

Izkušnje mladih učiteljev s pristopom ISLE

Gregor Brumec

II. gimnazija Maribor

Kristina Pahor

Vector International Academy, Ljubljana

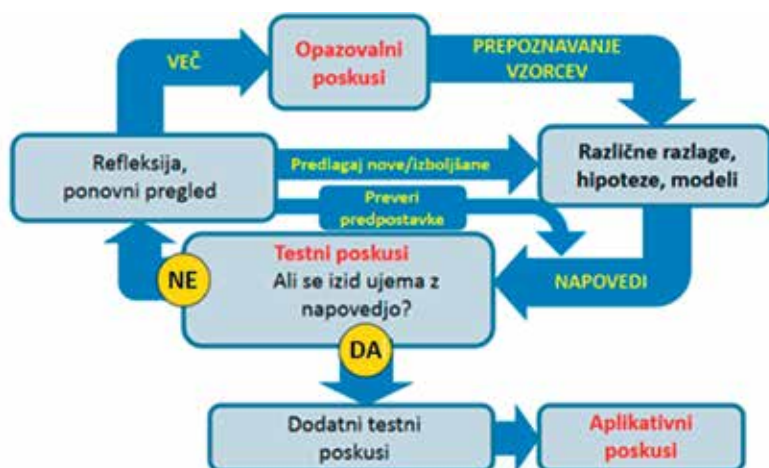
Sva mlada učitelja, ki pri pouku fizike uporabljata pristop ISLE. V prispevku bova predstavila, kaj to pomeni in kakšne so najine praktične izkušnje. Investigative Science Learning Environment (ISLE) ali po slovensko »znanstvenoraziskovalno učno okolje« je uveljavljen učni pristop aktivnega poučevanja fizike. Čeprav je bilo o njem že veliko povedanega, tudi v tej reviji [1], je učiteljev, ki ga uporabljajo, v slovenskih šolah še vedno malo. Zdi se, da učitelji cenijo sveže ideje in predloge kolegov iz prakse, zato sva se odločila deliti svoje izkušnje s poukom ISLE. Predstavila bova tipično uro, kako se pripravljava nanjo, katere pripomočke uporablja, kako rešujeva časovno stisko (»saj bi delal tako, toda ni dovolj časa«), kako ocenjujeva in kakšni so odzivi dijakov.

Preden začneva opisovati osebno izkušnjo, bi rada na kratko opisala pristop ISLE. Osnovna ideja tega pristopa je, da dijaki pri pouku sodelujejo v aktivnostih, v katerih posnemajo načine dela in razmišljanja znanstvenikov pri nastajanju novega znanja. Središče takega učnega okolja so dijaki, ki delajo v majhnih skupinah, idealno po trije ali štirje. Pristop je pred 30 leti začela razvijati Eugenia Etkina in se od takrat nenehno izpopolnjuje. ISLE poleg fizikalni vsebini pripisuje ključno vlogo tudi *procesu*, v katerem nastaja znanje. Ob vprašanju »Kako je« so v ISLE zato pomembna vprašanja tudi »Kako vemo«, »Po čem vemo«, »Iz katerih poskusov to sklepamo« itn. Proces nastajanja znanja lahko razdelimo na značilne elemente, ki so shematsko prikazani na Sliki 1.

Proces se po navadi začne z opazovanjem. Dijaki opazujejo (vnaprej pripravljen) poskus ali pojav, prepoznavajo vzorce in predlagajo različne razlage zanje. Nato predlagajo testne poskuse, s katerimi bi testirali predlagane razlage. Pomembno je, da še preden testne poskuse dejansko izvedejo, napovejo, kakšne izide pričakujejo na podlagi predlaganih razlag. Če se izid testnega poskusa ujema z napovedjo, to še ne pomeni, da je predlagana razlaga pravilna. Tako kot pri znanstvenem raziskovanju so tudi tu potrebni dodatni testni poskusi. Vedno lahko trdimo le, da poskus ni ovrgel hipoteze, ne pa, da jo je dokazal. Če se izid testnega poskusa

ISLE (znanstveno-raziskovalno učno okolje) je uveljavljen učni pristop aktivnega poučevanja fizike.

Vedno lahko trdimo le, da poskus ni ovrgel hipoteze, ne pa, da jo je dokazal.



Etkina and Van Heuvelen, 2001, 2007

Slika 1: Shema procesa ISLE. Prevedeno iz [5].

ne ujema z napovedjo, je mogočih več poti. Predlagane razlage je treba ponovno pregledati, premisliti, ali so bile uporabljene predpostavke upravičene, ali pa ponovno opazovati. Vse nasteto vodi v izboljšanje razlag. Proces se nato ponovi. Ko najdemo razlago, ki prestane številne testne poskuse, jo sprejmemo in novo znanje uporabimo še v aplikativnih poskusih.

V raziskavi [3] so pokazali, da shema procesa ISLE uspešno opisuje glavne korake, ki jih znanstveniki uporabljajo pri reševanju eksperimentalnih problemov. Proces ISLE se tudi dobro ujema s tem, kar danes vemo o delovanju možganov, konkretno o tem, kako se ljudje učimo [4]. To je namreč naravni način usvajanja znanja. Poleg opisanega procesa je pri uporabi pristopa ISLE pri poučevanju treba poudariti še dva pomembna vidika. Prvi vidik je, kot omenjeno zgoraj, delo po skupinah in ustvarjanje skupnosti. Drugi pomembni vidik je, da dijaki pri odkrivanju novih pojmov čim več uporabljajo različne predstavitve – na primer diagrame, grafe in šele nato matematične prikaze.

V nadaljevanju se bova na kratko predstavila in nato po poglavjih poskusila ilustrirati svoje učiteljsko delo. Odločila sva se, da svoje vtise zapiševa v obliki dialoga, v katerem se primerjava in dopolnjujeva.

Predstavitvev in pomen učiteljskega poklica

Kristina: Prihajam iz zamejstva, šolska pot me je vodila skozi tri različne šolske sisteme – italijanskega, nemškega in slovenskega. Nazadnje sem pristala na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani (FMF), kjer sem najprej diplomirala iz splošne fizike, nato pa vpisala pedagoški magisterij. Pred odločitvijo za poklic profesorja fizike sem eno poletje delala na Institutu »Jožef Stefan«, kjer sem kljub pestremu in zanimivemu delu začutila, da me vendarle vleče v delo z ljudmi.

