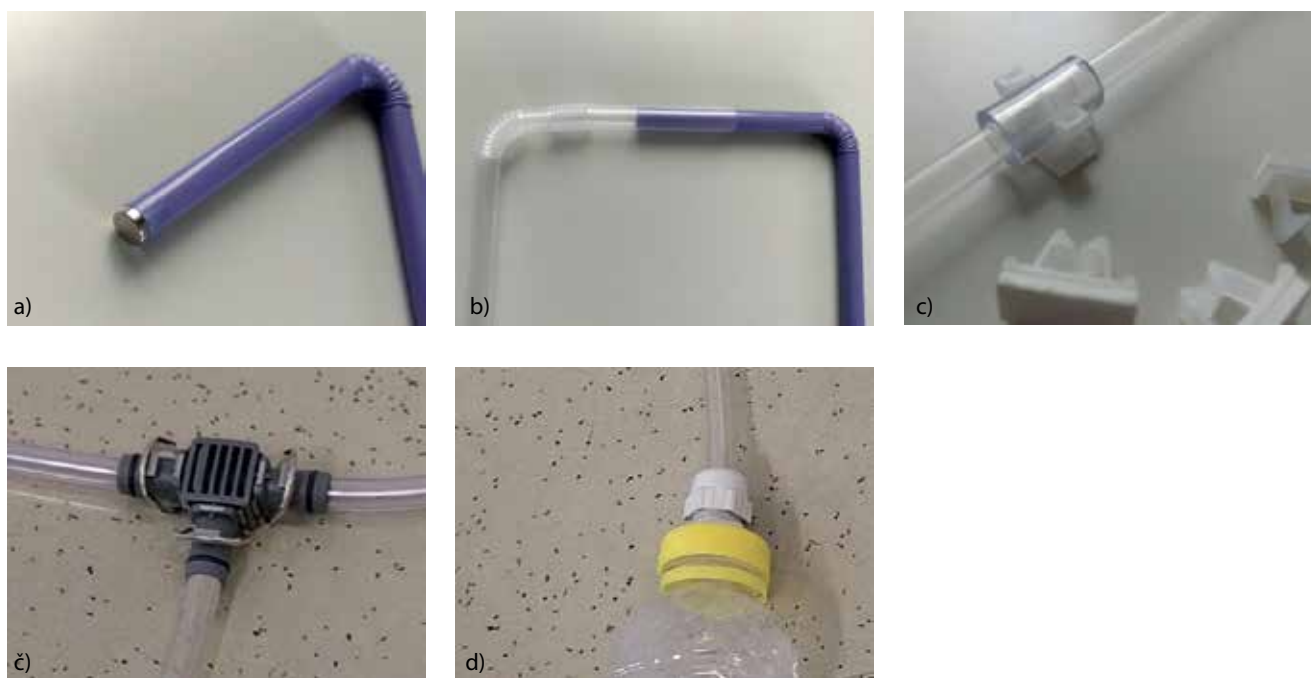




Slika 2c: Izstrelek zadene tarčo.

Elementi sestavljanke

Elemente sestavljanke najdemo v trgovinah z živili (slamice, plastenka ...), v hobi trgovinah (cevi, razdelivec za vrtne cevi, uvodnica, plastična držalca ...) in v spletnih trgovinah (magneti po meri).



Slika 3:

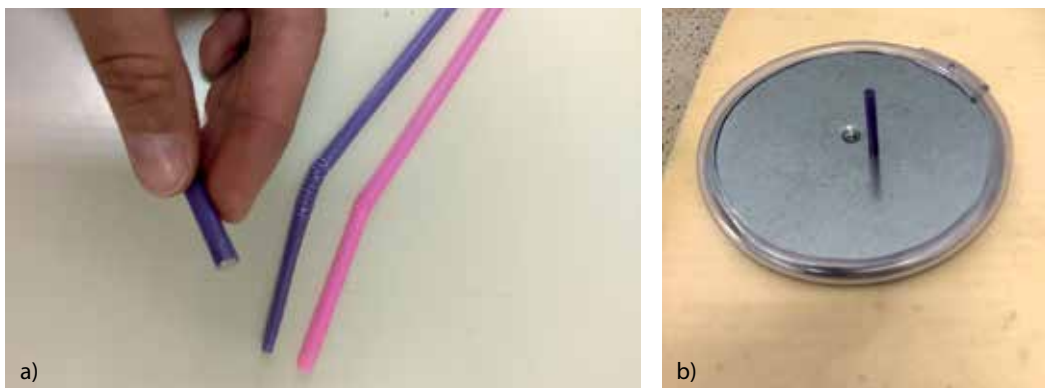
- a) Magnet premera 5 mm se prilega slamici premera 5 mm.
- b) Slamica premera 5 mm gre v slamico premera 6 mm.
- c) Slamica premera 6 mm se sestavi s cevjo notranjega premera 6 mm in zunanje premera 10 mm.
Ta cev se sklada z držali za električne kable.
- č) in d) Cev se sklada tudi z razdelivcem za vrtne cevi in z uvodnico velikosti PG-11.

Izdelava

Kako naj izstrelek v tarči obstane?

Ker želimo vedeti, kako uspešen je strel, poskus zasnujemo tako, da se izstrelek s tarčo sprime. Izstrelek zato naredimo iz majhnega magneta, za tarčo pa uporabimo predmet primerne oblike iz feromagnetnega materiala, kot je pločevinast pokrov, železna plošča, lonček ali podobno.

Zelo primeren je valjast neodimski magnet premera 5 mm in dolžine okoli 5 mm, ker ga lahko vtaknemo v košček slamice premera 5 mm. Magnet je snemljiv, hkrati pa je dovolj trdno nameščen v slamici. Slamica služi predvsem temu, da je izstrelek boljše viden. Na temnih tablah raje uporabimo košček slamice svetle barve.



Slika 4:

- a) Izstrelek – neodimski magnet v slamici.
- b) Po izstrelitvi tarča obleži na tleh. Zaradi magnetka izstrelek ostane v točki, kjer zadene tarčo.

Kako pognati izdelek?

Kot vodilo uporabimo slamic premera 6 mm. Da je izstrelek viden tudi znotraj take izstrelitvene cevi, so slamic prozorne, a če teh nimamo, se lahko zadovoljimo tudi z barvnimi. Iz slamic sestavimo cev dolžine okoli 0,5 m (lahko tudi krajšo), tako da izstrelek v njej drsi brez zatikanja.

Robustnejšo različico vodila, kjer ni treba paziti, da se pri pospravljanju ne zmečka ali kako drugače poškoduje, lahko naredimo iz cevi iz pleksistekla (dolžina 0,5 m, notranji premer 6 mm, zunanji premer vsaj 10 mm).

Izstrelitvena cev je pritrjena na leseno palico, ki je položena na jeklene kotnike. Ti so na tablo pritrjeni z magneti.

Izstrelek poženemo s pomočjo zračnega tlaka, ki ga povečamo tako, da v izstrelitveno cev vpihnemo zrak.

Idejo za pihanje izstrelkov po slamici sem dobila v knjigi *Didaktika fizike: aktivno učenje ob poskusih* (poglavje o gibalni količini in kinetični energiji), le da so tam za izstrelke uporabljene vatirane palčke. [2]



Slika 5:

- a) Izstrelek znotraj prozorne slamice. Ravni odseki prozorne slamice so sestavljeni skupaj tako, da so vtaknjeni v košček gumijaste cevi. Ta je nameščen v plastično držalo, ki je pritrjeno na leseno podlogo.
- b) Izstrelitvena cev je na tablo pritrjena z magneti.

Kako spustiti tarčo?

Sočasno z izstrelkom na levi poženemo še enak izstrelak v enaki cevi na desni. V trenutku, ko levi izstopi iz cevi, desni trči ob vzvod mehanizma s kljukico in povzroči, da se palčka (oz. vijak), na katerem visi tarča, spodmakne. Tarča pade.



Slika 6:

- a) Tarča s sprožilnim mehanizmom.
- b) in c) Mehanizem za spodmikanje držala tarče.
- č) in d) Namestitev tarče.
- e) Detajl – luknja skozi palico, vijak – držalo za tarčo.
- f) Skica sprožilnega mehanizma.

Mehanizem s kljukico je narejen na naslednji način: Kljukica je privijačena na palico (slika 6), tako da je en krak gibljiv. Skozi spodnji konec pritrjenega kraka in skozi palico je zvrtna luknja, na gibljiv krak pa je pritrjen vijak za obešanje tarče tako, da poteka skozi to luknjo (slika 6 e). Kljukico razpnemo in vanjo na zgornjem koncu vtaknemo paličico/vzvod (slika 6 b in f). Vijak v tej legi »kuka« iz luknje v palici, zato lahko nanj obesimo tarčo. Ko izstrelak trči ob vzvod, se gibljivi krak kljukice premakne v prvotni položaj in ob tem potegne vijak nazaj. Tarča pade.

Kako doseči sočasnost?

Na vsako izstrelitveno/sprožilno cev natakemo PVC-cev, ki naj bo dovolj dolga, da jo lahko napeljemo do plastenke (okoli 5 m). Cevi združimo s pomočjo razdelivca za vrtno cev in ju napeljemo do plastenke. Uvodnica za električno napeljavo na pokrovčku služi tesnjenju med cevjo in platenko.

S stiskom plastenke potisnemo zrak v obe sprožilni cevi in tako sočasno poženemo izstrelka.

Pri tem mehanizmu so uporabljene cevi z notranjim premerom 6 mm in zunanjim premerom 10 mm, ker se dobro prilegajo tako šestmilimetrskim slamicam kot tudi vrtnemu razdelivcu in uvodnici velikosti PG11. Elemente lahko enostavno sestavimo – brez uporabe lepil, tesnil itd.

Vsako od daljših cevi lahko povežemo s sprožilnima cevema tako, da kot vezni člen uporabimo slamico s pregibnim delom (slika 5 b) ali, še bolje, PVC-cevčico zunanjega premera 6 mm.



Slika 7:

- a) Platenka za vpihovanje zraka.
- b) Enaki cevi vodita do cevi za izstrelitev izstrelka in do cevi za sprožitev tarče.

Potrebščine

Izstrellek:

- 2x neodimski magnetek: premer 5 mm, dolžina okoli 5 mm;
- ožje slamice: premer 5 mm – dva koščka dolžine pribl. 4 cm.

Izstrelitvena in sprožilna cev:

- 6x širša slamica – ravni del: premer 6 mm (ali 2x cev iz pleksistekla, notranji premer 6 mm, dolžina 0,5 m);
- 2x širša slamica – pregibni del: premer 6 mm (ali 2x PVC-cevčica: zunanji premer 6 mm);
- 2x lesena palica za podlogo: dolžina 0,5 m;
- plastična držala (slika 3 c) ali vezice za pritrditev izstrelitvene/sprožilne cevi na leseno podlogo;
- 4x železni/jekleni kotniki: dolžina vsaj 10 cm, 4x neodimski magnet za pritrditev kotnika na tablo.

Sprožilni mehanizem:

- kljukica, vijaki, lesene palice, vrvica ... (slika 6);
- 2x daljša PVC-cev: notranji premer 6 mm, zunanji premer 10 mm, dolžina 5 m;
- razdelivec za vrtno cev, uvodnica, platenka.

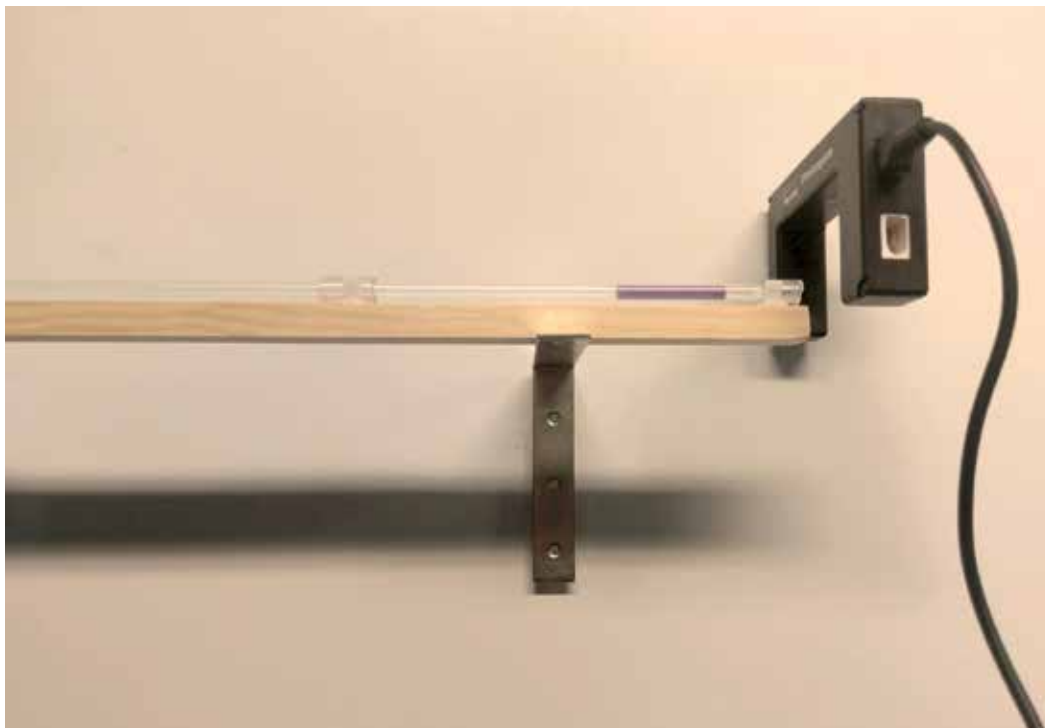
Tarča:

- pločevinast pokrov ali podoben predmet iz feromagnetnega materiala;
- penasta guma za ublažitev padca na tla.

Uporaba

Mehanizem lahko pokažemo v razredu pri obravnavi vodoravnega meta ali ga uporabimo kot temo za projektno nalogo, ki si jo dijaki (pa tudi nadarjeni učenci) lahko izberejo in podoben sprožilec izdelajo sami ter raziščejo fizikalno ozadje njegovega delovanja.

V nekoliko drugačni različici lahko mehanizem uporabimo tudi kot laboratorijsko vajo. Dijaki merijo domet v odvisnosti od izstrelitvene hitrosti, ki jo izmerijo s pomočjo svetlobnih vrat.

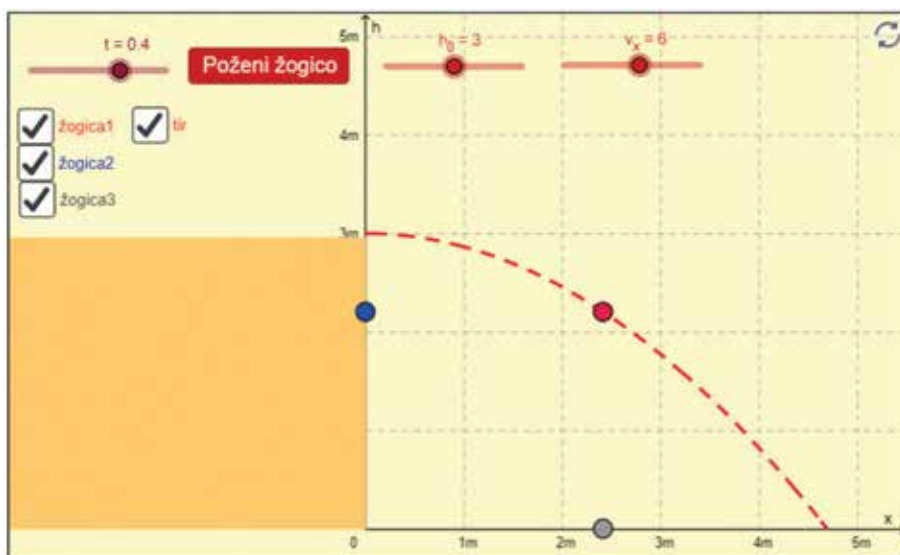


Slika 8: Nadgradnja z optičnimi vrati.

Kot uvod v poglavje o vodoravnem metu je zanimivo poskus vsaj enkrat pokazati v živo. Plastenko lahko stisne dijak, saj je tako bolj prepričljivo, da izid ni odvisen od tega, kako sunkovito stisnemo plastenko, torej ni odvisen od hitrosti ob izstrelitvi. Izstrelek zadene tarčo, če je le hitrost dovolj velika, da do nje dospe, preden padeta na tla, in seveda če je cev dobro usmerjena ter če se kje ne zatakne, npr. zaradi zvite, preluknjane slamice ali zaradi kakšnega drugega postavitvenega škrate.

Za tem je poučno pokazati počasni posnetek poskusa, ki je, zaradi logistike, lahko že vnaprej pripravljen. Pozornost usmerimo na to, ali sta izstrelek in tarča v vsakem trenutku na približno enaki višini.

K lažji predstavi in boljšemu razumevanju pojava pripomore tudi animacija, ki jo pripravimo npr. v Geogebri (Slika 9). Ob predvajanju animacije vodoravni met primerjamo z navpičnim metom in s premo enakomernim gibanjem v vodoravni smeri. Že pripravljena animacija je na spodnji povezavi. [3]



QR povezava do animacije

Slika 9: Animacija v Geogebri. Modra žogica prosto pada v navpični smeri, siva drsi s konstantno hitrostjo v vodoravni smeri, rdeča pa prosto pada s konstantno vodoravno komponento hitrosti.

Zaključek

V članku sem predstavila, kako lahko sami sestavimo mehanizem za prikaz vodoravnega meta. Toda pri sestavljanju je najlepše to, da jih je mogoče sestaviti tudi drugače. Verjamem, da je veliko poskusov, pri katerih si na primer želimo, da gre cevka skozi plastenko in da ob luknji tesni ali da cev razdelimo, podaljšamo, slamice sestavimo ... Mogoče bo kaj od zgoraj napisanega koristilo. Mogoče v čisto drugačnih okoliščinah, z drugačnimi poskusi, laboratorijskimi vajami ali projekti.

Viri

- [1] Videoposnetek sprožitve mehanizma: <https://www.youtube.com/watch?v=iVgPNhmlm6I> (6. 11. 2018).
- [2] Planinšič G., (2010). *Didaktika fizike: aktivno učenje ob poskusih. 1, Mehanika in termodinamika*, 1. natis. Ljubljana: DMFA – založništvo.
- [3] Animacija v Geogebri: <https://www.geogebra.org/m/cfherFFx> (6. 11. 2018).

Umetnost poučevanja – delo z nadarjenimi učenci pri fiziki v osnovni šoli

mag. Đulijana Juričič

Osnovna šola Trnovo, Ljubljana

Povzetek

V prispevku so predstavljene dolgoletne izkušnje z delom z nadarjenimi učenci pri fiziki v osnovni šoli. Poudarjeno je, da uspešno delo z nadarjenimi temelji na kakovostnem delu z vsemi učenci, kar zahteva poglobljeno razumevanje procesa poučevanja fizike in ustrezen odnos do učencev. Med strategijami dela z nadarjenimi je posebej opisana priprava učencev na fizikalna tekmovanja.

