

## Učenje o prijenosu tvari prilagođeno učenicima različitog interesa

Marina Švelec<sup>1</sup>, Ines Radanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup> OŠ Ivana Kukuljevića Sakcinskog, Ivanec, Hrvatska

[marina.svelec@skole.hr](mailto:marina.svelec@skole.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Hrvatska

### SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je analizirati uspješnost učenja koncepta *Prijenos tvari kroz tijelo živih bića* kod učenika 7. razreda osnovne škole s obzirom na razinu interesa. Tijekom 2022. godine, učenici su učili temu *Prijenos tvari kroz tijelo živih bića* suradničkim učenjem, na način da su nakon učenja otkrivanjem u homogenim interesnim skupinama (slabi, umjereni, znatni i izraziti interes) formirali heterogene grupe unutar kojih su izmjenjivali rezultate istraživanja i izrađivali zajednički prikaz rezultata. Najviše je učenika bilo u interesnoj skupini znatnog interesa, a najmanje u skupini slabog interesa. Temeljem opažanja učitelja uz rješavanje radnih materijala, većina učenika svih interesnih skupina je uspješno ostvarila II. kognitivnu razinu (primjena i konceptualno razumijevanje). U završnom samovrednovanju svi učenici izjavljuju da im je rad u interesnim skupinama zanimljiviji nego klasičan rad, a većina njih smatra da je pritom naučila više nego na satu s tradicionalnim pristupom učenju. Kod svih interesnih skupina zabilježen je visok postotak pitanja u radnim materijalima na koje učenici nisu ponudili odgovor, što se može pripisati nedostatku vremena za rješavanje zadataka i povezati s činjenicom da su neki učenici precijenili svoj interes i sposobnosti. Na osnovu provedenog poučavanja i učenja može se zaključiti da suradničko učenje uz diferencirane zadatke za učenike različitog interesa doprinosi većoj motivaciji učenika i boljem razumijevanju poučavanog biološkog koncepta.

**Ključne riječi:** *učenje otkrivanjem; različiti interesi učenika; suradničko učenje; konceptualno razumijevanje*

### UVOD

Vjerojatno ništa na ovome svijetu nije toliko nepravедno ozloglašeno kao učenje. Iz perspektive učenika to je težak, dosadan i mukotrpan proces traćenja njihova djetinjstva i mladosti. Negativna slika učenja utječe na kvalitetu i uspješnost same aktivnosti, stoga se potreba za promjenom imidža učenja koje ono ima u učeničkoj, ali i široj populaciji, nameće kao neodgodiva. „Sve je tu, nekoliko klikova udaljeno...“, „Što će im to kad sve piše na internetu?“ Sama prisutnost i lagana dostupnost informacijama derogira nužnost učenja. Do takvoga je stava došlo zbog zabune oko toga što učenje jest. Učenje nije pamćenje, već proces koji dovodi do promjene u znanjima, vještinama, stavovima i osobinama, a do te promjene dolazi zbog produktivnog misaonog susreta s informacijskim materijalom (Jerčić, 2018). Obrazovanje bi trebalo pripremiti učenike za razvoj prenosivih vještina kao što je međusobna suradnja u rješavanju scenarija izazova iz stvarnog svijeta, promišljanje njihovih ideja, jačanje njihovih sposobnosti kritičkog i kreativnog razmišljanja, pokazivanje inicijative i istraživanje analitičkih vještina (Ordu, 2021). Suvremena škola osim prostora podrazumijeva i suvremenog učenika i suvremenog učitelja. Moderne tehnologije proširile su raspon dostupnih izvora znanja i omogućile pristup golemoj količini podataka. Svijest o dostupnosti informacija kroz nekoliko klikova mišem mijenja pogled naših učenika na školu, a učitelje potiče na preispitivanje vlastitih načina rada i stvara potrebu za otkrivanjem i primjenom novih, suvremenijih tehnika poučavanja i učenja. U tradicionalnom obliku poučavanja svim učenicima nude se isti sadržaji, izvori znanja i zadatci za vrednovanje. Postoji konsenzus da internet pruža ogromne alternative sa svojim prednostima, ali također uključuje različite nedostatke pa je tijekom obrazovnog ciklusa potrebno učenike što više usredotočiti na učenje alternativa i iskorištavanje postojećih resursa za dobivanje koristi u svom budućem životu prilagođavanjem suvremenim trendovima (Isman i Dabaj, 2003).

Motivacija se podiže kad učenici dobiju kontrolu nad sadržajem i procesom vlastitog učenja. Ali, da bismo motivirali učenike, važno im je omogućiti da mogu odabirati „osobno važne aspekte aktivnosti učenja“ (Jensen, 2003). Organizacija nastave na način da se uz razvoj kritičkog mišljenja i stjecanje znanja potiče i iznošenje stavova i ideja, mijenja stav učenika prema učenju u pozitivno iskustvo. Prema Grüningu (2010), sposobnosti učenja trebaju biti usklađene s izazovom. Pri uobičajenom načinu učenja, količina gradiva i složenost teme opterećuje učenike pa su često izloženi stresu. Stvaran izazov mora biti u skladu sa sposobnostima i interesima učenika, kako bi postigli „stanje u kojem sve teče“. Kada god želimo da učenici nešto upamte, moramo to povezati s nečim što već znaju.

U nastavi usmjerenoj na učenika, učenik bi trebao biti aktivniji od nastavnika ili barem jednako aktivan, jer nastava u kojoj učenici samo sjede, slušaju i gledaju ne može zadovoljiti njihove biološke i društvene potrebe te potrebu za samoostvarenjem, njihovu znatiželju i želju za djelovanjem (Matijević, 2008). U suvremenoj nastavi postoji mnoštvo strategija aktivnog učenja koje se temelje na konstruktivističkoj paradigmi, ističući pritom veliku važnost suradničkog i iskustvenog učenja, povezivanja teorije s praksom. Sve one imaju za cilj razviti metakogniciju, kreativnost te inovativnost (Terhart, 2003; Cindrić i sur., 2010; Matijević i Radovanović, 2011). Prema Kyriacou (2001), metode aktivnog učenja su intelektualno poticajnije i samim time djelotvornije u održavanju motivacije učenika čime pomažu u razvoju njihovih sposobnosti, omogućuju napredak i stvaraju pozitivan odnos učenika prema samima sebi, drugima oko sebe i predmetu koji uče. Nastavne prakse koje uključuju aktivnosti učenja naglašavaju i društveni kontekst učenja kroz suradničko istraživanje unutar konstruktivističke paradigme (Samson, 2015). Suradničko učenje aktivni je proces učenja u kojem se njeguju akademske i socijalne vještine kroz izravnu interakciju učenika, individualnu odgovornost i pozitivnu međuzavisnost (Jensen, 2003). Dobre strane suradničkog učenja uključuju: bolji uspjeh učenika, uključivanje učenika na prilagođenom programu, poboljšane socijalne vještine, veću svijest o različitim kulturama i bolje prihvaćanje vršnjaka, jači osjećaj pripadnosti, porast samopoštovanja i veću odgovornost (Jensen, 2003). Sintetiziranjem različitih personaliziranih pristupa učenju koji uzimaju u obzir različite komponente učenja identificirane su sljedeće glavne komponente pri individualiziranom pristupu učenja: profile učenika i stavove, prethodna znanja i uvjerenja, personalizirane prilagodljive putove učenja i fleksibilna okruženja za učenje po vlastitom tempu koja su generirana analitikom učenja (Shemshack i Spector, 2021).