Gregor: Sem magistrski študent pedagoške fizike na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani (FMF), obenem pa zaposlen na II. gimnaziji Maribor kot učitelj fizike. Poklic učitelja me je zanimal že v otroštvu, vendar nisem bil nikoli posebej odločen o tem, da bom to tudi postal. Tako kot Kristina sem tudi jaz diplomiral iz fizike (UN) na FMF. V zadnjem letniku dodiplomskega študija sem med drugim izbral predmet Didaktika fizike 1, ki me je navdušil in predvsem obrnil na glavo moje dotedanje predstave o učenju in poučevanju fizike. Takrat sem vedel, da želim postati učitelj.

Kristina: Poučevanje ni služba, je poklic. Nekaj te vleče nazaj v šolske klopi, tokrat z druge strani. Občutek, da vračaš družbi nekaj, kar si od nje dobil, veselje nad druženjem z mladimi in dinamičnost tega poklica. Učiteljski poklic je poslanstvo. Veliko mi pomeni zavedanje, da lahko, čeprav malenkostno, vplivam na prihodnost in odločitve mladih, kar seveda prinaša veliko odgovornost, zato je ključno, kako poučujemo.

Kaj sva prinesla s FMF

Gregor: Po končani prvi stopnji sem se vpisal na magistrski program Pedagoška fizika na naši fakulteti. Osrednja predmeta tega programa sta Didaktika fizike 2 in 3, ki ju vodi prof. dr. Gorazd Planinšič. Pri teh predmetih smo bili študenti izpostavljeni podobnemu pouku, kot naj bi ga izvajali sami. Pouk je zasnovan na temeljih učnega pristopa ISLE.

Kristina: Ena od iztočnic, ki sem jih prejela na FMF: če veš, kateri način poučevanja je najboljši – najučinkovitejši – je neetično, da bi poučeval na katerikoli drug način. To je bila zaključna misel prvega predavanja profesorja Planinšiča, ki se mi je za vedno vtisnila v spomin.

Najini šoli

Kristina: Poučujem na mednarodni zasebni šoli Vector International Academy v Ljubljani, kjer sem začela leta 2021. Posebnost šole so majhni razredi – do deset dijakov. Šola je enakovredna gimnaziji, imamo pa le en oddelek na letnik, kar pomeni, da sem edini profesor fizike in da je kolektiv majhen. Tudi učni načrt se razlikuje od državnega. V prvih dveh letnikih

Proces ISLE se tudi dobro ujema s tem, kar danes vemo o delovanju možganov, konkretno o tem, kako se ljudje učimo [4]. To je namreč naravni način usvajanja znanja.

Če veš, kateri način poučevanja je najboljši – najučinkovitejši – je neetično, da bi poučeval na katerikoli drug način.

imamo t. i. program IGCSE¹, kjer se predela večina tematik, ki jih vsebuje tudi slovenski učni načrt, vendar na bolj kvalitativen in aplikativen način, v tretjem in četrtem letniku pa poučujemo program mednarodne mature – IB. Ta učni načrt je akademsko zelo zahteven, konceptualno podoben prvima letnikoma fakultete, le da se ne računa z odvodi in integrali. Izvaja se na osnovnem in višjem nivoju, tako da imajo dijaki tri ali pet ur fizike tedensko. Učni načrt za mednarodno matura se spreminja vsakih sedem let, ravno letos se vpeljuje prenovljen učni načrt.

Gregor: II. gimnazija Maribor je javna šola, kjer izvajamo programe splošna gimnazija, športna gimnazija in mednarodna matura, ki jo opisuje Kristina. Za zdaj poučujem le v prvih treh letnikih programa splošne in športne gimnazije.

Tipična ura učitelja ISLE in elementi, ki jih uporablja

Kristina: Pri pripravi na pouk se nenehno odločam o tem, katere vsebine bomo predelali z aktivnim poukom in kje bom zadeve pohitrila z razlago. Menim, da je pri usvajanju novega znanja ključno, da dijaki najprej vidijo opazovalni poskus, da spoznajo novo poglavje na preprost način, pri čemer imajo vsi enakovredne možnosti. Pri predlaganju mogočih razlag za opazovalni poskus namreč ni potrebno predznanje, le opazovanje. Po navadi dijaki težijo k temu, da bi »uganili« pravo razlago, treba pa jih je spodbujati, da naštejejo vse možne razlage, četudi se nekatere zdijo manj verjetne. Pri določenih opazovalnih poskusih je to seveda lažje kot pri drugih.

Poleg učnih ur, kjer odkrivamo novo znanje, se za aktivni pouk odločam, kadar gre za procese, za katere se mi zdi ključno, da jih dijaki sami razumejo – konkreten primer je princip superpozicije pri valovanju. Uporabljam tudi kvize, ki služijo kot formativno preverjanje, kadar se z določenim razredom vidimo prvič v danem tednu. Dobro strukturiran kviz lahko prihrani čas pri pregledovanju domačih nalog. Aktivni pouk izvajamo po skupinah. Dijaki aktivnost najprej predelajo v svoji skupini (največ štirje dijaki), nato pa delo primerjajo še skupine med sabo (Slika 2).



Slika 2: Ena od skupin si ogleduje delo druge skupine.

Pri usvajanju novega znanja je ključno, da dijaki najprej vidijo opazovalni poskus, da spoznajo novo poglavje na preprost način.

Za aktivni pouk se odločam, kadar gre za procese, za katere se mi zdi ključno, da jih dijaki sami razumejo.

¹ Kratica International GCSE označuje mednarodni izpit, ki ga izvaja organizacija Cambridge Assessment International Education. International GCSE (IGCSE) je običajno namenjen dijakom, starih od 14 do 16 let, in je na voljo za več predmetov, vključno z matematiko, znanostmi, jezikoslovjem in humanističnimi predmeti. Izpitni program temelji na britanskem sistemu GCSE (General Certificate of Secondary Education), vendar je prilagojen za mednarodno občinstvo. IGCSE izpitni program se izvaja v številnih državah po svetu in se lahko uporabi kot vstopna točka v mednarodno priznane programe srednjega izobraževanja.



Slika 3: Skupinsko delo ob belih tablah v učilnici s tradicionalno postavitevjo miz.

