

Osnovna šola II Murska Sobota  
Cankarjeva ulica 91, Murska Sobota

Raziskovalna naloga

**ALI EKSPERIMENTALNO DELO POMAGA  
PRI LAŽJEM RAZUMEVANJU SNOVI**

Druga področja (didaktika poučevanja)

Avtorja: Lena Čarni, Teo Temlin

Mentorica: Sandra Vereš

Somentorica: Mateja Ivanič Zrim

Murska Sobota, februar 2023

## **ZAHVALA**

Posebna zahvala gre najini mentorici Sandri Vereš in somentorici Mateji Ivanič Zrim, ki sta nama z nasveti pomagali in naju usmerjali pri pisanju raziskovalne naloge.

Zahvala gre tudi najinima učiteljicama sloveščine in angleščine, Sabini Oletič in Simoni Šooš, ki sta lektorirali najino raziskovalno nalogo.

Za pomoč pri računalniškem oblikovanju se zahvaljujema svojima očetoma – Simonu Čarniju in Mateju Temlinu.

Zahvaljujema se tudi vsem ostalim, ki so nama stali ob strani, naju podpirali pri raziskovanju in pisanju raziskovalne naloge.

Navsezadnje se zahvaljujema tudi vsem anketirancem in učencem 8. razredov, ki so sodelovali pri izvajanju eksperimentov.

# KAZALO VSEBINE

KAZALO GRAFOV .....	4
POVZETEK .....	5
ABSTRACT .....	6
1 UVOD .....	7
1.1 Namen in cilji .....	7
1.2 Hipoteze.....	8
1.3 Metodologija dela.....	8
2 TEORETIČNI DEL.....	9
2.1 Kaj je eksperiment .....	9
2.2 Poučevanje naravoslovnih predmetov .....	10
2.3 Načini poučevanja.....	10
2.4 Razlogi za uvedbo raziskovalnega pouka in razlogi proti.....	11
2.5 Študije in raziskave o koristnosti eksperimentalnega dela pri pouku .....	12
2.6 Eksperiment pri pouku kemije .....	13
2.7 Eksperiment pri pouku fizike .....	13
2.7.1 Učiteljeva naloga pri pouku kemije in fizike.....	13
2.8 Oblike eksperimentalnega dela .....	14
2.8.1 Demonstracijski eksperiment.....	14
2.8.2 Eksperimentalno delo učencev .....	14
2.9 Potek poučevanja naravoslovnih predmetov na daljavo v času COVID-19 .....	15
3 EMPIRIČNI DEL.....	18
3.1 Anketa o poskusih in eksperimentalnem delu v šoli .....	18
3.2 Preverjanje napredka med učenci, ki so pri fiziki izvedli eksperiment, in učenci, ki ga niso... 30	
3.2.1 Preverjanje predznanja pri učencih.....	30
3.2.2 Izvedba poskusa v 8. a razredu.....	30
3.2.3 Delo v ostalih razredih.....	31
3.2.4 Preverjanje znanja po izvedenih aktivnostih.....	31
3.2.5 Ugotavljanje napredka po izvedenih aktivnostih .....	31
3.3 Preverjanje napredka med učenci, ki so pri kemiji izvedli eksperiment, in učenci, ki ga niso 35	
3.3.1 Preverjanje predznanja pri učencih.....	35
3.3.2 Izvedba poskusa v 8. b razredu .....	35
3.3.3 Delo v ostalih razredih.....	35
3.3.4 Preverjanje znanja po izvedenih aktivnostih.....	35

ZAKLJUČEK .....	39
VIRI IN LITERATURA .....	41
PRILOGE .....	43
Priloga 1: Anketni vprašalnik .....	43
Priloga 2: Delovni list pri fiziki.....	46
Priloga 3: Delovni list pri kemiji .....	47

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku fizike? .....	18
Graf 2: Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku kemije? .....	19
Graf 3: Pouk fizike je zanimiv .....	19
Graf 4: Fiziko razumem.....	20
Graf 5: Pouk kemije je zanimiv .....	21
Graf 6: Kemijo razumem.....	21
Graf 7: Poskus mi pomaga pri razumevanju snovi .....	22
Graf 8: Izvajanje poskusa je zanimivo.....	23
Graf 9: Poskusov pri fiziki bi moralo biti več .....	24
Graf 10: Poskusov pri kemiji bi moralo biti več.....	24
Graf 11: Kako bi ocenil kakovost izvedbe poskusa, ki ga izvede učiteljica? .....	25
Graf 12: Ali misliš, da zaradi poskusa bolje razumeš obravnavano snov? .....	26
Graf 13: Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku fizike? .....	26
Graf 14: Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku kemije? .....	27
Graf 15: Kateri način izvajanja ti najbolj ustreza? .....	28
Graf 16: Kaj bi bilo potrebno narediti, da bi lahko izvedli več poskusov?.....	29
Graf 17: Napredek pri poznavanju količin in enot.....	31
Graf 18: Kako delimo gibanje glede na tir? .....	32
Graf 19: Kako delimo gibanje glede na hitrost? .....	33
Graf 20: Izračunaj hitrost avtomobila.....	33
Graf 21: Nariši graf $v/t$ .....	34
Graf 22: Topnost soli, sladkorja in joda .....	36
Graf 23: Topnost v bencinu .....	36
Graf 24: Električna prevodnost v trdnem agregatnem stanju.....	37
Graf 25: Električna prevodnost v vodni raztopini.....	38

## POVZETEK

V raziskovalni nalogi z naslovom Ali eksperimentalno delo pomaga pri lažjem razumevanju snovi sva raziskovala pomembnosti eksperimentalnega dela pri pouku. Zanimalo naju je, kakšno mnenje o eksperimentalnem delu imajo učenci naše šole, kar sva raziskala s pomočjo anketnega vprašalnika. S pomočjo dveh poskusov pa sva pri dveh različnih predmetih raziskovala, kakšen vpliv ima na razumevanje obravnavane vsebine izveden eksperiment v času pouka. Z učenci testnega osmega razreda smo pri pouku fizike naredili eksperiment, ki bi jim pomagal pri lažjem razumevanju snovi o gibanju, pri kemiji pa eksperiment, ki bi jim pomagal pri lažjem razumevanju snovi o ionskih kristalih in prevodnosti elektrike v ionskih kristalih. V ostalih dveh kontrolnih razredih eksperimenta nismo izvedli, učiteljica jim je snov le razložila. Pripravila sva kratke teste za pred in po obravnavani učni vsebini. V vseh razredih so test rešili pred in po obravnavani učni vsebini. Ugotovila sva, da so učenci mnenja, da jim eksperiment pomaga pri boljšem razumevanju obravnavane snovi pri fiziki in kemiji in da si želijo več eksperimentalnega dela pri pouku. Prav tako sva ugotovila, da razlaga snovi s pomočjo eksperimenta pomaga učencem pri boljšem razumevanju obravnavane snovi.

Ključne besede: eksperimentalno delo, eksperiment, kemija, fizika

## **ABSTRACT**

In our research paper "Does experimental work help to facilitate understanding?" we explored the importance of experimental work in the classroom. We were interested in the students' perception of experimental work in our school, which we explored by means of a questionnaire. We investigated the impact of experiments in the classroom on the understanding of the content by conducting two experiments in two different subjects. These were physics and chemistry. We conducted an experiment with 8th grade students in physics to help them understand the topic about motion, and an experiment in chemistry to help them understand the topic on ionic crystals and the conduction of electricity in ionic crystals. We prepared short tests for before and after the experiment. In two classes we did not do the experiment, but the teacher just explained the material to them. In the third class, they solved the test before and after the experiment. We found that the pupils agreed that the experiment helped them to understand the material in physics and chemistry better and that they would like to do more experimental work in class. We also found that explaining the material through the experiment helps students to understand the material better.

Key words: experimental work, experiment, chemistry, physics.

# 1 UVOD

Pri pouku se srečujemo z različnimi metodami dela v razredu. Način poučevanja je odvisen od učnega predmeta in od učitelja, ki predmet poučuje. V svojem devetletnem izobraževanju sva izkusila različne načine poučevanja. Najzanimivejši način se nama je zdel eksperimentalno delo, za katerega meniva, da najbolj prispeva k razumevanju obravnavane tematike. To najino izkušnjo potrjuje tudi nekaj študij, ki jih bova predstavila v najini raziskovalni nalogi. Opisala bova, kaj je eksperiment, kakšen je vpliv raziskovalnega dela na pouk ter vlogo učitelja pri tem. Predstavila pa bova tudi mnenje in izkušnje starejših učencev naše šole, ki so se že srečali z eksperimentalnim delom pri pouku. Pred raziskovanjem sva si postavila nekaj hipotez, ki jih bova ob koncu potrdila ali ovrgla na podlagi rezultatov, ki sva jih pridobila z eksperimentoma pri fiziki in kemiji.

Za raziskovanje vprašanja o koristnosti eksperimentov pri pouku pa sva se odločila tudi zaradi tega, ker sva že v vrtcu rada raziskovala različne predmete v vsakdanjem okolju in življenju. Veliko smo hodili na izlete, sprehode in raziskovali okolje, zelo malo pa smo se učili o teoriji. Ko sva prišla v osnovno šolo, se je to spremenilo. V bistvu je bilo ravno obratno – malo eksperimentov in veliko teorije. Snovi je bilo veliko, malo pa poskusov, ki bi nam snov približali na izkustveni način. Med najinimi sošolci je kar nekaj takšnih, ki si snov težje zapomnijo in potrebujejo dodatno razlago ter pomoč. Spraševala sva se, če bi jim razlaga snovi s poskusi pomagala pri razumevanju snovi.

Tudi zaradi pouka na daljavo smo bili v zadnjem obdobju prikrajšani za tak način poučevanja. K temu je prispevala pandemija COVID-19, saj so se šole zaprle oz. je pouk potekal deloma v šoli, deloma od doma. Med tem časom so se morali učitelji znajti in pouk prilagoditi delu od doma.

## 1.1 Namen in cilji

Namen raziskovalne naloge je predvsem s pomočjo literature, virov in empiričnim raziskovanjem odkriti pomen eksperimentalnega dela pri razumevanju učnih vsebin. Namen je tudi ugotoviti, ali si učenci želijo eksperimentalnega dela in ali jim eksperimentalno delo pomaga pri boljšem razumevanju obravnavane snovi.

Glavni cilj raziskovalne naloge je opredeliti eksperimentalno delo pri pouku kot koristno za boljše razumevanje snovi.

Ostali cilji so še:

- razlaga osnovnih pojmov raziskovalnega področja,
- opredeliti eksperimentalno delo v času šolanja na daljavo,
- prikazati mnenje učencev o eksperimentalnem delu v razredu,
- primerjava znanja obravnavane vsebine v razredu, kjer se je opravil eksperiment, in v razredu, kjer eksperimenta ni bilo.

Namen raziskovalne naloge je tudi predstaviti njene izsledke učiteljem naše šole in jih s tem spodbuditi k razmisleku o koristi izkustvenega učenja ter spodbuditi več eksperimentalnega dela pri samem pouku.

## 1.2 Hipoteze

Na podlagi virov in literature sva si zastavila hipoteze, ki jih bova po opravljeni raziskavi potrdila ali ovrgla.

**HIPOTEZA 1:** Predpostavljava, da eksperimentalno delo pomaga pri boljšem razumevanju snovi.

**HIPOTEZA 2:** Predpostavljava, da si učenci želijo več eksperimentalnega dela pri pouku.

**HIPOTEZA 3:** Predpostavljava, da učenci najraje delajo v parih ali skupinah.

## 1.3 Metodologija dela

Pri kvantitativnem raziskovanju sva v teoretičnem delu uporabila metodo deskripcije, v empiričnem delu pa anketo in eksperiment. Pri izvedenem eksperimentu sva naključno izbrala eksperimentalno skupino – razred, kjer sva izvedla poskus pri obravnavi snovi, ostala razreda sta bila kontrolna skupina.

Za eksperiment pri fiziki sva izbrala drugo kontrolno skupino kot za eksperiment pri kemiji. S tem sva se želela izogniti temu, da bi boljši rezultata pri testu izhajali iz boljšega predznanja učno močnejše skupine.



Uporabila sva naslednje metode proučevanja:

- pregled dostopne literature in spletnih virov,
- anketiranje s pomočjo vprašalnika za učence,
- preverjanje znanja pred in po obravnavani učni vsebini,
- predstavitev in analiza vseh pridobljenih podatkov.

Raziskava ankete je temeljila na priložnostnem vzorcu 75 učencev osmega in devetega razreda naše šole. Raziskava preverjanja znanja pa se je izvedla na priložnostnem vzorcu 40 osmošolcev.

V raziskavi so sodelovali vsi učenci, ki so bili v času raziskovanja prisotni v šoli.

## **2 TEORETIČNI DEL**

### **2.1 Kaj je eksperiment**

Slovenski veliki leksikon (2003) eksperiment opredeli kot: »znanstveni postopek, preizkus za sproženje in raziskovanje kakega pojava v natanko določenih in ponovljivih okoliščinah; zlasti preskušanje predpostavke (npr. v eksperimentalnih vedah) dostikrat s pomočjo prirejenih vzorcev. Eksperiment je tudi poskusno uvajanje novih načrtov, metod.«

Greenwood s sodelavci (2006) eksperiment opiše kot načrtovan postopek, proces, ki je namenjen testiranju ene ali več hipotez in njihovih napovedi. Po mnenju raziskovalcev, znanstvenikov je dobro, da je velikost čim večja za izvedbo samega eksperimenta. Danes nekateri učitelji kot metodo dela pogosto izberejo eksperiment, s katerim predstavijo in razložijo novo snov, poskrbijo za motivacijo in vzbudijo interes za vedeti več ali en sam predmet. Pogosto je uporabljen pri kemiji, biologiji in fiziki (Pelko, 2012).

Eksperiment je pri pouku velikokrat uporabljena metoda dela, najpogosteje pa ga učitelji uporabljajo pri naravoslovnih predmetih, kot so kemija, fizika in biologija, vendar pa je uporaben tudi pri didaktiki, sociologiji, psihologiji in drugih predmetih. Z eksperimentom učitelji razlagajo, preverjajo razne zakonitosti, ga uporabljajo za motivacijo ali le kot popestritev same ure. Z eksperimentom namreč želijo spodbuditi interes učenca za predmet, želijo vzbuditi zanimanje po nečem več (Pelko, 2012).

Eksperiment in poskus sta sopomenki in sta del raziskovalnega dela in praktičnega načina poučevanja. Eksperiment razumemo kot načrtovan postopek, ki ga izvajamo za pridobitev novega znanja, poskus pa je konkretna realizacija eksperimenta.