Danas je, više nego ikad prije, jasno da se učenici razlikuju u predznanjima, motivaciji, kognitivnim sposobnostima, tempu i stilovima učenjima. Na temelju uočenih razlika razvijaju se i suvremeni modeli poučavanja koji podrazumijevaju individualizirani pristup svakom učeniku, jer učenje bi trebalo biti prilagođeno potrebama svakog učenika kako bi im pomogao da ostvare svoj puni potencijal (Ordu, 2021). Individualizirano okruženje za učenje trebalo bi biti dinamično kako bi održalo trenutne interese i stavove učenika, temeljeno na iskustvima te aktivnostima i interakcijama s drugim učenicima, koje će vjerojatno odgovarati određenom učeniku i cilju učenja (Shemshack i Spector, 2021).

Cilj istraživanja bio je analizirati uspješnost učenja koncepta *Prijenos tvari kroz tijelo živih bića* kod učenika 7. razreda osnovne škole uz materijale individualizirane prema četiri razine interesa učenika: slabi, umjereni, znatni i izraziti. Materijali su pripremljeni na e-platforni BUBO, razvijenoj u sklopu projekta „Učenje biologije u epidemiološki prilagođenom istraživačkom okruženju“ HRZZ. Tijekom poučavanja i učenja korištena je tehnika suradničkog učenja i učenje otkrivanjem.

Prema Kurikulumu za nastavni predmet Biologije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj (MZO, 2019) u pripremljenim zadacima (Prilog 1) provjeravana je ostvarenost sljedećih odgojno-obrazovnih ishoda:

- ☞ BIO OŠ A.7.2. Povezuje usložnjavanje građe s razvojem novih svojstava u različitim organizama.
- ☞ BIO OŠ B.7.1. Uspoređuje osnovne životne funkcije pripadnika različitih skupina živoga svijeta.
- ☞ BIO OŠ B.7.3. Stavlja u odnos prilagodbe živih bića i životne uvjete.
- ☞ BIO OŠ D.7.1. Primjenjuje osnovna načela znanstvene metodologije uz objašnjavanje dobivenih rezultata.

Na temelju prethodnih iskustava u nastavi došlo se do saznanja da učenike motiviraju praktične vježbe na satu, iskustveno učenje te mogućnost preuzimanja odgovornosti za svoje učenje kroz grupni rad i međusobnu suradnju učenika. Učenici koji pokazuju slabiji interes za nastavu biologije vrlo često postižu i slabije rezultate na provjerama usvojenosti ishoda. Kako bi ih se dodatno motiviralo i osnažilo na putu prema boljem uspjehu, za slabi interes su odabrani tehnički jednostavniji pokusi i zadatci koji provjeravaju temeljne koncepte prijenosa tvari, a pridonose vizualizaciji procesa difuzije i osmoze. U zadatke umjerenog i znatnog interesa uključeni su eksperimenti koji zahtijevaju mjerenje i sistematizaciju mjerenih podataka te osim ishoda o prijenosu tvari u živim bićima dodatno potiču razvoj prirodoznanstvenih kompetencija. Za učenike izrazitog interesa odabran je zadatak u kojem se prijenos tvari kroz tijelo živih bića povezuje s odnosima veličina u prirodi, eksperiment je tehnički zahtjevan jer traži preciznost učenika u izvedbi te veću sposobnost analize podataka. U zadacima svih razina interesa traži se od učenika da rezultate istraživanja primjenjuju na različitim primjerima iz prirode kako bi koncept prijenosa tvari što bolje povezali s održavanjem životnih funkcija različitih organizama i prilagodbama živih bića na životne uvjete staništa.

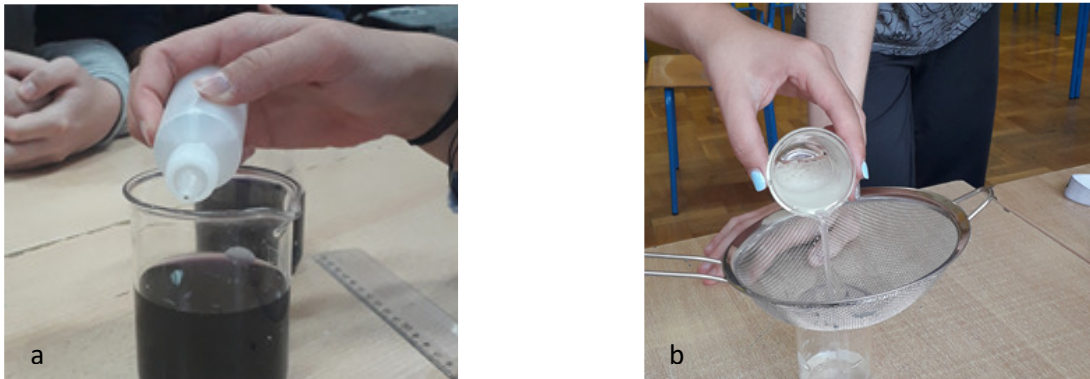
## IZVEDBA NASTAVE

U provedbi s učenicima radni listovi za učenje otkrivanjem (Prilog 1) kombinirani su s tehnikom slagalice. Učenicima su predstavljene četiri razine interesa za nastavu biologije: slabi, umjereni, znatan i izraziti. Učenici su samostalno procijenili svoj interes i podijelili se u interesne skupine, a zatim su im dodijeljeni odgovarajući zadatci. Nakon učenja otkrivanjem u homogenim interesnim skupinama, učenici su formirali heterogene grupe unutar kojih su izmijenili rezultate istraživanja i izveli zajedničke zaključke.

Tijekom učenja otkrivanjem, sve interesne skupine koristile su jednake polazne materijale za provedbu promatranja i mjerenja: sok crvenog kupusa i ocat. Za potrebe ovog istraživanja, svi potrebni materijali učenicima su prethodno pripremljeni prema popisu pribora i materijala na pojedinim radnim listovima kako bi se učenje otkrivanjem te razmjena rezultata i zaključivanje stiglo provesti unutar 90 minuta. Za provjeru promatranja i mjerenih podataka učenici su se mogli poslužiti video zapisima simulacije istraživanja izrađenim prema ASIO modelu (ASIO model - Aktivnosti Simuliranog Istraživačkog Otkrivanja u biologiji) na youtube kanalu BUBO (poveznice u Prilogu 2) koji je nastao tijekom provođenja projekta *Učenje biologije u epidemiološki prilagođenom istraživačkom okruženju*, s osnovnom namjenom da se koristi za simulaciju istraživanja u slučaju da se pri kontaktnoj nastavi ne može provesti istraživanje ili za primjenu učenja otkrivanjem simulacijom istraživanja tijekom online poučavanja. Dostupnost snimljene simulacije istraživanja učenicima je u ovom obliku kontaktnog poučavanja omogućila da svoj rezultat mogu usporediti sa simulacijom istraživanja prikazanom na videozapisu, čime im je pružena mogućnost eventualne rasprave razlika u mjerenjima. Takav pristup temeljen je na ideji da se individualizira iskustvo učenja u skladu s jedinstvenim potrebama, ciljevima i vještinama pojedinaca, što se može postići korištenjem nastavne tehnologije koja pruža jedinstvena

iskustva učenja u različitim okruženjima za učenje kao dodatna komponenta koja će omogućiti ili obogatiti individualno iskustvo učenja (Shemshack i Spector, 2021).

