



KAZALO

Danica Mati Djuraki

Pouk na daljavo	1
------------------------	---

IZ TEORIJE ZA PRAKSO

Gorazd Planinšič

Refleksija po letu dni pouka na daljavo	2
--	---

Peter Gabrovec

Splošna matura iz fizike 2020	6
--------------------------------------	---

Sergej Faletič in Tomaž Kranjc

Začetno poučevanje kvantne mehanike v srednji šoli – osnove	15
--	----

Peter Jevšenak

Kako z Vernierjevim metalcem kovinskih kroglic zadeti koš?	23
---	----

IZ PRAKSE

Jože Pernar

Terensko delo in GPS-aplikacije za pouk na daljavo	33
---	----

Andreja Eršte

Enosmerni električni krog pri pouku na daljavo	42
---	----

Marko Jagodič

Nemi eksperimenti	46
--------------------------	----

Jure Ausec

Poskus iz moderne fizike za izvedbo z dijaki – merjenje Planckove konstante	50
--	----

Ksenija Božak

Sobota za vedoželjne	54
-----------------------------	----

Anja Šmid Pustoslemšek

Energija v šolski knjižnici	60
------------------------------------	----

UČITELJEV POGLED

Peter Prelog

Brezdimenzionalni nevidni radiani	63
--	----

STRIP

Milenko Stiplovšek

Avtentičnost	65
---------------------	----



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

ISSN 1318-6388

FIZIKA V ŠOLI
letnik XXVI, številka 1, 2021

Izdajatelj in založnik:

Zavod RS za šolstvo

Predstavniki:

dr. Vinko Logaj

Odgovorna urednica:

Danica Mati Djuraki

Uredniški odbor:

**Goran Bezjak, mag. Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič,
dr. Vladimir Grubelnik, Tatjana Gulič, dr. Tomaž Kranjc,
dr. Marko Marhl, mag. Jože Pernar, Milenko Stiplovšek,
dr. Barbara Šetina Batič, dr. Saša Ziherl**

Jezikovni pregled:

Andraž Polončič Ruparčič

Prevod povzetkov:

Enšitra prevajanje, Brigita Vogrinec Škraba, s. p.

Urednica založbe:

Andreja Nagode

Oblikovanje:

Simon Kajtna, akad. slik.

Fotografije:

avtorji člankov

Računalniški prelom:

Design Demšar, d. o. o.

Tisk:

Tisk Žnidarič, d. o. o.

Naklada: 390 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, 8,50 € za študente, dijake

in upokojece. 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.



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav

Poštšina plačana pri pošti 1102 Ljubljana.

Pouk na daljavo

Pred vami je prva številka šestindvajsetega letnika revije Fizika v šoli. Ko smo pred četrto stoletja prvič vzeli v roke svojo revijo, si niti v sanjah nismo znali predstavljati, pred kakšne izzive bomo postavljeni v petindvajsetem letu izhajanja revije. Bolj ali manj nepripravljeni smo svoje delo preselili na daljavo. Za naravoslovce, ki poučevanje gradimo na eksperimentu in ki vemo, da je najučinkovitejši aktivni pouk, je bila to še posebej zahtevna naloga.