Gregor: Učne ure in elementi pristopa ISLE, ki jih pri določeni učni uri uporabim, so seveda odvisni od več dejavnikov. Vsem učnim uram je skupno, da dijaki, kadar je le mogoče, delajo po skupinah in na bele table, ki jih imajo na mizah. Ker v fizikalnih učilnicah uči več različnih učiteljev, so mize razvrščene tradicionalno. Dijaki bele table zato pred uro vzamejo sami in jih postavijo na določene mize (največkrat na mize v vsako drugo vrsto), tako da se potem po dva obrneta nazaj in lahko enostavno tvorijo skupino (Slika 3).

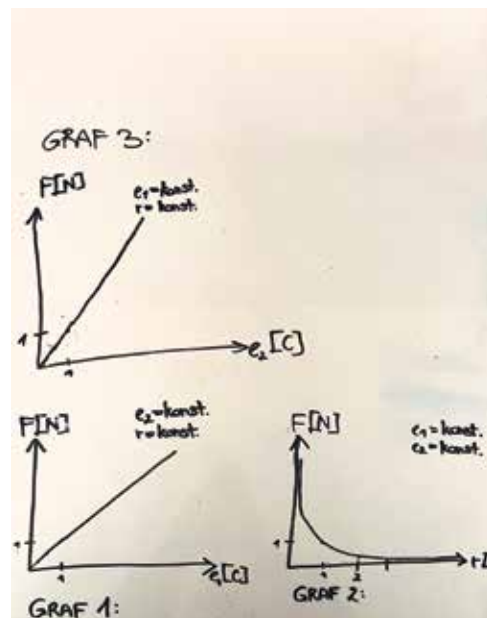
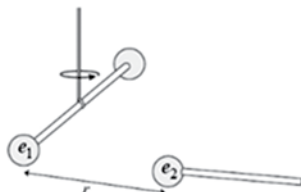
V fizikalni učilnici imamo sedem belih tabel, kar večinoma zadostuje, saj so v eni skupini idealno trije ali štirje dijaki. Skupine z več člani so neučinkovite, saj nekateri nimajo priložnosti za sodelovanje. Aktivnosti, ki jih dijaki izvajajo po skupinah, so tipično dolge od tri do deset minut. Nato delo prekinemo, dijaki končajo skupinsko debato in prisluhnejo drug drugemu ter meni. Med delom hodim po razredu in se pogovarjam z dijaki. Če je možno, najraje prisedem k skupini – kot da sem eden od članov. Aktivnosti oz. naloge, ki jih dijaki v skupinah rešujejo, so zelo različne:

- **Uvodne aktivnosti, kjer morajo dijaki prepoznati vzorec v opažanjih opazovalnega poskusa in na podlagi vzorca sklepati o splošnem pravilu.** Primer: opazovalni poskusi, pri katerih opazimo, da je med trkoma dveh vozičkov sila prvega vozička na drugega ob vseh časih enaka kot sila drugega na prvega (uporabim Vernierjev senzor za silo). Dijaki na podlagi tega opažanja predlagajo tretji Newtonov zakon. Vedno pazim, da damo zakonitosti ime šele potem, ko smo že spoznali njeno vsebino. Zato učne ure skoraj nikoli ne začnemo z zapisom »naslova«, temveč tega povemo šele na koncu ure, ko naredimo pregled.

Ime zakonitosti damo šele potem, ko smo že spoznali njeno vsebino.

- Podatke predstavite v obliki grafa na beli tabli.
- Kaj so neodvisne spremenljivke in kaj je odvisna spremenljivka v Coulombovem poskusu?
- Analizirajte spreminjanje odvisne spremenljivke, medtem ko spreminjate po eno neodvisno spremenljivko naenkrat. Na ta način poiščite vzorce v podatkih in oblikujte matematično pravilo, ki bo te vzorce opisovalo.

Naboji (e_1, e_2)	Razdalja	Sila
1, 1 (enota)	1 (enota)	1 (enota)
1/2, 1	1	1/2
1/4, 1	1	1/4
1, 1/2	1	1/2
1, 1/4	1	1/4
1/2, 1/2	1	1/4
1/4, 1/4	1	1/16
1, 1	2	1/4
1, 1	3	1/9
1, 1	4	1/16



Sliki 4 in 5: Del navodil za aktivnost na temo Coulombovega poskusa in primer bele table, ki je nastala pri tej aktivnosti.

- **Uvodne aktivnosti, kjer morajo dijaki prepoznati vzorec v danih podatkih.** Dijaki prejmejo delovne liste, na katerih so tabele z meritvami eksperimenta, ki ga opišem ali celo pokažem (včasih samo video). Primer: meritve sile v odvisnosti od razdalje med nabojema in sile v odvisnosti od velikosti naboja. Dijaki prepoznajo sorazmerja in sami predlagajo Coulombov zakon (Slika 4). Podobne aktivnosti sem pripravil tudi za obravnavo drugega Newtonovega zakona, specifične toplote, prevajanja toplote, enačbe stanja idealnega plina ipd.
- **Aktivnosti, kjer se dijaki domislijo testnih poskusov.** Primer: Domislite se poskusa, s katerim lahko ovremo tretji Newtonov zakon.
- **Aktivnosti, kjer dijaki rešujejo naloge.** Naloge so bodisi konceptualne bodisi tradicionalne iz učbenika.
- **Aktivnosti, kjer dijaki dobijo podano rešitev neke naloge in se skušajo domisliti svojega besedila naloge, ki bo skladna s prikazano rešitvijo.** Pravimo jim obratne naloge. Primer naloge: »Dijaki so reševali nalogo, pri kateri so zapisali spodnjo enačbo (črna pisava na vrhu Slike 6). Zasnujte nalogo, ki bo skladna z zapisano enačbo.«
- **Še veliko drugih tipov aktivnosti, ki jih najdem v gradivih, ki jih omenjam spodaj.**

The whiteboard shows a physics problem and its solution. At the top, the equation $\frac{400 \text{ N/m} \cdot 0,20 \text{ m}^2}{2} = \frac{0,50 \text{ kg} \cdot v^2}{2} + 0,50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,80 \text{ m}$ is written. Below it, the terms are identified as $W_{\text{pr}} (8)$, W_{kin} , and $W_{\text{pot}} (3,92)$. To the left, a calculation shows $408 \cdot 2 = 816$ and $v = 4,04 \text{ m/s}$. The problem text in Slovenian asks for the initial speed of a 0.5 kg mass that is launched by a spring with a constant of 400 N/m and reaches a height of 0.8 m. Below the text, there are three diagrams: a spring being compressed, a mass being launched, and a mass at a certain height. At the bottom, there is a small drawing of a person and a house.