Učenici slabog interesa proučavali su osnove procesa difuzije i osmoze promatrajući širenje čestica octa u soku crvenog kupusa. Učenici su pratili promjenu boje i njezino širenje otopinom (slika 1. a). Kao model procesa osmoze (slika 1. b) poslužilo je prelijevanje smjese vode, riže i šećera kroz cjedilo za čaj. Od učenika se tražilo da pojedine korake eksperimentalnog rada prikažu crtežom, da opišu uočene promjene te uz pomoć shematskih prikaza definiraju procese difuzije i osmoze. Donesene zaključke učenici su trebali organizirati u Vennov dijagram te navesti vlastite primjere opisanih procesa u živim bićima.



Slika 1 Promatranje učenika a) Širenje čestica octa u soku crvenog kupusa, b) model procesa osmoze

Učenici umjerenog interesa istraživali su utjecaj temperature na brzinu širenja čestica octa u otopini soka crvenog kupusa (slika 2). Mjerene podatke sistematizirali su u tablici te uočeni trend iskoristili u zadacima primjene i konceptualnog razumijevanja. U zadacima su svakodnevne, učenicima poznate pojave, povezane s rezultatima njihovih mjerenja.



Slika 2 Mjerenje brzine širenja čestica octa u otopinama soka crvenog kupusa različitih temperatura

Učenici znatnog interesa istraživali su brzinu kretanja čestica octa kroz medije u tri različita agregacijska stanja: kroz zrak, otopinu soka crvenog kupusa i gel od soka crvenog kupusa (slika 3). Učenici su ponavljali mjerenja i u izračunima brzine koristili srednje mjerene vrijednosti. Nakon što su izračunali brzine širenja čestica, učenici su primijenili zaključke u novim situacijama i tumačili određene promjene u prirodi.



Slika 3 Mjerenje brzine širenja čestica octa kroz medije u tri različita agregacijska stanja

Učenici izrazitog interesa istraživali su kako brzina širenja čestica octa ovisi o omjeru površine i volumena tijela. Iz gela od soka crvenog kupusa učenici su izrezali tri kocke različitih duljina stranica, uronili ih u octom zakiseljenu vodu i nakon deset minuta mjerili koliki dio ruba pojedine kocke je reagirao s octom i promijenio boju (slika 4). Nakon mjerenja i računanja, učenici su riješili nekoliko konceptualnih zadataka.



Slika 4 Širenje čestica octa kroz kocke gela od soka crvenog kupusa različitih dimenzija

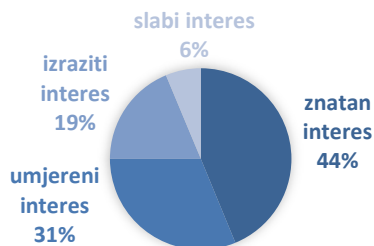
Nakon učenja otkrivanjem u pojedinim interesnim skupinama učenici različitih interesa formirali su nove grupe u kojima su jedni drugima predstavili svoje rezultate metodom kratkog izlaganja. Po završetku rada učenici su proveli samovrednovanje rada u skupinama prema interesu i procijenili vlastito učenje.

### Analiza učinaka učenja

Nakon provedbe aktivnosti s učenicima analizirana je zastupljenost učenika u pojedinim interesnim skupinama (slika 5), rješenja radnih listova i odgovori učenika tijekom samovrednovanja.

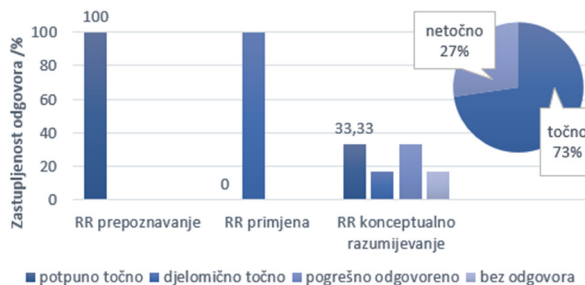
U uvodnom razgovoru učenicima je objašnjen princip odabira zadataka prema interesima, pojašnjeno je da se zadatci razlikuju prema temi i težini te je naglašeno da su svi zadatci podjednako važni za izgradnju koncepta u fazi suradničkog učenja. Učenici su birali zadatke prema interesu za pojedinu temu i procjeni vlastitih sposobnosti. Kod pojedinih učenika primijećeno je da se u početku boje iskazati slabi interes, ali isto tako i preuzeti odgovornost za zadatke viših interesa što se pokušalo otkloniti dodatnim pojašnjenjima i uputama. Dvije trećine učenika svrstava se u skupinu znatnog i umjerenog interesa, 19 % učenika odabire zadatke izrazitog interesa, a samo 6 % učenika iskazuje slab interes za predstavljenu aktivnost. Ovakva raspodjela nije u potpunosti u skladu s očekivanjima. Prema procjeni interesa učenika na temelju prethodnog neposrednog rada u razredu, učenika slabog interesa ima više od 6 %, a učenika izrazitog interesa nešto manje od 19 %. Pretpostavlja se da se dio učenika slabog

interesa priklonio učenicima umjerenog interesa kako bi u suradnji s njima što lakše riješili zadatak, a dio učenika znatnog interesa precijenio je svoje sposobnosti.



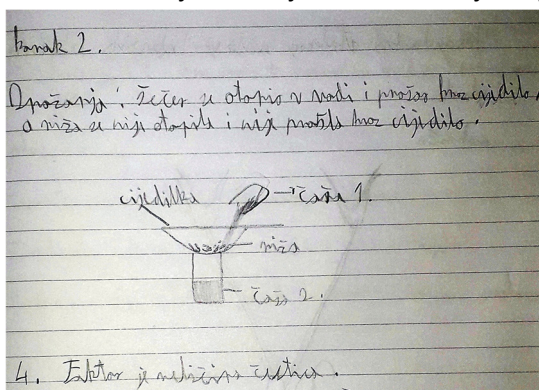
Slika 5 Zastupljenost učenika u pojedinim interesnim skupinama

Među učenicima slabog interesa ispravno je 73 % odgovora učenika (slika 6). U taj postotak ubrajaju se potpuno točni i djelomično točni odgovori kojima je ostvaren ishod. Svi učenici slabog interesa uspješno rješavaju zadatke prepoznavanja dok je primjena djelomično ostvarena. Polovica pitanja na razini konceptualnog razumijevanja je točno ili djelomično točno odgovorena.