Velik del revije posvečamo pouku na daljavo. Dr. Gorazd Planinšič je v svojem članku zbral nekaj osnovnih izkušenj pri poučevanju študentov na daljavo. Popisal je številne zamisli, ki jih je dobil od učiteljev doma in po svetu pa tudi od študentov, ki jih poučuje. Mag. Jože Pernar v svojem članku predstavlja zanimivo terensko delo z GPS-aplikacijo, ki ga je izvedel na daljavo. Avtentična aktivnost je uporabna tako pri obravnavi poglavij iz gibanja kot pri poglavjih iz dela in energije za različne letnike srednje šole, z nekaj poenostavitvami pa je gotovo uporabna tudi za osnovnošolce. Dr. Andreja Eršte nas vabi v svet simulacij. Opisuje dejavnosti pri obravnavi enosmernega električnega kroga z orodjem PhET – zanimivo in uporabno tako pri pouku na daljavo kot tudi pri običajnem delu v razredu. Dr. Marko Jagodič je pripravil zbirko posnetkov fizikalnih eksperimentov brez komentarja, v članku Nemi eksperiment pa opisal njihovo uporabo v vlogi demonstracijskega eksperimenta, v vlogi eksperimentalnih vaj in v vlogi fizikalne naloge. Anja Šmid Pustoslemšek je opisala, kako sta s knjižničarko obravnavo teme o energiji, ki sta jo z osnovnošolci več let uspešno izvajali v šoli, priredili za delo na daljavo. Ksenija Božak se s sodelavkami iz naravoslovnega aktiva že dalj časa zoperstavlja prepričanjem učencev, da je fizika »strah in trepet« in da je ni mogoče razumeti. S sobotami za vedoželjne že pri šestošolcih vzbujajo radovednost in podirajo predsodke. Poučevanje sodobnejših vsebin obravnavata dva članka: Jure Ausec opisuje merjenje Planckove konstante, dr. Sergej Faletič in dr. Tomaž Kranjc pa predstavljata osnove začetnega poučevanja kvantne mehanike v srednji šoli. Kako z Vernierjevim metalcem kovinskih kroglic zadeti koš? »Recept« najdete v članku Petra Jevšenaka. Na splošni maturi iz fizike je lani ocenjevanje prvič potekalo elektronsko na daljavo. Opis ocenjevanja in analizo mature je v članku predstavil glavni ocenjevalec Državne predmetne komisije za splošno maturo iz fizike Peter Gabrovec. Peter Prelog je prispeval razmišljanje o brezdimenzionalnih nevidnih radianih. **Do zanimivih povezav, opisanih v reviji, lahko dostopate prek zavodove spletne strani: zrss.si/strokovne-revije/fizika-v-soli.**

V letošnjem šolskem letu so nastale **fizikalne e-urice** – sodelovanje učiteljev fizike na daljavo. Na mesečnih srečanjih drug drugemu predstavljamo aktualne in zanimive teme. Posnetki preteklih e-uric so na voljo v spletnih učilnicah študijskih skupin za fiziko. Vabljeni k ogledu in sodelovanju.

Mnoge dejavnosti, ki smo jih razvili pri delu na daljavo, bomo s pridom prenesli v svoje delo tudi v prihodnje. Želimo pa si, da bi jih z učenci, dijaki in študenti uporabili pri pouku v učilnicah, laboratorijih ter predavalnicah.

Želim vam uspešen zaključek šolskega leta.

*Danica Mati Djuraki,
odgovorna urednica*

Refleksija po letu dni pouka na daljavo

Dr. Gorazd Planinšič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Izvleček

V času pisanja tega članka mineva že več kot leto dni, odkar smo na vseh šolah pri vseh predmetih in dobesedno čez noč vpeljali nov način učenja in poučevanja – pouk na daljavo. Leto dni je dovolj dolg časovni interval, da je smiselno pogledati nazaj in razmisliti o tem, kaj smo se naučili. V zapisu sem zbral nekaj osnovnih izkušenj s poukom na daljavo pri izvajanju predmeta Didaktika fizike za študente na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Številne ideje, ki sem jih pri pouku na daljavo uporabil, sem dobil od učiteljev fizike v šolah doma in po svetu pa tudi od študentov, ki jih poučujem.

Glavne besede: pouk na daljavo, virtualne sobe (breakout rooms), delovne prosojnice (Google slides), domači poskusi, računalniške simulacije

Reflection after a Year of Remote Teaching

Abstract

At the time of writing this article, over a year has passed since a new way of learning and teaching was introduced practically overnight in all schools for all subjects – remote learning and teaching. One year is a long enough time period to look back and reflect on what we have learnt. In the article, I present some of the main experiences that I obtained implementing the remote teaching and learning at the Didactics of Physics classes for the students of the Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana. Several ideas that I used in remote teaching came from Slovenian and other physics teachers as well as from my students.