Slika 6: Primer rešene obratne naloge. Dijaki so se domislili naloge, ki je skladna s podano enačbo. Proces so poleg besedila ponazorili še s simbolnim zapisom, energijskim stolpčnim diagramom in skico.

Ne delajo pa dijaki ves čas po skupinah. Po uvodnih aktivnostih, ko so dijaki opazili, kar je pri določenih temi ključno, nadenemo pojavu ali enačbi ime in naredimo zapis v zvezek na povsem tradicionalen način. Takrat napišem naslov in spodaj kratek pregled tega, kar smo se naučili. Ta zapis je včasih na koncu ure, včasih na začetku naslednje, različno. Zapis (tako kot tudi aktivnosti) črpam iz učbenika, ki ga omenjam spodaj. Pazim na to, da zapis dejansko napišem z besedami (ne samo enačbe). Manjšega števila ur nimam v fizikalnih učilnicah, zato takrat belih tabel ne moremo uporabljati, skupinsko delo pa je močno oteženo. Dijaki takrat še vedno lahko delajo po skupinah, toda uporabljajo zvezek in o svojih idejah ne morejo elegantno poročati ostalim. Nekaj časa sem to reševal tako, da sem prinesel liste formata A3 in navadne flomastre, a sem to pozneje opustil.

Priprava na pouk in gradiva, ki jih uporabljava

Gregor: Pri delu se zanašam skoraj izključno na preverjene aktivnosti, ki so objavljene v gradivih ISLE. Nekatere aktivnosti črpam neposredno iz gradiv za predmet Didaktika fizike, ki pa so zelo sorodna vsem objavljenim aktivnostim. Učitelj za pristop ISLE potrebuje naslednja gradiva, ki so jih napisali avtorji pristopa:

Zapis o tem, kar smo se naučili, napišemo z besedami in ne samo z enačbo.

- **College Physics: Explore and Apply**, druga izdaja. To je glavno gradivo. Moja priprava poteka tako, da vsebine in zaporedje iz tega učbenika uskladim z učnim načrtom ter učbenikom, ki ga uporabljamo na Drugi. V tem učbeniku so tudi izpostavljene rubrike (»okvirčki«), na podlagi katerih pripravim prej omenjene pregledne zapise za dijake.
- **Active Learning Guide (ALG) for College Physics: Explore and Apply**, druga izdaja. To je nabor aktivnosti, ki jih morajo opraviti dijaki. Največ aktivnosti črpam od tukaj. Posamezne aktivnosti prevedem in pripravim delovne liste.
- **On-line Active Learning Guide (OALG)**. Gradiva so nastajala leta 2020 kot odziv na covidno krizo. Izbrani slovenski prevodi so objavljeni po poglavjih na spletni strani »Stalno strokovno spopolnjevanje«. Gradiva so uporabna, ko nimam opreme za kakšen eksperiment, saj je v njih veliko posnetih poskusov in lahko delamo s posnetki.
- **Instructor's Guide for College Physics: Explore and Apply**, druga izdaja. To za zdaj še premalo uporabljam. Tukaj so zbrani nasveti in navodila za učitelja, na kaj naj bo pri obravnavi pozoren.

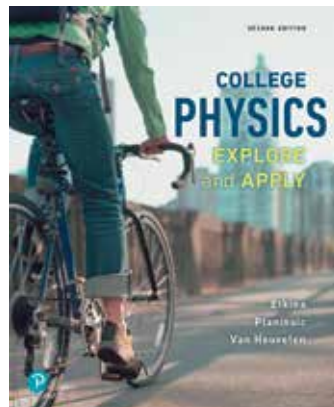
Vsa gradiva je mogoče dobiti v elektronski različici. Prednost teh štirih gradiv je, da so med seboj usklajena. Poglavje 4.3 v knjigi sovпада s poglavjem 4.3 v vseh ostalih gradivih. Pri vsaki temi najprej pogledam knjigo in nato izberem stvari, ki jih je treba obdelati, da pokrijem vse iz učnega načrta. Za pripravo posamezne učne ure pogosto pripravim delovni list. Prevedem in prilagodim aktivnosti iz gradiv in dodam kaj svojega. Delovne liste dosledno številčim, da se dijaki z njimi znajdejo. Našteta in še mnoga druga gradiva ISLE je mogoče dobiti tudi med datotekami v Facebook skupini »Exploring and Applying Physics«. Skupini se lahko pridruži vsak, ki ga to zanima.

Kristina: Osebnost me je kot učiteljico začetnico najbolj zaposlilo spoznavanje novih učnih načrtov, saj se kar precej razlikujejo od slovenskih. Med spoznavanjem vsebine sem ves čas razmišljala, kako uporabiti pristop ISLE. Učni jezik na naši šoli je angleščina, kar je z vidika gradiv ISLE velika olajšava. Tudi zame je najpriročajše gradivo *Active Learning Guide (ALG)*.

Ko se pripravljam na uro, podobno kot Gregor najprej premislim o vsebini in cilju, nato posežem po ALG-ju in ugotavljam, katere vsebine lahko dijaki sami usvojijo s pomočjo aktivnosti od tam. Včasih kakšno aktivnost priredim – skržim ali razširim. Ključno vprašanje, ki si ga postavljam med pripravo na uro, je, kaj bodo v danem trenutku počeli *dijaki*? (Za razliko od vprašanja, kaj bom v danem trenutku počela sama.)