Slika 6 Riješenost zadataka prema razinama razumijevanja (RR) učenika slabog interesa, uz odnos točnih i netočnih odgovora na sva pitanja

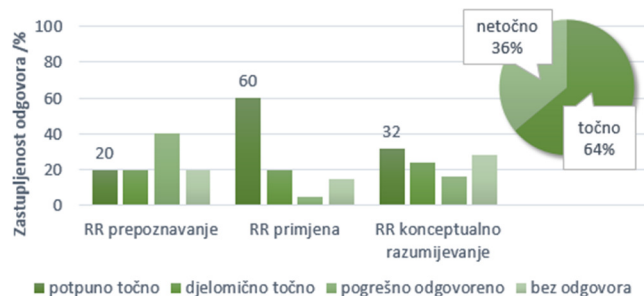
Učenici slabog interesa ispravno zapisuju opažanja o promjenama uočenima u pokusu, razlikuju procese difuzije i osmoze prikazane crtežima. Učenici slabog interesa izrađuju površne crteže kojima prikazuju uočene pojave (npr. ne označavaju tvari ključne za razumijevanje procesa) (slika 7).



Slika 7 Primjer odgovora učenika slabog interesa u Koraku 2. radnog lista

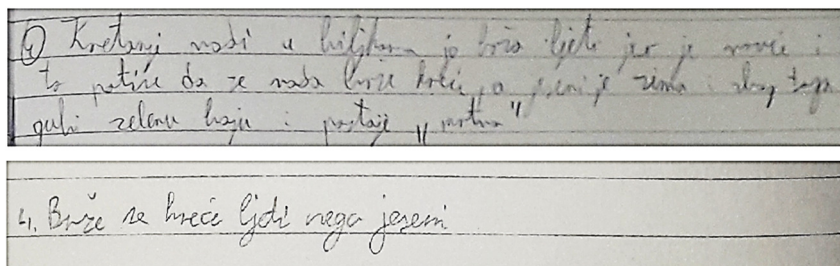
U 9 % zadataka koji ispituju konceptualno razumijevanje učenici nisu ponudili odgovore (slika 6). To su primjerice zadatci u kojima se od učenika traži da navedu vlastite primjere difuzije i osmoze iz živog svijeta ili crtežom prikažu raspored čestica octa u kapljici octa i u vodenoj otopini. Pitanje "Sok crvenog kupusa je prirodni indikator koji u prisutnosti kiseline mijenja boju iz ljubičaste do ružičaste i crvene. Opišite smjer kretanja čestica octa u otopini soka crvenog kupusa." potrebno je precizirati jer učenici u odgovorima ne spominju udio čestica octa u kapljici octa i u otopini već samo smjer kretanja „odozgo prema dolje“.

Učenici umjerenog interesa najuspješniji su u zadacima primjene znanja koje rješavaju s točnošću od 60 % (slika 8). Potpuno točno i djelomično točno rješavaju 56 % zadataka na razini konceptualnog razumijevanja. Uočeno je da 22 % odgovora nije ponuđeno (to se uglavnom odnosi na Pitanje 5. i 6. iz radnog lista te na izostanak opažanja i objašnjenja mjerenih podataka u Koraku 2. kod učenika koji su u tablici ispravno izračunali brzine kretanja čestica). U 12 % odgovora učenici ne nude objašnjenja tražena u pitanjima.



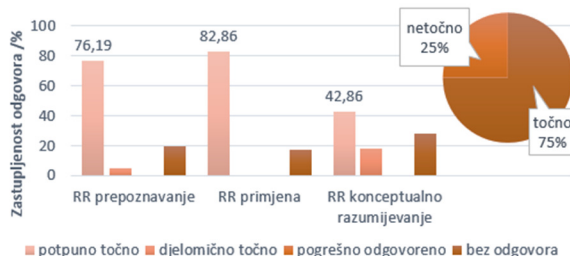
Slika 8 Riješenost zadataka prema razinama razumijevanja (RR) učenika umjerenog interesa, uz odnos točnih i netočnih odgovora na sva pitanja

Sličan problem uočen je i u redovnim provjerama znanja, a povezuje se s površnim čitanjem zadataka. Primjeri odgovora učenika umjerenog interesa na pitanje „Usporedite brzinu kretanja čestica vode tijelom biljaka ljeti i tijekom kasne jeseni te objasnite kako je ta pojava povezana s izgledom biljaka tijekom tih godišnjih doba.“ prikazani su na slici 9.



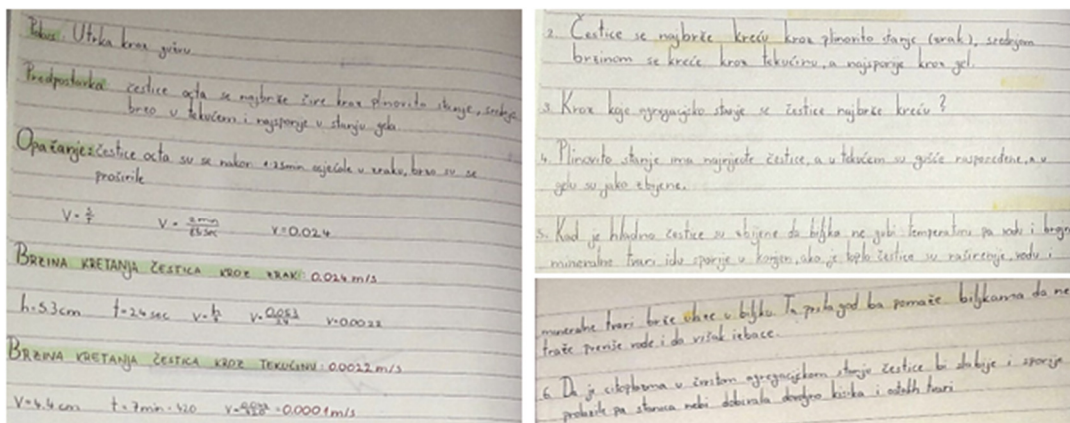
Slika 9 Primjeri odgovora učenika umjerenog interesa na pitanje 4. iz radnog lista

Kod učenika znatnog interesa ističe se visoka riješenost zadataka prepoznavanja, primjene, ali i konceptualnog razumijevanja koje je ostvareno u 61 % učenika. Međutim, u toj interesnoj skupini najveći je udio neriješenih zadataka, osobito u zadacima konceptualnog razumijevanja (slika 10).



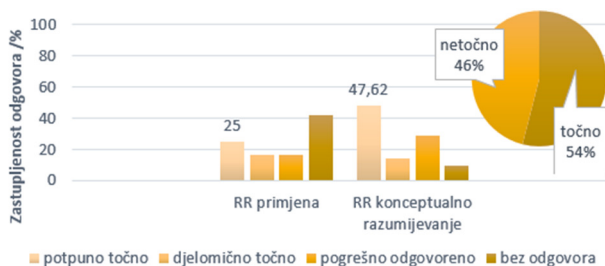
Slika 10 Riješenost zadataka prema razinama razumijevanja (RR) učenika znatnog interesa, uz odnos točnih i netočnih odgovora na sva pitanja

Većina učenika uredno i ispravno zapisuje mjerenja i točno tumači brzine kretanja čestica kroz medije u različitim agregacijskim stanjima. Odgovori na pitanja u kojima se rezultati mjerenja trebaju povezati s preživljavanjem živih bića kod velikog broja učenika nisu ponuđeni. Pretpostavlja se da je tako zbog nedostatka vremena za rješavanje i to bi kod ponovnog provođenja trebalo ispraviti. Primjer učeničkog zapisa s točnom i djelomično točnim odgovorima prikazan je na slici 11