Ključne besede: nadarjeni učenci, poučevanje fizike

Art of teaching – Work with Gifted Students in Primary School Physics Class

Abstract

The article presents more than 20 years of experience in working with gifted students in primary school physics class. It emphasises the fact that work with gifted students, in order to be successful, must be based on quality work with all students, which requires a deep understanding of the physics teaching processes as well as a warm and supportive relationship with the students. Among the different strategies of work with gifted students, the preparation of students for physics competitions is described in greater detail.

Key words: gifted students, teaching physics

Uvod

*Učitelj se dotika večnosti;
nikdar ne ve, do kod bo segel njegov vpliv.
(Henry Brooks Adams)*

Po mnogih raziskavah v slovenskem in mednarodnem prostoru [1, 2, 3] je fizika v osnovni šoli eden od najtežjih in tudi najmanj priljubljenih predmetov. Zato je naloga učitelja fizike toliko zahtevnejša, saj mora po eni strani premagovati trdno zasidrane predsodke o težavnosti in po drugi strani prenašati svojim učencem lepoto tega predmeta ter jih navduševati zanj. Ob tem se srečuje z zelo različno populacijo, od zelo nadarjenih do tistih, ki jim naravoslovje (še) ni močno področje.

Ravno nadarjeni učenci so tisti, ki jim mora učitelj posvetiti posebno pozornost v skladu s slovensko šolsko zakonodajo [4, 5] in razviti ustrezen način dela z njimi, tako da podpira optimalni razvoj na fizikalnem področju pa tudi »prebuja veselje do ustvarjalnega izražanja in znanja«, za kar Einstein pravi, da je najvišja umetnost učitelja.

V več kot 20 letih poučevanja fizike je bil vsako leto znova pred menoj izziv, kako čim hitreje identificirati nadarjene učence, saj nekateri med njimi niso vedno učno uspešni ali se srečujejo z različnimi težavami, ter jih spodbujati pri njihovem učenju in premikanju lastnih meja.

V članku so predstavljene ne samo izkušnje na področju dela z nadarjenimi učenci, ampak tudi celotni koncept poučevanja, ki je bil potreben, da je bilo delo z nadarjenimi uspešno in da so ti učenci lahko dosegali dobre rezultate (visoka motivacija za delo in učenje, visoko razvite kompetence za timsko delo, raziskovanje, samostojno učenje, reševanje najzahtevnejših problemov, množična udeležba na šolskih in področnih tekmovanjih iz fizike, številna zlata in srebrna priznanja, dosežki na raziskovalnem področju, uspešnost pri nadaljnjem šolanju, vsakoletni vpis vsaj enega bivšega učenca na študij fizike) [6].

Osnovni pogoj za delo z nadarjenimi učenci

Uspešnost dela z nadarjenimi učenci je tesno povezana z razumevanjem kompleksnosti poučevanja fizike [7, 8] in z zavedanjem, da učitelj fizike ne uči le fizike, ampak predvsem pripravlja učence na vseživljenjsko učenje, kar je dolgoročneje od poznavanja fizikalnih konceptov.

Med poučevanjem vodi in upravlja več različnih procesov na različnih ravneh:

- učencem predstavlja fizikalne koncepte, pri čemer jih mora najprej zelo dobro razumeti tudi sam [8] in nenehno iskati nove načine, kako jih razložiti,
- pomaga jim pri usvajanju strokovnega jezika, ki je za učence velikokrat zahteven, nerazumljiv in težko učljiv [9],
- uči jih strategij reševanja fizikalnih problemov, ki so prenosljive in uporabne tudi pri reševanju problemov z drugih področij,
- seznanja učence z zgodovino in razvojem fizike,
- povezuje fizikalne koncepte z vsakodnevnim življenjem,
- vodi eksperimentalno delo,
- upravlja oddelek, skrbi za disciplino, delovno vzdušje in ustrezne odnose med učenci,
- preverja in ocenjuje znanje učencev, pri čemer je izjemnega pomena kakovostna povratna informacija,
- upravlja tehnologijo, ki jo uporablja med poukom,
- sodeluje s starši,
- obvladuje svojo komunikacijo, čustva in obnašanje,
- je vzor učencem in
- jih predvsem nenehoma motivira, navdušuje ter jim razkriva lepote fizike.

Prisotnost nadarjenih učencev poveča zahtevnost poučevanja, ker nadarjeni učenci zaradi svojih lastnosti (zanimanje za naravoslovje, radovednost, želja po novem znanju, nadpovprečna zmožnost logičnega mišljenja, hitro razmišljanje in dožemanje konceptov, dobra matematična podlaga, široko predznanje, visoka stopnja motivacije, želja po izzivih in reševanju zahtevnejših problemov, zmožnost opazovanja, dolgočasenje, če njihovim potrebam ni zadoščeno) potrebujejo in zahtevajo več.

Dosedanje izkušnje kažejo, da je temeljni pogoj za uspešno delo z nadarjenimi dobra klima v oddelku in veselje do fizike vseh učencev, tudi tistih, ki jim fizika ne gre najbolje oziroma imajo z njo težave. Če imajo namreč učenci pozitiven odnos do fizike, lažje razumejo zahtevnost dela svojih nadarjenih sošolcev, jih bolj podpirajo in spoštujejo ter se skupaj z njimi veselijo njihovega uspeha.

Takšno delovno okolje oblikuje predvsem učitelj s svojo ljubeznijo do predmeta, strastjo do poučevanja, empatijo in spoštovanjem učencev ter nenehno željo po lastnem učenju in razvoju. Nikakor ne gre zanemariti razumevanja tega, kako učenci razmišljajo, kako usvajajo nova znanja, kje in zakaj imajo težave pri učenju, zakaj jim je fizika težka, ter zavedanja, da ne bodo vsi učenci nekoč fiziki. Zelo dobrodošlo se je postaviti v kožo učenca, ki fizike ne razume, po drugi strani pa v podporo nadarjenim učencem biti tudi sam radoveden, inovativen, ustvarjalen, igriv, organiziran, odgovoren, razgledan, dobrovoljen, imeti široko paleto znanj iz različnih disciplin in jih znati povezovati v celoto, biti zmožen razmišljati zunaj okvirjev, biti pripravljen na nove izzive in včasih pozabiti na čas.

Fizikalna tekmovanja kot izziv za nadarjene učence

Za delo z nadarjenimi učenci obstaja veliko različnih strategij in načinov dela [7]. Kaj bo učitelj izbral, ni odvisno le od učencev, ampak tudi od njegovih močnih področij, interesov in nagnjenj.

Učitelj fizike ne uči le fizike, ampak predvsem pripravlja učence na vseživljenjsko učenje, kar je dolgoročneje od poznavanja fizikalnih konceptov.

Dosedanje izkušnje kažejo, da je temeljni pogoj za uspešno delo z nadarjenimi dobra klima v oddelku in veselje do fizike vseh učencev, tudi tistih, ki jim fizika ne gre najbolje oziroma imajo z njo težave.

V dolgoletni praksi sem za delo z nadarjenimi učenci uporabljala različne pristope med rednim poukom, dodatnim poukom in individualnimi urami. Med rednim poukom sem zanje pripravljala dodatne razlage, izzivalna vprašanja, predstavitev fizikalnih novosti, zahtevnejše naloge, dodatno literaturo. Za izrazito nadarjene učence sem izvajala individualne ure, med katerimi sem učencu omogočila pospešeno usvajanje konceptov, kar sem pri rednem pouku nadgradila s personifikacijo pouka. Med individualnimi urami sem z učenci delala tudi na raziskovalnem področju in jih vodila pri pripravah njihovih raziskovalnih nalog. Dodatni pouk je bil namenjen poglobljanju konceptov, usvojenih pri rednem pouku, in pripravi na vse stopnje fizikalnega tekmovanja, ki je bilo področje, kjer so nadarjeni učenci pridobili največ. K temu je izrazito prispeval koncept priprav na tekmovanje, ki sem ga razvila skozi leta.

Koncept priprav na tekmovanje

Že na samem začetku priprav v osmem razredu smo skupaj z učenci oblikovali cilje sodelovanja na tekmovanju. Med njimi je bila osvojitev bronastega, srebrnega ali zlatega priznanja pomemben, a ne edini cilj. Preostali, ravno tako pomembni, so bili:

- poglobljeno fizikalno znanje, ki presega osnovnošolsko raven in je kakovostna podlaga za nadaljnje šolanje,
- razvijanje različnih strategij reševanja zahtevnih problemov,
- razvijanje strategij za samostojno učenje,
- razvijanje iznajdljivosti in ustvarjalnosti,
- razvijanje delovnih navad in kondicije za daljše intelektualno delo,
- razvijanje strategij učenja v skupini,
- razvijanje medsebojne pomoči in podpore,
- razvijanje strategij za premagovanje strahu in treme,
- dobra samozavest in pozitivna samopodoba,
- spoznavanje in premikanje lastnih meja.

Ob skupnem oblikovanju ciljev so učenci razumeli, da so priprave na tekmovanje pravzaprav priprave na novo, zahtevnejšo obliko učenja in da sodelovanje na tekmovanju ni tekmovanje z vrstniki, ampak s seboj in tekmovalnimi nalogami.

Naslednja faza je bila graditev skupine, saj je močna skupina vir moči posameznega člana. Dodatni pouk in priprave so obiskovali učenci različnih oddelkov. Med njimi so se nekateri dobro poznali in razumeli, nekateri ne. Zato sem od samega začetka delo organizirala tako, da so probleme reševali v dvojicah ali trojicah, velikokrat smo imeli tudi skupinske razprave in izmenjave mnenj, s čimer smo razvijali zmožnosti poslušanja in kompleksnejše izražanje v strokovnem jeziku. Pri tem je bilo pomembno, da je vsak med njimi imel možnost izražanja, pri čemer so drugi, ki so bili mogoče hitrejši, razvijali potrpežljivost, empatijo in solidarnost. Naloga mentorja je, da ustvari dobre odnose z učenci ter oblikuje sproščeno vzdušje, prežeto z varnostjo, sprejemanjem in dobro voljo, ki omogoči konstruktivno rešitev tudi v konfliktni situaciji.

Sistematična in premišljena izbira problemov, med katerimi je vsak dobro izhodišče za poglobljeno raziskovanje določenega fizikalnega koncepta in učenje novih veščin reševanja, je omogočala učinkovito izrabo časa in najhitrejši napredek učencev.

Prehod z ene stopnje tekmovanja na višjo, še posebej na državno tekmovanje, je zahteval tudi psihične priprave, še posebej na področju premagovanja treme in strahu pred neuspehom, kjer je neuspeh za učence pomenil, da ne bi dobili priznanja ali se uvrstili na višjo stopnjo tekmovanja. Nadarjeni učenci so večinoma učno zelo uspešni, v osnovni šoli se redko srečujejo z neuspehom in se še ne zavedajo, da se bodo prej ali slej srečali s situacijo, v kateri ne bodo tako uspešni, kot bi si želeli. Pri mnogih je »neuspeh« na tekmovanju prva izkušnja z nedoseganjem zastavljenih ciljev in lahko tudi vir frustracije. Tudi v tem segmentu ima mentor pomembno vlogo, saj s svojo interpretacijo uspeha in neuspeha ter z odnosom do rezultatov vpliva na doživljanje učencev. Pomembno je, da se veseli vsakega rezultata in nove izkušnje svojih učencev, saj je vsaka izkušnja vir novega znanja. S tem učencem sporoča, da je pomembno predvsem to, kar so se naučili in doživeli, in ne samo to, kar so dosegli.

Zadnja faza je nagrajevanje in praznovanje uspeha. Učence, ki so dosegli bronasto in srebrno priznanje na področnem tekmovanju, sem vedno nagradila z odlično oceno, ker je znanje, potrebno za doseganje priznanj, presegalo povprečno osnovnošolsko znanje iz fizike.

Močna skupina je vir moči posameznega člana.

Naloga mentorja je, da ustvari dobre odnose z učenci ter oblikuje sproščeno vzdušje, prežeto z varnostjo, sprejemanjem in dobro voljo, ki omogoči konstruktivno rešitev tudi v konfliktni situaciji.

Učencem, ki so se uvrstili na državno tekmovanje in se udeleževali zaključnih intenzivnih priprav, sem zaključila oceno takoj po tekmovanju in so bili do konca šolskega leta oproščeni vseh obveznosti. Po zaključku vseh tekmovanj gredo z najuspešnejšimi učenci na tortico in se še enkrat poveselimo skupnega dela in doseženih rezultatov. Z nagrajevanjem in praznovanjem mentor izkaže spoštovanje do dela svojih učencev in jim hkrati pokaže, kako pomembno se je veseliti novega znanja in svojih uspehov.

Zaključek

Delo z nadarjenimi učenci temelji na kakovostnem delu pri pouku in dobrem odnosu z vsemi učenci. Tudi tisti učenec, ki komaj lahko usvoji minimalna znanja, lahko v spodbudnem učnem okolju prispeva k razvoju nadarjenih učencev. Zato je izjemnega pomena, da učitelj za začetek dela z nadarjenimi ustvari ljubeče vzdušje v oddelku, v katerem se vsak učenec počuti sprejet, viden in spoštovan, ne glede na to, kako uspešen je pri fiziki – da verjame, da zmore.

Da učitelj to lahko doseže, mu mora biti mar za svoj poklic in lepoto fizike. Mora se osredotočiti na širšo fizikalno sliko in jo prenašati učencem ter ob tem spregledati kakšno podrobnost. Sam mora biti navdušen učenec in razumeti mora, zakaj je za učence fizika težka in kakšne težave imajo pri učenju, verjeti v učence in njihove sposobnosti, učiti ustvarjalno, z dobro voljo, humorjem ter obilico potrpežljivosti. V delo z učenci mora biti pripravljen vložiti več časa, kot je plačan.

Vložek predanega učitelja – mentorja med pripravami na tekmovanje je velik, včasih toliko, da si zastavi vprašanje: »Ali je vredno?« Moj odgovor je: »Da, vredno je!« Kajti ob delu z nadarjenimi in ravno tako nenadarjenimi mladimi tudi učitelj sam napreduje, premika svoje meje, širi obzorja na različnih področjih, prispeva k dobrobiti družbe in, kar je najbolj pomembno, osebnostno in strokovno zori ter postaja plemenitejši in boljši človek.

Ko spremlja svoje učence na njihovi nadaljnji poti in vidi, da z lahkoto nadaljujejo šolanje na srednjih šolah, da so med njimi dobitniki medalj na fizikalnih olimpijadah, da se vsako leto vpisujejo na študij fizike in ga uspešno dokončajo, da mnogi med njimi doktorirajo na slovenskih in tujih univerzah, da uspešno nadaljujejo svojo strokovno pot v slovenskem in mednarodnem (znanstvenem) prostoru, da jih njihova ljubezen do fizike in navdušenost nad raziskovanjem, ki so jo razvili ob njegovem vodstvu, spremlja celo življenje, takrat ve, da se je njegov trud izplačal. In ko ti zdaj že odrasli ljudje pridejo nazaj in se zahvalijo za vse, kar so prejeli na osnovni šoli, je njegovo poslanstvo dopolnjeno. Skozi svoje učence se dotika večnosti.

Izjemnega pomena je, da učitelj za začetek dela z nadarjenimi ustvari ljubeče vzdušje v oddelku, v katerem se vsak učenec počuti sprejet, viden in spoštovan, ne glede na to, kako uspešen je pri fiziki – da verjame, da zmore.

Učitelj mora biti navdušen učenec in razumeti mora, zakaj je za učence fizika težka in kakšne težave imajo pri učenju, verjeti v učence in njihove sposobnosti, učiti ustvarjalno, z dobro voljo, humorjem ter obilico potrpežljivosti. V delo z učenci mora biti pripravljen vložiti več časa, kot je plačan.

Viri

- [1] R. Slana, Priljubljenost fizike v osnovni šoli, Seminarska naloga, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Maribor, 2007.
- [2] C. Williams, M. Stanisreed, K. Spall, E. Boyes, D. Dickson, Why aren't secondary students interested in Physics?, *Physics Education* 38 (4) (2003), 324–329.
- [3] F. Ornek, W. R. Robinson, M. R. Haugan, What Makes Physics Difficult?, *Science Education International*, Vol. 18, No. 3, (2007), 165–172.
- [4] Zakon o osnovni šoli, (Uradni list RS, št. 81/06 – uradno prečiščeno besedilo, 102/07, 107/10, 87/11, 40/12 – ZUJF, 63/13 in 46/16 – ZOFVI-K).
- [5] D. Žagar, J. Artač, T. Bežič, M. Nagy, S. Purgaj, Koncept: Odkrivanje in delo z nadarjenimi učenci v osnovni šoli, Nacionalni kurikulumni svet, 1999.
- [6] Dosežki trnovskih fizikov, dosegljivo na: <http://www.ostrnovo.si/aktivnosti/tekmovanja-dejavnosti-dejavnosti/58-uspehi-trnovskih-fizikov> (11. 11. 2018).
- [7] Z. Haron, L. Halim, E. Zakaria, Teaching Physics to Gifted Students, *Education for Diverse Learners*, (179-186), University Pundra Malaysia Press, Serdang, 2009.
- [8] Y. Ramma, Physics is taught badly because teachers struggle with basic concepts, *The Conversation*, dosegljivo na: <https://theconversation.com/physics-is-taught-badly-because-teachers-struggle-with-basic-concepts-86083> (10. 11. 2018).
- [9] E. Torigoe, G. E. Gladding, Connecting symbolic difficulties with failure in physics, *Am. J. Psych.*, 79(1), (2011), 133–140.

Mladi raziskovalci

dr. Mitja Slavinec^{1,2} in dr. Robert Repnik^{1,3}

¹ Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru

² Pomursko akademsko znanstvena unija PAZU

³ Zveza za tehnično kulturo Slovenije

Povzetek

Učenci in dijaki v slovenskih šolah se lahko na svojih področjih nadarjenosti razvijajo v sklopu različnih šolskih aktivnosti, deloma pri običajnem pouku, še v večji meri pa pri dejavnostih zunaj njega. Obstajajo številna različna tekmovanja iz znanj z različnih področij. Posebno vlogo pri razvoju mladih pa ima projekt gibanje »Znanost mladini«, ki ga že vrsto let v sodelovanju s strokovnjaki z najrazličnejših področij dela in iz najrazličnejših ustanov izvaja Zveza za tehnično kulturo Slovenije. Pri tem projektu zgolj obsežna vsebinska znanja ne zadoščajo za dosego vidnih uspehov. Projekt spodbuja timsko delo ter osnovnošolcem in dijakom omogoča, da pod mentorstvom svojega učitelja in z morebitno pomočjo dodatnih somentorjev izvedejo raziskavo na določenem vsebinskem področju, na primer na področju fizike in astronomije. V prispevku podrobneje opišemo namen tega izobraževalnega projekta, in sicer pojasnimo predvsem selekcijske postopke na državni ravni ocenjevanja nalog ter izpostavimo nekaj tipičnih pasti mladinskega raziskovalnega dela. V prispevku poleg vloge mladih raziskovalcev poudarimo še pomen in naloge mentorja, denimo učitelja fizike in astronomije, ki je za uspešnost mladih raziskovalcev ključen. Glavni rezultat projekta je razvijanje kompetenc mladih, pomembnih pri raziskovalnem delu, ne pa sama raziskovalna naloga. Kakovostno mentorsko delo ima lahko tudi pozitivne učinke na učiteljevo siceršnje delo pri običajnem pouku.

