

UČENJE O OBDELAVI PODATKOV PRI FIZIKI NA PRIMERU IDEALNEGA PLINA

¹Gregor Brumec

¹II. gimnazija Maribor, Slovenija

Povzetek

Ključne besede:

temeljne vsebine RIN,
podatki in analiza,
obdelava podatkov pri
fiziki, idealni plin, Vernier,
linearizacija

Keywords:

fundamental
computer science
concepts, data and
analysis, data processing in
physics, ideal gas, Vernier,
linearization

V prispevku sta predstavljeni zasnova in izvedba delavnice, ki je namenjena razvijanju temeljnih vsebin RIN pri pouku fizike, specifično iz področja podatki in analiza. Digitalni zajem in analiza velike količine podatkov sta ključna elementa znanstvenega procesa za večino področij v fiziki, zato je pomembno, da veščine, povezane s tem, razvijamo že v srednjih šolah. Delavnica je razdeljena na dva dela: v prvem delu dijaki opravijo fizikalne meritve s senzorji Vernier in s tem zajem podatkov, v drugem delu pa podatke obdelajo in analizirajo v Excelu. Rezultate meritev nato uporabijo za določitev neznanne fizikalne količine, ki je ne bi mogli neposredno izmeriti (specifično za določitev števila molekul zraka, ujetega v brizgi). Delavnica predstavlja primer uspešne uporabe temeljnih vsebin RIN pri naravoslovnem predmetu. V poteku delavnice se zrcalijo različni koraki znanstvenega procesa: opazovanje, opravljanje meritev, prepoznavna vzorcev, primerjava vzorcev z obstoječimi modeli, interpretacija rezultatov in uporaba rezultatov.

LEARNING ABOUT DATA PROCESSING IN PHYSICS USING IDEAL GAS AS AN EXAMPLE

Abstract

The article presents the design and implementation of a workshop aimed at developing fundamental computer science concepts in physics lessons, specifically in data and analysis. Digital data acquisition and the analysis of large amounts of data are key elements of the scientific process in most areas of physics. Therefore, it is essential to develop skills related to these processes already in high school. The workshop is divided into two parts: in the first part, students conduct physical measurements using Vernier sensors, thereby acquiring data. In the second part, they process and analyze the data using MS Excel. The measurement results are then used to determine an unknown physical

Copyright: © 2025

Avtorji/The author(s). To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons CC BY Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna.

Uporabnikom je dovoljeno tako nekomercialno kot tudi komercialno reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



quantity that cannot be measured directly (specifically, to determine the number of air molecules trapped in a syringe). The workshop serves as an example of the successful integration of fundamental computer science concepts into a science subject. The various steps of the scientific process are reflected throughout the workshop: observation, conducting measurements, recognizing patterns, comparing patterns with existing models, interpreting results, and applying findings.

1 UVOD

Okvir digitalnih kompetenc za državljane DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) kot referenčni okvir, ki opredeljuje ključne digitalne kompetence, potrebne za aktivno udeležbo v sodobni digitalni družbi, med drugim že v uvodu izpostavlja pomembnost *medsebojne povezanosti ključnih kompetenc* za vseživljenjsko učenje. V Priporočilu o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje (Svet Evropske unije, 2018) je opredeljenih osem ključnih kompetenc, med katere sodita tudi matematična, naravoslovna, tehniška in inženirska kompetenca (STEM) ter digitalna kompetenca. Zdi se, da v šolah naredimo veliko za razvoj posameznih kompetenc po predmetnih področjih, manj pa je priložnosti, kjer bi imeli dijaki možnost razvijati uporabo različnih kompetenc hkrati in jih medsebojno povezovati (Eurydice, 2012).

V ta namen smo na II. gimnaziji Maribor v okviru projekta Katarina (Vsak naj bo deležen temeljnih znanj računalništva in informatike) zasnovali delavnico, pri kateri se tesno povezujeta razvijanje naravoslovne in digitalne kompetence (kot dveh izmed osmih ključnih kompetenc). V prispevku bi radi predstavili zasnovo in opažanja ob izvedbi delavnice in morda s tem tudi druge učitelje spodbudili k načrtovanju podobnih aktivnosti. Bolj kot na razvijanje digitalnih kompetenc smo se osredotočili na razvijanje temeljnih vsebin RIN.