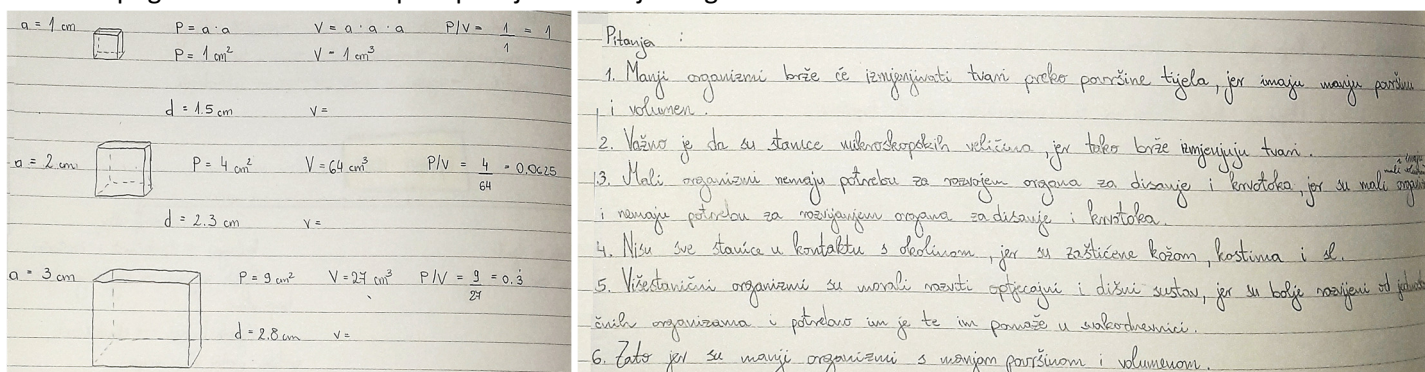
Slika 11 Primjer rješenja radnog lista učenika znatnog interesa

Učenci izrazitog interesa vrlo uspješno rješavaju zadatke primjene znanja (83 %), a zadatke koji ispituju konceptualno razumijevanje više od 60 % (slika 12). I u ovoj skupini zabilježen je visok udio neriješenih zadataka, od čega se 71 % neriješenih zadataka odnosi na crtež pokusa i računsku obradu mjerenih podataka.



Slika 12 Riješenost zadataka prema razinama razumijevanja (RR) učenika izrazitog interesa, uz odnos točnih i netočnih odgovora na sva pitanja

Primjer zadataka u kojima učenik pokazuje nedostatak matematičkih vještina i nerazumijevanje bioloških koncepata prikazan je na slici 13. Mogući uzrok ovakvih rješenja je da se učenik svrstao u pogrešnu interesnu skupinu precijenivši svoje mogućnosti.



Slika 13 Primjer rješenja zadataka s radnog lista za učenike izrazitog interesa

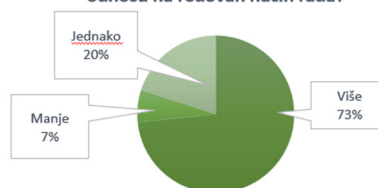
Na slici 14 prikazani su rezultati samovrednovanja učenika. Svi učenici su se izjasnili da im se sviđa raditi prema interesima. 73 % svih ispitanih učenika smatra da su ovakvim načinom rada naučili više nego na redovnom satu biologije, dok 20 % učenika smatra da je učilo jednako dobro. Svi učenici slabog i umjerenog interesa smatraju da su u interesnim skupinama naučili više nego inače. Samo u skupini znatnog interesa postoji mali broj učenika koji smatraju da su ovim načinom rada naučili manje nego na redovnom satu.



Sviđa li vam se raditi u grupama prema interesu?



Smatrate li da ste tijekom učenja prema interesu naučili više, manje ili jednako u odnosu na redovan način rada?



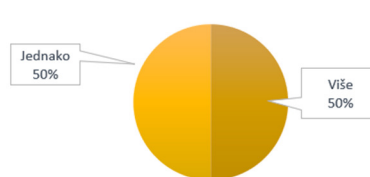
Smatrate li da ste tijekom učenja prema interesu naučili više, manje ili jednako u odnosu na redovan način rada?

**ZNATAN INTERES**



Smatrate li da ste tijekom učenja prema interesu naučili više, manje ili jednako u odnosu na redovan način rada?

**IZRAZITI INTERES**



Slika 14 Mišljenje učenika o učenju prilagođenom različitim interesima učenika

Kao posebnu prednost u učenju prilagođenom različitim interesima učenika, učenici ističu mogućnost izbora zadataka, rad s učenicima istog interesa, suradnju među učenicima te veću motivaciju za rad. Povećana motivacija i entuzijazam prilikom rješavanja zadataka bio je vidljiv na satu tijekom provođenja aktivnosti. Učenici slabog interesa bili su nesigurni u rješavanju i češće su tražili potvrdu ispravnosti pojedinih koraka od ostalih interesnih skupina. Najveći interes pokazali su učenici umjerenog interesa koji su, primjetivši nelogičnosti u rezultatima, više puta ponavljali mjerenja brzine širenja čestica octa kako bi dobili što točnije rezultate. Učenicima izrazitog interesa nedostajalo je preciznosti prilikom izrezivanja kocaka zadanih dimenzija iz gela od soka crvenog kupusa, vjerojatno zbog toga što u uputi za zadatak nije jasno naglašeno da je preciznost rezanja kocaka ključna za rezultate te je tako opaženo što se u buduću treba izmijeniti u uputi za zadatak. Prilikom analize i usporedbe rezultata u heterogenim interesnim skupinama učenici su mogli, samostalno ili služeći se vlastitim bilješkama, predstaviti svoje rezultate te ih usporediti sa simulacijom provedbe opažanja i istraživanja.

## ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Individualizacija učenja prema interesima učenika povećava motivaciju učenika za učenje, osobito kod učenika slabog i umjerenog interesa. Najviše učenika bira zadatke znatnog i umjerenog interesa, a najmanje učenika zadatke slabog interesa. U svim interesnim skupinama visoka motivacija učenika povezana je s visokom zastupljenošću točnih odgovora. Kod većine učenika svih interesnih skupina uspješno je ostvarena primjena znanja i konceptualno razumijevanje (II. kognitivna razina).

U redovnom radu potrebno je poticati sve učenike na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina te provjeriti usklađenost interesa i mogućnosti postignuća učenika kao bi se izbjeglo neodgovaranje na postavljena pitanja. Neophodno je potrebno provesti detaljnu analizu razmišljanja učenika za unaprjeđenje zadataka te na drugačiji način pojasniti dijelove koji su predstavili problem učenicima u ostvarivanju razumijevanja.

## ZAHVALA

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (IP-CORONA-2020-12-3798). U sklopu projekta nastali su materijali korišteni u ovom primjeru nastavne prakse.