Ključne besede: fizika in astronomija, mladinsko raziskovalno delo, raziskovalna naloga, učitelj mentor, mladi raziskovalci

Young Researchers

Abstract

Slovenian students have the opportunity to develop their talents by participating in various school activities, in part during regular classes and to a greater extent in extracurricular activities. For this purpose, a series of different competitions are organised where they can advance their knowledge. In this sense, the project of the "Science to Youth" movement, implemented for a number of years by the Association for Technical Culture of Slovenia in cooperation with various experts and institutions, plays a special role in youth development. The project goes beyond acquiring a vast amount of knowledge in order to achieve success by fostering teamwork and allowing primary and secondary school students to carry out a research with the help of their teacher - mentor and co-mentors, if any, in a certain class or subject, such as physics or astronomy. The article describes in detail the purpose of this educational project, explains mainly the selection processes at the state research assessment level and points out a few most common traps that should be avoided in youth research work. In addition to the role of the young researcher, the article also emphasises the important role and tasks of the mentor, such as a physics or astronomy teacher, who is key to the young researcher's success. The most significant goal of the project is not the research paper itself but developing the competences of young people important for their research work. Furthermore, quality mentoring can have positive effects on the teacher's regular work in class.

Keywords: physics and astronomy, youth research work, research paper, teacher mentor, young researchers

Uvod

Gibanje »Znanost mladini«, pod okriljem katerega potekajo srečanja mladih raziskovalcev, je ena izmed najštevilčnejših aktivnosti Zveze za tehnično kulturo Slovenije

(ZOTKS) [1]. Ponaša se že z več kot 50-letno tradicijo in v vseh teh letih je pri teh aktivnostih sodelovalo že skoraj sto tisoč mladih. Mnogi izmed njih so v kasnejših letih postali tudi mentorji mlajšim generacijam, številnim pa

je prav ta izkušnja pomagala na njihovi karierni raziskovalni poti.

Mladi pod vodstvom mentorjev izdelajo raziskovano nalogo, ki jo najprej predstavijo na šolskem ali občinskem srečanju. Temu sledi regijsko srečanje, ki poteka pred strokovnimi komisijami. Slednje potem izberejo najboljše raziskovalne naloge, ki se uvrstijo na državno srečanje mladih raziskovalcev. Zaradi druženja in vzpostavljanja medsebojnih vezi je za poimenovanje tega dogodka namenoma izbrana beseda »srečanje« in ne »tekmovanje«. Zanimivost tega srečanja je, da osnovnošolci in srednješolci naloge z določenega področja (razen nekaterih področij, pri katerih je izjemoma drugače) predstavljajo v isti skupini, komisije jih seveda ocenjujejo posebej. Izkušnja, da se med seboj poslušajo osnovnošolci in srednješolci, je zelo dobrodošla in zanimiva za oboje. Osnovnošolci spoznajo, kaj delajo njihovi starejši kolegi, pri čemer pridobijo dodatno znanje in si ustvarijo višje standarde glede lastnih ambicij na podlagi izjemno kakovostnih srednješolskih nalog. Srednješolci pa so pogosto prijetno presenečeni in dodatno spodbujeni, ko vidijo, kako kakovostne naloge pripravijo nekateri mlajši učenci iz osnovnih šol. Strokovne komisije pogosto poudarijo dejstvo, da je za dejavnosti zunaj običajnega pouka bistveno ustrežnejše poskrbljeno na osnovnih šolah kakor na srednjih. Osnovnošolski profesorji imajo na primer predvideno vsaj eno uro na teden, ki jo lahko namenijo mentorstvu mladih raziskovalcev, medtem ko je na srednješolski ravni to praviloma prepuščeno entuziazmu ali iznajdljivosti posameznega profesorja. Morda so tu na voljo še neizkoriščene priložnosti glede učiteljevih ur v katerem od »stebrov«.

Projekt je že od samega začetka zastavljen kot izobraževalen, pri čemer sama raziskovalna naloga ni edini in ključni cilj. Vsaj toliko kot sama raziskovalna naloga je vredna tudi izkušnja mladih glede celovitega procesa raziskovanja. Ob pripravi raziskovalne naloge se mladi naučijo ustvarjalnega, kreativnega in inovativnega razmišljanja. Spoznajo osnovne principe znanstvenoraziskovalnega dela, naučijo se pisati strokovna dela. Naloge predstavljajo pred strokovnimi komisijami, zato dobijo tudi izkušnje z javnim nastopanjem in kako argumentirano obraniti svoja dognanja.

Kljub temu da je latenten pomen projekta razvoj mladih kadrov, ki jih želimo navdušiti in jim predati znanje za kasnejše raziskovalno delo, da bi jim to postalo tudi način razmišljanja in vsakdanjega bivanja, pa je velik napredek pri delu v gibanju »Znanost mladini« tudi to, da se na državna srečanja že drugo desetletje ne uvrščajo več seminarske naloge, ampak (razen neželenih izjem) skorajda izključno le raziskovalne naloge, ki se odlikujejo po visokem nivoju raziskovalne odličnosti. Pogosto omenjene raziskovalne naloge tudi daleč presegajo nivo, ki bi ga na podlagi pedagoških izkušenj s povprečnimi učenci in dijaki lahko pričakovali glede na starost avtorjev. Na predstavitev in zagovorih se v večini primerov

izkaže, da so naloge res delo avtorjev in da so nastale ob kakovostnem delu njihovih mentorjev.

Na nekaterih področjih, pri katerih obstajajo ustrezna tekmovanja ali srečanja, najuspešnejši mladi raziskovalci dobijo tudi možnost napredovanja na mednarodno raven. Ta izkušnja je zanimiva tako zaradi primerjave z drugimi kot tudi zaradi širjenja obzorij nasploh in zavedanja, kako sta raziskovanje in znanost mednarodno povezana ter prepletena.

Šole in mentorji

Naloge nastajajo na šolah oziroma v dijaških domovih pod mentorstvom njihovih profesorjev, kar je skladno z namenom projekta, in sicer tudi izobraževati. Na šolah so praviloma omejeni s potrebno raziskovalno opremo, zlasti pri naravoslovnih in tehničnih področjih, kadar so pri nalogi v ospredju eksperimentalno delo in meritve. Tudi učitelji v preteklosti v času študija niso imeli posebnih vsebin v zvezi z mentorskim delom pri mladinskem raziskovalnem delu. Na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru so te vsebine vključene v nekatere predmete na študiju izobraževalne fizike že zaradi spodbujanja učenja z raziskovanjem pri običajnem pouku, ne le pri raziskovalnem delu mladih. Te vsebine so zajete pri predmetu »Neformalno izobraževanje fizikalnih vsebin in mladinsko raziskovalno delo« [2] in pri predmetu »Znanstveno-raziskovalno delo v fizikalnem izobraževanju z osnovami pedagoške statistike« [3]. Naslednja ovira je tudi financiranje v šolah; za krepitev raziskovalne dejavnosti v srednjih ter še posebej pa v osnovnih šolah je namreč praviloma namenjeno malo sistemskih sredstev. Prav tako ministrstvo redko sofinancira programe permanentnega izobraževanja in izpopolnjevanja, na katerih bi se učitelji lahko usposabljali za delo z mladimi raziskovalci. To vrzel vsaj delno zapolnjuje Zveza za tehnično kulturo Slovenije, ki v sodelovanju z regijskimi partnerji organizira seminarje mentorjem mladih raziskovalcev, občasno tudi za mlade raziskovalce same. V določeni meri pa skušajo skozi svoje programe izobraževanj pomagati tudi centri za vseživljenjsko učenje fakultet (CVU), tovrstne programe na primer občasno ponudi tudi CVU Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru [4]. Učitelj učencev in dijakov v vlogi mentorja je pri raziskovalni nalogi ključen, zato bi moral dobro poznati svoje naloge. Mladim raziskovalcem mora namreč pomagati in jih usmerjati v vseh fazah izvajanja mladinskega raziskovalnega dela; od oblikovanja ideje oz. raziskovalnega problema, pri iskanju, selekciji in analizi literature, pri ustreznih izbiri metod dela, v jedrni fazi same raziskave ter seveda tudi pri pripravi pisnega poročila o raziskavi v obliki raziskovalne naloge in ne nazadnje v sklepni fazi, ko se mladi raziskovalci pripravljajo na predstavitev in zagovor naloge. Učitelj se mora v vseh fazah potruditi za kakovost svojega dela v vlogi mentorja, kar pa se mu poleg moralnega zadoščenja pri tem lahko obrestuje tudi

drugače. Vidni dosežki mladih raziskovalcev pod njegovim mentorstvom mu lahko koristijo tudi v smislu njegovega strokovnega kariernega razvoja.

Gibanje »Znanost mladini« že v razpisu [5] spodbuja poljubno izbiro tem raziskovalnih nalog in priporoča aktualne teme, tudi obravnavo problematike iz domačega okolja, še posebej v sodelovanju z lokalno skupnostjo, gospodarstvom ali drugimi zainteresiranimi, vendar je pri tem treba biti previden. O tem več v nadaljevanju. Šole se pogosto povežejo tudi z raziskovalnimi institucijami. To so predvsem fakultete ali raziskovalni inštituti, včasih tudi katere izmed raziskovalnih enot gospodarskih družb. Takšna sodelovanja se praviloma izkažejo kot zelo dobrodošla in koristna za oba partnerja. Vseeno pa je pri tem treba biti zelo pazljiv, da raziskovalne naloge ne postanejo preveč akademske. Zunanje mentorje je treba ustrezno pripraviti na nivo znanja in ustvarjalnega potenciala učencev ali dijakov ter jih opozoriti, naj se zavedajo, da je njihova naloga mlade naučiti in jih usmerjati na poti do kasnejših raziskovalcev, sama raziskovalna naloga pa je le eden od rezultatov tega dela. Kaj hitro bi se namreč sodelovanje lahko izrodilo na način, da bi zunanji strokovnjaki pozabili na svojo nalogo mentorja, ampak bi želeli z drugimi sodelujočimi ustvariti (le) čim bolj kakovostno raziskovalno nalogo, mladi pa bi pri tem sodelovali v bolj obrobni vlogi in se tudi skoraj nič ne naučili. Skratka, glavna vloga mentorjev je, da spremljajo in usmerjajo mlade raziskovalce na njihovi raziskovalni poti skozi vse faze raziskave, pri čemer naj bo proces osredotočen na mlade raziskovalce in ne na nalogo. Izpostaviti velja še, da naj bo tema naloge izbrana tako, da bo naloga dejansko raziskovalna, vendar ne razvojna (uporaba že obstoječega znanja, le na novem primeru) ali še slabše – seminarska (mladi se veliko naučijo, a ne odkrijejo nič novega).

Že razpis [5] izpostavlja, da glavno delo in odgovornost mentorstva ostaja na učiteljih. Učitelji mentorji bi morali dobro poznati kriterije ocenjevanja državnega srečanja, ki so razvidni iz razpisa, pa tudi kriterije predhodnih nivojev, po katerih se ocenjujejo naloge. Delo mentorja mladih raziskovalcev je na nek način zahtevno, hkrati pa učitelja po strokovni plati tudi izjemno bogati. Med področji, med mentorji in med mladimi raziskovalci so lahko precejšnje razlike, tudi po osebnostni plati. Že zato so strategije pri vzpostavljanju ekipe (mentor/-ji – mladi raziskovalci) ter pri izbiri tem lahko različne. V vsakem primeru se mentorji lahko zavedajo, da če so mladi samoiniciativno prišli do njih s pobudo za raziskavo, so prav gotovo aktivno motivirani in zainteresirani za izdelavo raziskovalne naloge, in to prav z določenega področja. To kaže na dober obet za plodno sodelovanje ekipe, ni pa še zagotovilo za to. Interes še ne zadošča, zahtevano bo še znanje ali vsaj pripravljenost na iskanje in usvajanje znanja, obilo nadarjenosti, inovativnosti in kreativnosti pa tudi določena mera marljivosti in spoštovanje pravil ter časovnih rokov.

Mladi so praviloma brez izkušenj glede raziskovalnega dela, prav tako bo to verjetno njihov prvi stik s strokovnim pisanjem. Zagotovo so nagnjeni k ustvarjalnosti in kreativnosti, kar naj mentor pri njih tudi v čim večji meri spodbuja.

Izbrani učitelj je najverjetneje med temi mladimi priljubljen, saj si za prostočasne aktivnosti skoraj zagotovo ne bodo izbrali nekoga, s komer bi jim bilo težko delati. Zagotovo imajo tudi interes do izbranega področja. Dobro bi bilo, da bi mladi predlagali temo, kar pa se v praksi ne zgodi v vseh primerih. Skoraj praviloma nimajo predloga za naslov teme raziskovalne naloge, zato imajo mentorji dokaj proste roke pri izbiri slednje. Ker pa mora biti tema zanimiva, originalna in hkrati ne prezahtevna glede na sposobnosti mladih raziskovalcev, je to tudi najbolj zahtevno delo. Dobrodošle so vsebine iz vsakdanjega življenja, še posebej, če se lahko kasneje uporabijo, saj to mladim izredno veliko pomeni. Po zaključku naloge morajo mladi dobiti občutek, da so razvili nekaj koristnega, na kar bodo lahko ponosni in jih bo motiviralo k nadaljnjemu raziskovanju.

Morda se tega niti ne zavedamo dovolj, vendar ima delo mladih raziskovalcev tudi vsebine, ki med njimi krepijo podjetništvo in podjetnost nasploh; slednje velja še posebej za povezovanje z gospodarstvom, raziskovalnimi institucijami ali drugimi potencialnimi delodajalci. Mlade med raziskovalno dejavnostjo v realnem delovnem okolju spodbujamo tudi k razmisleku o načinih dela, ki jih bodo čim bolj učinkovito pripeljali do cilja, a še vedno v skladu z zahtevami razpisa in etičnimi standardi raziskovalnega dela. Ta dimenzija ni omejena zgolj na samo raziskovalno nalogo, ampak pričnejo na ta način razmišljati tudi o drugih, povsem vsakodnevnih okoliščinah, kot je učinkovito razpolaganje s časom, kako v šoli za svoje znanje pridobiti čim višjo oceno in podobno.

Ne le, da ima projekt izreden potencial za spodbujanje podjetnosti med mladimi, ampak marsikomu tudi pomaga pri iskanju področja, ki ga veseli, za katero izkazuje nadpovprečen interes in je zanj nadarjen. Številni mladi so namreč nadarjeni za več področij in že sami imajo težave s prepoznavanjem, na katerem področju so izjemni. Vemo, da obstajajo številne in zelo različne oblike nadarjenosti. Za razliko od drugih podobnih nadstandardnih projektov, kot so tekmovanja iz znanja, pri katerih lahko zmagajo praktično le odličnjaki, imajo pri mladih raziskovalcih možnost za uspeh tudi tisti učenci in dijaki, ki nimajo zgolj odličnih ocen, posedujejo pa neke druge afinitete in izkazujejo drugačne oblike nadarjenosti. Nadstandardni projekti zaradi svojih specifičnih lastnosti, namenov in ciljev, vezanih na iskanje izjemnih učencev oz. dijakov v posamezni obliki nadarjenosti, uporabljajo različne kriterije in selekcijske mehanizme, kar je samo po sebi dobro. Projekt v zvezi z mladinskim raziskovalnim delom jim namreč omogoča, da v šoli pridobljeno znanje povežejo in nadgradijo v nove resnice, pri čemer ni ključno faktografsko

pomnjenje podatkov, ki je včasih žal v šolah še preveč poudarjeno. Če se pri pripravi raziskovalnih nalog povežejo tudi z zunanjimi partnerji, lahko predvsem srednješolci dobijo možnost navezati stike s potencialnimi delodajalci, ki so praviloma podjetno usmerjeni, sicer ne bi imeli interesa in opreme za razvojno ali raziskovalno delo. Ker sodelujejo z institucijami, ki so vsebinsko povezane z vsebino njihove raziskovalne naloge, spoznajo tudi delovno okolje in sam potek dela na področju, ki ga bodo morda izbrali. To je zelo pomembno, bodisi jih ta izkušnja dodatno navduši bodisi spoznajo, da so si ustvarili napačno predstavo in pri takem delu v primeru izbire tovrstne karijerne poti ne bi uživali ter bili zadovoljni. Delodajalci pa po drugi strani dobijo možnost spoznati bodoče potencialne strokovnjake, s katerimi se lahko dogovorijo tudi za počitniško prakso ali nadaljnje sodelovanje v času študija. Najbolj podjetnim je tako že uspelo skleniti tudi štipendiranje, s čimer si ne zagotovijo le pomembnih sredstev za čas šolanja, temveč tudi zaposlitev po študiju, kar na nekaterih področjih ni samo po sebi umevno.

Fizika in astronomija

Na državnem srečanju mladih raziskovalcev je razpisanih devetnajst različnih področij, izmed katerih je eno namenjeno tudi fiziki in astronomiji [5]. Srečanje na državnem nivoju poteka po dvokrožnem sistemu. Koliko mladih lahko iz posamezne regije napreduje na državno srečanje, je odvisno od števila udeležencev na posameznem regijskem tekmovanju in od uspeha, ki ga udeleženci iz določene regije dosežejo na državnem srečanju. Prejemniki zlatih priznanj na posameznem področju svoji regiji za naslednje leto zagotovijo dodatno kvoto nalog za uvrstitev na državno srečanje. Običajno na področju fizike in astronomije na državno srečanje napreduje približno deset srednješolskih in petnajst osnovnošolskih raziskovalnih nalog. To je približno povprečna udeležba. Običajno je nekoliko manj raziskovalnih nalog s področja etnologije, geografije, ekonomije ali matematike, nadpovprečno veliko pa je nalog s področja sociologije, psihologije, interdisciplinarnega področja ali zgodovine. Izmed prispelih nalog komisije za posamezno vsebinsko področje v prvem krogu izberejo po šest osnovnošolskih in šest srednješolskih nalog (razen pri nekaterih področjih, na katerih je izjemoma drugače), ki so povabljeni v drugi krog državnega srečanja. Na državnem srečanju se podeljujejo tri priznanja: bronasto, srebrno in zlato; v tej barvi prejmejo mladi raziskovalci tudi kipec sove, ptice, ki simbolizira modrost. Če je naloga uvrščena na državno srečanje, čeprav ni uvrščena v drugi krog, prejmejo avtorji te naloge bronasto priznanje. Bronasto priznanje prejmejo tudi avtorji naloge, ki se je sicer uvrstila v drugi krog srečanja, vendar se avtorji srečanja niso udeležili in naloge niso predstavili. Avtorji najboljših nalog, uvrščenih v drugi krog, so nagrajeni z zlatim priznanjem. Avtorji preostalih nalog, ki so bili po-

vabljeni k predstavitvi svoje raziskovalne naloge in so to tudi opravili, prejmejo srebrno priznanje. Omeniti velja, da je več napotkov in informacij v zvezi s predstavitvijo nalog v drugem krogu državnega srečanja navedenih v razpisu [5], kljub temu pa naj navedemo, da predstavitev traja največ do deset minut, nakar lahko sledijo vprašanja komisije ali poslušalcev (običajno do pet minut). Tak časovni okvir se je izkazal za organizacijsko obvladljiv, hkrati pa mlade navaja tudi k strnjenim predstavitvam.