## **2.2 Poučevanje naravoslovnih predmetov**

Splošni cilji učnega načrta za naravoslovje in tehniko iz leta 2011 navajajo, da naj se učenci pri predmetu urijo v raziskovanju tudi s pomočjo poskusov in eksperimentov. Splošni cilji predmeta se tako izražajo v operativnih ciljih, ki vključujejo med drugim tudi razvijanje eksperimentalnih spretnosti.

Učni načrt iz leta 2011 pri fiziki in kemiji že pri opredelitvi predmeta navaja, da naj učenci nova spoznanja usvajajo z eksperimentalnim delom. V učnem načrtu najdemo predloge za eksperimentalno delo učencev. Eksperimentalno delo je tudi opredeljeno kot standard znanja, ki se ga naj upošteva pri preverjanju in ocenjevanju.

Crawfordova (2000) navaja, da je pouk, ki temelji na raziskovanju učencev, spodbuden tako za učence kot za učitelja. V raziskavi je Crawfordova (2000) eno leto spremljala učitelja, ki je pri svojem pouku uporabljal raziskovalni pristop. Opazovala je vloge, ki jih je učitelj prevzel pri takšnem načinu pouka. Razvrstila jih je v deset kategorij: učitelj kot motivator, diagnostik, vodja, inovator, eksperimentator, raziskovalec, moderator, mentor, sodelavec in tisti, ki pridobiva znanje. Temeljni zaključki njene raziskave so, da je učenje z raziskovanjem zasidrano v vsebini, da naj učitelji sprejemajo učenje z raziskovanjem kot vsebinsko in pedagoško osnovo in razvijajo sodelovalno učenje med učenci ter učenci in učiteljem. Opisan način pouka od učitelja zahteva mnogo večjo angažiranost kot pri tradicionalni obliki pouka. Ravno to pa naj bi bil glavni razlog, da je raziskovalna oblika pouka pri pouku redkost (Crawford, 2007, v Pelko, 2012).

## **2.3 Načini poučevanja**

Načini poučevanja, ki so zapisani v učnem načrtu, se lahko uporabljajo glede na predmet, starost učencev in druge dejavnike. Najpogostejši načini poučevanja so: frontalni pouk ali predavanje, diskusija, delo v parih, praktično delo, vaje, e-učenje, demonstracija, igranje vlog ...

Pri praktičnem delu učenci pridobijo praktične izkušnje z izvajanjem dejavnosti, kot so laboratorijske vaje, terensko delo in ustvarjalno delo pri umetnosti. Ta metoda pomaga učencu, da pridobi praktične spretnosti in razume povezavo obravnavane vsebine z življenjem.

Pri demonstraciji pa učitelj prikaže in razloži postopek, prikaže rezultate po opravljanem poskusu in predstavi naloge, ki jih nato učenci sami opravijo.

Učne oblike so socialne oblike, v katerih se izvaja učni proces, to je učenje in poučevanje. Pouk lahko poteka v frontalni učni obliki (neposredno poučevanje), skupinski učni obliki, v dvojicah in v individualni obliki (Tomić, 1997, str. 119).

## **2.4 Razlogi za uvedbo raziskovalnega pouka in razlogi proti**

Raziskovalno delo je del raziskovalnega pouka. Sandra Palcich (2018) je v svoji diplomski nalogi zapisala:

Učenci med raziskovalnim poukom ne pridobivajo le znanja, ampak se učijo tudi samostojnosti, kritičnega razmišljanja, organizacije učenja in racionalnega sprejemanja odločitev. Naštete lastnosti so v današnjem, hitro razvijajočem se svetu, (pre)polnem informacij, izredno pomembne (Marentič Požarnik, 2008; Krnel, 2007).

Ker so učenci med raziskovalnim poukom bolj aktivni, kot bi bili med tradicionalnim poukom, je njihovo znanje trajnejše. Ugodni učinki se kažejo v priljubljenosti predmeta, posledično pa tudi v motiviranosti za učenje (Marentič Požarnik, 2008). Zaradi velikega poudarka na komunikaciji pa je bil napredek opažen tudi v znanju materinščine in na sposobnosti izražanja (Gostinčar Blagotinšek, 2016).

Po drugi strani pa je tradicionalni pouk bolj sistematičen in je primernejši za učno manj sposobne učence. Enostavnejši je tudi za učitelja, saj zahteva manj načrtovanja in sprotnega usklajevanja. Pri klasičnem pouku namreč učitelj lažje nadzoruje potek pouka, informacije podaja bolj sistematično, pouk pa lahko načrtuje tudi dolgoročno (Marentič Požarnik, 2008).

Izjemno pozornost moramo nameniti postopnemu uvajanju raziskovalnega pouka, saj prevelika samostojnost učencev, ko na to še niso pripravljeni, raziskovanju škoduje. Psihologi namreč trdijo, da je v tem primeru raziskovalni pouk lahko preveč obremenjujoč za spomin. Kapaciteta kratkoročnega spomina je omejena – če gre za procese še toliko bolj, tako kvantitativno kot tudi časovno. Največ težav s transferjem v dolgoročni spomin se pojavi, če

so vsi podatki popolnoma novi (Kirschner, Sweller, Clark, 2006). V izogib temu raziskovalni pouk sestavimo tako, da se bo staro povezovalo z novim, priročni pa so tudi delovni listi, ki učenca vodijo in spodbujajo sprotno zapisovanje (Gostinčar Blagotinšek, 2016).

Težava, ki se še dandanes pojavlja v šolah, pa je tudi ekonomske narave: ponekod namreč še vedno nimajo ustreznih pripomočkov, s katerimi bi lahko izvajali nekatere zahtevnejše poskuse. Še večkrat pa pripomočkov ni dovolj, da bi poskuse izvajali v ustrezno majhnih skupinah. Nekatere poskuse res lahko izvedemo z enostavnimi, vsakodnevnimi pripomočki, vendar pa za natančne meritve potrebujemo zahtevnejše pripomočke. Ustrezni pripomočki so včasih potrebni tudi zaradi zagotavljanja ustrezne varnosti, kot primer lahko navedem eksperimente iz sklopov elektrika in magnetizem (Marentič Požarnik, 2008).

Težava raziskovalnega pouka je tudi časovna zahtevnost. Vsi v nadaljevanju opisani procesi zahtevajo pri načrtovanju in med procesom samim več časa kot klasičen pouk, vendar učitelji iz prakse poročajo, da se z izkušnostjo učencev in učiteljev časovna zahtevnost zmanjšuje (Gostinčar Blagotinšek, 2016).

## **2.5 Študije in raziskave o koristnosti eksperimentalnega dela pri pouku**

Mednarodna raziskava TIMSS (kratica v angleščini za Trends in International Mathematics and Science Study) je raziskava trendov znanja matematike in naravoslovje, ki se izvaja vsaka 4 leta. Prva raziskava je bila izvedena leta 1995, kar pomeni, da je leta 2015 TIMSS obeleževal že svojo 20. obletnico. Raziskavo vodi Mednarodni projektni center na univerzi Boston College iz ZDA. TIMSS je eden od projektov Mednarodne zveze za proučevanje učinkov izobraževanja, IEA (TIMSS, b. d.). Cilj raziskave TIMSS je pomoč državam pri sprejemanju odločitev o spremembah in izboljšanjih načrta izobraževanja in učnih načrtov (Japelj Pavešić in Svetlik, 2016).

TIMSS 2015 ugotavlja, da je delež slovenskih osnovnošolcev, ki so deležni zelo zavzetega poučevanja fizike, kemije, biologije ter ved o Zemlji, kar za polovico manjši od mednarodnega povprečja in je najnižje izmed držav, v katerih naravoslovje poučujejo po posameznih predmetih. Pri nas so bile pri kemiji in fiziki opažene tudi značilne razlike med dosežki učencev, ki imajo zelo in srednje zavzete učitelje, in dosežki učencev, ki so poučevanje svojega učitelja opisali kot nezavzetega. Razlike so statistično pomembne (Japelj Pavešić in Svetlik, 2016).

Rezultati raziskave so že samo po sebi dovolj zgovorni, smiselno pa je sklepati, da bolj zavzeti učitelji izvajajo različne oblike pouka, potrudijo se izbrskati različne zanimivosti in jih vključujejo v pouk, z učenci ali vsaj demokratsko izvajajo eksperimente (Palcich, 2018).

## **2.6 Eksperiment pri pouku kemije**

Kemija je težek predmet in posledično nerazumljiv za številne učence. Pri kemiji se srečujemo z veliko teorije, kot je: računanje, pretvarjanje, skiciranje, predvsem pa se je treba veliko stvari naučiti na pamet. To povzroči pri številnih učencih veliko nezainteresiranost za ta predmet.

Danes se vse več pozornosti namenja kemiji in eksperimentalnemu delu. Uveljavljene so različne oblike eksperimentalnega dela, ki lahko omogočijo doseganje različnih učnih ciljev, ki jih v pedagoškem procesu želimo uresničiti. Žal se v praksi na področju eksperimentalnega dela ne posveča dovolj pozornosti pri izbiri najprimernejšega načina izvedbe eksperimenta.

Zavedati se moramo, da je med najpomembnejšimi predlogi poučevanja prav izbira metode in oblika dela, zato je za izboljšanje pouka predmeta kemije zasnova in preučevanje načina izvedbe eksperimenta kot specialnodidaktičnega pristopa posebnega pomena. Učencem tako omogočimo lažje razumevanje in hkrati tudi razvijanje različnih strategij mišljenja, ki sta med temeljnimi cilji kurikularne prenove (Izhodišča kurikularne prenove, 1996).

## **2.7 Eksperiment pri pouku fizike**

Eksperiment je osnovno orodje učitelja fizike, saj ga rabi za razlago nove snovi in je njegov pripomoček, s katerim si pomaga pri razlaganju snovi.

Včasih je pouk fizike temeljil izključno na demonstracijskem eksperimentu učitelja, danes pa vse več učiteljev želi, da bi pri pouku fizike eksperimentirali učenci sami. Raznolikost učnih tem terja od učitelja obvladovanje obeh vrst šolskega eksperimenta (demonstracija in eksperimenti učencev), saj se njuni vlogi pri pouku fizike dopolnjujeta (Pelko, 2012).

### **2.7.1 Učiteljeva naloga pri pouku kemije in fizike**

Pelko (2012) navaja, da je eden od načinov, s katerim lahko dosežemo izboljšanje globalnega razumevanja snovi pri učencih, zagotovo eksperimentalno delo. Vključevanje le-tega v pouk je vsekakor povezano s preišljenim načrtovanjem strategije izvedbe izbranega eksperimenta (Wissiak Grm, Glažar 2001). Razlog, da učenci pojmujejo predmet kemija kot nerazumljiv in

težak, je velikokrat v pomanjkljivem in neustrezno vodenem eksperimentalnem delu (Johnston 1993).

Veliko teorije povzroča nezainteresiranost, zato je pomembno, da učitelj predmet naredi zanimiv. Učitelju so, če želi v tem procesu sodelovati kakovostno in hkrati znanstveno, zaupane različne naloge. Ugotoviti mora učenčevo predznanje, prepoznati učenčeve napačne pojmovne predstave, biti sposoben učenca neprenehoma spodbujati na poti doseganja novega znanja ter navsezadnje učenčevo pridobljeno znanje tudi znati kritično oceniti. Za uspešno eksperimentalno delo pa mora učitelj obvladati tudi spretnosti eksperimentiranja in vzgajati učence za varno in pravilno delo (Wissiak Grm, Glažar, 2001, v Pelko, 2012).

## **2.8 Oblike eksperimentalnega dela**

### **2.8.1 Demonstracijski eksperiment**

Gre za eksperiment, ki ga pripravi in izvaja učitelj ali učenec demonstrator. Učenci imajo pasivno vlogo opazovalca ter ob učiteljevi razlagi ugotavljajo in sklepajo. Demonstracijski eksperiment je lahko odlična motivacija in podlaga za preverjanje določenih zakonitosti. Z njim učitelj lahko prikaže določene pojave. Vse, kar učitelj prikaže učencem, mora biti dobro vidno, saj z eksperimentom vpliva tudi na učenčeva čustva in želi z njim doseči pozitiven odziv. Uporabljeni pripomočki morajo biti privlačni in zanimivi. Učence je treba predhodno opozoriti, na kaj morajo biti pozorni, in po potrebi eksperiment večkrat prikazati. Zelo pomembna je skrb za varnost, kajti eksperiment ne sme ogroziti varnosti učencev, učitelj pa je dolžan poskrbeti tudi za svojo varnost. Poznati mora predpise o varnosti pri šolskem delu in jih dosledno upoštevati. Posebej je treba omeniti delo z elektriko, z močnimi izviri vidne ali ultravijolične svetlobe (laser, živosrebrove svetilke), z gorljivimi snovmi, zlasti s plinom, z vrelo vodo in vodno paro ipd. (Pelko, 2012).

### **2.8.2 Eksperimentalno delo učencev**

Gre za eksperimentalno delo učencev, kjer imajo le-ti aktivno vlogo, saj eksperiment samostojno izvajajo in na osnovi pridobljenih podatkov rešujejo problem oziroma nalogo. Takšen način dela omogoča učencem neposreden stik s pojavi in z različnimi napravami. Zaradi tega ima takšno eksperimentalno delo veliko spoznavno in vzgojno vrednost. Takšni eksperimenti so lahko namenjeni neposrednemu opazovanju pojavov, iskanju ali preverjanju

zakonitosti, pridobivanju izkušenj z merilnimi napravami in merjenji. Eksperimenti učencev so integralni del pouka in jih ni mogoče izločiti kot posebne dejavnosti. Izvedba eksperimenta lahko poteka kot skupinsko delo heterogene ali homogene skupine, kot delo v dvojicah in individualno. Učiteljeva naloga je, da učencem pripravi podrobnejša pisna navodila za delo, med izvajanjem nadzoruje potek eksperimenta in nudi pomoč v primeru zapletov. Glavno nevarnost pri poskusih iz fizike vsekakor predstavlja elektrika. Učenci smejo imeti opravka le z električnimi napetostmi, ki ne presežejo 20–30 V. V primeru, da delajo učenci eksperiment z odprtim plamenom, z laserji, z vakuumom in podobnim, morajo imeti osebna zaščitna sredstva, poskrbljeno pa mora biti za posebne varnostne ukrepe v učilnici. Učitelj se mora zavedati svoje odgovornosti za varno delo učencev in zahtevati opremo, ki tako delo omogoča. Eksperiment se mora zaključiti z analizo, pri kateri sodelujejo vsi njegovi izvajalci (Pelko, 2012).