Pripomočki, ki jih uporabljava pri delu

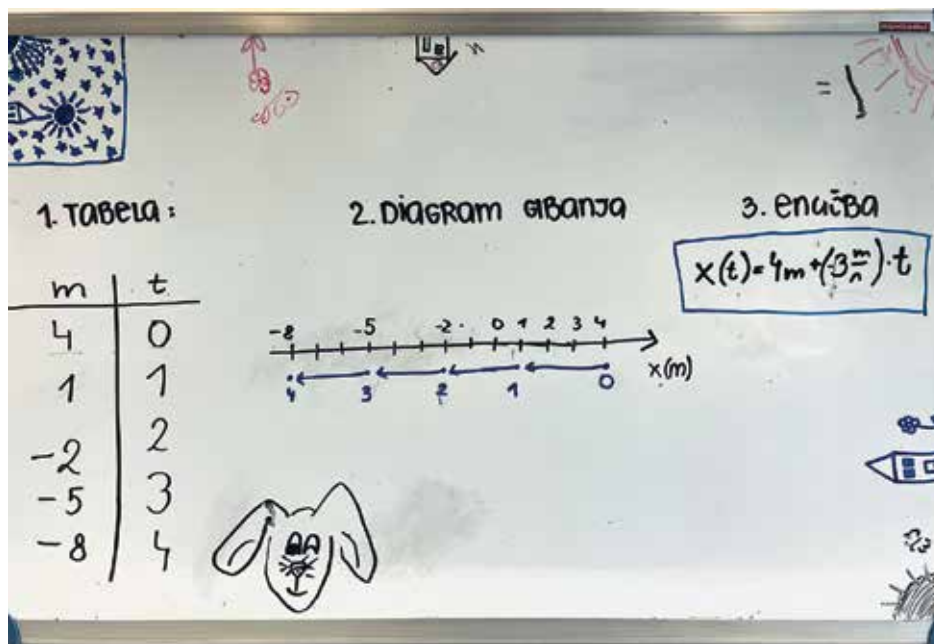
Gregor: Najpomembnejši pripomoček so flomastri in bele table, ki jih je šola imela, še preden sem septembra 2022 začel poučevati, za kar je po vsej verjetnosti odgovoren ravnatelj in profesor fizike dr. Marko Jagodič. Na Sliki 8 je primer bele table, na kateri so dijaki ponazorili isti proces (premo enakomerno gibanje) s tremi različnimi reprezentacijami: s tabelo, diagramom gibanja in enačbo. Na Sliki 9 je vidno, kako včasih po aktivnostih razporedimo table na robu učilnice. Table damo v »izložbo« in dijaki si ogledajo delo drug drugega ter primerjajo ugotovitve. Ob tablah se skupaj pogovorimo o ugotovitvah. Kot sem že omenil, je aktivni pouk delno otežen pri štirih učnih urah na teden, ko pouk ne poteka v fizikalni učilnici. Takrat se pogosto zatečem k uporabi posnetih eksperimentov, skupinsko delo pa izvajamo ob delovnih listih oz. brez belih tabel. Večino eksperimentalne opreme, ki jo potrebujem, sem našel na šoli. Nekaj stvari prinesem tudi sam, na primer puščice iz kartona, fen in žogo ter kroglo, ki je zelo uporaben pripomoček. Letos nisem posebej zahteven glede opreme in se nekako poskušam po najboljših zmožnostih znajti sam, za prihodnje leto pa moram razmisliti, katero opremo bi lahko šola dodatno naročila.



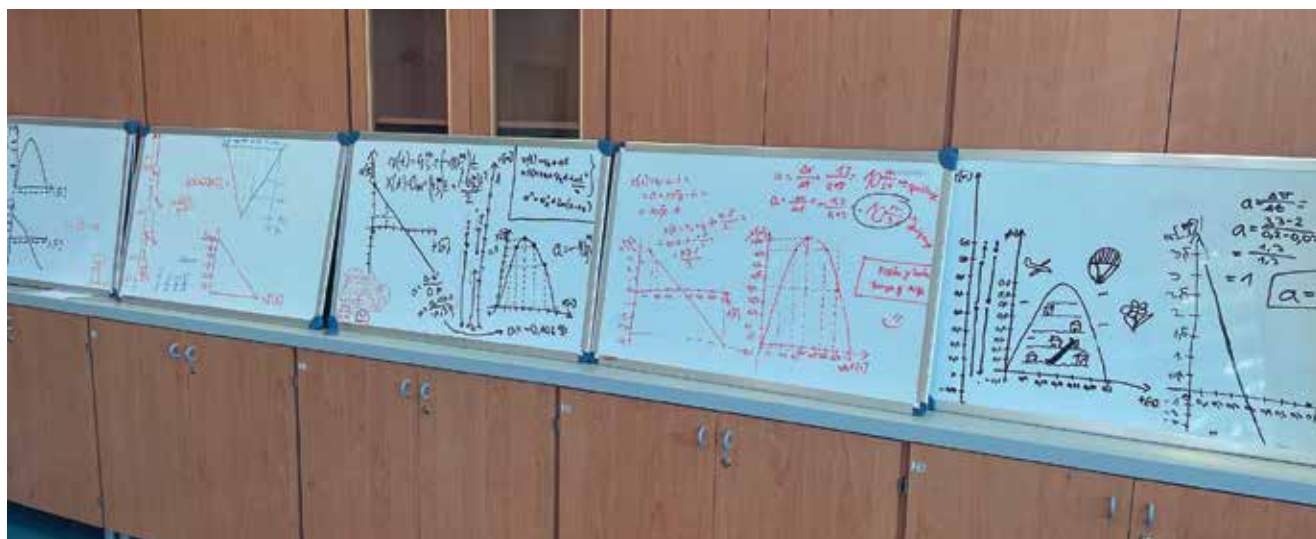
Slika 7: Naslovnica učbenika.

Našteta in še mnoga druga gradiva ISLE je mogoče dobiti tudi med datotekami v Facebook skupini »Exploring and Applying Physics«.

Ključno vprašanje, ki si ga postavljam med pripravo na uro, je, kaj bodo v danem trenutku počeli dijaki?



Slika 8: Primer bele table.



Slika 9: Postavitev za skupinsko diskusijo.

Kristina: Pri delu uporabljam eksperimentalno opremo, kakršno najdemo v vsaki šoli. Ker sem začela poučevati, ko je naša šola šele nastajala, sem bila primorana sama naročiti opremo za fizikalno učilnico, kar je za učitelja začetnika vse prej kot lahko. Zelo veliko uporabljam vsakdanje predmete, na primer žogo za kegljanje (bowling) ali biljard. Uporabljamo tudi bele table, vendar je šola priskrbela le tiste manjšega formata.