## LITERATURA

- Cindrić, M., Miljković, D. i Strugar, V. (2010). Didaktika i kurikulum. Zagreb: IEP-D2.
- Grüning, C. (2010). Uspješno učenje. Zagreb: Znanje.
- Isman, A., Dabaj, F. (2003). Attitudes of students towards Internet. In E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education (pp. 1618-1621). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Jensen, E. (2003). Super-nastava: Nastavne strategije za kvalitetnu školu i uspješno učenje. Zagreb: Educa.
- Jerčić, M. (2018). Učiti se može naučiti: Razvoj vještina i učenja u nastavi. Zagreb: Alfa.
- Kyriacou, C. (2002). Temeljna nastavna umijeća. Zagreb: Educa.
- Matijević, M. (2008). Projektno učenje i nastava. U B. Drandić (Ur.), Nastavnički suputnik (str. 188 – 225.). Zagreb: Znamen.
- Matijević, M. i Radovanović, D. (2011). Nastava usmjerena na učenika. Zagreb: Školske novine.
- MZO (2019). Kurikulum za nastavni predmet Biologije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. <https://mzo.gov.hr/UserDocImages/dokumenti/Publikacije/Predmetni/Kurikulum%20nastavnog%20predmeta%20Biologija%20za%20osnovne%20i%20srednje%20skole.pdf> (pristupano 11.12.2022.)
- Ordu, U. B. A. (2021). The Role of Teaching and Learning Aids/Methods in a Changing World. Bulgarian Comparative Education Society. (str. 210-216).
- Samson, P. L. (2015). Fostering student engagement: Creative problem-solving in small group facilitations. Collected essays on learning and teaching, 8, 153-164.
- Shemshack, A., Spector, J. M. (2021). A comprehensive analysis of personalized learning components. Journal of Computers in Education, 8(4), 485-503.
- Terhart, E. (2003). Constructivism and teaching: A new paradigm in general didactics? Journal of Curriculum Studies, 35 (1), 25-44.

## PRILOZI

Prilog 1. Radni listovi za učenike prema četiri razine interesa

### RL 11 Do zida ili preko njega? (slabi interes)

*Pribor i materijal: ocat, crveni kupus, vodovodna voda, riža, šećer, 2 čaše, ribež ili nož, zdjela, cjedilo za čaj, čajna žličica, flomaster, odmjerna posuda*

**KORAK 1.** Pripremite sok crvenog kupusa (u zdjelu sitno narežite 2 šake trakica crvenog kupusa i prelijte ih s 3 dL tople vode, pustite da odstoji desetak minuta i procijedite sok koristeći cjedilo). U jednu čašu ulijte 2 dL soka crvenog kupusa i kapnite 5 kapi octa. Promatrajte promjenu u čaši.

Zapišite svoja opažanja.

---

U pravokutniku crtežom prikažite tijek izvođenja pokusa i uočenu promjenu.

Pitanje 1. Sok crvenog kupusa je prirodni indikator koji u prisutnosti kiseline mijenja boju iz ljubičaste do ružičaste i crvene. Opišite smjer kretanja čestica octa u otopini soka crvenog kupusa.

---

Pitanje 2. Skicirajte broj i raspored čestica octa u kapljici octa i u smjesi octa i soka crvenog kupusa.

Pitanje 3. Imenujte i svojim riječima opišite proces prikazan pokusom iz Koraka 1.

---



---

**KORAK 2.** Označite dvije čaše brojevima 1 i 2. U čašu 1 stavite pola čajne žličice šećera, jednu čajnu žličicu riže i 100 mL vode. Žličicom miješajte sadržaj čaše 1. Prelijte sadržaj iz čaše 1 u čašu 2 preko cjedila.

Zapišite svoja opažanja.

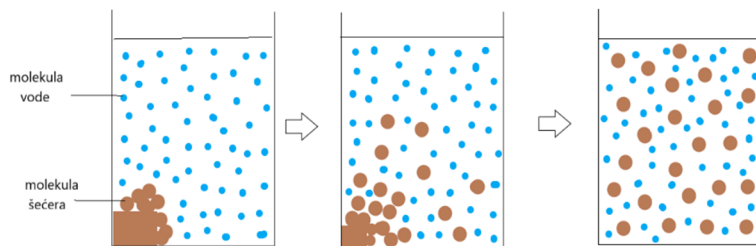
---

U pravokutniku crtežom prikazite tijek izvođenja pokusa i uočene promjene .

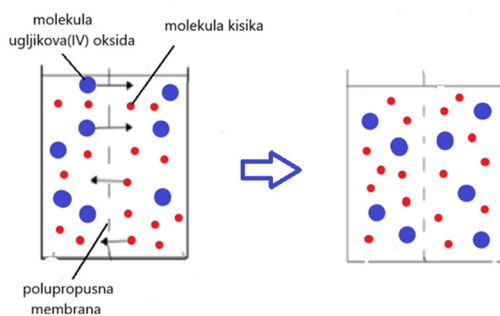
Pitanje 4. Pokus iz Koraka 2 može se iskoristiti kao model prijenosa tvari kroz polupropusnu membranu, koji prikazuje jedan od faktora koji utječu na prijenos tvari. Koji je to faktor?

---

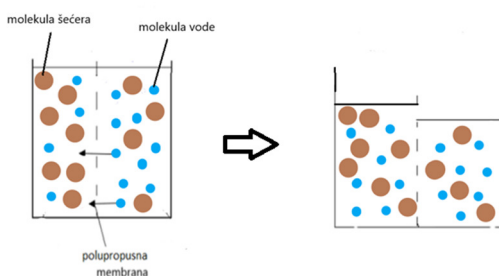
Pitanje 5. Koristeći rezultate pokusa iz Koraka 1 i 2 imenujte procese prikazane na priloženim slikama, a potom usporedite ta dva procesa, na način da u priloženi dijagram upišete što im je zajedničko i po čemu se oni razlikuju.



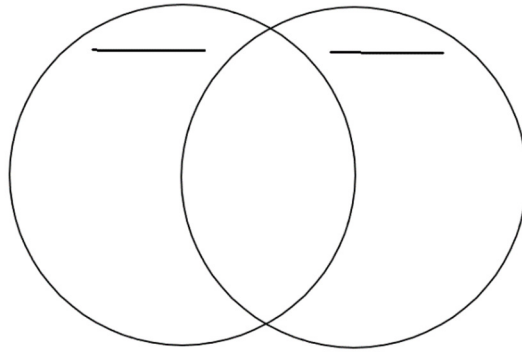
Naziv procesa: \_\_\_\_\_



Naziv procesa: \_\_\_\_\_



Naziv procesa: \_\_\_\_\_



Pitanje 6. Za svaki opisani proces navedite po jedan primjer gdje se taj proces događa u tijelu nekog živog bića.

**RL I2 Zagrijavanje za polazak (umjereni interes)**

*Pribor i materijal: ocat, crveni kupus, vodovodna voda, ribež ili nož, zdjela, cjedilo, zaporni sat, žlica, manja metalna posuda, 2 čaše, ravnalo, termometar, odmjerna posuda*

**Korak 1.** Pripremite sok crvenog kupusa (u zdjelicu sitno narežite 2 šake trakica crvenog kupusa i prelijte ih s 5 dL tople vode, pustite da odstoji desetak minuta i procijedite sok koristeći cjedilo).

**Korak 2.** U metalnoj posudi zagrijte 2 dL soka crvenog kupusa do vrenja. Označite čaše brojevima 1 i 2. U čašu 1 ulijte 2 dL hladnog soka crvenog kupusa, a u čašu 2 2 dL vrućeg soka crvenog kupusa. Oprez! Nemojte u čašu uliti prevrući sok kako ne bi došlo do njezina pucanja.