## **2.9 Potek poučevanja naravoslovnih predmetov na daljavo v času COVID-19**

V času poučevanja na daljavo se je oblika poučevanja fizike drastično spremenila. Poučevanje na daljavo od učiteljev zahteva nenehno prilagajanje na trenutne razmere in skrbno načrtovanje učnega procesa za uspešno doseganje željenih učnih ciljev. Pri pouku fizike sta pomembna teorija in eksperimentalno delo, ki se medsebojno dopolnjujeta. Učitelji so morali kombinacijo omenjenega prenesti v spletno učno okolje, kar je predstavljalo velik izziv. Ker je predmet fizika pogosto nepriljubljen, ima izključitev običajnega eksperimentalnega dela iz poučevanja velik vpliv na učence. Na splošno je imelo zaprtje šol negativen vpliv na teoretično in praktično znanje in razumevanje pri naravoslovnih predmetih (Klein idr., 2020; Štibi idr., 2020).

V literaturi lahko najdemo različne načine izvajanja eksperimentalnega dela na daljavo. Učitelj lahko izvede eksperiment v času virtualnega pouka pred učenci ali pa učencem posreduje video posnetek eksperimenta. Pomanjkljivost pri obeh načinih izvedbe je izključenost učenca iz procesa izvedbe in pasivno prejemanje informacij. Prednost posredovanja video posnetka je, da si učenci lahko eksperiment in njegov izid po potrebi večkrat ogledajo. Drugi način izvajanja eksperimentalnega dela na daljavo je, da lahko učenci individualno izvedejo preproste eksperimente s spletnim nadzorom učitelja. To velja za enostavne in varne eksperimente, ki se jih da izvesti z vsakdanjimi predmeti in dostopnim materialom. Učenci tako pridobijo izkušnje in se seznanijo z uporabo orodij in postopkov, s katerimi zbirajo in

obdelujejo informacije. Za prikaz naravnih zakonitosti in zahtevnejših eksperimentov lahko učitelj uporabi spletne simulacije in animacije. Pri tem mora učitelj predhodno preveriti kvaliteto gradiv, ki so lahko zavajajoča ali strokovno pomanjkljiva. Delo na daljavo omogoča tudi izvedbo raziskovalnih nalog. Učenci morajo pri tem sami načrtovati eksperiment in slediti vsem ključnim korakom raziskovanja (postavitev raziskovalnega vprašanja, hipoteze, načrtovanje metode dela, obdelava in interpretacija podatkov, rezultat). Na koncu vseh predstavljenih oblik dela mora učitelj omogočiti diskusijo z učenci o izidih eksperimenta in dobljenih rezultatih (Orel, 2020; Campari idr., 2021).

Učitelju in učencem lahko olajšajo izvajanje eksperimentov v domačem okolju pametni telefoni, ki nudijo širok nabor senzorjev, s katerimi se meri fizikalne količine. Pametni telefoni vključujejo mikrofona, zvočnik, kamero, navigacijo, barometer, kompas, termometer, merilnik pospeška, osvetljenost itd. Da se pametni telefon uporabi kot merilna naprava v fizikalnem eksperimentu, je potrebna primerna aplikacija, na primer: Phyphox, Physics Toolbox, Pocket Physics idr. (Orel, 2020).

Campari in drugi (2021) so raziskali stališče učencev do individualnega izvajanja eksperimentalnega dela. Raziskava je pokazala, da je velika večina učencev zadovoljna s takim pristopom izvajanja eksperimentov na daljavo in pridobljenimi izkušnjami. Samostojno delo na daljavo je učence prisililo k poglobljenemu razmišljanju o tem, kaj so delali. Pri tem so bili učenci previdnejši in pozornejši kot pri delu v razredu. Omejitev pri izvajanju je, če učitelj načrtuje take eksperimente, kjer niso uporabljeni zgolj vsakdanji dostopni pripomočki. V tem primeru bi moral učitelj zagotoviti učencem potrebne pripomočke, na primer, če ima dostop do šolskega laboratorija, pripomočke pošlje po pošti. Negativna plat takega načina dela za učence je samostojno izvajanje eksperimenta, kjer je manj sodelovanja, medsebojne pomoči in zabave kot pri delu v manjših skupinah. V raziskavi so poudarili, da je bistvena komponenta učnega procesa neposreden odnos med učitelji in učenci (Bertoncelj, 2021).

Med pandemijo covid-19 smo bili šolarji prikrajšani do podrobne in kakovostne razlage učne snovi, stikov z učiteljem v živo, dodatnih in dopolnilnih poukov in seveda eksperimentalnega dela. Izvedba sledečega ni bila možna, saj nismo imeli dostopa do pripomočkov za izvajanje poskusa od doma. Ker sva v svoji raziskovalni nalogi ugotovila, da šolarji potrebujejo eksperimentalno delo in da jim le-to pomaga pri razumevanju obravnavane snovi, sva prepričana, da bi nam to v letih epidemije zelo pomagalo. Marsikatera generacija se je tudi



prvič srečala s predmeti, pri katerih je eksperimentalno delo zelo pomembno, zato bi bilo za njih izvajanje eksperimentov še pomembnejše.

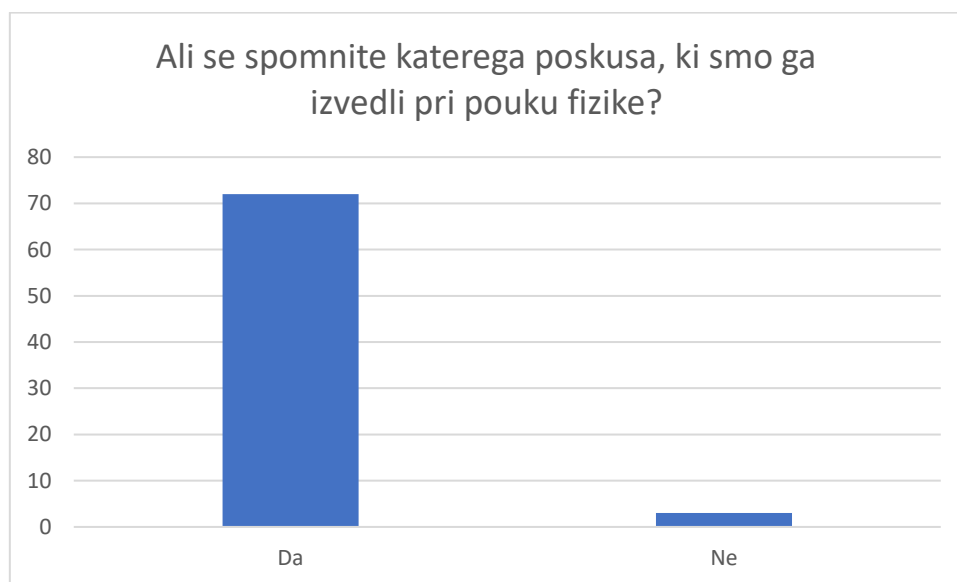
## 3 EMPIRIČNI DEL

### 3.1 Anketa o poskusih in eksperimentalnem delu v šoli

Skupaj z učiteljico sva sestavila anketo, s katero sva hotela preveriti pogled učencev na eksperimentalno delo in poskuse pri pouku (ali hočejo več poskusov, kako jim ti pomagajo ...). Razdelila sva jo učencem osmih in devetih razredov, ki imajo že izkušnje z eksperimentalnim delom. Skupno število anketiranih učencev je 75, anketa je bila anonimna.

Analiza ankete Izvajanje poskusov pri pouku:

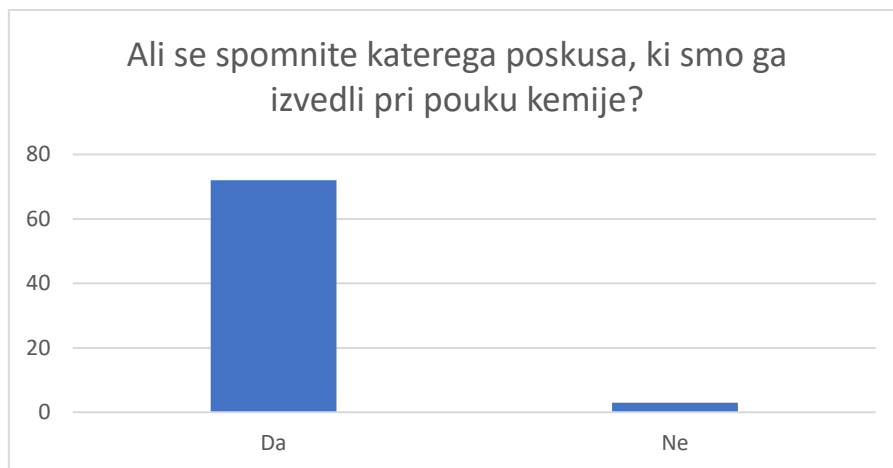
**Vprašanje 1: Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku fizike?**



Graf 1: Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku fizike?

Iz grafa je razvidno, da se od 75 vprašanih učencev 72 (96 %) spomni poskusa pri pouku fizike. Trije učenci (4 %) se ga ne spomnijo (sklepava, da so bili takrat odsotni). Trije učenci so glede na število vprašanih relativno majhna številka, kar kaže, da se pri pouku fizike (tudi v 8. razredu) že izvajajo eksperimenti (poskusi).

## Vprašanje 2: Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku kemije?



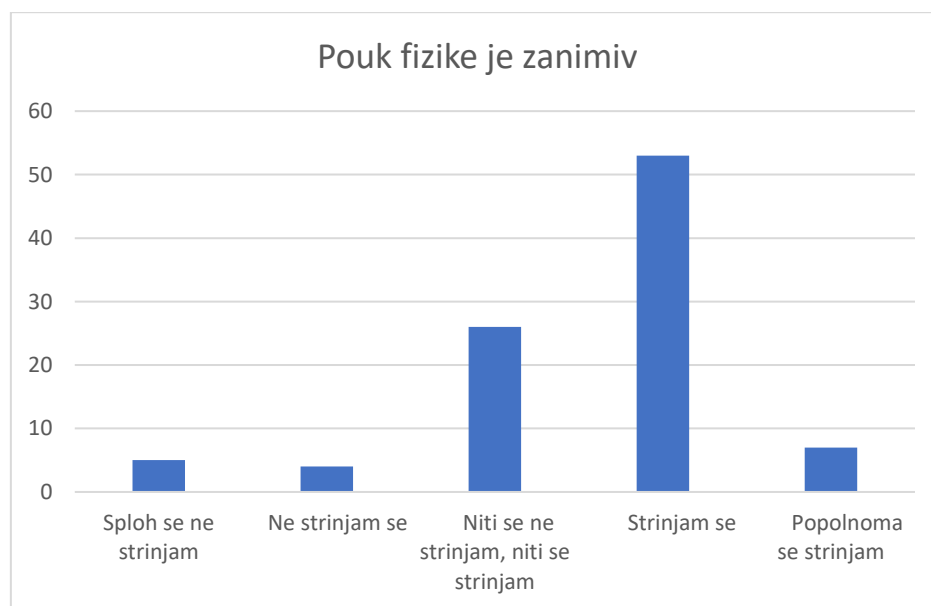
Graf 2: Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku kemije?

Pri pouku kemije je enako kot pri pouku fizike – 72 učencev (96 %) se spomni poskusa, 3 (4 %) pa ne. Opazila sva, da tokrat ne gre za iste učence, ki se ne spomnijo poskusa pri pouku fizike. Prišla sva do enakega sklepa, da so bili učenci takrat odsotni.

## Vprašanje 3: Označi spodnje trditve

Pri tem vprašanju so morali učenci izbirati med možnimi odgovori, s katerimi so odgovorili na trditve. Možni odgovori so: sploh se ne strinjam, ne strinjam se, niti se ne strinjam niti se strinjam, strinjam se in popolnoma se strinjam.

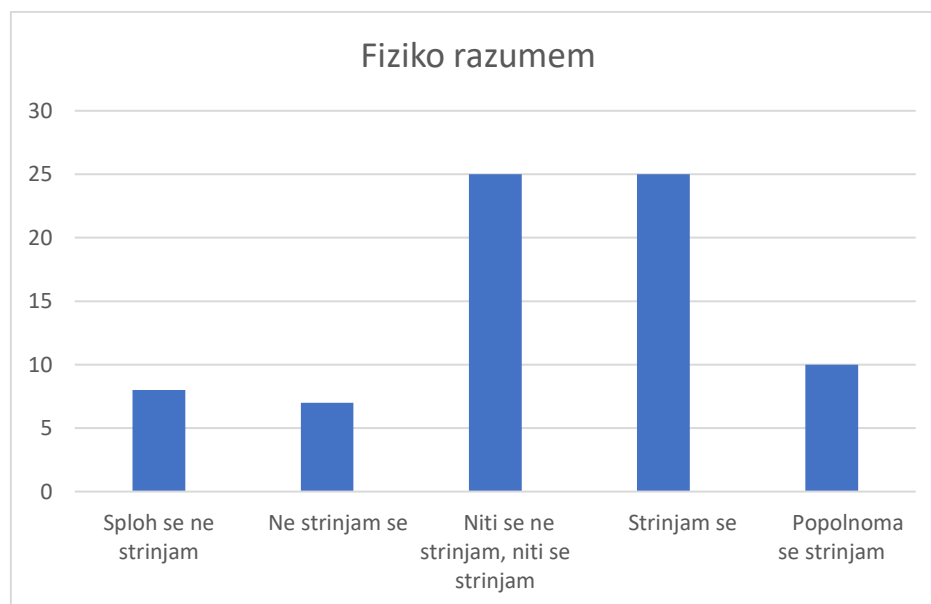
### Trditev 1: Pouk fizike je zanimiv



Graf 3: Pouk fizike je zanimiv

Iz grafa lahko razberemo, da se večina učencev, tj. 53 učencev (70,6 %), strinja, da je pouk fizike zanimiv, 26 učencev (34,6 %) se niti ne strinja niti strinja, 7 učencev (9,3 %) se popolnoma strinja, 5 učencev se sploh ne strinja in 4 učenci (5,3 %) se ne strinjajo. Večini učencev se zdi fizika zanimiv predmet in jim je verjetno tudi med priljubljenimi. Zelo majhnemu deležu učencev se pouk fizike zdi nezanimiv. Dejavnikov, ki vplivajo na zanimivost predmeta, je več, med njimi pa zagotovo velik dejavnik predstavlja učitelj, saj vodi pouk, razlaga snov in navsezadnje tudi načrtuje poskuse. Sklepava, da so učenci, ki jim je fizika nezanimiva, tisti, katerim naravoslovni predmeti ne ležijo najbolje oz. so bolj zainteresirani za družboslovne predmete.