Prispevek je namenjen predvsem učiteljem s področja naravoslovja (fizika, kemija) v srednjih šolah. Delavnica je bila zasnovana za gimnazijce v 2. letniku. Vsebinsko obravnava model idealnega plina, ki je v gimnaziji del učnega načrta tako pri fiziki (Planinšič et al., 2008) kot pri kemiji. Glede na Okvir temeljnih vsebin računalništva in informatike (Ministrstvo za izobraževanje, 2022) sodi delavnica pod področje Podatki in analiza.

Cilj prispevka je opisati zasnovo oziroma potek delavnice, nato pa predstaviti opažanja ob izvedbi. Osrednji del prispevka smo zato razdelili na dve poglavji. V glavnem delu bomo opisali zasnovo delavnice, kjer se bomo osredotočili na oblikovanje splošnih in operativnih

učnih ciljev ter opis poteka delavnice. V poglavju o rezultatih bomo predstavili izvedbo in posebnosti ter opažanja, na katera smo naleteli v zvezi z uresničevanjem oziroma doseganjem učnih ciljev. Ugotovitve v prispevku so bile pridobljene z opazovanjem izvedbe in ob pogovoru z dijaki. Vsi predstavljeni rezultati so kvalitativne narave.

2 ZASNOVA DELAVNICE IN OBLIKOVANJE UČNIH CILJEV

Kot smo opisali v uvodu je bilo širše vodilo pri načrtovanju delavnice združiti razvijanje naravoslovnih vsebin in vsebin RIN v enotni učni izkušnji za dijake. Kot področje RIN, ki je tesno povezano z raziskovanjem v naravoslovju, smo prepoznali področje podatkov in analize. Digitalni zajem in analiza velike količine podatkov sta namreč ključni element znanstvenega procesa za večino področij v fiziki, zato je pomembno, da večšine, povezane s tem, razvijamo že v srednjih šolah (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

Pri iskanju možnih fizikalnih pojavov, ki bi bili primerni za učenje o podatkih in njihovi analizi, smo razmišljali v obratni smeri, in sicer tako, da smo se vprašali, katera analitična orodja se nam zdijo za delo z večjo količino podatkov najpomembnejša (in bi radi, da jih dijaki spoznajo), in nato poiskali fizikalni pojav, kjer bi lahko taka orodja smiselno uporabili. Kot eno ključnih analitičnih orodij smo izbrali *linearizacijo* podatkov in ocenjevanje vrednosti neke fizikalne količine iz parametrov linearnega modela, specifično iz smernega koeficienta premice, ki opisuje naše podatke. Natančen pomen pojma linearizacija v tem besedilu bomo pojasnili pozneje. Kot fizikalne pojave oziroma odvisnosti, ki bi jih lahko obravnavali za učenje linearizacije, smo izbrali:

- odvisnost svetlobnega toka od razdalje do svetila,
- odvisnost tlaka plina od volumna pri konstantni temperaturi,
- širjenje zvoka.

Sprva smo želeli pri vsaki delavnici dijake razdeliti v skupine in jim dodeliti različne teme (vsaki skupini eno od treh naštetih), vendar se je ob prvi izvedbi pokazalo, da je takšna izvedba prezahtevna, zato smo se odločili le za enega izmed pojavov, in sicer odvisnost tlaka od prostornine v idealnim primu pri konstantni temperaturi (Boylev zakon).

Pri načrtovanju izvedbe smo pazili na to, da bodo dijaki v procesu učenja aktivno vključeni. Sodobna spoznanja na področju pedagogike namreč kažejo, da se dijaki pri pouku naučijo več z uporabo aktivnih metod poučevanja v primerjavi s tradicionalnimi metodami (Zull, 2002). Pri tem smo upoštevali, da je učenje socialni proces, ki nujno vključuje izmenjavo idej z drugimi, zato so dijaki večino dela opravili po skupinah.