Izmjerite visinu stupca tekućine u svakoj čaši i zapišite podatke u tablicu. U čašu 1 dodajte 5 kapi octa i uključite zaporni sat. Izmjerite vrijeme (u sekundama) potrebno da se opažena promjena proširi do dna čaše. Zatim dodajte 5 kapi octa u čašu 2 i ponovite postupak mjerenja. Podatke unesite u tablicu.

Izračunajte brzinu širenja čestica octa u otopinama različite temperature prema formuli: brzina = put / vrijeme. Brzinu izrazite u m/s.

*Napomena: Ako možete, ponovite Korake 1 i 2 bar još jednom, a u tablicu upišite srednju vrijednost mjerenih podataka. (Srednja vrijednost = zbroj izmjerenih vrijednosti / broj mjerenja). Ili usporedite rezultate svog istraživanja s rezultatima istraživanja ostalih učenika.*

	Temperatura / °C	Visina stupca tekućine / cm	Vrijeme / s	Brzina kretanja čestica / (m/s)
ČAŠA 1				
ČAŠA 2				

Zapišite sva svoja opažanja.

Objasnite rezultate provedenog istraživanja.

Pitanje 1. Oblikujte istraživačko pitanje na koje je dobiven odgovor provođenjem ovog istraživanja.

Pitanje 2. Zašto je važno svako mjerenje ponoviti više puta?

---

Pitanje 3. Kako temperatura otopine utječe na brzinu kretanja čestica?

---

Pitanje 4. Usporedite brzinu kretanja čestica vode tijekom biljaka ljeti i tijekom kasne jeseni te objasnite kako je ta pojava povezana s izgledom biljaka tijekom tih godišnjih doba.

---

---

Pitanje 5. Može li temperatura vodotoka utjecati na prijenos tvari tijelom vodenih beskralježnjaka? Objasnite odgovor na temelju rezultata provedenog istraživanja.

---

---

Pitanje 6. Muha, kao i ostali kukci, nema stalnu tjelesnu temperaturu. Kako je razlika u aktivnosti muhe tijekom ljeta i kasne jeseni povezana s prijenosom hranjivih tvari njezinim tijelom?

---

---

### RL 13 Utrka kroz gužvu (znatan interes)

*Pribor i materijal: ocat, crveni kupus, vodovodna voda, ribež ili nož, zdjela, cjedilo, metar, zaporni sat, želatina u prahu, žlica, manja metalna posuda, hladnjak, odmjerna posuda, tanjurić*

Pitanje 1. Pretpostavite kojom se brzinom čestice octa šire kroz tvar u plinovitom i tekućem stanju te kroz tvar u stanju gela (najbrže, srednje brzo i najsporije).

---

**Korak 1.** Osigurajte jednog pomagača za provedbu istraživanja. Zatvorenu bocu s octom i tanjurić postavite na stol. Stanite na mjesto koje je 2 metra udaljeno od stola na kojem je ocat. Zamolite pomagača da otvori bocu s octom, ulije par mililitara octa na tanjurić i uključi zaporni sat. Pokušajte osjetiti miris octa. Kada osjetite miris octa dajte znak svom pomagaču da zaustavi zaporni sat.

Ponovite Korak 1 još najmanje jednom. Izračunajte srednje vrijednosti mjerenih podataka (srednja vrijednost = zbroj mjerenih podataka / broj mjerenja).

Zapišite svoja opažanja.

---

U priloženom pravokutniku izračunajte brzinu širenja čestica octa zrakom koristeći srednje mjerene vrijednosti. Brzinu izrazite u m/s. (brzina = put / vrijeme)

**Korak 2.** Pripremite sok crvenog kupusa (u zdjelicu sitno narežite 2 šake trakica crvenog kupusa i prelijte ih s 5 dL tople vode, pustite da odstoji desetak minuta i procijedite sok koristeći cjedilo). U čašu ulijte 2 dL soka crvenog kupusa i izmjerite visinu stupca tekućine u čaši. U čašu sa sokom crvenog kupusa kapnite 5 kapi octa i uključite zaporni sat. Izmjerite vrijeme potrebno da se opažena promjena proširi do dna čaše.

Ponovite Korak 2 još najmanje jednom. Izračunajte srednje vrijednosti mjerenih podataka (srednja vrijednost = zbroj mjerenih podataka / broj mjerenja).

Zapišite svoja opažanja.

---

U pravokutniku izračunajte brzinu širenja čestica octa otopinom koristeći srednje mjerene vrijednosti. Brzinu izrazite u m/s. (brzina = put / vrijeme)

**KORAK 3. OPREZ! OPASNOST OD OPEKLINA!** Izvedite ovaj korak u prisutnosti odrasle osobe. U čašu stavite polovicu sadržaja paketića mljevene želatine (oko 5 g), dodajte 3 žlice hladne vode i promiješajte. Pričekajte 5 minuta da želatina nabubri. U manju metalnu posudu ulijte 2 dL soka crvenog kupusa, dodajte nabubrenu želatinu i uz stalno miješanje lagano zagrijavajte na štednjaku dok se želatina ne otopi. Smjesu ostavite u metalnoj posudi da se malo ohladi, a zatim je prelijte u staklenu prozirnu čašu i stavite u hladnjak. Kad želatina očvrstne i smjesa u čaši postane gel izvadite je iz hladnjaka. Izmjerite visinu stupca smjese u čaši. Na gel u čaši kapnite 5 kapi octa i uključite zaporni sat. Izmjerite vrijeme potrebno da se opažena promjena proširi do dna čaše.

*Napomena: Ponovite Korak 3 još najmanje jednom. Izračunajte srednje vrijednosti mjerenih podataka (srednja vrijednost = zbroj mjerenih podataka / broj mjerenja). Ili usporedite rezultate svog istraživanja s rezultatima istraživanja ostalih učenika.*

Zapišite sva svoja opažanja.

---

U priloženom pravokutniku izračunajte brzinu širenja čestica octa kroz gel koristeći srednje mjerene vrijednosti. Brzinu izrazite u m/s. (brzina = put / vrijeme)

Pitanje 2. Usporedite vrijednosti izračunatih brzina kretanja čestica octa kroz tvari u različitim agregacijskim stanjima. Odgovara li vaša pretpostavka s početka istraživanja rezultatima mjerenja?

---

Pitanje 3. Oblikujte istraživačko pitanje na koje ste dobili odgovor provođenjem ovog istraživanja.

---

Pitanje 4. Koristeći znanje o rasporedu čestica tvari u pojedinim agregacijskim stanjima objasnite različite brzine prijenosa čestica octa kroz tvari različitih agregacijskih stanja.

---

Pitanje 5. U vodi u tlu otopljene su brojne mineralne tvari koje biljke uzimaju iz tla, zajedno s vodom, pomoću korijena. Opišite kako temperatura tla tijekom različitih godišnjih doba utječe na brzinu ulaska mineralnih tvari u korijen biljke i kako je to povezano s razvojem i preživljavanjem biljaka?

---

---

Pitanje 6. Citoplazma stanice je polutekuća. Objasnite bi li se tvari jednako uspješno prenosile stanicom da je citoplazma u čvrstom agregacijskom stanju.