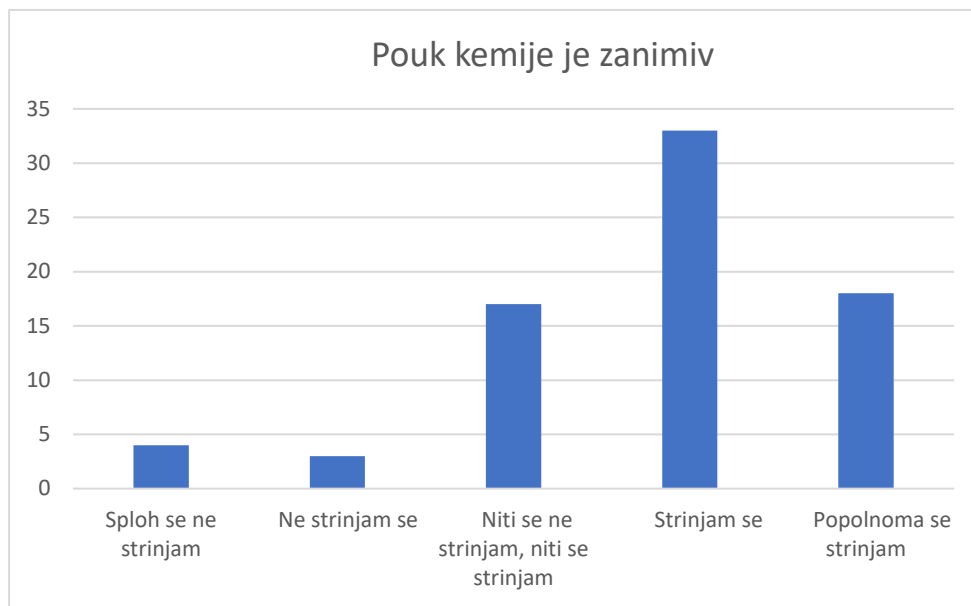
### Trditve 2: Fiziko razumem



Graf 4: Fiziko razumem

Število učencev, ki se strinja, da fiziko razume, in tistih, ki se niti ne strinja niti strinja, je enako 25 (33,3 %), 10 učencev (13,3 %) se popolnoma strinja, 8 (10,6 %) se jih sploh ne strinja in 7 (9,3%) se jih ne strinja. Velik del učencev se torej strinja, da fiziko razume. Če primerjamo ugotovitve iz 1. in 2. trditve, ugotovimo, da je nekaj tudi takšnih, ki se strinjajo, da je fizika zanimiv predmet, ampak jo slabo razumejo oz. je sploh ne razumejo.

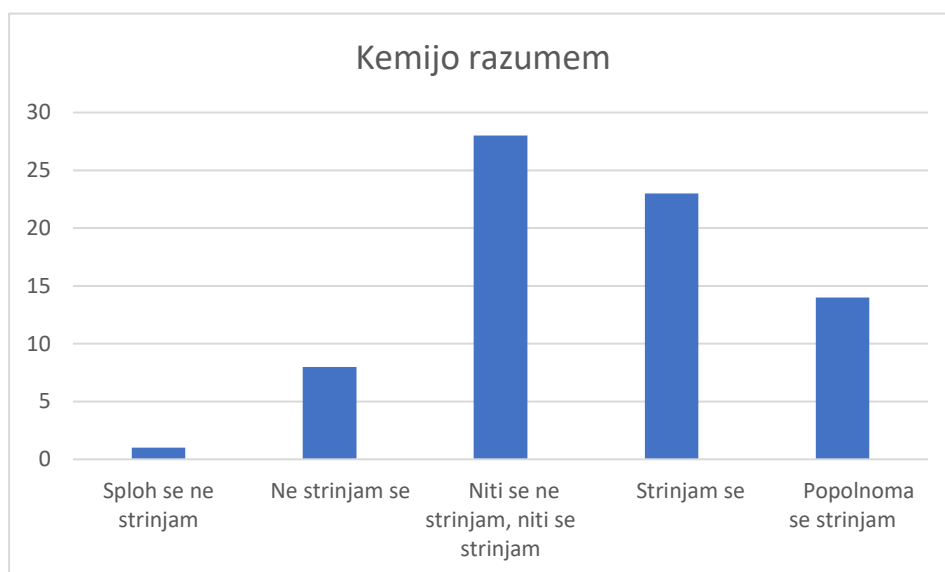
### Trditev 3: Pouk kemije je zanimiv



Graf 5: Pouk kemije je zanimiv

Večina učencev, tj. 33 učencev (44 %), se strinja, da je pouk kemije zanimiv in 18 učencev (24 %) se popolnoma strinja, da je pouk kemije zanimiv. Podobno kot pri fiziki nam to število pove, da je kemija učencem predstavljena na prijeten in zanimiv način, vsekakor pa je velik dejavnik (podobno kot pri fiziki) tudi učitelj, ki mora za vse naštetе stvari poskrbeti. 17 učencev (22,6 %) se s trditvijo niti ne strinja niti se strinja, 3 učenci (4 %) se ne strinjajo, 4 (5,3 %) učenci pa se sploh ne strinjajo, da je pouk kemije zanimiv.

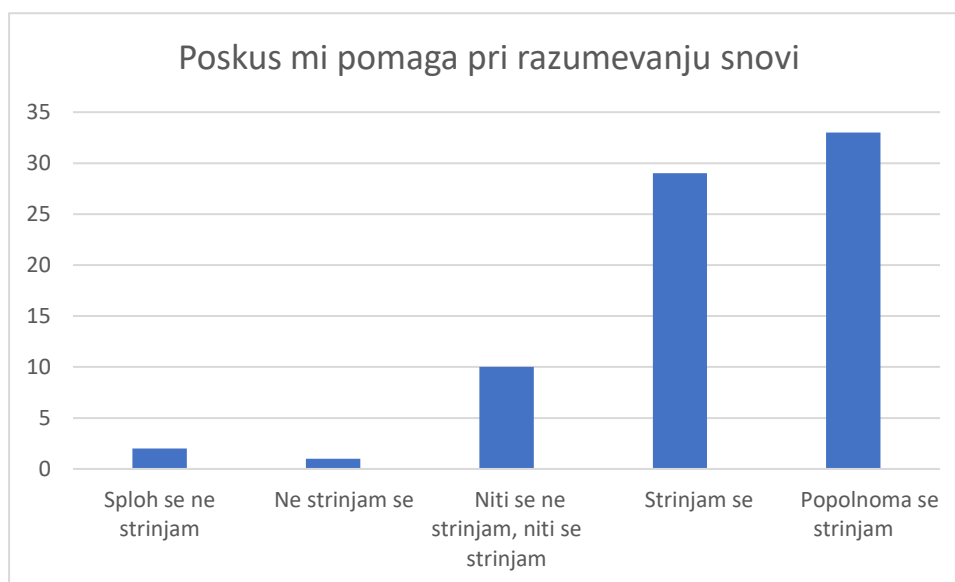
### Trditev 4: Kemijo razumem



Graf 6: Kemijo razumem

Največ 28 učencev (37,3 %) se niti ne strinja niti se strinja s trditvijo, da kemijo razume. Kar 23 učence se strinja, da kemijo razume, kar predstavlja 30,6 % vseh učencev. Učencev, ki se popolnoma strinjajo, da kemijo razumejo, je 14, kar predstavlja 18,6 % vseh učencev. Učencev, ki se s trditvijo ne strinjajo, je 8, kar predstavlja 10,6 % vseh učencev. En učenec pa se sploh ne strinja, da kemijo razume. Večina učencev torej kemijo razume (se strinjajo ali pa se popolnoma strinjajo), relativno malo pa je tistih, ki kemije ne razumejo (tisti, ki se ne strinjajo in se sploh ne strinjajo). Razumevanje in zanimivost kemije kažeta, da imajo učenci kemijo radi in da je (podobno kot pri fiziki) kvaliteta pouka kemije na visokem nivoju. Iz nadaljnih grafov in ugotovitev lahko sklepamo, da je kvaliteta posledica dobre priprave in številnih poskusov, ki so nazorno prikazani.

#### Trditev 5: Poskus mi pomaga pri razumevanju snovi

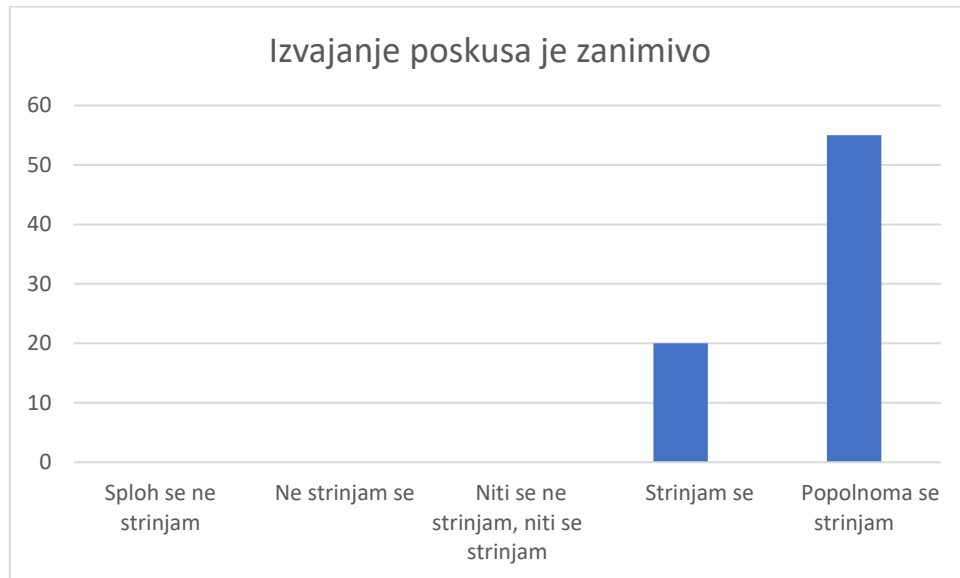


Graf 7: Poskus mi pomaga pri razumevanju snovi

Iz zgornjega grafa je mogoče razbrati, da je tistih, ki se popolnoma strinjajo, da jim poskus pomaga pri razumevanju snovi, največ (kar 33 učencev oz. 44,0 % vseh). Sledijo jim tisti, ki se s trditvijo strinjajo (29 učencev oz. 38,6 %), tistih, ki se s trditvijo niti ne strinjajo niti strinjajo, je 10 oz. 13,3 % učencev. Dva učenca (2,6 %) sta taka, ki se sploh ne strinjata, da jim poskus pomaga pri razumevanju snovi. En učenec se s trditvijo ne strinja (kar predstavlja 1,3 %). To, da je kar 62 učencev (82,6 %) takih, ki menijo, da jim poskus pomaga pri razumevanju snovi, še dodatno potrjuje najino trditev, da poskusi pomagajo pri razumevanju snovi. Ugotavlja,

da je večina tistih učencev, ki se strinjajo oz. popolnoma strinjajo, da jim poskus pomaga pri razumevanju snovi, označila tudi, da razumejo fiziko in kemijo in da sta ta predmeta zanimiva.

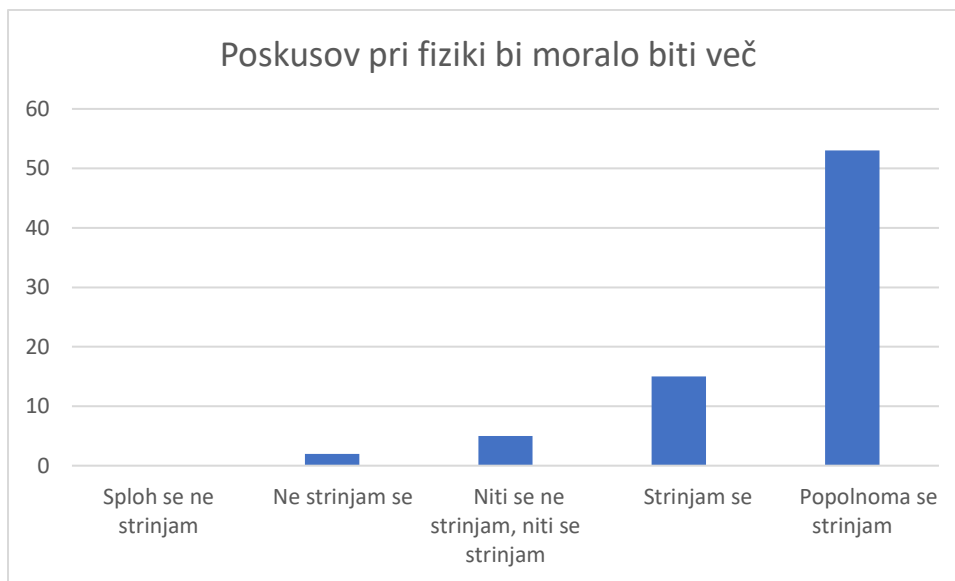
#### Trditev 6: Izvedba poskusa je zanimiva



Graf 8: Izvajanje poskusa je zanimivo

Iz zgornjega grafa je razvidno, da se 55 učencev (73,3 %) popolnoma strinja, da je izvajanje poskusov zanimivo, 20 učencev (26,6 %) pa se s trditvijo strinja. Nobeden se s trditvijo ne strinja ali delno strinja. To pomeni, da je izvajanje poskusov zanimivo vsem anketiranim učencev in imajo poskuse radi. Velika večina učencev, ki so označili, da se s trditvijo strinjajo oziroma popolnoma strinjajo, je tudi pri prejšnjem vprašanju označila, da se s trditvijo strinja oz. popolnoma strinja.

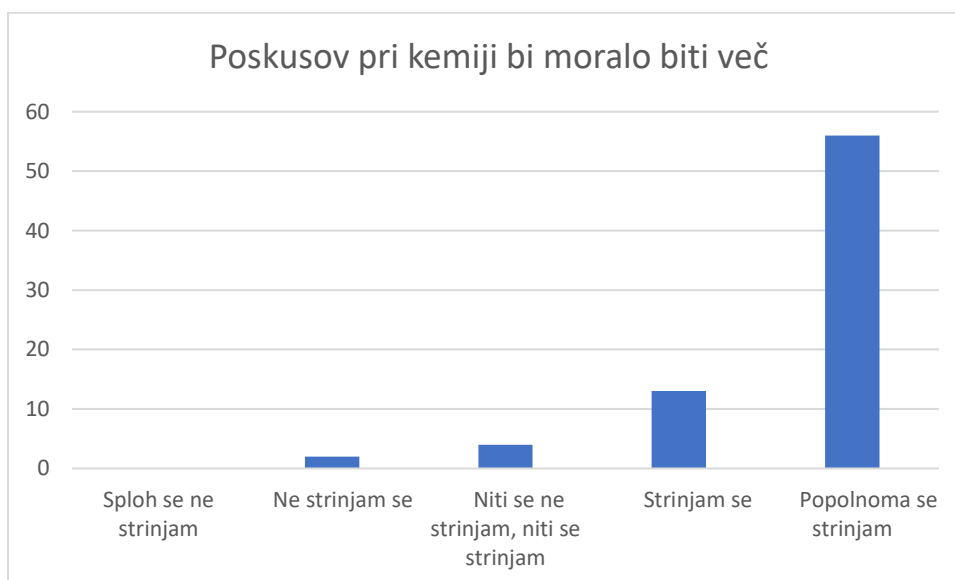
### Trditev 7: Poskusov pri fiziki bi moralo biti več



Graf 9: Poskusov pri fiziki bi moralo biti več

15 učencev (20 %) se s trditvijo strinja, 53 učencev (70,6 %) se s trditvijo popolnoma strinja, 5 učencev (6,6%) se s trditvijo niti ne strinja niti strinja in 2 učenca (2,6 %) se ne strinjata. Skupno 68 (90,6 %) učencev se s trditvijo strinja, kar dodatno potrjuje, da so poskusi in eksperimentalno delo učencem zanimivi in da si jih večina pri fiziki želi več.