Keywords: remote teaching, breakout rooms, Google slides, home experiments, computer simulations

Potek srečanj na daljavo – na kratko

Vsa srečanja izvajam v okolju Zoom, zato se bom pri opisu svojih izkušenj skliceval na orodja, ki jih omogoča to okolje. Naša srečanja potekajo enkrat na teden in tipično trajajo tri ure. Vsaki uri sledi petminutni odmor. Študente spodbujam, naj med odmorom naredijo kratke fizične aktivnosti, na primer deset sklec ali počepov. Vsako srečanje vključuje delo v majhnih skupinah (tipično po štiri študente) v virtualnih sobah (*breakout rooms*), ki jih bom odslej imenoval kar sobe. Ker je tudi pri kontaktni izvedbi pouka pred epidemijo pouk pri mojih predmetih redno potekal v majhnih skupinah, to ni bila novost, seveda pa izvedba na daljavo zahteva usvojitev določenih novih veščin, kot sta določanje skupin ter spremljanje njihovega dela. Pri določanju skupin pazim le na to, da dekleta v njih niso v manjšini. Skupine so torej bodisi v celoti sestavljene iz fantov ali pa je v skupini vsaj polovica deklet. O tem, zakaj je takšna sestava skupin boljša, si lahko preberete v članku [1]. Delo skupin spremljam

na dva načina: 1) tako da izmenoma obiskujem skupine, nekaj časa spremljam njihovo delo in občasno dam kakšen namig (običajno v obliki vprašanja) in 2) tako da spremljam delovne table skupin ter nanje napišem kratak namig ali vprašanje. Več o tem, kaj so delovne table in kako jih uporabljam, v naslednjem poglavju. Večino srečanj sklenemo z refleksijo. Vsak študent mora povedati misel o tem, kaj se je pri uri novega naučil bodisi z vidika poučevanja ali z vidika fizikalnega znanja.

Delovne table

Delovne table (imenovane tudi bele table ali table piši-briši) so nepogrešljivo orodje za aktivni pouk, kjer večina dela poteka v majhnih skupinah. Vsaka skupina ima eno delovno tablo. Študenti v skupini med delom na table zapisujejo svoje ugotovitve, rišejo različne reprezentacije, izpeljujejo matematične izraze in računajo. Pri kontaktnem načinu dela v razredu so delovne table

tanke lesene plošče, prelepljene z belo plastično folijo, na katero študenti pišejo z markerji za šolske bele table (slika 1a). Pri delu na daljavo lesene delovne table nadomestimo z virtualnim okoljem, v katerem študenti (prek svojih računalnikov) počnejo natanko to, kar so prej počeli z lesenimi tablam. Obstajajo številni programi in okolja, ki omogočajo tovrstne funkcije. Sam sem se odločil za uporabo delovnih prosojnic v okolju Google (Google slides). Pred srečanjem sestavim delovne prosojnice, pri katerih se vsaka aktivnost začne s predstavitveno prosojnico (prosojnica z belim ozadjem), sledijo pa ji delovne prosojnice za vsako skupino študentov (vsaka skupina ima ozadje druge barve). Vsaka skupina uporablja svojo delovno prosojnico na enak način, kot so prej uporabljali delovne table (slika 1b).

Če skupini zmanjka prostora, lahko vstavijo dodatne prosojnice. Virtualna izvedba delovnih tabel učitelju omogoča, da v stvarnem času spremlja delo na delovnih prosojnicah vseh skupin in sproti zagotavlja povratno informacijo študentom o njihovem delu. To lahko naredi bodisi tako, da obišče skupino v njihovi sobi, ali pa napiše kratek komentar ali vprašanje na delovno prosojnico izbrane skupine (na primer »Kaj ste izbrali za opazovani sistem?«). Jasen pregled nad delom vseh skupin učitelju omogoča tudi učinkovito izvedbo razprave, ki sledi, ko študenti končajo delo v skupinah in se ponovno srečajo v glavni sobi.

Računalniška orodja pa omogočajo tudi številne nove prijeme, ki jih pri kontaktnem načinu pouka nismo uporabljali. Naslednja izvirna zamisel se je študentom porodila med pripravo učne enote *Gibalna količina*, ki so jo jeseni 2020 izvedli na daljavo na ljubljanski Gimnaziji Poljane. V delovni list (Wordov dokument) so dodali »predal« z ikonami vozičkov, puščic in oznak hitrosti, ki jih dijaki lahko premikajo in vrtijo ter tako izdelujejo skice. Glavna prednost je prihranek časa pri izdelavi skic in njihova preglednost. Zamisel se je odlično obnesla tudi v praksi.