Dvokrožni sistem državnega srečanja zagotavlja čim enakomernjšo pokritost celotne Slovenije in primerljive možnosti za napredovanje na državno srečanje. Kljub kakšni morebitni pomanjkljivosti še vedno menimo, da jih številne prednosti odtehtajo. Komisije imajo pri izboru finalistov veliko odgovornost in zahtevno delo, saj je včasih zgolj iz pisnega izdelka težje presoditi, kolikšen delež raziskovalne naloge je plod dela mladih raziskovalcev, koliko pa je doprinesla sofisticirana raziskovalna oprema ali akademski mentorji. Vsaj na področju fizike in astronomije je do sedaj komisija imela srečo. Predstavitve raziskovalnih nalog v drugem krogu so praviloma zelo suverene, na državno srečanje so bile prijavljene tudi že naloge, ki so jih zaradi suma komisije o premajhnem vložku avtorjev izločili že v prvem krogu, kar se je kasneje kljub obetavnemu pisnemu delu naloge izkazalo za upravičeno odločitev.

Največ raziskovalnih nalog prihaja iz ljubljanske regije, sledi mariborska, veliko nalog je tudi iz celjske in pomurske regije.

Teme raziskovalnih nalog so zelo različne, in sicer od mehanike, toplote in elektrike, pogosto pa se fizikalno poglobljene naloge uvrstijo tudi na interdisciplinarna področja ali na področje elektrotehnike, elektronike in robotike.

Približno polovica mentorjev je stalnih in skoraj vsako leto ali vsaj vsako drugo leto svoje mlade raziskovalce popeljejo na srečanje. Statistika se nanaša na raziskovalne naloge, ki se uvrstijo na državno srečanje, na regijskih ravneh pa je stalnih mentorjev prav gotovo še več. Iz tega lahko sklepamo, da so izkušnje mentorjev zelo pomembne za kakovost raziskovalne naloge.

Iz analize nalog za zadnje desetletje lahko na diagramu 1 razberemo, da je skupno število nalog pred dvema letoma doseglo plato, rahel padec zadnji dve leti pa lahko pripišemo strožjim kriterijem v nekaterih regijah, saj na državno srečanje uvrstijo le najkakovostnejše in ne izkoristijo vseh razpoložljivih kvot, kar je zaradi zagotavljanja kakovosti projekta v takšnih primerih dobro. Pozitiven trend pa lahko vsaj delno pripišemo tudi temu, da se uspehi mladih raziskovalcev v zadnjem času tudi formalno ustrezneje vrednotijo, kar jim lahko koristi pri nadaljnjem šolanju.

Na diagramu 2 lahko vidimo, da je tudi na področju fizike in astronomije število raziskovalnih nalog v zadnjem

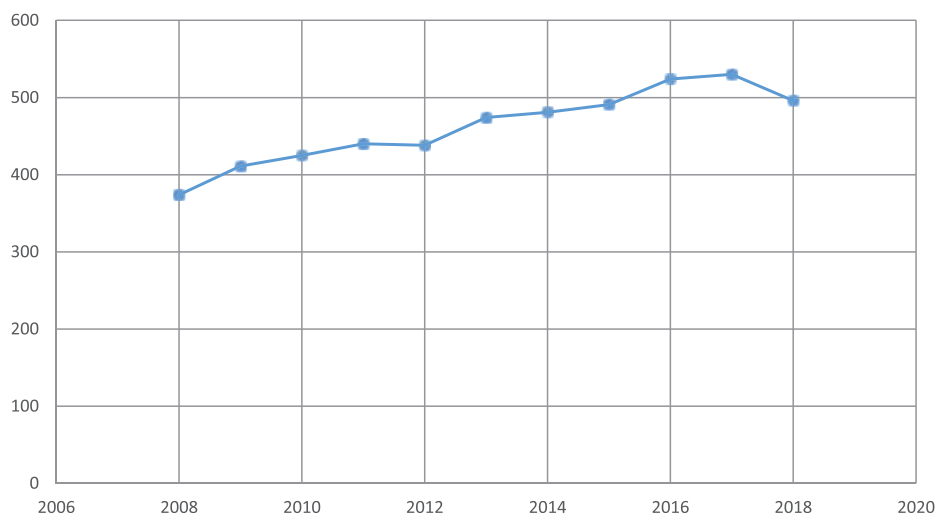


Diagram 1: Skupno število raziskovalnih nalog v obdobju od leta 2008 do leta 2011 raste in v zadnjih letih presega 500 nalog, uvrščenih na državno srečanje mladih raziskovalcev.

desetletju rahlo naraslo, vendar so zaradi manjše velikosti vzorca nekoliko večje fluktuacije v številu nalog med posameznimi leti.

Če pogledamo, koliko nalog pripravijo osnovnošolci in koliko srednješolci, lahko na diagramu 3 vidimo, da je osnovnošolskih nalog ves čas več od srednješolskih. Pri slednjih temu vsaj delno botruje manjša motiviranost maturantov v četrtem letniku, ko praviloma vso pozornost in aktivnosti posvetijo rezultatu na maturi. Razveseljivo pa je, da pri obeh skupinah število nalog raste.

Sorazmerno malo nalog je s področja astronomije. Interes prav gotovo je, saj je astronomija eno najbolj priljubljenih področij fizike, težava pa je prav gotovo v izbiri

dvignil in se v zadnjih letih giblje okrog 45 %.

Zanimiva je tudi analiza števila mladih raziskovalcev na posamezno raziskovalno nalogo. Pravila dopuščajo, da lahko posamezno raziskovalno nalogo pripravijo do trije mladi raziskovalci skupaj. Po pregledu podatkov za zadnjih enajst let (obdobje od vključno leta 2008 do vključno leta 2018) se izkaže, da na področju fizike in astronomije posamezno raziskovano nalogo v povprečju pripravljata dva mlada raziskovalca.

Opazen je porast zunanjih mentorjev, medtem ko ni opažene nobene korelacije med kakovostjo oz. uspehom raziskovalne naloge in številom avtorjev ali številom mentorjev, ki so sodelovali pri pripravi.

Število nalog s področja astronomije ali fizike v obdobju 2008–2018

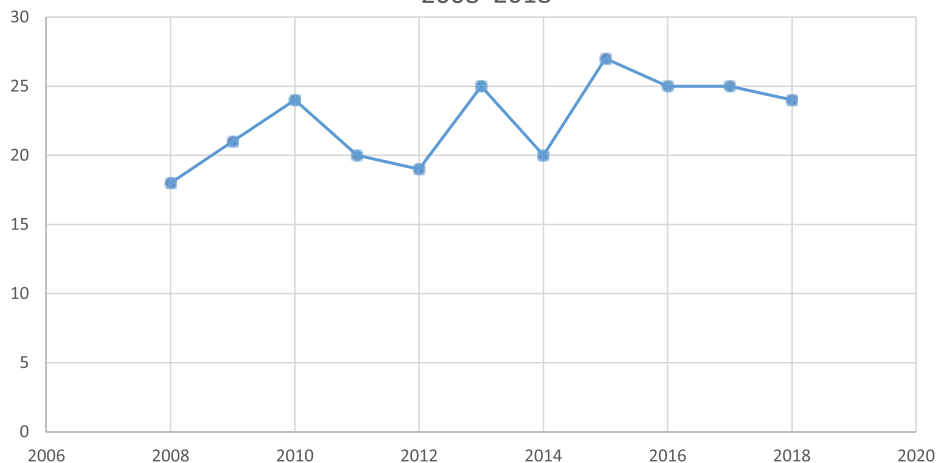


Diagram 2: Skupno število raziskovalnih nalog s področja fizike in astronomije prav tako raste in je v zadnjih letih okrog dvajset na leto.

primernih raziskovalnih tem. Prav s predlogi teh bi kazalo mentorjem pomagati, da mlade v večji meri motivirajo tudi za take raziskovalne naloge. Pogosto lahko učitelji-mentorji in tudi mladi raziskovalci najdejo zametek ideje za novo raziskovalno nalogo ob prebiranju raziskovalnih nalog iz preteklih let, zlasti tistih najboljših. Običajno je kaj o še neraziskanih predlogih zapisano v zaključku posamezne naloge.

Iz diagrama 4 lahko razberemo tudi delež srednješolskih raziskovalnih nalog glede na vse. Leta 2010 se je interes srednješolcev izrazilo zmanjšal na zgolj 25 % vseh raziskovalnih nalog, nakar se je postopoma

Zaključek

Mladinsko raziskovalno delo je projekt, drugačen od podobnih aktivnosti, ki se prav tako izvajajo zunaj običajnega pouka. Mladim omogoča, da si ob sami raziskavi in pri pripravi raziskovalne naloge pridobijo veliko drugih pomembnih veščin; seznanijo se s potekom raziskovalnega dela in navadami pri njem. Glede na to, da imajo na razpolago veliko različnih področij, in ker Zveza za tehnično kulturo ne teži k uniformiranju pravil, ampak se poudarjajo razlike v raziskovalnih metodah in postopkih med različnimi področji, imajo mladi lepo priložnost

Število osnovnošolskih (OŠ) in srednješolskih (SŠ) nalog s področja astronomije ali fizike v obdobju 2008–2018

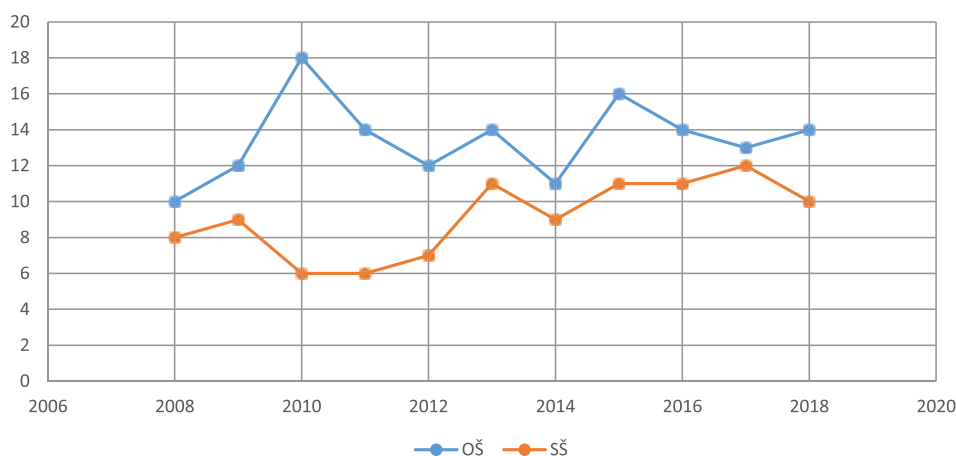


Diagram 3: Osnovnošolskih (OŠ) raziskovalnih nalog (modri graf) je vsa leta čez deset, srednješolskih (SŠ) raziskovalnih nalog (oranžni graf) pa je v zadnjih letih okrog deset.

spoznati tudi posebnosti posameznih raziskovalnih področij.

Raziskovalne naloge s področja fizike in astronomije so po številu prispelih nalog ves čas v povprečju glede števila nalog na preostalih področjih. Praviloma izstopajo po kakovosti, tudi med drugimi naravoslovnimi področji.

Pogosto spregledana, vendar hkrati zelo pomembna komponenta je spodbujanje podjetniškega duha mladim. Predvsem naloge, ki so pripravljene v sodelovanju z gospodarstvom ali drugimi zainteresiranimi partnerji zunaj šol, omogočajo uspešen razvoj kompetence podjetnosti pri mladim. S tem tudi naloge lažje dobijo uporabno vrednost, med mladimi pa se krepi tudi omenjena

sledičnega razmišljanja in z iskanjem učinkovitih ter inovativnih rešitev za podrobno opredeljene probleme v skladu s tipično metodologijo specifičnega vsebinskega področja pa nima pozitivnega učinka le v smislu časa, temveč morda tudi v smislu ekonomičnosti procesa in ne nazadnje vodi v kakovostnejše znanje in večjo usvojenost različnih kompetenc (naravoslovne kompetence [6], kompetence podjetnosti [7] in še kakšne). In prav področje fizike in astronomije je eno najprimernejših za krepitev tovrstnega razmišljanja med mladimi.

Gibanje »Znanost mladini« pri Zvezi za tehnično kulturo Slovenije je drugačna in zato toliko bolj dobrodošla dopolnitev tekmovanj in drugih podobnih aktivnosti, ki jih mladi ob in v šoli izvajajo zunaj pouka. Glede na

dolgoletno tradicijo je projekt uveljavljen po celotni Sloveniji. Obstajajo še določene občine, v katerih bi bila dodatna spodbuda in izobraževanje mentorjem dobrodošla, vendar je včasih to povezano tudi z razumevanjem in poslušanjem lokalne skupnosti. Prav slednje bi se morale zavedati, da če nek učitelj kot mentor sodeluje pri pripravi raziskovalne naloge, to nima pozitivnih učinkov le na sodelujoče mlade raziskovalce, ampak – kar je izjemno pomembno – lahko vodi v pogostejše poučevanje v sklopu običajnega pouka na način, da vsi učenci v razredu prakticirajo učenje z raziskovanjem in si krepijo vsebinska znanja,

Delež srednješolskih nalog glede na osnovnošolske naloge za vsa področja

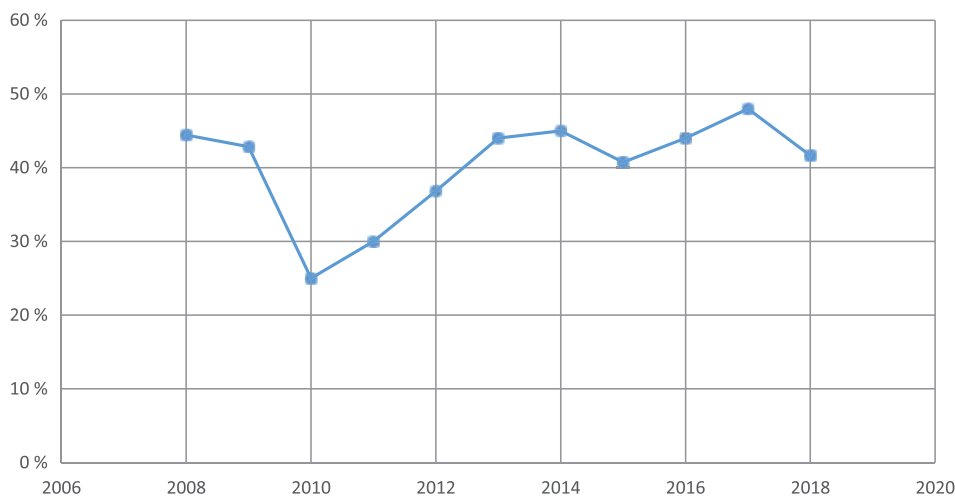


Diagram 4: Srednješolskih raziskovalnih nalog je ves čas manj kot osnovnošolskih, opazen pa je izrazit padec leta 2010, ko je bilo srednješolskih nalog le za četrtno.

spretnosti, odnose ter tudi dodatne in želene kompetence, na primer kompetence podjetnosti. Ravno to je dober obet za dolgoročen uspešen razvoj lokalne skupnosti (in države nasploh), kar bi morali odgovorni v večji meri prepoznati, se tega zavedati in dejavnost spodbujati.

Glede vsebinskega razvoja pa je pred organizatorji kar nekaj izzivov. Nenehni izziv je zagotavljanje vsakoletne visoke kakovosti dela komisij. Prav gotovo pa je eden pomembnejših izzivov nadaljnje spodbujanje z gospodarskim in akademskim okoljem. Prav pri slednjem je treba izbrati pravo mero. Predvsem na naravoslovno-tehničnih področjih je treba biti pazljiv, da bosta rezultat in uspeh mladih raziskovalcev ostala odvisna predvsem od njihovega dela in uspešnosti mentorjev, ne smejo pa ključne

vloge pri tem prevzemati vrhunska raziskovalna oprema in zunanji mentorji z univerz ali raziskovalnih inštitutov. Pri projektu bi si želeli še nadaljnjega uspešnega sodelovanja učiteljev-mentorjev iz slovenskih osnovnih in srednjih šol ter drugih somentorjev in da bi se na vseh področjih, predvsem pa tudi na področju fizike in astronomije povečalo število raziskovalnih nalog. Še bolj od količine pa si želimo čim kakovostnejših nalog. Upamo še, da bomo tudi v prihodnje deležni pozitivnih učinkov Gibanja znanost mladini tako pri samih mladih raziskovalcih, mentorjih pri njihovem raziskovalnem in pedagoškem delu, somentorjih, osnovnih in srednjih šolah ter dijaških domovih kot tudi pri raziskovalnih ustanovah, organizacijah iz gospodarstva in negospodarstva ter na ravni dolgoročnih učinkov v lokalni skupnosti in širše.

Literatura

- [1] Zveza za tehnično kulturo Slovenije, <https://www.zotks.si/>
- [2] Neformalno izobraževanje fizikalnih vsebin in mladinsko raziskovalno delo, študijski predmet enovitega 5-letnega magistrskega dvopredmetnega študijskega programa Predmetni učitelj na dvopredmetni usmeritvi izobraževalna fizika, https://www.fnm.um.si/wp-content/uploads/predmetniki/1_stopnja/predmetni-ucitelj/izofiz/2018-2019/EMAG_IZO-FIZ_Neformalno_izobrazevanje_fizikalnih_vsebin_in_mladinsko_raziskovalno_delo.pdf
- [3] Znanstveno-raziskovalno delo v fizikalnem izobraževanju z osnovami pedagoške statistike, študijski predmet enovitega 5-letnega magistrskega dvopredmetnega študijskega programa Predmetni učitelj na dvopredmetni usmeritvi izobraževalna fizika, https://www.fnm.um.si/wp-content/uploads/predmetniki/1_stopnja/predmetni-ucitelj/izofiz/2018-2019/EMAG_IZO-FIZ_Znanstveno-raziskovalno_delo_v_fizikalnem_izobrazevanju_z_osnovami_pedagoske_statistike.pdf
- [4] Center za vseživljenjsko učenje, Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, <https://www.fnm.um.si/index.php/predstavitev-tudija/center-za-vseivljenjsko-uenje/>
- [5] Razpis – Mladi raziskovalci Slovenije, Zveza za tehnično kulturo Slovenije, <https://www.zotks.si/raziskovalci/razpis>
- [6] Naravoslovne kompetence: Projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc, Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru
- [7] Kompetence podjetnosti, sodelavci Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru v okviru projekta Krepitev podjetnosti v gimnazijah, Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2018, <https://podjetnost.fnm.um.si/>

Turnir mladih fizikov – izkušnje in pogledi mentorja in tekmovalcev

Borut Namestnik

Gimnazija Celje - Center

Povzetek

V letošnji prvi številki revije Fizika v šoli sta bila objavljena članka dr. Irene Drevenšek Olenik in dr. Sergeja Faletiča, ki podrobno opisujeta Turnir mladih fizikov (angl. *Young Physicists' Tournament – YPT*) [1], [2]. Dr. Drevenškova je bila med ustanovitelji Slovenskega turnirja mladih fizikov (angl. *Slovenian Young Physicists' Tournament – SiYPT*) in mednarodna sodnica, dr. Faletič pa je njegov vodja in koordinator. Avtor tega članka poučuje fiziko na Gimnaziji Celje - Center (GCC) in zadnjih pet let pripravlja dijake GCC na slovenski turnir. V letih 2017 in 2018 je tričlanska ekipa GCC predstavljala Slovenijo na mednarodnem Avstrijskem turnirju mladih fizikov (angl. *Austrian Young Physicists' Tournament – AYPT*) v Leobnu, na dveh prejšnjih turnirjih pa je bil v slovenski ekipi po en tekmovalec z GCC.