### Trditev 8: Poskusov pri kemiji bi moralo biti več



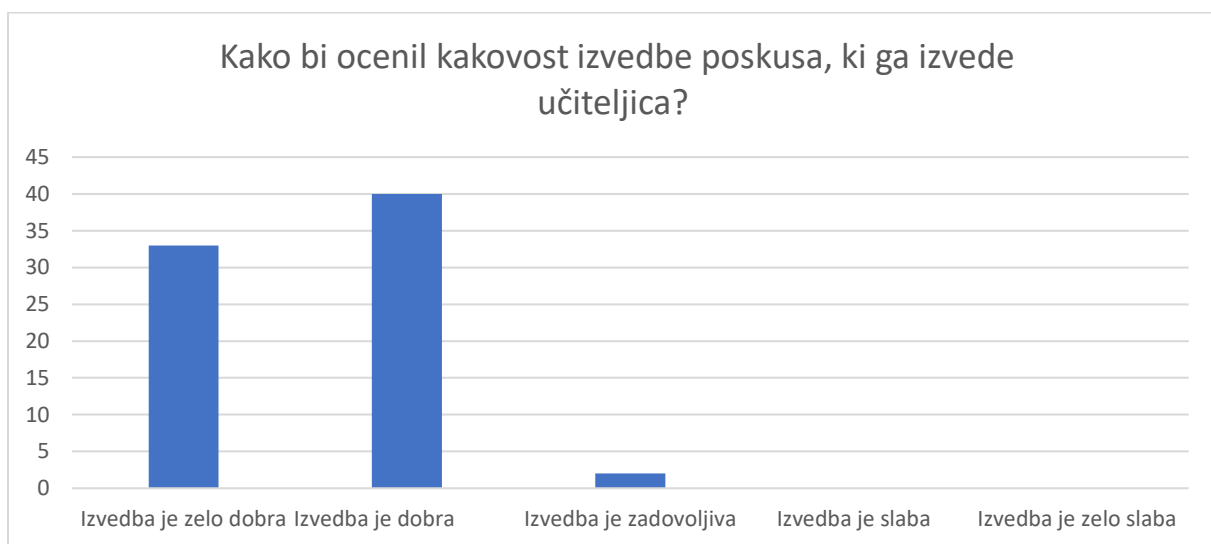
Graf 10: Poskusov pri kemiji bi moralo biti več



13 učencev (17,3 %) se strinja, da bi moralo biti poskusov pri kemiji več, 56 učencev (74,6 %) se popolnoma strinja, 4 učenci (5,3 %) se s trditvijo niti ne strinjajo niti strinjajo in 2 učenca (2,6%) se ne strinjata. Kar 69 od 75 učencev (92 %) se strinja, da bi moralo biti poskusov pri kemiji več, kar je 1,3 % več kot pri fiziki. Le skupno 6 učencev (8 %) se s trditvijo ne strinja, kar predstavlja zelo majhen delež. Eksperimentalno delo je pri kemiji enako pomembno kot pri fiziki, saj učenci lažje razumejo, kaj se v določeni situaciji in primeru dejansko dogaja.

Omenjeni trditvi ter vprašanji 6 in 7, ki sta prikazani z grafoma 13 in 14, potrjujejo najino 2. hipotezo, kjer predpostavlja, da si učenci želijo več eksperimentalnega dela pri pouku.

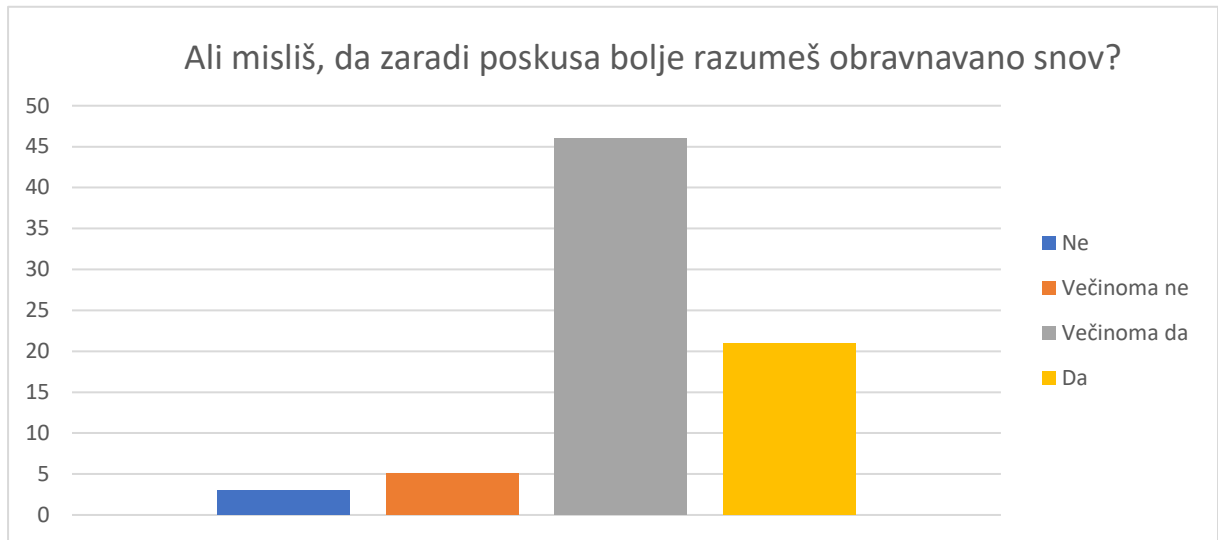
#### Vprašanje 4: Kako bi ocenil kakovost izvedbe poskusa, ki ga izvede učiteljica?



Graf 11: Kako bi ocenil kakovost izvedbe poskusa, ki ga izvede učiteljica?

33 učencev (44 %) ocenjuje, da je izvedba poskusa zelo dobra, 40 (53,3 %) jih ocenjuje, da je izvedba dobra, 2 učenca (2,6 %) pa menita, da je izvedba zadovoljiva. Slabih mnenj (ocen) o poskusih, ki jih izvede učiteljica, ni. Ta ugotovitev se povezuje s trditvijo, da so poskusi učencem zanimivi (s katero se vsi strinjajo). Potrjuje namreč, da so zaradi kakovosti, izvedbe in razlage poskusi učencem zanimivi.

### Vprašanje 5: Ali misliš, da zaradi poskusa bolje razumeš obravnavano snov?

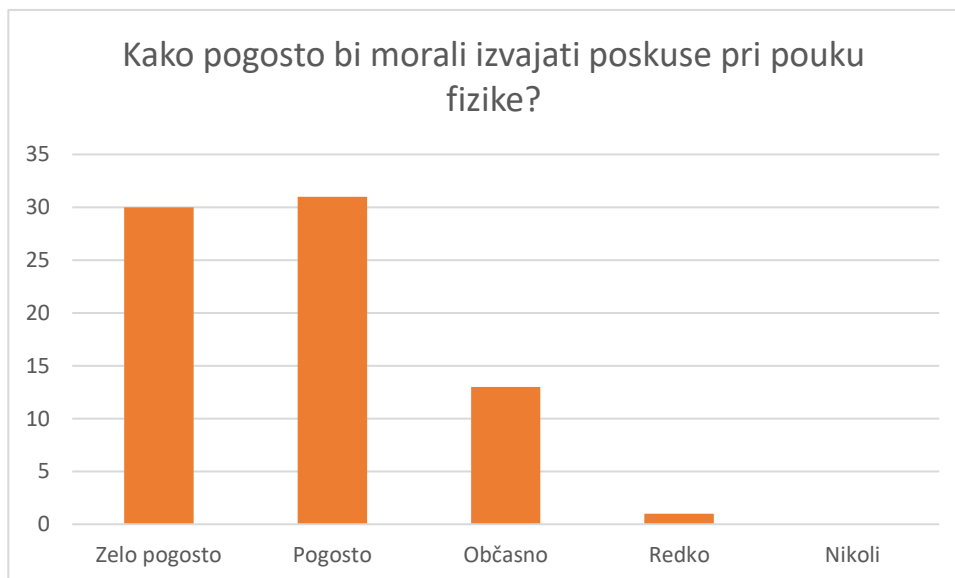


Graf 12: Ali misliš, da zaradi poskusa bolje razumeš obravnavano snov?

46 od 75 učencev (61,3 %) je na vprašanje odgovorilo z večinoma da, 21 učencev (28 %) je odgovorilo z da, 5 učencev (6,6 %) z večinoma ne in 3 učenci (4 %) z ne. Največ učencev torej meni, da v več primerih bolje razume obravnavano snov zaradi poskusa.

Pridobljeni podatki dodatno nakazujejo potrditev 1. hipoteze.

### Vprašanje 6: Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku fizike?

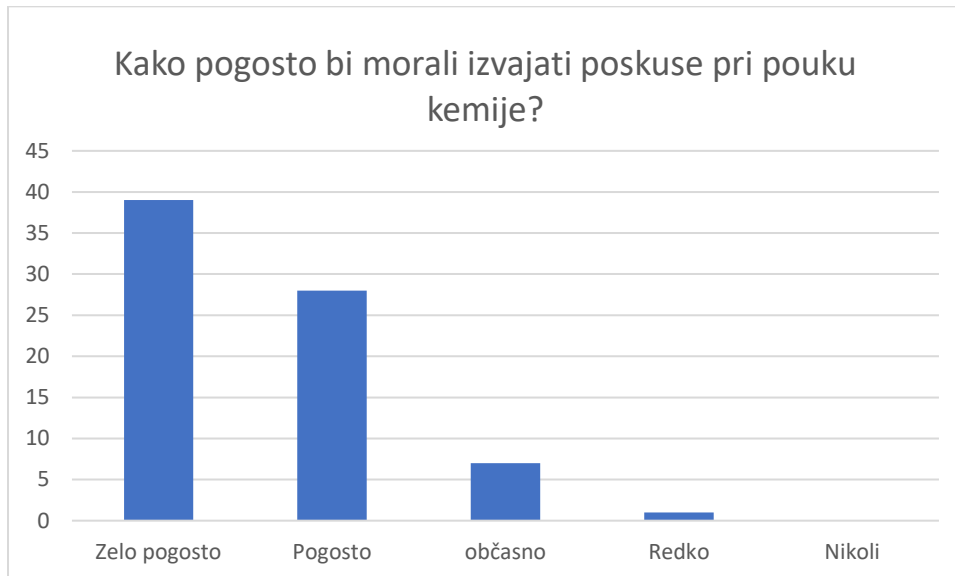


Graf 13: Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku fizike?

31 učencev (41,3 %) meni, da bi morali poskuse pri pouku izvajati pogosto, 30 učencev (40 %), da bi morali poskuse izvajati zelo pogosto, 13 učencev (17,3 %) meni, da bi morali poskuse

izvajati občasno in 1 učenec (1,3 %), da bi morali poskuse izvajati redko. Večina učencev torej meni, da bi morali poskuse pri pouku fizike izvajati pogosto. To potrjuje, da je učencem izvajanje poskusov zanimivo in da zaradi njih večina učencev pri pouku bolje razume obravnavano snov.

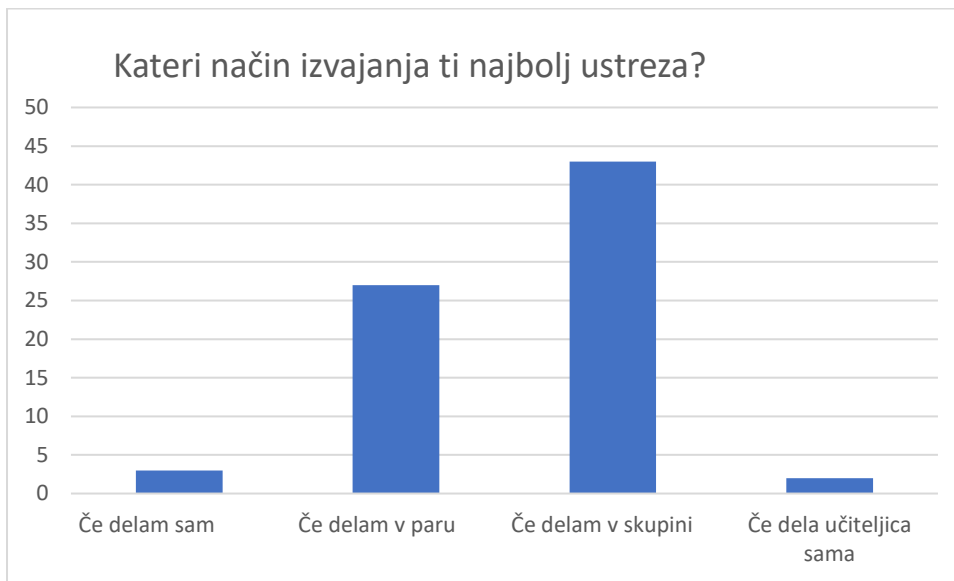
**Vprašanje 7: Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku kemije?**



*Graf 14: Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku kemije?*

Večina učencev (39 oz. 52 %) meni, da bi morali izvajati poskuse pri pouku kemije zelo pogosto, 28 učencev (37,3 %) meni, da bi jih morali izvajati pogosto, 7 učencev (9,3 %), da bi jih morali izvajati občasno in 1 učenec (1,3 %), da bi jih morali izvajati redko. Za razliko od fizike pri kemiji večina meni, da bi morali poskuse pri kemiji izvajati zelo pogosto. To pomeni, da si učenci želijo še več eksperimentalnega dela pri kemiji kot pri fiziki.