Aktivnosti

Brez dvoma je fizika eden od predmetov, ki so jih nove razmere močnejše prizadele, in to prav zaradi zmanjšanja možnosti izvajanja poskusov pri pouku na daljavo. Vsak učitelj fizike ve, da brez poskusov ni pouka fizike. Prav zato smo se poleti 2020 skupaj s kolegi iz ZDA odločili pospešeno pripraviti nova gradiva, namenjena usvajanju novega znanja ali poglobljanju že usvojenega znanja, in to ob poskusih, ki jih dijaki bodisi izvajajo sami ali pa jih opazujejo in analizirajo na videoposnetkih. S kolegi v skupini za Izobraževalno fiziko na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani (FMF UL) smo se jeseni 2020 odločili narediti izbor prej omenjenih aktivnosti, jih prevesti in prirediti za pouk fizike pri nas. Vsa gradiva so prosto dostopna na spletni strani programa za stalno strokovno izpopolnjevanje učiteljev fizike na FMF UL (glej <http://sss.fmf.uni-lj.si>, mapa »Pouk na daljavo«). Večino aktivnosti smo preizkusili že v času nastajanja, izboljšujemo pa jih tudi sproti, na podlagi povratnih informacij, ki jih dobivamo od učiteljev fizike, ter na podlagi odzivov študentov (iste aktivnosti namreč uporabljamo pri pouku Didaktike fizike na FMF).

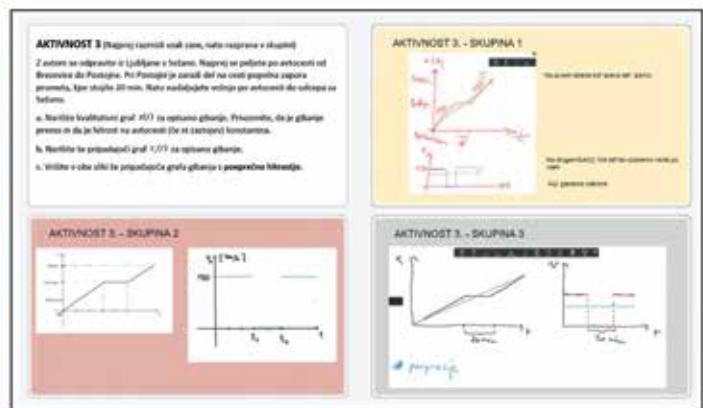
Kaj še lahko naredimo, da ohranimo ključno vlogo poskusov pri pouku fizike? (O tem, kakšno vlogo naj imajo poskusi pri pouku fizike in zakaj, sem v tej reviji že pisal [2].) Na kratko bom opisal tri ideje, ki jih upoštevam pri pripravi učne ure (iste ideje najdete tudi v prej omenjenih gradivih).

Konkretni predmeti kot pomoč pri oblikovanju miselnih predstav

Konkretna izkušnja in slike so ključni elementi oblikovanja novega znanja [3]. Če razpravljamo o jabolku in ga hkrati držim v roki, bodo procesi pomnjenja in povezovanja različnih miselnih slik učinkovitejši, kot če vse to počnem brez jabolka (slika jabolka je lahko nadomestek, toda še bolje je, če kažem pravo jabolko). Tako pri kontaktnem pouku kot pri pouku na daljavo si pred za-



(a)



(b)

Slika 1: Delovne table pri skupinskem delu: a) pri običajnem (kontaktnem) pouku in b) pri pouku na daljavo (delovne prosojnice).

S kopiranjem in lepljenjem vozičkov, puščic in hitrosti ponazorite stanje pred in stanje po trku. Če je potrebno, puščicam spremenite velikost.



Slika 2: Delovni list z vnaprej pripravljenimi elementi, s katerimi dijaki izdelujejo skice (izvirna zamisel študentov).

četkom pouka pripravim predmete, ki jih bom v določenih trenutkih uporabil kot ilustracijo tega, o čemer teče beseda, čeprav s temi predmeti ne bom izvedel nobenega poskusa. Čeprav vsi študenti vedo, kaj je »klada« in kaj »hrpava podlaga« ter kako je videti, če klado vlečemo po hrapavi podlagi, se potrudim, da ob razpravi o trenju študenti omenjena telesa in procese v resnici tudi vidijo.