Časovni vidik, usklajevanje z učbenikom in drugi izzivi

Kristina: Če je pouk zasnovan tako, da so dijaki glavni igralci, ki z učnimi aktivnostmi usvajajo novo znanje, je ključnega pomena, da so motivirani za lastno angažiranost. Opažam, da jih najlažje pripravim do dela tako, da jim predstavim aktivnost ter omenim, zakaj to delamo – po navadi zato, da bodo odkrili novo znanje, izpeljali določeno enačbo ali pa krepili določeno znanstveno sposobnost. Kljub temu se zgodi, da izvedba določene aktivnosti traja dlje, kot je bilo mišljeno v pripravi na uro. Ključno je, da je učitelj nenehno aktiven in spremlja delo skupin. Če nam primanjkuje časa, po navadi počakam, da je vsaj ena skupina prišla do končnih ugotovitev. Ta skupina nato izsledke predstavi še preostalim sošolcem. Pri tem je

Ključno je, da je učitelj nenehno aktiven in spremlja delo skupin.

nujno, da kasneje s kakšnim formativnim vprašanjem preverim, ali so tudi drugi usvojili vsa potrebna znanja/ideje. Drug pomemben vidik časovne komponente aktivnega pouka je, da jim za vsako aktivnost vnaprej povem, koliko minut imajo na voljo, in da sem nato dosledna pri odmerjanju časa.

ALG je izredno bogato gradivo in šolskih ur še zdaleč ni dovolj za vso njegovo vsebino. Žal šolskih ur prav tako ni dovolj, da bi vse znanje dijaki usvojili sami. Ali pa je narava poglavja taka, da je težko izvesti opazovalne in testne poskuse – na primer pri poučevanju astrofizike. Zato pristop ISLE kombiniram s frontalnim poučevanjem, kjer poskušam celoten razred z vprašanji pripeljati do končnih spoznanj, pri čemer se trudim vedno osredotočiti se na dijake, ne nase kot učitelja.

Gregor: Dejstvo je, da se skozi snov prebijam počasneje kot moji izkušenejši sodelavci. Sredi februarja se je sodelavec začudil, da smo še vedno pri Kirchhoffovih zakonih, saj je sam name-raval kmalu začeti z magnetno z indukcijo (leto sva začela enako). Načeloma se ne vznemir-jam preveč, saj smo marsikje porabili veliko časa tudi za izbirne vsebine. Menim, da obvezne vsebine v učnem načrtu niso preobsežne, in načrtujem, da bom do konca leta obdelal podobne vsebinske sklope kot nekateri sodelavci, le da bom izpustil več izbirnih vsebin. V zaostanku smo tudi zaradi moje neizkušenosti in dejstva, da v letnem načrtu nisem znal pravilno oceniti porabe časa. Opažam, da bi lahko včasih zadeve pohitril, pa jih zaradi lastne nepripravljenosti ali tempa ne zmorem. Dijaki, ki imajo fiziko na maturi, snov v četrtem letniku ponovijo in razširijo.

Usklajevanje z učnikom sem že omenjal. Na šoli uporabljamo prenovljene Kladnikove uč-benike. Trudim se, da približno sledimo poglavjem v učbeniku in predvsem da dijaki rešujejo tudi naloge iz učbenika. Učbenik je zunanji vir znanja, ki mu za dani predmet dijaki najbolj zaupajo, zato se trudim, da ga tudi uporabljamo in da to, kar se učimo, povežemo z vsebinami v učbeniku. Trudim se tudi uporabljati vsaj delno konsistentne oznake, vsekakor pa se s tem ne obremenjujem preveč.

Poleg časovnih je še veliko drugih izzivov. Nekateri izzivi so praktične narave, drugi bolj oseb-ni. Omenjal sem že izzive, povezane z opremo in učilnicami. Najzahtevnejše zame je, da delo poteka iz tedna v teden zelo hitro, in pogosto ni zares veliko časa, ki bi ga lahko posvetil podrobnemu načrtovanju ur in razmisleku, kot bi si seveda želel. Nekatere pomembne ele-mente pouka večkrat izpustim, na primer motivacijo, testne poskuse, aplikativne poskuse in refleksijo. V »najhujšem« primeru se zgodi, da se pouk zreducira na opazovalne poskuse, kjer dijaki prepoznajo določene vzorce, ki jih potem povzamemo oz. zapišemo, nato pa se lotimo reševanja nalog oz. vaj. Včasih se zgodi, da kakšne aktivnosti ne premislim dovolj. Velik izziv je, da mi veliko pomeni odobravanje dijakov, zato je zame precej stresno, ko dijaki s čim niso povsem zadovoljni. To je povezano s tem, da aktivni pouk ni vedno najhvaležnejši, saj se pogosto zgodi, da se dijaki med uro znajdejo v situaciji, ko so soočeni z zahtevnimi izzivi ali pa celo z izzivi, kjer ne vedo točno, kaj se od njih pričakuje. V takih trenutkih bi bilo najlažje opustiti aktivni pouk in se posvetiti skrbno pripravljeni razlagi, kar bi verjetno celo mnogi di-jaki dojemali kot »boljši« pouk. Obenem vem, da bo aktivna udeležba dijakov gotovo povečala učenje med uro, čeprav se med učno uro morda ne bo zdelo tako.

Obenem vem, da bo aktivna udeležba dijakov gotovo povečala učenje med uro, čeprav se med učno uro morda ne bo zdelo tako.

Ocenjevanje

Kristina: Pomembna razlika v primerjavi s tradicionalnim načinom poučevanja je tudi v sis-temu ocenjevanja. Na FMF smo pri Didaktiki fizike spoznali pomen tega, da imajo dijaki možnost izboljšave svojih izdelkov. Tak način dela zahteva od učitelja veliko truda, vendar menim, da je smiseln. Poteka tako, da pri pisnih ocenjevanjih dijakom sporočim le pridoblje-no število točk ter jim posredujem elektronsko kopijo testa, ki so ga oddali. Nato imajo na voljo približno tri dni, da me prepričajo, ali znajo za več. To lahko storijo z oddajo temeljite poprave, v kateri morajo odgovoriti na spodnja vprašanja (za vsako nepravilno rešeno nalogo):

1. Kaj sem naredil/-a narobe?
2. Kako je pravilno?
3. Zakaj je prišlo do napake?
4. Kako sem prišel/-a do pravega odgovora?

Pri sistemu ocenjevanja je pomembno, da imajo dijaki možnost izboljšave svojih izdelkov.