### Vprašanje 8: Kateri način izvajanja ti najbolj ustreza?

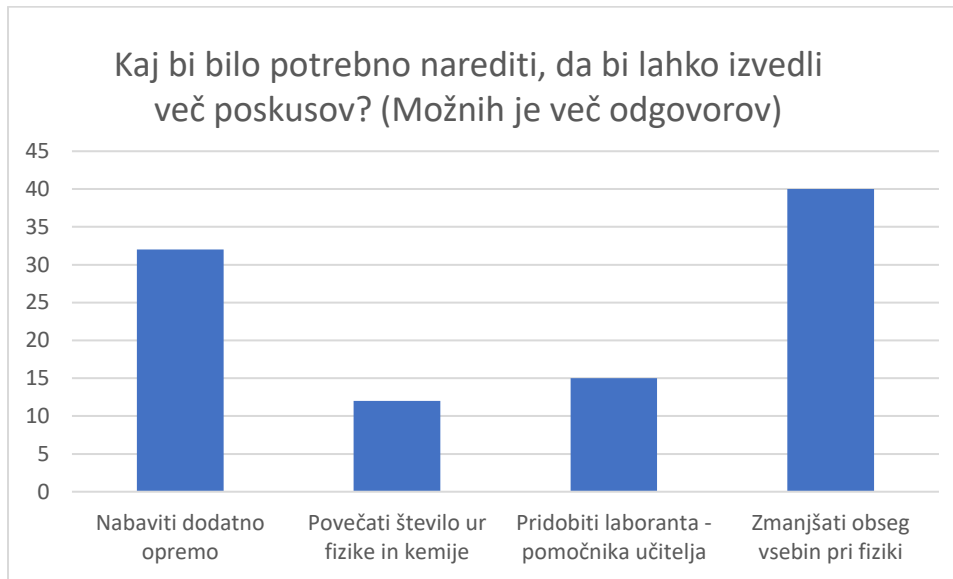


Graf 15: Kateri način izvajanja ti najbolj ustreza?

Iz grafa je razvidno, da 43 učencem (57,3 %) najbolj ustreza delo v skupini, 27 učencem (36 %) delo v paru, 3 učencem (4 %) ustreza, če delajo sami in 2 učencema (2,6 %) ustreza, če dela poskus učiteljica sama. Sklepamo lahko, da večina učencev rada sodeluje, si izmenjuje informacije, se posvetuje in deli različna mnenja, zato jim najbolj ustreza delo z vsaj še eno osebo ob sebi. Takih učencev je 70 od 75 (93,3 %).

S temi pridobljenimi podatki potrjujeva 3. hipotezo, kjer predpostavljava, da učenci najraje delajo v parih ali skupinah. Tak način dela je osnova za eksperimentalno delo, saj se večina eksperimentalnega dela izvaja v parih ali skupini.

**Vprašanje 9: Kaj bi bilo potrebno narediti, da bi lahko izvedli več poskusov? (Možnih je več odgovorov)**



*Graf 16: Kaj bi bilo potrebno narediti, da bi lahko izvedli več poskusov?*

Pri tem vprašanju so lahko učenci odgovorili z več odgovori. Največ 40 učencev meni, da bi bilo potrebno za izvedbo več poskusov pri pouku zmanjšati obseg vsebin pri fiziki, 32 jih meni, da bi bilo potrebno nabaviti dodatno opremo, 15 jih meni, da bi bilo potrebno pridobiti laboranta (pomočnika učitelja) in 12 jih je mnenja, da bi bilo potrebno povečati število ur fizike in kemije. Možno je bilo izbrati tudi drug odgovor (učenci so lahko napisali svoj predlog). Napisan je bil le en odgovor, in sicer da bi dodali po 2 uri fizike in kemije na teden, ki bi bili namenjeni le poskusom in eksperimentalnemu delu. Učenci menijo, da je obseg vsebin pri fiziki in kemiji preobsežen in da bi bilo potrebno nabaviti oz. pridobiti kar nekaj stvari, kot sta dodatna oprema in pomočnik učitelja (laborant).

**Vprašanje 10: Navedi poskus, ki ti je najbolj pomagal pri razumevanju snovi.**

Učenci so navedli veliko različnih poskusov, vsi pa so bili iz sklopa fizike in kemije. Tukaj je nekaj njihovih najpogostejših odgovorov:

- Poskus z lečami (fizika)
- Merjenje hitrosti avtomobila (fizika)
- Temperaturno raztezanje (fizika)
- Sublimacija joda (kemija)

- Alkoholno vrenje (kemija)
- Lastnosti snovi (kemija)
- Merjenje kislosti in bazičnosti s PH lističi (kemija)

Večina teh poskusov spada v snov 9. razreda, kar pomeni, da se devetošolci spomnijo več poskusov, ker so starejši in imajo več izkušenj z eksperimentalnim delom (izvedli so več poskusov).

## **3.2 Preverjanje napredka med učenci, ki so pri fiziki izvedli eksperiment, in učenci, ki ga niso**

### **3.2.1 Preverjanje predznanja pri učencih**

V vseh razredih (8. a, 8. b in 8. c) sva najprej preverila predznanje o snovi, ki so jo ravno začeli obravnavati (Enakomerno gibanje). Skupaj z učiteljico sva pripravila delovni list z nekaj vprašanji. Predznanje sva kasneje uporabila za primerjavo napredka med tistimi, ki so izvedli eksperiment, in tistimi, ki ga niso.

### **3.2.2 Izvedba poskusa v 8. a razredu.**

Naključno sva izbrala razred (8. a) in v njem izvedla poskus. Vedela sva, da se učijo o enakomernem gibanju, zato sva skupaj z učiteljico fizike načrtovala poskus, ki bo povezan s snovjo. Načrtovali smo poskus, pri katerem so morali učenci s pomočjo meritev izračunati hitrost učiteljičinega avtomobila, ko smo se vrnil nazaj v učilnico. Odpravili smo se na sosednjo ulico, kjer smo poskus izvedli. Učiteljica se je z avtomobilom peljala po ulici. Učenci so morali ugotoviti, kako bi lahko določili hitrost avtomobila. Tako so morali izmeriti razdaljo med dvema uličnima svetilkama. Učiteljica je začela z vožnjo malo pred ulično svetilko, da je lahko dosegla določeno hitrost in vključila tempomat, učenci pa so morali izmeriti čas, v katerem je učiteljica prevozila razdaljo od ene ulične svetilke do druge (seveda z enakomerno hitrostjo). Po izvedenem poskusu in zapisanih meritvah smo se odpravili nazaj v učilnico in interpretirali rezultate. Učenci so morali sami ugotoviti, na kakšen način bi izračunali hitrost avtomobila. Hitro so ga odkrili in tudi zapisali pravilno enačbo za izračun hitrosti.

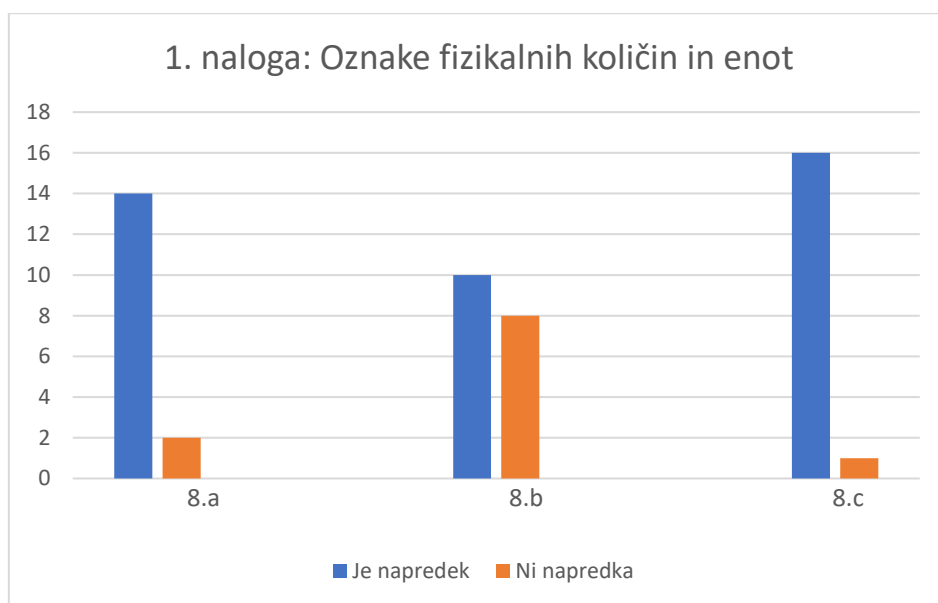
### 3.2.3 Delo v ostalih razredih

V ostalih dveh razredih (8. c in 8. b) je učiteljica snov le razložila in niso izvedli nobenega poskusa. Učenci so po razlagi samostojno reševali naloge, učiteljica pa jim je pomagala (običajno delo in razlaga snovi pri pouku).

### 3.2.4 Preverjanje znanja po izvedenih aktivnostih

Po razlagi snovi in opravljenem poskusu v 8. a smo učencem razdelili učne liste za preverjanje znanja. Učni listi so bili enaki tistim, ki so jih učenci rešili pred dejavnostmi. V vseh razredih smo primerjali napredke med predznanjem in znanjem po razlagi (oz. po izvedenem poskusu v 8. a).

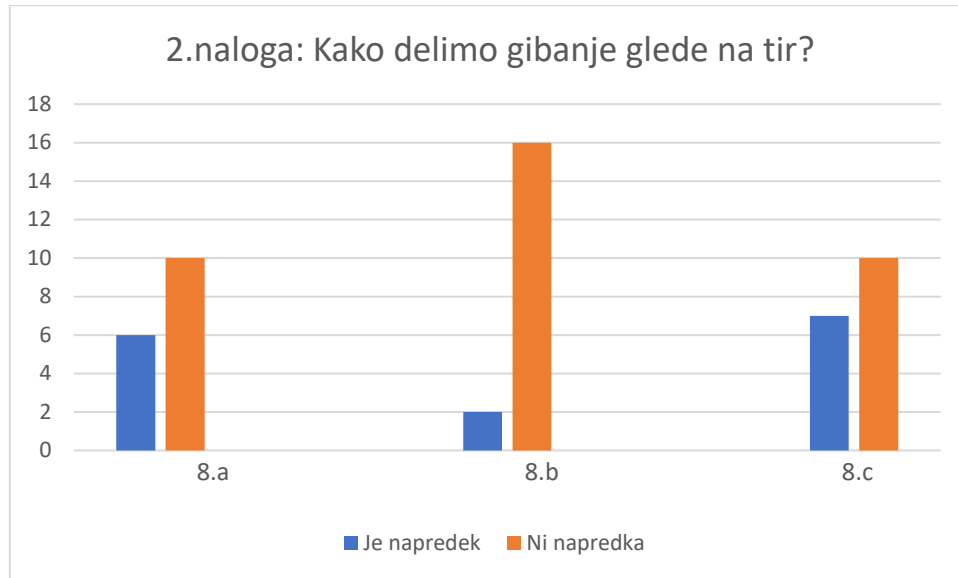
### 3.2.5 Ugotavljanje napredka po izvedenih aktivnostih



Graf 17: Napredek pri poznavanju količin in enot

V tem grafu vidimo, da je v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja doseglo 14 od 16 učencev, kar predstavlja 87,5 % učencev. V 8. b razredu je napredek doseglo 10 od 18 učencev, kar predstavlja 55,5 %, in v 8. c razredu je napredek doseglo 16 od 17, kar predstavlja 94,1 % učencev. Največji delež učencev je napredek doseglo v 8. c razredu (94,1 %). 8. c razredu je bila snov le razložena s strani učiteljice. Razred, v katerem smo izvedli eksperiment (8. a), je bil na drugem mestu s 87,5 % napredkom učencev. V 8. b razredu je bil napredek 55,5 %, kar je v primerjavi z ostalima oddelkoma občutno manjše, točnega vzroka nisva mogla raziskati.

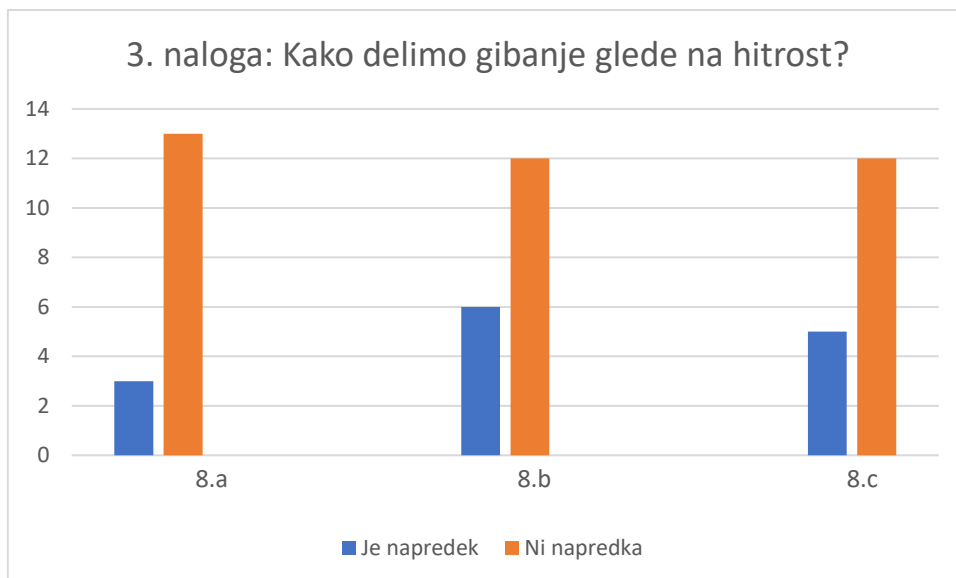
To vprašanje se ne nanaša na eksperiment, ki smo ga izvedli, zato nisva imela nobenih pričakovanj o tem, kateri razred bo najbolj napredoval. Napredek je bil odvisen od posameznikovega razumevanja snovi in učiteljičine razlage.