2.1 UČNI CILJI

Preden smo načrtali časovni potek in didaktično strukturo delavnice, smo se vprašali, katere splošne učne cilje želimo z izvedbo zasledovati. Cilje smo oblikovali samostojno, vendar smo se pri tem oprli na obstoječe dokumente, kot so okvir DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022), Okvir temeljnih vsebin računalništva in informatike (Ministrstvo za izobraževanje, 2022) ter Učni načrt za fiziko v programu splošne gimnazije (Planinšič et al., 2008). Splošni cilji so bili, da dijaki:

- z uporabo digitalne tehnologije pristopijo k raziskovanju fizikalnega pojava, pri čemer podatke digitalno zajamejo, uredijo, analizirajo in predstavijo;
- spoznajo in uporabljajo programsko in strojno opremo za digitalni zajem in obdelavo podatkov;
- vrednotijo različne tehnološke možnosti za učinkovito hranjenje, prenos, obdelavo in uporabo podatkov;
- razvijajo spretnost sodelovalnega učenja (razvijanje sposobnosti in odgovornosti za sodelovanje v skupini ter krepitev pozitivne podobe o sebi) in timskega reševanja problema;
- razvijajo matematično kompetenco in osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji, tako da obdelujejo kvantitativne podatke in uporabljajo matematične modele pri raziskovanju fizikalnih pojavov (modeliranje fizikalnega pojava).

Na osnovi predstavljenih splošnih ciljev kot namena delavnice smo nato oblikovali operativne cilje, pri katerih smo bili pozorni na to, da bodo neposredno preverljivi ob izvedbi delavnice. Operativne cilje smo razdelili na štiri kategorije, na enak način, kot to predvideva dokument Okvir računalništva in informatike od vrtca do srednje šole (Ministrstvo za izobraževanje, 2022):

- Zbiranje. Dijaki pri izbranem poskusu zajamejo meritve z digitalnimi merilniki Vernier. Podatke zbirajo v programskem okolju Vernier Graphical Analysis na tabličnih računalnikih.
- Shranjevanje. Dijaki izvozijo podatke kot datoteko CSV in jih prenesejo na računalnik, kjer jih uvozijo v programsko okolje Excel za nadaljnjo obdelavo.
- Prikazovanje in preoblikovanje. Dijaki v okolju Excel podatke uredijo v smiselno obliko za nadaljnjo analizo, kar vključuje:
 - pravilno formatiranje podatkov (decimalni zapis, število zanesljivih mest, tip podatkov)

- izvedbo matematičnih operacij za pretvorbo enot
- izvedbo matematičnih operacij, ki so potrebne za predstavitev podatkov v obliki linearne funkcije (uvedba nove neodvisne spremenljivke, ki bo v linearni zvezi z odvisno spremenljivko)
- Sklepanje in modeliranje. Dijaki na osnovi izbire nove spremenljivke in predstavljanja podatkov v obliki grafa presojujejo o ustreznosti matematičnega modela za opis fizikalnega pojava (npr. o pravilnosti modela, v katerem velja odvisnost $y(x) = konst./x$, se prepričamo tako, da preverimo, ali je graf $y(1/x)$ linearen.). Dijaki razberejo parametre modela (npr. smerni koeficient premice) in iz njih določijo vsebinsko zanimive fizikalne količine (uporaba modela za izračun/oceno neznanih fizikalnih količin).

Ko smo poznali učne cilje smo pričeli s pisanjem učnega scenarija, ki ga bomo tukaj le na kratko povzeli v naslednjih podpoglavjih. Delavnica je trajala 4 šolske ure in je bila razdeljena na dva dela, ki ju je ločeval 15 minutni odmor. Delavnico sva pripravila in izvedla dva učitelja fizike, Gregor Brumec in dr. Marko Jagodič. V prvem delu so dijaki opravili fizikalne meritve in s tem zajem podatkov, v drugem pa podatke računalniško obdelali in analizirali.