Pri tem je ključno, da sami poiščejo svoje napake. Po dosedanjih izkušnjah se je izkazalo, da je to izjemno poučen proces tako zanje kot zame. Refleksija o tem, zakaj so storili napako, mi nudi vpogled v njihov način razmišljanja, kar je ogledalo (ne)uspeha pouka v razredu – primer refleksije je na Sliki 10.

Kaj sem naredil/-a narobe?	Zakaj sem naredil/-a napako v prvem razmisleku? Kaj me je vodilo do napačnega razmisleka?	Kako sem pridobil/-a novo znanje, na podlagi katerega sem naredil/-a popravek?	Kaj sem se naučil/-a? Kako lahko naslednjič ravnam oz. se učim drugače?
Predpostavil/-a sem, da ker je snov plin in so delci med seboj bolj oddaljeni in se gibljejo hitreje, da bo povprečna kinetična energija plina večja kot pri trdnih molekulah.	Imel/-a sem napačno predstavo o povprečni kinetični energiji trdnih snovi in se nisem osredotočil/-a na pravi del vprašanja.	Pregledal/-a sem svoje zapiske in govoril/-a z učiteljem med potekom pouka.	

Slika 10: Primer dijakove refleksije v popravi naloge iz testa. Naloga in njena rešitev nista priloženi.

Osebnostno sem se za ta način ocenjevanja odločila le pri starejših dijakih, torej v 3. in 4. letniku, saj se je v razredu izkazalo, da se morajo mlajši dijaki še naučiti reflektiranja o lastnem učenju. Ostaja seveda dvom o tem, ali lahko trdim, da dijak po popravi zares zna, česar v testu ni pokazal. V majhnih razrednih skupnostih je to lažje, saj lahko s pomočjo dijaških poprav pri pouku posameznika vprašam o nečem, kjer dvomim o njegovem znanju, ne vem pa, kako naj se s tem soočim v večjih razrednih skupnostih. Po natančnem pregledu poprav določim končno število točk, ki ga nato upoštevam tudi v redovalnici.

Gregor: Sam (za zdaj) ne ocenjujem na način, ki ga opisuje Kristina, za kar je več razlogov. Glavni je, da bi bilo pri količini dijakov, ki jih učim, to časovno zelo zahtevno. Učim devet razredov in v vsakem je približno 30 dijakov, kar v seštevku pomeni slabih 270 dijakov. Poleg tega na šoli pri ocenjevanju upoštevamo določena skupna izhodišča. Menim, da je trenutno zame najprimernejše, da se pri ocenjevanju držim ustaljenega načina dela. Ko bom premislil, v kakšni obliki in v kakšni meri bi lahko spodbujal ponovno oddajo izdelkov, bom naredil korak naprej tudi v tej smeri. Ne glede na to se ISLE zrcali v tipih nalog, ki jih na pisnem ocenjevanju rešujejo dijaki. V vseh letnikih sem na primer v preizkus vključil tudi obratno nalogo, kjer je podano reševanje naloge (enačba, graf ...), dijaki pa morajo napisati konsistentno besedilo naloge (Slika 11). Tudi to je z vidika ocenjevalca časovno potratno, še posebej, ko se v besedilih, ki jih tvorijo dijaki, pojavljajo neskladja med različnimi reprezentacijami. Vključim tudi naloge, kjer morajo dijaki izkazati, da znajo prehajati med različnimi reprezentacijami istega pojava (graf, diagram, tabela, skica, besedni opis itn.)

Naloga 3. Dijaki so reševali nalogo iz energij. Med reševanjem so zapisali spodnjo enačbo.

$$(1/2) (70 \text{ kg}) (5,0 \text{ m/s})^2 + F (6,0 \text{ m}) \cos(180^\circ) = 0$$

a) Nariši energijski stolpčni diagram za proces, ki bo skladen z zapisano enačbo. (2t)
 b) Nariši skico začetnega in končnega stanja za izmišljen proces, ki bo skladen z enačbo. Dobro definiraj sistem. Na skici nariši tudi vse zunanje sile na sistem. (2t)
 c) Zapiši navodilo naloge, ki bi jo lahko reševali dijaki, tako da bo besedilo skladno z zgornjo enačbo. V besedilu uporabi količine iz enačbe in natančno definiraj sistem. (2t)

(6 točk)

Slika 11: Primer obratne naloge iz pisnega ocenjevanja znanja.

Odziv dijakov in sodelavcev na ISLE

Gregor: V anketi, ki sem jo pred kratkim poslal dijakom, sem med drugim postavil vprašanje, ali imajo raje tradicionalni pouk (učitelj razlaga pred tablo) ali aktivni pouk (pouk po skupinah z belimi tablam). Presenetilo in razveselilo me je, da je kar 82 % vprašanih bolj naklonjenih aktivnemu pouku (anketa je bila objavljena po prvem pisnem preizkusu znanja). Učenje v skupini je za dijake lahko tudi stresno, saj jih nenehno sili, da stopajo iz območja udobja. Dijaki so na tradicionalni pouk močno navezani, zato delno razumem, da bi nekateri (sicer manjšina) raje sedeli v tišini in poslušali ter zapisovali mojo razlago. Kot je omenila Kristina, vemo, da takšen pouk ni etičen ob zavedanju, kako neučinkovit je.

Sodelavci me pri delu spodbujajo. Pogosto potrebujem pomoč pri iskanju ali pripravi eksperimentalne opreme, za kar so vedno na voljo. Prav tako mi pomagajo pri pripravi pisnih preizkusov znanja. O pouku se v kabinetu pogovarjamo, hkrati pa si idej ne vsiljujemo, kar se mi zdi zelo pomembno in za kar sem tudi zelo hvaležen. Srečo imam/-o, da je podpornik aktivnega pouka tudi ravnatelj. Odzivi dijakov so, sodeč po anketi, v splošnem pozitivni, kar lahko ilustriram z nekaj njihovimi izjavami:

»Od samostojnega reševanja na belo tablo odnesem več kot samo od poslušanja profesorjev in predavanj pred tablo.«

»Boljše je, ker sami iščemo ideje in se aktivno brez zadržkov in strahu pogovarjamo o temi.«

»Tako delo [po skupinah] je dobro, saj moraš razmisliti in nimaš rešitve 'na pladnju'. Pomankljivost je, da ne veš vedno, kaj točno delaš, ampak na koncu skupaj predebatiramo, tako da ni dilem.«

»Zelo mi je všeč, saj me prisili, da že sproti razumem snov in ne puščam vsega učenja za en teden pred testom.«

»Všeč mi je, saj smo postavljeni pred izziv. Pouku je lažje slediti, saj se vse nejasnosti razrešijo takoj, ker lahko vprašanja postavimo med reševanjem in brez izpostavljanja pred celim razredom.«

»Bela tabla je boljša od običajnega pouka, ker si hitreje zapomnim, če neko stvar naredim sama, kot pa da nekdo samo razlaga.«

Velika večina dijakov je bolj naklonjena aktivnemu kot tradicionalnemu pouku.