Članek opisuje avtorjev razvoj v mentorja, njegove izkušnje s pripravami dijakov na turnir in njegove poglede na turnirje tipa YPT ter na reševanje problemov, ki jih pripravljajo organizatorji Mednarodnega turnirja mladih fizikov (angl. *International Young Physicists' Tournament – IYPT*). Govori tudi o vplivih tekmovanj in reševanja problemov na znanje fizike pri dijakih ter na razvoj njihovih spretnosti in veščin.

Ključne besede: odprti problemi, samostojno raziskovanje, nekonvencionalno razmišljanje, razprava, mentorjeva vloga

Young Physicists' Tournament – the Mentor's and Participants' Experiences and Views

Abstract

Two articles were published in this year's first issue of the magazine *Physics in School*, written by Irena Drevenšek Olenik, PhD and Serge Faletič, PhD, that describe in detail the Young Physicists' Tournament – YPT (1), (2). Drevenšek was one of the founders of the Slovenian Young Physicists' Tournament – SiYPT and the international judge, while Faletič was acting as the leader and coordinator of the Slovenian Young Physicists' Tournament. The author of this article is a physics teacher at the grammar school Celje - Center (GCC) who has been preparing his students for the Slovenian tournament for the last five years. In the period 2017–2018, a group of three GCC representatives participated in the Austrian Young Physicists' Tournament – AYPT in Leoben, while the Slovenian teams participating in the previous two tournaments included one GCC student.

The article presents the author's development as a mentor, his mentoring experience with the students preparing for the tournament and his views on the YPT tournaments and problem solving tasks prepared by the organisers of the International Young Physicists' Tournament – IYPT. The influence of competitions and problem solving on the students' physics knowledge and development of skills and abilities is also discussed.

Keywords: open problems, independent research, unconventional thinking, discussion, the mentor's role

Moj razvoj v mentorja in pogled na turnirje tipa YPT ter na reševanje problemov IYPT

Kako doživljam turnirje YPT kot učitelj, mentor, fizik in nekdanji raziskovalec v industriji?

Diplomiral sem iz tehnične fizike in pred tem še kot absolvent eno leto poučeval na gimnaziji. Po diplomi sem delal v velikem kovinskem industrijskem podjetju kot raziskovalec. Ukvarjal sem se z lomno mehaniko in nedestruktivnim preizkušanjem materialov, varilno tehnologijo in robotiko. Delo v skupini raziskovalcev je bilo

zanimivo in pestro, bili smo povezani s tehničnimi fakultetami in se redno izobraževali.

Že med enoletnim poučevanjem na gimnaziji sem v sebi začutil utrip pedagoške žilice. Zato sem ob rednem raziskovalnem delu z veseljem prevzel še mentorstvo dijakov praktikantov, ki so prihajali iz različnih srednjih šol, predvsem iz gimnazije. Večino je živo zanimalo raziskovalno delo in mnogi so se po maturi odločili za študij na tehničnih fakultetah, nekaj pa si jih je izbralo fiziko.

Po stečaju podjetja sem se preselil na gimnazijo in postal učitelj fizike. Priprave na fizikalna tekmovanja so popestrile moje delo z dijaki, a pogrešal sem raziskovanje. Ugotavljal sem, da pouk v razredu poteka vse preveč ex cathedra in da zgolj prenašam znanje, ki ga z zanimanjem srka le peščica dijakov, posebej nadarjenih za naravoslovje. Zato sem se trudil, da bi poskuse z nihanjem in valovanjem napravil čim bolj zanimive. To je bilo v obdobju usmerjenega izobraževanja.

Ker sem pri vojaki opravljal izpit za meteorologa, sem se odločil del praktičnega znanja posredovati učencem, in organiziral sem meteorološki tečaj. Spominjam se, da se je prvo opazovanje končalo kaj klavrno: bil je sončen dan, na nebu ni bilo niti najmanjšega oblčka, v zraku pa niti sapice.

Kadar rešujem fizikalni problem, se pogosto spomnim svojega otroštva, ko so me vznemirjali najrazličnejši pojavi: delovanje strojev, vzhajanje in zahajanje sonca, zvezde na nočnem nebu, strela in grom ... Oče mi je marsikaj pojasnil, a občutek prijetnega vznemirjenja je ostal. Pomenljiva je misel Alberta Einsteina: »Najlepša stvar, ki jo lahko izkusimo, je skrivnostnost« [4]. Najbrž nas plodni nemir, ki ga doživljamo že v otroštvu, vodi na kasnejši življenjski poti. Motivacijo in razumevanje podarja okolje: starši, šola, prijatelji, sodelavci, literatura, splet. Pomembno je, da se učitelj zaveda, da je doživljanje sveta njegovih učencev podobno, kot je bilo njegovo, ko je bil v njihovih letih. A ne zgolj to, pristno doživljanje sveta, ki naj bi ga ohranjali vse življenje, je pogojeno z občutkom skrivnostnosti in z otroško radovednostjo.

Problemi, ki jih pripravljajo organizatorji IYPT, so odprti, podani v zgoščeni obliki in raziskovalcem omogočajo, da v polni meri izrazijo svojo ustvarjalnost in razmišljajo zunaj ustaljenih miselnih okvirjev [1], [2], [4]. Ker delajo v skupini, v razpravah drug drugega bogatijo s svojimi izkušnjami, mentor pa jim pomaga kot svetovalec, koordinator in občasno tudi kot učitelj, in kar je izjemno pomembno – kot navduševalec. Seveda je dobrodošlo tudi sodelovanje z zunanji strokovnjaki. Tudi tekmovanje poteka tako, da so razprave med nasprotnima ekipama ustvarjalne, onemogočanje nasprotnika pa se kaznuje z manjšim številom točk. To so odlike, ki YPT uvrščajo med najboljša tekmovanja na področju naravoslovja.

Izkušnje s pripravami dijakov na tekmovanje tipa YPT

Opisal bom delo z dijakoma, ki sta se na naši šoli v dveh zaporednih letih kot prvi in drugi pripravljala na SiYPT in AYPT, dijaki ekipe, ki je v lanskem šolskem letu predstavljala Slovenijo na AYPT, pa bodo o izkušnjah spregovorili tudi sami.

V šolskem letu 2013/2014 smo se na Gimnaziji Celje - Center prvič odzvali povabilu na SiYPT. Dijakom višjih letnikov sem na kratko opisal namen in vsebino tekmovanja, kakor sem ju takrat razumel, in priprav nanj. Odzval se je en sam dijak, Aljoša, ki je tedaj obiskoval četrti letnik in se je pripravljala na maturo. Dogovorila sva se za redna tedenska srečanja. Dotlej sem imel kot mentor z dijaki tekmovalci le nekaj izkušenj s tekmovanjem Mladi za Celje, zato je čakal ne le mojega tekmovalca, ampak tudi mene dokaj spolzek teren. Med prvim srečanjem sva sklenila, da bova vztrajala. Temeljito sva prebrala vsebino vseh sedemnajstih problemov. Za slovenski turnir je bilo treba pripraviti rešitev enega problema. Vsi so bili formulirani izjemno zgoščeno, kar velja tudi danes. Problem z naslovom Magnetne zavore, ki si ga je izbral Aljoša, se je glasil: »Ko močan magnet pada v neferomagnetni kovinski cevi, občuti zavorno silo. Razišči pojav.«

V dveh ali treh stavkih je zajeta vsebina problema. Kot da bi pred psa vrgli kost, rekoč: »Zdaj pa glodaj!« Beseda namreč izhaja iz grškega glagola probalein, ki pomeni dobesedno »vreči pred«.

Z Aljošem sva se lotila raziskovalnega dela in vse bolj spoznavala, kako široko področje fizike zajemata dva kratka stavka. Problem se je zdel vse bolj odprt in vsako novo spoznanje je odprlo kopico novih vprašanj.

Svetoval sem mu, naj nekaj pomembnih parametrov globlje preuči, ostale pa obravnava bolj mačehovsko. Raziskovanje je občasno zastalo, ker je zašlo v slepo ulico, iz katere, tako se je zdelo, ni bilo izhoda, ker ni bilo mogoče ne potrditi ne ovreči ne te ne one hipoteze. Pogosto sva ostajala v laboratoriju do polnoči. Obupanemu dijaku sem pojasnil, da je takšna običajna raziskovalčeva pot.

Na tekmovanju je nastopilo veliko število tekmovalcev z odličnimi predstavitvami, ki sem jih odkrito občudoval.

Aljoša je za rep ujel skupino najboljših desetih tekmovalcev in se uvrstil v drugo peterico, ki je nastopila na turnirju v Avstriji. Prva je tedaj pod vodstvom prof. Vita Babiča odpotovala na IYPT.

Naslednje leto je na slovenskem turnirju spet nastopil samo en naš dijak, Miha. Tudi njemu se je z neizmerno vztrajnostjo uspelo uvrstiti v slovensko ekipo, ki je nastopila na avstrijskem turnirju. Kadar sva ostala v laboratoriju pozno v noč, je ponj prišel z avtom eden od staršev.

Upam si trditi, da brez razumevanja in naklonjenosti prav vseh staršev naši dijaki na turnirju ne bi bili tako uspešni.

V šolskem letu 2015/2016 turnirja ni bilo, zaman smo čakali na obvestilo. Težko sem se sprijaznil z dejstvom, da so se mentorji, ki so bili moji vzorniki in so vodili odlične tekmovalce, turnirju odpovedali.

Leto kasneje je koordinacijo in organizacijo turnirja prevzel dr. Sergej Faletič. Prijavil se je en naš tekmovallec, Mitja; bil je edini in dr. Faletič nam je ponudil možnost, da sestavimo tričlansko ekipo dijakov GCC, ki se bo pripravila za turnir v Avstriji. Mitju sta se pridružili Maruša in Ema. Časa je bilo malo in dijaki so se vrgli v raziskovanje. Z veseljem sem opazoval, kako razpravljajo, postavljajo hipoteze in rešujejo probleme. Razvili so skupinsko dinamiko, ki je pri prvih dveh dijakih, ki sta raziskovala sama, ni bilo, če izvezam razprave z menoj. Mitja je nesebično pomagal dekletoma in skupina je napredovala dosti hitreje, kot če bi delal vsak zase. Z občasnimi obiski in nasveti nam je pomagal dr. Faletič, del merilnega materiala pa sta prispevala dr. Maja Remškar z Inštituta Jožef Stefan in dr. Peter Gregorčič s Fakultete za strojništvo v Ljubljani. Samozavest tekmovalcev se je krepila in na turnirju v Avstriji so med šestnajstimi ekipami dosegli solidno osmo mesto.

Lansko šolsko leto se je od ekipe poslovila maturantka Maruša, pridružila pa se ji je Manca. Spet so raziskovali z veliko zavzetostjo in na avstrijskem turnirju med šestnajstimi ekipami osvojili šesto mesto ter prejeli tretjo nagrado.

Mnenja tekmovalcev o Turnirju mladih fizikov

Priprave na turnir so bile stresne, vendar sta stres vedno odtehtala razburljivo raziskovanje zastavljenih fizikalnih problemov in prava eforija na turnirju, ko smo z ekipo pozorno poslušali predstavitev nasprotnika in se potem po tihem prepirali, kako tehtni so naši očitki nasprotniku, ter hkrati še vedno poslušali, ker nismo hoteli zamuditi česa pomembnega. Največ pa nam je vsem pomenilo tisto osebno priznanje in zadovoljstvo po nazorni predstavitvi našega večmesečnega truda in naprezanj pred sotekmovalci in žirijo v preživetem dvoboju z nasprotnikom. Seveda so pomagale tudi odlične ocene in pohvale žirije.

Menim, da je dejavnost več kot koristna za dijake, ki jih zanima raziskovalno ali eksperimentalno delo in ki si od srednje šole želijo nekaj več. Ne le, da se poglobiš v mnoga področja fizike in spoznaš manj znane pojave, temveč se tudi priučiš postaviti lastno eksperimentalno okolje, definirati probleme in predvsem pristopiti k problemu, ki nima podane rešitve. Sposobnost kritičnega mišljenja pri obdelavi podatkov je koristna večšina in YPT to zahteva ne le v laboratoriju, ko imaš (vsaj na prvi pogled) časa na pretek, ampak tudi med samim turnirjem, ko se vse odvija z

nadzvočno hitrostjo, bodisi v vlogi nasprotnika bodisi poročevalca.

Dijakom priporočam čim več aktivnega pristopa h kakršnim koli dodatnim aktivnostim, ki jim jih ponudijo njihovi profesorji, saj so to vedno neponovljive in neprecenljive priložnosti, s katerimi rasteš tako akademsko kot osebnostno. Ponujajo vpogled v različne veje znanosti, kar je v veliko pomoč, ko se moraš po končani gimnaziji odločiti o študiju.

Najkoristnejši nasvet, ki ga lahko dam, je, da je vredno vztrajati, vredno je vstopiti v kabinet profesorja in vprašati, ker nikoli ne veš, koliko dobrih izkušenj, prijateljev, življenjskih nauk in znanja boš tako na koncu četrtega letnika ponesel v svet.

Ema Piliš

Tekmovanje SiYPT je drugačno, saj se učenci in dijaki pri pouku srečajo le s teoretično fiziko, kjer so vsi podatki že pripravljeni, rezultati pa predvideni in določeni na podlagi že znanih zakonov. To tekmovanje pa s kratkimi in precej splošnimi navodili oz. opisi naloge ne predvidi nekega določenega izida, pač pa spodbuja razmišljanje in praktično raziskovanje. Dijak mora sam izbrati parametre, ki po njegovem mnenju vplivajo na pojav, in se prepričati, ali njegove hipoteze držijo.

Glede na to, da vedno rešujemo probleme, katerih rešitve so podane, je pri tem tekmovanju zanimivo prav to – ni pravega odgovora. Čeprav utegneš biti na trenutke zmeden, ko ne moreš preveriti, ali sploh razmišljaš v pravilni smeri, pa je hkrati tudi zabavno in precej uporabno, saj človeka seznani s pravim raziskovalnim delom.

Seveda priprave na takšno tekmovanje zahtevajo več časa in priprav kot morda priprave na kakšno drugo, bolj teoretično tekmovanje, vendar menim, da je z dobro časovno organizacijo povsem izvedljivo. Prednost je tudi dejstvo, da ekipo sestavljajo trije člani, ki si med seboj pomagajo in kopičijo ideje.

Zanimiv je tudi koncept samega tekmovanja – predstavitev ugotovitev poteka v obliki strukturirane debate.

Manca Strah

Fizikalni turnir YPT je med tekmovanji posebnost, saj po mojem mnenju ne meri posameznikove uspešnosti, ampak uspešnost ekipe, predvsem pa ekipo pripravi na skupinsko delo in reševanje težav. Meni so bile priprave na tekmovanje vedno všeč. Ko sem tekmoval prvič, nisem vedel, v kaj se podajam, zato je

bilo vsako odkritje nekaj čisto novega in posebnega, vsaka slepa ulica je prinesla neko novo odkritje, ki ga ni nihče pričakoval. Tudi vsako bedenje do polnoči, ki ni bilo vedno najprijetnejše, mi je dalo novo razumevanje fizike, ekipe in znanstvenega raziskovanja. Pri tem tekmovanju sem se naučil, da je treba teorijo in prakso res povezovati, ampak nikoli pa ne smemo prakse vnaprej omejiti s teorijo, saj smo se jaz pa tudi naši ekipi največ naučili prav iz naključij, tudi iz ovojja sendviča, ki je ostal poleg enega od naših poskusov. Najpomembnejše pa je, da sem se pri tem tekmovanju naučil postaviti interes znanosti pred lastne interese, saj je tekmovanje zgrajeno tako, da želi iz fizikalnega boja povleči čim več za znanost, in to tudi sam poskušam prinesiti v svoj vsakdan.

Mitja Suvajac

»Končno poročilo o aktivnosti«

Po lanskem turnirju sem za projekt Rast in za Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport napisal poročilo o delu raziskovalcev (»Končno poročilo o aktivnosti«).

a) Opis izvedbe

Dijaki so reševali tri fizikalne probleme od sedemnajstih, kolikor jih vsako leto objavi organizator IYPT. S preostalimi so se seznanili s pomočjo literature in pripravili načrt za razpravo o njih na AYPT. Svojih nalog so se lotili sistematično in se držali njihove jedrnate formulacije. Z vso pozornostjo so se posvetili načrtovanju meritev, za kar so poiskali ustrezne predmete preučevanja in pripravili merilne instrumente, ki so jih izdelali ali priredili sami, ali pa so uporabljali kupljeno merilno računalniško opremo.

Delo je potekalo po načelih znanstvenega raziskovanja.

Nobena znanstvena raziskava ne poteka v ravni črti in fizika je zato še posebej zanimiva. Vsi trije raziskovalci so med delom naleteli na številne težave, ki so jih sprejeli kot izziv. Včasih so se pojavile zunanje ovire, kot so pomanjkanje merilne opreme in odsotnost dijakov zaradi šolskih obveznosti ali bolezni, kar pa je bilo treba vzeti v zakup.

b) Opisne ocene dijakov

1. Ema Piliš

Ema je bila posebej prizadevna. Prebrala je obsežno strokovno literaturo in vztrajala kljub težavam z merilno opremo ter ob koncu uspela izdelati odlično predstavitev. Raziskovanje je bilo zanjo fizično in psihično naporno, saj je zahtevalo mirno roko, oster vid in osredotočen pogled. Med delom je bila zelo inventivna in je razvila nekaj praktičnih načinov, ki so ji omogočali natančno merjenje. Pri tem so ji pomagale izkušnje iz preteklega leta, ko se je prvič udeležila mednarodnega turnirja.