Domači poskusi

Domači poskusi so poskusi, ki jih študenti sami izvedejo doma (običajno kot del domače naloge) in pozneje razpravljajo o njih pri pouku. V času kontaktnega pouka sem le redko dal študentom domače naloge, ki so vključevale domače poskuse, v času pouka na daljavo pa so tovrstni poskusi postali pomemben del pouka. Tematika



Slika 3: a) senzorji fizikalnih količin v telefonih omogočajo izvedbo različnih kvantitativnih domačih poskusov; b) preprosta oprema, ki smo jo študentom poslali v kuverti po pošti.

domačih poskusov bi lahko zapolnila celotno revijo, zato se bom na tem mestu omejil le na kratka zgleda. Prvi zgled (slika 3a) kaže poskus, ki ga lahko študenti izvedejo brez dodatne opreme (predpostavimo le, da imajo študenti dostop do pametnega telefona). Poskus od študentov zahteva, da s telefonom izmerijo časovno spreminjanje pospeška knjige, ki se ustavi potem, ko jo sune-mo. Izmerjeni graf $a_y(t)$ je prava zakladnica podatkov, na podlagi katerih lahko študenti določijo različne količine (na primer koeficient trenja med knjigo in mizo). Poskus je primeren za uporabo usvojenega znanja po zaključku poglavja o Newtonovih zakonih, lahko pa tudi po zaključku poglavja Delo in energija, če želite dodati še obravnavo z vidika energij. Drugi zgled (slika 3b) kaže preprosto opremo, ki smo jo poslali študentom v kuverti po pošti pred začetkom obravnave poglavja o valovni optiki (med opremo je tudi nekaj predmetov, ki smo jih pozneje uporabili pri poglavju o atomu). Poleg opreme na sliki študenti potrebujejo še drobno točkasto belo svetilo (odlično se obnese LED-svetilka, ki je sestavni del telefona). Izkušnje z domačimi poskusi so bile zelo pozitivne in celo nad mojimi pričakovanji. Večina študentov je raziskovala in eksperimentirala prek okvirjev, ki so bili določeni z navodili domače naloge.

Računalniške simulacije

Kljub vsej iznajdljivosti in sodobnim napravam, ki nas obkrožajo, v času pouka na daljavo obstaja množica poskusov, ki so ključni za pouk fizike in jih študenti ne morejo sami izvesti v okviru domačih poskusov. Tipičen

primer so poskusi z električnimi vezji, ki jih v normalnih razmerah dijaki brez težav izvajajo v šoli, kjer imamo vso primerno opremo. Rešitev so lahko računalniške simulacije (tudi v prej omenjenih gradivih so aktivnosti, ki temeljijo na uporabi računalniških simulacij). Med najbolj znanimi simulacijami za fiziko so simulacije PhET, ki so jih razvili na Univerzi Colorado Boulder (<https://phet.colorado.edu>). Simulacije PhET se odlikujejo po tem, da so prečiščene/izpopolnjene tako z vidika fizike kot s pedagoškega vidika. Med simulacijami PhET največkrat uporabljam simulacije za opazovanje in testiranje električnih vezij, idealnega plina, valovanja na vrvi, električnega polja v okolici električnih nabojev ter fotoefekta. Za opazovanje in testiranje v geometrijski optiki je odlična naslednja simulacija <https://ricktu288.github.io/ray-optics/simulator>.

Za konec

Zbral sem nekaj osnovnih izkušenj, za katere lahko trdim, da so se izkazale kot uspešne pri mojem delu na daljavo in prav tako pri delu srednješolskih učiteljev fizike, ki so ideje preizkusili ali pa sem jih prevzel od njih. Nekaterih pomembnih vprašanj (na primer ocenjevanja in preverjanja znanja pri pouku na daljavo) se nisem dotaknil bodisi zato, ker mislim, da so moje izkušnje ne-relevantne za bralce te revije, ali pa zato, ker še nimam dovolj izkušenj, da bi o tem pisal. Čeprav je treba na vsak nov izziv gledati kot na priložnost, da se naučimo kaj novega, pa upam, da bo tega »dodatnega izobraževanja« iz pouka na daljavo kmalu konec.

Viri

- [1] Dasguptaa, N., McManus Scircleb, M., in Hunsingerc, M. (2015). Female peers in small work groups enhance women's motivation, verbal participation, and career aspirations in engineering, *PNAS*, **112**, 4988–4993. Prosto dostopno na www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1422822112.
- [2] Planinšič, G. (2019). Aktivni pouk: zakaj in kako. *Fizika v šoli*, **24**(2), 13–18.
- [3] Zull J. E. (2002). *The art of changing the brain: enriching teaching by exploring the biology of learning* (1st ed.) Virginia: Stylus Publishing.