Aktivni pouk je boljši, saj si hitreje zapomnim, če neko stvar naredim sama, kot pa da zgolj sledim razlagi.

V enem od vprašanj iz ankete so dijaki zapisali nekaj specifičnega, kar so se naučili pri fiziki:

»Vata se ob hitrem povečanju tlaka vžge.«

»Naučil sem se, kako pomembno je določiti sistem in kaj vse se spremeni, če ga določimo drugače. Naučil sem se risati diagram energije [energijski stolpčni diagram]. Ko izpeljujemo enačbe, se naučim povezati snov s kakšno drugo snovjo.«

»Naučila/izboljšala sem skupinsko delo oz. sposobnost delovanja v skupini, ki sem mu bila zaradi uporabe belih tabel bolj izpostavljena.«

»Če podrgneš stekleno palico s svilo, se bo palica naelektrila pozitivno.«

Kristina: Vodstvo šole in sodelavci so metodo ISLE zelo pozitivno sprejeli. Priredili smo tudi delavnico, kjer so se lahko poglobljeno seznanili s tem učnim pristopom ter ga aplicirali še na druge šolske predmete (poleg fizike).

Dijaške odzive sem zbrala s krajšo anonimno anketo. Vprašala sem jih, ali imajo raje delo po skupinah (torej aktivnosti) ali dele ure, ki vključujejo mojo razlago, ter kaj so si pri letošnjem pouku fizike najbolj zapomnili.

Rada bi delila nekaj dijaških izjav o delu v skupinah:

»Všeč mi je delo v skupini, saj se lahko učimo drug od drugega.«

»Raje imam aktivnosti v skupinah, saj menim, da nas spodbujajo k razmišljanju in medsebojni pomoči. Poleg tega so koristne, ker lahko vidimo različne poglede na določene teme.«

Anketa je bila zame izjemno poučna, kar ponovno poudari pomen enega pomembnejših vidikov pristopa ISLE, za refleksijo katerega žal velikokrat na koncu ure zmanjka časa. Pomembno je, da so dijaki sposobni razmišljati o lastnem učnem procesu, je pa refleksija nekaj, kar se dijaki naučijo delati po dovolj ponovitvah.

Sklepne misli

Kristina: Tukaj bi seveda lahko razglabljali o prednostih poučevanja po pristopu ISLE. Če strnem, bi lahko rekla, da je bistvo pristopa to, da spremljamo nastajanje znanja pri dijakih. Pri aktivnostih hitro pridejo na dan nepopolne ideje, ki jih sproti dopolnimo. Glavni nasvet za učitelje, ki bi želeli delati podobno, je: bodite dosledni. Ko vpelješ nek nov sistem, ki ga dijaki niso vajeni, je potrebnega nekaj časa in kar precej vztrajnosti, da ga dijaki ponotranjijo, vendar je na koncu vredno.

Ne predstavljam si poučevanja brez poznavanja pristopa ISLE. Hvaležna sem, da sem na fakulteti spoznala ta način poučevanja in da lahko posegam po tako kakovostnih gradivih. Sodeč po odzivih mojih dijakov, jim ISLE zelo ustreza. Med drugim menim, da je aktivni pouk edini način, da današnji dijaki ohranijo osredotočenost, saj so vajeni tega, da se jim nenehno nekaj dogaja. Pri urah, ko se zatečem k tradicionalni razlagi snovi, pogosto opazim, da dijaki težje sledijo, zato si bom v prihodnosti prizadevala aktivno poučevati tudi tematike, kjer je izvajanje poskusov oteženo (npr. astronomija).

Gregor: Rad bi poudaril, kako hvaležen sem, da sem spoznal ISLE. Niti pomisliti si ne upam, koliko težje bi mi bilo brez tega znanja, še posebej kot mlademu učitelju. Dejstvo, da je ISLE akademsko uveljavljen pristop, mi daje samozavest že samo po sebi, odzivi dijakov na ISLE pa so to samozavest še okrepili. Če odmislim bele table in aktivni pouk, so dodana vrednost že skrbna izbira uvodnih poskusov, načini vpeljave pojmov in ideje za naloge. Toplo vabim učitelje, da se razgledajo po gradivih in tudi sami ugotovijo, kako lahko obravnavo določene snovi spremenijo, osvežijo ali izboljšajo.

Pomembno je, da so dijaki sposobni razmišljati o lastnem učnem procesu.

Aktivni pouk je edini način, da današnji dijaki ohranijo osredotočenost.

Dodana vrednost so že skrbna izbira uvodnih poskusov, načini vpeljave pojmov in ideje za naloge.

Viri in literatura

- [1] Planinšič, G. (2019). Aktivni pouk: zakaj in kako. *Fizika v šoli*, 24(2), str. 13–18.
- [2] Etkina, E. in Van Heuleven, A. (2007). Investigative Science Learning Environment – A Science Process Approach to Learning Physics. Graduate School of Education, Rutgers University, New Brunswick, NJ, 08901, str. 4–8.
- [3] Poklinek Čančula, M., Planinšič, G. in Etkina, E. (2015). Analyzing patterns in experts' approaches to solving experimental problems, *American journal of physics: a publication of American association of physics teachers*, 83(4), str. 366–374.
- [4] Zull, J. E. (2002). *The art of changing the brain*. Stylus publishing.
- [5] Etkina, E., D. T. Brookes, D. T. in Planinšič, G. (2019). Investigative Science Learning Environment, When learning physics mirrors doing physics, IOP Publishing, ZDA.
- [6] Etkina, E., Planinšič, G., Van Heuvelen, A. (2018). *College physics: explore and apply*, 2nd ed. New York: Pearson.
- [7] Etkina, E., Brookes, D., Planinsic, G., Van Heuvelen, A. (2019). *College physics, Active Learning Guide*. San Francisco, CA: Pearson Education, Inc.