---

---

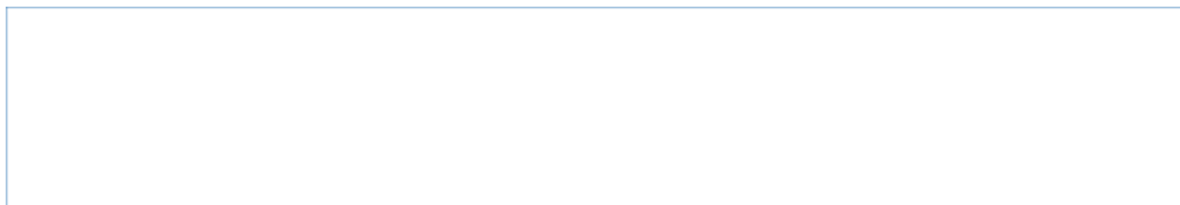
**RL 14 Skockajte se! (izraziti interes)**

*Pribor i materijal: ocat, crveni kupus, vodovodna voda, ribež, nož, zdjela, cjedilo, ravnalo, zaporni sat, želatina u prahu, žlica, manja metalna posuda, 3 čaše, četvrtasta posuda za hlađenje želatine, hladnjak, kuhinjski ubrus ili maramica, odmjerna posuda*


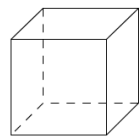
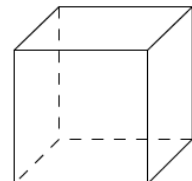
**KORAK 1.** Pripremite sok crvenog kupusa (u zdjelicu sitno narežite 2 šake trakica crvenog kupusa i prelijte ih s najmanje 5 dL tople vode, pustite da odstoji desetak minuta i procijedite sok koristeći cjedilo).

**KORAK 2. OPREZ! OPASNOST OD OPEKLINA!** Izvedite ovaj korak u prisutnosti odrasle osobe. U čašu stavite sadržaj paketića mljevene želatine (oko 10 g), dodajte 4 žlice hladne vode i promiješajte. Pričekajte 5 minuta da želatina nabubri. U manju metalnu posudu ulijte 4 dL soka crvenog kupusa, dodajte nabubrenu želatinu i uz stalno miješanje lagano zagrijavajte na štednjaku dok se želatina ne otopi. Smjesu ostavite u metalnoj posudi da se malo ohladi, a zatim je prelijte u manju četvrtastu posudu tako da visina stupca tekućine bude najmanje 3 cm. Posudu s tekućinom ohladite u hladnjaku da očvrstne u stanje gela.

**KORAK 3.** Izvadite posudu s gelom iz hladnjaka. Nožićem izrežite kocke gela koje sadrže sok crvenog kupusa dimenzija 1x1x1 cm, 2x2x2 cm i 3x3x3 cm. 3 čaše do polovice napunite vodovodnom vodom. U svaku čašu s vodom dodajte po 2 žlice octa i promiješajte. Sve tri kocke stavite istovremeno u po jednu čašu s vodenom otopinom octa i uključite zaporni sat. Pustite kocke da stoje u otopini 10 min, a zatim ih žlicom izvadite na papirnati ubrus, prerežite nožem na pola i izmjerite debljinu sloja u centimetrima (d/cm) na kojem uočavate promjenu. U pravokutniku crtežom prikažite opažene promjene, a rezultate mjerenja upišite u tablicu.



Rezultate mjerenja zapišite u priloženu tablicu (debljina sloja kocke na kojem je uočena promjena, d/cm). Izračunajte površinu (P) i volumen (V) kocki te odredite najmanji omjer površine i volumena (P/V) proučavanih kocki. Potom odredite brzinu širenja čestica octa kroz jednu ravninu kocke (brzina,  $v = \text{put} / \text{vrijeme}$ ).

	P(kocke)/cm <sup>2</sup>	V(kocke)/cm <sup>3</sup>	P/V	d/cm	v/cm s <sup>-1</sup>
a = 1 cm 					
a = 2cm 					
a = 3 cm 					

Pitanje 1. Hoće li preko površine tijela tvari brže izmjenjivati veći ili manji organizmi? Objasnite svoj odgovor, a objašnjenje temeljite na omjeru površine i volumena tijela.

Pitanje 2. Zašto je važno da su stanice mikroskopskih veličina?

Pitanje 3. Objasnite imaju li mali organizmi potrebu za razvojem organa za disanje i krvotoka.

Pitanje 4. Jesu li sve stanice višestaničnih organizama u direktnom kontaktu s okolinom? Objasnite svoj odgovor.

---

Pitanje 5. Zašto su višestanični organizmi morali razviti optjecajni i dišni sustav?

---

Pitanje 6. Kukci imaju jednostavnije građen optjecajni sustav od nekih bolje razvijenih organizama. Istražite i opišite kako su kukci nadoknadili taj nedostatak.

---

Pitanje 7. Plošnjaci su vrlo raznolika skupina beskralježnjaka. Nametnički oblici (metilji) imaju reducirano probavilo, dok slobodnoživuće vrste virnjaka imaju razgranato probavilo. Objasnite kako je razgranato probavilo virnjaka i reducirano probavilo metilja povezano s načinom njihova života i prehrane, ali i s prijenosom tvari kroz njihovo tijelo.

---

---



## Substance transfer learning adapted to students of different interests

*Marina Švelec<sup>1</sup>, Ines Radanović<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Primary School "Ivana Kukuljevića Sakcinskog", Ivanec, Croatia

[marina.svelec@skole.hr](mailto:marina.svelec@skole.hr)

<sup>2</sup> University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Zagreb, Croatia

### ABSTRACT

In addition to space, a modern school also includes a modern student and a modern teacher. Modern technologies have expanded the range of available sources of knowledge and provided access to a huge amount of data. Awareness of the availability of information through a few mouse clicks changes our students' view of school and encourages teachers to reconsider their own work methods and creates the need to discover and apply new, more modern teaching and learning techniques. In the traditional form of teaching, all students are offered the same contents, sources of knowledge and evaluation tasks. Today, more than ever before, it is clear that students differ in prior knowledge, motivation, cognitive abilities, pace and learning styles. Based on the observed differences, modern teaching models are also being developed, which imply an individualized approach to each student. The aim of the research was to analyze the success of learning the concept of Transfer of substances through the body of living beings among students of the 7th grade of elementary school, considering the level of interest. During the year 2022, the students studied the topic Transfer of substances through the body of living beings through collaborative learning, in such a way that after learning through discovery in homogeneous interest groups (weak, moderate, significant, and strong interest), they formed heterogeneous groups within which they exchanged research results and created a joint display of results. Most students were in the interest group of significant interest, and the least in the group of weak interest. Based on the teacher's observations and solving the work materials, most students of all interest groups successfully achieved II. cognitive level (application and conceptual understanding). In the final self-evaluation, all students declare that they find working in interest groups more interesting than classical work, and most of them believe that they learned more than in a class with a traditional approach to learning. In all interest groups, a high percentage of questions to which students did not offer an answer was recorded, which can be attributed to the lack of time to solve the tasks and to the fact that some students overestimated their interest and abilities. Based on the conducted teaching and learning, it can be concluded that collaborative learning with differentiated tasks for students with different interests contributes to greater student motivation and a better understanding of the taught biological concept.

**Keywords:** *learning by discovery; different interests of students; cooperative learning; conceptual understanding*