2.2 ZASNOVA PRVEGA DELA

Prvi del je potekal v fizikalni učilnici, kjer dijaki s senzorji Vernier (slika 1) in programsko opremo Vernier graphical analysis na tabličnih računalnikih izmerili podatke in jih izvozili. Najprej so se razdelili v skupine po 4 in vsaka od skupin je prejela brizgo, v kateri je bil ujet zrak, na brizgo pa je bil pritrjen Vernierov senzor za tlak. Senzor je bil povezan s tablico, na kateri je bila nameščena aplikacija Vernier Graphical Analysis, ki se poveže s senzorjem. Dijaki so dobili navodila (glej tudi Prilogo 1 spodaj), naj raziščejo, kako sta povezana tlak zraka v brizgi in prostornina. Pokazali smo, kako lahko zabeležijo posamezno meritev in jih nato prepustili samostojnemu delu. Ostale dileme, ki so nastale, smo reševali specifično po skupinah, kar bomo opisali v naslednjem poglavju. Končni cilj prvega dela za dijake je bil, da imajo v tabeli na tablici zbranih približno 10 meritev tlaka pri izbranem volumnu in da te podatke izvozijo kot datoteko CSV in jo preko elektronske pošte pošljejo vsem drugim dijakom v posamezni skupini.



Slika 1: Merilnik tlaka Vernier in brizga

2.3 ZASNOVA DRUGEGA DELA

Pošiljanje datoteke vsem članom je pomembno zato, ker je drugi del delavnice potekal v računalniški učilnici, kjer je analizo podatkov opravljali vsaki dijak na svojem računalniku. To ne pomeni, da je bilo delo povsem samostojno, saj so imeli dijaki možnost komunicirati med sabo in si pri analizi pomagati. Ideja je bila, da podatke o tlaku in prostornini uvozimo v program Excel in z analizo na osnovi teh podatkov ocenimo število delcev zraka v brizgi. Delo je potekalo nekoliko bolj usmerjeno kot pri izvajanju meritev. Dijaki so (vsaki posebej) spremljali navodila učitelja in hkrati izvajali enake operacije na svojih podatkih. Med posameznim korakom je bilo dovolj časa, da sva učitelja šla po razredu in pomagala dijakom, kjer so nastale težave. V nadaljevanju bomo predstavili, kako je potekala analiza in katere korake so morali izvesti dijaki.

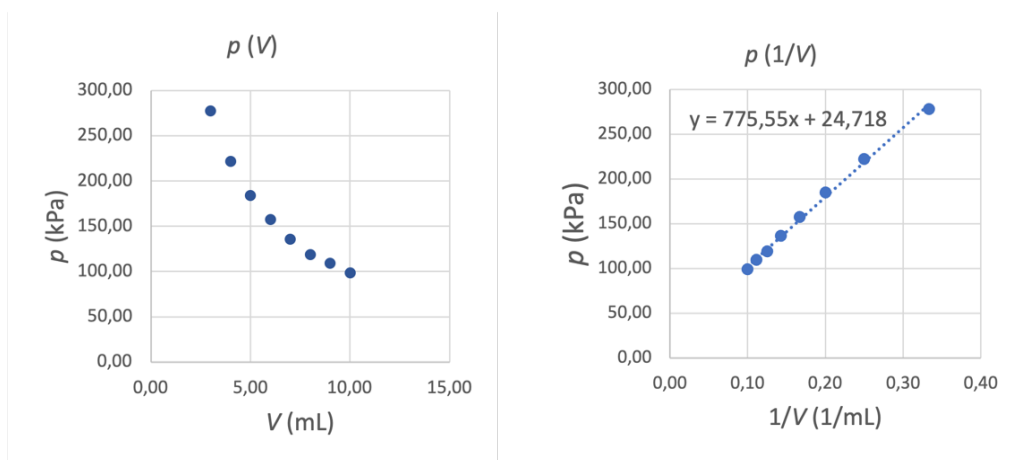
Ideja analize je, da podatke lineariziramo, kar pomeni, da odvisnost med tlakom in volumnom prikažemo na tak način, da bo graf linearen. Model, ki ga uporabimo za opis zraka v brizgi je model idealnega plina, ki ga lahko opišemo z matematično zvezo $pV = \frac{N}{N_A}RT$, kjer je p tlak, V prostornina zraka v brizgi, N število delcev zraka v brizgi, N_A in R pa konstanti. Enačbo lahko zapišemo v obliki $p = \frac{NRT}{N_A} \frac{1}{V}$, ki ima obliko linearne funkcije $y = kx$, če kot y izberemo p , kot x pa količino $1/V$. Smerni koeficient take premice je tedaj $k = \frac{NRT}{N_A}$. Ideja je, da narišemo graf tlaka p v odvisnosti od količine $1/V$ in se prepričamo, ali je raven (linearen). Če da, potem smo uspeli pokazati, da lahko zrak v brizgi opišemo z modelom idealnega plina. Znanje o tem pa lahko nato še uporabimo. Če iz izmerjenih podatkov določimo smerni koeficient k , lahko iz enačbe $k = \frac{NRT}{N_A}$ izračunamo