*Graf 18: Kako delimo gibanje glede na tir?*

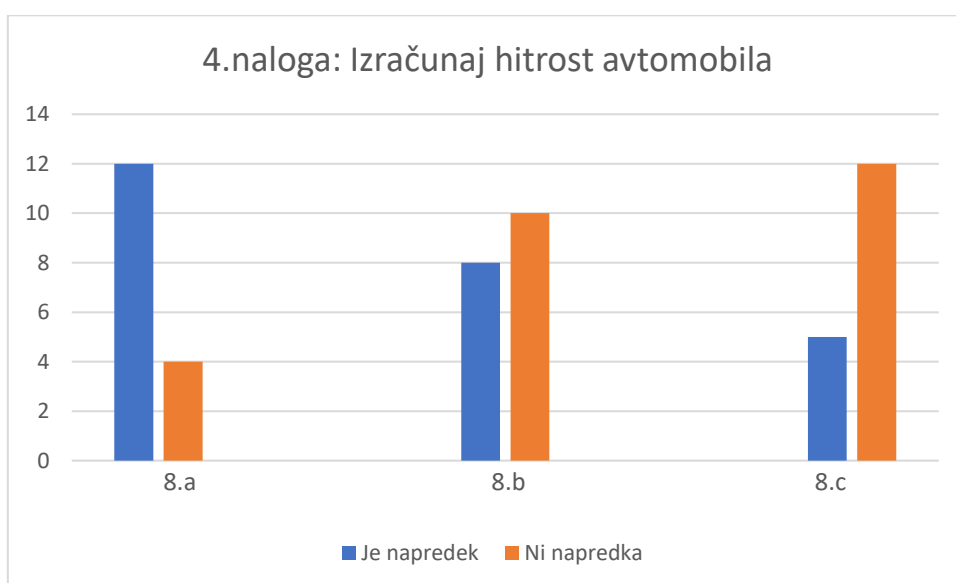
V tem grafu vidimo, da je v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja doseglo 6 od 16 učencev, kar predstavlja 37,5 % učencev. V 8. b razredu sta napredek dosegla 2 od 16 učencev, kar predstavlja 12,5 %, in v 8. c razredu je napredek doseglo 7 od 17 učencev, kar predstavlja 41 % učencev. Enako kot pri prejšnji nalogi je največji delež učencev doseglo napredek v 8. c razred (41 %). Največji delež napredka v tem razredu (že drugič po vrsti) dokazuje, da v 8. c razredu učenci zelo dobro in pozorno poslušajo učiteljičino razlago in si informacije tudi zapomnijo. Na drugem mestu je 8. a (37,5 %), na zadnjem mestu pa je spet 8. b z 12,5 % napredkom učencev. To vprašanje se spet ni bistveno nanašalo na eksperiment, ki smo ga izvedli, zato je bil napredek odvisen od razlage.





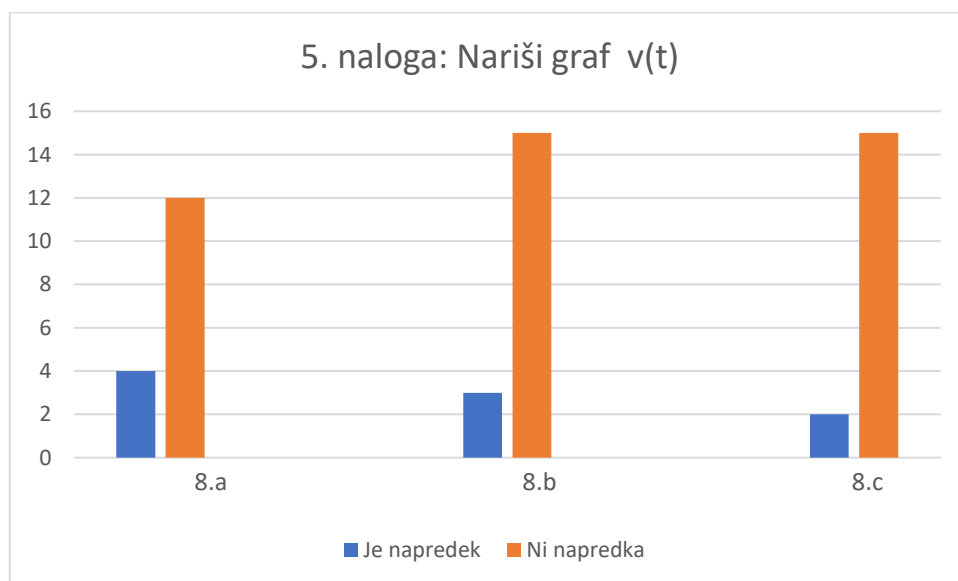
*Graf 19: Kako delimo gibanje glede na hitrost?*

V tem grafu vidimo, da so v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja dosegli 3 od 16 učencev, kar predstavlja 18,7 % učencev. V 8. b razredu je napredek doseglo 6 od 18 učencev, kar predstavlja 33,3 % učencev, in v 8. c razredu je napredek doseglo 5 od 17 učencev, kar predstavlja 29,4 % učencev. Pri tej nalogi je 8. a razred (v katerem smo izvedli poskus) dosegel najnižji odstotek napredka pri učencih (18,7 %), kar dokazuje, da poskus pri tej nalogi ni vplival na razumevanje snovi. Največji delež napredka učencev je imel 8. b (33,3 %), sledil je 8. c z 29,4 % učencev, ki so dosegli napredek. Ta naloga ni bila bistvena za najino raziskavo, saj je poskus zelo malo vplival nanjo.



*Graf 20: Izračunaj hitrost avtomobila*

V tem grafu vidimo, da je v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja doseglo 12 od 16 učencev, kar predstavlja 75 % učencev. V 8. b razredu je napredek doseglo 8 od 18 učencev, kar predstavlja 44 % učencev, in v 8. c je napredek doseglo 5 od 17 učencev, kar predstavlja 29 % učencev. Pri tej nalogi je največji odstotek napredka pri učencih dosegel 8. a razred, kar sva pričakovala, saj je bila naloga bistveno povezana z izvedenim poskusom (tudi v poskusu so morali s pomočjo meritev izračunati hitrost avtomobila). Ta naloga je za najino raziskavo (pri fiziki) najpomembnejša, saj je to dokaz, da je temu razredu poskus res pomagal pri razumevanju računanja hitrosti. V 8. b razredu je napredek doseglo 44 % učencev, kar za 33 % manj kot pri 8. a razredu. Na zadnjem mestu je 8. c z le 29 % učencev, ki so napredovali. Iz grafa je razvidno, da se učiteljičina razlaga (pri tej nalogi) ne more kosati z eksperimentom, pri katerem učenci na izkustveni način vidijo, kaj se dejansko dogaja v določeni situaciji in iz tega izhajajo pri reševanju nalog. S tem eksperimentom lahko potrdi 1. hipotezo, kjer sva predpostavljala, da eksperimentalno delo pomaga pri boljšem razumevanju snovi.



*Graf 21: Nariši graf  $v(t)$*

V tem grafu vidimo, da so v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja dosegli 4 od 16 učencev, kar predstavlja 25 % učencev. V 8. b razredu so napredek dosegli 3 učenci od 18, kar predstavlja 17 % učencev, v 8. c razredu pa sta napredek dosegla le 2 učenca od 17, kar predstavlja 12 % učencev. Ta naloga se enako kot prejšnja (vendar malo manj) navezuje na poskus, saj so morali na podlagi razumevanja izračunati hitrosti narisati tudi graf hitrosti v odvisnosti od časa  $v(t)$ . Tudi pri tej nalogi je najboljši rezultat dosegel 8. a (razred, v katerem

smo izvedli eksperiment) s 25 % učencev, ki so dosegli napredek. To dodatno potrjuje, da eksperiment pomaga pri razumevanju snovi. Na drugem mestu je 8. b s 17 % in na tretjem mestu 8. c z 12 % učencev, ki so dosegli napredek.

### **3.3 Preverjanje napredka med učenci, ki so pri kemiji izvedli eksperiment, in učenci, ki ga niso**

#### **3.3.1 Preverjanje predznanja pri učencih**

Tako kot pri fiziki sva tudi pri kemiji najprej preverila predznanje pri učencih. Skupaj z učiteljico kemije sva pripravila učni list, na katerem je bilo nekaj nalog povezanih s snovjo, ki jo trenutno obravnavajo (Lastnosti kristalov). Tudi pri kemiji sva predznanje uporabila za primerjavo napredka med tistimi, ki so izvedli eksperiment, in tistimi, ki ga niso.

#### **3.3.2 Izvedba poskusa v 8. b razredu**

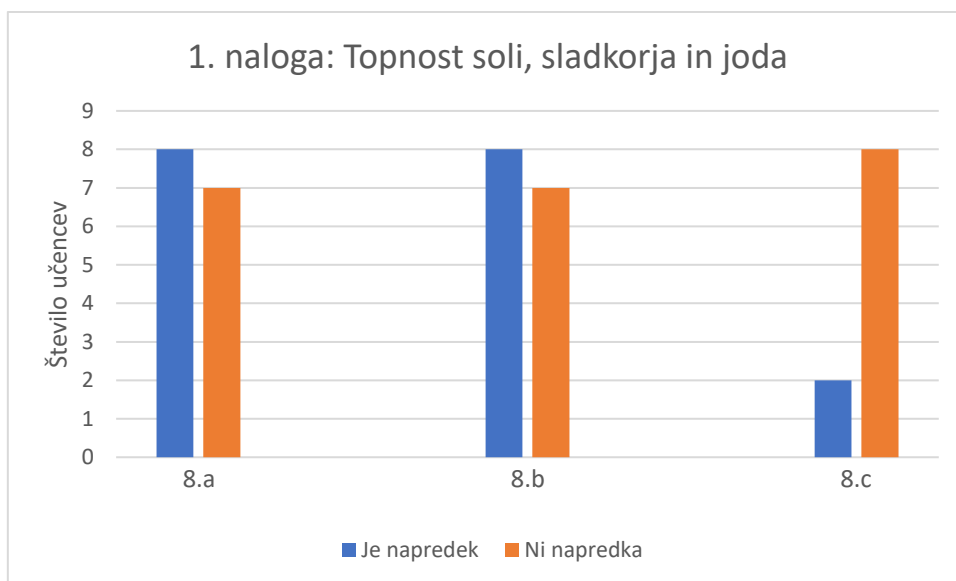
Poskus sva tokrat izvedla v 8. b razredu in ne v 8. a, kot smo delali pri fiziki. S tem sva se želela izogniti temu, da bi se boljši rezultati pri odgovarjanju na vprašanja pojavili zaradi boljšega učnega uspeha učencev. Eksperiment sva razdelila na dve povezani področji, s katerima so raziskovali lastnosti kristalov. Pri prvem delu so morali ugotoviti, ali so sladkor, sol in jod topni v vodi in bencinu, pri drugem delu pa so morali ugotoviti, ali te snovi prevajajo električno napetost v raztopini vode in brez raztopine (samo kristali snovi). Na podlagi tega so si morali ugotovitve zapisati, midva pa sva pomagala pri izvedbi eksperimenta.

#### **3.3.3 Delo v ostalih razredih**

V ostalih razredih (8. a in 8. c) je učiteljica razložila snov o lastnostih kristalov, niso pa izvedli nobenega poskusa. Pouk je potekal le z razlago teorije. Učenci so tudi samostojno reševali naloge.

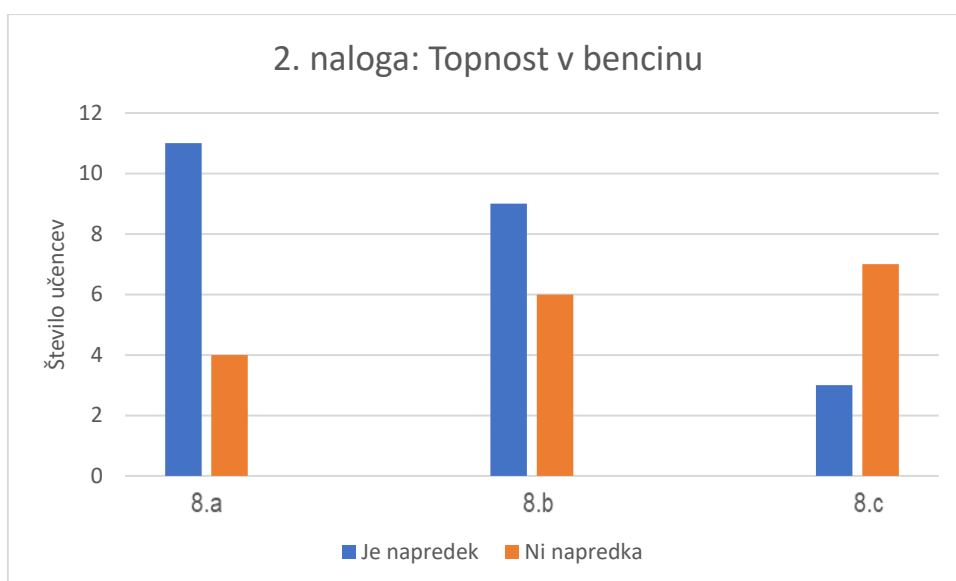
#### **3.3.4 Preverjanje znanja po izvedenih aktinostih**

Učencem smo razdelili učne liste za preverjanje znanja po razlagi snovi in poskusu (v 8. b), ki so jih morali rešiti in so bili enaki tistim, ki so jih rešili pred dejavnostmi. V vseh razredih smo primerjali napredke med predznanjem in znanjem po razlagi (oz. po izvedenem poskusu v 8. b).



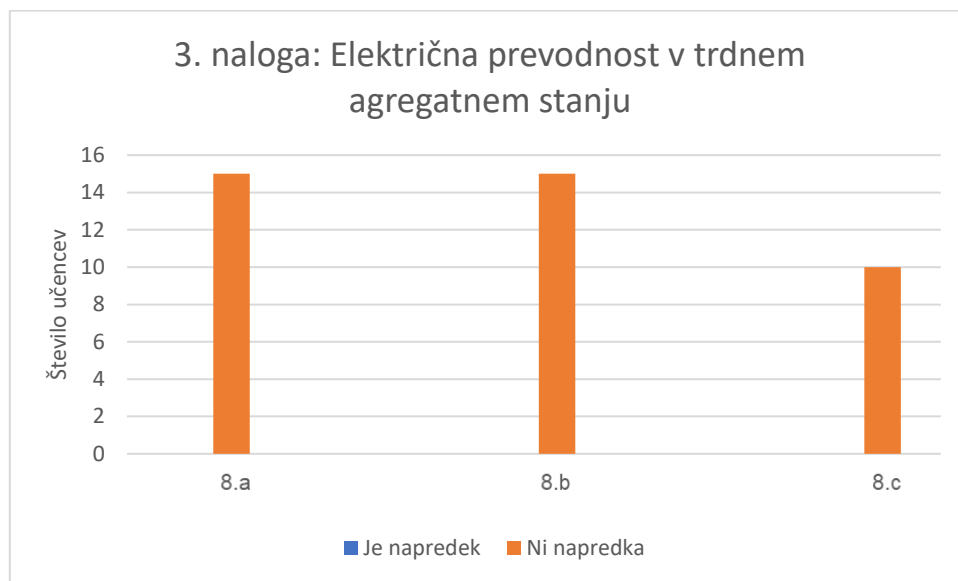
*Graf 22: Topnost soli, sladkorja in joda*

V tem grafu vidimo, da je v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja doseglo 8 od 15 učencev, kar predstavlja 53 % učencev. V 8. b razredu je napredek doseglo 8 od 15 učencev, kar predstavlja 53 % učencev, v 8. c pa sta napredek dosegla 2 od 10 učencev, kar predstavlja 20 % učencev. 8. a in 8. b razred sta dosegla enak odstotek učencev, ki so napredovali (53 %). Prepričana sva, da je izveden poskus učencem v 8. b razredu pomagal pri razumevanju, saj so v praksi izkusili, kako se snovi topijo.