2. Manca Strah

Manca je med raziskovanjem pokazala veliko mero vztrajnosti in srčnosti. Prebrala je zahtevne strokovne članke [3] in znala povezati teorijo s prakso. Iz dneva v dan je razvijala zahteven fizikalni model, povezan z danim fizikalnim problemom. Le-tega je razdelila v več delov in določila pomembne parametre. Predstavitve je pripravila posebej skrbno in uspela pojasniti bistvo fizikalnih problemov, ki jih je preučevala.

3. Mitja Suvajac

Med reševanjem svojega fizikalnega problema je Mitja izvedel veliko poskusov in sam izdelal tudi nekaj merilnih naprav. Naloge se je lotil še teoretično in pokazal, da uspešno združuje teorijo in prakso.

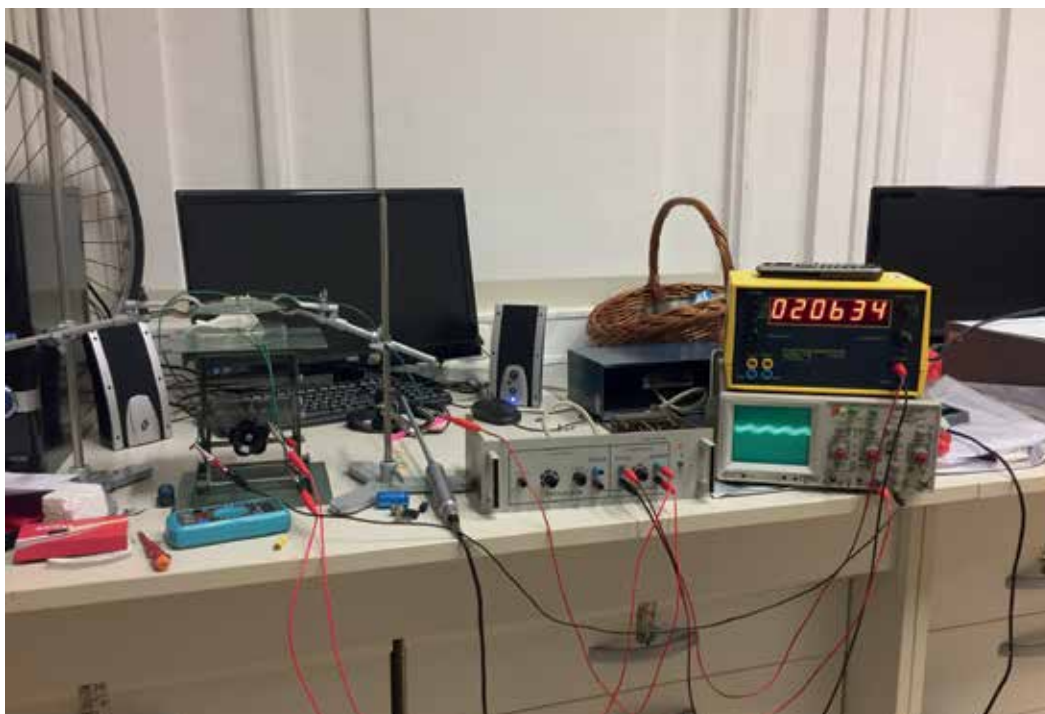
Mitja je dijak s širokim poznavanjem naravoslovja in je bil že preteklo leto »kapetan« slovenske ekipe. Razen svoji raziskovalni nalogi se je posvečal tudi nalogama obeh deklet in jima pomagal pri pripravi merilnih instrumentov in izpeljavi meritev. Njegova povezovalna vloga je nedvomno veliko prispevala h končnemu uspehu.

Ob zaključku odgovorimo na vprašanje, kako ukvarjanje z YPT vpliva na dijake in njihove sposobnosti reševanja problemov.

Opazil sem, da se njihov pristop k reševanju problemov spreminja: vse bolj razmišljajo zunaj ustaljenih miselnih okvirjev, pred problemom ne bežijo, ampak ga doživljajo kot izziv. Lahko bi govorili celo o raziskovalni radosti, ki jo občutijo, ko se jim razkrivajo zakonitosti sveta. Razvijajo se tudi njihove ročne spretnosti in veščine, ki so potrebne za uspešno raziskovanje.



Slika 1: Problem št. 6 leta 2017: Leidenfrost stars – opazovanje pojava.



Slika 2: Primer opreme za proučevanje vpliva raznih parametrov na obravnavani pojav.

Zgovoren je podatek, da so se vsi štirje dijaki, udeleženci YPT, ki so na GCC doslej maturirali, odločili za študij fizike.

Podpiram predlog dr. Faletiča, da bi v pouk fizike uvedli miniturnirje tipa YPT, s čimer bi se povečala ustvarjalnost vse srednješolske populacije.

Primeri obravnavanih problemov in povzetki rezultatov njihove obravnave

Podrobnejšo predstavitev problemov in njihovega reševanja najdete v članku dr. Sergeja Faletiča [2], vsebino problemov in uporabne strokovne članke za leto 2019 pa na spletu [5].

Povabilo

Dijake in njihove profesorje fizike vabim, da se (spet) pridružijo Turnirju mladih fizikov.

Razpisane probleme za letošnje leto in za pretekla leta ter dodatne informacije o mednarodnem tekmovanju

IYPT lahko najdete na naslovu <http://iypt.org/Home>. Informacije o mednarodnem tekmovanju v Avstriji so na naslovu <http://www.aypt.at>, o slovenskem tekmovanju SiYPT pa na <http://siypt.ijs.si>.

Zahvala

Brez razumevanja in naklonjenosti staršev dijaki ne bi imeli pogojev za uspešno tekmovanje.

Ravnatelj GCC prof. Gregor Deleja od vsega začetka pozorno spremlja turnir in nam pomaga moralno in materialno.

Prof. Milenko Stiplovšek in dr. Sergej Faletič, ki je tudi somentor slovenske ekipe, sta uredila pravilnik turnirja v Sloveniji in sta odlična svetovalca.

Prof. Otmar Uranjek nam je vselej priskočil na pomoč z nasveti, profesorici Darja Iršič in Nataša Bergant pa sta skrbeli za laboratorijsko opremo.

Vsem se za njihov prispevek iz srca zahvaljujem.

Literatura

- [1] Drevenšek Olenik, I. (2018). *Slovenski turnir mladih fizikov*, Fizika v šoli 2018/1, str. 29–33.
- [2] Faletič, S. (2018). *Kaj pa en YPT v razredu?*, Fizika v šoli 2018/1, str. 34–41.
- [3] IYPT Reference Kit 2018.
- [4] Thorpe, S. (2003). *Vsakdo je lahko Einstein*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- [5] IYPT Reference Kit 2019.

Projekt »Znanost na cesti«

dr. Saša Novak, vodja projekta Znanost na cesti

Institut »Jožef Stefan« in Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

Povzetek

»Znanost na cesti, znanje in ideje na prepihu« je akcija, namenjena krepitevi zavesti javnosti o pomenu znanosti v sodobni družbi. Projekt je bil zasnovan leta 2013 kot odziv iz znanstvene sfere na krčenje sredstev za znanost. Pozivi k uličnim protestom so spodbudili razmišljanje v proaktivni smeri, ki naj bi pripeljala do večjega ugleda znanosti v slovenski družbi. Slovensko akademsko tehniško-naravoslovno društvo (SATENA) je kot pokrovitelj akcije podprlo izvajanje javnih poljudnoznanstvenih predavanj o tematikah, s katerimi se ukvarjajo slovenski raziskovalci, in o rezultatih, ki koristijo gospodarstvu ter nas uvrščajo med razvite države. V petih letih delovanja je akcija prerasla v širši projekt, ki vključuje različne aktivnosti promocije znanosti: poljudnoznanstvena predavanja v Ljubljani in drugih slovenskih mestih, znanstvene slame, razprave, objavljane blogov, podcastov, natečajev in novic o znanosti itd.

Ključne besede: znanost, javna predavanja, brezplačno, prosto dostopni posnetki

Abstract

»Science on the Street, Knowledge and Ideas on the Go« is the action aimed at contributing to the awareness of the importance of science for the society. The project was designed in Y. 2013 as a response of the scientific community to the persistent reduction in budget for science. Calls for street protests have prompted to think in a proactive direction. The Slovenian Academic Society for Science and Engineering (SATENA) supported the implementation of public science-related lectures on the topics of Slovenian researchers and on the results that support the economy and place Slovenia among highly developed countries. Within the last five years, the action has grown into a wider project that includes various activities promoting science: popular lectures, round tables, blogs, podcasts, science news etc.

Keywords: science, public lectures, free, open access

Namesto uvoda

Ali je kaj razburljivejšega od nastanka prvih galaksij in temne snovi? Za astrofizičarko Marušo Bradač, profesorico na Univerzi Kalifornije v Davisu, pa tudi za mnoge druge ljubitelje astronomije, verjetno ne. Marušo smo spoznali predzadnji torek januarja, družbo za govorniško mizo v Atriju ZRC pa ji je delala novinarka Vala 202 Maja Ratej. O galaksijah, njihovem nastanku in pojavih v njih sta klepetali, kot bi bila to najpreprostejša stvar na svetu. Sprehajali sta se po času (skoraj) od nastanka vesolja pa do trenutka, ko sta začeli pogovor. Za doktorico Bradač je to seveda mačji kašelj, saj v Kaliforniji vodi mednarodno raziskovalno skupino, ki je leta 2016 odkrila najtemnejšo znano galaksijo, leta 2017 pa tudi eno najstarejših galaksij MACS1423-z7p64.

Za odkritje gravitacijskih valov so leta 2017 podelili Nobelovo nagrado. Nagrada je bila podeljena tudi za napoved temne energije, eksperimentalna potrditev temne snovi in temne energije pa, kot pravi profesorica Bradač,

nanjo še čakata. Le kdo ju bo dobil, se sprašuje in izziva mlade navdušence z besedami: »Morda boš to ravno ti!« Med občinstvom je bilo kar nekaj mladih, ki so se ob tem namuznili in si morda vsaj za hip dovolili sanjati visoke cilje. Morda je bil med njimi tudi kdo, ki so ga besede astrofizičarke spodbudile k bolj zavzetemu učenju in ga bodo spremljale do študija na fakulteti in naprej.

V zadnjih petih letih smo v sklopu projekta Znanost na cesti (ZnC) slišali še mnogo zanimivih poljudnih predavanj. Zanimalo nas je na primer, zakaj Pipistrelova letala zmagujejo na Nasinih tekmovanjih in kako potekajo meritve črnega ogljika v ozračju. Kdaj se bomo lahko teleportirali v drug prostor in čas ter kako delujejo kvantni računalniki? Bi se lahko prilagodili bivanju na Marsu? Kako je mogoče s pospeševalnikom delcev zdraviti raka? Koliko živega srebra smo v sobotnem kosilu pojedli z ribo, kako hitro se živo srebro izloča iz amalgamskih plomb in s čim lahko le-te zamenjamo? Zakaj smo ljudje lahkoverni? Kateri so trenutno najpogostejši



Slika 1: Prof. dr. Maruša Bradač z ameriške Univerze Kalifornije v Davisu (desno) in novinarka Vala 202 Maja Ratej med predavanjem »Od prvih galaksij do temne snovi: življenjepis našega vesolja«. Posnetek je prosto dosegljiv na spletni strani videolectures.net/znanostnacesti_bradač_temna_snov.

načini dopinga v športu in kako bo mogoče prepoznati genski doping? Kateri živalski strupi so smrtonosni in kateri zdravilni? Koliko ostankov zdravilnih učinkovin in sredstev za osebno nego konča v pitni vodi? Zakaj je dobro pozabljati in kako delujejo naši možgani? S strokovnjaki smo se pogovarjali tudi o tem, kako delujejo sodobne sončne elektrarne in kakšen je bil njihov letni pridelek v Sloveniji ter ali je mogoče, da bi s pomočjo matičnih celic slepim vrnil vid, starim pa mladost. Spoznali smo razliko med bakterijami in virusi, se sprehodili skozi prihodnji fuzijski reaktor ITER ter dan pred objavo Nobelove nagrade izvedeli zanimivosti o odkritju Higgsovega bozona.

Skodelica znanosti in Znanost med knjigami

Prva predavanja v sklopu projekta Znanost na cesti so potekala v Galeriji Kresija, ki jo je ob večerih znanosti prijazno prepustila Mestna občina Ljubljana. Kasneje smo se z dogodki preselili v Kavarno Union, kjer je serija dobila ime »Skodelica znanosti«. V zadnjem letu smo »napredovali« do Atrija ZRC na Novem trgu 2. Da pa ne ostane vse samo v Ljubljani, skodelico znanosti občasno postrežemo tudi v Kopru, Mariboru, Krškem, z veseljem pa pridemo še kam.

Lahko bi se hvalili, da smo tuhtali in pred dvema letoma potuhtali novo serijo dogodkov, a je bil v resnici splet naključij. Snemalca so morali na hitro operirati, njegov namestnik pa je zaradi nejasnega sporočila s kartice izbrisal prejšnje predavanje. Kaj pa zdaj?! Nič, posneli bomo še enkrat. Da tega ne bi počeli kar »na prazno«, smo poiskali drugo lokacijo. Naključno se je ponudila priložnost v knjigarni Konzorcij, tam pa jim je bila ideja o znanosti med knjigami všeč. Od takrat v prijetnem kotičku na koncu knjižnih polic v prvem nadstropju poteka serija predavanj Znanost med knjigami. Novinarka Renata

Dacinger, urednica in voditeljica oddaje Ugriznimo znanost, ki na koncu oddaje poskuša pravilno rešiti fizikalno ali matematično uganko, vsak prvi četrtek v mesecu ob 17.25 gosti znanstvenice in znanstvenike z različnih področij. Z njimi klepeta o antisnovi, o prepoznavanju vremena v preteklosti s pomočjo dreves (dendrokronologija), o gobah, človeških celicah, cunamijih, črnih luknjah, onesnaženosti slovenskega morja in še o marsičem. Če je bila kavarna po mnenju kakšnega učitelja manj primeren kraj za druženje dijakov z znanostjo in znanstveniki, je knjigarna gotovo pravi.



Slika 2: »Skodelica znanosti« je majhna zahvala sodelujočim v aktivnostih ZnC, včasih pa tudi nagrada za pravilen odgovor na vprašanje po predavanju.

Tako kot so naši dedki zbirali znamke, člani ekipe ZnC zbiramo ideje o zanimivih temah. Imamo jih veliko, in čeprav smo jih »porabili« že več kot sto, se spisek stalno daljša. Ko se v isti vrstici našega spiska srečata zelo zanimiva tema in (po ustnem izročilu) dober predavatelj ali

predavateljica, ga oz. jo povabimo. Vedno pogosteje pa nam kdo tudi sam pride naproti.

Drugo polovico para, ki raznoliki publiki postreže večerno skodelico znanosti, poiščemo v vrstah novinarjev. Tako smo preprosto rešili dilemo, kdo naj poroča o znanosti: novinarji ali znanstveniki. Res je, da o športnih dosežkih poročajo novinarji in ne športniki, podobno velja tudi za politiko in kulturo, o znanosti pa mnogi novinarji, kot kaže, manj radi poročajo. Če bi poslušali znanstvenike, bi pa umrli od dolgočasja, ste morda pomislili. Pa ni čisto tako. Ko pri pripravi predavanja sodelujeta znanstvenik/-ca in novinar/-ka, postane zgodba zanimiva in razumljiva za vsakogar.

Od slama do okroglih miz

Najkrajši in najlažji korak v svet znanosti je znanstveni slam. Raziskovalci morajo v petih minutah jasno in zanimivo predstaviti svojo raziskavo, publika pa oceni, kako uspešni so bili pri tem. Val slamov je iz Nemčije pred dvema letoma pljusnil tudi v Slovenijo. Na vsakem izmed dosedanjih slamov je nastopilo do deset tekmovalcev in trije najboljši so bili nagrajeni. Pravila so enostavna: dovoljeni so pripomočki, po potrebi tudi pomočnik, le ura, ki odštevata minute, je zelo stroga. Tako se na odru znajdejo vile, sod in sadike konoplje, po dvorani krožijo različni eksponati raznovrstnih oblik in vonjav. Prav neverjetno je opazovati, kako ustvarjalni so mladi tekmovalci, ki se trudijo teme svojih raziskav predstaviti

na čim zanimivejši način. Na tretjem slovenskem znanstvenem slamu je npr. Žiga Štancar, mladi raziskovalec na Institutu »Jožef Stefan«, na zelo izviren način predstavil koncept pridobivanja energije v fuzijskem reaktorju. Tokamak (reaktor obročaste oblike) je primerjal z babičino posodo za peko potice, vročo plazmo v njem pa z nadevom v potici (slika 3). Zato da so dogodki, polni znanosti, še malo zabavnejši, moderatorki slama pomaga stand-up komik, ki se zna tudi dobro pošaliti na račun nastopajočih ali pa obravnavano temo obrne na smešno plat.

Si lahko znanost dovoli biti zabavna? Bi moralo biti poučevanje težjih tematik zgolj strogo resno ali je morda ravno lahkotnejši pristop pot do lažjega razumevanja in predvsem boljšega odnosa do teh tem?

Nekatera vprašanja so večna. Odgovore na mnoga pa je mogoče najti ali pa se jim vsaj približati ob pogovoru. Ali so laboratorijske živali v raziskavah nujno zlo ali nepotrebno razkošje? Kaj meni o tem ljubiteljica živali, ki ji je tako preizkušanje zdravila proti hudi bolezni verjetno rešilo življenje, in kaj veterinar, ki je praviloma zagovornik živali? Komu ali čemu danes sploh lahko verjameмо? Novicam v dnevnem časopisju ali na Facebooku, urbanim legendam, ki krožijo od ust do ust, reklamnim sporočilom, zapakiranim v obliko »strokovnega« članka v reviji? Morda bi bilo zanimivo k razpravi za okroglo mizo povabiti tudi strokovnjake, ki bi se posvetili različnim oblikam in učinkom poučevanja.



Slika 3: Žiga Štancar, doktorski študent fizike, med branjem pisma »Draga babica, s fuzijo bom rešil tvoj paradajz!«

Skok iz slonokoščene stolpa

Znanost je mogoče predstaviti tako ali drugače. Raziskovalci smo vajeni svoje rezultate predstavljati v ožjih strokovnih krogih, kjer se med seboj dobro razumemo, jezika, ki bi bil dobro razumljen tudi zunaj znanstvenih krogov, pa nismo prav vešč. Za razliko od športnikov, politikov in kulturnikov, ki so jih časopisi in televizija polni vsak dan, raziskovalci čepimo v svojih laboratorijih in za računalniki ter se večinoma neradi izpostavljamo. Pravijo, da živimo v slonokoščnem stolpu. Tako se zgodi, da skoraj vsak državljan ve, kako se je med prvim tekom počutil smučarski as, kako razmišljajo naši nogometaši o naslednji sezoni, ne ve pa, kaj počnejo in odkrivajo naši vrhunski strokovnjaki na področju jedrske fizike, kvantnega računalništva ali molekularne biologije. Pa vendar je v znanosti veliko zanimivih zgodb in veliko znanstvenikov, ki znajo pripovedovati o svojem delu tako vznemirjeno in živo, da bi se jim človek najraje pridružil ali pa morda tiho sedel v kotu njihovega laboratorija in opazoval. Če v to misel vpletem vedoželjne dijake, je spoznavanje znanstvenih izzivov, s katerimi se spopadajo slovenski raziskovalci, in njihovih dosežkov verjetno eden izmed lažjih načinov spodbujanja mladih k pridobivanju novega znanja.