(ocenimo), kolikšno je število delcev zraka v brizgi. Če uporabimo povprečno molsko maso zraka, lahko nadalje določimo še maso plina v brizgi.

Iz praktičnega stališča je delo potekalo tako, da so dijaki preko možnosti *Uvozi podatke v Excelu* odprli svoje meritve tlaka v odvisnosti od volumna. Nato je bilo skladno z zapisanimi cilji treba:

- urediti podatke, da imajo ustrezen decimalni separator (vejica) zapis, da imajo pravilno število zanesljivih mest in da jih program prepozna kot število (in ne besedilo).
- izvesti operacije za pretvorbo enot (specifično to pomeni, da ustvarimo nove stolpce, kjer so podatki v osnovnih enotah)
- izvesti matematične operacije, ki so potrebne za predstavitev podatkov v obliki linearne funkcije (specifično to pomeni, da ustvarimo nov stolpec s količino $1/V$).

Ko so dijaki izvedli vse naštetе korake za pripravo podatkov, narišejo graf, kjer je na vodoravni osi obratna vrednost prostornine $1/V$, na navpični pa tlak p (Slika 1). Nazadnje izberemo možnost trendne črte in možnost prikaza enačbe na grafikonu, iz česar lahko razberemo smerni koeficient premice. Iz koeficienta dijaki nazadnje izračunajo še število delcev zraka v brizgi, ki je zanimiva mikroskopska količina, ki je ni mogoče neposredno izmeriti.



Slika 2: Levi graf prikazuje tlak v odvisnosti od prostornine, desni pa tlak v odvisnosti od obratne vrednosti prostornine

V nadaljevanju bomo v poglavju o rezultatih opisali izvedbo delavnice in vzorce, ki smo jih ob izvedbi opazili. Ponovno naj omenimo, da bomo izide opisovali kvalitativno ter da je bila metoda za spremljanje doseganja rezultatov učiteljevo opazovanje v razredu in pogovor z dijaki ob izvedbi.

3 REZULTATI: IZVEDBA IN UGOTOVITVE

Delavnice smo izvedli septembra 2024 v šestih različnih oddelkih 2. letnikov na II. gimnaziji Maribor. V prvi izvedbi so nekateri dijaki namesto podatkov o tlaku zbrali podatke o odvisnosti svetlobnega toka od razdalje od svetila ter s ploskom določali hitrost zvoka, česar v tem prispevku nismo opisali. Pri obdelavi podatkov se je v tej prvi skupini namreč pokazalo, da je bilo zahtevno uskladiti učiteljevo pomoč pri razlagi obdelave podatkov za vse tri skupine. Res je, da je bil proces obdelave konceptualno podoben, toda v času, ko je učitelj pomagal dijakom ene skupine pri obdelavi podatkov, druga skupina ni bistveno napredovala oziroma aktivnost dijakom ni omogočala dovolj samostojnosti, kar bi lahko rešili z dodatnimi navodili. Ker je koncept linearizacije za dijake v 2. letniku nov, smo se odločili, da v prihodnjih izvedbah opustimo svetlobo in zvok ter se omejimo na poskuse z zrakom v brizgi.