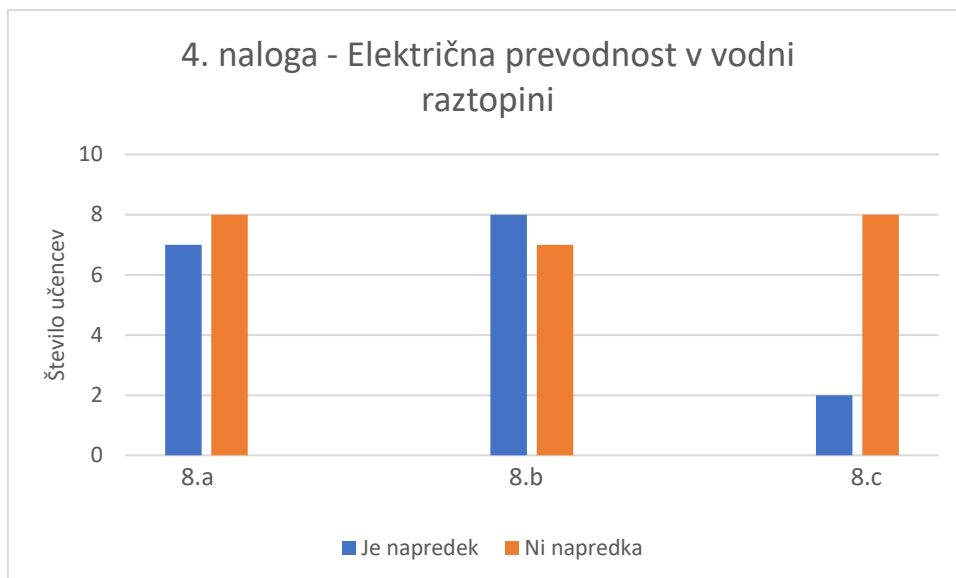
*Graf 23: Topnost v bencinu*

V tem grafu vidimo, da je v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja doseglo 11 od 15 učencev, kar predstavlja 73,3 % učencev. V 8. b razredu je napredek doseglo 9 od 15 učencev, kar predstavlja 60 % učencev, v 8. c pa so napredek dosegli 3 od 10 učencev, kar predstavlja 30 % učencev. Velik delež učencev, ki so napredovali v 8. a razredu (brez izvedbe eksperimenta), je odraz delavnosti učencev. V 8. b razredu je napredovalo 60 % učencev, kar ni majhen delež, ampak naju je vseeno malo presenetil, saj sva mislila, da bo delež zaradi eksperimenta večji. 8. c razred ima najnižji delež učencev, ki so napredovali (30 %).



*Graf 24: Električna prevodnost v trdnem agregatnem stanju*

V tem grafu vidimo, da v nobenem razredu ni bilo videnega napredka pri učencih. Ta podatek naju je presenetil, saj niti poskus niti razlaga učiteljice nista pomagala pri razumevanju snovi. Vzroka za nenapredek nisva mogla raziskati.



*Graf 25: Električna prevodnost v vodni raztopini*

V tem grafu vidimo, da je v 8. a razredu napredek pri razumevanju vprašanja doseglo 7 od 15 učencev, kar predstavlja 46 % učencev. V 8. b razredu je napredek doseglo 8 od 15 učencev, kar predstavlja 53 % učencev, in v 8. c sta napredek dosegla 2 od 10 učencev, kar predstavlja 20 % učencev. Največji delež učencev, ki so napredovali, je dosegel 8. b razred (53 % učencev), kar dokazuje, da je pri tej nalogi eksperiment pomagal pri razumevanju snovi, saj so lahko učenci, ki so izvedli poskus, izkusili dogajanje v vodni raztopini. Na drugem mestu je 8. a razred s 46 %, kar je za nekaj odstotkov nižje kot v 8. b, na zadnjem mestu pa je spet 8. c z le 20 % učencev, ki so napredovali.

Najino 1. hipotezo, da eksperimentalno delo pomaga pri boljšem razumevanju snovi, spet lahko potrdiva, kljub temu da pri izvedenem eksperimentu pri kemiji ni bila tako očitna.

# ZAKLJUČEK

Vsak učenec si želi biti uspešen. K uspešnosti pri usvajanju obravnavanih vsebin pripomorejo različni načini poučevanja, ki so zapisani v učnem načrtu. Eden od zanimivih načinov poučevanja je eksperimentalno delo, ki omogoča pridobivanje konkretnih izkušenj z obravnavano vsebino in lahko pomaga pri razumevanju obravnavane snovi. Poleg tega lahko eksperimentalno delo pomaga pri razvoju kritičnega razmišljanja in praktičnega rokvanja s pripomočki.

Med pisanjem raziskovalne naloge sva ugotovila, da je eksperiment metoda dela, ki je učencem blizu. Z eksperimentalnim delom se srečujejo predvsem pri naravoslovnih predmetih (naravoslovje, fizika, kemij). Z eksperimentalnim delom učitelji spodbujajo učence k postavljanju hipotez in ciljev, zastavljanju raziskovalnih vprašanj in iskanju odgovorov in rešitev.

Z anketnim vprašalnikom sva ugotovila, da sta večini učencev fizika in kemija zanimiva predmeta ravno zaradi eksperimentalnega dela pri pouku. Učenci menijo, da jim poskusi pomagajo pri razumevanju snovi in da jih radi izvajajo. Prav tako so mnenja, da bi poskusov moralo biti več. Večina učencev pravi, da jim najbolj ustreza delo v paru ali skupini. Zato so mnenja, da bi bilo potrebno zmanjšati obseg vsebin pri fiziki, saj eksperimentalno delo terja veliko časa, ob tem pa bi potrebovali za kvaliteno izpeljavo eksperimenta dodatno opremo.

Pred raziskovanjem sva si postavila 3 hipoteze: HIPOTEZA 1: Predpostavljava, da eksperimentalno delo pomaga pri boljšem razumevanju snovi. HIPOTEZA 2: Predpostavljava, da si učenci želijo več eksperimentalnega dela pri pouku. HIPOTEZA 3: Predpostavljava, da učenci najraje delajo v parih ali skupinah.

Prvo hipotezo lahko potrdiva, saj je opazna razlika v napredku znanja med učenci, ki so eksperiment izvedli, in učenci, ki ga niso. Tudi drugo hipotezo lahko potrdiva, saj je anketa pokazala, da si pri obeh predmetih več kot 70 % učencev želi več eksperimentalnega dela pri pouku. Tudi tretjo hipotezo lahko potrdiva, saj nam je anketa pokazala, da si večina učencev (93 %) želi delati v parih oz. skupini, kar je tudi osnovna oblika za izvajanje eksperimentalnega dela. Na koncu raziskovalne naloge lahko zapiševa, da je eksperimentalno delo zaželjena

oblika dela, da pomaga pri boljšem razumevanju obravnavanih vsebin in da učenci radi sodelujejo med učnim procesom.

Za natančnejše rezultate bi bilo smiselno razširiti vzorec anketirancev na vse učence naše šole, saj bi s tem dobili tudi vpogled v to, kaj je pomembno za mlajše učence. Za natančnejše rezultate o samem vplivu eksperimentalnega dela na razumevanje obravnavanih vsebin bi bilo smiselno izvesti več eksperimentov v testnih razredih. Tako bi povečali natančnost naših potrjenih ugotovitev.

Želimo si, da bi se učitelji na naši šoli in tudi širše zavedali pomembnosti eksperimentalnega dela in ga pogosto vključevali v svoj delovni načrt pouka.



## VIRI IN LITERATURA

- Bertoncelj, A., (2021). *Vpliv epidemije covid-19 na znanje in razumevanje fizike v osnovni šoli*. Magistrsko delo. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
- Campari, E. G., Barbeta, M., Braibant, S., Cuzzuol, N., Geusato, A., Maggiore, L., Marulli, F., Venturoli, G. in Vignali, C. (2021). *Physics Laboratory at Home During the COVID-19 Pandemic*. V White, G. (ur.), *The Physics Teacher*, 59 (1), 68–71. Pridobljeno dne 23. 2. 2023, <https://doi.org/10.1119/5.0020515>.
- Crawford, B. A. (2000). *Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers*. *Journal of Research in science teaching*, 37 (9), 961–937.
- Crawford, B. A. (2007). *Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice*. *Journal of research in science teaching*, 44 (4), 613–642.
- Gostinčar Blagotinšek, A. (2016). *Raziskovalni pouk fizikalnih vsebin naravoslovja na razredni stopnji* (Doktorska disertacija). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
- Greenwood, T., Shepherd, L., Allan, R., Butler, D. (2006). *Skills in Biology*, Biozone International Ltd.
- *Izhodišča kurikularne prenove* (1996). Ljubljana: Nacionalni kurikularni svet.
- Japelj Pavešič, B. in Svetlik, K. (2016). *Znanje matematike in naravoslovja med osmošolci v Sloveniji in po svetu: izsledki raziskave TIMSS 2015*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
- Krnel, D. (2007). *Pouk z raziskovanjem*. *Naravoslovna solnica*, 11(3).
- Kirschner, P. A., Sweller, J. in Clark, R. E. (2006). *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental and Inquiry- Based Teaching*. *Educational Psychologist*, 41(2), str. 75–86.

- Klein, P., Ivanjek, L., Dahlkemper, M. N., Jeličić, K., Geyer, M.-A., Küchemann, S. in Susac, A. (2020). *Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories*. V Williams, G. (ur.), *Physics Education*, 17 (1).
- Maretič Požarnik, B. (2008). *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS.
- Orel, M. (ur.). (2020). *Delovanje izven okvirjev: učinkovite rešitve poučevanja in vrednotenje znanja na daljavo: mednarodna online konferenca EDUizziv 2020*. EDUvision.
- Palcich, S. (2018). *Izvajanje eksperimentov in odnos učencev do fizike*. Diplomsko delo. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
- Pelko, A. (2012). *Odziv učencev na eksperimentalno delo pri pouku gospodinjstva*. Diplomsko delo. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
- *Slovenski veliki leksikon* (2003). Mladinska knjiga, Založba d.d. Ljubljana.
- Tomić, A. (1997): *Izbrana poglavja iz didaktike*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
- *Učni načrt. Program osnovna šola. Fizika*. (2011). Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo.
- *Učni načrt. Program osnovna šola. Kemija*. (2011). Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo.
- *Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje*. (2011). Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo.
- Wisiak, K.S., Glažar, S.A. (2001). *Pomen eksperimentalnega dela pri učenju in poučevanju kemije v osnovni šoli*. Strokovni prispevek.

# **PRILOGE**

## **Priloga 1: Anketni vprašalnik**

### **IZVAJANJE POSKUSOV PRI POUKU**

Pred vami je vprašalnik, s katerim želiva ugotoviti, ali izvajanje poskusov pri pouku pomembno vpliva na razumevanje obravnavane tematike.

Vaše sodelovanje v anketi je anonimno.

Izpolnjevanje vprašalnika vam bo vzelo le nekaj minut.

Že vnaprej hvala za sodelovanje.

Lena in Teo

1. Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku fizike?

- Da
- Ne

2. Ali se spomnite katerega poskusa, ki smo ga izvedli pri pouku kemije?

- Da
- Ne

3. Prosimo, preberite spodnje trditve, in označite, v kolikšni meri se z njimi strinjate.

	Sploh se ne strinjam	Ne strinjam se	Niti se ne strinjam niti se strinjam	Strinjam se	Popolnoma se strinjam
Pouk fizike je zanimiv.					
Fiziko razumem.					
Pouk kemije je zanimiv.					
Kemijo razumem.					
Poskus mi pomaga pri razumevanju snovi.					
Izvajanje poskusa je zanimivo.					
Poskusov pri fiziki bi moralo biti več.					
Poskusov pri kemiji bi moralo biti več.					

4. Kako bi ocenil kakovost izvedbe poskusa, ki ga izvede učiteljica?

Prosimo, izberite enega od naslednjih odgovorov.

- Izvedba je zelo dobra.
- Izvedba je dobra.
- Izvedba je zadovoljiva.
- Izvedba je slaba.
- Izvedba je zelo slaba.

5. Ali misliš, da zaradi poskusa bolje razumeš obravnavno snov?

Prosimo, izberite enega od naslednjih odgovorov.

- Ne
- Večinoma ne
- Večinoma da
- Da

6. Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku fizike?

- Zelo pogosto
- Pogosto
- Občasno
- Redko
- Nikoli

7. Kako pogosto bi morali izvajati poskuse pri pouku kemije?

- Zelo pogosto
- Pogosto
- Občasno
- Redko
- Nikoli

8. Kateri način izvajanja poskusa ti najbolj ustreza?

- Če delam sam.
- Če delam v paru.
- Če delam v skupini.
- Če dela učiteljica sama.

9. Kaj bi bilo potrebno narediti, da bi lahko izvedli več poskusov?

Možnih je več odgovorov

- Nabaviti dodatno opremo
- Povečati število ur fizike in kemije.
- Pridobiti laboranta – pomočnika učitelju pri izvajanju poskusa.
- Zmanjšati obseg vsebin pri fiziki.
- Drugo: \_\_\_\_\_

10. Navedi poskus, ki ti je najbolj pomagal pri razumevanju snovi.

---

Odgovorili ste na vsa vprašanja v tej anketi. Hvala za sodelovanje.

## Priloga 2: Delovni list pri fiziki

### Predhodno in izhodno preverjanje, poglavje Gibanje, fizika 8.r

1. Dopolni

Fizikalna količina	Oznaka količine	Oznaka enote
HITROST		
ČAS		
POT		

2. Kako delimo gibanje glede na tir gibanja?

3. Kako delimo gibanje glede na hitrost gibanja?

4. Izračunaj hitrost avta, če v 20 sekundah prevozi 100 metrov.

Hitrost zapiši v m/s in km/h.

5. Za to gibanje nariši graf  $v(t)$  in  $s(t)$ .

## Priloga 3: Delovni list pri kemiji

### LASTNOSTI KRISTALOV

Ime in priimek: \_\_\_\_\_

	IONSKI KRISTALI	KOVALENTNI KRISTALI	
Primer snovi:			
GRADNIKI			
VRSTA VEZI - razloži nastanek vezi (na splošno)			
AGREGATNO STANJE NA SOBNI TEMPERATURI			
TOPNOST - v vodi			
TOPNOST - v cikloheksanu			
TALIŠČE IN VRELIŠČE			
ELEKTRIČNA PREVODNOST - v trdnem agregatnem stanju			
ELEKTRIČNA PREVODNOST - v vodni raztopini			