Vabilo

Udeležba na dogodkih v sklopu projekta Znanost na cesti je brezplačna, za nekatere dogodke pa je zaradi omejenega prostora potrebna brezplačna vstopnica. Vabimo vas k poslušanju predavanj in znanstvenih slamov v živo ali prek spleta. Vsa predavanja so namreč tudi posneta in

prosto dosegljiva med zvočnimi (podkasti) ali video posnetki na spletnem mestu znc.si in v arhivu dogodkov na spletni strani [Videolectures.net/Znanostnacesti](https://videolectures.net/Znanostnacesti). Če vam je ljubši YouTube, se tudi tam lahko naročite na nove epizode ZnC. Omenjena spletna mesta torej ponujajo že kar bogato zbirko poljudnih predavanj, ki so lahko tudi zanimiv učni pripomoček. Na spletnem mestu ZnC je objavljen tudi blog raziskovalcev, ki pišejo o svojem delu, življenju in razmišljanjih. Vsako leto objavimo tudi kakšen nagradni natečaj: včasih iščemo najboljšo fotografijo na temo znanosti, včasih verze, zgodbe ali ideje. K sodelovanju vabimo vse, ki vam je znanost všeč.

Zahvala

Projekt Znanost na cesti je nastal pod okriljem oz. v sodelovanju s Slovenskim akademskim tehniško-naravoslovnim društvom (SATENA). Še posebej v prvih letih je temeljil na prostovoljnem delu članov ekipe in nastopajočih, tako raziskovalcev kot tudi novinarjev. Od leta 2015 ga finančno podpirajo Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS-MS-PROM) in donatorji. Izvajanje javnih dogodkov so z brezplačno uporabo prostora za prireditve omogočili tudi Mestna občina Ljubljana, Kavarna Union in ZRC SAZU. Glavna zahvala za obstoj in širjenje projekta pa gre seveda tudi drugim članom ekipe (po abecedi): dr. Anžetu Abramcu, Renati Dacinger, Gabrijeli Hladnik, dr. Petri Jenuš, dr. Andražu Kocjanu, dr. Majdi Pavlin, Andreji Šestan, dr. Kristini Žagar Soderžnik, Martinu Topoletu in dr. Janezu Zavašniku.

Viri in povezave

<https://znc.si/> (oktober 2018)

http://videolectures.net/znanostnacesti_ljubljana/ (oktober 2018)

http://videolectures.net/znanostnacesti_bradac_temna_snov/ (oktober 2018)

<https://znc.si/dogodki/skodelica-znanosti/> (oktober 2018)

<https://znc.si/dogodki/znanost-med-knjigami/> (oktober 2018)

<https://znc.si/dogodki/znanstveni-slam/> (oktober 2018)

<https://znc.si/znc-podcast/> (oktober 2018)

<https://znc.si/blog/> (oktober 2018)

<http://satena.org/> (oktober 2018)

Gost, pogost, redek, viskoznost in gostota

dr. Mojca Čepič

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Oddelek za fiziko in tehniko

Urednik Fizike v šoli mi je predlagal, naj za to številko prekinem serijo razmišljanj o energiji in se posvetim gostoti. V uporabi so namreč najrazličnejše besedne zveze, ki primerjajo gostoto različnih snovi, nekatere bolj pogovorne, druge manj, nekatere zdržijo precej strokovnih primerjav, druge v določenih okoliščinah zvenijo okorno ali celo kontradiktorno izkušnjam. V komunikaciji zato pogosto prihaja do nejasnosti, na nekem preverjanju pa je prišlo celo do odbijanja točk, čeprav je bilo iz konteksta jasno, da so bili odgovori učencev smiselno pravilni.

Za začetek si pogledjmo nekaj strogih definicij malo manj fizikalnih in fizikalnih količin, o katerih bomo razpravljali v nadaljevanju.

Najprej se posvetimo enemu od pomenov izraza »gost« v vsakdanji govorici. Ta vsakdanja raba je zelo podobna fizikalnemu razumevanju gostote. Besedico »gost« pogosto uporabljamo kot opis števila enot na enoto dolžine, površine ali prostornine. Pri tem pomenu tudi zelo pogosto uporabljamo protipomenko »redk«. Naj ilustriram:

- gost/redek glavnik pomeni, da ima glavnik na enoto dolžine mnogo/malo zob (slika 1);
- gost/redek gozd pomeni, da je v gozdu mnogo/malo dreves na enoto površine;
- gost/redek les pomeni, da je v lesu malo/mnogo zraka.

Že pri zadnji trditvi bralca z občutljivim ušesom zaščemi. O redkem lesu navadno ne govorimo, balsa, na primer, je lahek les. Pogosto pri opisih, za katere bi formalno lahko uporabili »redk« ali »gost«, uporabimo druge besede. Pa tudi obratno velja, v vsakdanji govorici ima lahko ista beseda različen pomen tudi, kadar jo uporabimo v podobnih okoliščinah. Na primer »Imel je redko posejane zobe« lahko pomeni, da je imel v ustih le malo zob ali pa da je imel vse zobe, a so bili razmaknjeni.

Zelo podobno govorico uporabljamo za številčnost dogodkov v izbrani enoti časa (Krnel, 2003). Uporabljamo protipomenki »pogost« in »redek«. Za nekega človeka lahko rečemo, da se moti pogosto, kar pomeni, da so njegove trditve, spomini ali razlage mnogokrat napačni, nekdo drug pa se moti le *redko*, torej se na njegove izjave lahko zanesemo, zelo verjetno so pravilne in zato se na take osebe radi obračamo po nasvet.

Nazadnje pa se posvetimo še uporabi besed *gost* in *redk* v vsakdanji govorici, ki ni skladna s fizikalno definicijo gostote, njena izkustvena raba pa učencem ob usvajanju pojma gostota dela obilo preglavic. V vsakdanji govorici se beseda *gost* uporablja za tekočine, bolj strogo, za kapljevine oziroma njihove mešanice. Primernik *gostejši* pa se v primerjalnih stavkih nanaša na primerjavo pretakanja ali mešanja tekočine. Tekočina, ki je bolj gosta, se slabše pretaka in težje meša, na primer:

- olje je bolj gosto kot voda;
- žgance kuhaj tako dolgo, da se zgostijo.

V prvem primeru največkrat mislimo na pretakanje. Ko nalivamo olje v kozico, natanko vemo, da bi ob enakem nagibu steklenice z vodo le-ta pljusnila v kozico, medtem ko olje teče v tankem curku. V drugem primeru pa mislimo na mešanje. Dokler zrna koruznega zdroba ali moke ne vpijejo dovolj vode in se napnejo, z mešanjem ni težav. Ko so žganci kuhani, moramo za mešanje, da se ne oprimejo dna, uporabiti večjo silo kot na začetku kuhanja. V obeh primerih je beseda *gost* uporabljena v fizikalnem pomenu viskoznosti, izkustveno pa viskoznost žgancev ali olja primerjamo z viskoznostjo vode, s katero imamo največ praktičnih izkušenj. Če pozorno razmislimo o opisovanju pretakanja in mešanja v vsakdanji govorici, lahko ugotovimo, da je pomen besed *gost*, *gostejši*, kadar opisujemo fizikalno viskoznost, mnogo pogostejše uporabljen kot *redk*, *redkejši*. Naj ilustriram z nekaj vprašanji in odgovori.

- *Kakšni so »redki« žganci?*

Če pri kuhanju dodamo žgancem preveč vode, so tudi tedaj, ko so kuhani, tekoči. Ne moremo jih naložiti z žlico, ampak potrebujemo zajemalko. Redki žganci imajo manjšo viskoznost, a še nekaj velja, v njih je večji delež vode, podobno, kot je v balsi večji delež zraka. V tem smislu imata gostota/viskoznost kot lastnost, ki določa pretakanje, in gostota kot število zrn v enoti prostornine enako odvisnost od deleža vode. Čim manj je vode, tem bolj gosti so žganci in tem težje jih je mešati.

- *Olje ima pri višji temperaturi manjšo viskoznost in se zato bolje pretaka. Toda ali pravimo, da se olje s segrevanjem razredči? Da je toplo olje redkejšo od mrzlega?*

Segrevanje olja je dejavnost, med katero ga navadno ne mešamo in ne pretakamo. Običajno opazimo le, da se olje lažje razlije po ponvi za palačinke, če je toplo, kot če je mrzlo. A to povezujemo zgolj s

pretakanjem, olje boljše ali slabše teče. Nikogar še nisem slišala reči, da je toplo olje redkejšo. Vsakdanje izkušnje namreč podpirajo idejo o ohranitvi snovi, voda namreč ostane voda, dokler ne izpari ali zmrzne, njene snovne lastnosti pa se s segrevanjem ne spreminjajo. Enako velja tudi za druge tekočine/kapljevine in trdne snovi, če se ne spremeni njihova faza. Fiziki vemo, da so lastnosti snovi od temperature odvisne, a razen faznih prehodov spremembe običajno niso tako velike, da bi se jih v vsakdanjem življenju zavedali.

- *Da iz sirupa pripravimo pijačo, ga razredčimo, dodamo mu vodo. Včasih slišimo: Preveč si razredčil sirup, pijača ni dobra. Kaj je mišljeno s tem?*

Tudi v tem primeru uporabljamo *gost/redk* v smislu »količina sirupa/enota prostornine« in sirupa mora biti glede na okus tistega, ki ga pije, ravno prav. Ker gostemu sirupu, ki se pravzaprav tudi težko pretaka, dodamo vodo, s tem zmanjšamo količino sirupa v enoti prostornine in zato sirup razredčimo. Ker se z redčenjem sirupa spremenijo interakcije med molekulami v tekočini, se spremeni tudi viskoznost, ki se ob večanju deleža vode prav tako zmanjšuje.

Sedaj pa zapišimo še zadnjo, fiziku zelo ljubo definicijo fizikalne gostote ρ . Povprečna gostota $\bar{\rho}$ je lastnost telesa.

$$\bar{\rho} = \frac{\text{celotna masa telesa}}{\text{celotna prostornina telesa}} = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Preden izračunamo povprečno gostoto telesa, moramo natančno opredeliti, kaj sodi k telesu in kaj ne. Običajno to ni težko, a na kar nekaj težav lahko naletimo pri obravnavi plavajočih teles. Na primer, človek običajne teže (vitkosti) v sladki vodi plava, če ima polna pljuča zraka, in potone, če zrak izdihne. Volumna človeka s polnimi in praznimi pljuči se razlikujeta za liter ali dva, masa pa skoraj nič. Ker je človekova gostota zelo blizu gostoti vode, majhna razlika v prostornini celega človeka odloča o plovnosti. Drug podoben primer je riba z ribjim mehurjem. Ribji mehur ribi omogoča lažje dvigovanje in spuščanje pod vodo, a povprečna gostota ribe mora biti na vseh globinah enaka oziroma ribji mehur enako velik, saj je voda tako rekoč nestisljiva. V večji globini mora biti v mehurju več plina, ker je večji tlak. Če bi bil mehur premajhen, bi bila povprečna gostota ribe večja od gostote okoliške vode in bi riba potonila. Če bi bil mehur prevelik, bi bila povprečna gostota ribe manjša od gostote vode in bi jo odneslo proti gladini. Medtem ko prvi primer ni zelo nevaren za ribo, saj lahko odplava nazaj na primerno globino, se v drugem primeru plin v mehurju z dvigovanjem hitreje razpenja kot ribini mehanizmi odstranjujejo plin iz mehurja, razpenjanje pa ribo običajno močno poškoduje, pogosto celo ubije. Za ribo torej velja, da mora njena celotna prostornina ostati stalna, čeprav iz okolice načrpa v mehur nekaj v vodi raztopljenega plina oziroma ga iz mehurja odstrani. Pri

velikosti običajne ribe je namreč masa plina v mehurju zanemarljiva v primerjavi s celotno maso ribe.

Če nas zanima lokalna gostota, obravnavamo razmerje med manjšim koščkom predmeta in njegovo pripadajočo maso.

$$\rho(\vec{r}) = \frac{dm}{dV} \quad (2)$$

Lokalna gostota je, kot tudi ime pove, lastnost kraja na lokaciji/kraju $\vec{r}$. Samo pomislimo nase, gostota zob je drugačna kot gostota mišic, da ne govorimo o tistem, s čimer so mišice na nekaterih delih telesa obložene. Kadar se gostota po telesu s krajem spreminja, pravimo, da je telo *nehomogeno*. Kadar je telo v celoti iz enake snovi, je telo *homogeno* in gostota je povsod enaka. Tedaj velja:

$$\rho(\vec{r}) = \bar{\rho}. \quad (3)$$

Besedici homogen/nehomogen se nanašata na snov/-i, iz katere/-ih je telo. Običajno lahko iz podatka o gostoti snovi sklepamo, iz katere snovi je predmet narejen. Saj se spomnite Arhimeda in kraljeve krone. Ker pa danes kemiki znajo sintetizirati snovi, ki imajo najrazličnejše gostote, si lahko predstavljamo kozarec vode, v kateri lebdijo enotske kocke, torej kocke, ki imajo prostornino 1 ml in maso 1 g oziroma gostoto enako vodi. Saj se

strinjamo, da vsebina kozarca ni homogena, čeprav ima povsod enako gostoto, kajne? Ni vse homogeno, kar ima od kraja neodvisno gostoto.

Nazadnje se posvetimo še primerjavi različnih gostot. Predlagam striktno uporabo naslednjih zvez.

- Gostota snovi JE 3 kg/dm³.
- Povprečna gostota telesa A JE večja/manjša/enaka kot povprečna gostota telesa B.
- Snov A IMA večjo/manjšo/enako gostoto kot snov B.

V primerjavi NE uporabljamo primernikov »gostejši« ali »redkejši«. Tako se izognemo primerjavam, ki so v nasprotju z vsakdanjimi izkušnjami. Kako zveni npr. »Železo je redkejšo kot živo srebro«, »Železo je gostejše kot aluminij« ali »Olje je redkejšo kot voda«? Moje uho ni najbolj zadovoljno z njimi in strinjam se z dijaki in učenci, če pomislijo, da smo učitelji fizike malo čudni. Prisluhnimo še primerjavam s predlagano rabo naslednjih zvez.

- Živo srebro ima večjo gostoto kot železo.
- Aluminij ima manjšo gostoto kot železo.
- Olje ima manjšo gostoto kot voda.

Meni te primerjave zvenijo smiselno. Težko je primerjati gostoto snovi v različnih fazah z uporabo besed redkejši in gostejši, zato je bolje, da se jim izognemo.

Vir

Krnel, Dušan (2003). »Gosto, pogosto in gostota«. *Naravoslovna solnica: za učitelje, vzgojitelje in starše*, 7(2), str. 32–33.



Slika 1: Glavniki, ki imajo na enoto dolžine mnogo/malo zob. Govorimo o gostem ali redkem glavniku.

Prvi podaljšani tvit: O nadarjencih!¹

Peter Prelog

Mladi, o katerih govorimo, so najstniki od zadnjih razredov osnovne šole do brucov. Pri pouku bi bilo treba podpirati VSAKEGA učenca, kakršen pač je, seveda tudi nadarjene. Nerealno bi pa bilo pričakovati, da lahko učitelj prilagodi pouk ('inkluzivno') vsakemu posamezniku (izmed npr. 150, ki jih morda uči v šolskem letu) tak 'kraljevski' pouk, ko se vsi učitelji prilagajajo vsakemu posameznemu učencu – si lahko na svetu privoščijo le izbranci. Učitelj mora sam, po svojih nagnjenjih in strokovni presoji, izbrati učence, na katere bo večkrat pomislil pri pripravi in potem z njimi (morda tudi individualno) več delal – če naj bo pouk dober, mu te izbire ne sme nihče predpisovati, en učitelj se bo več ukvarjal s tistimi v 'čakalnici', drugi z nekim super 'nadarjenim' v 'učilnici'. Sploh ni nujno, da bi se posebej ukvarjali le z 'nadarjenim', toda plačani učitelj pač upošteva predpise in navodila plačevalca pouka, to je pri nas država – ta pa se pri nas na žalost ravna predvsem po zelo problematični, toda sedaj zelo 'moderni' ameriški vzgoji tekmovanja in prestiža. Zato imamo tudi center za nadarjenost, učenje vzpodbujamo s tekmovanji in se zavzemamo za posebno pomoč nadarjenim (posebno uspešni bodo itak šli študirat in potem delat v – Ameriko!). Ob naši državni majhnosti in relativni ne-bogatosti se pa lahko vprašamo – podobno kot ob naših težavah v zdravstvu – ali morda ne pretiravamo? In ker že imamo center za to reč (torej tam nekdo računa tudi statistike): koliko pa imamo v Sloveniji vsako leto v šolah izjemno 'nadarjenih' fizikov, koliko je to procentov vseh vrstnikov, koliko je pa vseh z oceno odlično v fiziki?

Že precej let je minilo, odkar sem odšel v penzijo, zato seveda trenutnih razmer v šolskih razredih ne poznam. Imel sem pa nekoč učenca, ki je potem postal zelo imeniten in znan. Toda kasneje nikakor se nisem mogel spomniti, kakšen je bil ta fant v razredu. Očitno pri fiziki ni bil 'pomemben', ni izstopal po znanju in se za to niti ni trudil! (Tudi pri pouku slovenščine je možno, da tam nadarjenec za fiziko sploh ne izstopa!) Po desetih, dvajsetih letih pa je dokazal, da je zares 'nadarjen'. Seveda ne za fiziko! Bi človek rekel, pa saj ta fizike ne potrebuje ...! Toda vsak sposoben človek potrebuje tudi solidno splošno izobrazbo! Že zato, da ne bo govoril o Francetu Can-

karju in Ivanu Prešernu, ali pa o tem, koliko mm dežja pade na kvadratni meter, ali koliko elektrarna 'proizvaja na leto megavatov' (in hkrati odločal o milijardah evrov v ta namen!)... itd.!! Učiteljevo delo je splošna izobrazba vseh in ne le doping za tekmovanje posameznikov!

Nadarjeni: Včasih imamo srečo, da je v razredu kak posebno nadarjen fant ali dekle, nikoli pa nisem bil prav posebno prepričan, da je za nadarjenega Franceljna nujno, da bi znal svojo prvo atomsko bombo sestaviti že v drugem razredu gimnazije in da bomo veeeliko zamudili in mu škodili, če mu tega – s posebej prilagojenim poukom in dejavnostmi – ne omogočimo! Upoštevati moramo to, kar je avtorica prvega članka zapisala v sklepu: tudi nadarjenec je človek in osebnost, to moramo v šoli vsestransko (ne samo pri fiziki!) dograjevati in ga (to pa je moj dodatek) ne smemo le izkoriščati kot dirkalnega konja šole, ambicioznih učiteljev ali staršev na amerikanizirano – poneumljenih tekmah znanja določenega šolskega predmeta! Talent za fiziko je vendar nekaj drugega, kot talent za balet, košarko ali igranje violine; ko so, zaradi nujnosti zgodnje temeljite vaje in treninga, bogovom teh talentov (zaradi možnega bodočega dobrega zaslužka, mogoče tudi slave in časti) starši pripravljeni žrtvovati otroke že v rosnih letih!