3.1 Izvedba prvega dela

Dijake smo najprej razdelili v skupine z namenom, da bi jih spodbudili k sodelovanju in testiranju idej med sabo, kar je tudi eden od zadanih splošnih ciljev. Dijaki so dobili navodila, ki so priložena v prilogi. Meritve so potekale po skupinah večinoma brez večjih zapletov. Nekaj pomoči so skupine potrebovale pri nastavitvi tipa merjenja na “*Mode: Events with Entry*”. To pomeni, da dijaki brizgo nastavijo na določeno prostornino, izmerijo tlak, in to meritev zabeležijo. Nato nastavijo novo prostornino in ponovno zabeležijo meritev tlaka in tako naprej. Opazili smo, potreba po medsebojnem usklajevanju zaradi merjenja povečala sodelovanje v skupinah: nekdo mora nastaviti brizgo na določeni prostornini (sicer bi razlika z zunanjim tlakom potisnila bat noter ali ven) in odčitati to prostornino, druga oseba pa mora na tablici zabeležiti to meritev. Kot ugotovitev lahko izpostavim tudi, da je dijakom je bila pri merjenju precej v pomoč možnost neposrednega grafičnega prikaza meritev na grafu tlaka v odvisnosti od prostornine v aplikaciji. Dijaki namreč hitro opazijo vzorec v podatkih na grafu in na ta način takoj izločijo podatke, ki so očitno izmaknjeni glede krivuljo (o obliki katere induktivno sklepajo). Ko so z meritvami končali, so podatke izvozili (to pomeni v aplikaciji shranili kot datoteko CSV) in jih po elektronski pošti poslali na svoje naslove.

Ko so dijaki končali z meritvami, smo izkoristili preostali čas prvega dela delavnice, da se spomnimo na model idealnega plina oz. plinsko enačbo, ki so jo dijaki obravnavali pri kemiji v prvem letniku. Dijaki so dobili ustno navodilo, naj na osnovi enega izmed podatkov izračunajo oziroma ocenijo število delcev zraka v brizgi. Tega so se dijaki lotili po skupinah, reševali pa so na bele table, ki jih imajo na šolskih klopeh (table velikosti približno 40 cm × 60 cm, ki so na mizah po skupinah). Pogovorili smo se o tem, da so sedaj izračunali število delcev na osnovi ene same meritve, želeli pa bi si uporabiti vse podatke hkrati. Kako to storiti na učinkovit in smiseln način se bodo naučili v drugem delu delavnice.

3.2 Izvedba drugega dela

V drugem delu smo se najprej pogovorili o pomenu zapisa CSV (comma-separated values). V tem delu delavnice smo bili v računalniški učilnici in vsak dijak je imel svoj računalnik. Prijavljanje dijakov v račune in odpiranje datoteke je časovno zamudno, na kar je treba paziti pri načrtovanju. Ta del je bil za razliko od eksperimentalnega zasnovan nekoliko bolj frontalno. Dijaki so sledili enakim korakom kot učitelj na tabli, le da s svojimi podatki. Najprej smo datoteko s podatki odprli v beležnici in si ogledali obliko zapisa CSV in pokazali, kako lahko s preprostimi orodji že v beležnici uredimo podatke (npr. določen znak s čim zamenjamo ipd.). To je bilo koristno, saj so dijaki spoznali ali ponovili, kako uporabiti orodje za iskanje in zamenjavo. Nadalje smo podatke izvozili v Excel, kjer smo skupaj zamenjali decimalne pike z vejicami in podatke pripravili v obliki, kot smo opisali v prejšnjem poglavju (Tabela 1).

Tabela 1: Podatki, pripravljeni za analizo

Prostornina V (mL)	$1/V$ (1/mL)	Tlak p (kPa)
10,00	0,10	98,82
9,00	0,11	109,33
8,00	0,13	118,89
7,00	0,14	136,38
6,00	0,17	157,68
5,00	0,20	184,64
4,00	0,25	222,29
3,00	0,33	277,96

Opazili smo, da so dijaki v drugem delu pokazali manj samostojnosti, kot pri eksperimentiranju, kar je bilo vidno po tem, da so vselej čakali na nadaljnja navodila. Sklepamo, da sta razloga za to dva. Prvi je, da učno okolje, kjer ima vsak pred sabo svoj

računalnik in dijaki niso v skupinah, enostavno ne nudi toliko priložnosti za sodelovanje, saj vsak dela sam. Drugi, morda pomembnejši razlog pa je, da je bila aktivnost v tem delu verjetno zastavljena pretirano frontalno in toga. Od dijakov smo si zamislili izvedbo točno določenih korakov (kot po kuharskem receptu), kar ne vodi do samostojnosti in možnosti, da bi dijaki sami prevzeli pobudo za nadaljevanje določene naloge. Menimo, da so v tem delu potrebne izboljšave in premislek o tem, kako zasnovati aktivnost na bolj odprt način in obenem še vedno naučiti dijake standardnega postopka lineariziranja.

Nazadnje smo iz razbranega koeficienta premice določili število delcev zraka v brizgi in ugotovili, da je rezultat nekoliko drugačen od tistega, ki ga dobimo, če uporabimo samo en podatek. Iz didaktičnega stališča ima ta zaključek dva pomembna vidika. Prvi je, da smo novo metodo lahko uporabili (aplikacija znanja) – po eni stani za potrditev primernosti modela, po drugi strani pa za določitev neznane količine. Drugi zanimiv vidik je, da smo se lahko pogovorili iz fizikalnega stališča, zakaj pride do odstopanja med rezultatoma.

4 ZAKLJUČEK

Cilj prispevka je bil predstaviti zasnovo in izvedbo delavnice, pri kateri se dijaki vzporedno usvajajo nove predmetne vsebine fizike ter razvijajo zmožnosti za uporabo novega analitičnega orodja za obdelavo podatkov v fiziki. Zasnova delavnice omogoča, da dijaki ob predmetni vsebini usvajajo tudi temelje vsebine računalništva in informatike, v našem primeru s področja podatkov in analize. Takšen pristop k poučevanju je pomemben, saj se v njem zrcali raziskovalni proces strokovnjakov s področja fizike, ki morajo prav tako za odkrivanje nove fizike pogosto usvojiti ali razviti nova računalniška znanja o obdelavi podatkov. Predstavili smo, kako so dijaki skupinsko zajeli meritve in podatke nato vodeno samostojno obdelali z Excelom. Spoznali so, kako linearizirati enačbo in iz grafa presoati o smiselnosti modela ter ga uporabiti za določanje novih količin.

S pogovori z dijaki smo ugotovili, da jim primanjkuje izkušenj z uporabo tehnologije pri naravoslovnih predmetih in da si v večini želijo več uporabe digitalnih pripomočkov tudi pri pouku. Pomembna ugotovitev (ali pa potrditev) je tudi, da je Excel nerodno okolje za obdelavo meritev v naravoslovju, saj lahko pri uvozu in prepoznavanju podatkov povzroča precej težav. Morali smo na primer ročno poskrbeti za menjavo decimalnih pik v vejice. To nas je vodilo k razmisleku o tem, da bi uporabili kakšno drugo programsko orodje za obdelavo podatkov kot je na primer LoggerPro. Navkljub nekaterim pomanjkljivostim Excela smo presodili, da je za večino dijakov še vedno najbolj koristno, če analizo

izvedemo v Excelu, saj je orodje najbolj splošno in ga bodo uporabljali tudi nenaravoslovci na številnih drugih področjih.