Torej – da ne bi kdo narobe razumel – nič nimam proti delu z nadarjenimi učenci in vsa čast in slava redkim sposobnim učiteljem, ki to zmorejo (še posebej, če vedo kaj delajo in počnejo to odgovorno). Pa so jih fakultete za bodoče učitelje fizike sploh usposobile za tako delo? Učitelji na sploh nismo vrhunski fiziki – (če bi bili, bi potem verjetno ne učili predmaturitetne fizike, neresno bi bilo 'nadarjenemu' napovedovati svetlo bodočnost: '... ko boš velik, boš pa učitelj fizike!'), tega nihče – pameten – tudi od učitelja ne pričakuje, čisto dovolj je, če dobro obvlada običajen pouk fizike. Talenti zahtevajo več učiteljevega znanja, ali se naj (manj 'nadarjeni') učitelj začne dodatno učiti, da bo lahko posebej in dodatno poučeval (enega!) bolj nadarjenega učenca? V osnovni šoli to morda še gre, v srednji šoli je že drugače. Vsak (učitelj) naj dela (če je to le mogoče) tisto, kar mu najbolj 'leži' in ga pritegne in če je bil 'nadarjenec' le eden med stotimi

¹ Mnenja bralcev ne recenziramo in ne lektoriramo.

učenci, moram priznati, da je mene bolj zanimalo, kako zelo raznolikih ostalih 99 učencev naučiti nekaj fizike, kaj in kako njih učiti! Za globljo fiziko, matematiko ... za nadarjenca, pa bo dovolj časa, primernih učiteljev in vse možnosti (na eni izmed preštevilnih univerz našega 'velikega' naroda!) – po maturi, do takrat ne bo nič zamudil!

Nadarjenca seveda vzpodbujajmo h globljemu razmišljanju o predmetu, ki ga zanima, pogovarjajmo se z njim o tem, svetujmo mu literaturo, dostop na internetu, način izbire med množico elektronskih informacij, omogočimo mu, da pokaže svoje znanje v razredu in če to želi – ga pošiljamo na tekmovanja itd. ... Toda dodatni pouk? Posebni pouk? Posebni dodatni pouk ob nedeljah in praznikih, v počitnicah, vorkšopi ...? Mnogi starši želijo stalno 'varstvo' svojih mladoletnikov (srednja šola = vrtec za zmedene najstnike?) – nekateri poslujejo in potujejo po vsem svetu želijo in želijo, da medtem šola njihove mlade čim bolj zaposli! Pa že vrabci čivkajo, da je vsega tega šolarstva v življenju mladostnika preveč in v šolah teh večurnih poukov nihče več ne zmore smotrno organizirati in potem ni čudno, da dopoldne, ko bi morali biti v šoli, srečujemo srednješolce na ulici in jih vidimo posedati po vseh lokalih, vsi so zelo nadarjeni za ta dodatni pouk zapravljanja časa!

Pa še 'vorkšopi' za nadarjene? (= 'delavnica'?), hodimo NA delavnico? – ali bomo hodili po njeni strehi? Ali hodimo tudi NA učilnico? Slovenci smo se vendar že od nekdaj učili V UČILNICAH in delali V DELAVNICAH in ne NA DELAVNICAH! Neverjetno je, kako tudi učitelji nekritično sprejemajo te trapaste modne jezikovne prevode, ki jih delno tudi sami zakuhajo ali pa vsiljujejo tuje kratice in izraze (YPT, TARGET ne! TARGETT!! ..) – 'imenitnost' zamenjave slovenskih besed z angleškimi tričrkovnicami v vsakdanjem govoru pa je itak izi-ful-kul- ...!

Za učitelja je zahteva po dveh vrstah pouka hkrati, za isto skupino učencev, vendar dodatno delo, nadarjenec pa je lahko za učitelja tudi – nadloga!? In če je naslov 'nadarjenec' za posameznike privlačen (pred leti so se učenci pulili za 'statuse': status športnika, glasbenika, matematika, ...), mnogi 'hočejo več' in dobimo kar naenkrat dosti kandidatov za 'nadarjence' (za statuse, tudi za štipendije), vsi odlični, morda še prav dobri, ... celo skupino, podrazred in v istem razredu – dvojni pouk! Predstavljam si: če je na isti ali sosednji šoli učitelj(ica), ki ima premalo ur in se rada ukvarja z nadarjenimi, potem ni problema, bosta pa učila dva učitelja vsak pol ra-

zreda (v istem prostoru?). Toda – ali dobi šola v ta namen denar, ali lahko tak pouk plača? Kdaj bomo pri vsem našem jamranju dojeli, da kot država nismo tako bogati kot nekateri svetli vzgledi in jih zato ne moremo v vsem posnemati!

Morda bi dvojni pouk lahko realizirali s posebno srednjo šolo v večjih krajih (ali samo v Ljubljani?), kjer bi vpisovali samo nadarjence iz večjega območja. V njej bi učili samo zato primerni učitelji, pri pouku bi pa veljala drugačna pravila, kot na drugih šolah.

Moti me pa 'strokovno' vodilo že na platnicah revije: '... HOČEM VEČ ...'!!? Ali naj bi res taka trumpovsko – erdoganska miselnost postala naše vzgojno vodilo? Ali sedanji naši vodilni pedagogi niso dovolj občutljivi, da bi opazili grobost, nasilnost, agresivnost, tega gesla? Imam občutek, da svoje učiteljske miselnosti ne plemenitijo ob prebiranju ustrezne literature, ampak ob gledanju ameriških filmov in nadaljevanj in se navdušujejo za tamkajšnji način življenja; tam oče trka na zaprta vrata sinove sobe, ki so morda tudi zaklenjena in na njih je narisana mrtvaška glava ali kaj podobnega in piše – 'pojdi k vragu' – v sobi se pa – obvezno – valja po postelji 'otroček' in kriči 'HOČEM, HOČEM, HOČEM ...'?

Ja kaj pa sploh hoče? Več 'priznanja', slave, biti najboljši v razredu, na šoli, pri športu, ...? Hočem več ... znanja? ... prestiža?!! ... višjo oceno? ... najdražji bicikel? ... Hočem biti več kot sošolci!!!! Hočem početi, kar sam hočem!!?

Ali morda res hoče več znati? Toda to je lahko le njegovo notranje vodilo in če je res 'nadarjen' ve tudi, kakšna je pot do tega. Prav gotovo ne ceneno protestništvo! Potem revolucionarja potunka še urednik (64. stran): 'Vse' sem že znal pri štirih letih!!! Sedaj pri osemnajstih ne znam nič več kot takrat, nisem nič bolj pameten, kot takrat – zato se pa s tem še hvalim! Ali je to 'strokovno' mnenje (saj je revija strokovna, ali ne?) o vrednosti vzgoje staršev in naše šole??? Zanimivo!! Tudi učitelji se moremo upreti cenanim parolam!

Pouk v razredu z (n) učenci pa naj bo prilagojen večini, (n – 1) učencem in ne le enemu – čeprav prav ta zmora največ! Če bo pa skupaj z nadarjenim učencem učitelj lahko naučil ostale učence več fizike, kot pa brez njega, potem ga bodo vsi veseli, nadarjeni naj tudi sošolce potegne malce globlje v fiziko, naj bo kot kvas v razrednem kolektivu in za tako stanje si mora prizadevati učitelj, to je njegovo pravo delo in ne trening 'boljše' fizike za tekmovanje posameznikov!

V tej številki revije Fizika v šoli predstavljamo v Sloveniji še neuveljavljeno, a prestižno tekmovanje »F1 in Schools«. Tekmovanje je namenjeno predvsem dijakom in mentorjem naravoslovno-tehniških smeri programov srednjega poklicnega ter srednjega strokovnega izobraževanja. Izhodišča za pripravo teh izobraževalnih programov učitelja postavljajo pred nove zahteve in pričakovanja glede načrtovanja in izvajanja učnega procesa. V ospredju ni učnosnovno načrtovanje, ampak učnociljno, problemsko in procesno načrtovanje učnega procesa. Poudarek je na aktivnih učnih metodah, kjer imajo dijaki v različnih socialnih interakcijah možnost reševati aktualne poklicne in življenjske probleme. Izdelava miniaturnega dirkalnika omogoča vsebinsko povezanost predmetov in prepletenost znanja ter razvoj ključnih kompetenc, ki vodijo do celostne usposobljenosti za poklic, sodelovanje v družbi, osebni razvoj in nadaljnje izobraževanje (Izhodišča, 2001, str. 10).

Inovacije in njihova praktična uporaba kot navdih za učence/dijake

Edinstveno tekmovanje »F1 in Schools STEM Challenge« (STEM – Science, Technology, Engineering, Mathematics) je leta 1999 v Združenem kraljestvu ustanovil podjetni inženir Andrew Denford. Njegov cilj je bil prek uglednega, glamuroznega in visokotehnološkega sveta formule ena angažirati in navdušiti učence in dijake za svet znanosti, tehnologije, inženirstva in matematike. Danes je to tekmovanje največje na tem področju, saj se ga udeležujejo predstavniki iz 48 držav.

Bistvo tekmovanja so raziskovanje, zasnova, izdelava in dirka prihodnje generacije dirkalnikov formule ena. Ekipe z miniaturnimi dirkalniki s pogonom na CO₂ tekmujejo v hitrostni dirki na 20-metrski progi. Izdelava dirkalnikov je izziv za učence in dijake ter omogoča razvoj ključnih kompetenc, kot so komunikacija, skupinsko delo in predstavitev idej ter rešitev. Poleg tega tekmovanje pri učencih in dijakih krepi samozavest ter vzbudi strast za specifična področja, naj bo to koordiniranje skupine ljudi, trženje ekipe ali ustvarjanje umetniških grafik in prikazov.

Najvznemirljivejše tekmovanje na svetu je v zadnjih 15 letih spodbudilo domišljijo že na tisoče učencev in dijakov. Praktično učenje, skupinsko delo in razvoj veščin, prepleteni z zabavnim ustvarjanjem izjemno hitrih dirkalnikov ter s priložnostjo sodelovanja na mednarodnem tekmovanju, izpolnjujejo zahteve tako šol kot učencev.

Ker tekmovanje podpira formula ena, lahko to pomeni tudi pot do kariere v avtošportu in avtomobilizmu. Nekdanji udeleženci že delajo v ekipah formule ena, pri izdelovalcih motorjev, v športnih agencijah in številnih drugih podobnih podjetjih.

Potek tekmovanja

Učenci in dijaki se v prvem krogu pomerijo na regijskem tekmovanju. Najboljše ekipe se uvrstijo na državno tekmovanje.

Najboljša ekipa z državnega tekmovanja je nagrajena z uvrstitvijo na svetovno tekmovanje »F1 in Schools«, ki se je letos odvijalo v Singapurju skupaj s svetovnim prvenstvom formule ena za veliko nagrado Singapurja 2018. Ti učenci in dijaki tekmujejo za zelo zaželen pokal svetovnega prvaka tekmovanja »F1 in Schools« in za prestižne štipendije univerz University College London Engineering ter City, University of London.

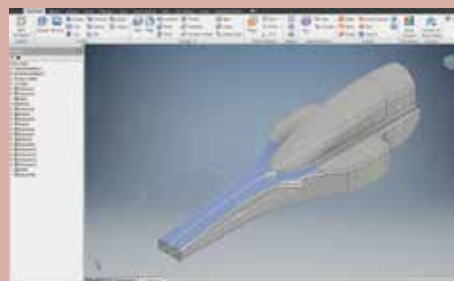
Vodnik po korakih do tekmovanja »F1 in Schools«

Zasnova – analiza – izdelava – preizkus – dirka

1. Oblikujte ekipo iz treh do šestih članov, izberite ime in določite vloge: vodja ekipe, proizvodni inženir, tehnični inženir, grafični oblikovalec ter menedžer ekipe.
2. Poslovni načrt in sponzorstvo – načrtujte in pripravite poslovni načrt, izdelajte proračun ter poiščite sponzorje. Ekipa so spodbujene k sodelovanju s stroko in k vzpostavljanju poslovnih povezav.



3. **Zasnova** – z uporabo programske opreme 3D CAD (Computer Aided Design) naredite zasnovo dirkalnika formule ena prihodnosti v skladu s specifikacijami mednarodnega odbora, ki določa pravila enako kot pri formuli ena. (Programsko opremo šole dobijo brezplačno.)



4. **Analiza** – analiza aerodinamike v virtualnem vetrovnem tunelu s programsko opremo Computational Fluid Dynamics (CFD).
5. **Izdelava** – z uporabo programske opreme 3D CAM (Computer Aided Manufacture) ekipa izbere najučinkovitejšo strategijo za izdelavo dirkalnika in izdela dirkalnik.



6. **Preizkus** – aerodinamika se preizkusi v vetrovnem in dimnem tunelu.
7. Naredite predstavitev, ki zajema vse korake projekta. Bodite inovativni.



8. Pregled (na svetovnem tekmovanju) – dirkalniki gredo v zaprt servisni park (Parc Ferme), kjer sodniki zelo natančno preverijo vse dimenzije dirkalnika. Zahtevana je skladnost s pravili in predpisi.



9. Inženirski pregled – ekipe odgovarjajo na vprašanja sodnikov o načinu izdelave dirkalnikov in argumentirajo izbrano zasnovo, postopke ...



10. Predstavitev – pripravite predstavitev za žirijo, ki vključuje vse vidike izziva. Čas za predstavitev je omejen.



11. Pregled poročila – pripravite dve desetstranski poročili formata A3, poslovno poročilo (z dokumentacijo svoje poslovne strategije) in inženirsko poročilo (z dokumentacijo dirkalnika in poteka izdelave).

12. Dirka – čas je, da svoj dirkalnik preizkusite na progi.



Za dodatne informacije lahko pišete na elektronski naslov jaka.banko@zrss.si. Vprašanja lahko naslovite tudi neposredno na organizatorje tekmovanja prek spletnega obrazca na njihovi uradni spletni strani <http://www.flinschools.com>.

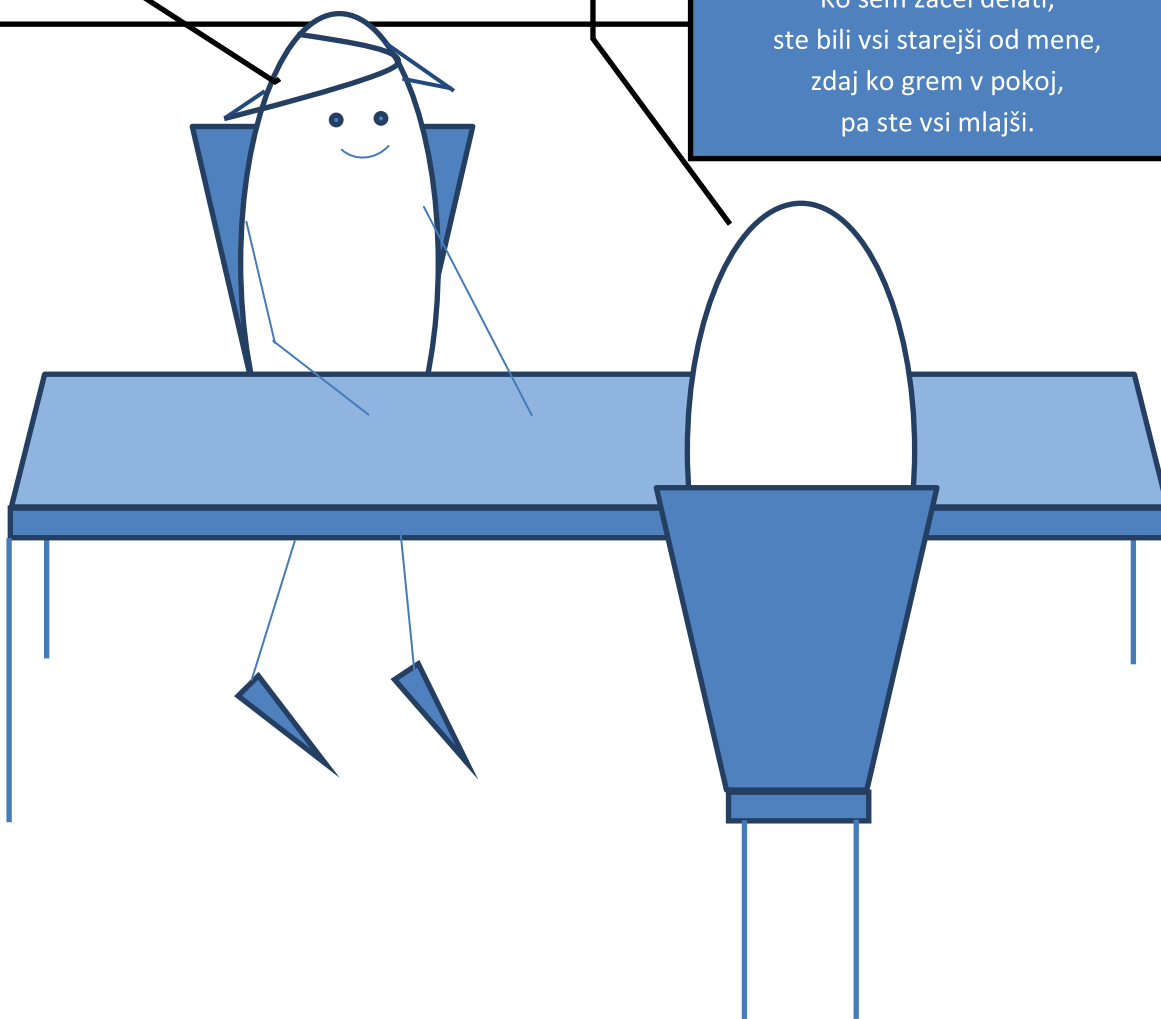
Jaka Banko in organizatorji tekmovanja

Urniki:

Nadomeščanja:

Ali je Einstein s svojo genialnostjo
res lahko dosegel,
da je čas tekel nazaj?

Za to pa ni potrebna genialnost.
V tej zbornici čas teče nazaj kar sam.
Ko sem začel delati,
ste bili vsi starejši od mene,
zdaj ko grem v pokoj,
pa ste vsi mlajši.



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
na RAZREDNI STOPNJI

Formativno spremljanje
pri MATEMATIKI

Formativno spremljanje
pri ZGODOVINI



Napovedujemo:

Formativno spremljanje pri DELU SVETOVALNIH DELAVCEV

Formativno spremljanje kot PODPORA UČENCEM S POSEBNIMI POTREBAMI

izid
2019

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 ZRSS



facebook ZRSS



twitter ZRSS

ISSN 1318-6388



9 771318 638001