Kot ugotovitev naj izpostavim tudi, da nam je projekt Katarina pomagal pri motivaciji, da delavnico načrtujemo in izvedemo. Gotovo bi bila izvedba delavnice mogoča tudi če ne bi bili vključeni v ta projekt, toda morda do izvedbe v tem primeru ne bi prišlo. V času priprave delavnice cilji za področje podatkov in analize v okviru projekta še niso bili natančno opredeljeni, zato je bilo načrtovanje morda bolj odprto, kot če bi bili cilji že jasneje zapisani. Kot končno ugotovitev in predlog naj predlagam, da bi v prihodnje bi bilo smiselno razviti aktivnosti, kjer bi dijaki tudi pri obdelavi podatkov lahko delo izvajali po skupinah in z manj neposrednega vodenja učitelja, saj se je to pokazalo kot omejujoče.

LITERATURA

- Eurydice. (2012). *Developing key competences at school in Europe – Challenges and opportunities for policy*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2797/93204>
- Global Education Monitoring Report Team. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? GEM Report UNESCO*. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. (2022). *Okvir računalništva in informatike od vrtca do srednje šole*. https://redmine.lusy.fri.uni-lj.si/attachments/download/3060/Porocilo_RINOS_10_1_22.pdf
- Planinšič, G., Belina, R., Kukman, I., & Cvahte, M. (2008). *Učni načrt. Gimnazija. Fizika. 2., popravljena izdaja*. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport; Zavod RS za šolstvo. http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2021/programi/media/pdf/un_gimnazija/2015/UN-FIZIKA-gimn-12.pdf
- Svet Evropske unije. (2018). *Priporočilo Sveta z dne 22. maja 2018 o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01))
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens*. Urad za publikacije Evropske unije. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/115376>
- Zull, J. E. (2002). *The Art of Changing the Brain: Enriching Teaching by Exploring the Biology of Learning*. Stylus Pub.

PRILOGA: Navodila za eksperimentalni del

Od surovih podatkov do sočnih zaključkov

Namen vaje

Naučili se boste, kako

- z uporabo merilnikov *Vernier* in programa *Vernier Graphical Analysis* opraviti meritve tlaka v brizgi, v kateri je neprodušno zaprt zrak, v odvisnosti od prostornine,
- s podatki o odvisnosti tlaka od prostornine določiti število delcev zraka v brizgi,
- shraniti podatke v ustreznem formatu za prenos v drugo napravo,
- prenesti podatke na računalnik za nadaljnjo obdelavo,
- uvoziti podatke v *Excel* oz. *Google Sheets*,
- pripraviti podatke za analizo,
- izvesti analizo podatkov in določiti število delcev zraka v brizgi,
- predstaviti podatke in rezultate.

Potek fizikalne meritve

- Odprite aplikacijo *Vernier Graphical Analysis*. V spodnjem levem kotu je zapisan način meritve “*Mode: Time based ...*”, kar bi pomenilo, da boste merili tlak v odvisnosti od časa. Ker boste merili tlak pri različnih prostorninah (tj. pri različnih “dogodkih”), spremenite način meritve na “*Mode: Events with Entry*”. Dogodek lahko poimenujete *Prostornina*, enota zanjo pa so mL.
- Načrtujte eksperiment, s katerim boste izmerili tlak zraka v brizgi v odvisnosti od prostornine. *Nasvet*: bat nastavite na 10 mL in nanj zatesnite merilnik tlaka. Nato bat stisnite, kolikor lahko (npr. do 5 mL), in merite tlak v korakih po en mL v razponu od 5 mL do 15 mL.
- Uporabite katerokoli od meritev in izračunajte število delcev zraka v brizgi. Enačbo, ki povezuje tlak, prostornino, temperaturo in število delcev v plinu se spomnite iz kemije. Povprečno molsko maso zraka poiščite na spletu.
- V računu ste uporabili le en podatek o tlaku in prostornini, čeprav ste jih izmerili več. Pri podrobnejši analizi se boste naučili, kako iz množice vseh zajetih podatkov podati natančnejšo oceno števila delcev zraka. Podatke zato shranite v ustreznem formatu in jih prenesite na računalnik za nadaljnjo analizo.

